



T
621.38812
066

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería Eléctrica



“ DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN
AMPLIFICADOR DE 15 VATIOS A 61.25 Mhz.
PARA SEÑALES DE TELEVISION ”.

TESIS DE GRADO
Previa a la obtención del Título de
INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Especialización: **ELECTRONICA**

Presentada por:
JULIO C. ORELLANA GOMEZ

Guayaquil - Ecuador
1.988



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

- A LA ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL

- AL ING. CESAR YEPEZ
FLORES POR SU AYUDA Y
COLABORACION PARA LA
REALIZACION DE ESTA
TESIS

D E D I C A T O R I A

- A MIS PADRES
- A MIS HERMANOS
- A MI ESPOSA
- A MARIA JOSE
- A MIS SUEGROS

C. Villafuerte

ING. CARLOS VILLAFUERTE P.
SUB-DECANO DE LA F.I.E.

Y

ING. CESAR YEPEZ F.
DIRECTOR DE TESIS

Pedro Vargas

ING. PEDRO VARGAS P.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Freddy Villao

ING. FREDDY VILLO O.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

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 E.S.P.O.L.)



JULIO C. ORELLANA GOMEZ

R E S U M E N

El objetivo de este trabajo consiste en diseñar y construir un amplificador que logre elevar el nivel de potencia de salida hasta 15 vatios de la señal de video cuya portadora esta a 61.25 Mhz., para lograr una cobertura de todo el " CAMPUS POLITECNICO ".

Los pasos que se consideran importantes a seguir son:

PRIMERO se entrará en el análisis exhaustivo de lo que constituye el diagrama de bloques del amplificador objeto de este trabajo.

SEGUNDO se comenzará desglosando cada uno de los bloques del amplificador, se tratará lo que son los filtros de entrada, etapas amplificadoras, filtros de salida, tanto en su diseño como en la tecnología de la construcción.

El trabajo desarrollado en esta tesis logrará obtener del amplificador una potencia de hasta 15 vatios, lo cual garantiza que la señal podrá cubrir un área tal que

podrá ser utilizada para desarrollar un canal interno en
el " CAMPUS POLITECNICO "

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

	PAGS
RESUMEN -----	V I
INDICE GENERAL -----	VIII
INDICE DE FIGURAS -----	XII
INDICE DE TABLAS -----	XVI
INDICE DE FOTOS -----	XVII
ABREVIATURAS -----	XVIII
INTRODUCCION -----	20
CAPITULO I	
DEFINICIONES GENERALES DE LOS AMPLIFICADORES -	22
1.1. CLASIFICACION DE LOS AMPLIFICADORES -----	22
1.2. APLICACION DE LOS AMPLIFICADORES -----	35



BIBLIOTECA



BIBLIOTECA

1.3. MODO DE OPERACION DE LOS AMPLIFICADORES -	37
--	----

CAPITULO II

DISEÑO DEL AMPLIFICADOR -----	44
-------------------------------	----

2.1. DIAGRAMAS DE BLOQUES DEL AMPLIFICADOR ---	44
--	----

2.2. PREAMPLIFICADOR -----	45
----------------------------	----

2.3. FILTROS DE ENTRADA -----	55
-------------------------------	----

2.3.1. Filtro de R.F. -----	55
-----------------------------	----

2.4. ETAPAS AMPLIFICADORAS -----	59
----------------------------------	----

2.4.1. Primera Etapa Amplificadora -----	59
--	----

2.4.2. Segunda Etapa Amplificadora -----	65
--	----

2.4.3. Tercera Etapa Amplificadora -----	69
--	----

2.5. FILTROS DE SALIDA -----	74
------------------------------	----

CAPITULO III

CONSTRUCCION -----	76
--------------------	----

3.1. LISTA DE MATERIALES -----	76
--------------------------------	----

3.2. DISTRIBUCION Y UBICACION DE COMPONENTES EN TARJETAS -----	85
3.3. SECCIONAMIENTO DE LOS CIRCUITOS -----	87
3.4 DISPOSICION FINAL -----	87
CAPITULO IV	
PRUEBAS Y RESULTADOS -----	95
4.1. SENALES DEL FILTRO DE ENTRADA -----	95
4.2. SENALES DE LAS ETAPAS DE AMPLIFICACION --	103
4.2.1. Senales de la Primera Etapa de Am- plificación -----	103
4.2.2 Senales de la Segunda Etapa de Am- plificación -----	104
4.2.3. enales de la Tercera Etapa de Am- plificación -----	105
4.3. SENALES DEL FILTRO DE SALIDA -----	111
4.4. SENALES DEMODULADAS -----	111
4.4.1. Respuesta a Senales de Prueba ----	111

X I

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	113
APENDICES -----	115
ANEXOS -----	128
BIBLIOGRAFIA -----	131

I N D I C E D E F I G U R A S

<u>FIG.</u>		<u>PAGS.</u>
1.1.	DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN AMPLIFICADOR DE REALIMENTACION EN FORMA SIMPLE -----	23
1.2.	AMPLIFICADOR DE AUDIO CON LA CONFIGURACION BASE COMUN -----	27
1.3.	AMPLIFICADOR DE BANDA ANCHA CON IMPRESION DE MODO COMUN -----	29
1.4.	SERVOAMPLIFICADOR CON INTERRUPTOR DE ENTRADA -----	32
1.5.	ESQUEMA DE UN CIRCUITO MEZCLADOR USANDO UN AMPLIFICADOR DIFERENCIAL -	34
1.6.	AMPLIFICADOR DE EMISOR COMUN DE BANDA ANCHA -----	38
1.7.	CURVA GANACIA - FRECUENCIA -----	40
2.1.	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA ----	46

X III

2.2.	CIRCUITO PREAMPLIFICADOR -----	48
2.2.a.	CURVA DEL CIRCUITO PI -----	52
2.3.	CIRCUITO PREAMPLIFICADOR - VISTA SUPERIOR -----	49
2.4.	CIRCUITO PREAMPLIFICADOR - VISTA INFERIOR -----	50
2.5.	FILTRO DE RADIOFRECUENCIA -----	56
2.6.	FILTRO DE RADIOFRECUENCIA VISTA SUPERIOR -----	57
2.7.	FILTRO DE RADIOFRECUENCIA VISTA INFERIOR -----	58
2.8.	AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA ----	60
2.9.	AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA VISTA SUPERIOR -----	61
2.10.	AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA VISTA INFERIOR -----	62
2.11.	AMPLIFIACDOR DE 2 VATIOS -----	66

X I V

2.12.	AMPLIFICADOR DE 2 VATIOS VISTA SUPERIOR -----	67
2.13.	AMPLIFICADOR DE 15 VATIOS -----	70
2.14.	AMPLIFICADOR DE 15 VATIOS VISTA SUPERIOR -----	71
2.15.	FILTRO DE SALIDA -----	72
2.16.	FILTRO DE SALIDA VISTA SUPERIOR ----	73
4.1.	SEÑAL DE TELEVISION -----	96
4.2.	CONEXION DEL SISTEMA -----	96
4.3.	PUNTA DETECTORA PARA PRUEBA -----	97
4.4.	SEÑAL A LA ENTRADA DEL FILTRO DE ENTRADA -----	101
4.5.	SEÑAL A LA SALIDA DEL FILTRO DE ENTRADA -----	102
4.6.	SEÑAL A LA SALIDA DEL AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA -----	105

4.7.	SEÑAL A LA SALIDA DEL AMPLIFICADOR DE 2 VATIOS -----	107
------	---	-----

4.8.	SEÑAL A LA SALIDA DEL AMPLIFICADOR DE 15 VATIOS -----	109
------	--	-----

APENDICES

A.1.	DIAGRAMA DE ACOMETIDA ELECTRICA ----	117
------	--------------------------------------	-----

A.2.	CIRCUITO DE LA FUENTE DE PODER -----	118
------	--------------------------------------	-----

A.3.	MALLA INTERNA DE LA FUENTE DE PODER	119
------	-------------------------------------	-----

B.1.	CARACTERISTICA DE POTENCIA DE ENTRADA - POTENCIA DE SALIDA -----	126
------	---	-----

B.2.	CARACTERISTICA DE GANACIA DE POTENCIA - FRECUENCIA -----	127
------	---	-----

INDICE DE TABLAS

NUM ---		PAGS ----
1.1.	CONVERSION DE DECIBELIOS A GANACIA DE POTENCIA Y VOLTAJE -----	43

INDICE DE FOTOS

FOTO		PAGS
----		----
3.1.	CIRCUITO PREAMPLIFICADOR VISTA SUPERIOR -----	88
3.2.	CIRCUITO PREAMPLIFICADOR VISTA INFERIOR -----	89
3.3.	FILTRO Y AMPLIFICADOR DE R.F. VISTA SUPERIOR -----	90
3.4.	FILTRO Y AMPLIFICADOR DE R.F. VISTA INFERIOR -----	91
3.5.	AMPLIFICADOR DE 2 VATIOS VISTA SUPERIOR -----	92
3.6.	AMPLIFICADOR DE 15 VATIOS VISTA SUPERIOR -----	93
3.7.	FILTRO DE SALIDA VISTA SUPERIOR ----	94

A B R E V I A T U R A S

A	AMPERIO
A P	GANANCIA DE POTENCIA EN DECIBELIOS
A v	GANANCIA DE VOLTAJE EN DECIBELIOS
db	DECIBELIOS
dBm	DECIBELIOS ABSOLUTOS REFERIDOS A UN MILIVATIO
D - C	CORRIENTE DIRECTA
Hz	HERTZIO
K	KILOHMIO
log	LOGARITMO
Mhz	MEGAHERTZIO
mm	MILIMETRO
P ent	POTENCIA DE ENTRADA
pf	PICOFARADIO

P sal	POTENCIA DE SALIDA
R.F.	RADIOFRECUENCIA
uf.	MICROFARADIO
uH.	MICROHENRIO
V.	VOLTIOS
V dc	VOLTAJE EN CORRIENTE DIRECTA
V ent	VOLTAJE DE ENTRADA
V sal	VOLTAJE DE SALIDA
W	VATIOS

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

Cuando existen lugares tales como centros de estudios, lugares lejanos, sitios a los cuales físicamente no son accesibles y a los cuales se requiere llegar con sistemas cerrados de televisión, se hace necesario el diseño y construcción de un amplificador de video.

Esto conlleva a la solución de los problemas anteriores; las técnicas empleadas en esta tesis, desarrollan y aprovechan las ventajas que ofrecen los transistores de potencia y los sistemas de comunicación.

El presente trabajo se realizó en cuatro Capítulos:

El Capítulo I, da una descripción general de los amplificadores y las formas en que estos pueden operar, así como también las formas en que estos se polarizan.

En el Capítulo II, se plantea y desarrolla el problema, diseñando el sistema.

En el Capítulo III, se muestran las técnicas empleadas en la construcción del equipo, así como también la lista de todos los elementos que se han utilizado.

Por último se tiene el Capítulo IV, en el que se muestran los resultados experimentales, las pruebas y mediciones realizadas.

La importancia de este equipo esta en la utilización creciente y variada que se esta dando a esta clase de comunicaciones.

C A P I T U L O I

DEFINICION DE LOS AMPLIFICADORES

1.1. CLASIFICACION DE LOS AMPLIFICADORES

Hoy en día los amplificadores son una parte integral en casi todos los sistemas físicos. Un amplificador completo constituye una fuente o generador que provee a la entrada, una carga que va a ser amplificada y los filtros periféricos; generalmente la fuente y la carga suelen ir en cascada.

Los amplificadores se pueden clasificar en diferentes tipos:

AMPLIFICADORES DE RETROALIMENTACION

La figura 1.1., muestra un diagrama en bloques de un amplificador de retroalimentación en su forma más simple. Este es un tipo de amplificador en el

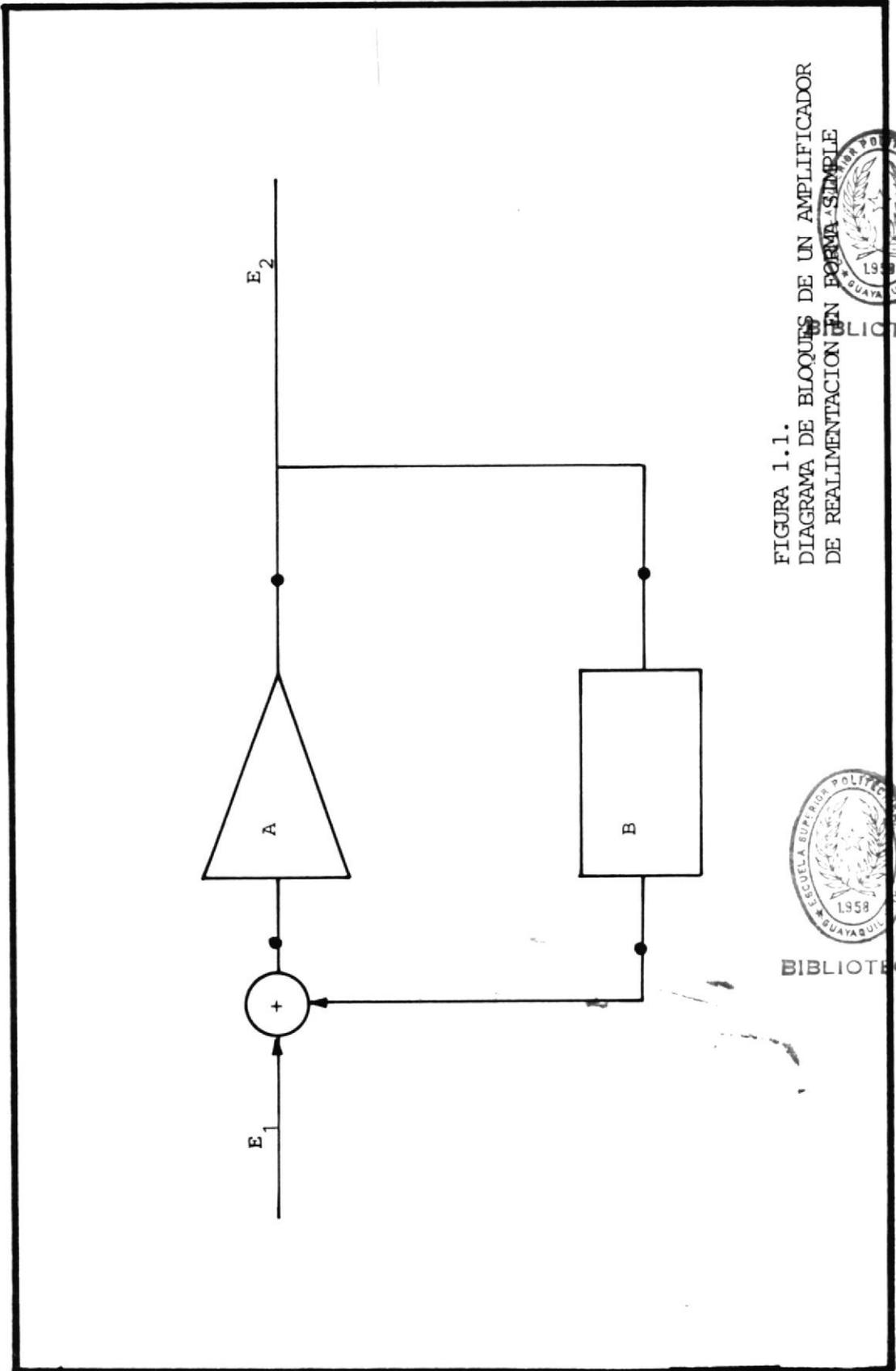


FIGURA 1.1.
DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN AMPLIFICADOR
DE REALIMENTACION EN BARRA-SIMPLE



BIBLIOTECA



BIBLIOTECA

cual se requiere un valor de ganancia seguro así como de estabilidad cuando existen variaciones en los parámetros de sus componentes, y de estabilidad en las variaciones con respecto al medio ambiente y a la fuente de potencia. Generalmente son usados en sistemas complejos de telefonía.

AMPLIFICADORES DE RUIDO

En realidad no se trata de un amplificador propiamente dicho sino de un disturbio que aparece en todo tipo de circuito eléctrico en forma aleatoria y que se lo ha denominado ruido. Este ruido se encuentra en salidas de teléfonos, radios, receptores de televisión, circuitos de computadoras, fuentes de poder, instrumentos de medición, etc.

AMPLIFICADORES DE DISPOSITIVOS MAGNETICOS

Como el mismo término lo sugiere, son aquellos que incluyen dispositivos magnéticos electromecánicos tales como el relé; magnéticos electrodinámicos tales como los manejadores Ward - Leonard y amplidinas; magnéticos estáticos tales como los reactores saturables.

El principio de operación de estos tipos de amplificadores de dispositivos magnéticos es diferente en cada uno de ellos, ya que lo único que tienen en común es el circuito magnético.

Las propiedades de amplificación dependen de la característica de magnetización del núcleo así como de los principios físicos los cuales son diferentes en cada tipo.

AMPLIFICADORES DE INDUCCION - EMISION

El amplificador de inducción - emisión se apoya en el principio básico del tratamiento de equilibrio entre un sistema de niveles de energía y la radiación térmica.

Este es otro ejemplo del desarrollo de un amplificador en donde las implicaciones prácticas son causadas por el campo que se expande muy rápidamente, por la medida de su expansión y por el resultado obtenido. Se lo utiliza generalmente en la obtención del rayo láser como un ejemplo de amplificación óptica.

AMPLIFICADORES DE AUDIO

Son aquellos en los cuales la calidad de potencia de audio se mide por su aptitud para reproducir con alta fidelidad el material sonoro en todo el rango de las frecuencias audibles.

El amplificador debe aumentar el nivel de potencia de entrada hasta un nivel de salida satisfactorio con poca distorsión, mientras que la sensibilidad de su respuesta a las entradas debe permanecer casi constante a través de todo el espectro de las audiofrecuencias.

Probablemente el uso más común de estos amplificadores este en los fonógrafos o cintas reproductoras, en los cuales se requieren de alta fidelidad. La figura 1.2., muestra la conexión de un amplificador de audio en la configuración base - común. En esta figura R puede ser la resistencia D - C de un transformador de salida y R_1 puede ser la resistencia insertada de polarización.

El término D - C significa acoplados directamente y son aquellos cuya respuesta de frecuencia se extiende desde cero hasta límites superiores. Los tubos de vacío son usados casi exclusivamente en

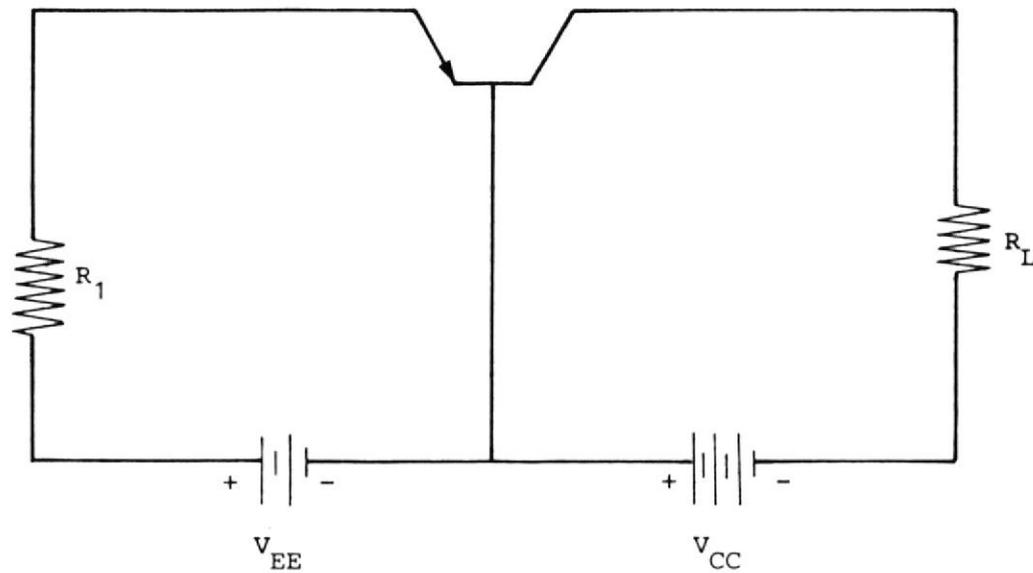


FIGURA 1.2.
AMPLIFICADOR DE AUDIO CON LA CONFIGURACION
BASE COMUN

estos tipos de amplificadores y es debido a la alta impedancia necesaria.

La mayor dificultad que se encuentra en estos amplificadores es la variación de la ganancia, la cual ocurre como una función de la temperatura, y puede ser eliminada casi en su totalidad con la retroalimentación.

AMPLIFICADORES OPERACIONALES

Son aquellos contruídos en forma de bloques. Los amplificadores operacionales se los usa frecuentemente en computadoras digitales y análogas. Son diseñados para trabajar en frecuencias bajas y en corrientes alternas, tanto en bandas anchas como en bandas angostas.

El rango de amplificación puede ser la unidad o menos, también pueden ser tan grande como unos cientos de miles o millones de veces. La figura 1.3., muestra un circuito de banda ancha en el cual A_1 es usado como un repetidor de voltaje en el modo común y A_2 amplifica la diferencia de voltaje, usando la fuente de poder para su trabajo.

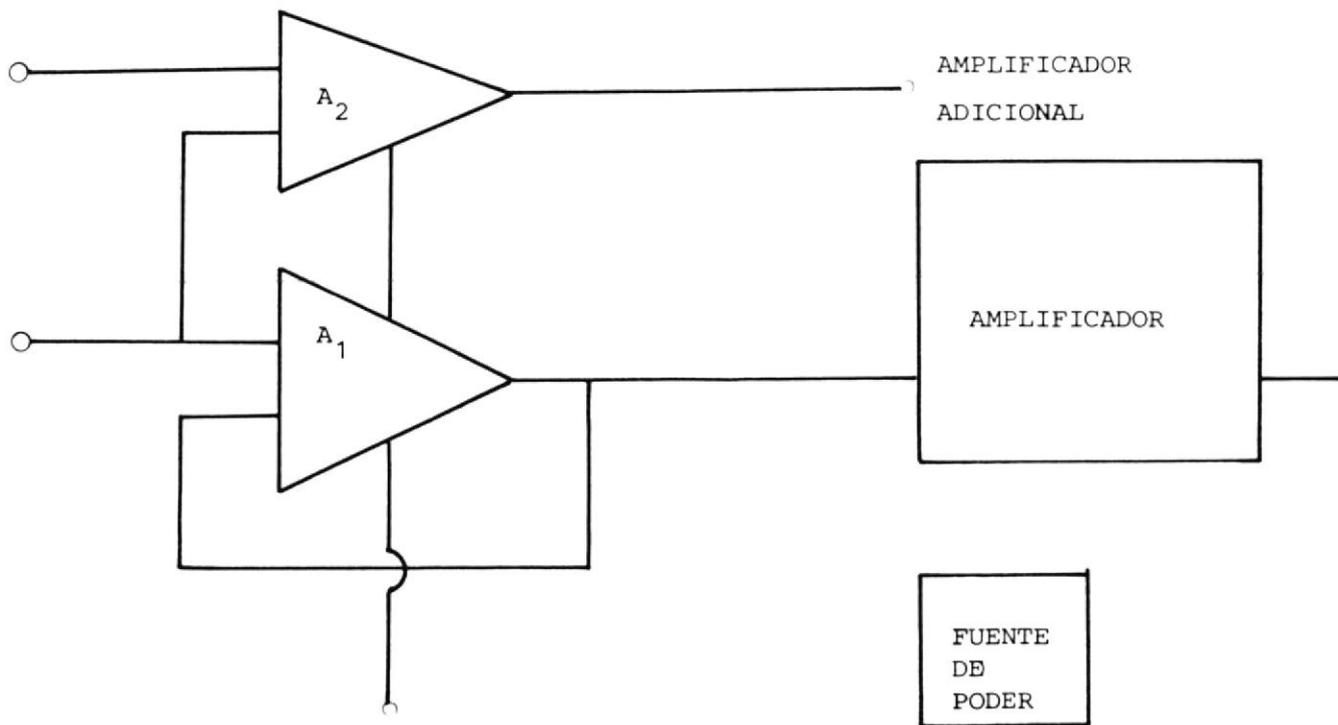


FIGURA 1.3.
AMPLIFICADOR DE BANDA ANCHA CON
IMPRESION DE MODO COMUN

AMPLIFICADORES DE ALTA POTENCIA

Llamarlos amplificadores de alta potencia a los amplificadores de 100 vatios o más es arbitrario. Los principales problemas que se deriven de esta clase de amplificadores son los que tienen que ver con los niveles de impedancias, estabilidad de temperatura, dispositivos periféricos rebajadores de temperaturas especialmente en aquellos amplificadores que sobrepasan los 100 vatios.

Las condiciones básicas para diseñar este tipo de amplificadores están dadas por la polarización, clase de transistor, determinaciones gráficas del punto de operación, condiciones de salida, características estáticas, tipo de disipador, etc.

SERVOAMPLIFICADORES

El principal propósito de un servoamplificador es el de suministrar una potencia promedio a la carga. Los servoamplificadores se clasifican en dos tipos:

- a. De corriente directa.
- b. De corriente alterna.

Cualquiera de los dos tipos pueden ser lineal o no lineal.

Generalmente esta clase de amplificadores son diseñados para manejar potencias altas en cargas inductivas o para trabajar en circuitos de variación de tiempos en corriente directa. En ambos casos el amplificador dirige una carga servo - motor. La figura 1.4., muestra un típico sistema servo - amplificador, en el cual se modula la señal de corriente directa y entonces la señal amplificada de corriente alterna maneja el motor directamente.

AMPLIFICADORES SINTONIZADOS

Son aquellos diseñados para amplificar una banda de frecuencia que es pequeña comparada con la frecuencia central.

Son circuitos cuyo trabajo primordial es obtener altas ganancias, repuestas controladas de fase, eliminación de armónicas y otras señales no deseadas.

Su característica principal se basa en que las impedancias de entrada tienen una cierta cantidad

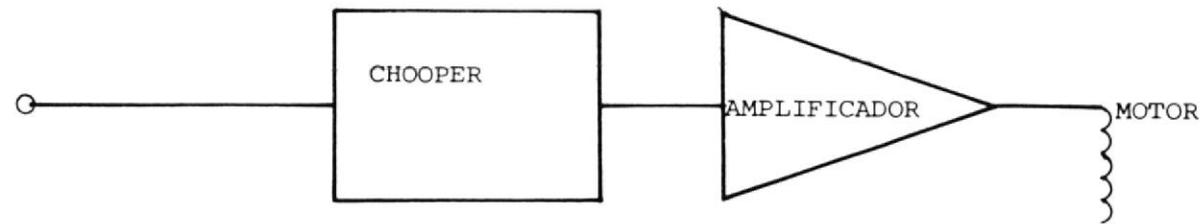


FIGURA 1.4.
SERVOAMPLIFICADOR CON INTERRUPTOR
DE ENTRADA

de admitancia cuya función principal es la de limitar la ganancia cuando se incrementa la frecuencia.

Las propiedades del amplificador sintonizado depende de las características del circuito resonante, así como de las consideraciones que se deben de tener al escoger el transistor.

Los amplificadores diferenciales vistos anteriormente son muy usados en conjunto con los amplificadores sintonizados. La figura 1.5., muestra una combinación de este tipo, en la que la señal R es amplificada diferencialmente con una frecuencia intermedia.

AMPLIFICADORES DE BANDA ANCHA

Son aquellos que amplifican una señal en un gran rango de frecuencias, aunque también se los utiliza para amplificar espectros angostos que pueden estar en la frecuencia de dominio, o cuya localización es desconocida.

Los amplificadores transistorizados no pueden diseñarse para permitir adoptar una solución de compromiso entre ganancia y ancho de banda en una

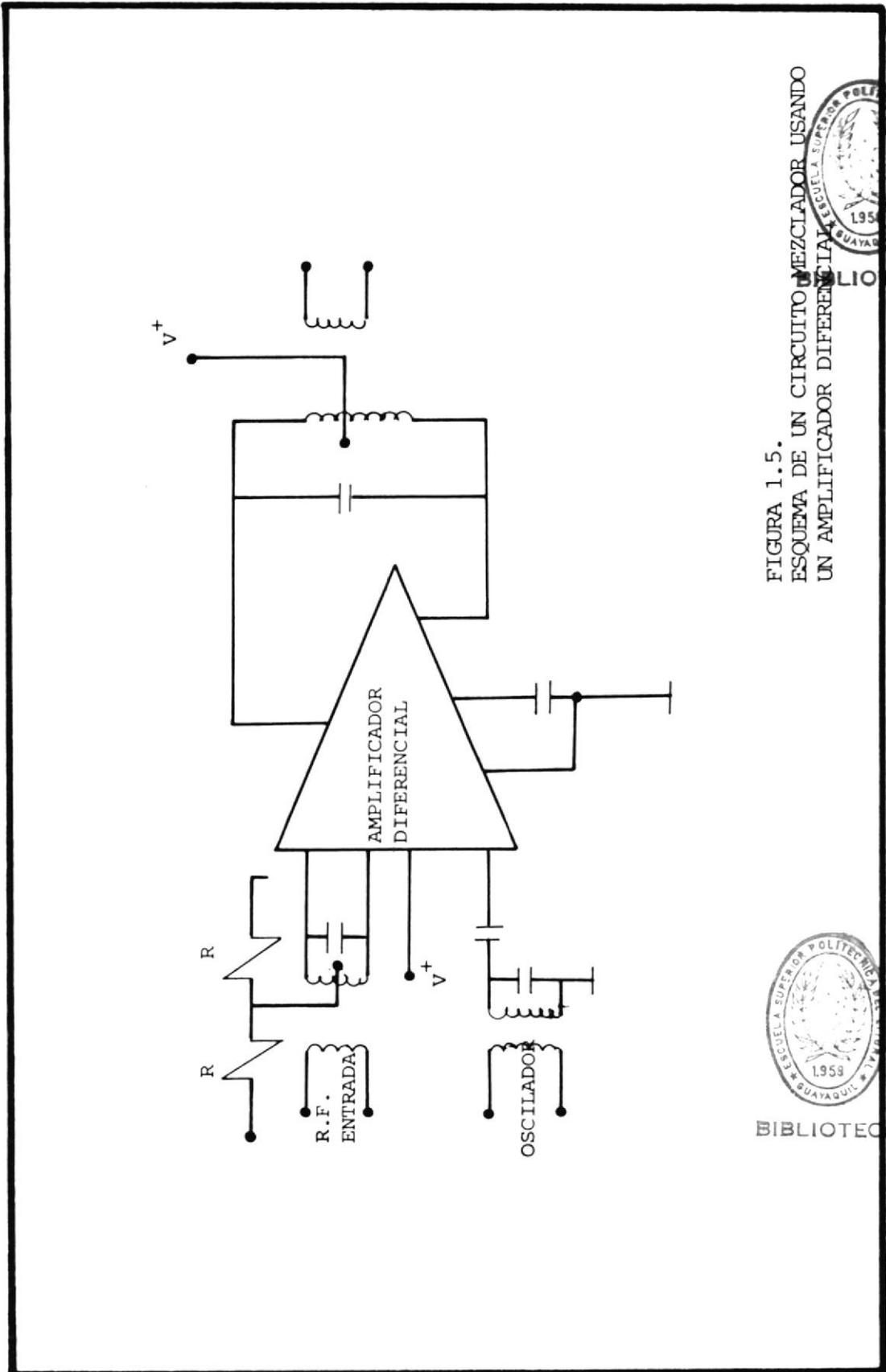


FIGURA 1.5.
ESQUEMA DE UN CIRCUITO MEZCLADOR USANDO
UN AMPLIFICADOR DIFERENCIAL



BIBLIOTECA



BIBLIOTECA

relación 1 : 1.

La figura 1.6., muestra un amplificador de emisor común que utiliza realimentación R en derivación para aumentar el ancho de banda del circuito.

Para el trabajo presente se utilizara amplificadores de banda ancha.

1.2. APLICACION DE LOS AMPLIFICADORES

Los amplificadores pueden ser usados en un gran número de dispositivos físicos diferentes y aparecen en una gran variedad de formas. Sus aplicaciones en sistemas de instrumentación hacen al amplificador un elemento básico.

Las diferentes definiciones que a continuación se detallan pueden dar una idea de que es lo que usa un amplificador como sistema básico:

1. Antena, que consiste en un amplificador que acepta una señal, esta señal debe ser de bajo ruido por el bajo de nivel de entrada.
2. Corriente, que es un amplificador que acepta una señal de corriente como una señal de

entrada y desarrolla una salida de corriente que es proporcional.

3. Control, que es un amplificador diseñado a servir como amplificador de potencia y maneja elementos de control.
4. Década, que es un amplificador cuya ganancia es aceptable en paso discretos que son múltiplos de diez.
5. Distribuidor, el cual es un amplificador que usa técnicas de circuito.
6. Frecuencia intermedia, que es un amplificador diseñado para alta ganancia.
7. Aislamiento, cuya función principal es aislar una parte del sistema.
8. Lineal, que es un amplificador cuya función principal es que la entrada sea proporcional a la salida.
9. Banda angosta, el cual es un amplificador diseñado para amplificar señales sobre un rango de frecuencias muy angostas.

10. Ultrasónico, el cual es un amplificador diseñado a trabajar en rangos de frecuencias ultrasónicas.

11. Video, el cual es un amplificador diseñado para trabajar en el rango de frecuencias para transmitir imágenes.

1.3. MODO DE OPERACION DE LOS AMPLIFICADORES

Todos los amplificadores tienen una especificación de trabajo que describe en detalles como ellos cumplen una función y las condiciones bajo las cuales trabajan.

Las especificaciones pueden ser divididas en dos categorías:

a. Categoría primaria.

b. Categoría secundaria.

Por ejemplo la ganancia es una especificación primaria puesto que es común para todos los amplificadores; sin embargo la inyección modo común para un amplificador diferencial, es una especificación secundaria, puesto que es importante

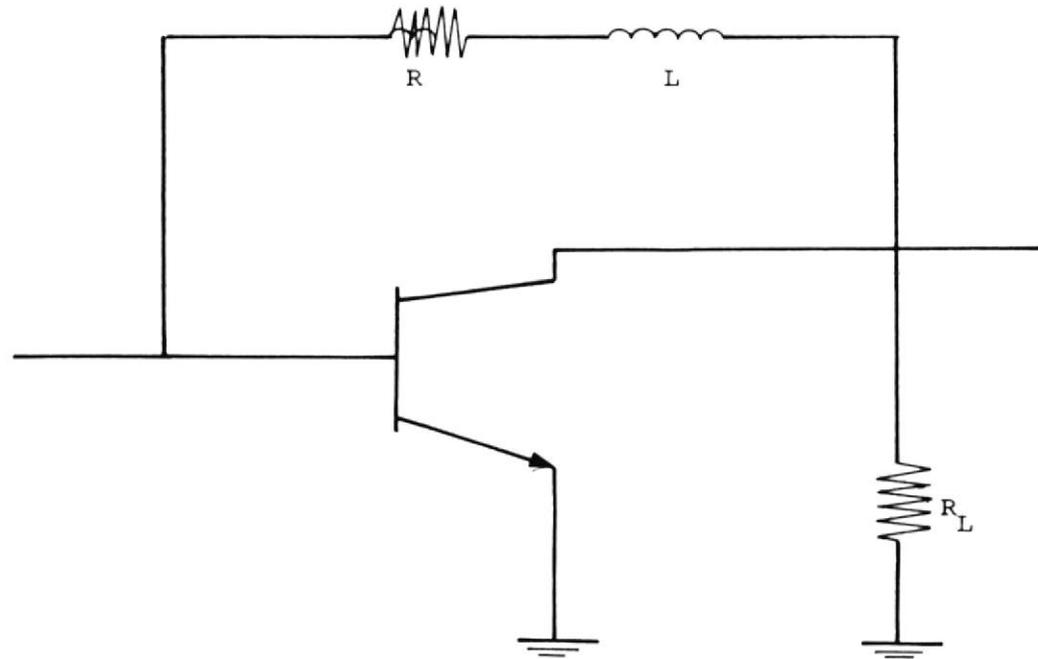


FIGURA 1.6.
AMPLIFICADOR DE EMISOR COMUN DE
BANDA ANCHA

solamente para este tipo de amplificadores.

El modo de operación de los amplificadores se lo puede observar en diferentes curvas como por ejemplo se puede ver la figura 1.7., cuyas coordenadas son ganancia - frecuencia y sus características pueden ser escritas así:

Ganancia = 20 db.

Ancho de banda = 100 Khz.

De esta forma se indica el nivel de ganancia dentro del ancho de banda indicado, pero no dice de la ganancia fuera de estas frecuencias.

La ganancia puede ser escritas en diferentes formas. La ganancia de potencia en decibeles A es igual a diez veces el común logarítmo de la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada. La ecuación número uno muestra esta relación:

$$A = 10 \log \frac{P_{\text{salid.}}}{P_{\text{ent.}}} \quad (1)$$

La ganancia de voltaje en decibeles A es veinte veces el logarítmo de la relación de voltaje de

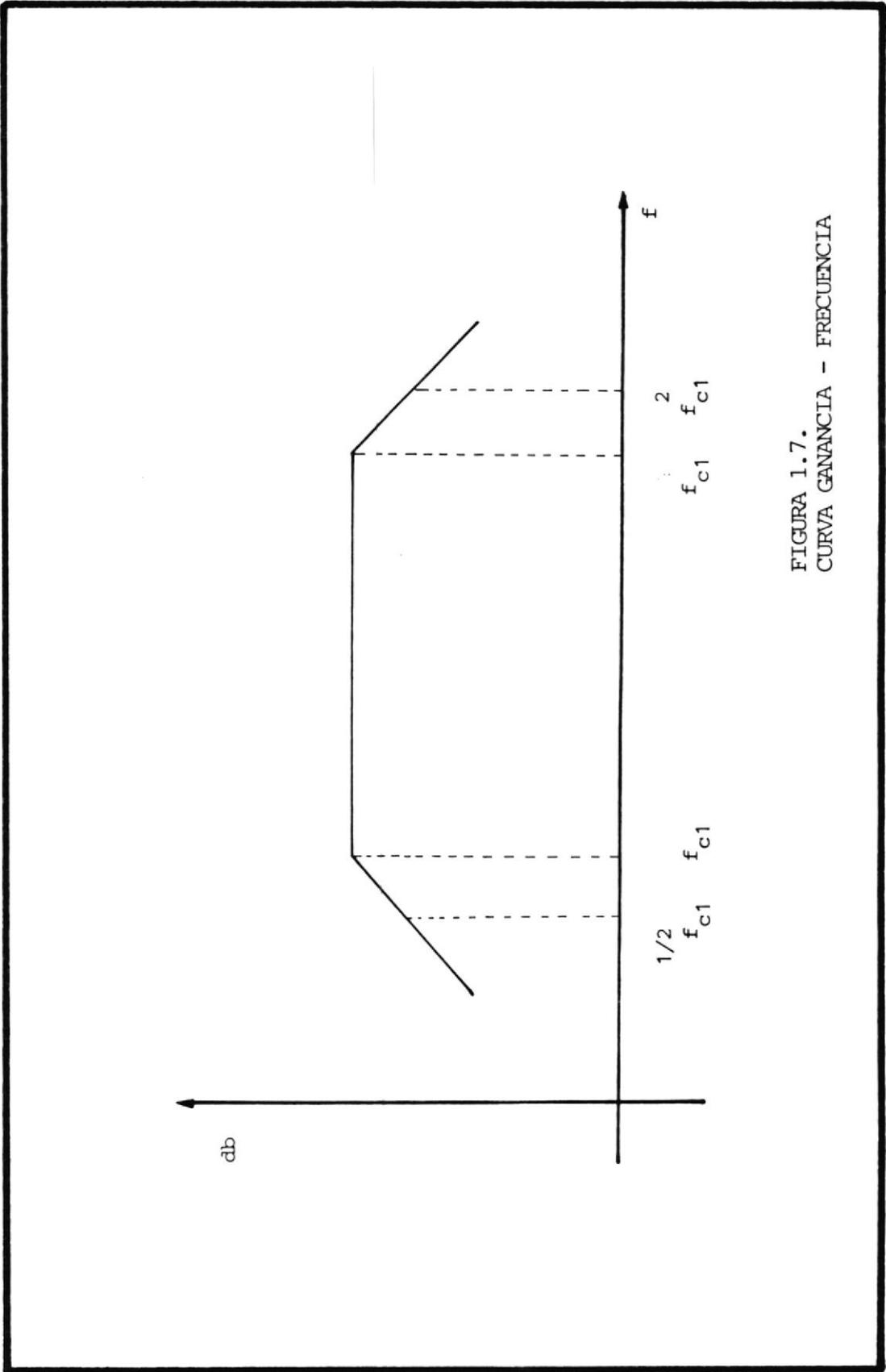


FIGURA 1.7.
CURVA GANANCIA - FRECUENCIA

salida y el voltaje de entrada número dos muestra esta relación:

$$A_v = 20 \log V_{\text{salid.}} / V_{\text{ent.}} \quad (2)$$

La tabla 1.1., muestra una conversión de decibeles a ganancia de potencia y voltaje.

La respuesta de frecuencia o ancho de banda en un amplificador es usualmente definido como la banda de frecuencia total donde la ganancia de potencia es igual o más grande que el cincuenta por ciento de su especificación de media banda. El punto cincuenta por ciento de la ganancia es llamado punto de corte de alta y baja frecuencia.

Las impedancias de entrada y salida son de importancia primaria en el uso de los amplificadores, porque ellas indican el efecto de carga sobre el amplificador.

Una parte importante en el modo de operación de los amplificadores es la parte del diseño mismo, para lo cual existe un requerimiento común que consiste en la aplicación de la teoría de circuito sobre lo que se está trabajando y los instrumentos necesarios para el análisis.

Generalmente la parte más importante en el diseño es la forma que tendrá el circuito, ya que estos pueden ser de dos terminales, tres terminales o cuatro terminales, con mallas acopladas entre la entrada y la salida.

Generalizando esta idea se puede decir que pueden existir exactamente $2 \times n$ terminales de un circuito amplificador acoplado a una o más mallas de entradas con una o más salidas.

Algunas veces estas mallas son partes inseparables de un amplificador que pertenece a un sistema total.

T A B L A 1.1.

CONVERSION DE DECIBELES A GANANCIA DE POTENCIA Y VOLTAJE

RELACION DE POTENCIA	RELACION DE VOLTAJE	DECIBELES
1.0233	1.0112	0.1
1.1220	1.0593	0.5
1.2589	1.1220	1.0
1.5849	1.2589	2.0
1.9953	1.4125	3.0
2.5219	1.5849	4.0
3.1623	1.7783	5.0
3.9811	1.9953	6.0
10.0000	3.1623	10.0
15.8490	3.9811	12.0
25.1190	5.0119	14.0

C A P I T U L O I I

DISEÑO DEL AMPLIFICADOR

2.1. DIAGRAMAS DE BLOQUES DEL AMPLIFICADOR

Antes de mostrar el diagrama de bloques del sistema, se explicará que es en sí lo que se trata de desarrollar, dando un enfoque general al mismo.

El proyecto, surge pensando en la gran utilidad que brindaría el diseñar y construir un equipo que no siendo de una gran complejidad, ofrezca facilidades dentro de un local cerrado, auditorios, centros de estudios, etc., en lo referente a transmisión de circuito de cerrado de señales de video.

Lo que se desea en forma específica es elevar la señal de potencia de salida de un reproductor de video y audio cuyas portadoras están a 61.25 Mhz. y

65.75 Mhz., respectivamente; luego de esto enviarla a una antena de salida de manera tal que no exista una conexión física, entre el reproductor de video y el o los receptores de la señal de video.

Todo este proceso se lo resume en el diagrama de bloques mostrado en la figura 2.1., el cual muestra todo el sistema dividido en varias partes amplificadoras.

El diagrama de bloques enseña claramente que existe un preamplificador y tres etapas de amplificación con filtros intercalados.

La razón del preamplificador y las tres etapas de amplificación, son debido al diseño, ya que cada etapa de amplificación necesita de la anterior para poder recibir la señal y poder elevarla ésta en potencia, a un nivel tal que a la siguiente etapa, esta señal sea lo suficiente grande que pueda ser capaz de ser amplificada nuevamente.

2.2. PREAMPLIFICADOR

En la figura 2.2., se muestra el circuito preamplificador con todos sus elementos.

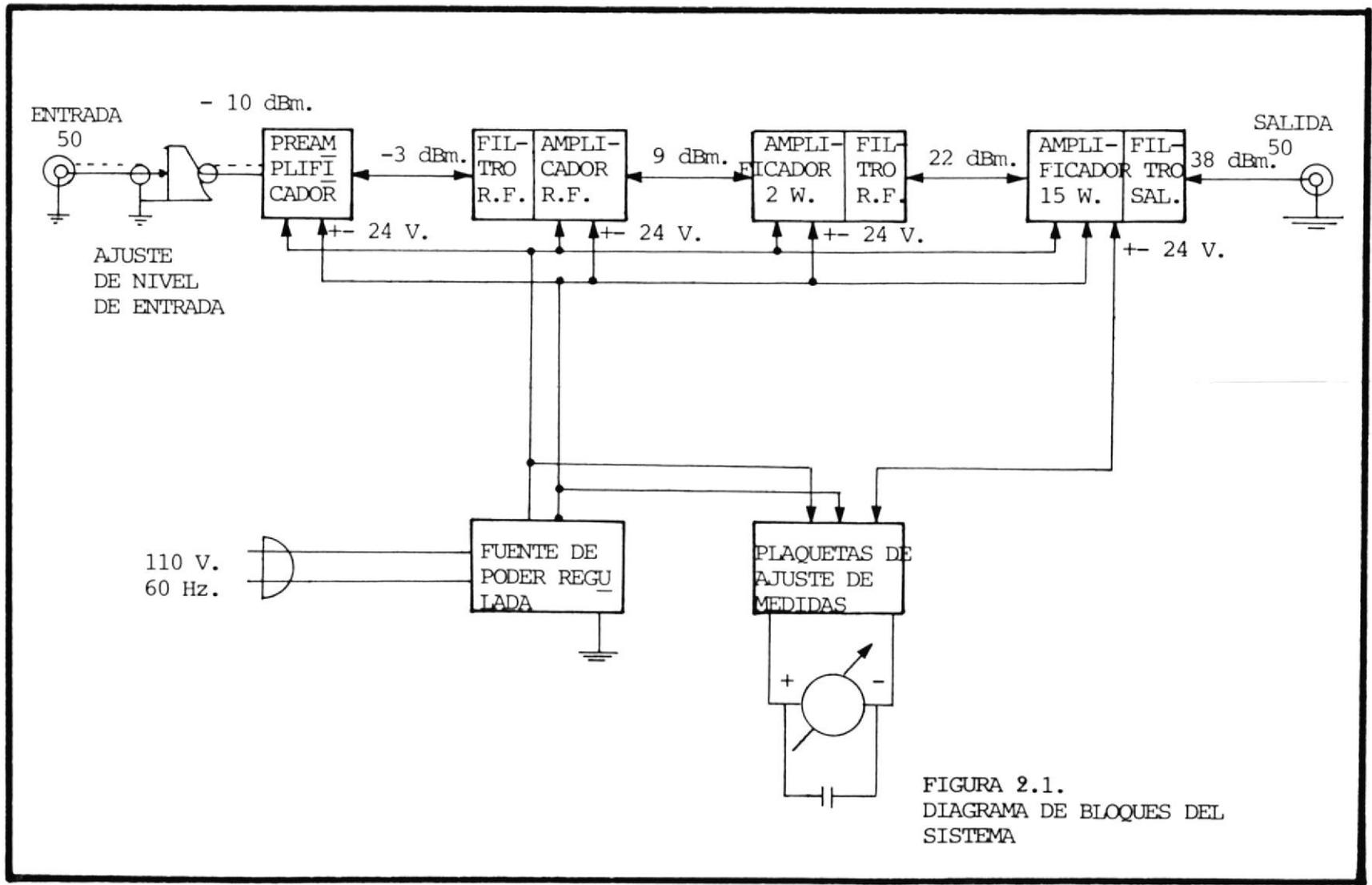


FIGURA 2.1.
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

Las figuras 2.3. y 2.4., muestran también el preamplificador en sus vistas superior e inferior.

La razón de diseñar y poner en el sistema un preamplificador es debido a que la señal que se recibe del aparato reproductor de video es una señal muy pequeña para ser enviada directamente a un amplificador.

Los elementos que forman el preamplificador se detallan a continuación:

- a. En el momento de diseñar el preamplificador lo primero que se trató, fue de tener una señal lo más pura posible antes de entrar al preamplificador propiamente dicho, por esta razón, se diseñó un filtro de radiofrecuencia selectivo y sintonizable. Este filtro es del tipo PI con entrada y salida en derivación. Esto último quiere decir que la bobina trabaja como dos bobinas y que el punto que se escoge en la bobina tanto para la entrada como para la salida es crítico y proporciona selectividad, es decir se puede escoger la frecuencia a la que se desea trabajar, así como el ancho de banda, esto último se realiza con los capacitores puestos en el circuito.

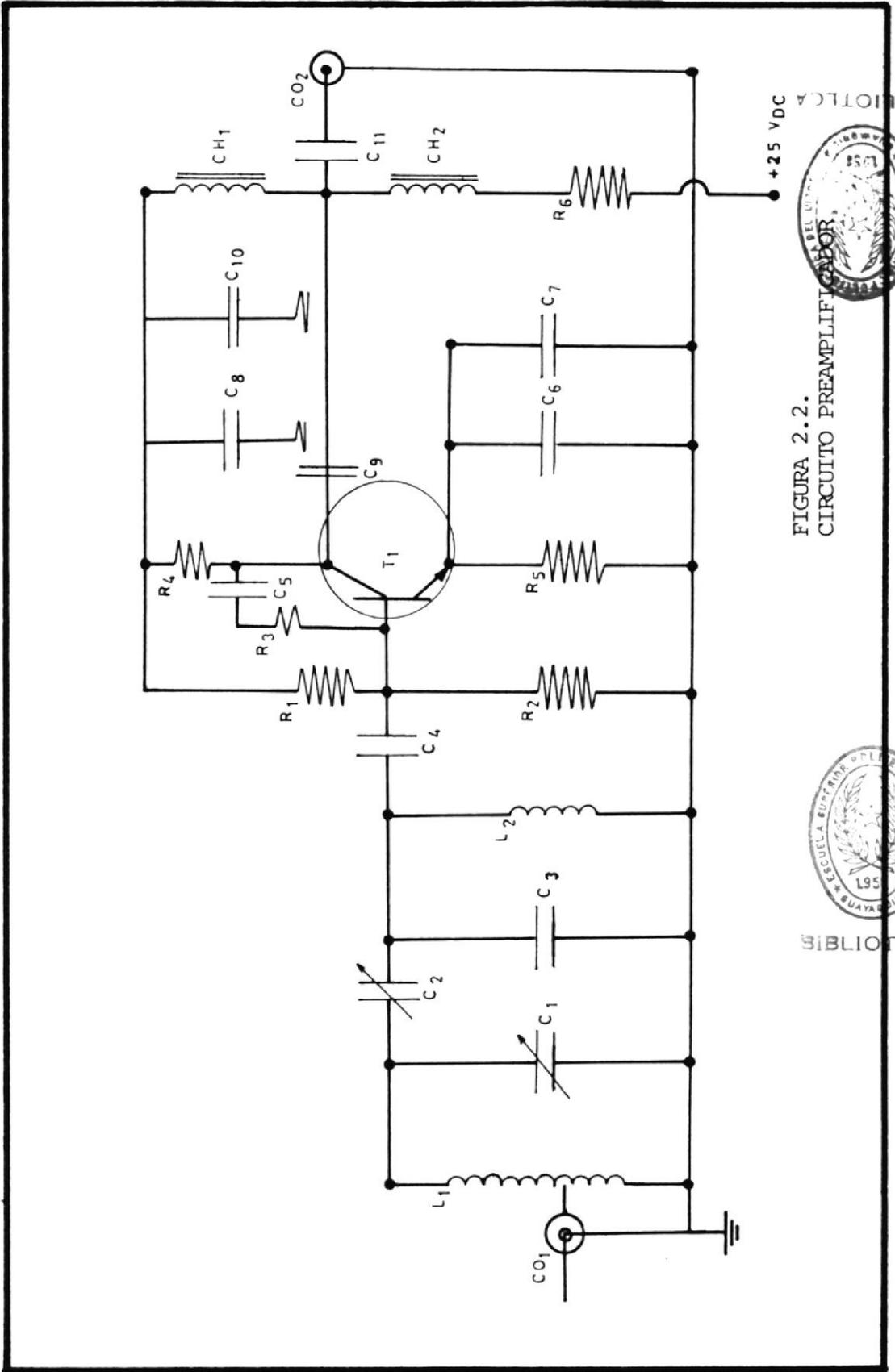


FIGURA 2.2.
CIRCUITO PREAMPLIFICADOR



BIBLIOTECA

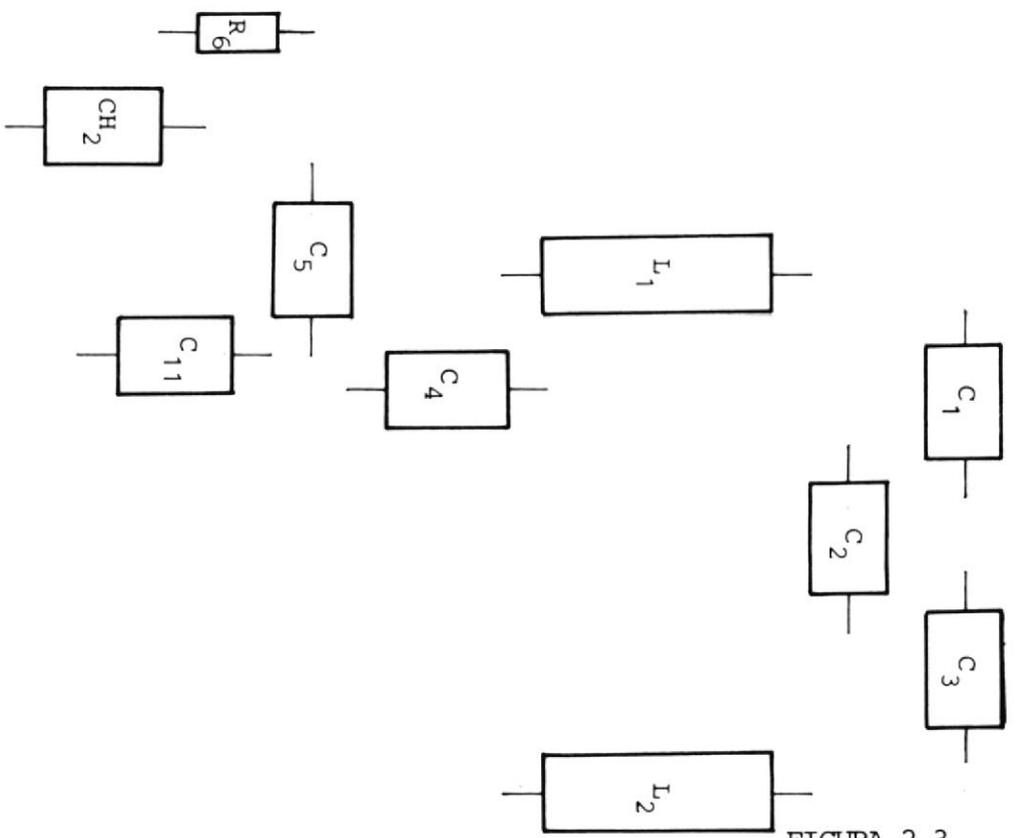


FIGURA 2.3.
CIRCUITO PREAMPLIFICADOR
VISTA SUPERIOR

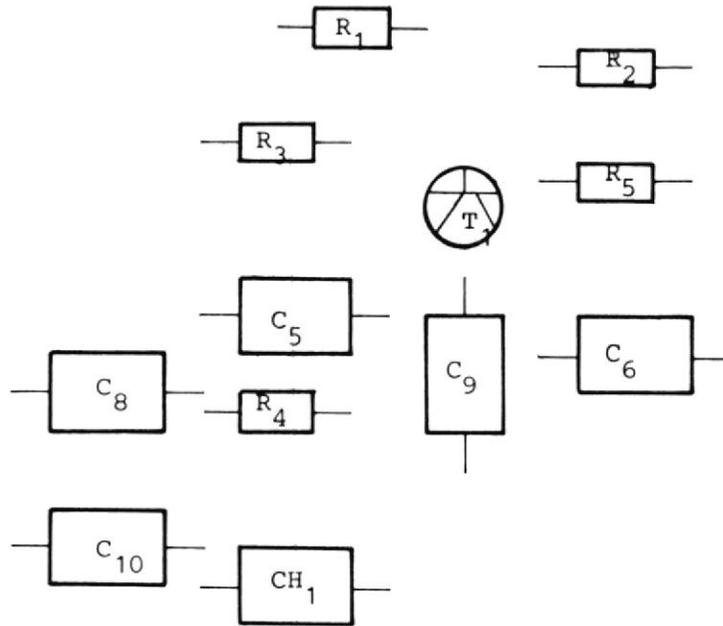


FIGURA 2.4.
CIRCUITO PREAMPLIFICADOR
VISTA INFERIOR

En la figura 2.2.a., se muestra, a manera de ilustración, lo que realiza el circuito PI.

Todos los elementos que se nombren a continuación pertenecen a la figura 2.2.

Como se dijo anteriormente se trata de obtener un filtro selectivo y sintonizable, entonces con la inductancia y el capacitor $L_1 C_1$ se obtendrá la curva número 1 y con el capacitor e inductancia $L_2 C_2$ produce la curva número 2.

Como las dos curvas antes mencionadas necesitan de un acoplamiento, el elemento encargado de realizar este acoplamiento es el capacitor C_2 , y al realizar este acoplamiento se está haciendo selectividad tanto en frecuencia como en ancho de banda. En la figura 2.3.b., se puede observar esta selectividad.

Este filtro por la manera en que está construido es de bajas pérdidas ya que sus bobinas están hechas en el mismo circuito y los capacitores son elementos discretos.

- b. Esta etapa en realidad es un preamplificador sencillo con un transistor de alta ganancia y

bajo ruido. El transistor debe tener estas características debido a que el preamplificador es el primer paso de amplificación y por lo tanto se trata de eliminar en estas primeras etapas todo lo que represente ruido.

El capacitor C que se encuentra entre el filtro PI y el preamplificador es un condensador de paso escogido justo para la frecuencia a que se está trabajando y forma parte del filtro. Sirve de acoplamiento en impedancia entre el filtro y la base del transistor del preamplificador, además este capacitor no permite el paso de corriente continua hacia el filtro.

De acuerdo a la figura 2.2., los elementos que se encuentran rodeando al transistor son elementos que sirven para polarización del mismo. Los elementos que no forman parte de esta polarización y que se encuentran en el mismo circuito sirven para evitar oscilaciones del sistema. Estas oscilaciones pueden ser generadas por la red, por el rizado de la misma fuente de voltaje, o por los componentes del circuito que la absorben del ambiente.

Los elementos que a continuación se detallan también se refieren a la figura 2.2.

C_8 y C_{10} son capacitores han sido diseñados para evitar oscilaciones.

Como también existen oscilaciones que produce la línea, esto es oscilaciones de 60 Hz., se incluyo un choque de radiofrecuencia CH_1 , el cual elimina este tipo de oscilaciones.

El capacitor C_5 y la resistencia R_3 son dos elementos que fueron incluidos en el diseño debido a que sirven para captar las señales indeseadas y hacerlas circular por ellas mismas en forma de realimentación, de tal manera que el transistor T_1 las amplifica y el capacitor C_5 las atenua.

- c. Esta etapa es la parte de alimentación en el cual CH_2 es un choque de radiofrecuencia que sirve para evitar pérdidas no dejando que la señal que está siendo amplificada se escape por la fuente de poder. Este tipo de choque es un tipo llamado de polarización de amplificación de radiofrecuencia.

La resistencia R en esta parte del circuito sirve para bajar la tensión de la fuente de voltaje.

2.3. FILTROS DE RADIOFRECUENCIA

En las figuras 2.5., 2.6. y 2.7, se muestra un filtro de radiofrecuencia, el cual por estar en las etapas iniciales se lo ha denominado filtro de entrada.

2.3.1. Filtro de R.F.

Es un filtro cuya principal particularidad es que sus capacitores son de mica, y la parte variable de estos condensadores siempre deben de ir en la dirección que lleva la señal que va a ser amplificada. La razón por la que se deben de conectar de esta manera es para evitar que el amplificador empiece a oscilar.

Las bobinas en este filtro sirven para dar mayor o menor Q al circuito y con ello poder sintonizar de una manera mejor la frecuencia deseada.

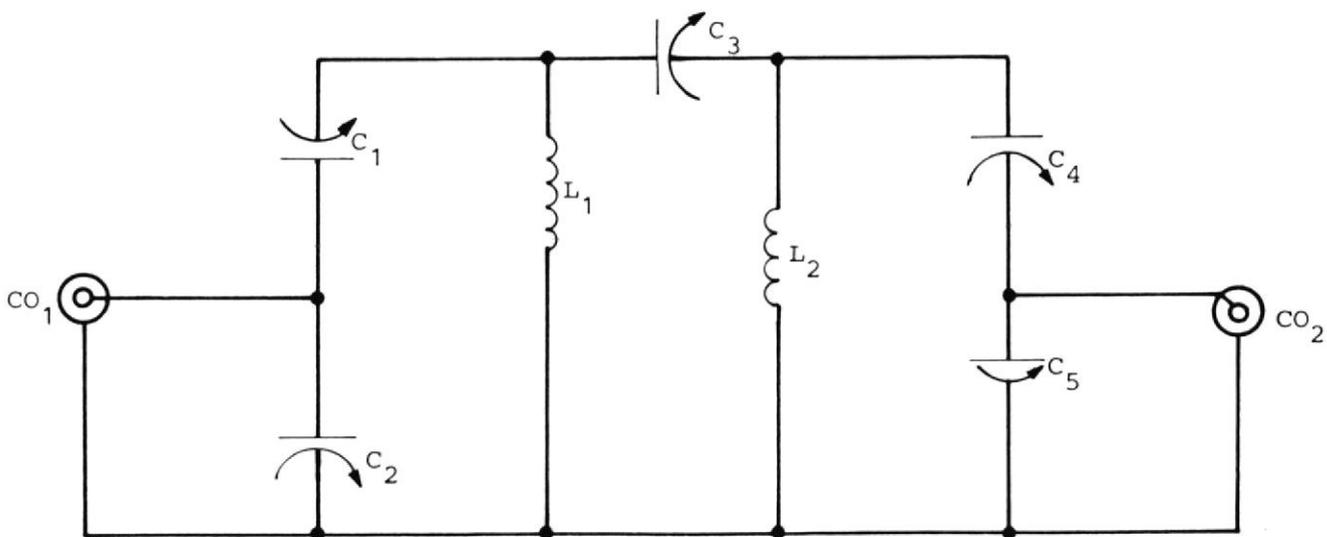


FIGURA 2.5.
FILTRO DE RADIO FRECUENCIA

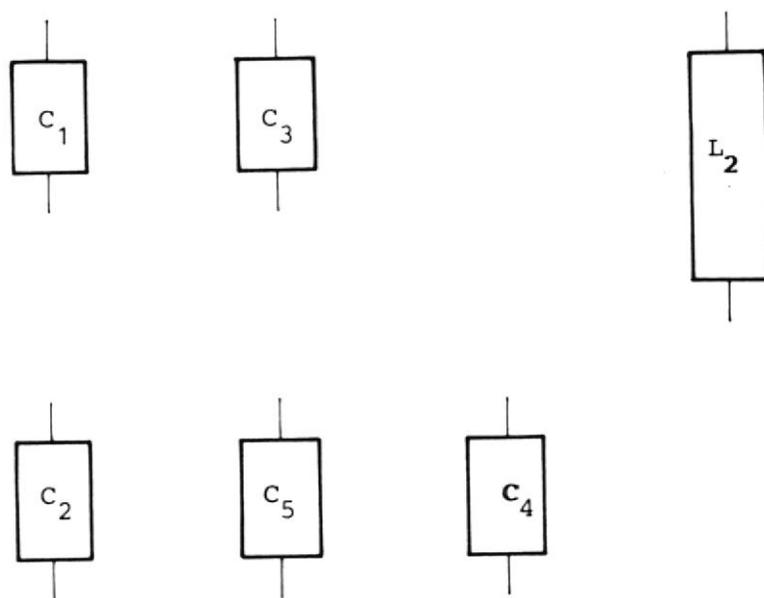


FIGURA 2.6.
FILTRO DE RADIOFRECUENCIA
VISTA SUPERIOR



FIGURA 2.7.
FILTRO DE RADIOFRECUENCIA
VISTA INFERIOR

2.4. ETAPAS AMPLIFICADORAS

Las etapas amplificadoras son tres y las razones por las que se diseño de esta manera son las siguientes:

- a. A la salida del sistema total de acuerdo a datos de diseño se desea tener un valor teórico de 15 vatios por lo que el vatiaje en la entrada de la ultima etapa amplificación debe tener un valor mínimo tal que pueda excitar a esta etapa, lo mismo se tiene con las otras etapas de amplificación y conociendo el valor en vatios a la entrada del sistema, que es el valor que entrega el reproductor de video, entonces se tendrá tres etapas de amplificación a más del preamplificador.

- b. Otra razón para tener solamente tres etapas de amplificación es económica, ya que dependiendo del número de elementos en un diseño este costará más o menos.

2.4.1. Primera Etapa Amplificadora

La primera etapa amplificadora se muestra en la figura 2.8. Las figuras 2.9. y 2.10.,

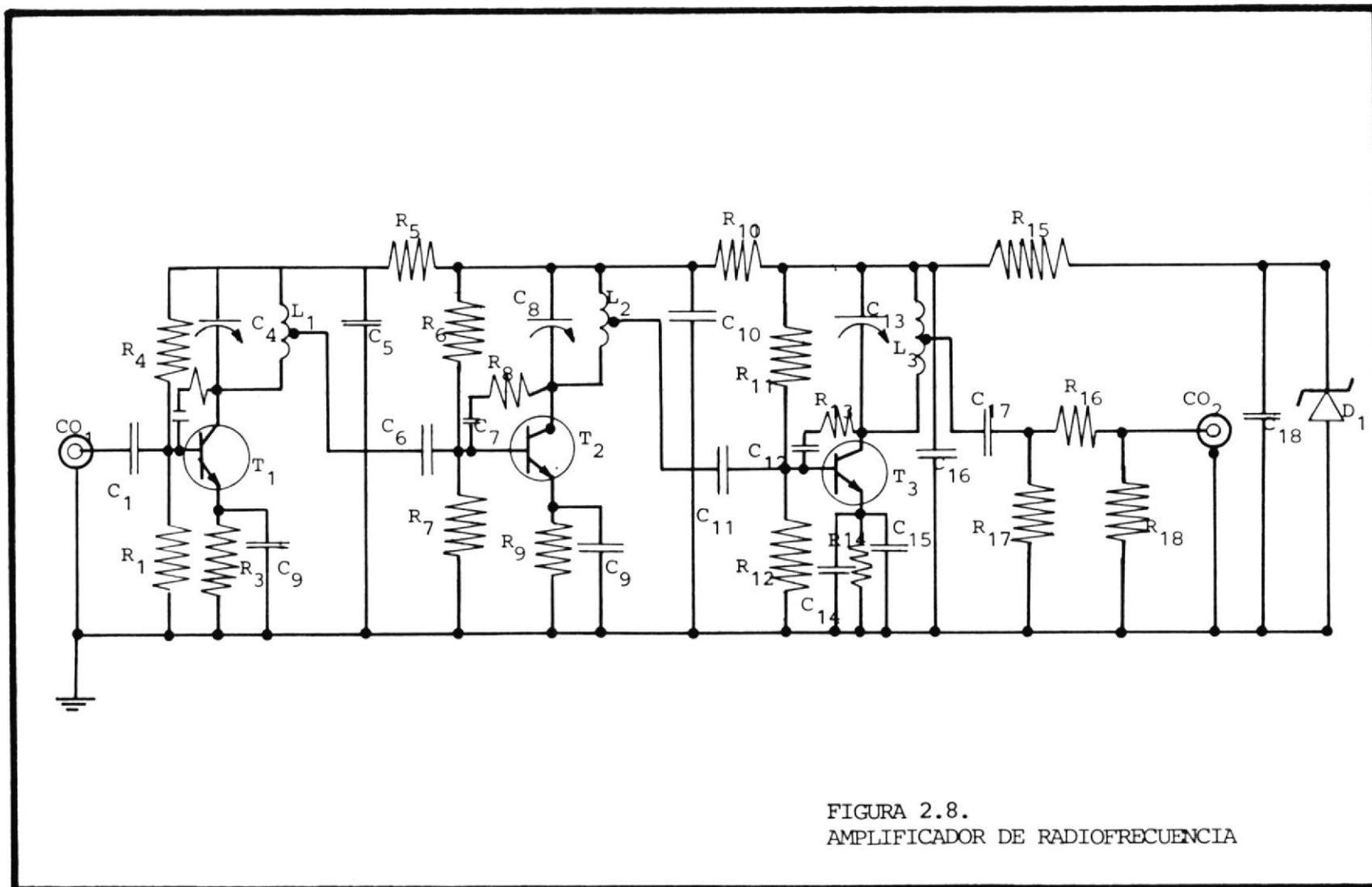


FIGURA 2.8.
AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA

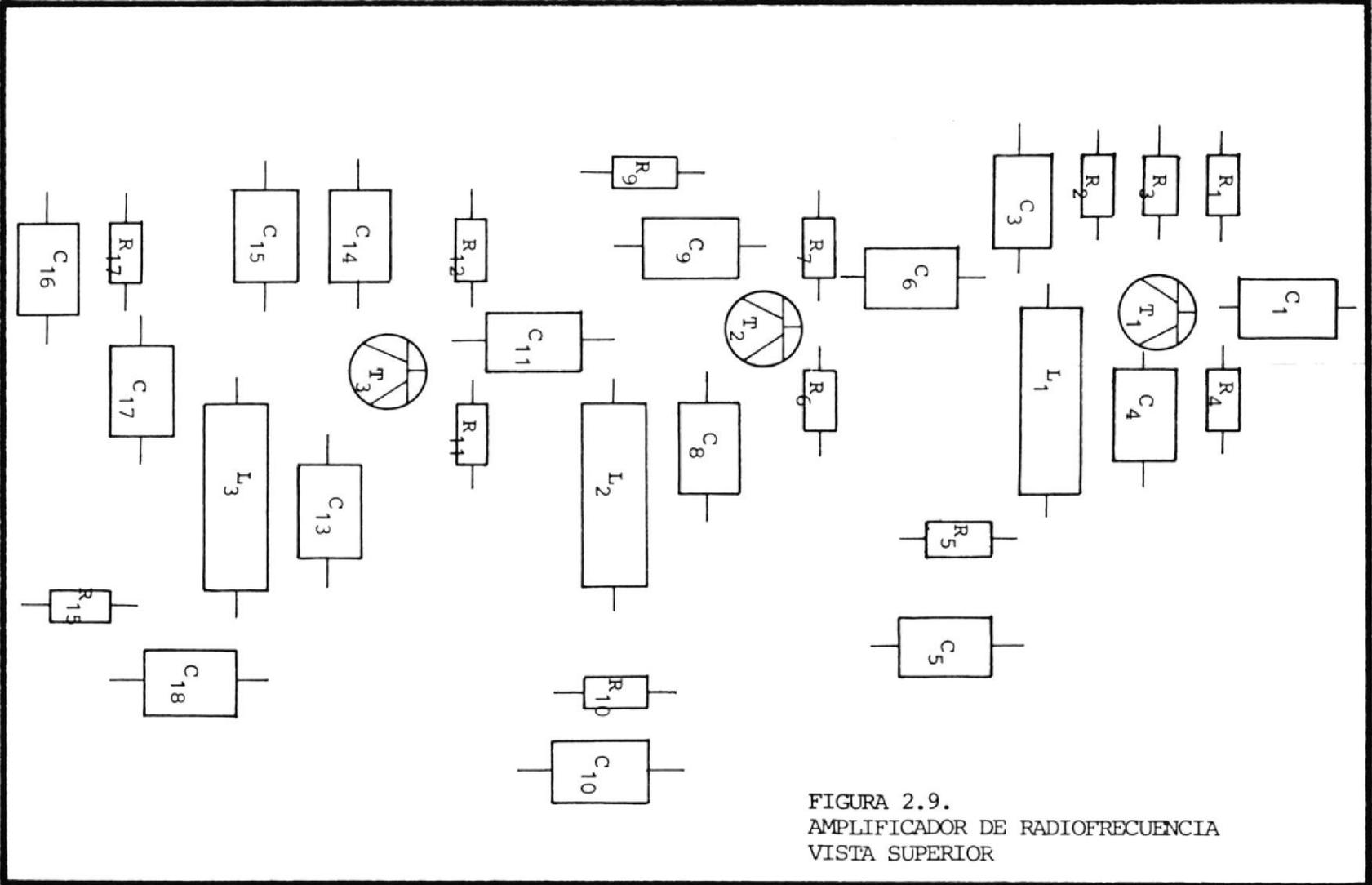
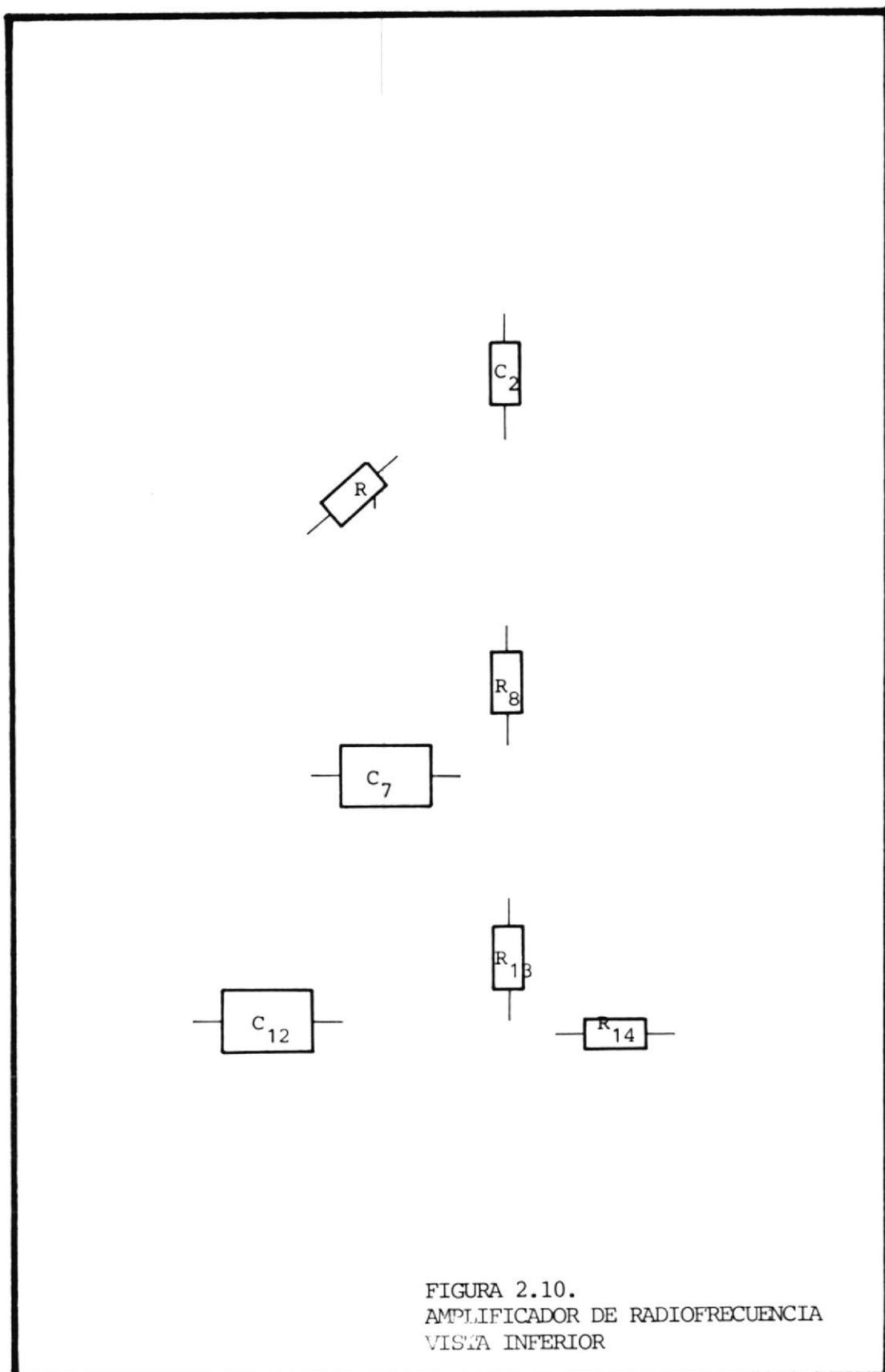


FIGURA 2.9.
 AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA
 VISTA SUPERIOR



muestran esta primera etapa amplificadora en sus vistas superior e inferior.

Estos gráficos se refieren a un amplificador de radiofrecuencia, el mismo que esta compuesto por tres amplificadores comunmente acoplados, pero diseñados para que sean sintonizados en el colector ya que de esa manera ellos pueden escoger la señal que deben amplificar.

La razón por la que este circuito posee tres partes es debido a que debe amplificar aproximadamente 24 decibeles.

Todos los elementos que se nombren a continuación se pertenecen a la figura 2.8.

De acuerdo a la manera en que fue concebido este circuito las resistencias R_5 , R_{10} y R_{15} sirven de protección del circuito que pertenece a la fuente de poder, ya que si se quemarían los transistores T_1 , T_2 o T_3 , estos se pondrían en corto-circuito y originarían que la fuente de poder se quemara también.

C_1 es un capacitor de acoplamiento para 50

ohmios, que se encuentra ubicado a la entrada del amplificador, el cual como su nombre lo indica acopla la entrada del amplificador con el circuito del preamplificador.

Si C_1 no trabajara como un acoplador de impedancias en forma eficiente se perdería ganancia.

C_6 y C_{11} son dos capacitores de acoplamiento que eliminan oscilaciones que podrían ocurrir y que además no afectan a la ganancia.

El capacitor C_{17} y las resistencias R_{16} , R_{17} y R_{18} son elementos que trabajan como atenuadores, por la razón que en ciertos momentos puede llegar a amplificar demasiado el circuito y se produciría la saturación en la etapa siguiente. Este atenuador debe trabajar en forma eficiente ya que si baja la potencia de la señal en un rango inferior al mínimo, entonces el circuito va a amplificar ruido. El atenuador anteriormente analizado se lo puede introducir o eliminar del sistema total en forma optativa de

acuerdo a la ganancia que se tenga.

C_{18} es un capacitor que sirve para eliminar oscilaciones.

La inductancia L_1 es una bobina sintonizadora de circuito tanque en derivación con acoplamiento de capacitor.

Las espiras se varían para optimizar el circuito dándole la amplificación correcta.

T_1 es un transistor de gran ancho de banda, bajo ruido y alta ganancia.

T_2 y T_3 son transistores de radiofrecuencia, bajo ruido y de potencia.

2.4.2. Segunda Etapa Amplificadora

En las figuras 2.11. y 2.12., se muestra la segunda etapa amplificadora la cual está formada por un circuito amplificador de 2 vatios, acompañado de un filtro de radiofrecuencia a la salida.

Todos los elementos que se nombren a

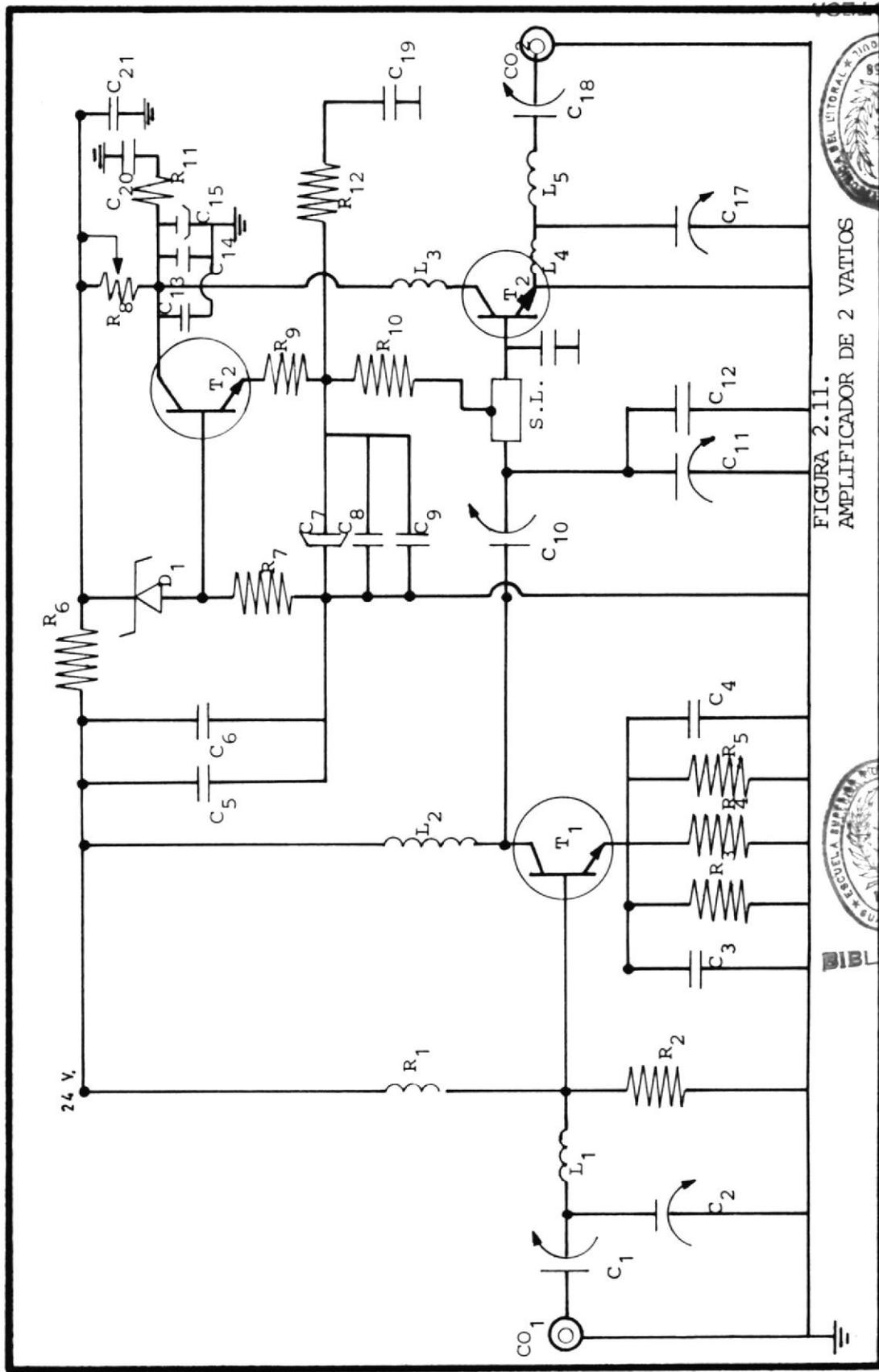
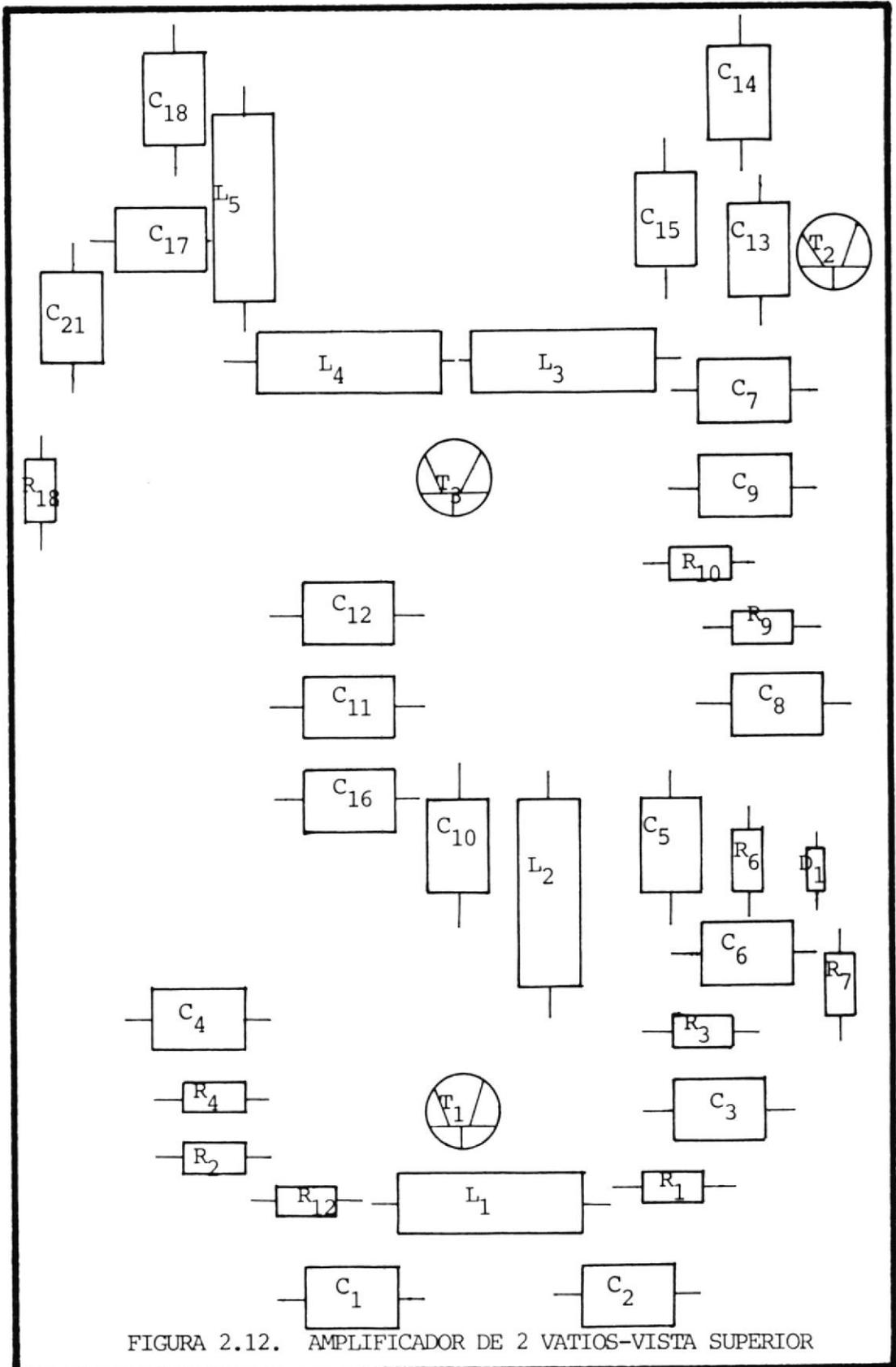


FIGURA 2.11.
AMPLIFICADOR DE 2 VATIOS



BIBLIOTECA



continuación pertenecen a la figura número 2.11.

La segunda etapa amplificadora posee los siguientes pasos:

Primero se tiene un manejador el cual esta formado por un capacitor C_1 de acoplamiento a 50 ohmios y que sirve en la frecuencia en la que se trabaja a la base del transistor T_1 .

R_3 , R_4 y R_5 son resistencias de potencias que sirven para polarizar el transistor antes mencionado.

C_3 y C_4 son capacitores que estan colocados a ambos lados de las resistencias y sus funciones son las de evitar oscilaciones y al mismo tiempo dar ganancia al sistema.

Como segundo paso se tiene la parte de la amplificación propiamente dicha, la cual esta formada por el transistor T_3 , cuya polarización se realiza con el transistor T_2 . Esta polarización se la realiza con un transistor, debido a que en esta etapa de

amplificación la señal a ser amplificada ya posee un cierto nivel de potencia y en el caso de no existir una polarización correcta para el transistor T_3 , este puede quemarse.

El trabajo que realiza el transistor T_2 es el de controlar la corriente de base del transistor T_3 .

Las inductancias L_2 y L_3 sirven como choques de radiofrecuencias para evitar oscilaciones de la línea, como también para darle mayor ganancia a los transistores.

2.4.3. Tercera Etapa Amplificadora

En las figuras 2.13. y 2.14., se muestra la tercera etapa amplificadora la cual esta formada por el amplificador de 15 vatios.

Todos los elementos que se nombren a continuación pertenecen a la figura número 2.13.

Esta etapa fue diseñada en dos partes:

a. Circuito de amplificación.

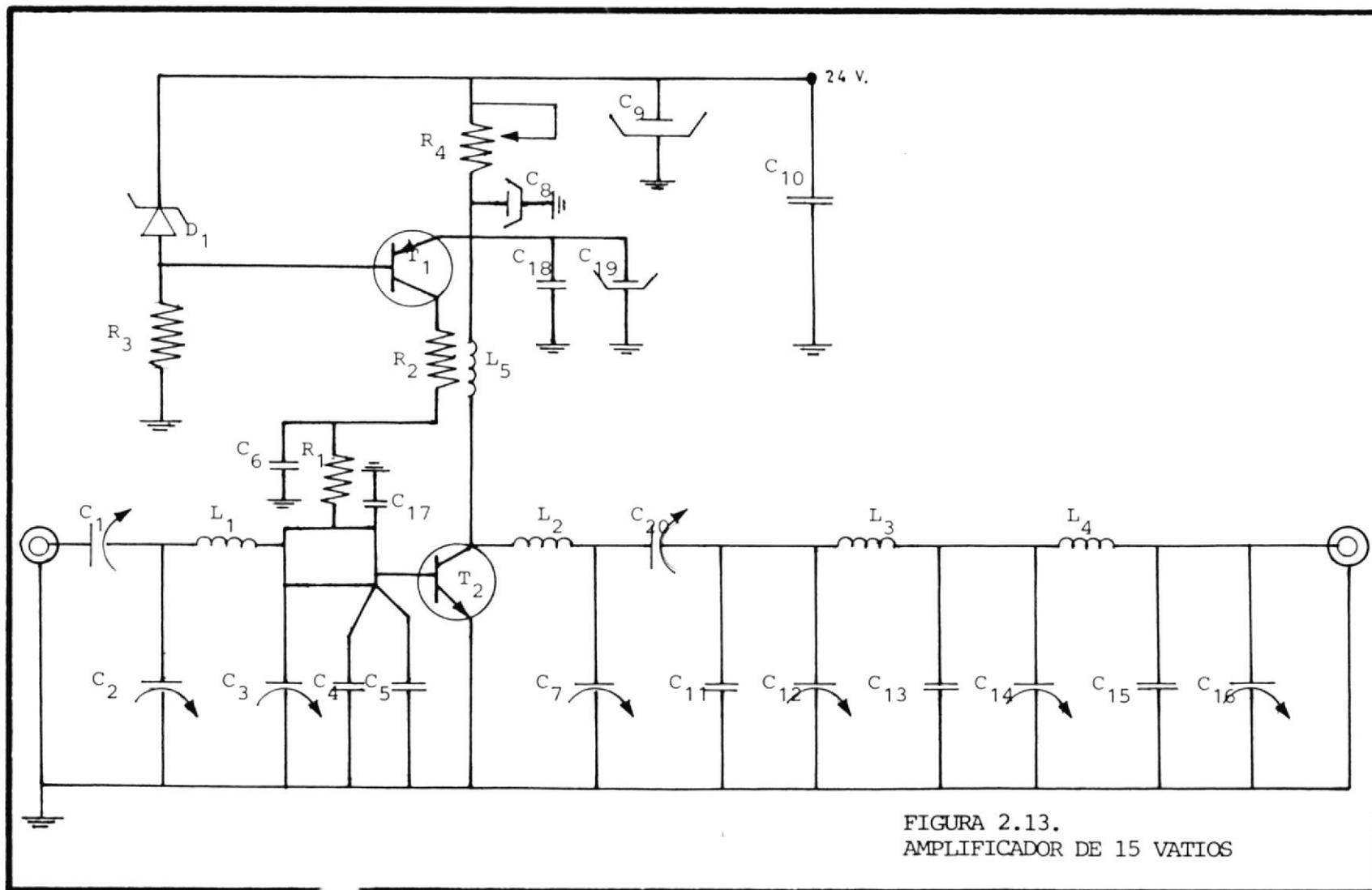
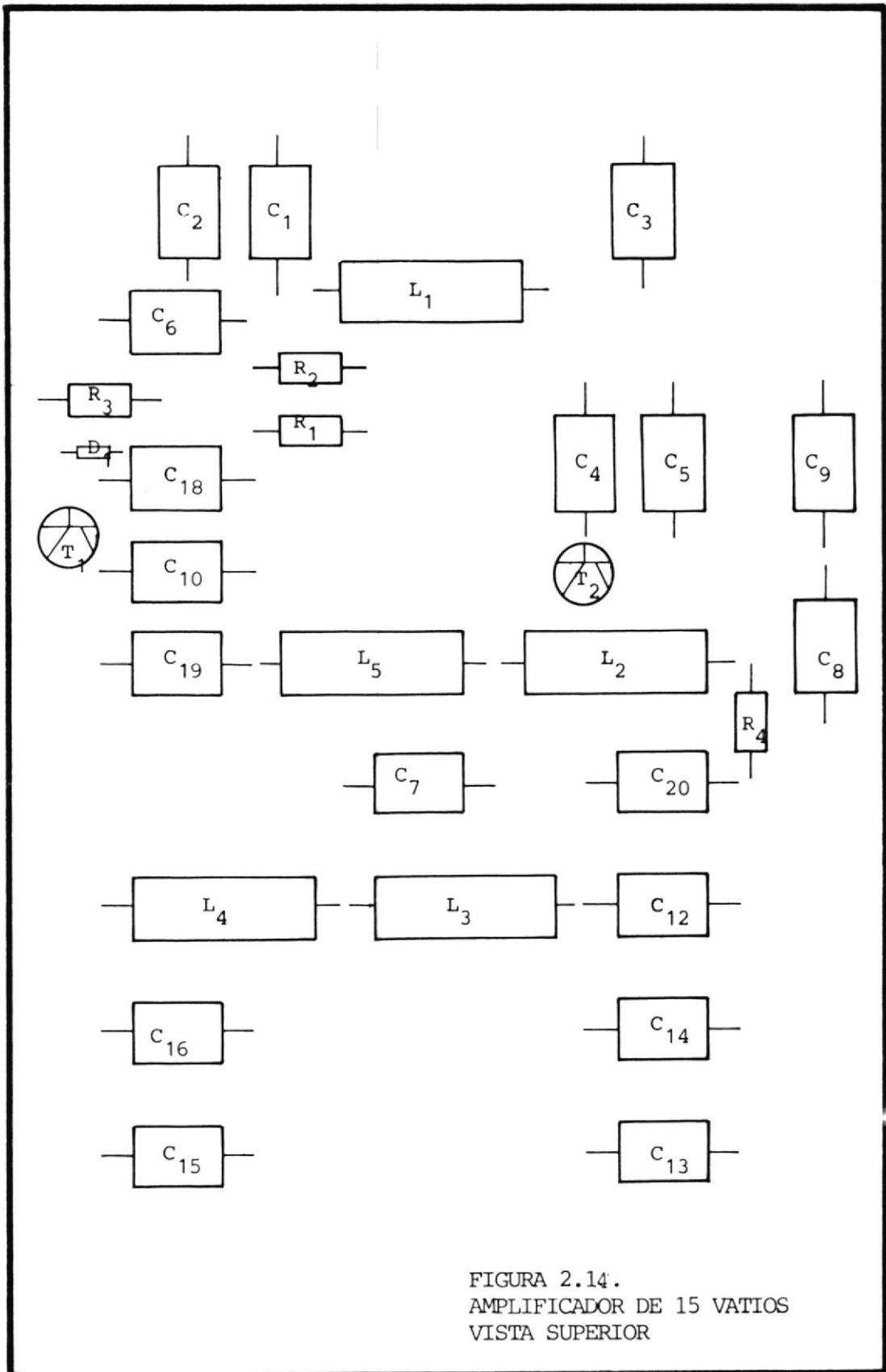


FIGURA 2.13.
AMPLIFICADOR DE 15 VATIOS



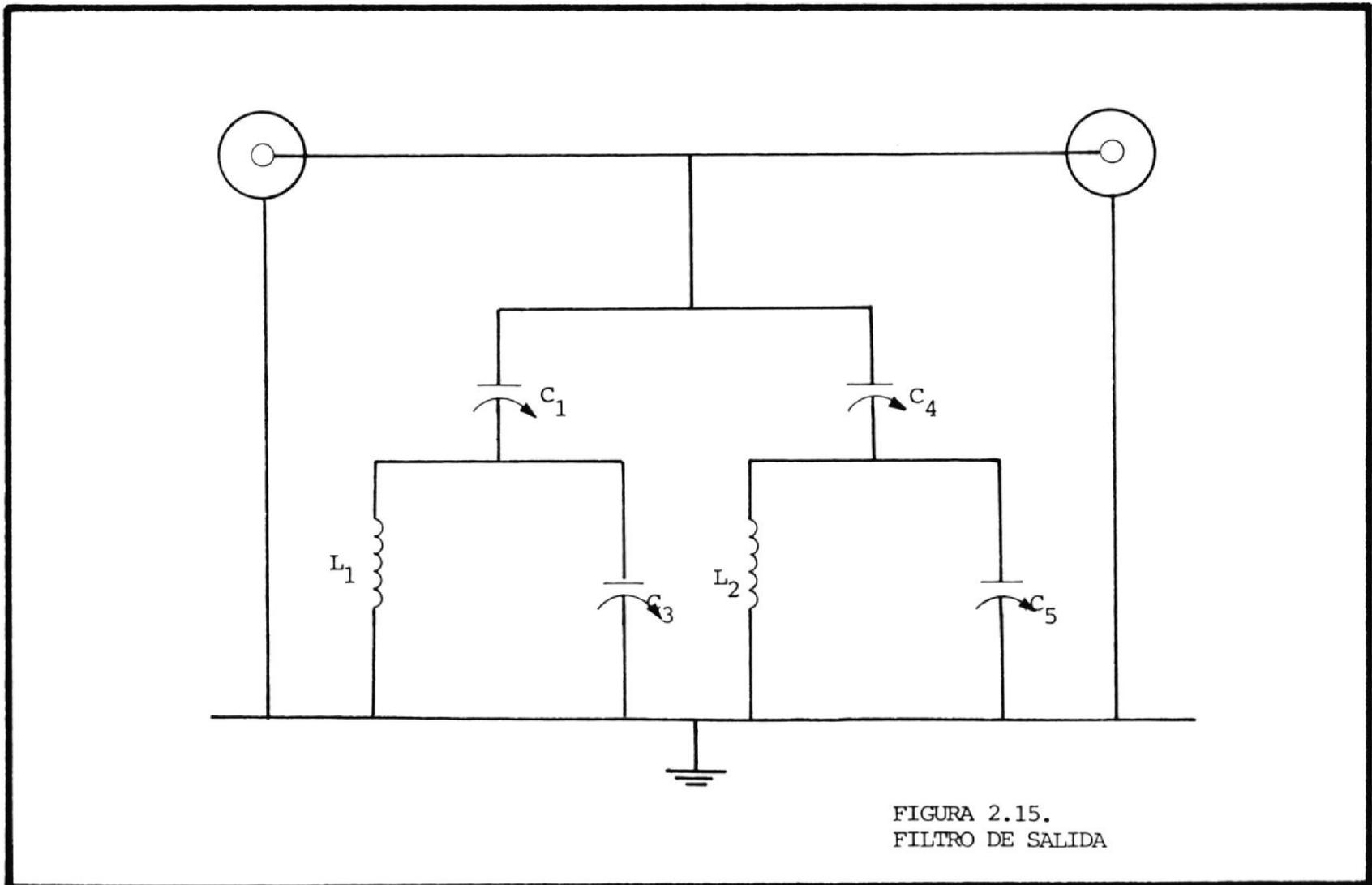


FIGURA 2.15.
FILTRO DE SALIDA

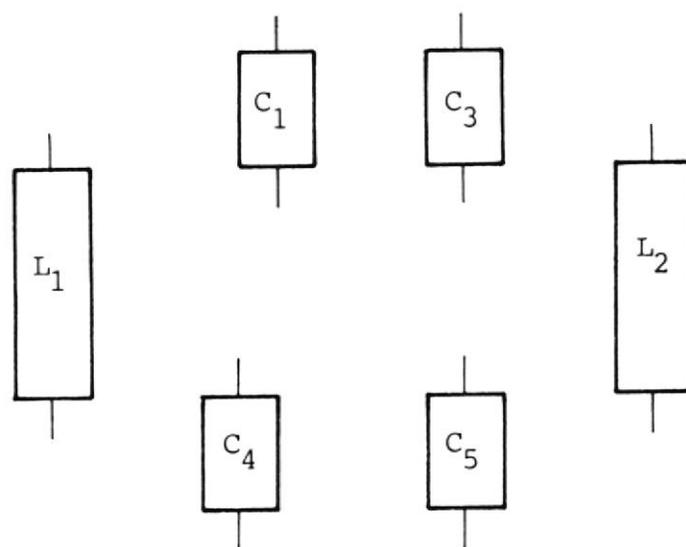


FIGURA 2.16.
FILTRO DE SALIDA
VISTA SUPERIOR

b. Circuito de polarización.

En esta etapa de amplificación al momento de construirse se lo hizo en una sola tarjeta y sus elementos trabajan de la siguiente manera:

Los capacitores C_1 y C_2 conjuntamente con el inductor L_1 forman un filtro T el cual a su vez esta junto a un filtro PI formado por los capacitores C_3 , C_4 y C_5 además de la bobina de choque. Estos filtros sirven para acoplar la base del transistor a 50 ohmios.

Los capacitores C_5 y C_6 estan colocados arriba y abajo del transistor T y además estan dispuestos de esta manera para dar simetría a la señal de entrada ya que al no existir esta simetría, el circuito podría oscilar.

2.5. FILTROS DE SALIDA

En las figuras 2.15. y 2.16., se muestra el filtro de salida, el cual esta formado por capacitores e inductancias.

Este filtro fue diseñado y construido al final de todo el sistema, para que actúe como el filtro al cual entra la señal ya amplificada, y al pasar por este ultimo circuito, este la purifique de todo lo que sea ruido o señal impura.

Este filtro por estar situado al final del sistema también es un filtro de potencia, es decir que sus elementos deben ser de un material que resiste altas potencias y sepan disipar calor.

C A P I T U L O III

CONSTRUCCION

3.1. LISTA DE MATERIALES

En la figura 2.2. se muestra el preamplificador en unión con el filtro de paso, cuyos componentes son:

- L₁ Inductancia de 2.7 uH., tres espiras hechas en la propia tarjeta impresa.
- L₂ Inductancia de 2.7 uH., tres espiras hechas en la propia tarjeta impresa.
- C₁ Condensador variable de 5 a 10 pf., 25 voltios.
- C₂ Condensador variable de 2 a 8 pf., 25 voltios.
- C₃ Condensador de 0.001 uf., 25 voltios.
- C₄ Condensador de 0.01 uf., 25 voltios.
- C₅ Condensador de 0.01 uf., 25 voltios.
- C₆ Condensador de 0.01 uf., 25 voltios.
- C₇ Condensador de 0.01 uf., 25 voltios.

C₈ Condensador de 0.01 uf., 25 voltios.
 C₉ Condensador de 0.01 uf., 25 voltios.
 C₁₀ Condensador de 0.1 uf., 25 voltios.

R₁ Resistencia de 3.9 K Ω 1/4 vatios.
 R₂ Resistencia de 4.2 K Ω 1/4 vatios.
 R₃ Resistencia de 1.5 K Ω 1/4 vatios.
 R₄ Resistencia de 100 Ω 1/4 vatios.
 R₅ Resistencia de 1.2 K Ω 1/4 vatios.
 R₆ Resistencia de 680 Ω 1/4 vatios.

CH₁ Choque de radiofrecuencia compuesto de una bobina de 2.7 uH., envuelto en una resistencia de carbón de 10 K Ω 1/4 vatios.

CH₂ Choque de radiofrecuencia compuesto de una bobina de 2.7 uH., envuelto en una resistencia de carbón de 10 K Ω 1/4 vatios.

T₁ Transistor ECG - 161, alta ganancia y bajo ruido.

CO₁ Conector de entrada.

CO₂ Conector de salida.

P.L Placa para circuito impreso.

La figura 2.5., muestra el filtro de

radiofrecuencia, en la que los componentes son los siguientes:

L₁ Inductancia de 0.06 uH., construída con tres espiras de alambre 18, 9 mm. de diámetro y 6 mm. de largo.

L₂ Inductancia de 0.06 uH., construída con tres espiras de alambre 18, 9 mm. de diámetro y 6 mm. de largo.

C₁ Condensador variable de 90 a 400 pf., 50 voltios.

C₂ Condensador variable de 16 a 50 pf., 50 voltios.

C₃ Condensador variable de 8 a 60 pf., 50 voltios.

C₄ Condensador variable de 16 a 50 pf., 50 voltios.

C₅ Condensador variable de 16 a 50 pf., 50 voltios.

CO₁ Conector de entrada.

CO₂ Conector de salida.

P.L Placa de circuito impreso.

La figura 2.8., muestra el amplificador de radiofrecuencia, que es la primera etapa amplificadora en sí y cuyos componentes son:

- | | |
|----|---|
| C | Condensador de 1000 pf., 50 voltios. |
| 1 | |
| C | Condensador de 0.01 pf., 50 voltios. |
| 2 | |
| C | Condensador de 0.01 pf., 50 voltios. |
| 3 | |
| C | Condensador variable de 8 a 60 pf., 50 voltios. |
| 4 | |
| C | Condensador de 0.01 pf. |
| 5 | |
| C | Condensador de 1000 pf. |
| 6 | |
| C | Condensador de 0.01 uf. |
| 7 | |
| C | Condensador variable de 8 a 60 pf., 50 voltios. |
| 8 | |
| C | Condensador de 0.01 uf. |
| 9 | |
| C | Condensador de 0.01 uf. |
| 10 | |
| C | Condensador de 1000 pf. |
| 11 | |
| C | Condensador de 0.01 pf. |
| 12 | |
| C | Condensador variable de 8 a 60 pf., 50 voltios. |
| 13 | |
| C | Condensador de 0.01 uf. |
| 14 | |
| C | Condensador de 0.01 uf. |
| 15 | |
| C | Condensador de 0.01 uf. |
| 16 | |
| C | Condensador de 1000 pf. |
| 17 | |
| C | Condensador de 0.01 pf. |
| 18 | |
| R | Resistencia de 2.7 K Ω 1/2 vatios. |
| 1 | |
| R | Resistencia de 33 K Ω 1/2 vatios. |
| 2 | |
| R | Resistencia de 680 Ω 1/2 vatios. |
| 3 | |
| R | Resistencia de 6.8 K Ω 1/2 vatios. |
| 4 | |

R	Resistencia de	68 Ω	1/2 vatios.
5			
R	Resistencia de	1.2 K	1/2 vatios.
6			
R	Resistencia de	560 Ω	1/2 vatios.
7			
R	Resistencia de	33 Ω	1/4 vatios.
8			
R	Resistencia de	120 Ω	1/2 vatios.
9			
R	Resistencia de	10 Ω	1/2 vatios.
10			
R	Resistencia de	560 Ω	1/2 vatios.
11			
R	Resistencia de	270 Ω	1/2 vatios.
12			
R	Resistencia de	33 Ω	1/4 vatios.
13			
R	Resistencia de	56 Ω	1 vatio.
14			
R	Resistencia de	3.3 Ω	1/2 vatios.
15			
R	Resistencia de	10 Ω	1 vatio.
16			
R	Resistencia de	100 Ω	1 vatio.
17			
R	Resistencia de	100 Ω	1/2 vatios.
18			

T	Transistor ECG -	161
1		
T	Transistor ECG -	278
2		
T	Transistor ECG -	278
3		

D	Diodo zenner de	17 voltios,	1 vatio.
1			

CO	Conector de	entrada.
1		
CO	Conector de	salida.
2		

P.L Placa para circuito impreso.

La figura 2.11., muestra la segunda etapa

- C Condensador de 0.1 uf.
10
- C Condensador de 18 pf.
11
- C Condensador variable de 2 a 20 pf.
12
- C Condensador de 18 pf.
13
- C Condensador variable de 8 a 60 pf.
14
- C Condensador de 18 pf.
15
- C Condensador variable de 2 a 20 pf.
16
- C Condensador de 1000 pf.
17
- C Condensador de 0.1 uf.
18
- C Condensador de 0.1 uf.
19
- C Condensador variable de 14 a 150 pf.
20
-
- R Resistencia de 27Ω 1 vatio
1
- R Resistencia de 150Ω 1 vatio
2
- R Resistencia de $1.2 K\Omega$ 2 vatios.
3
- R Resistencia variable de 0 a 5Ω 12 vatios.
4
- R Resistencia de 680Ω 2 vatios.
5
- R Resistencia de 330Ω 2 vatios.
6
-
- D Diodo zenner de 3.3 voltios, ECG - 5066
1
-
- T Transistor ECG - 180
1
- T Transistor CTC - B50 - 28
2
-
- P.L Placa de vidrio.
-
- OC Conector de entrada.
1

CO Conector de salida.
2

La figura 2.15 muestra el filtro de salida en la que los componentes son:

L Inductancia de 0.3 uH., 9 espiras, alambre 18.
1
L Inductancia de 0.3 uH., 9 espiras, alambre 18.
2

C Condensador de 5 pf.
1
C Condensador de 5 pf.
2
C Condensador variable de 1 a 20 pf.
3
C Condensador variable de 1 a 20 pf.
4

CO Conector de entrada.
1
CO Conector de salida.
2

P.L Placa de vidrio.

3.2. DISTRIBUCION Y UBICACION DE COMPONENTES EN TARJETAS

Los circuitos construídos en esta tesis, fueron realizados sobre tarjetas de circuito impreso del tipo " vidrio - epoxi ", cuyo espesor en pulgadas es de 0.62 y con metalización a ambos lados de la tarjeta.

Se construyo sobre este tipo de tarjeta por las

siguientes ventajas:

- 1.- Permite trabajar a altas frecuencias, con mínimas interferencias.
- 2.- En este tipo de construcción se necesita tener una "tierra" bien marcada, y con esta clase de tarjetas se tiene la ventaja de lo que podría llamarse una buena "tierra".

Entre las desventajas que se podrían tener al trabajar con estas tarjetas, se enumeran las siguientes:

- 1.- La metalización a ambos lados de la tarjeta, puede producir en el momento de la construcción, el nacimiento de capacitancias parásitas, las cuales se eliminan haciendo puentes que unan ambas caras de la tarjeta.
- 2.- Cuando el número de componentes con que se esta construyendo el circuito es muy grande, estas tarjetas no presentan facilidad de construcción, debido a que en el momento de diseñar las pistas, se tendra que hacer puentes entre las mismas, lo que produce introducción de ruido en el circuito.

3.3. SECCIONAMIENTO DE LOS CIRCUITOS

Revisando el diagrama de bloques del sistema se puede observar que el mismo fue construido en varias tarjetas las mismas que se observan en las siguientes fotos:

- 1.- Las fotos 3.1. y 3.2 muestran el circuito preamplificador en sus vistas superior e inferior respectivamente.
- 2.- Las fotos 3.3. y 3.4 muestran el amplificador de radiofrecuencia en sus vistas superior e inferior respectivamente.
- 3.- La foto 3.5., muestra el amplificador de 2 vatios.
- 4.- La foto 3.6., muestra el amplificador de 15 vatios.
- 5.- La foto 3.7., muestra el filtro de salida.

3.4. DISPOSICION FINAL

La foto 3.8., muestra el trabajo objeto de esta tesis en su disposición final.



FOTO 3.1.
CIRCUITO PREAMPLIFICADOR
VISTA SUPERIOR

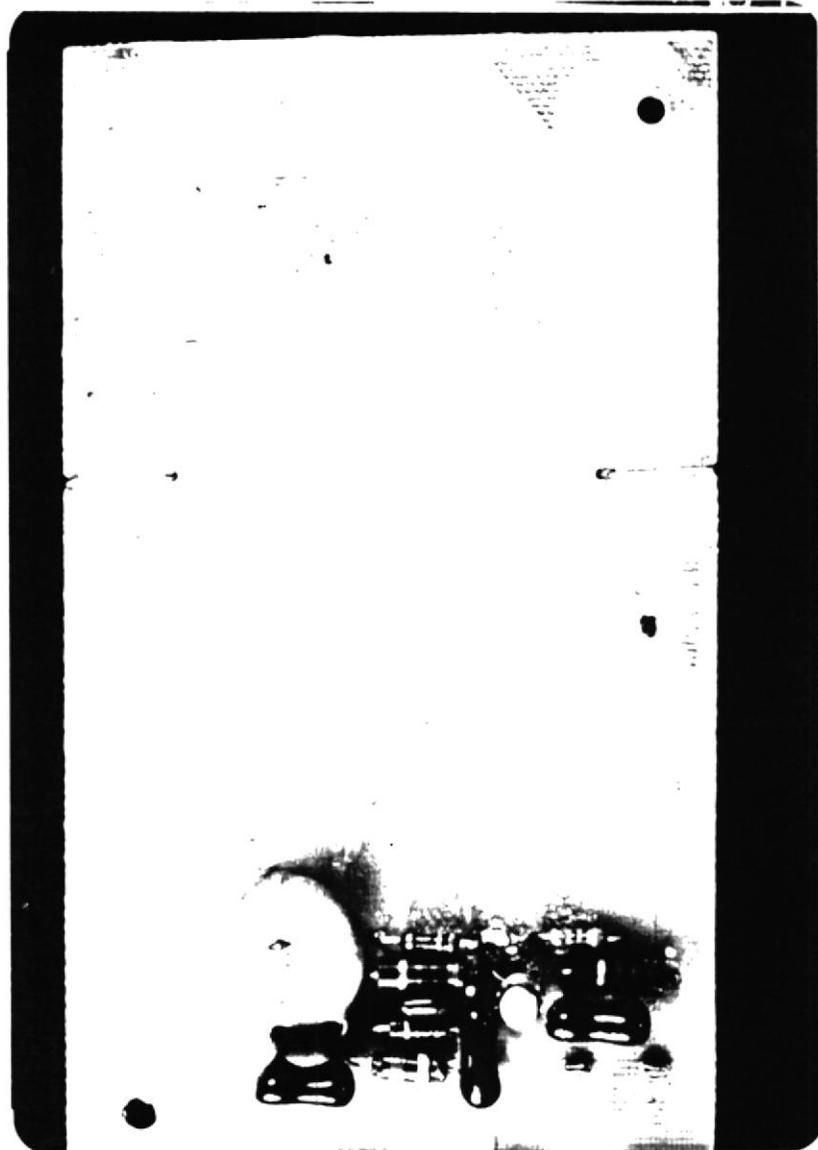


FOTO 3.2.
CIRCUITO PREAMPLIFICADOR
VISTA INFERIOR

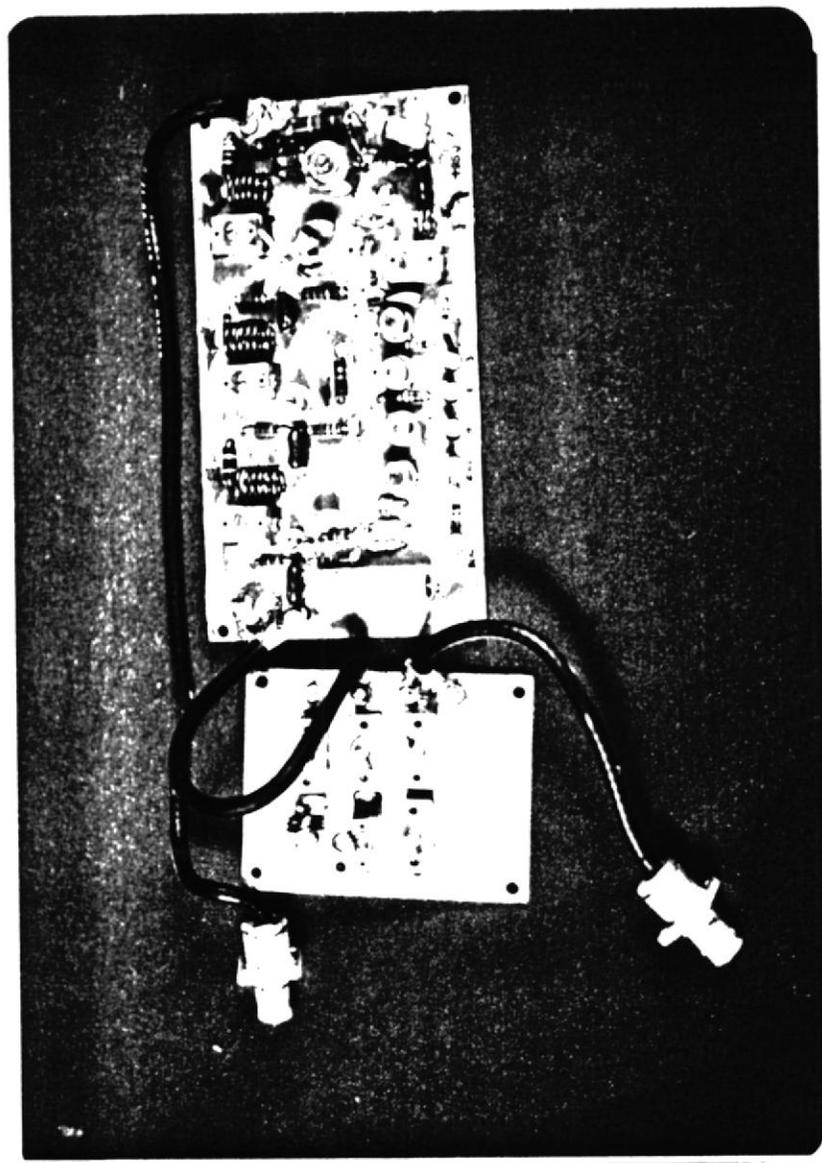


FOTO 3.3.
FILTRO Y AMPLIFICADOR DE R.F
VISTA SUPERIOR

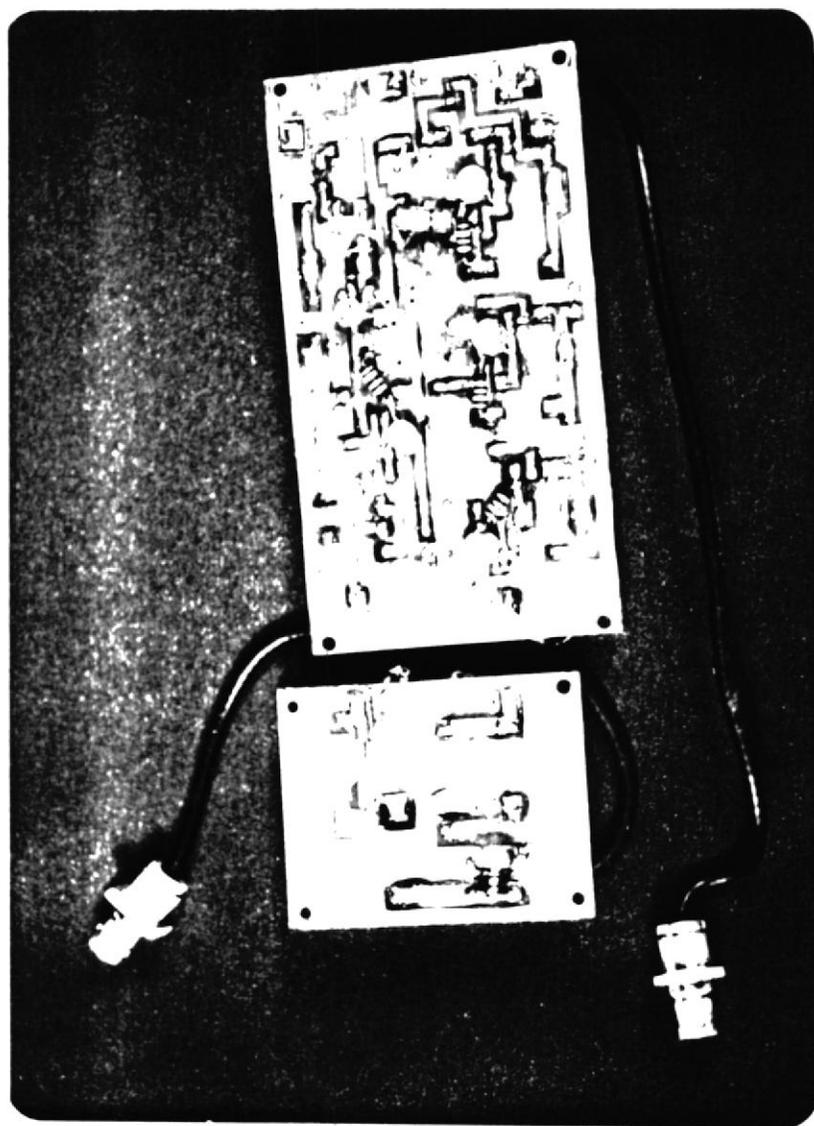


FOTO 3.4.
FILTRO Y AMPLIFICADOR DE R.F.
VISTA INFERIOR

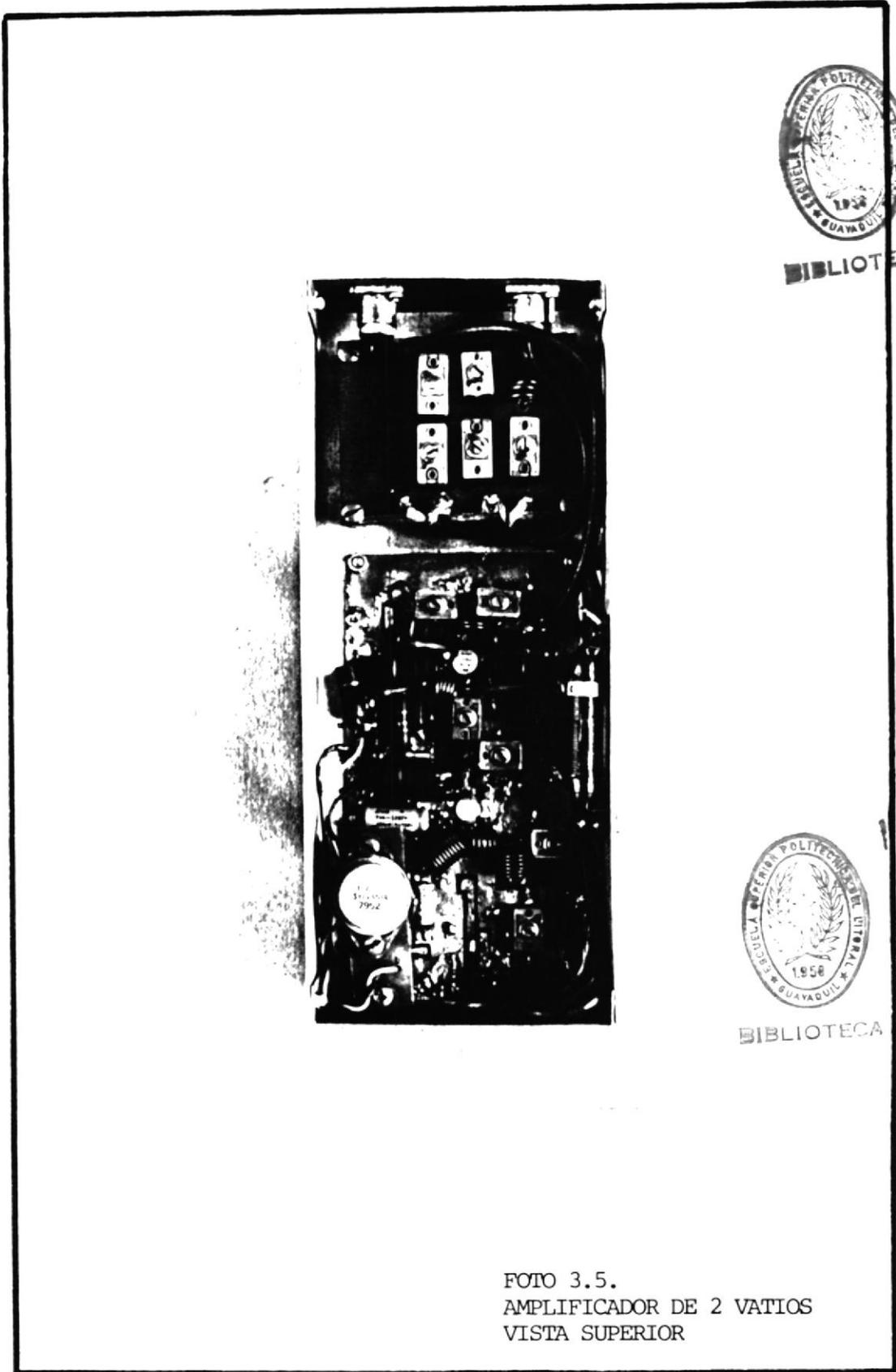


FOTO 3.5.
AMPLIFICADOR DE 2 VATIOS
VISTA SUPERIOR

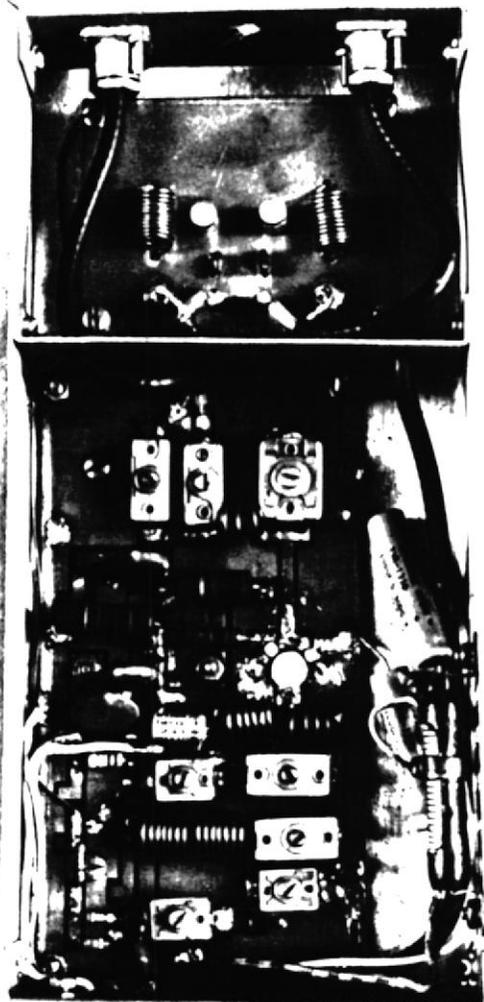


FOTO 3.6.
AMPLIFICADOR DE 15 VATIOS
VISTA SUPERIOR

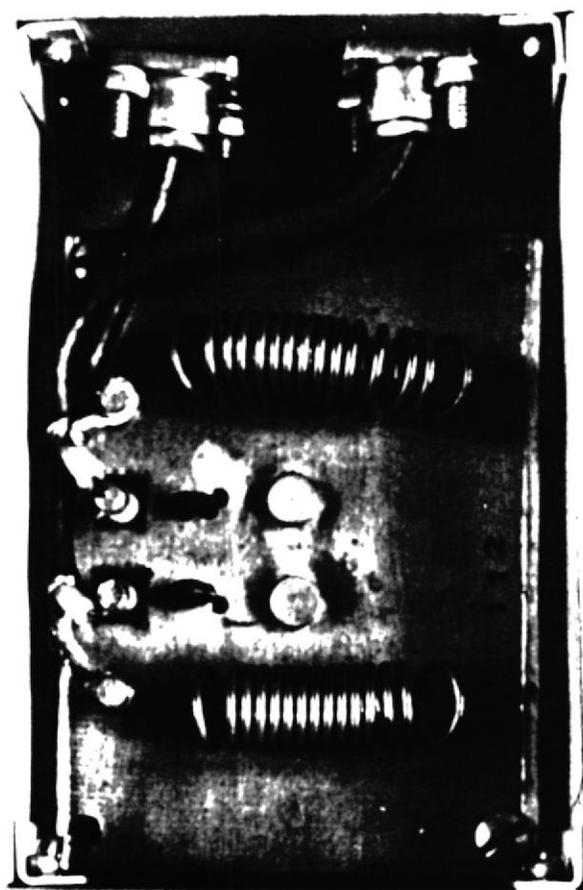


FOTO 3.7.
FILTRO DE SALIDA
VISTA SUPERIOR

C A P I T U L O I V

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1. SEÑALES DEL FILTRO DE ENTRADA

En la figura 4.1., se muestra una señal de televisión.

La figura 4.2., muestra un diagrama esquemático de como se conectó el sistema para poder realizar las pruebas y medir los resultados. Este sistema de medición usa los siguientes elementos:

- a. Osciloscopio de cuatro canales.
- b. Generador de radiofrecuencias.
- c. Punta detectora.
- d. Medidor de potencia.
- e. Cables y conectores.

En la figura 4.3., se muestra la punta detectora y

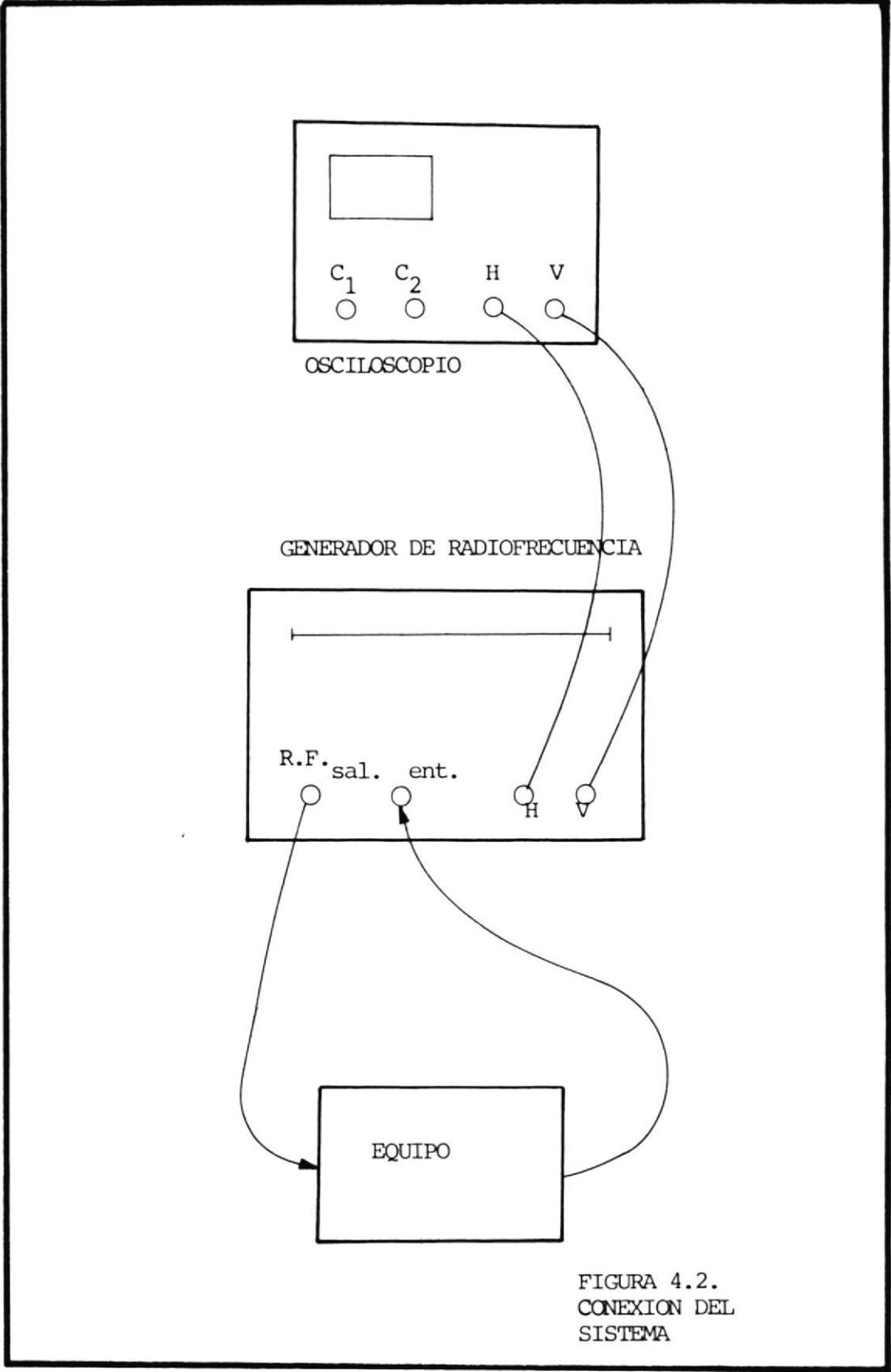


FIGURA 4.2.
CONEXION DEL
SISTEMA

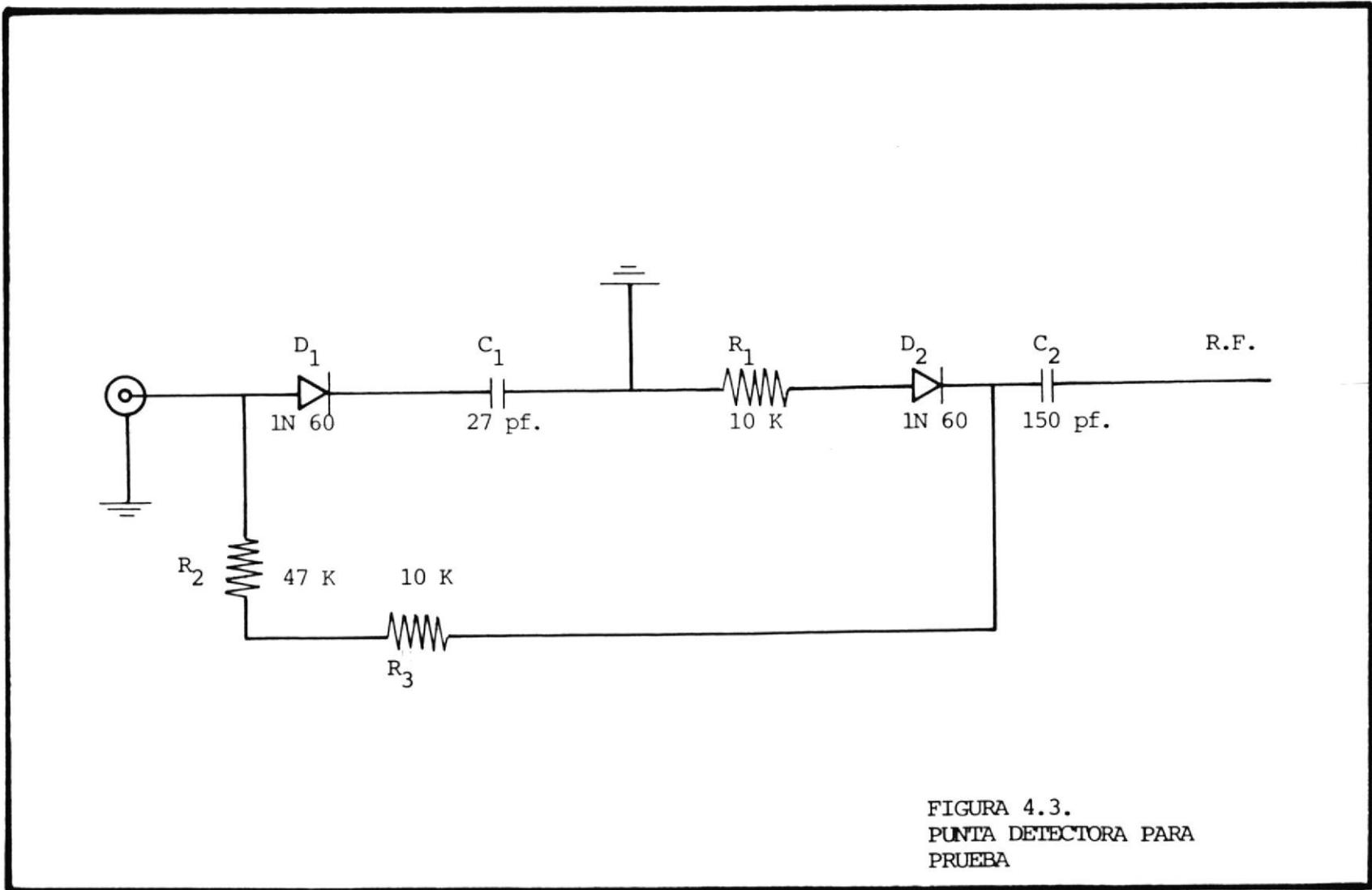


FIGURA 4.3.
PUNTA DETECTORA PARA
PRUEBA

los elementos que forman la misma.

Es muy importante resaltar el hecho que para poder realizar las pruebas y medir los resultados, se introdujo una señal con las siguientes características:

Ancho de banda = 6 Mhz.

Amplitud = 63 uW.

Se escogieron estos valores por las siguientes razones:

- a. El ancho de banda de una señal de televisión es de 6 Mhz. y para los efectos de esta tesis, el reproductor de video, es un aparato cuya señal se encuentra entre 60 Mhz. y 66 Mhz., es decir en el canal comercial número tres.
- b. La amplitud medida con un medidor de campo a la salida del reproductor de video, dió un valor de 63 uW., por lo tanto se realizaron las pruebas con este valor.

Se hicieron prácticas con señales de televisión, pero las pruebas y mediciones se realizaron con señales de pruebas, las razones es que como se

Pasando de esta pequeña introducción a los cálculos se tiene que:

P_1 = Potencia de entrada del preamplificador.
 dBm_1 = decibelios absolutos de entrada al preamplificador.

$$dBm_1 = 10 \log 0.063$$

$$dBm_1 = -12$$

Cuando se midió la potencia a la salida del preamplificador se tuvo los siguientes datos.

P_2 = Potencia medida a la salida del preamplificador.

$$P_2 = 0.6310 \text{ mW.}$$

$$dBm_2 = 10 \log 0.631$$

$$dBm_2 = -2$$

De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene que el preamplificador, amplifica la señal en 10 dBm.

La figura 4.4., muestra la señal a la entrada del filtro de entrada. La figura 4.5., muestra la señal a la salida del filtro de entrada; analizando ambas figuras se observa como variando los elementos del filtro de entrada, se puede selectivizar la señal de prueba de una manera más óptima.

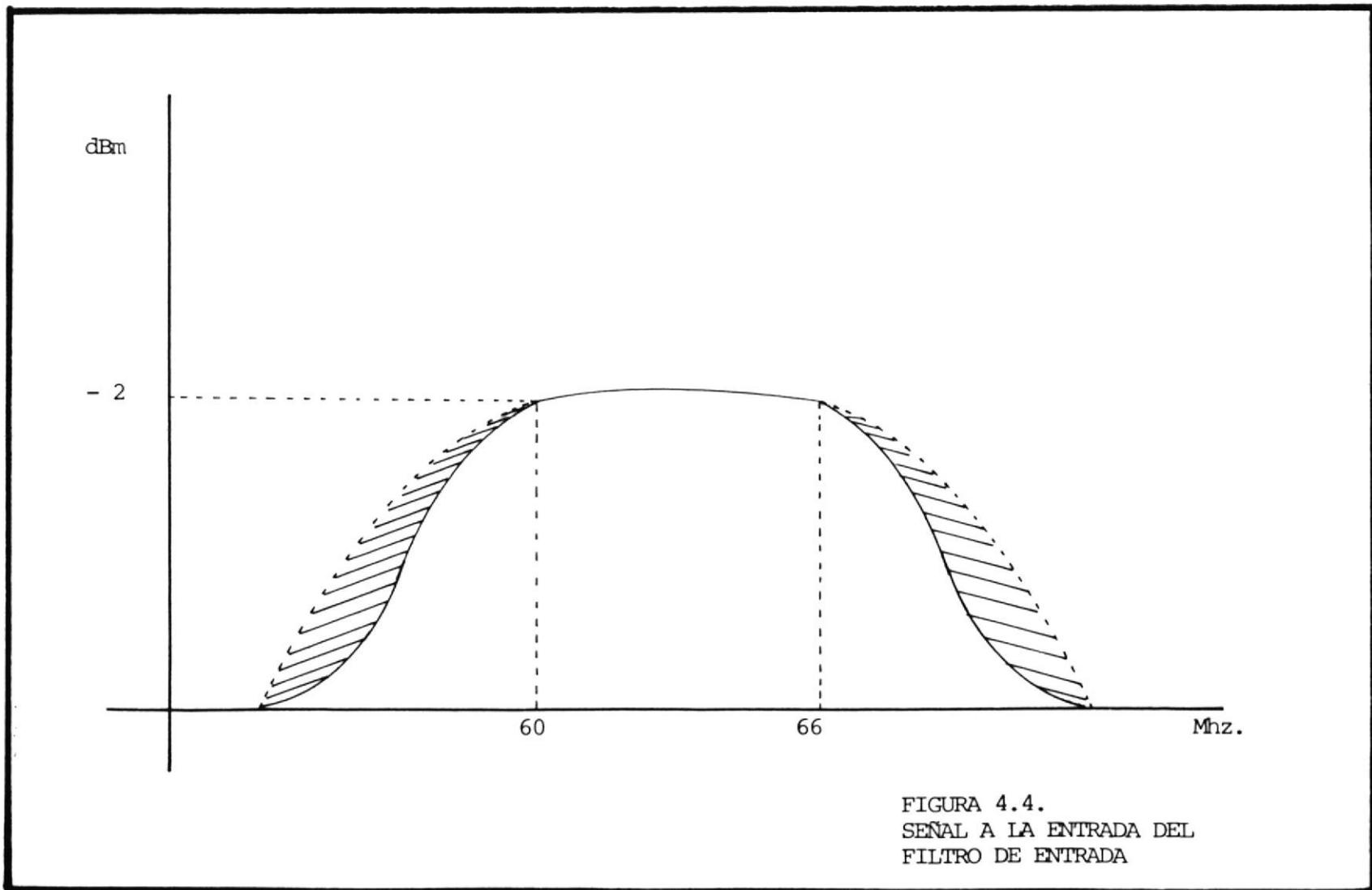


FIGURA 4.4.
SEÑAL A LA ENTRADA DEL
FILTRRO DE ENTRADA

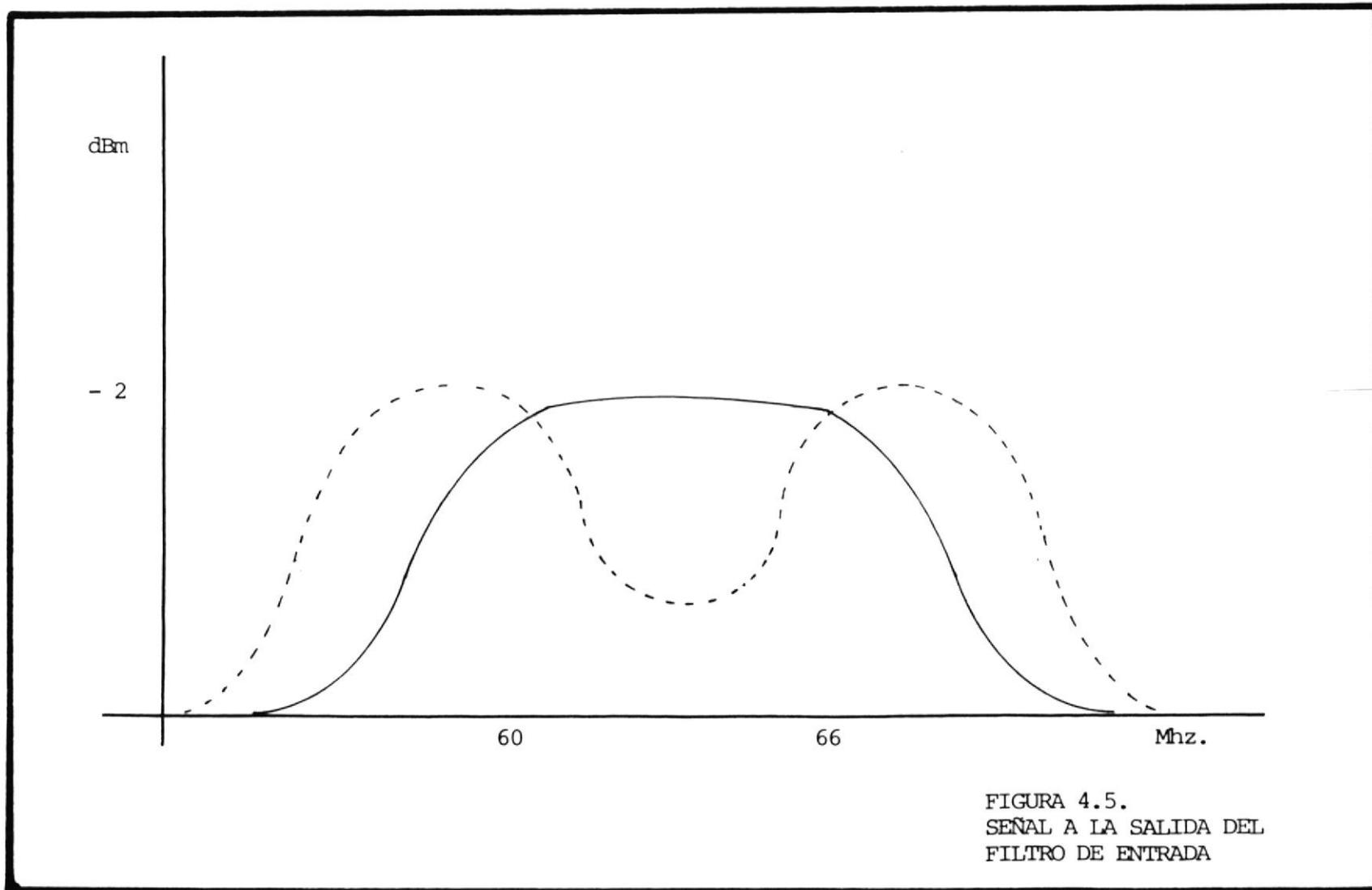


FIGURA 4.5.
SEÑAL A LA SALIDA DEL
FILTRO DE ENTRADA

En realidad la función del filtro de entrada y del preamplificador es la de elevar la amplitud de la señal de entrada lo más que se pueda como al mismo tiempo tratar de selectivizar la señal.

4.2. SEÑALES DE LAS ETAPAS DE AMPLIFICACION

4.2.1. Señales de la Primera Etapa de Amplificación

La primera etapa de amplificación, es un amplificador de radiofrecuencia.

El amplificador de radiofrecuencia por construcción tiene una ganancia teórica de 12 dBm.

Por valores medidos en el momento de la construcción, el filtro de radiofrecuencia posee una atenuación de 1 dBm., por lo que se tiene:

$$dBm_2 = - 2$$

dBm_3 = decibelios absolutos a la salida del filtro de radiofrecuencia.

$$dBm_3 = dBm_2 - 1$$

$$dBm_3 = - 2 - 1$$

$$dBm_3 = - 3$$

dBm_3 = decibelios absolutos a la entrada del
amplificador de radiofrecuencia.

P_4 = Potencia medida a la salida del
amplificador de radiofrecuencia.

P_4 = 7.9433 mW.

dBm_4 = decibelios absolutos a la salida del
amplificador de radiofrecuencia.

dBm_4 = $10 \log P_4$

dBm_4 = $10 \log 7.9433$

dBm_4 = 9

La figura 4.6., muestra la señal a la salida de amplificador de radiofrecuencia.

De acuerdo a los datos medidos y calculados, se tiene que el amplificador de radiofrecuencia ha obtenido una ganancia de 12 dBm.

4.2.2. Señales de la Segunda Etapa de Amplificación

La segunda etapa de amplificación esta formada por un amplificador de 2 vatios, cuya ganancia teórica debería ser de 24 dBm;

al tomarse la medición de potencia los resultados que se obtuvieron en esta etapa

fueron:

P_5 = Potencia medida a la salida del
amplificador.

P_5 = 0.1995 vatios.

dBm_5 = decibelios absolutos a la salida del
amplificador de 2 vatios.

dBm_5 = $10 \log P_5$

dBm_5 = $10 \log 199.5262$

dBm_5 = 23

La figura 4.7., muestra la señal a la salida del amplificador de 2 vatios.

Con los datos medidos y calculados, se tiene que el amplificador de 2 vatios, ha obtenido una ganancia de 12 dBm., y si se compara con los valores teóricos de amplificación de esta etapa, se tiene que ha habido una atenuación de 12 dBm., equivalente al 50 %.

4.2.3. Señales de la Tercera Etapa de Amplificación

La tercera etapa de amplificación esta formada por un filtro de radiofrecuencia similar al filtro que se encuentra a la entrada de la primera etapa de

amplificación y por un amplificador de 15 vatios.

Como se dijo anteriormente el filtro de radiofrecuencia tiene una atenuación de 1 dBm.

Los valores medidos y calculados de la tercera etapa de amplificación son los siguientes:

P_6 = Potencia medida a la salida del amplificador de 15 vatios.

P_6 = 6.4 vatios

dBm_6 = decibelios a la entrada del amplificador de 15 vatios.

dBm_6 = dBm_5 - atenuación

dBm_6 = 23 - 1

dBm_6 = 22

dBm_7 = decibelios absolutos a la salida del amplificador de 15 vatios.

dBm_7 = 10 log 6456

dBm_7 = 38

La figura 4.8., muestra la señal a la salida del amplificador de 15 vatios.

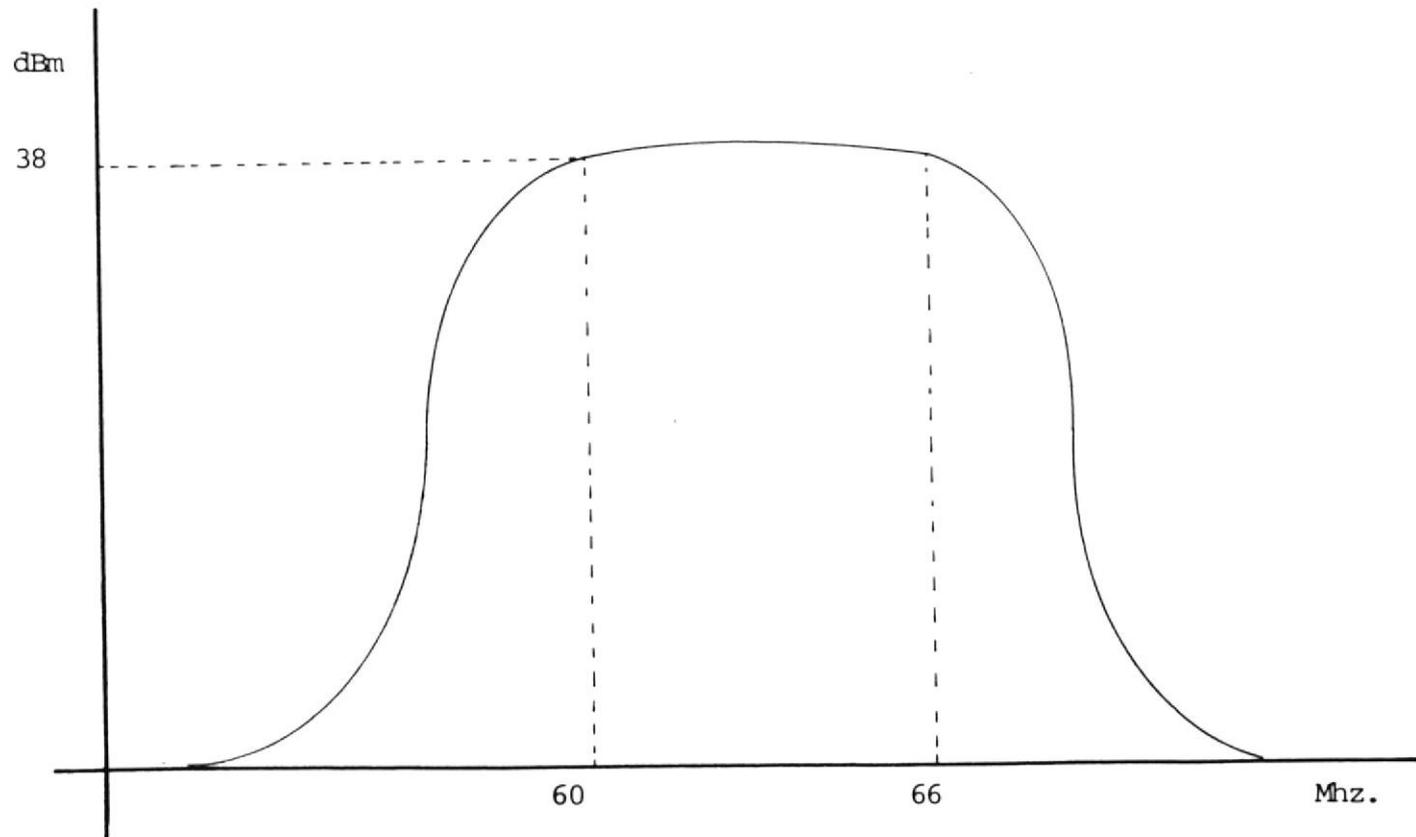


FIGURA 4.8.
SEÑAL A LA SALIDA DEL
AMPLIFICADOR DE 15 W.

Como se podrá observar en cada etapa de amplificación, la amplitud de la señal iba aumentando en valores que se detallan a continuación.

Preamplificador	= 10 dBm
Amplificador de radiofrecuencia	= 12 dBm
Amplificador de 2 vatios	= 12 dBm
Amplificador de 15 vatios	= 16 dBm

De acuerdo a estos resultados se tiene que el sistema total amplificó un valor de 50 dBm.

El valor teórico que debería haber amplificado el sistema es de 96 dbm., detallado de la siguiente manera:

Preamplificador	= 12 dbm
Amplificador de radiofrecuencia	= 25 dBm
Amplificador de 2 vatios	= 24 dBm
Amplificador de 15 vatios	= 35 dBm

Lo anterior quiere decir que el sistema ha tenido una eficiencia con respecto a valores teóricos de:

$$\text{Eficiencia} = \text{Valor med.} / \text{Valor teo.} \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = 50 / 96 \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = 52.08 \%$$

4.3. SEÑALES DEL FILTRO DE SALIDA

El filtro de salida es un filtro que también se lo puede llamar de una forma común, con el nombre de trampa.

La figura 4.9 muestra la señal a la salida del filtro y la forma como moviendo los elementos del mismo este puede optimizar la señal.

4.4. SEÑALES DEMODULADAS

4.4.1. Respuesta a Señales de Prueba

Todos los gráficos vistos anteriormente, corresponden a una señal de prueba, debido a que como se explicó anteriormente, si se quiere hacer pruebas y medir los resultados con una señal de televisión, inclusive tomar pruebas gráficas en los puntos que se tomo lecturas de potencia, no se podría hacerlo, ya que al abrir la caja metálica la

interferencia de la alta frecuencia haría que los datos obtenidos tengan un valor no real.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Todos los elementos que forman parte del equipo, han sido soldados de tal manera que sea fácil reemplazarlos y así brindar un ágil mantenimiento.
2. El diseño elaborado es posible mejorarlo, tanto en cantidad de etapas, como en el número de elementos que forman los circuitos.
3. El equipo en realidad disipa poca potencia y su consumo de corriente es bajo. Para polarización se usó una fuente de poder construída especialmente para el efecto.
4. Debido a que el interés de este trabajo es práctico, no se ha realizado un análisis matemático muy profundo.

RECOMENDACIONES

1. Como este trabajo constituye un prototipo experimental de lo que es un amplificador de video, estará sujeto a mejoras.
2. Implementar un sistema completo de protecciones para cada etapa de amplificaciones.
3. Con la ayuda económica de la E.S.P.O.L., realizar proyectos prácticos que involucren beneficios económicos.
4. Con la utilización de este equipo se puede incorporar las áreas rurales a los beneficios de la comunicación.



BIBLIOTECA

A P E N D I C E S



BIBLIOTECA

A P E N D I C E A

1. FUENTE DE PODER

La figura A.1., muestra el diagrama de acometida eléctrica así como también los respectivos ajustes de medidas de tensión - corriente y potencia.

Estos ajustes sirven para poder calibrar a su forma más óptima el amplificador cuya construcción es el objeto de esta tesis.

Las figuras A.2. y A.3., muestran el diagrama de la fuente de poder, la cual fue diseñada y construída para que trabaje en forma regulada a 24 V . y 6 A.
dc

La fuente de poder trabaja de la siguiente manera:

A la entrada se encuentra el interruptor de prender apagar el equipo, luego de esto se encuentra el fusible de 5 A., que sirve de protección para cualquier sobrecorriente; conectado a estos elementos

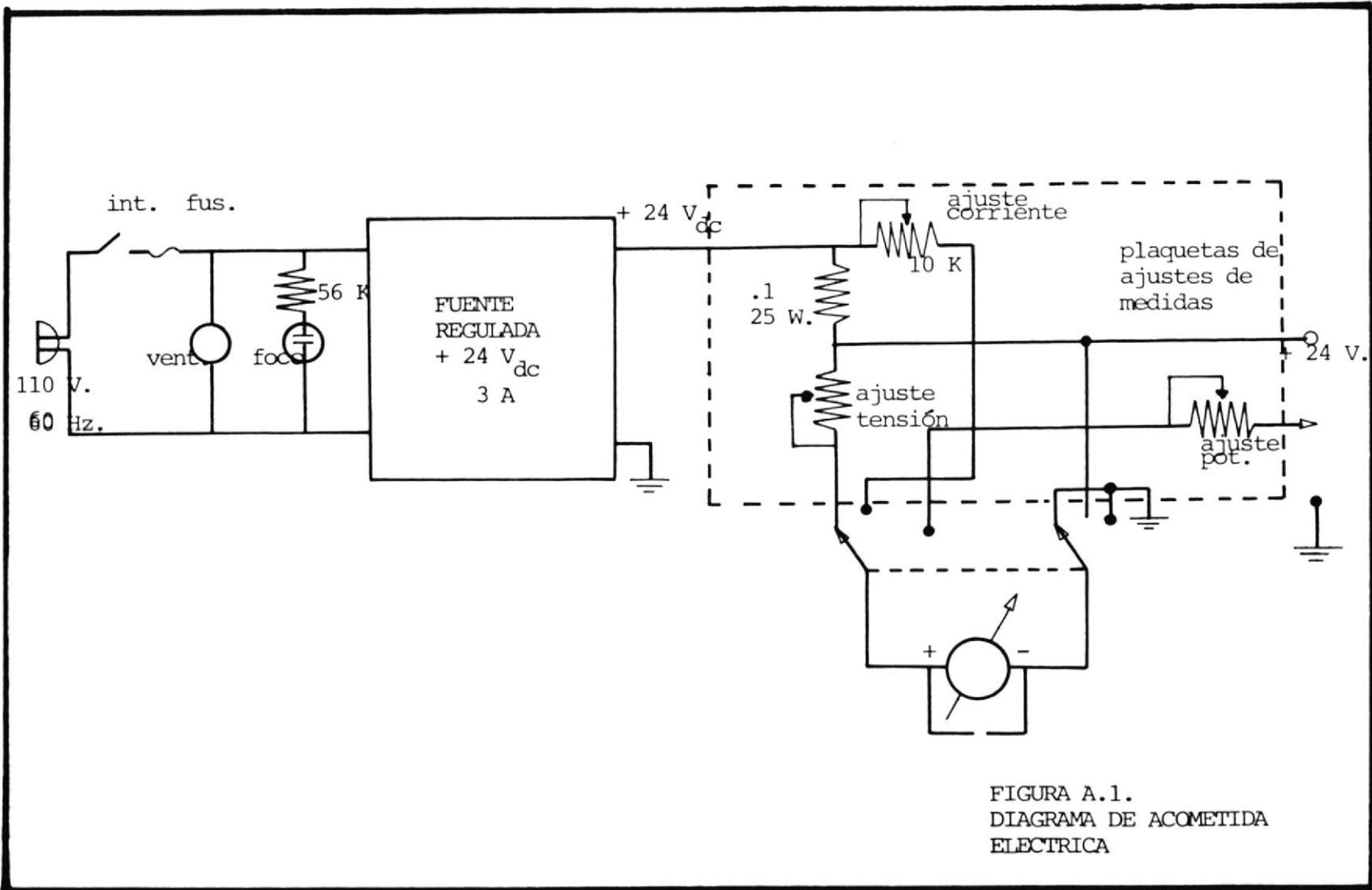


FIGURA A.1.
 DIAGRAMA DE ACOMETIDA
 ELECTRICA

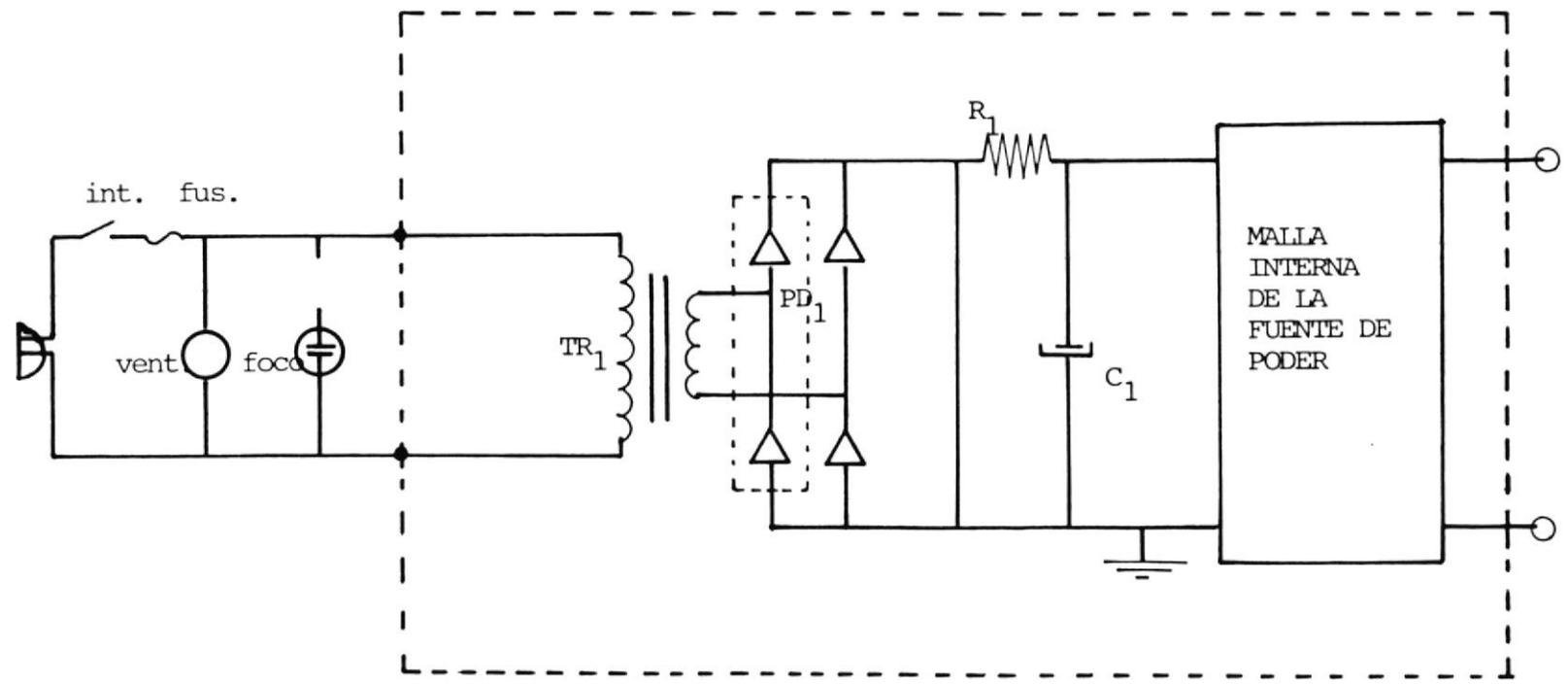


FIGURA A.2.
FUENTE DE PODER

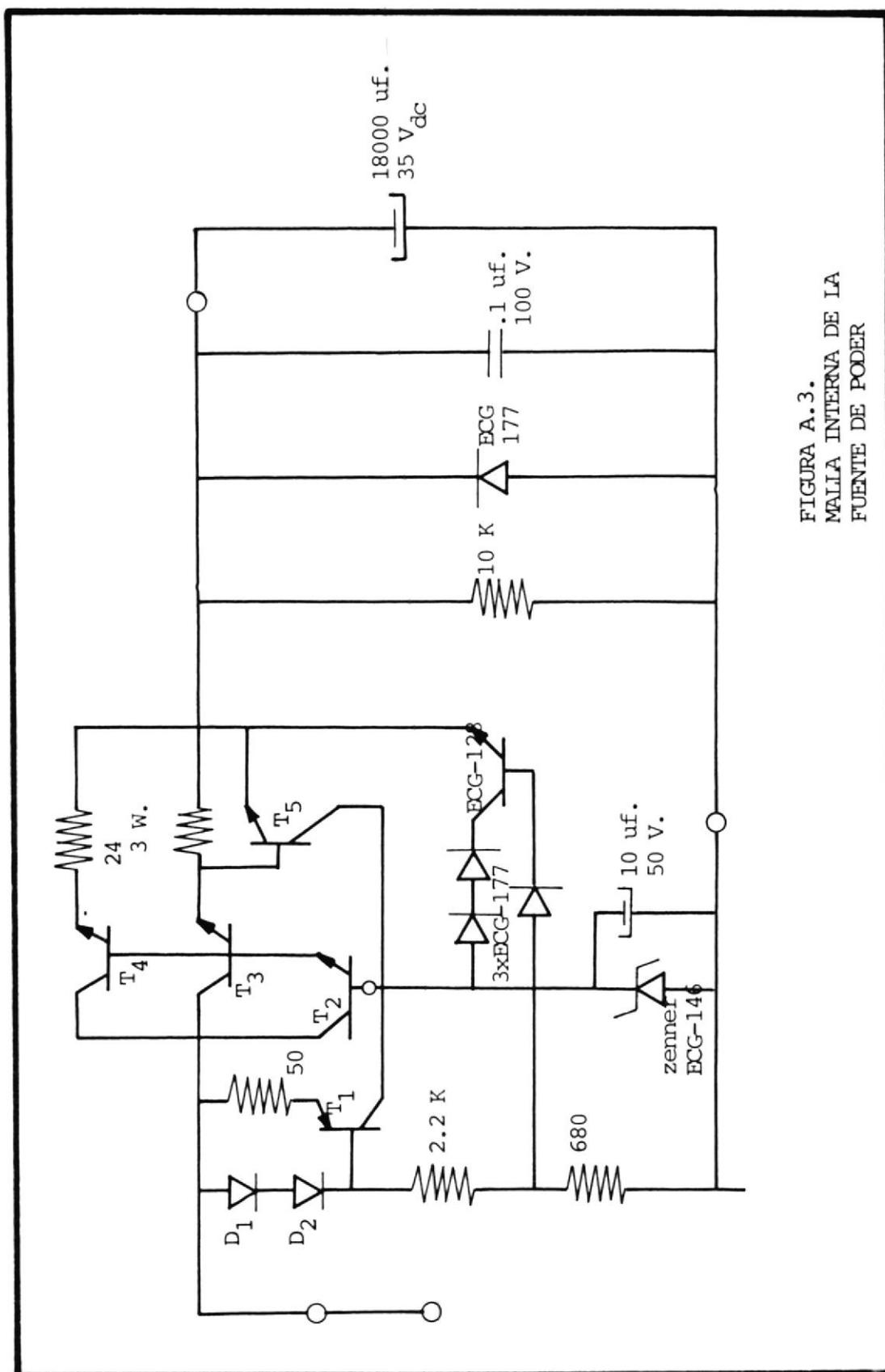


FIGURA A. 3.
MALLA INTERNA DE LA
FUENTE DE PODER

se tiene un foco que sirve de señalización indicando cuando esta prendido o apagado el equipo; se tiene también un ventilador que actua como disipador auxiliar para los diodos y transistores de potencia de las etapas de amplificación.

Pasando propiamente a la fuente, esta se inicia con un transformador de voltaje, cuyo amperaje debe ser mayor al amperaje que se va a utilizar cuando el sistema este trabajando a plenitud. A la salida del transformador de voltaje se tiene un puente de diodos cuya función es la de rectificar el voltaje.

La fuente de poder por diseño debe suministrar un voltaje de 24 V_{dc}, con un nivel de rizado mínimo, la razón de esto último es que como se trabaja a altas frecuencias, si existiera rizado en el voltaje suministrado por la fuente de poder, esto produciría oscilaciones en el sistema.

Para evitar este problema en la fuente de poder se introdujeron una serie de elementos los cuales se pueden observar en la figura A.2., y cuyos objetivos son los siguientes:

El transistor T₁ en realidad es un amplificador que sirve para mantener una cierta tensión y corriente a

las bases de los transistores T_2 y T_3 y aunque se varíe la tensión de alimentación a los diodos D_1 y D_2 estos mantienen una polarización tal que el transistor T_1 , este siempre polarizado y por consiguiente los transistores T_2 y T_3 también se encuentren polarizado todo el tiempo.

El transistor T_4 sirve como interruptor que actúa cuando existe sobrecorriente.

El transistor T_5 trabaja como protector en el caso de que existiera un cortocircuito cuando uno de los transistores T_2 o T_3 se dañen.

El diodo zenner Z_1 sirve para mantener la tensión de salida constante.

El capacitor C_1 es electrolítico y sirve para eliminar los transientes que se producen o existen en el momento de encender la fuente; estos transientes ocurren debido a que en el momento de encender la fuente el capacitor empieza a cargarse lo que hace que no pase toda la tensión a los transistores, este fenómeno al mismo tiempo sirve de protección a los transistores puesto que no los deja quemar por sobretensión.

La resistencia R_1 trabaja en el momento en que la fuente de poder se queda sin carga, en ese momento R_1 reemplaza a la carga.

El diodo D_3 trabaja como protección.

Los capacitores C_2 y C_3 sirven para eliminar oscilaciones, siendo C_3 el capacitor encargado de eliminar el rizado de voltaje que pudiera existir en el circuito regulador.

A continuación se detallan los elementos que conforman la fuente de poder:

- TR₁ Transformador de voltaje de 110 V a 36 V.
- PD₁ Puente de diodos ECG - 5326 - 17 V_{rms}.
- C₁ Capacitor electrolítico de 10 uf., 50 voltios.
- C₂ Capacitor de 0.1 uf., 50 voltios.
- C₃ Capacitor electrolítico de 18000 uf., 35 V_{dc}.
- D₁ Diodo ECG - 177
- D₂ Diodo ECG - 177
- Z₁ Diodo zenner ECG - 146

T Transistor ECG - 181
1
T Transistor ECG - 181
2
T Transistor ECG - 181
3

A P E N D I C E B

1. TRANSISTORES DE LA TERCERA ETAPA DE AMPLIFICACION

Los características principales de los transistores de la tercera etapa de amplificación son los siguientes:

Transistor ECG - 180: T
1

- a.- Diseñado especialmente para trabajar a un voltaje de operación de 28 V ., cubriendo la banda de ^{dc} frecuencia de 100 Mhz. a 200 Mhz.
- b.- Ideal para usos en aplicaciones lineales.
- c.- Máximo ancho de banda con bajísima entrada de Q.
- d.- Gran respuesta a altas frecuencias en bajas inductancias.
- e.- Máximo voltaje colector - emisor 60 V.
Máximo voltaje emisor - base 4 V.
Máxima corriente colector 8.5 A.

Transistor CTC - B 50 - 28: T₂

- a.- Diseñado para trabajar a un voltaje de operación de 28 V.
- b.- El ancho de banda a cubrir es de 50 Mhz.
- c.- Operando a 25 grados centígrados, posee las siguientes especificaciones:

P _{ent.}	6 vatios.
P _{sal.}	40 vatios.
Z _{ent.}	$1.1 + j 2.3.$
Z _{sal.}	$6.4 + j 3.0$
V _{emi-bas}	4 V.
C _{col-bas}	20 mA.

La figura B.1., muestra las características de potencia de entrada contra potencia de salida para los transistores T₁ y T₂.

La figura B.2., muestra las características de ganancia de potencia contra frecuencia para ambos transistores mencionados anteriormente.

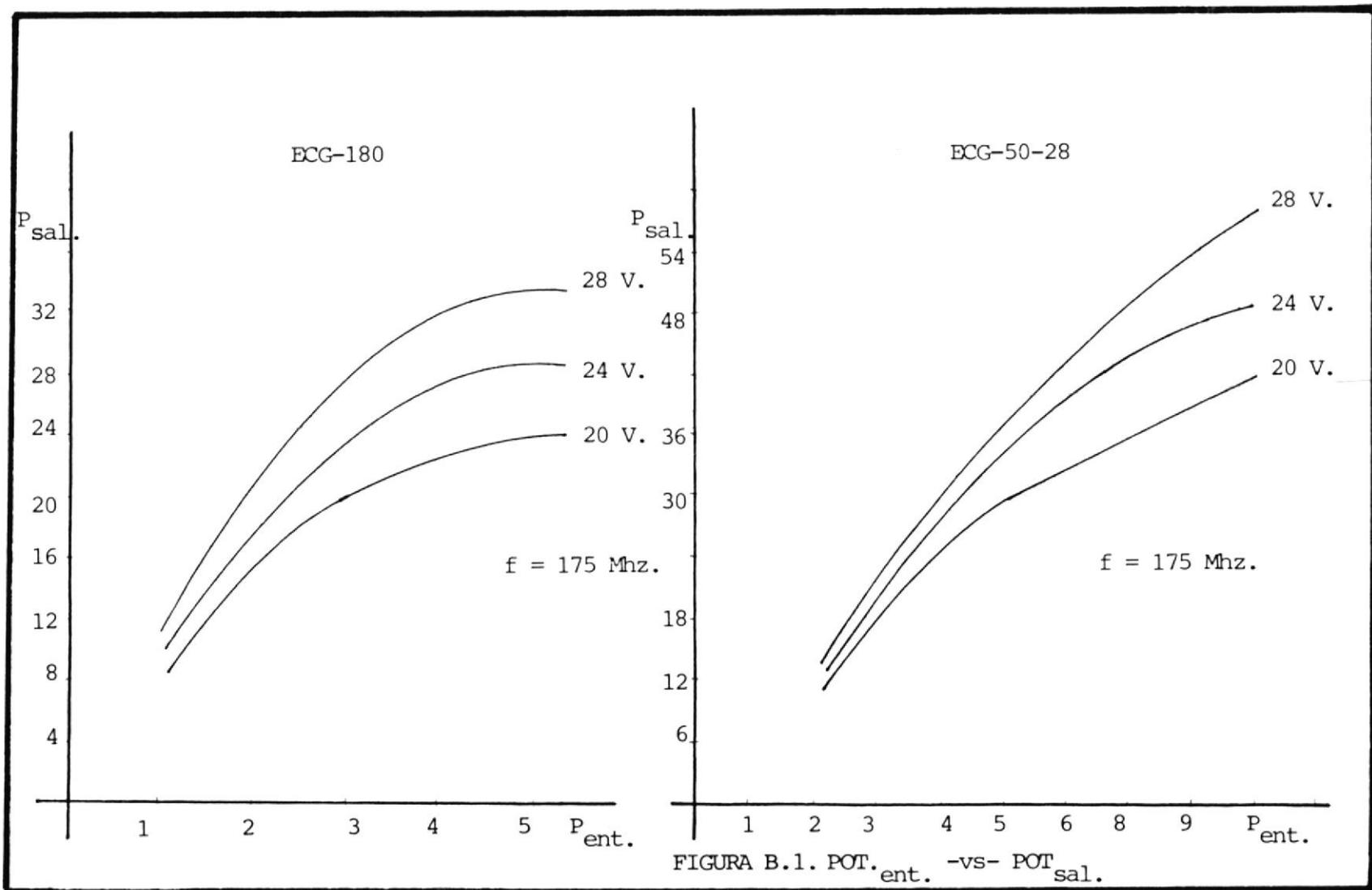


FIGURA B.1. POT_{ent} . -vs- POT_{sal} .

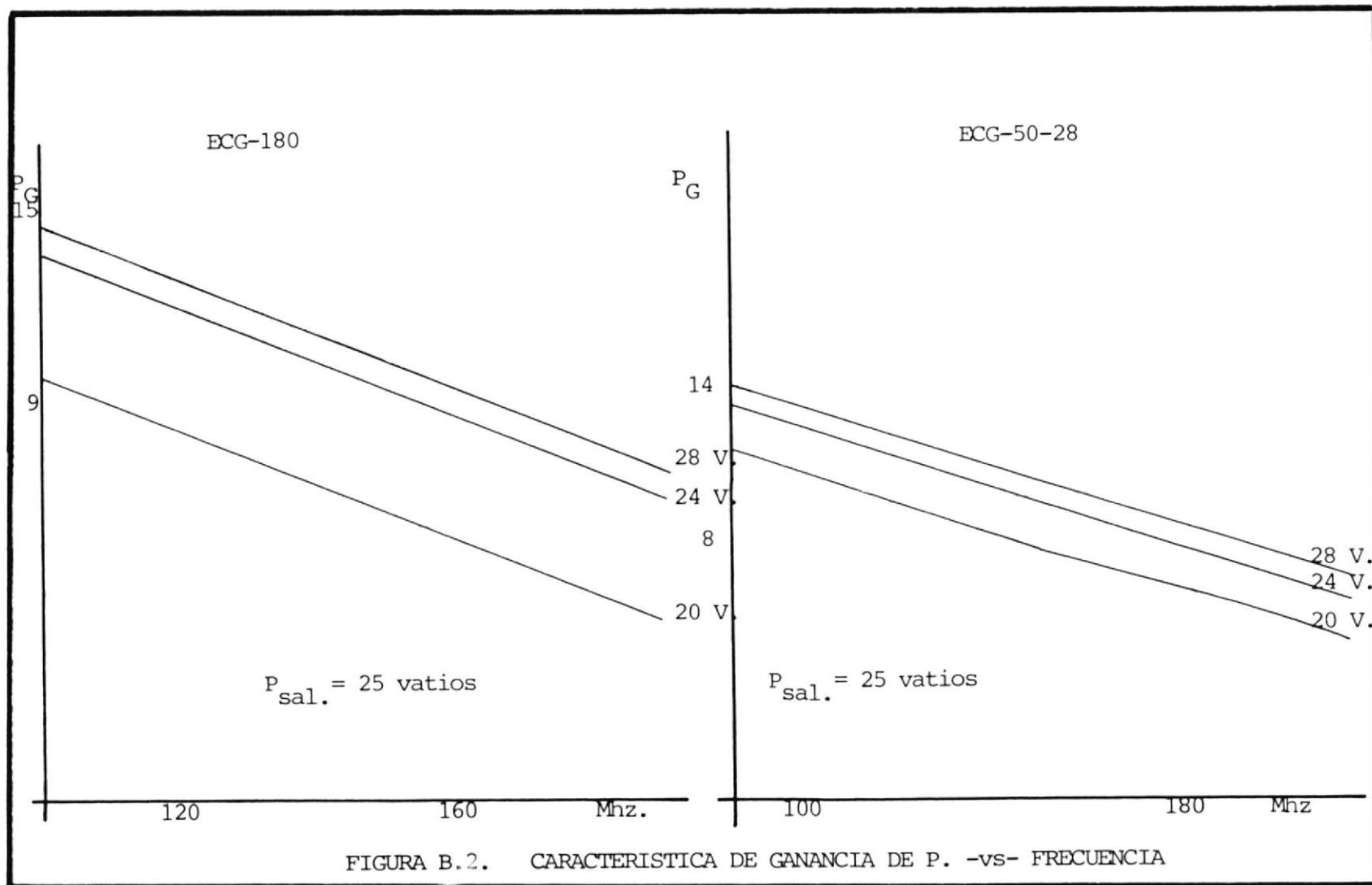


FIGURA B.2. CARACTERISTICA DE GANANCIA DE P. -vs- FRECUENCIA



A N E X O I

INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

1. MANUAL DEL USUARIO

El equipo posee un foco que cuando esta encendido indica que el amplificador se encuentra trabajando.

El amplificador como sistema total posee puntos para poder realizar ajustes y calibraciones. Estos ajustes y calibraciones se pueden realizar tanto en voltaje, como en corriente y potencia de salida.

El equipo fue diseñado para ser conectado a una fuente de 120 voltios de corriente alterna.

Para el perfecto funcionamiento del equipo, se debe proceder a realizar los siguientes pasos en el momento de encender el mismo:

- 1.- Conectar el equipo a la línea de 120 V .
ac

- 2.- Verificar si el fusible ubicado a la entrada de la acometida eléctrica, se encuentra en buenas condiciones; caso contrario cambiarlo.
- 3.- Verificar si el interruptor principal, se encuentra en la posición de prendido o apagado.
- 4.- Verificar todas las conexiones entre las etapas de amplificación.
- 5.- Revisar el valor de voltaje medido a la salida de la fuente de poder.
- 6.- Revisar con un osciloscopio el nivel de rizado de voltaje que la fuente de poder esta entregando.

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

1. ROBERT BOYLESTAD AND LOUIS NASHIELSKI, ELECTRONIC AND CIRCUIT THEORY. PRENTICE HALL U.S.A. 1978.
2. RCA CORPORATION, SOLID STATE DEVICES MANUAL, RCA CORPORATION U.S.A. 1975.
3. HAUMANN K., FUNDAMENTOS DE LA ELECTRONICA DE POTENCIA, MADRID PARANINFO ESPAÑA 1977.
4. WAI - KAI CHEN, THEORY AND DESIGN OF BROADBAND MATCHING NETWORKS, PERGAMON PRESS U.S.A. 1976.
5. TAUB AND SCHILLING. PRINCIPLES OF COMMUNICATION SYSTEMS. Mc GRAW HILL KOGAKUSHALTD. TOKIO 1971.
6. MANUAL DE ECUATRONIX. QUITO ECUADOR 1982.

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



BIBLIOTECA

1. ROBERT BOYLESTAD AND LOUIS NASHIELSKI, ELECTRONIC AND CIRCUIT THEORY. PRENTICE HALL U.S.A. 1978.
2. RCA CORPORATION, SOLID STATE DEVICES MANUAL, RCA CORPORATION U.S.A. 1975.
3. HAUMANN K., FUNDAMENTOS DE LA ELECTRONICA DE POTENCIA, MADRID PARANINFO ESPAÑA 1977.
4. WAI - KAI CHEN, THEORY AND DESIGN OF BROADBAND MATCHING NETWORKS, PERGAMON PRESS U.S.A. 1976.
5. TAUB AND SCHILLING. PRINCIPLES OF COMMUNICATION SYSTEMS. Mc GRAW HILL KOGAKUSHALTD. TOKIO 1971.
6. MANUAL DE ECUATRONIX. QUITO ECUADOR 1982.



BIBLIOTECA



A.F. 142428