



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**DIVISION DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**ESTUDIO DE UN SISTEMA DE MULTIPLEXAJE  
PARA DOS CANALES TELEFONICOS**

**TESIS PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A**

**RICARDO LOPEZ HERNANDEZ**

**MEXICO, D. F.**

**1983**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **T E M A R I O**

**CAPITULO 1.- INTRODUCCION**

**CAPITULO 2.- TEORIA GENERAL DEL MULTIPLEX**

**CAPITULO 3.- DESCRIPCION GENERAL Y EMPLEO DEL  
SISTEMA DE ONDA PORTADORA PARA -  
LINEA DE ABONADO**

**CAPITULO 4.- OPERACION DEL SISTEMA**

**CAPITULO 5.- DISPOSITIVOS PARA PRACTICAS EN  
LABORATORIO**

**CAPITULO 6.- DESARROLLO DE LA PRACTICA**

**CAPITULO 7.- CONCLUSIONES GENERALES**

" INDICE GENERAL "

	PAG
CAPITULO 1 INTRODUCCION	1
Razones del seminario y panorama general del sistema	1
CAPITULO 2 TEORIA GENERAL DEL MULTIPLEX	4
Conceptos fundamentales	4
Generalidades del múltiplex	7
Modulación en amplitud	9
Factor de modulación ( M )	12
Bandas laterales	14
Espectros de frecuencias	17
Demodulación	19
CAPITULO 3 DESCRIPCION GENERAL Y EMPLEO DEL SISTEMA DE ONDA PORTADORA PARA - LINEA DE ABONADO	23
Introducción	23
Características del sistema	23
Aplicaciones del sistema	28
Descripción técnica general	28
Características de diseño	30

	PAG
CAPITULO 4 OPERACION DEL SISTEMA	32
Rangos de operación	32
El sistema en reposo	32
Obtención del tono de marcar del abonado Ahorra Par	33
Circuitos operados en la marcación	45
Circuitos operados en la transmisión de la frecuencia de voz	46
Transmisión de voz del abonado Ahorra Par	47
Circuitos operados	47
Transmisión de voz del abonado físico al abonado Ahorra Par	55
Circuitos operados	55
Procedimiento de una llamada del abonado físico al abonado Ahorra Par	63
CAPITULO 5 DISPOSITIVOS PARA PRACTICAS EN LABORATORIO	71
Dispositivos necesarios para la practica	71
Proceso de construcción y montaje del tablero	72

	PAG
Simulación de los organos de en-	
trada de una central telefónica	75
Teléfono del abonado ahorra par	78
<b>CAPITULO 6 DESARROLLO DE LA PRACTICA</b>	<b>80</b>
Finalidad de la practica	80
Equipo empleado	80
Experimentos a realizar	80
Procedimiento a seguir	81
<b>CAPITULO 7 CONCLUSIONES GENERALES</b>	<b>98</b>
Evaluación del trabajo	98
<b>Bibliografía</b>	<b>100</b>

## CAPITULO 1 - INTRODUCCION.

### 1.1.- RAZONES DEL SEMINARIO Y PANORAMA GENERAL DEL SISTEMA

Teniendo en el laboratorio de comunicaciones un equipo capaz de conducir dos conversaciones simultáneas en una sola línea telefónica sin que hubiera interferencia entre ellas y ya que dicho equipo no estaba en condiciones óptimas de operación, nos propusimos analizarlo, tanto en su funcionamiento como en los diferentes circuitos electrónicos de que consta a fin de poderlo utilizar en el programa de prácticas de las materias del módulo.

El propósito de este aparato es utilizar la línea telefónica que va de la central a un usuario ya existente y poder conectar a otro usuario vecino con lo cual no hay que invertir en una nueva línea.

El principio fundamental que nos permite implementar este tipo de sistema es el Multiplexaje. Del cual se pueden presentar dos alternativas:

- a) Multiplexaje por división de frecuencia
- b) Multiplexaje por división de tiempo

El caso mas común de multiplexaje por división de frecuencia es el de las estaciones radiodifusoras de cualquier ciudad. Todas las difusoras transmiten al aire señales de audio (Voz, Música, etc.), pero cada estación lo hace en una especial banda de frecuencia de manera que no se causen interferencia unas a otras y en el receptor se puede sintonizar la banda de frecuencia correspondiente de la estación deseada.

El multiplexaje por división de tiempo consiste en permitir que cada una de las señales circulen consecutivamente por el canal de comunicación.

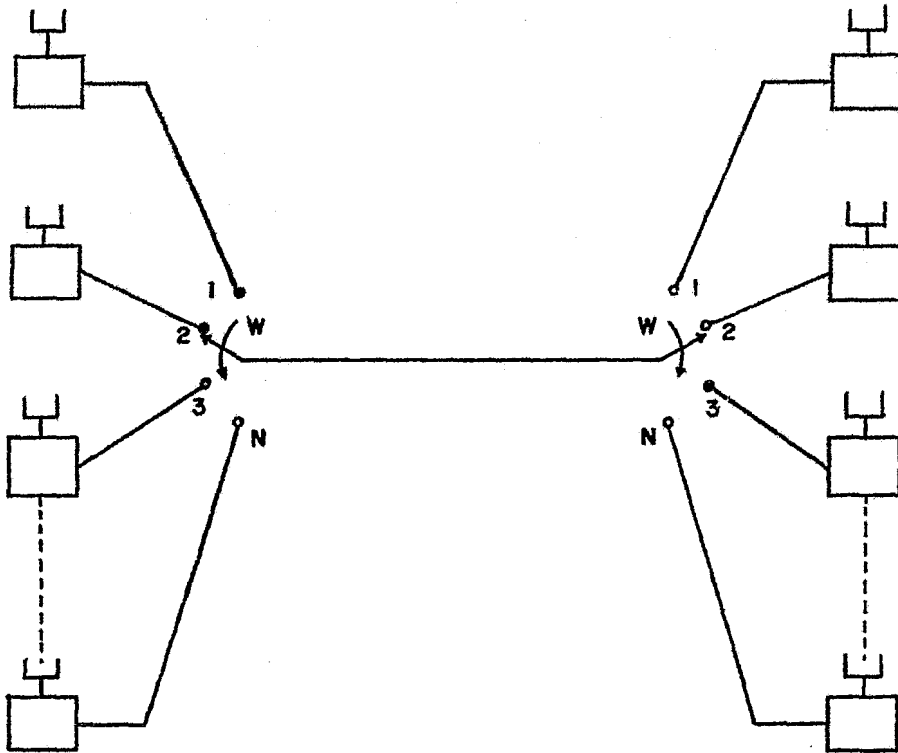


FIG. 1.1  
MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE TIEMPO.

En la figura 1.1 podemos ver un par de llaves rotatorias implementadas con técnicas electrónicas que conectan sucesivamente los teléfonos a la línea de manera que se completa un ciclo de conexiones en  $1/8$  de milisegundo ( $10^{-3}/8$ ) seg. (valor determinado por el teorema del muestreo); De esta manera la velocidad de commutación es tan rápida que el ser humano no percibe esta acción y considera que él está -- usando la línea todo el tiempo.

El sistema que se dispone en el laboratorio utiliza la técnica del multiplexaje por división de frecuencia.

Por lo tanto el presente trabajo contiene un capítulo dedicado a la teoría de la modulación lineal que es la base de la técnica del multiplexaje por división de frecuencia, la que también se analiza brevemente.

Enseguida hacemos una descripción de los detalles generales del sistema, pasando a continuación al análisis de su funcionamiento, en los siguientes capítulos tratamos de desarrollar una práctica de laboratorio para finalizar con la evaluación del trabajo desarrollado..

## CAPITULO 2.- TEORIA GENERAL DEL MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE FRECUENCIA.

### 2.1.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

Como ya se dijo, el multiplexaje nos va a permitir enviar varias conversaciones simultaneamente por la misma via. Para comprender como se hace esto primero analizaremos que es una "conversación".

Cuando emitimos nuestra voz frente a un micrófono, éste genera señales eléctricas cuya magnitud ( voltaje, corriente o resistencia ), debe ser idéntica, instante por instante al sonido emitido. Este sonido y su correspondiente señal eléctrica contiene o están formadas de una gran variedad de componentes senoidales que en la teoría matemática se conocen como:

a) Fundamental, si su frecuencia es la mas baja emitida en ese instante.

b) Armónicas, si su frecuencia es un múltiplo de la frecuencia fundamental

Ahora bien, el hecho que hace posible el multiplexaje es que la garganta humana solo puede emitir un número limitado de frecuencias audibles. Esta premisa también es válida para los instrumentos musicales y cualquier otro artefacto sonoro utilizado por el hombre, a todo éste conjunto

de frecuencias emitido por una fuente sonora se les llama banda de frecuencias y de esta manera tenemos que para la voz humana la banda va de 80 Hz. a 5000Hz. aproximadamente, la banda de frecuencia de la música va de 50 a 15000 Hz. y la banda perceptible por el ser humano va de 20 a 20.000 Hz. lo cual incluye casi todos los sonidos existentes en la naturaleza ( excepción: los chillidos de los murciélagos y de algunos peces que rebasan los 20 KHz. ).

Ahora bién, tomando en cuenta el criterio comercial podremos comprender que cuanto mas se reduzca el ancho de banda, mas económica resulta la transmisión; por lo que se han hecho estudios, de los que se ha obtenido el ancho de banda mínimo para que la conversación sea INTELIGIBLE.-- Este ancho de banda, que va de 200 a 3200 Hz., muchas veces nos impide reconocer a la persona que nos habla pero no nos impide entenderla, que es al fin de cuenta lo que nos importa.

Otro detalle que nos hace posible el multiplexaje, consiste en que los medios de transmisión usuales;

- a) Cables metálicos
- b) Aire
- c) Vacío
- d) Fibras ópticas

tienen un ancho de banda grande comparado con la señal que se va a transmitir a traves de ellos.



## 2.2.- GENERALIDADES DEL MULTIPLEX.

La forma más sencilla de transmitir señales telefónicas de un lugar a otro, es por medio de un solo canal entendiéndose por canal un circuito formado por un par de conductores.

Como ya se dijo:

El ancho de banda de la voz humana es de aproximadamente  $200 \text{ Hz.} \leq F_{\text{voz}} \leq 3200 \text{ Hz.}$ , que es pequeño en comparación con el ancho de banda del cable telefónico, por lo cual si solo se transmite una señal por canal, se le está haciendo funcionar por debajo de su capacidad de transmitir información.

Al querer transmitir varias señales de la misma frecuencia a la vez por el mismo canal, se tendría el problema de que habría interferencia entre las señales, y no se podrían recuperar individualmente en el extremo receptor.

Por lo tanto, si tenemos una red telefónica y se le quisiera dar un servicio a un nuevo abonado, sería necesario agregar otro cable ó circuito a la red, con lo cuál seguiría creciendo la ya muy compleja red telefónica existente. Este problema adquiere mayores proporciones en comunicaciones de larga distancia, ya que la utilización de un solo canal para la comunicación individual, es extremadamente antieconómico.

Apoyandose en lo anterior, podemos asegurar que mediante un método directo no es posible transmitir más de una conversación en un canal telefónico. Una de las técnicas usadas actualmente es la de multicanalización por división de frecuencia ( Múltiplex ), mediante ésta es posible transmitir varias señales simultáneas y por un mismo canal.

La idea fundamental del sistema múltiplex consiste en que cada una de las n bandas de voz ( todas con frecuencias similares o sea superpuestas en el espectro ), pueden ser desplazadas para ocupar diferentes posiciones en el espectro de modo que ya no esten superpuestas.

¿ Como se realiza ésta translación ?

Mediante la modulación. Esto es:

Cada señal de voz modula a una portadora de alta frecuencia, tal como lo hacen las transmisoras de radio difusión, de éste modo las bandas de audio quedan repartidas en el espectro sin que existan superposiciones entre ellas.

La modulación antes mencionada puede ser en amplitud, frecuencia o fase pero la que nos interesa, por ser usada en los múltiplex telefónicos es la modulación de amplitud.

Una vez transmitidas las señales por el mismo canal, en el extremo receptor se pueden separar mediante filtros y demodularse para recuperar la información audible.

### 2.3.- MODULACION EN AMPLITUD

La modulación consiste en modificar la amplitud de una señal de frecuencia constante, que es la onda auxiliar de que nos valdremos, en función de otra señal de baja frecuencia que es la señal de voz a la cual llamaremos "Moduladora".

La onda auxiliar ó de frecuencia constante recibe el nombre de portadora, ó sea que modular en amplitud equivale a combinar dos señales, una de ellas es la señal de voz ó de información ( Moduladora ) con frecuencia  $W_v$  y la otra es la señal auxiliar ( portadora ) con frecuencia  $W_p$ .

La frecuencia de la portadora es mucho mayor que la frecuencia de la moduladora ó sea:

$$W_p \gg W_v$$

La portadora es la señal afectada ya que está siendo modulada en su amplitud, ésto se debe a que la señal moduladora controla instantáneamente la amplitud de la portadora.

La onda de información ó moduladora es:

$$e = E_v \cos W_v t \quad \text{--- ( I )}$$

esta onda es de frecuencia variable y de longitud de onda muy grande, por lo tanto para su transmisión se requieren antenas excesivamente largas ó líneas de impedancia independiente de la frecuencia; en la práctica ninguna de tales cosas es posible por lo tanto nos valdremos de una onda auxiliar y la cual llamamos portadora que es del tipo:

$$e = E_p \cos W_p t \quad \text{--- ( II )}$$

que es transmitida a través de la antena ó línea telefónica

Como se dijo anteriormente la frecuencia de la portadora es constante y mayor que la moduladora; pero su amplitud no es constante sino que a su vez, es función de la amplitud y frecuencia de la onda de información ( Moduladora ).

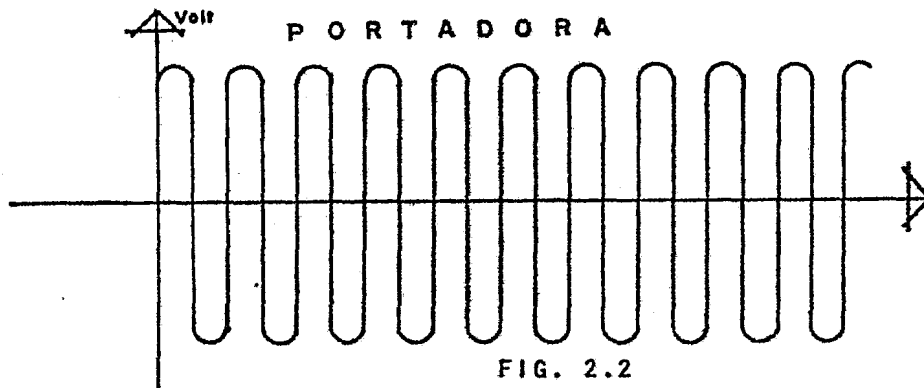
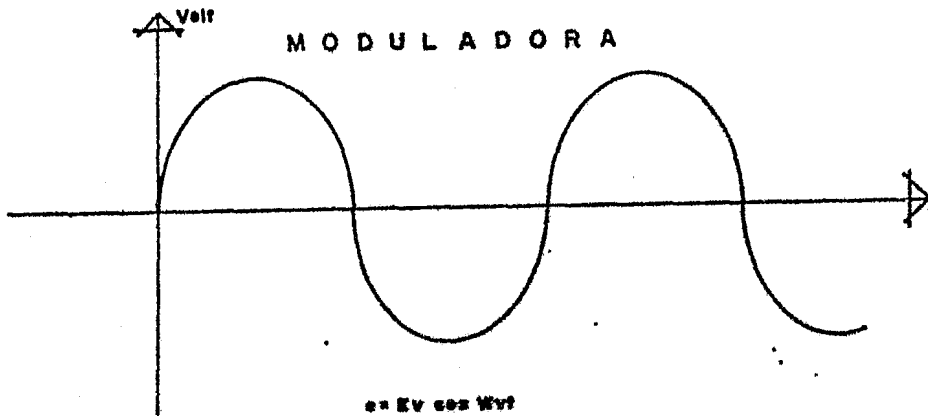


FIG. 2.2

REPRESENTACION DE LA ONDA MODULADORA Y PORTADORA

Las ondas, moduladora y portadora referidas a las ecuaciones (I) y (II) se ilustran en la figura 2.2.

Combinemos ahora las ondas anteriores para obtener una tercera onda cuya amplitud sea la suma:

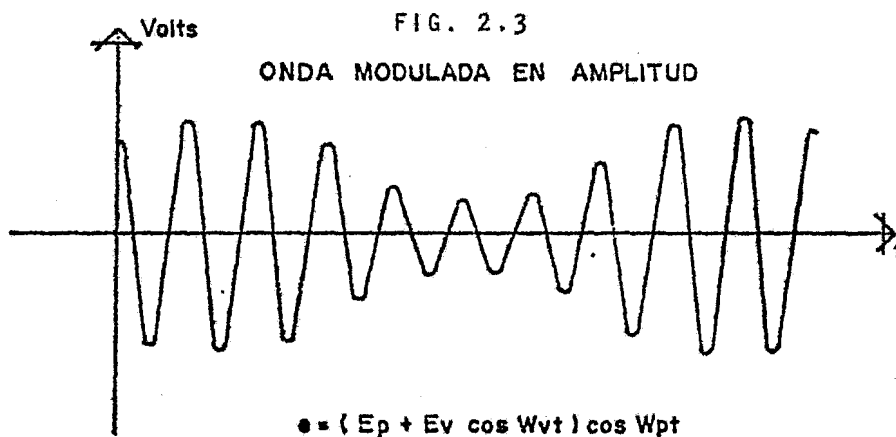
$$e = E_p + E_v \cos W_v t$$

y cuya frecuencia sea la misma de la portadora con lo cuál queda la ecuación:

$$e = ( E_p + E_v \cos W_v t ) \cos W_p t \text{ ----- ( III ).}$$

La ecuación ( III ) nos representa la onda llamada Modulada en Amplitud, y como se mencionó antes, tiene la -- frecuencia de la portadora.

En la figura 2.3 se muestra la forma de onda obtenida:



## 2.4.- FACTOR DE MODULACION ( M ).

Si partimos de la ecuación de la onda modulada en amplitud obtenida anteriormente.

$$e = ( E_p + E_v \cos W_v t ) \cos W_p t$$

y tomamos como factor común a  $E_p$  obtenemos:

$$e = E_p \left( 1 + \frac{E_v}{E_p} \cos W_v t \right) \cos W_p t$$

Haciendo  $\frac{E_v}{E_p} = M$

obtenemos otra forma de expresar la onda modulada en amplitud.

$$e = E_p ( 1 + M \cos W_v t ) \cos W_p t \text{ ----- ( IV )}$$

Al coeficiente M se le nombra factor de modulación ó grado de modulación, teniendose 4 casos a saber.

- a) Si M es nulo, la portadora no está siendo modulada, permaneciendo constante su amplitud.
- b) Si  $0 < M < 1$  la onda tiene cierto grado de modulación.
- c) Si  $M = 1$  la amplitud de la onda modulada varía entre 0 y el doble del valor sin modulación
- d) Si  $M > 1$  hay distorsión ya que la onda portadora es absorbida totalmente por la moduladora, - existiendo períodos donde se suspende la onda - portadora.

La relación entre la amplitud de la envolvente de la onda modulada y la onda modulante original no es sencilla, el grado de modulación depende de las amplitudes de la portadora y la moduladora y además de las constantes del circuito modulador empleado.

## 2.5.- BANDAS LATERALES.

Algunas veces hemos oído hablar de las bandas laterales que se forman al modular en amplitud una onda; veamos en que consisten y como se forman dichas bandas.

Partiendo de la ecuación ( IV ), que es la representación de una onda modulada en amplitud tenemos:

$$e = E_p ( 1 + M \cos W_v t ) \cos W_p t$$

desarrollando

$$e = E_p ( \cos W_p t + M \cos W_v t \cos W_p t )$$

Aplicando la identidad trigonométrica

$$\cos a \cos b = 1/2 ( \cos ( a + b ) + \cos ( a - b ) )$$

Obtenemos:

$$e = E_p \cos W_p t + \frac{M}{2} E_p \cos ( W_p + W_v ) t + \frac{M}{2} E_p \cos ( W_p - W_v ) t \dots (V)$$

La ecuación (V), expresión de una senoide modulada en amplitud muestra 3 elementos básicos.

- a)  $W_p$  : Frecuencia de la portadora
- b)  $( W_p + W_v )$  : La frecuencia portadora más la frecuencia de la moduladora llamada ---  
" Banda lateral superior "
- c)  $( W_p - W_v )$  : La frecuencia portadora menos la frecuencia moduladora llamada " Banda lateral inferior ".

Ahora ya estamos en condiciones de afirmar que modular consiste en desplazar la banda de frecuencias vocales mediante la intervención de una frecuencia portadora, a otro lugar del espectro de frecuencias.

La figura 2.4 ilustra el desplazamiento que sufre la banda de frecuencias vocales como resultado de la modulación.

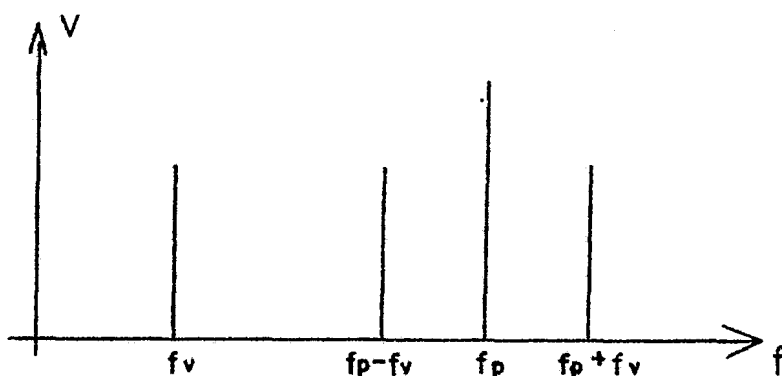
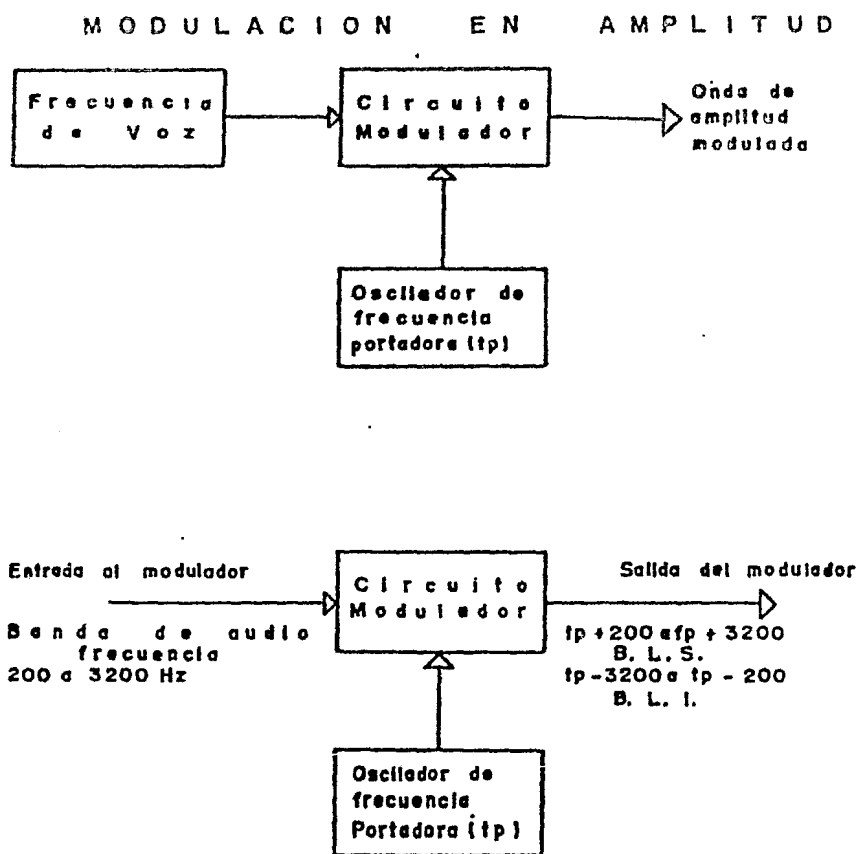


FIG. 2.4 DESPLAZAMIENTO DE LA BANDA DE FRECUENCIAS

El proceso de modulación se lleva a cabo mediante un dispositivo llamado "circuito modulador", que puede ser a base de tubos de vacío, transistores, circuitos integrados ó cualquier elemento eléctricamente alineal.

Como anteriormente se mencionó; la onda portadora - empleada como auxiliar para el proceso de modulación tiene una frecuencia constante ( $F_p$ ), y para generarla se utiliza un circuito llamado "oscilador", dispositivo que actualmente es realizado con componentes de estado sólido.

En la figura 2.5 se ilustra en diagrama de bloques el proceso de modulación en amplitud.



RANGO DE OPERACION

FIG. 2.5

## 2.6.- ESPECTRO DE FRECUENCIAS.

La ecuación ( V ) que se muestra a continuación:

$$e = E_p \cos W_p t + \frac{M}{2} E_p \cos ( W_p + W_v ) t + \frac{M}{2} E_p \cos ( W_p - W_v ) t$$

es como se dijo anteriormente, la expresión de una senoide - modulada en amplitud. Analizando los tres elementos básicos tenemos que:

$W_p$  : La frecuencia de la portadora es constante.

La señal moduladora en la realidad no es de frecuencia constante. sino que varía dentro del rango audible -- ( 200 - 3200 Hz. ); por lo tanto los elementos:

(  $W_p + W_v$  ) y (  $W_p - W_v$  ): No son de frecuencia constante.

De este modo se forma el espectro de frecuencia que se ilustra en la siguiente figura.2.6 y 2.7



ESPECTRO DE FRECUENCIAS DE UNA SENOIDE MODULADA  
EN AMPLITUD.

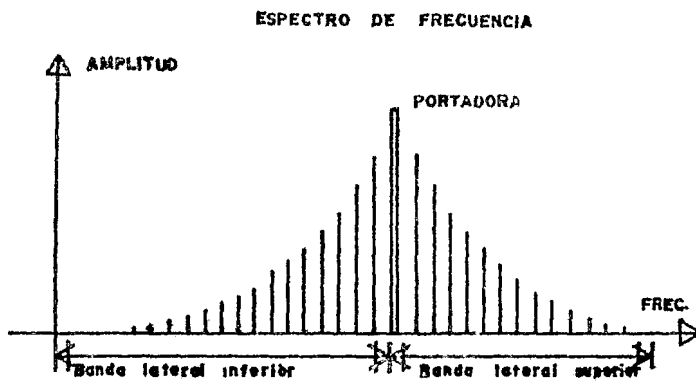


FIG.- 2.7

## 2.7.- DEMODULACION.

La demodulación de las señales de A.M. se pueden hacer por dos métodos que a continuación explicamos:

## a) Demodulación por rectificación:

Consiste en hacer pasar la onda de A.M. a través de un diodo y después por un filtro paso bajas que en el caso más usual es un capacitor a tierra, como se muestra en la figura 2.8

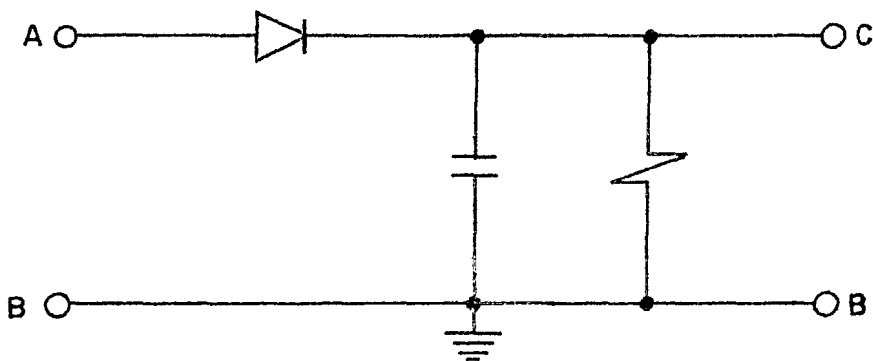


FIG. 2.8 REPRESENTACION DE UN FILTRO PASO BAJAS

Entre los puntos A y B se alimenta la señal de A.M. siendo la señal como se muestra en la figura 2.9

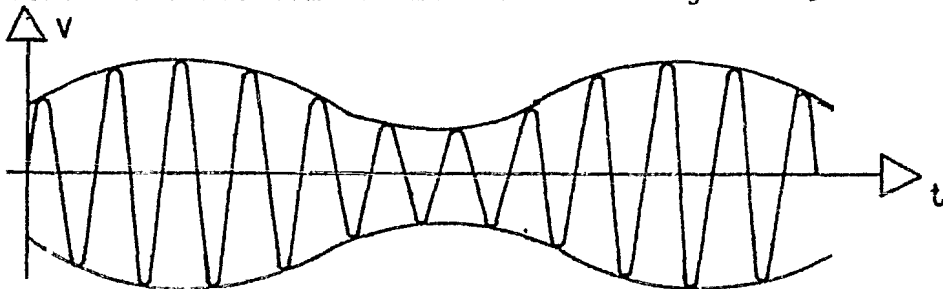


FIG. 2.9 REPRESENTACION DE LA SEÑAL DE A. M.

La corriente a través del diodo es como lo muestra la figura 2.10

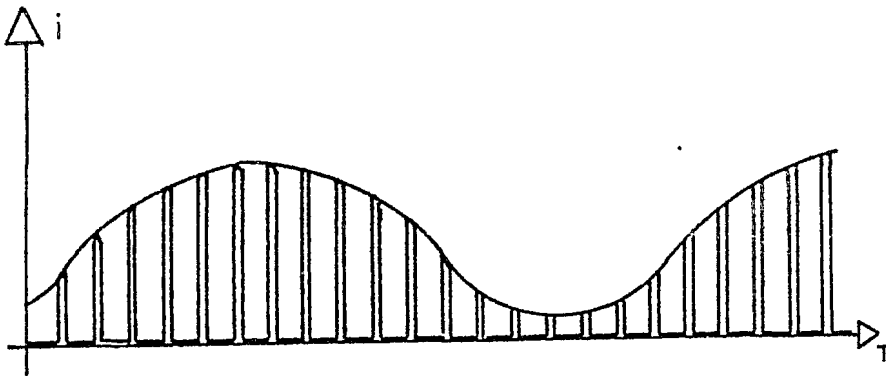


FIG. 2.10 Corriente a través del diodo

Estos pulsos de corriente circulan a través del capacitor, con lo que éste se carga.

Después de terminado el pulso de carga, el capacitor se descarga hasta que llega un nuevo pulso de carga.

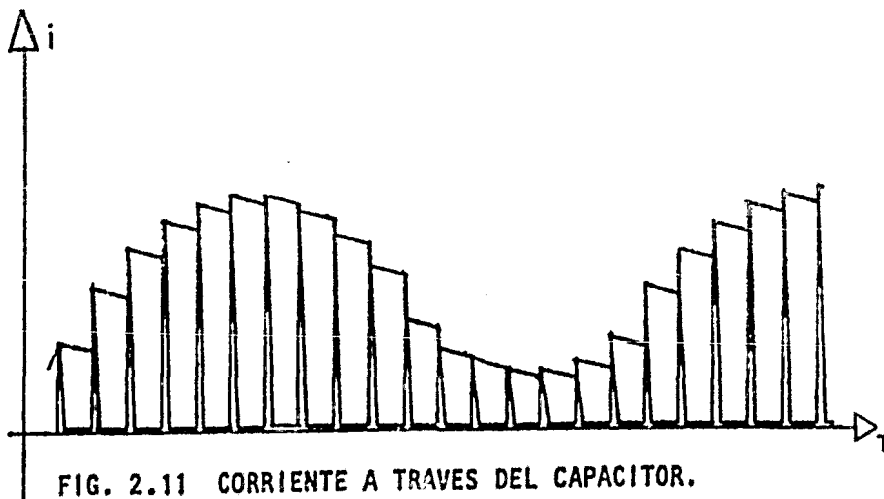


FIG. 2.11 CORRIENTE A TRAVES DEL CAPACITOR.

Si la constante de tiempo RC ha sido calculada cuidadosamente, el voltaje entre los extremos del capacitor se aproximará bastante a la forma de la señal moduladora, con lo que se habrá cumplido el propósito del circuito



FIG. 2.12 REPRESENTACION DEL VOLTAJE ENTRE LOS EXTREMOS DEL CAPACITOR

b) Demodulación sincrónica:

Consiste en realizar el producto de la señal de -- de A. M. con la señal portadora, filtrar las componentes - indeseables y obtener la señal moduladora como veremos ense guida.

Señal A. M.

$$AM(t) = ( E_p + E_v \cos W_v t ) \cos W_p t$$

Señal portadora

$$p(t) = E_p \cos W_p t$$

Producto:

$$\begin{aligned} p(t) AM(t) &= E_p \cos W_p t ( E_p + E_v \cos W_v t ) \cos W_p t \\ &= E_p \cos^2 W_p t ( E_p + E_v \cos W_v t ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p(t) \text{ AM}(t) &= E_P \left( \frac{1 + \cos 2W_P t}{2} \right) ( E_P + E_V \cos W_V t ) \\
 &= \frac{E_P^2}{2} + \frac{E_P E_V}{2} \cos W_V t + \frac{E_P^2}{2} \cos 2W_P t + \\
 &\quad + \frac{E_P E_V}{2} \cos 2 W_P t \cos W_V t
 \end{aligned}$$

El término  $\frac{E_P E_V}{2} \cos W_V t$  de la última igualdad es - la señal moduladora ( multiplicada por una constante ), que hay que separar del resto de las componentes por medio de - filtrado para poder escuchar el mensaje transmitido.

### CAPITULO 3.- DESCRIPCION GENERAL Y EMPLEO DEL SISTEMA DE ONDA PORTADORA PARA LINEA DE ABONADO.

#### 3.1.- INTRODUCCION.

Este capítulo cubre la descripción general y el empleo del sistema telefónico de onda portadora ( O.P. ) para la línea de abonado.

En lo sucesivo el sistema de O. P. lo indicaremos con el nombre de sistema " Ahorra Par ".

#### 3.2.- CARACTERISTICAS DEL SISTEMA.

El " Ahorra Par " es un sistema portador de un solo canal, diseñado para añadir un nuevo abonado al telefonía ya existente; Este doble aprovechamiento se ob-tiene superponiendo en la misma línea física las frecuenci-as portadoras del sistema, sin afectar en alguna forma las características de operación del circuito telefónico para el abonado físico ( persona que inicialmente contrata los servicios de la compañía de telefonos ).

La línea física no debe estar pupinizada

Se entiende por línea física, la formada por el --par de cables sobre el cuál se transmiten en ambas direcciones las frecuencias portadoras del sistema ahorra par; Inicialmente esta línea se encuentra conectada a un número de abonado en la central.

El equipo está diseñado para no requerir ajustes externos, no existe equipo de circuito común asociado con la central; Por lo tanto no hay castigo económico en aplicaciones donde se necesitan pocos canales ahorra par.

El canal ahorra par consiste de dos terminales, -- una se instala en la central telefónica ( unidad terminal ahorra par de central ), la otra generalmente se instala en el local del abonado que solicita los servicios de este sistema ( unidad terminal ahorra par de abonado ), además se instala un filtro de aislamiento paso bajas en el local del abonado físico, con el fin de separar el circuito ahorra par del circuito físico.

Antes de seguir adelante es conveniente hacer las siguientes aclaraciones:

Le llamaremos circuito físico al que está compuesto por la unidad terminal ahorra par de central, la línea física, el filtro de aislamiento y el teléfono del abonado físico. ( ver fig. 3.1 )..

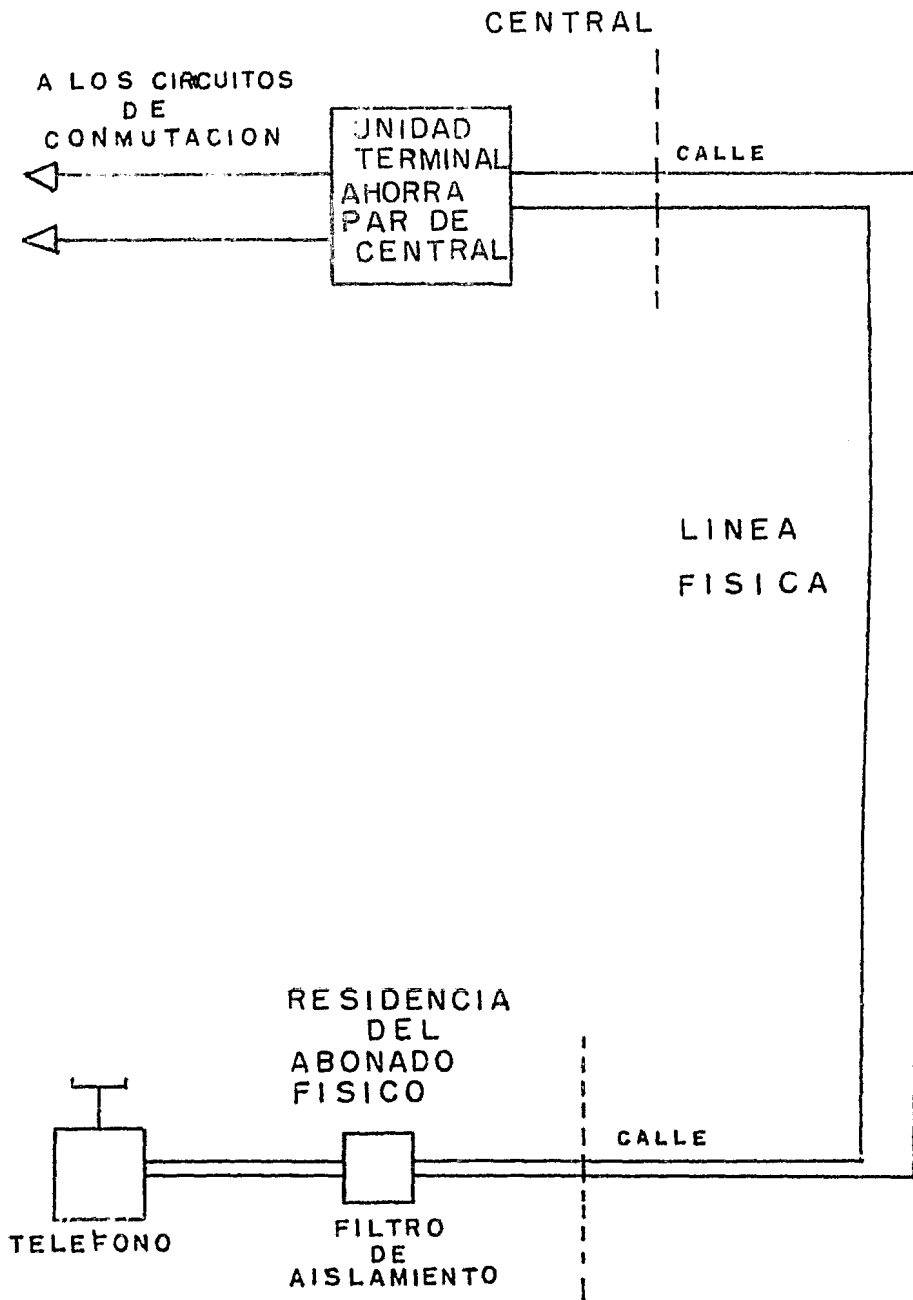


FIG. 3.1 REPRESENTACION DEL CIRCUITO FISICO

El circuito Ahorra Par está formado por la unidad terminal Ahorra Par de central, la línea física, la unidad terminal Ahorra Par de abonado y el aparato telefónico. ---- (ver fig. 3.2).

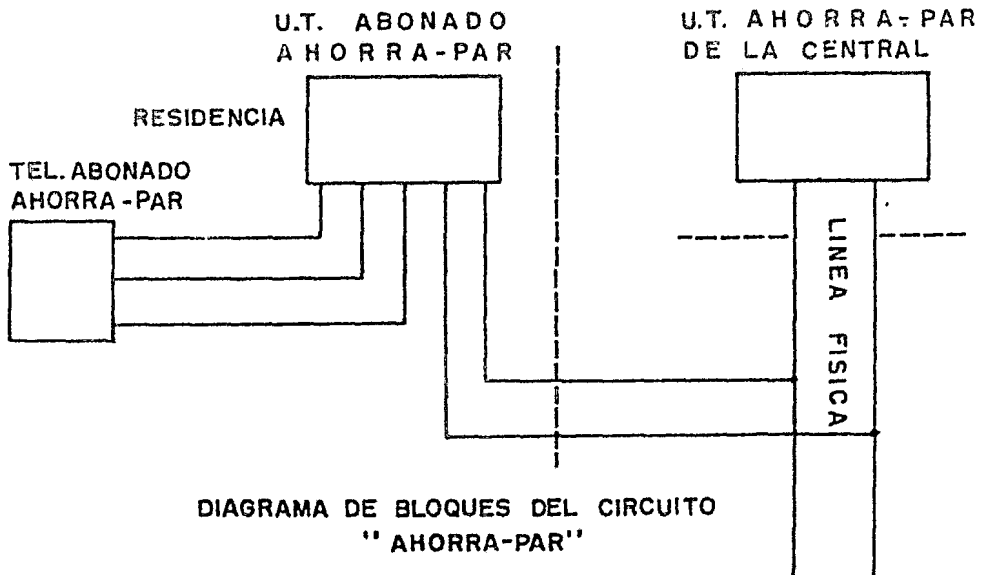


FIG. 3.2

La unión de estos dos circuitos, conectados al conmutador de la central telefónica por medio de la unidad terminal Ahorra Par de central es lo que nos viene a formar nuestro sistema Ahorra Par (ver fig. 3.3)

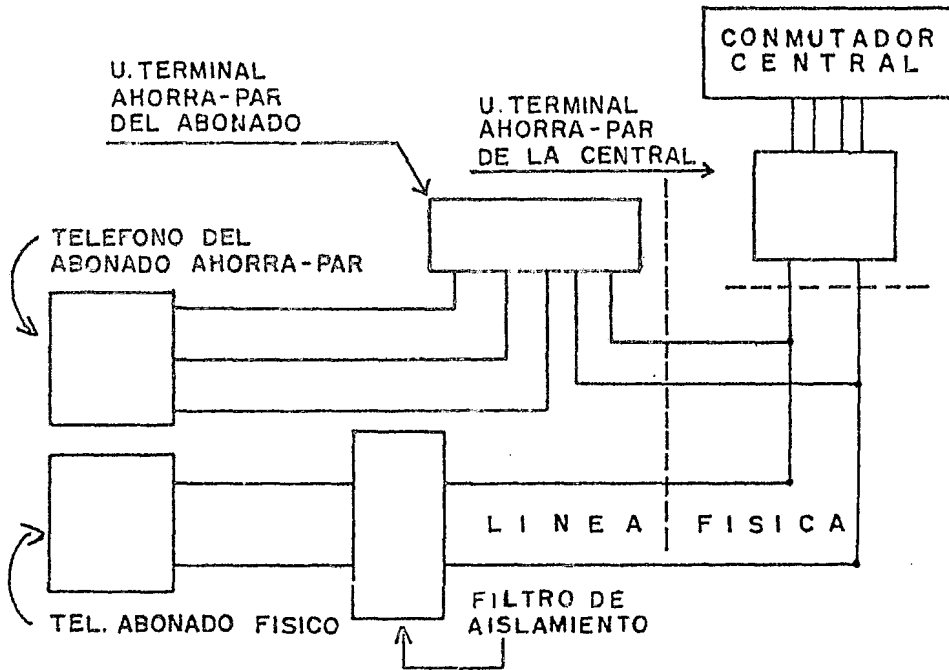


FIG. 3.3  
REPRESENTACION DEL SISTEMA AHORRA PAR.

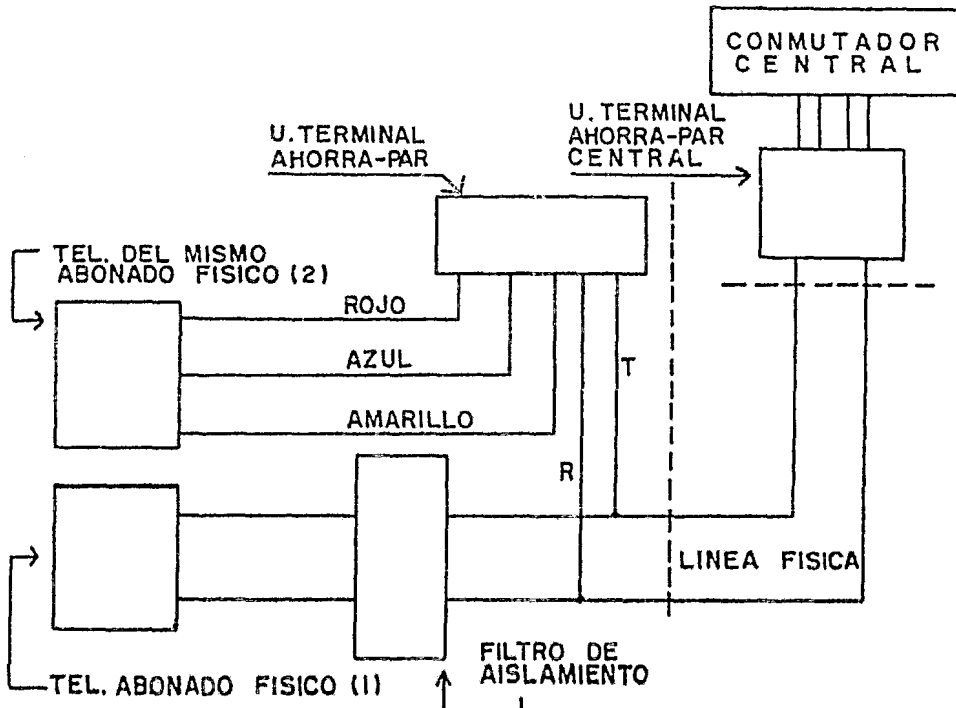


FIG. 3.4

### 3.3.- APLICACIONES DEL SISTEMA.

Este sistema puede proporcionar una expansión de abonados de dos a uno en áreas de alta densidad cercanas a la central.

También se puede emplear para proveer una segunda línea telefónica al abonado que se atiende mediante el circuito físico, ó para proporcionar servicio a cualquier otro abonado sobre la ruta ( ver fig. 3.4 ).

Otra aplicación es la que se puede dar sobre circuitos que proporcionan servicio de línea compartida, esto se hace con solo poner un filtro paso bajas en cada circuito físico, situandolo en el local del abonado físico ( ver fig 3.5 ).

### 3.4 - DESCRIPCION TECNICA GENERAL.

El circuito derivado del Ahorra Par emplea el estado normal para derivar y aplicar a la línea de transmisión una señal de doble banda lateral de amplitud modulada.

El sistema emplea la división de frecuencia para las dos direcciones de transmisión, se emplea control automático de ganancia para mantener la salida de voz sustancialmente constante con un amplio rango de niveles de potencia de señal de entrada, sin la necesidad de ajustes externos.

No se necesita fuente de potencia externa para la terminal de la central ni tampoco para la terminal del abonado. El equipo se alimenta directamente de la batería proporcionada por la central a través del equipo de conmutación a cada abonado. Esto se hace de tal manera que no exista interferencia con la utilización normal de esta potencia en la operación de relevadores y en la alimentación de microfones de los teléfonos.

Este método de alimentación permite la simplicidad del equipo haciendo que las únicas conexiones que se necesi

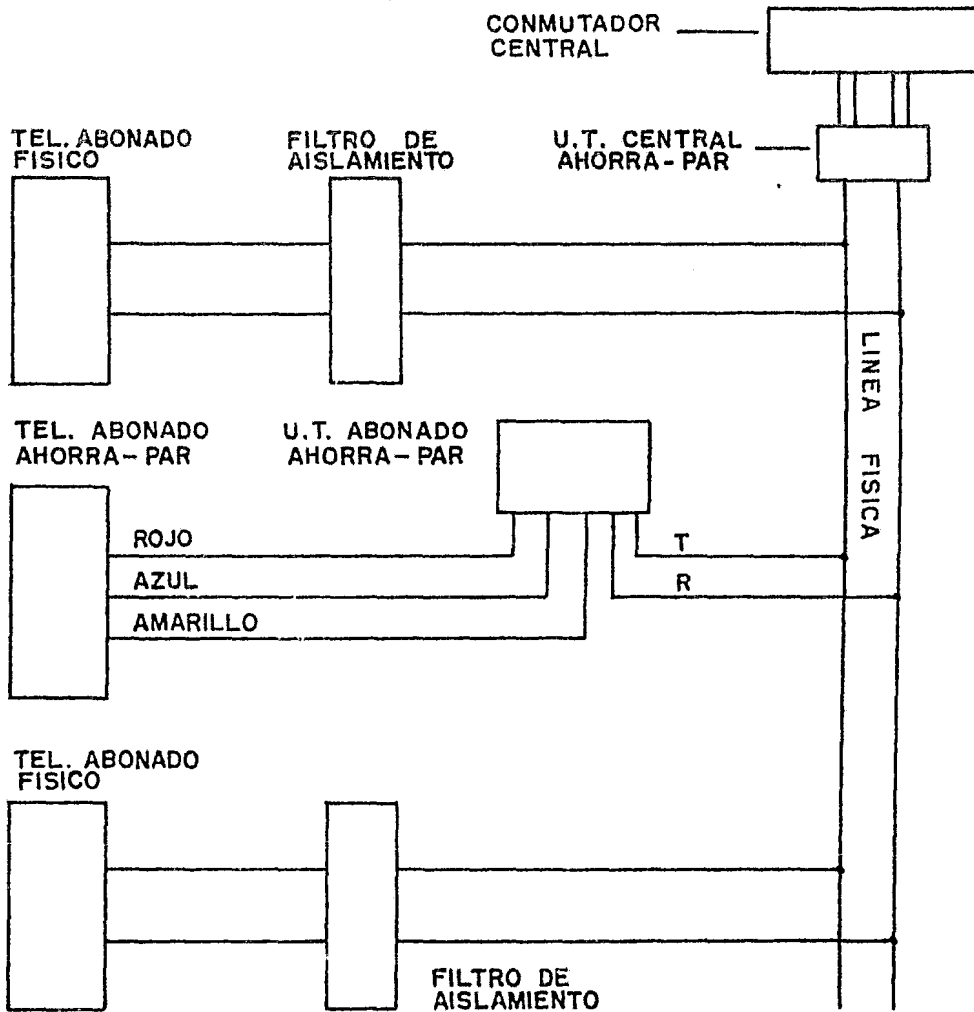


FIG. 3.5  
 REPRESENTACION DE UN SERVICIO DE LINEA COMPARTIDA

ten son dos pares terminales de líneas procedentes desde la central, y la conexión a la línea física de transmisión deseada; De hecho, esto crea un canal de O. P. completamente independiente y viajando junto con una señal de audio a la que no interfiere.

### 3.5.- CARACTERISTICAS DE DISEÑO.

El ahorra par es un sistema de amplitud modulada - de un solo canal de doble banda lateral completamente transistorizado.

Las frecuencias que se emplean son:

76 KHz., para la transmisión desde la central y --  
28 KHz. para la transmisión desde la terminal de abonado.

Este equipo está diseñado para trabajar tanto para 24 volts, como para 48 volts, de C. D. , previos ajustes.--  
Para fines prácticos en el laboratorio, fué ajustado para -  
trabajar a 24 volts.

La fuente de potencia para la operación del ahorra par se obtiene completamente de la línea física a la cuál - se aplica. Dicho en otras palabras, la batería de 24 volts que está en la central constituye la fuente de potencia tanto para el circuito físico como para el circuito ahorra par.

La terminal del abonado ahorra par contiene una -- batería de níquel cadmium recargable. Esto se hace con la batería de la central a través de la línea física durante - las condiciones de reposo del circuito. En condiciones de conversación, el circuito ahorra par queda aislado del cir- cuito físico mediante un interruptor electrónico. En esta forma el circuito ahorra par opera con la batería de níquel cadmium.

La llamada sobre el abonado ahorra par se hace me- diante la detención de la presencia del voltaje de llamada en la terminal ahorra par de la central y conectando, me--- diante circuitos apropiados, la batería de 6 volts de níqu- el cadmium a un convertidor que, a su vez, proporciona una corriente alterna de 70 volts nominales para sonar campanas normales de 20 Hz.

Las únicas conexiones que se requieren en la termi- nal del abonado ahorra par son hacia la línea física.

La terminal ahorra par de la central requiere cone- xiones a la línea física y a los equipos de la central, la remoción de esta unidad no interrumpe los circuitos físicos.

## CAPITULO 4.- OPERACION DEL SISTEMA

### 4.1.- RANGOS DE OPERACION

El sistema Ahorra Par puede operar a 48 ó 24 volts de corriente directa previa sustitución de las resistencias R1 y R2, localizadas en la central terminal del Ahorra Par ( ubicadas en el regulador de voltaje ).

Las frecuencias con que opera son de 76 kiloherts (KHz.) desde la central al abonado y 28 KHz. en sentido contrario.

La pérdida en el sistema es de 43 decibeles a 76 - KHz., la impedancia del cable de la línea es de 130 ohms; - la modulación del sistema es de un 50% .

La terminal del abonado es accionada completamente por una batería de níquel-cadmium recargable, con un voltaje de 6.25 volts de corriente directa.

La terminal de la central es accionada por la batería física de la central, siendo esta batería la que carga a la batería de níquel-cadmium.

El consumo de corriente en el sistema es de aproxímadamente de 33 miliamperes.

### 4.2.- EL SISTEMA EN REPOSO

Cuando en el sistema Ahorra Par los microteléfonos se encuentran en la posición de colgados no se transmite -- ninguna señal portadora de las terminales.

En esta condición en la terminal de la central el interruptor de control de señal está en posición de apagado y el circuito del relevador esta desenergizado permitiendo que exista un circuito de alta resistencia a través de los hilos que van a la central. ( ver fig. 4.3.11a )

## 4.3.- OBTENCION DEL TONO DE MARCAR DEL ABONADO AHORRA PAR.

En el sistema Ahorra Par se opera una serie de circuitos para obtener el tono de marcar, explicaremos a continuación este proceso.

En el instante que el abonado Ahorra Par descuelga se cierra a través de su aparato telefónico y su unidad terminal un circuito por medio del borne negativo y el borne color

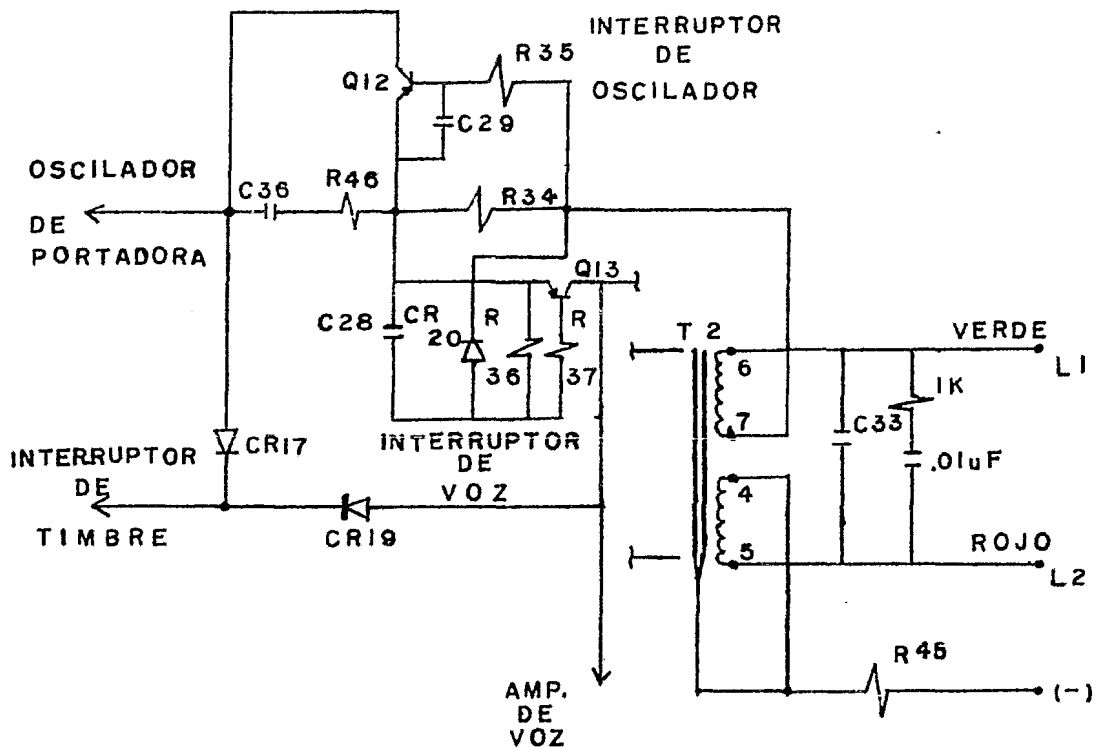


FIG. 4.3.1 CIRCUITO DE ENTRADA DE LA TERMINAL DEL ABONADO AHORRA PAR

verde, este circuito forma un potencial negativo que activa al interruptor de frecuencia de voz y al interruptor del oscilador, como se muestra en la fig.4.3.1

El interruptor de frecuencia de voz a su vez se satura permitiéndole el paso de corriente directa positiva hacia el amplificador de frecuencia de voz (ver fig. 4.3.2); - De esta manera el circuito está preparado para obtener el to no de marcar que proviene de la central.

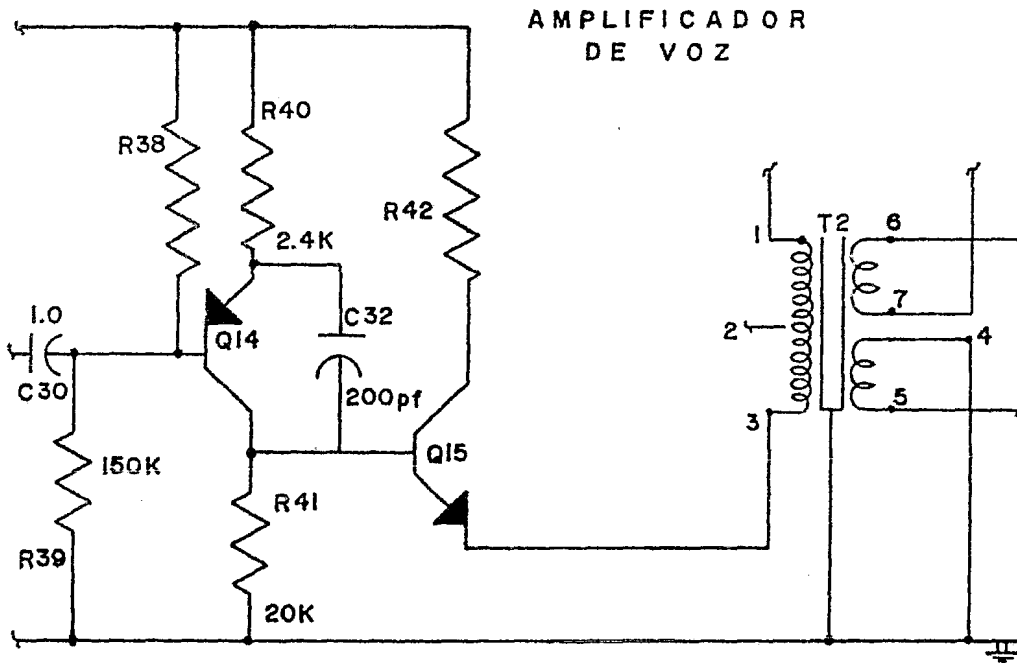


FIG. (4.3.2 )  
AMPLIFICADOR DE LA FRECUENCIA DE VOZ

Al activarse el interruptor del oscilador se activa a su vez el oscilador de la portadora de 28 kilohertz -- (KHz.), pero también por medio del diodo CR17 se opera el interruptor de llamada el cuál se inhibe para evitar el posible encendido del generador de llamada. (ver fig. 4.3.3)

#### GENERADOR DE LLAMADA

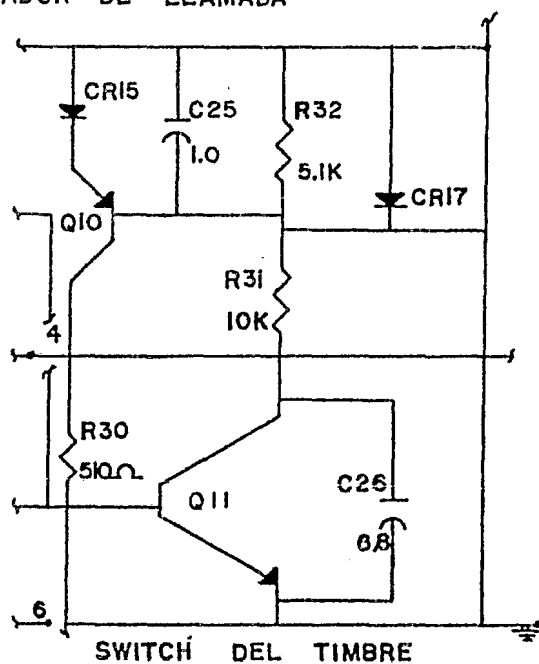


FIG. (4.3.3.)

CIRCUITO DEL INTERRUPTOR DE LLAMADA Y GENERADOR DE LLAMADA

El interruptor del oscilador se activa por medio de la señal que proviene del punto 7 del transformador - T2 y entra a la base del transistor Q12. (ver fig. 4.3.4) saliendo la señal por colector hacia el colector del ---

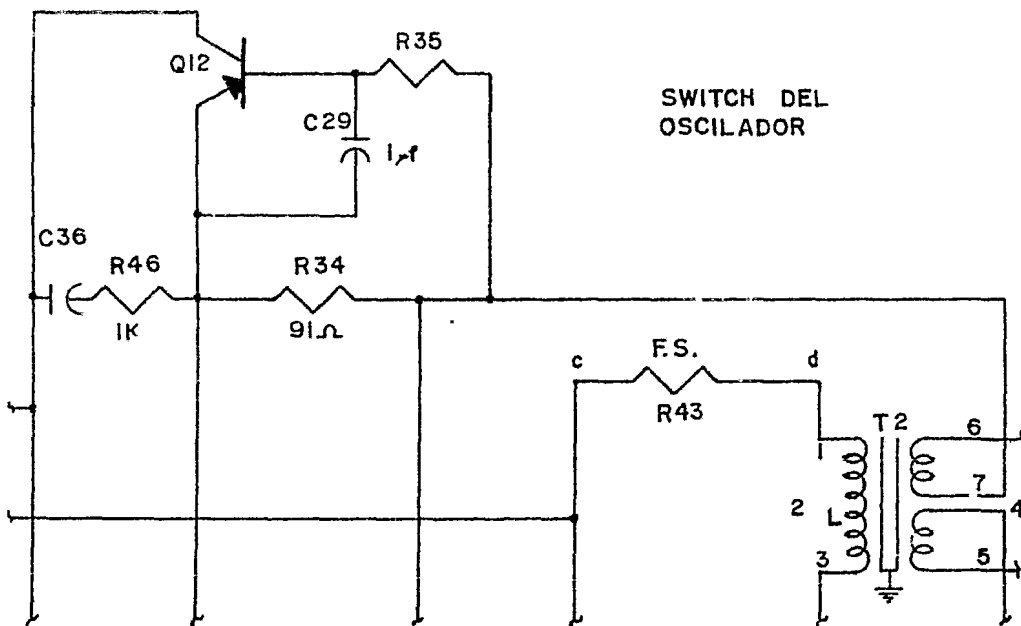
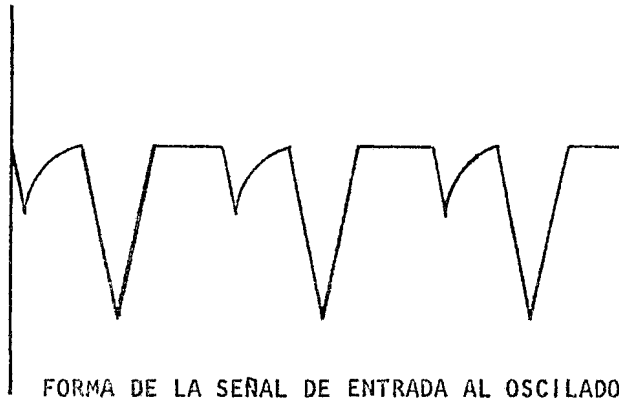


FIG (4.3.4)  
CIRCUITO DEL INTERRUPTOR DEL OSCILADOR

transistor Q6, teniéndose la forma de onda como se muestra en la figura 4.3.5



FORMA DE LA SEÑAL DE ENTRADA AL OSCILADOR DE 28 KHz.  
FIG. (4.3.5.)

El oscilador de 28 KHz. figura 4.3.6. manda su señal por el punto 2 de L2, pasa a través de la resistencia R23 la cuál hace punto común con el emisor del transistor Q6 y la resistencia R20; En este punto existe una onda senoidal cortada de la parte negativa con un voltaje de 9.8 Volts. de 28KHz.

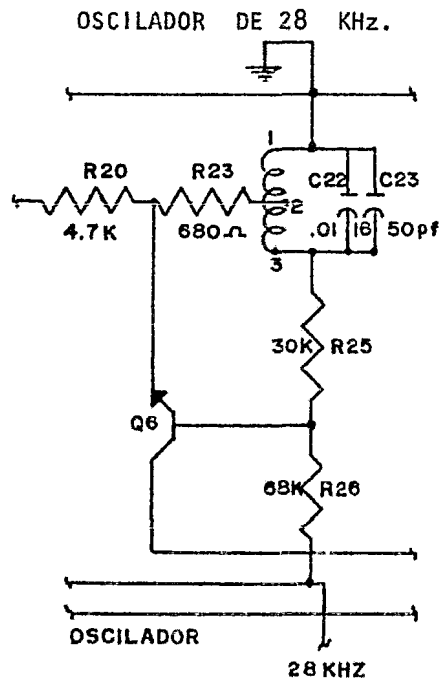


FIG (4.3.6.)

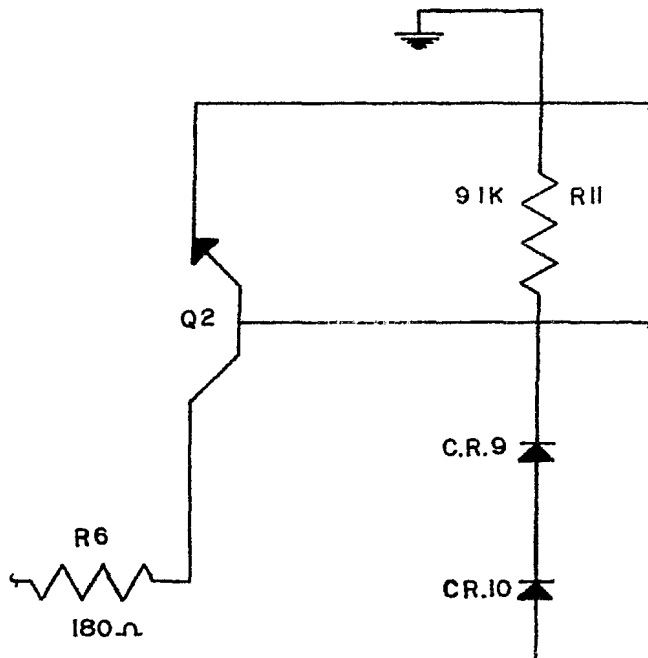


FIG. (4.3.7.)

## AMPLIFICADOR DE TRANSMISION

Al pasar por la resistencia R20 baja el voltaje de la señal a 5.6 volts entrando así a la base del transistor Q2 que junto con la resistencia R6 forma parte del Amplificador de transmisión figura 4.3.7.

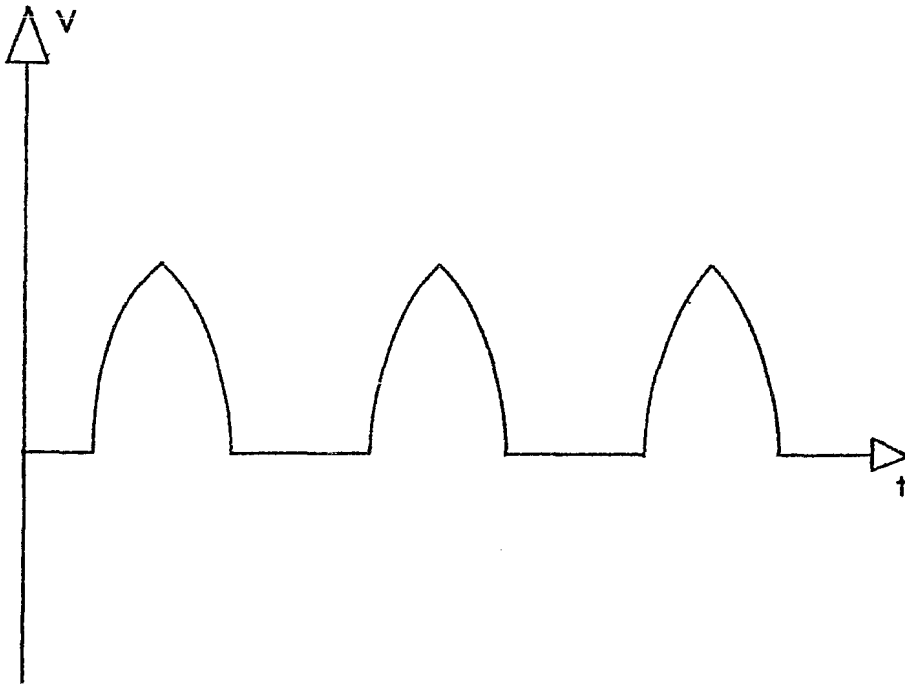


FIG. 4.3.8

## FORMA DE LA ONDA A LA SALIDA DEL INTERRUPTOR DE TRANSMISION

La onda senoidal cortada de la parte negativa sa le por colector de Q2 ( ver fig. 4.3.8 ) y pasa por la re sistencia R6, en donde la onda sufre una ligera alteración entrando así al filtro paso baja ( Z3 ), por el punto 5, - saliendo la señal del filtro, va hacia la línea de 130 --- ohms de alta frecuencia ( ver fig. 4.3.9 ).

La portadora proveniente de la terminal del abonado Ahorra Par llega a la terminal de la central con un nivel de transmisión de, entre 0 y -30 decibeles.

La terminal de la central recibe la portadora por el filtro paso banda de recepción de 28 KHz. ( ver fig. - 4.3.10 ).

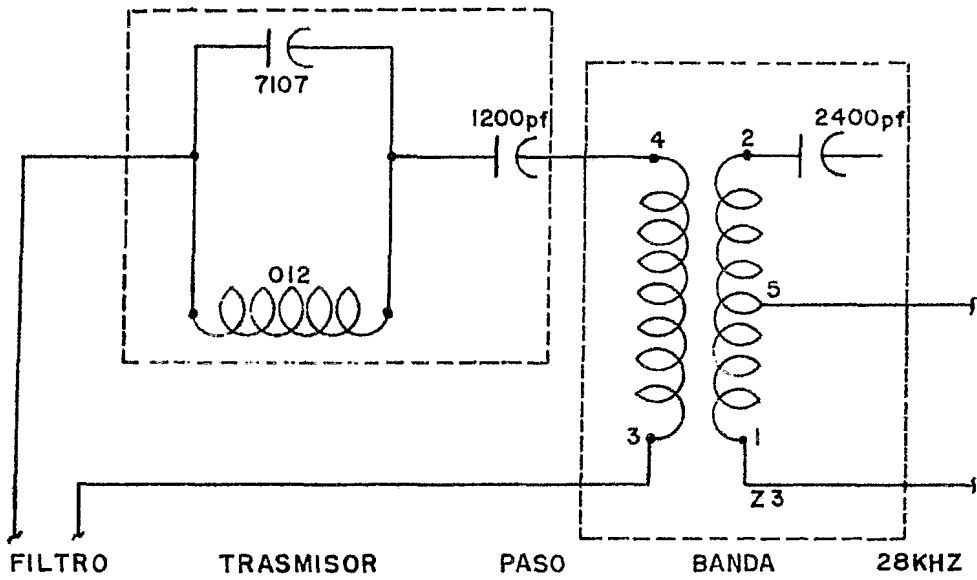


FIG. (4.3.9.)

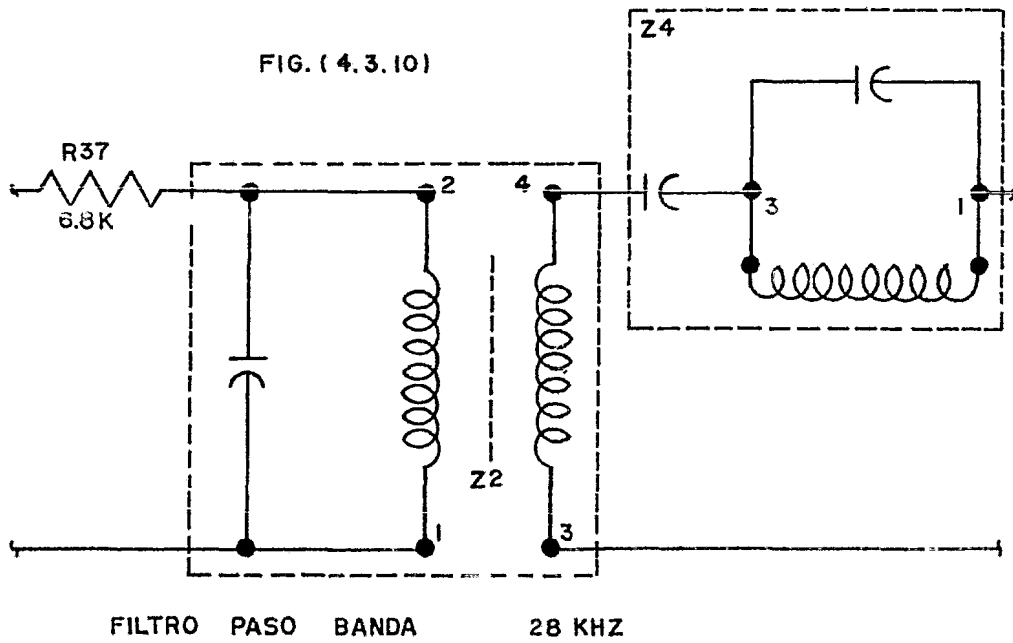


FIG. (4.3.10)

Del filtro pasa al circuito de pérdidas variables mandando la señal al amplificador y mediante transformador se acopla al detector, (fig. 4.3.11), este se polariza provocando que el interruptor de control de señal ( compuesto

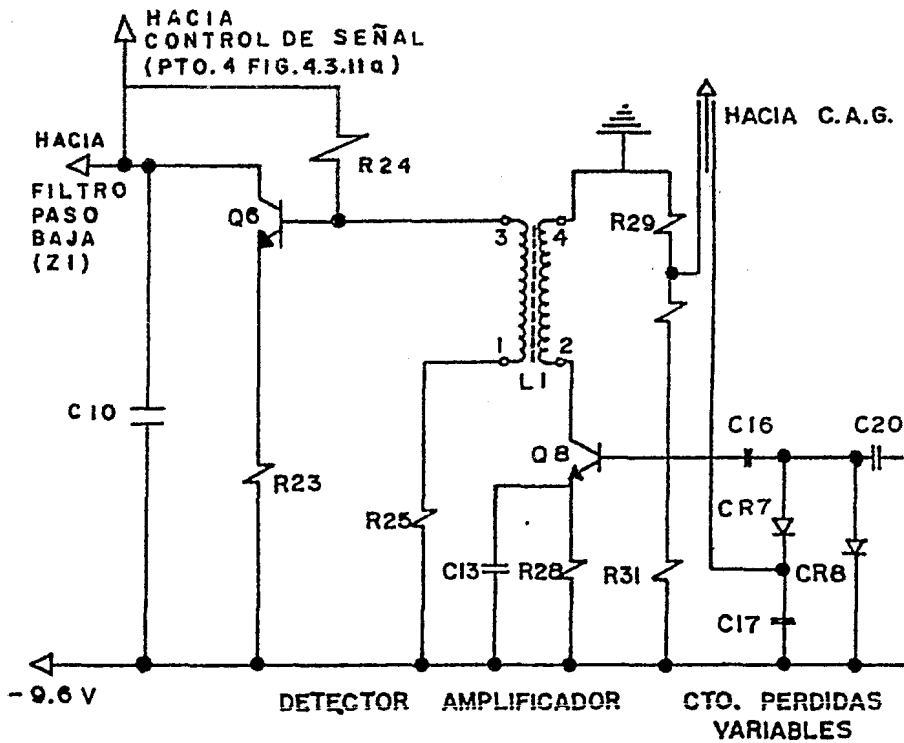
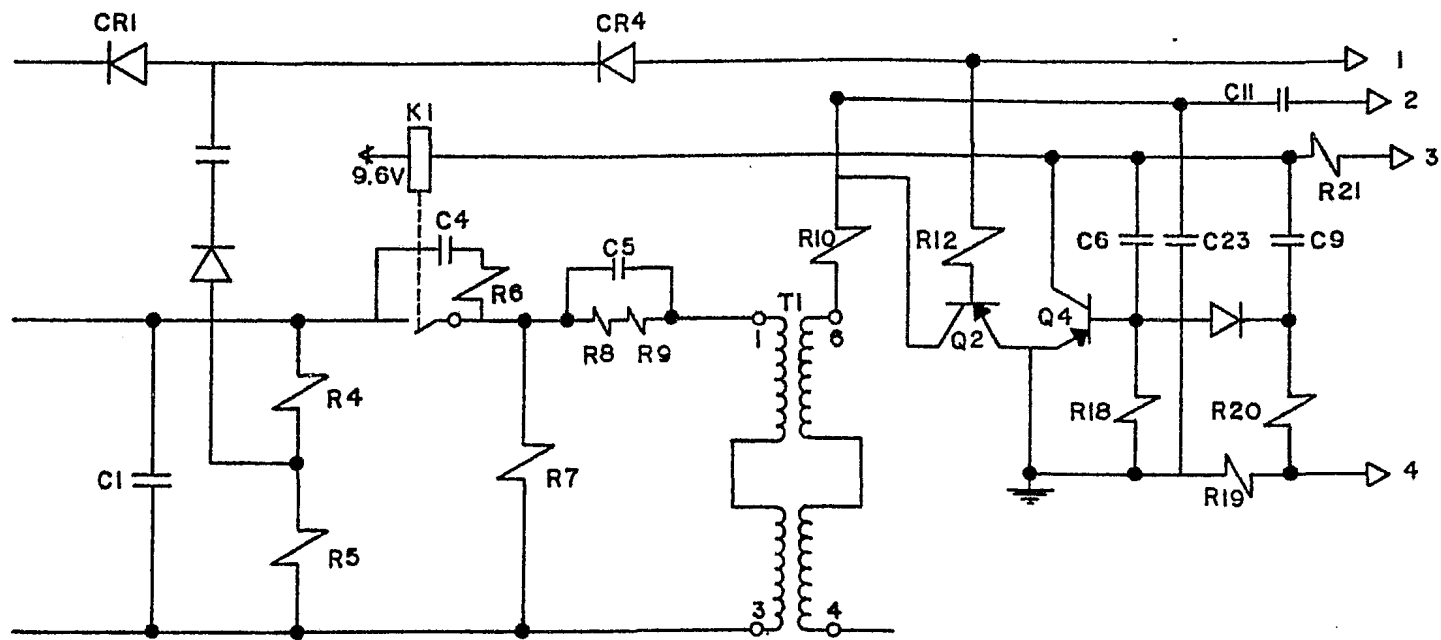


FIG. 4.3.11

por los transistores Q2 y Q4 ), conduzca y a su vez energiza al circuito del relevador preñdiendo también al oscila\_dor de la portadora de 76 KHz. ( fig. 4.3.11a ).



4.2

TABLILLA DE LA CENTRAL  
a,b AHORRA-PAR

- 1.- Hacia el control de llamada
- 2.- Hacia el modulador
- 3.- Hacia el oscilador de 76 KHz.
- 4.- Punto de llegada de la señal del detector

FIG. 4.3.11a

El oscilador de la portadora ( fig. 4.3.11b ), de 76 KHz. transmite su señal a la terminal del abonado para - activar el circuito entre las terminales "Tip" y "Ring" formándose una impedancia de 900 ohms. en el circuito que energiza al equipo de línea de la central para que ésta le mande el tono de marcar.

El tono de marcar sale de la central y la trayectoría que sigue hacia el abonado ahora par es la misma que - recorre la información ó frecuencia de voz de la persona -- con la que va a conversar ( ver sección 4-6 ).

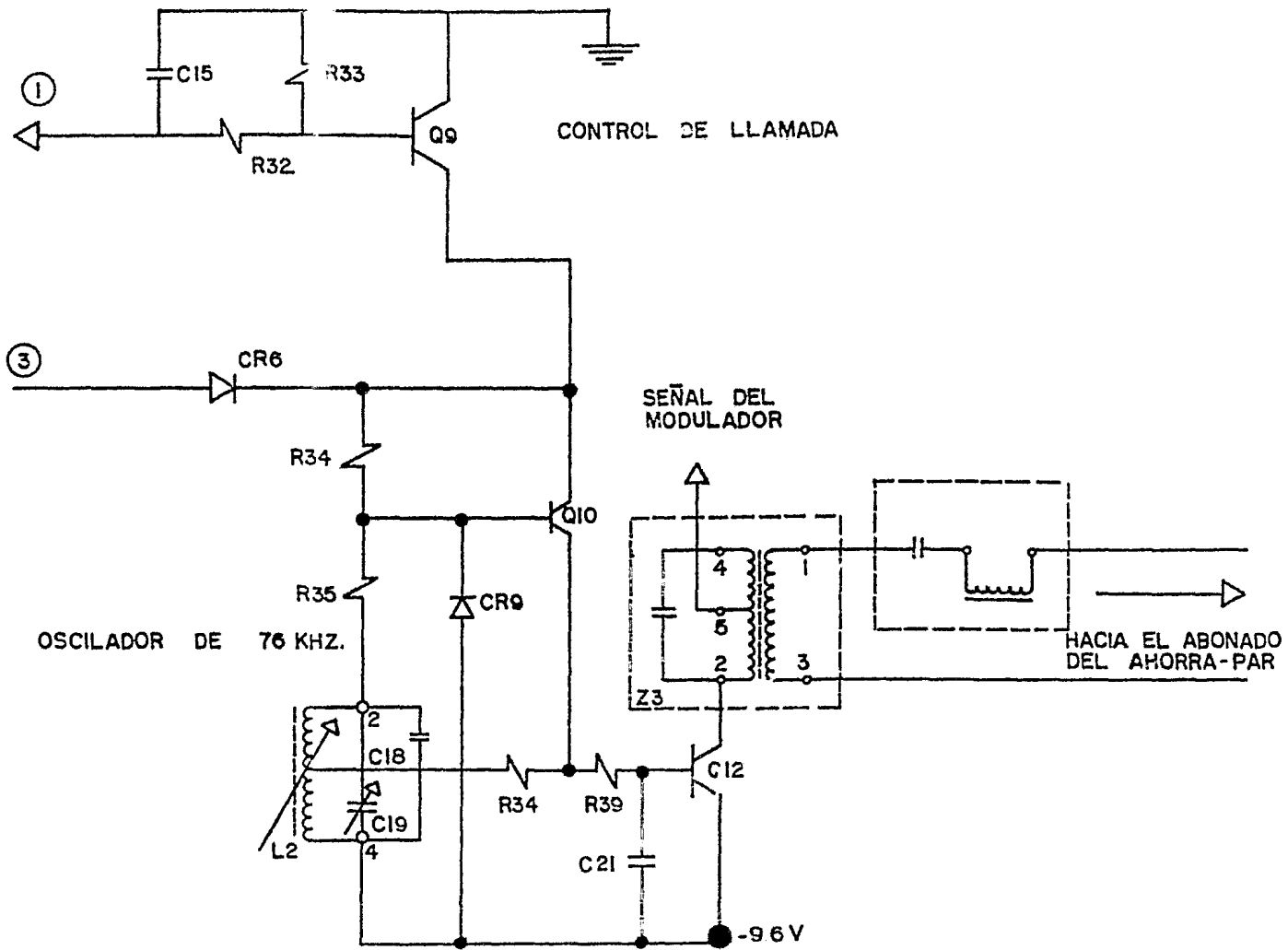


FIG 4.3.11b

#### 4.4 CIRCUITOS OPERADOS EN LA MARCACION.

En la tableta del abonado Ahorra Par en el momento que empieza a marcar al número deseado, ya existe, por estar su microtelefono descolgado una transmisión de la portadora de 28 KHz. hacia la central en donde están activados los circuitos y energizado el relevador.

La marcación de cada número hace que el circuito del relevador se abra y se cierre, por lo que la portadora se corta o se transmite al enviar la información del disco hacia la central.

Lo anterior lo trataremos de exponerlo con más claridad.

Al llegar a la central la portadora de 28 KHz., interrumpida por el disco, circula a través del filtro paso banda de 28 KHz., el circuito de perdidas variables y el demodulador, donde se vuelve a convertir en pulsos, los que llegan a la base de Q4, que al saturarse le da " Tierra " al relevador K1; Este abrirá y cerrará su contacto tantas veces como pulsos le lleguen, con lo cuál la central recibirá la información del número deseado.

(ver fig. 4.3.11a)

#### 4.5.- CIRCUITOS OPERADOS EN LA TRANSMISION DE LA FRECUENCIA DE VOZ.

Para transmitir una información de un abonado A a otro ----  
abonado B se debe cumplir una serie de puntos que enumera--  
mos a continuación:

- I.- Descolgar microtelefono del abonado A
- II.- Que central envíe el tono de marcar
- III.- Marcar el número deseado el abonado A
- IV.- Que el tono de llamada opere
- V.- Microtelefono de abonado B se descuelge

En el momento de cumplirse todos los puntos ante--  
riores se podrá transmitir la información deseada.

El sistema Ahorra Par sigue la misma secuencia pe-  
ro operándose una serie de circuitos adicionales a los cir-  
cuitos físicos, en la transmisión de voz, que trataremos de  
explicar en la sección 4.5.1.

#### 4.5.1.- TRANSMISION DE VOZ DEL ABONADO AHORRA PAR.

El abonado Ahorra Par está en condición de transmitir su información al cumplirse los puntos mencionados - en la sección 4.5, se da por asentado que está transmitiendo ya , una señal portadora de 28 KHz. ,del abonado a la - central, y 76 KHz.,de la central al abonado, al cumplirse los puntos I y II que se mencionan en la sección 4.5..

#### 4.5.2.- CIRCUITOS OPERADOS.

Para la descripción que sigue, consideremos que - el Ahorra Par emite una señal senoidal para la información ó frecuencia de voz que sale del abonado por el transformador T2 ( Bobina hibrida ), por ser la señal una corriente alterna se induce y sale por el punto 1 (ver fig. 4.5.1.) dirigiéndose hacia el modulador; La señal, onda senoi--dal muy distorsionada y con un voltaje de 0.05 Vpp --entra a la base del transistor Q3 y por emisor sale ya amplificada con un nivel de voltaje de 0.23 Vpp., y siendo -

CIRCUITO MODULADOR Y BOBINA HIBRIDA DE VOZ EN LA -  
TABLETA DEL ABONADO AHORRA PAR.

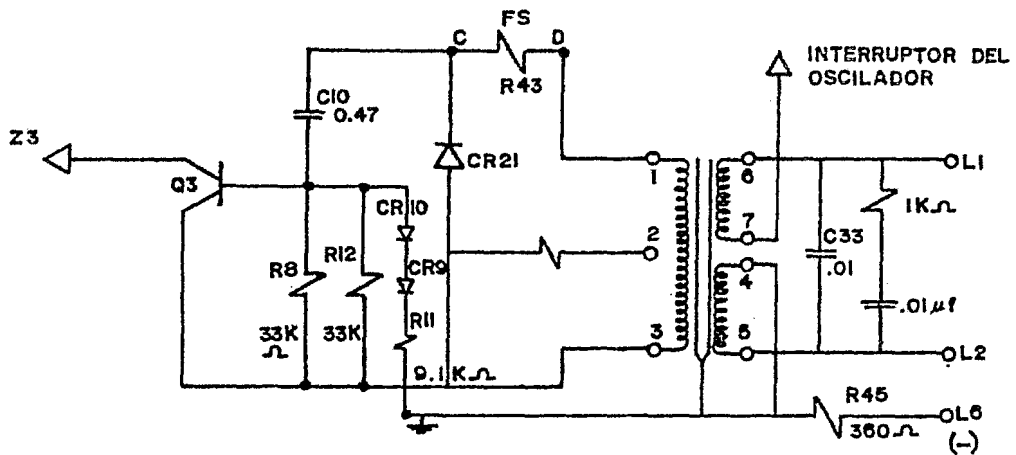


FIG. (4.5.1.)

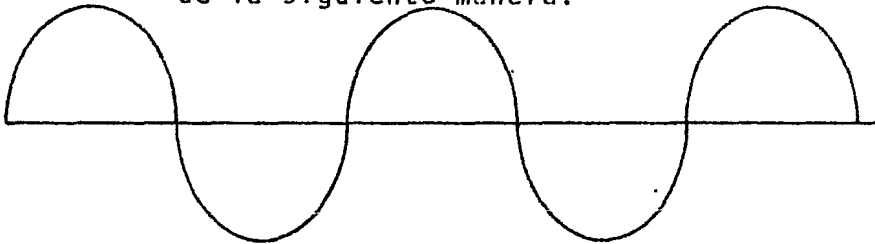
una onda senoidal perfecta, se dirige al filtro paso bajas de transmisión de 28 KHz., - al cual le llamamos Z3-, por dos caminos, como se muestra a continuación..

Z3 se muestra en la figura 4.5.2..

A.- Se dirige al punto 1 de Z3, siendo la forma de onda la mostrada en la figura.



B.- Se dirige al punto 2 de Z3 siendo la forma de onda de la siguiente manera.



En Z3 se realiza la modulación en amplitud, conjun-  
gándose dos señales: Una que proviene del modulador y la -  
otra del oscilador, que como se recordará está funcionando  
y mandando su señal: (ver sección 4.3 ).

Configuración del Filtro Paso-Bajas de 28 KHz. de transmisión.

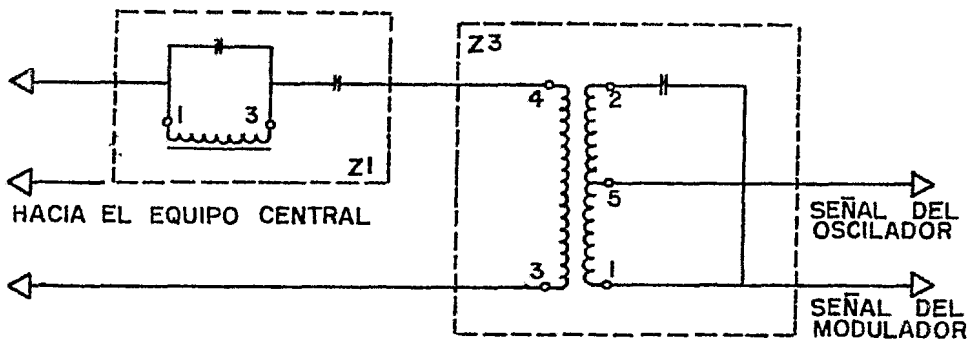


FIG. (4.5.2.)

Z1 evita ó bloquea cualquier señal diferente a 28 KHz. que provenga de la central.

La señal que hay entre los puntos 4 y 3 de Z3 es la de una onda senoidal perfecta con un voltaje de 0.52Vpp. Al pasar por Z1, se eleva el voltaje a 1.8 Vpp. siendo así como via la central.

En la terminal de la central las frecuencias que provienen de la terminal del abonado " Ahorra Par "son bloqueadas por el filtro de aislamiento y aceptadas en el filtro Paso-Banda, de 28 KHz. de recepción. La señal llega con un nivel de voltaje - de 0.92 Vpp. ( ver fig. 4.5.3. )

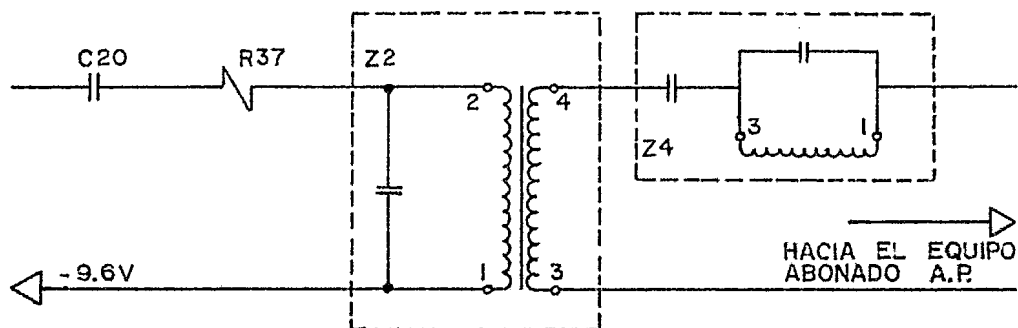


FIG.(4.5.3)

Configuración del filtro Paso-Banda de 28 KHz. de recepción

En los puntos 3 y 4 de Z2 la señal es una onda senoidal perfecta y con un voltaje de 0.72 Vpp. ésta se induce y se eleva su voltaje a 7.6 Vpp., Medidición realizada en el punto 2 - de Z2 con respecto a tierra.

Al pasar por la resistencia R37 el voltaje disminuye a 4.6 Vpp. entrando así al circuito de pérdidas variables, el capacitor C20 hace que la señal sufra una ligera alteración en su forma y su voltaje se reduzca a 4 Vpp.

La señal sale del circuito de pérdidas variables - por el capacitor C16 cortada de la parte positiva con voltaje de 2 Volts dirigiéndose al transistor Q8. ( figura 4.5.4. ).

El transistor Q8 forma parte del amplificador el - cuál está acoplado mediante transformador al detector. Q8 eleva el voltaje de la señal a 3.6 Volts siendo su salida por colector- la señal se dirige al punto 2 de L1, la señal se induce y en el - punto 1 de L1, obtenemos un voltaje de 2.6 Vpp., y en el punto 3 de L1, la señal se dirige hacia el detector formado por el transistor Q6.

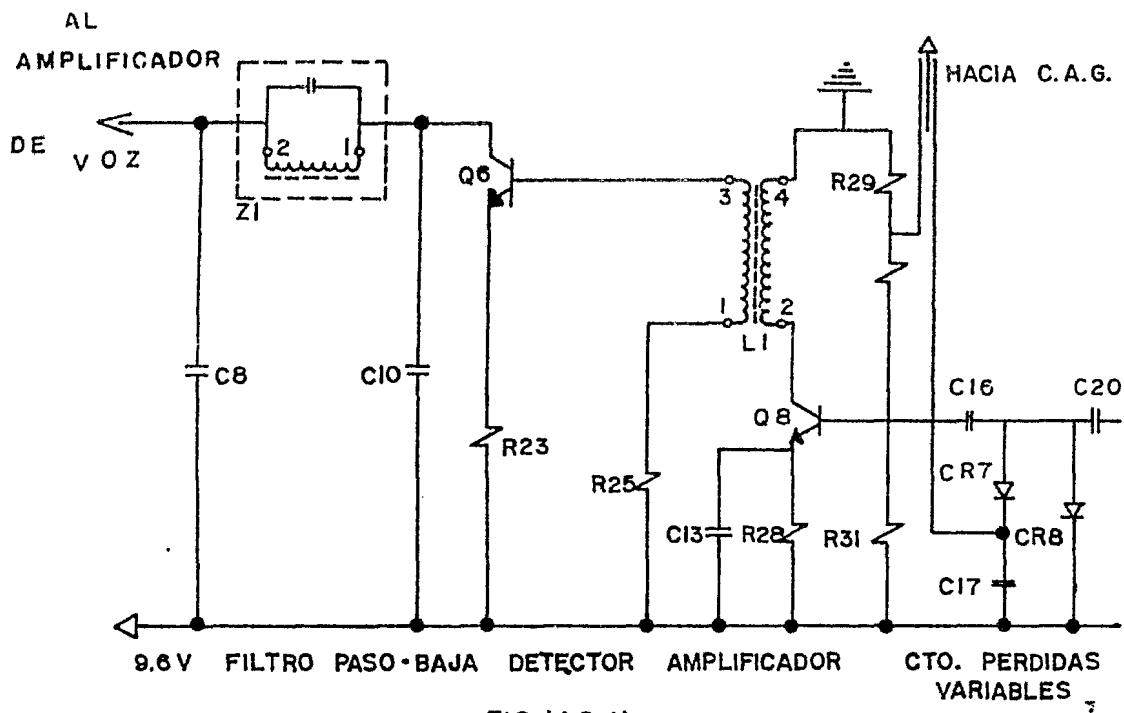
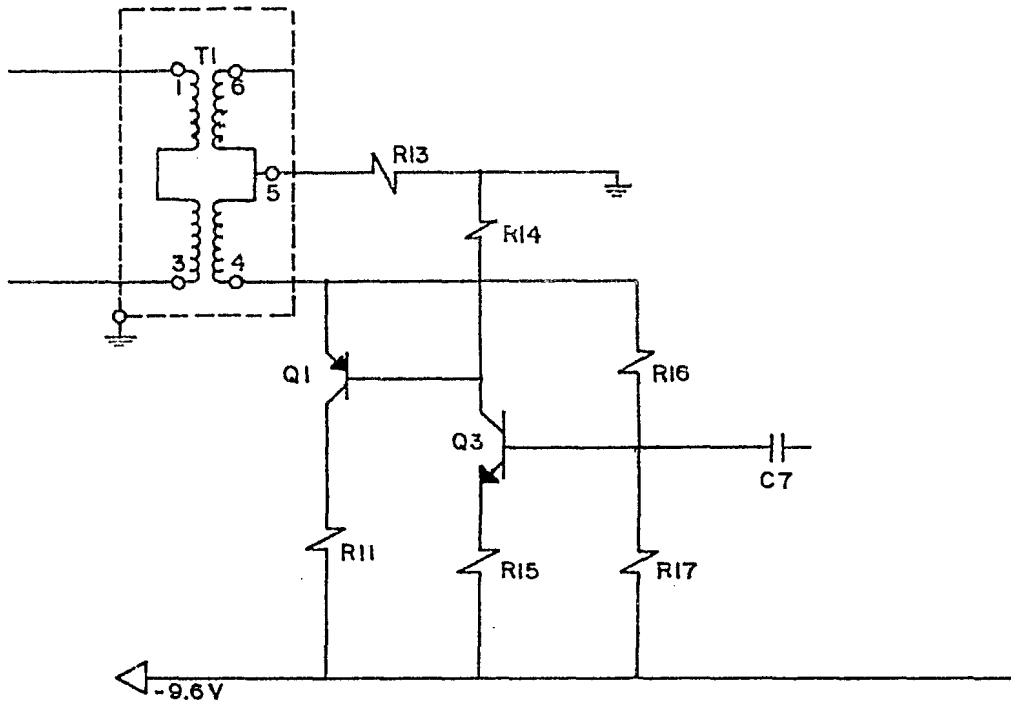


FIG.(4.5.4)

Del colector de Q6, la señal sale, siendo está en forma de diente de sierra y con un voltaje de 0.16 volts.

La función del detector es la de separar la frecuencia portadora de la frecuencia de voz. (demodulación).

La señal en forma de diente de sierra entra al filtro paso bajas de frecuencia de voz por el punto 1 de Z1 ( filtro paso baja ), y sale por el punto 2, ya la frecuencia de voz un tanto impura hacia el capacitor C7 pasan



AMPLIFICADOR DE LA FRECUENCIA DE VOZ

FIG.(4.5.5.)

do esté la señal al amplificador en cascada para frecuencia de voz: A esté amplificador la señal entra por el transistor Q3, llegando por la base y saliendo por colector la frecuencia de voz pura, entrando a la base del transistor Q1 : La señal amplificada a 0.24 volts sale por el emisor del transistor Q1 y se dirige al punto 4 del transformador T1. (ver fig. 4.5.5.).

En el transformador T1, se induce la señal ó información del amplificador, mandando esta información al-

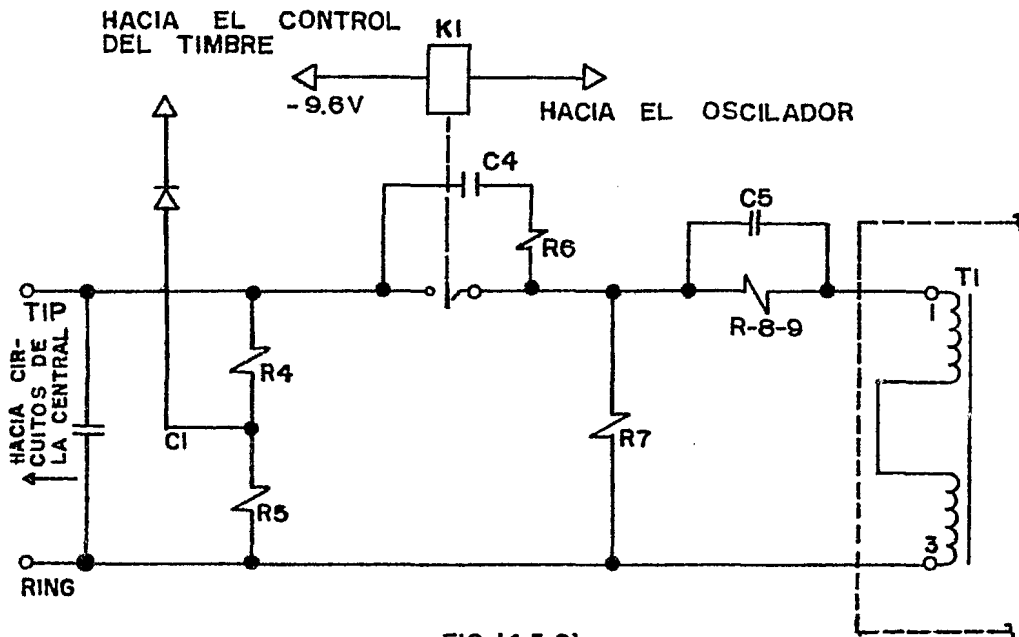


FIG. (4.5.6)

CIRCUITO DE ENTRADA DE LA TABLETA AHORRA PAR DE CENTRAL

equipo de línea de la central, puesto que como se recordará ( ver sección 4.3 ) el circuito del relevador está energizado y por consiguiente conectado a los circuitos de la central. ( ver fig. 4.5.6).

#### 4.6.- TRANSMISION DE VOZ DEL ABONADO FISICO AL ABONADO AHORRA PAR.

La información del abonado físico ( El que está conversando con el abonado ahorra par ), entra a los circuitos de la central y conecta a la tableta ahorra par de central, operandose los circuitos que en la sección 4.6.1 se explicarán.

##### 4.6.1.- CIRCUITOS OPERADOS.

La frecuencia de voz llega a la tableta Ahorra--Par de central por los puntos T y R, pasando al transformador T1 (bobina híbrida), por los puntos 1 y 3, existiendo entre estos puntos una onda senoidal de 0.15 Vpp. La señal sale de la bobina híbrida por el punto 6, pasa por la resistencia R10 y el capacitor C11, y de la salida de este capacitor se dirige hacia el modulador, entrando por la base del transistor Q11. (ver fig. 4.6.1)

La señal con la forma como se muestra en la figura A sale por el emisor de Q11 y pasa por la resistencia R42 la cual modifica la señal como se muestra en la figura B. (ver fig. 4.6.1).

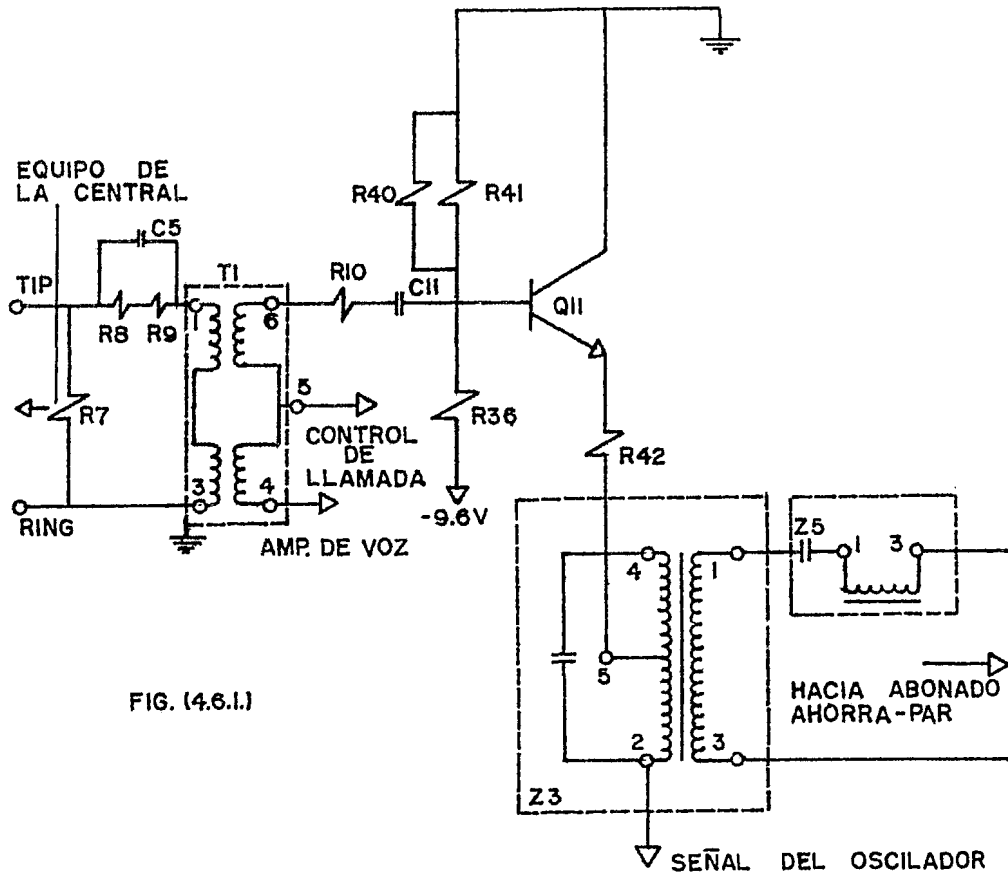


FIG. (4.6.1.)

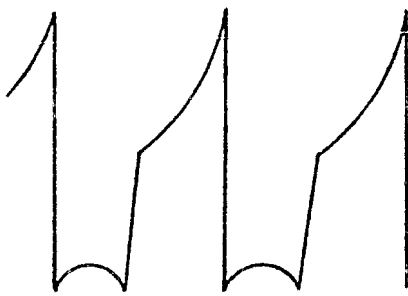


FIG - A

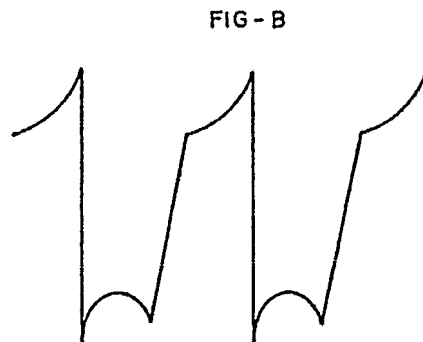


FIG - B

De la resistencia R42 la señal de audio se dirige hacia el filtro paso banda de 76 KHz., de transmisión el -- cuál la acepta por el punto 5, al filtro paso banda lo denominamos Z3, en donde se conjugan dos señales

Señal del modulador ( información ó frecuencia de voz ).

Señal del oscilador ( portadora de 76 KHz. ).

Es un hecho que el oscilador de 76 KHz. funciona y manda su señal en el instante que se descuelga el microtelefono y se obtiene el tono de marcar ( ver sección 4.3 ).

La modulación se realiza en el lado izquierdo de - Z3 y por inducción aparece la señal modulada en los puntos 1 y 3 dirigiendose a la tableta del abonado Ahorra par por la línea física. La señal modulada tiene una forma de onda senoidal y con un voltaje de 8 Vpp..

El filtro Z5 tiene como función bloquear cualquier señal diferente a los 76 KHz..

En la tableta del abonado Ahorra Par la señal es aceptada en el módulo de recepción de 76 KHz. entrando la señal al filtro paso banda de 76 KHz. - siendo una onda - senoidal perfecta modulada en amplitud - con un voltaje de 1.4 Vpp. entre los puntos 1 y 3 de Z4, (ver fig. 4.6.2 ).

Por inducción pasa a los puntos 2 y 4 de la misma Z4 obteniendose la misma onda senoidal pura y perfecta ---

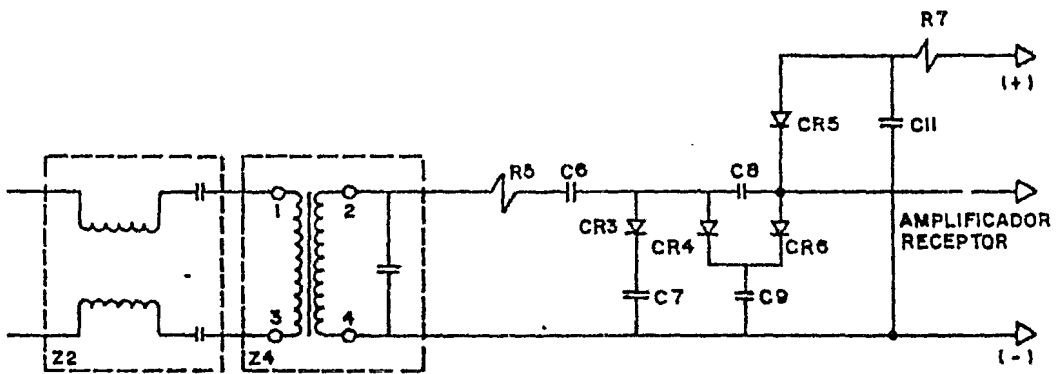


FIG.4.6.2  
MODULO DE RECEPCION DE LA SEÑAL DE 76 KHz. EN LA TABLETA DEL ABONADO  
AHORRA PAR.

-modulada en A. M. , pero con un voltaje de 15 Vpp. .

La medición a partir de estos puntos se hace con respecto al negativo.

La onda A.M. pasa a través de la resistencia R5 la cuál nos hace bajar el voltaje hasta 2.2. Vpp. entrando así al circuito de pérdidas variables (Fig 4.6.2.) en este circuito la onda senoidal vuelve a bajar su voltaje en el punto de unión del capacitor C8 y los diodos CR5 y CR6 a un nivel de 0.05 Vpp. y en esta forma entra a la base del transistor Q4 el cuál forma parte del amplificador receptor ( Fig. 4.6.3.)

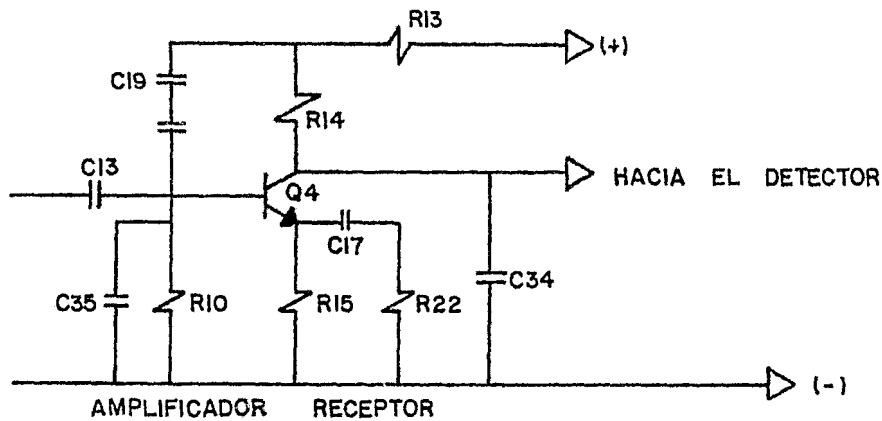
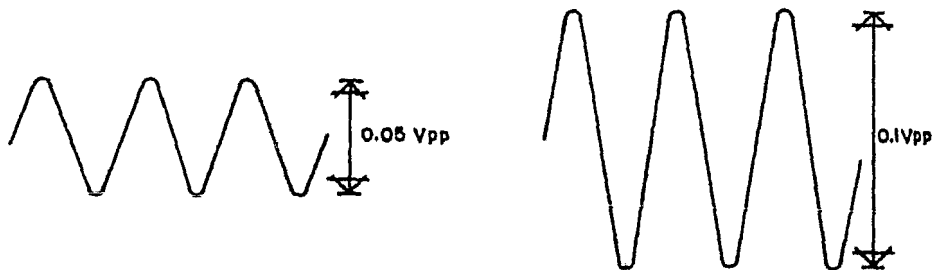


FIG. (4.6.3.)

El amplificador nos eleva el voltaje de la onda senoidal a 0.1Vpp.



La señal sale por el colector del transistor Q4 y se dirige a la base del transistor Q5, el cuál forma parte del detector , ( fig. 4.6.4.) su salida es por el colector, obteniéndose la rectificación de la onda de A.M. de la parte negativa y con un voltaje de 1.5 Volts.

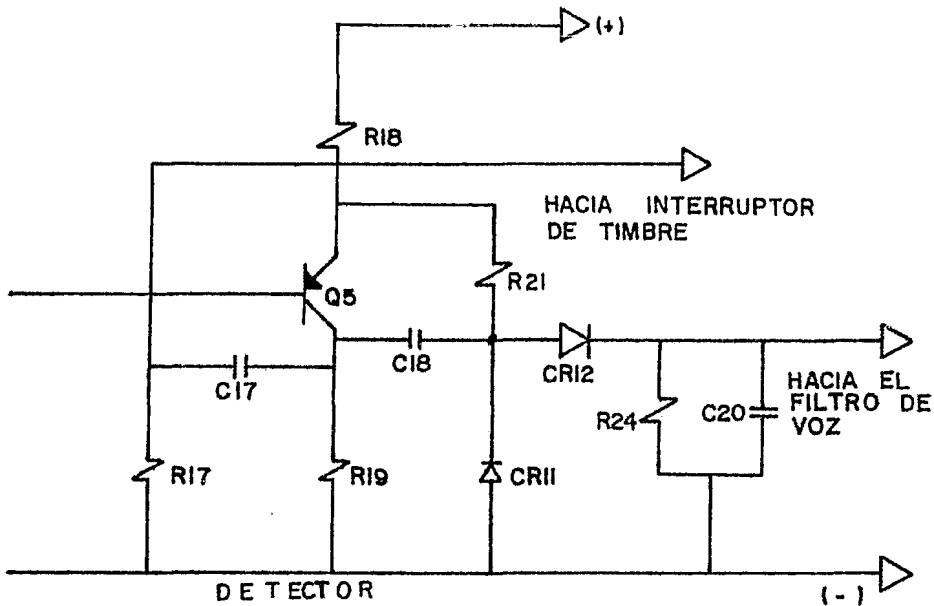


FIG. (4.6.4.)

El detector recibe y manda su señal a través del capacitor C18 y este a su vez al diodo CR12, cuando, como en este caso, trabaja con frecuencia de voz.

El detector, caso concreto el transistor Q5, recibe la señal portadora la manda vía colector al interruptor del timbre como se explicó en la sección 4.7

A la salida del diodo CR12 la señal que obtenemos es la señal moduladora emitida por el abonado físico, con vestigios de la portadora ( fig. 4.6.5. ).

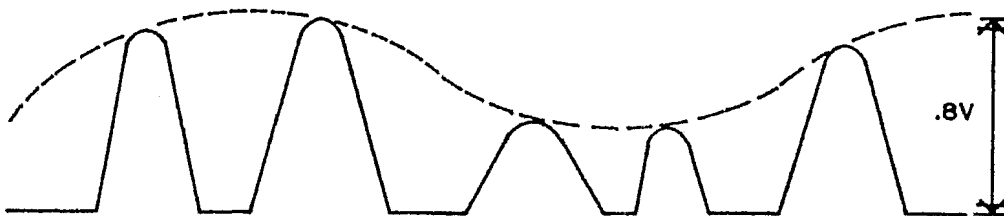


FIG. (4.6.5.)

Esta rectificación llega al filtro paso-Bajos de frecuencia de voz ( fig. 4.6.6. ).

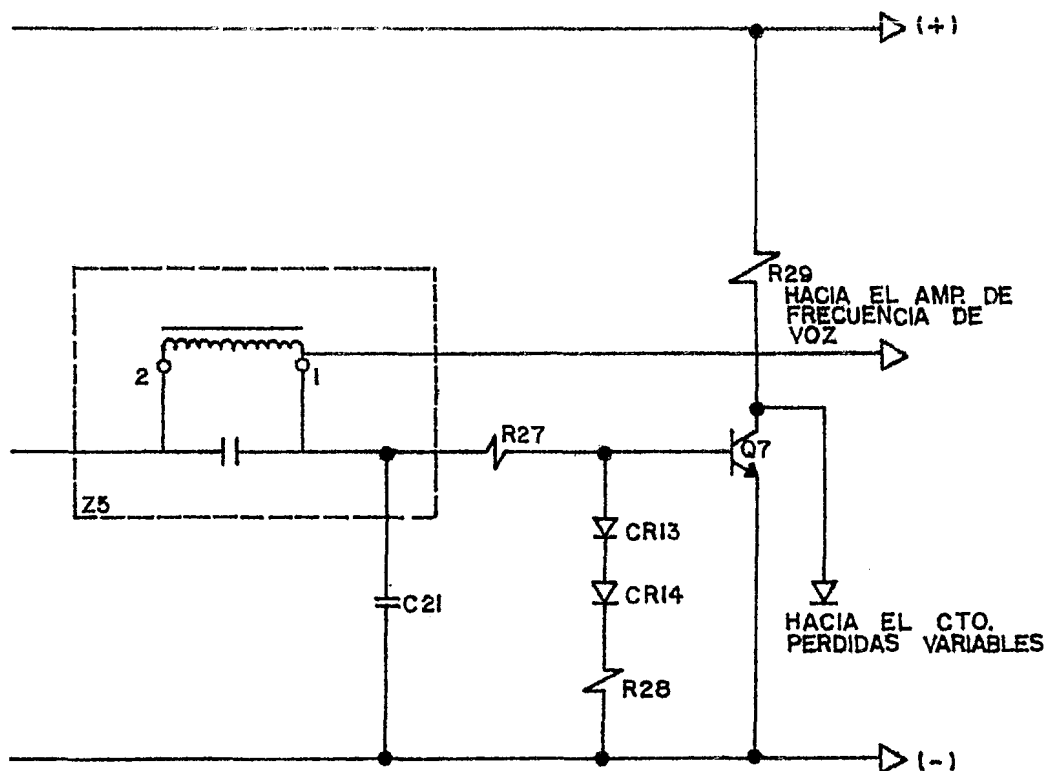


FIG.(4.6.6.)

## FILTRO PASO BAJAS DE FRECUENCIA DE VOZ

Como podrá observarse en el filtro Paso-Baja de -- frecuencia de voz, existen dos caminos:

- 1.- El diente de sierra pasa por el capacitor de - Z5 y se dirige a la resistencia R27 y al salir de esta va al control automático de ganancia- ( C.A.G. ), retroalimentando al sistema.
- 2.- El diente de sierra entra a la bobina de Z5 por el punto 2, siendo rechazada la portadora en es te caso, por el punto 1, sale la frecuencia de voz pura dirigiéndose a amplificador de voz.

La señal de frecuencia de voz llega al amplificador de voz ( figura 4.6.7. ), el cuál ya está polarizado puesto que el interruptor de voz lo activó ( sección 4.3).

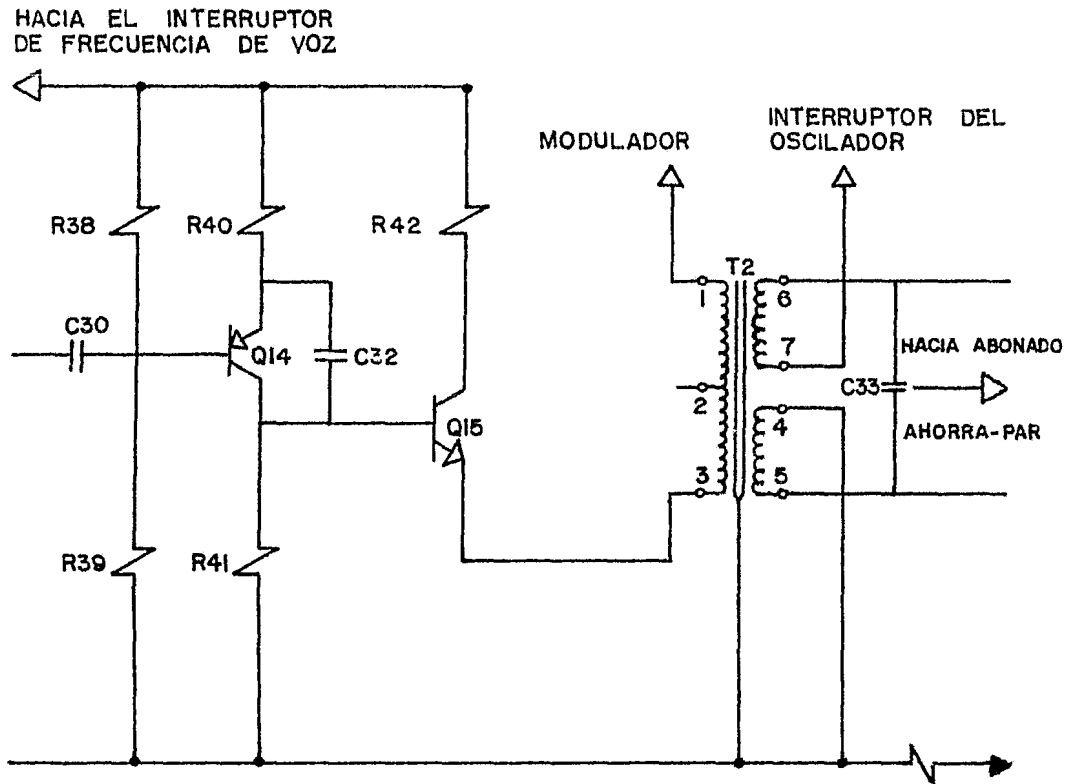


FIG. (4.6.7)  
AMPLIFICADOR DE VOZ

La señal entra por la base del transistor Q14 con un nivel de voltaje del rango de 0.02 Vpp. saliendo por el colector la señal amplificada de 0.12 Vpp., esta señal entra a la base del transistor Q15 y sale por colector con un nivel de voltaje de 0.18 Vpp. hacia el punto 3 del transformador T2 ( figura 4.6.7. ).

La señal que llega al punto 3, pasa por inducción al punto 5 del mismo transformador T2 ( bobina híbrida ) y de aquí al teléfono del abonado " Ahorra Par "

4.7.- PROCEDIMIENTO DE UNA LLAMADA DEL ABONADO FISICO AL  
 ABONADO AHORRA PAR.

La señal que proviene del equipo de la central, - es una señal alterna de 70 volts aproximadamente, con 25 - 42.; está señal entra a la tableta Ahorra Par de central por los puntos S y P, en este momento el circuito del relevador está abierto, por consiguiente el camino que toma la señal es por el diodo CR10 ( ver fig. 4.7.1 ), el cuál transforma la corriente alterna en corriente directa; pasa por el diodo CR4 y se dirige hacia el control de llamada compuesto por el transistor Q9, éste se satura provo--

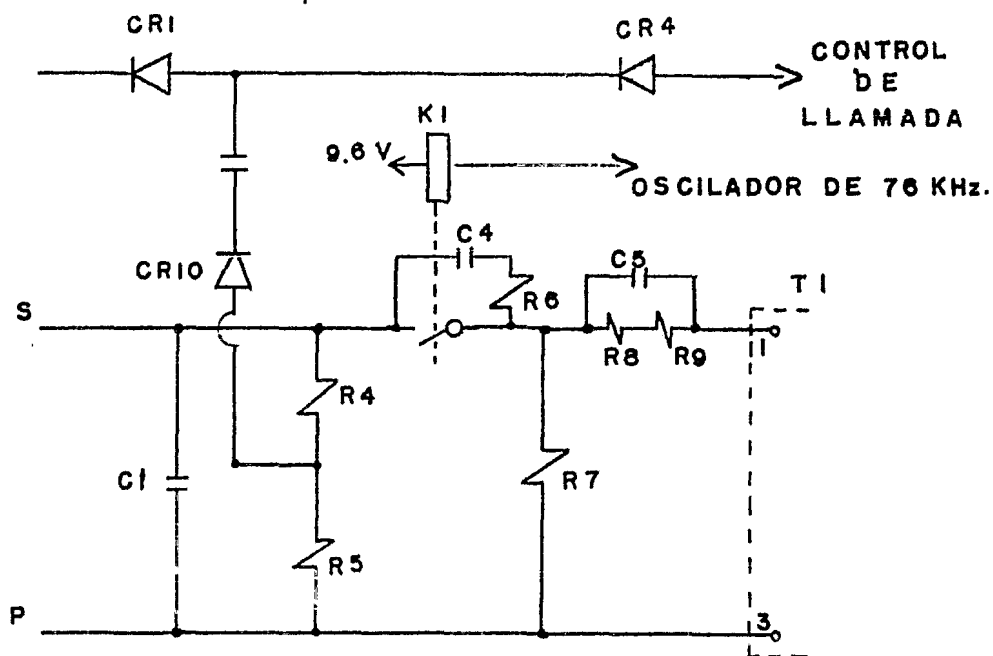
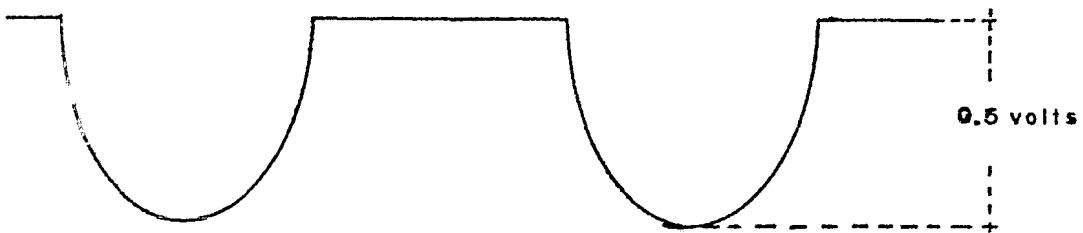


FIG. 4.7.1  
 CIRCUITO DE ENTRADA DE LA TABLETA AHORRA PAR  
 DE CENTRAL.

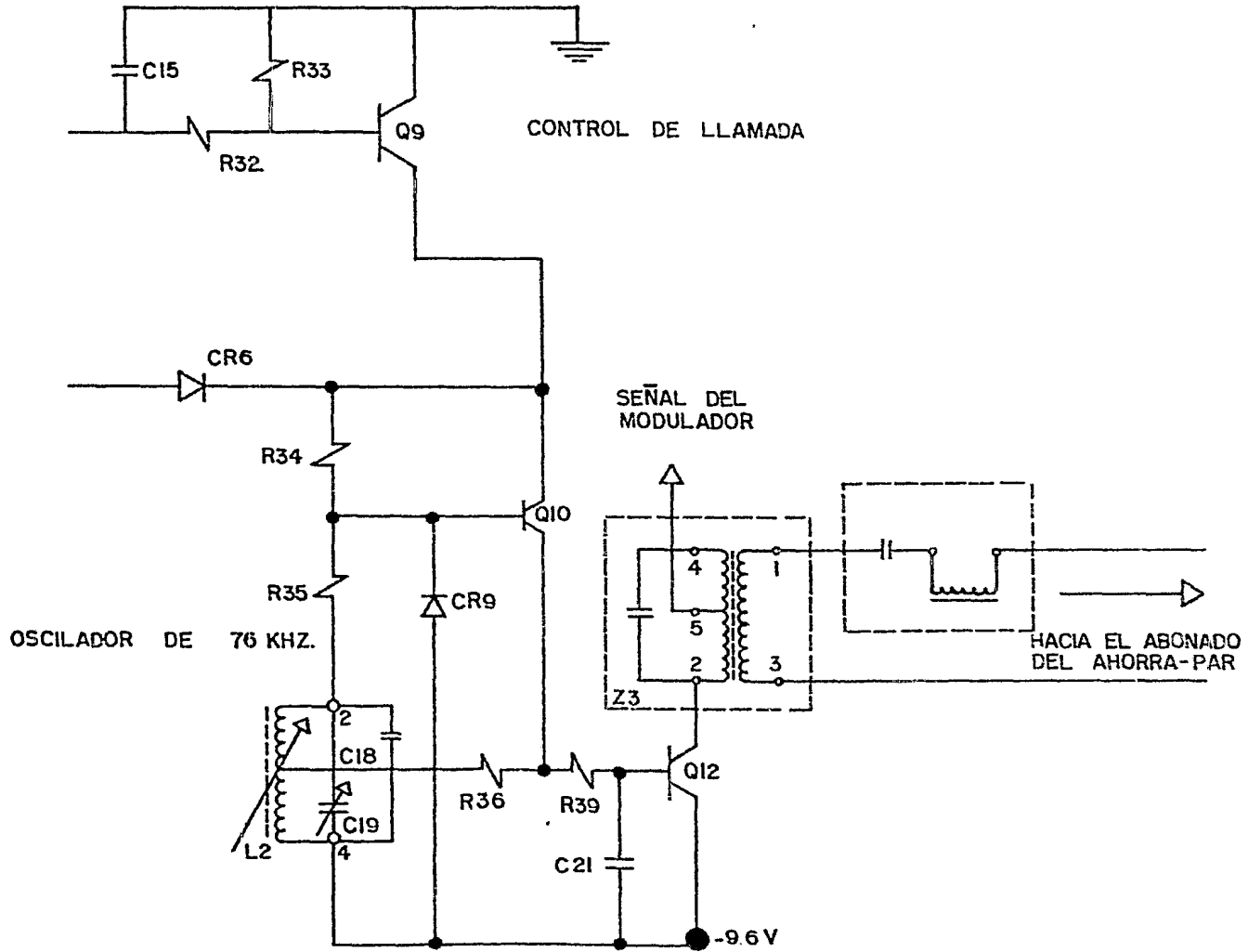
cando que haya entre el punto de -0.6 volts y tierra conducción de corriente, lo cuál hace que el transistor Q10, que forma parte del oscilador de 76 KHz. funcione..

La señal del oscilador de 76 KHz. sale por el punto 1 de L2 siendo una onda senoidal con un voltaje de 2 - Vpp., al pasar por la resistencia R36, la señal es cortada de su parte negativa, ( la salida de la resistencia R36, - hace punto común con el emisor del transistor Q10 ), y así entra a la resistencia R39, la que nos hace bajar el voltaje y cortar su parte positiva, como se muestra en la siguiente figura:



Con esta forma y voltaje la señal entra a la base del transistor Q12, ( ver fig 4.7.2 ), el cuál amplifica la señal a 1.3 volts pico a pico..

FIG. 4.7.2  
 INTERRUPTOR DE LLAMADA Y OSCILADOR DE 75 KHZ. EN LA TABLETA  
 PARA EL CONTROL DE LLAMADA



Está señal se dirige al punto 2 de Z3, que es el filtro paso baja de 76 KHz. De los puntos 1 y 3 de Z3, sale la señal portadora con un nivel de voltaje de 1.3 volts y se dirige vía la línea de 130 ohms a la tableta del abonado Ahorra Par.

En la tableta del abonado Ahorra Par la señal entra por los puntos 1 y 2 del receptor de 76 KHz., y de aquí conecta al filtro Z4, ( ver fig. 4.6.2. ) en los puntos 1 y 3 , la señal pasa por inducción al punto 2 de la misma Z4 ( la medición realizada de aquí en adelante es con respecto al negativo ), y conecta al circuito de pérdidas variables llegando despues al amplificador receptor, compuesto por el transistor Q4 ( ver fig. 4.6.3. ), que invariablemente nos eleva el voltaje de la señal, saliendo ésta por el colector , dirigiéndose hacia el detector compuesto por el transistor Q5, la salida de este transistor es por colector , la cuál tiene dos caminos:( ver fig. 4.6 4. )

A) A través del capacitor C18, para lo cuál, ver sección 4.6..

B) A través del capacitor C17, que en nuestro caso es el que analizaremos.

La señal portadora pasa por el capacitor C17 y se dirige a la base del transistor Q11, que forma parte del interruptor de timbre, este transistor al polarizarse se satura permitiendo que entre el punto negativo y el positivo haya conducción y por lo tanto pase la señal a la base del transistor Q10, saturándose en este caso también,

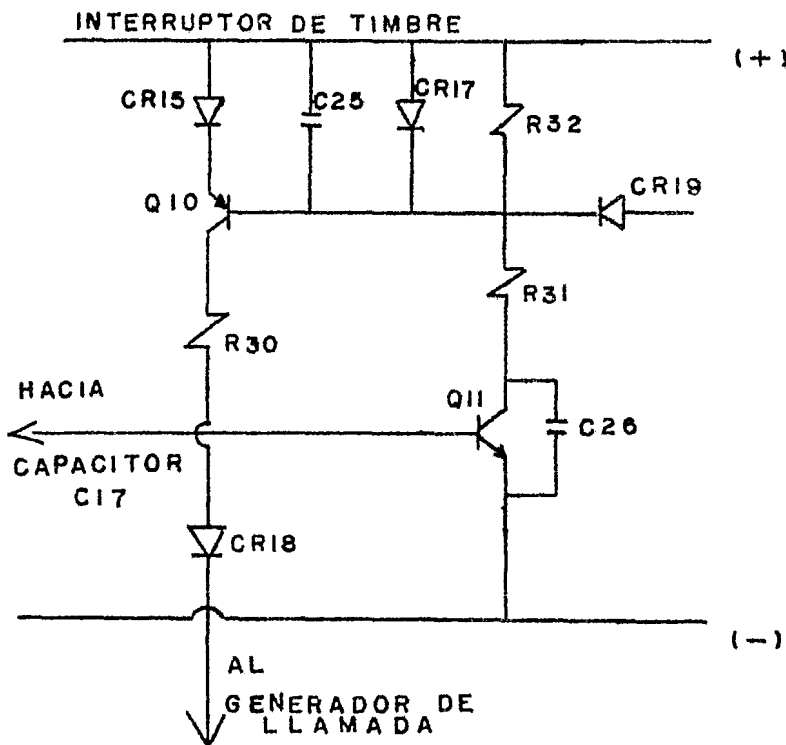
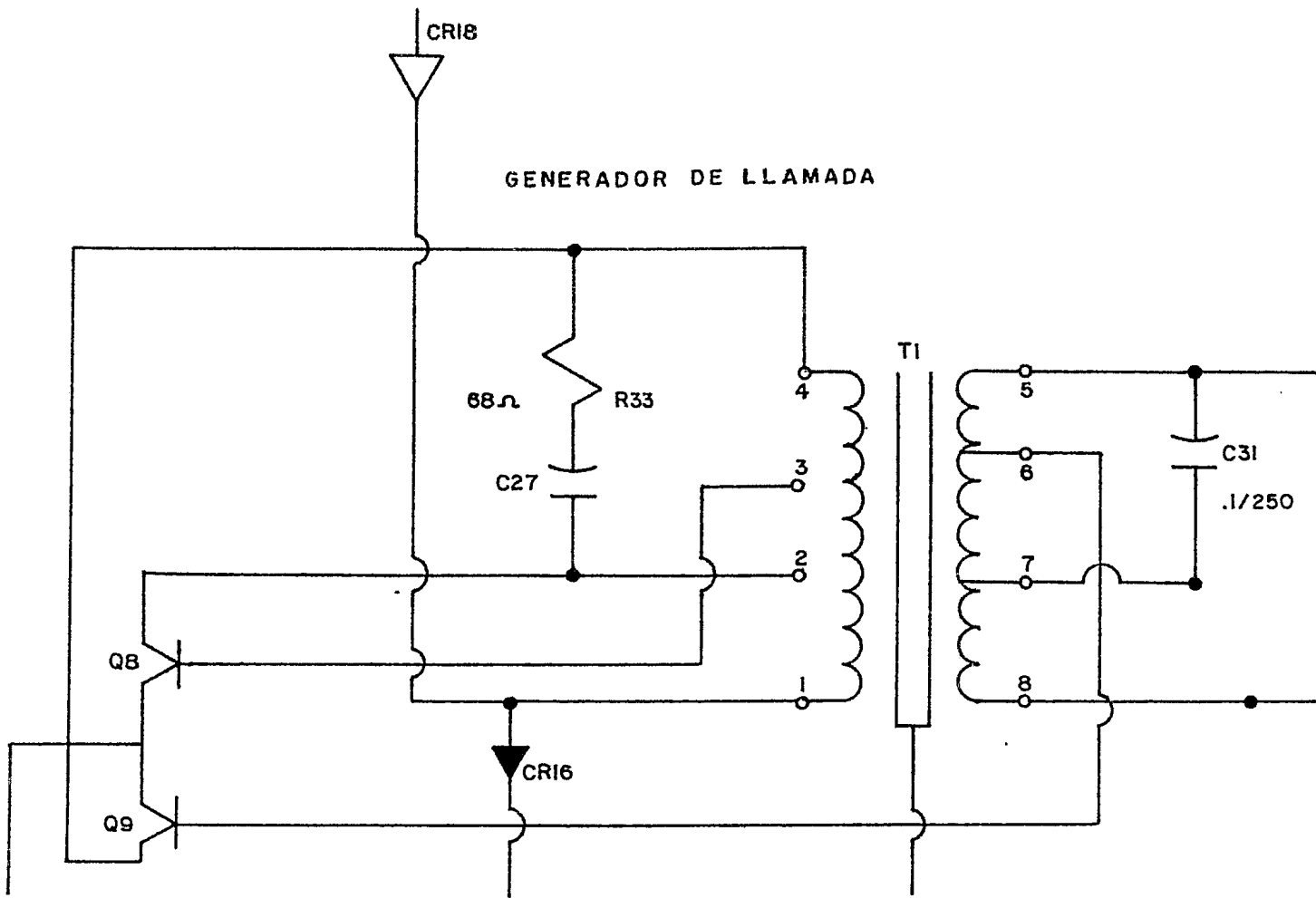


FIG. 4.7.3

(ver fig. 4.7.3.), implicando con esto que pase corriente directa por colector hacia la resistencia R30 y el diodo - CR18, el cuál nos limita la corriente para poder llegar al generador de llamada ( ver fig. 4.7.4 )..

FIG. 4.7.4.  
GENERADOR DE LLAMADA.

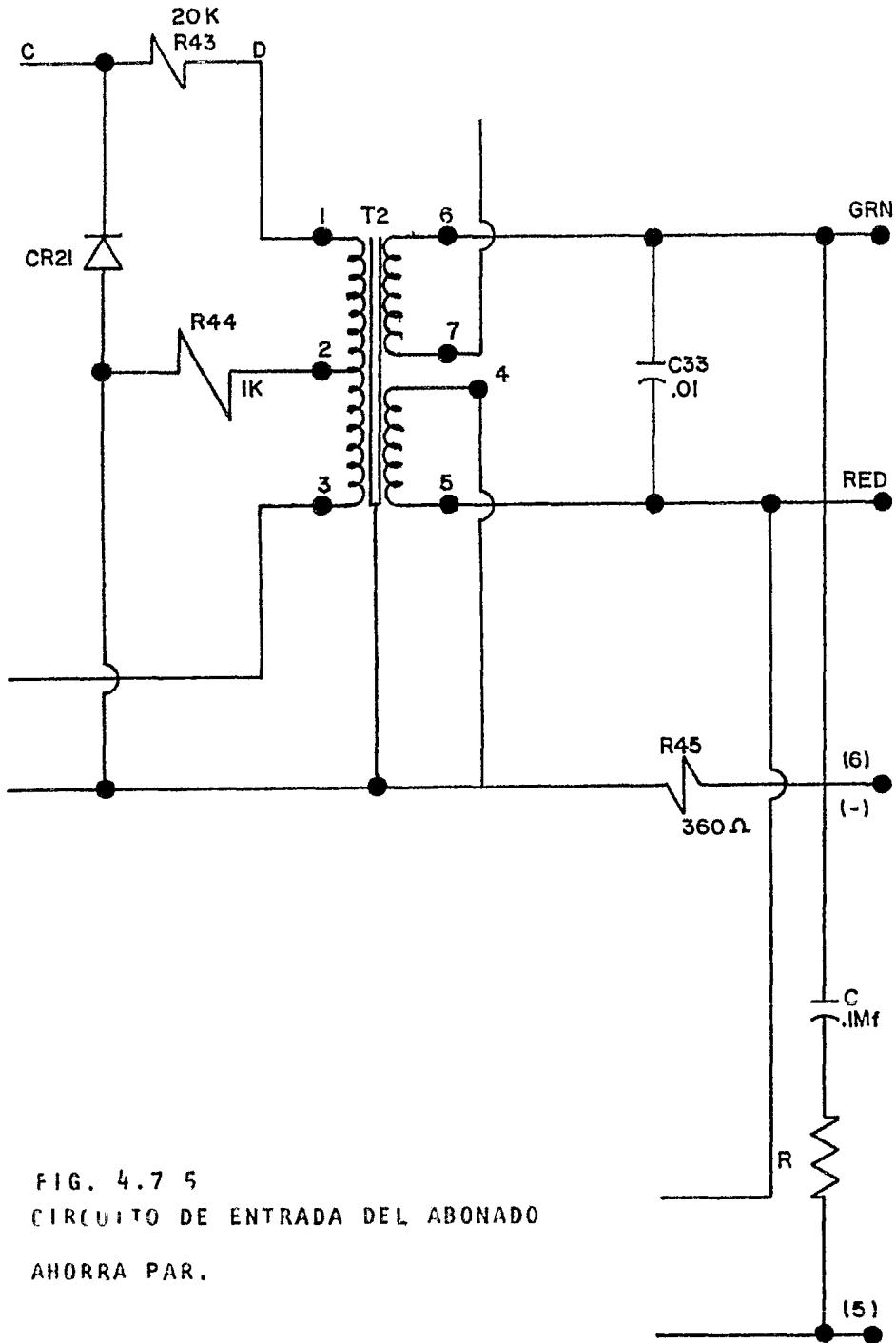


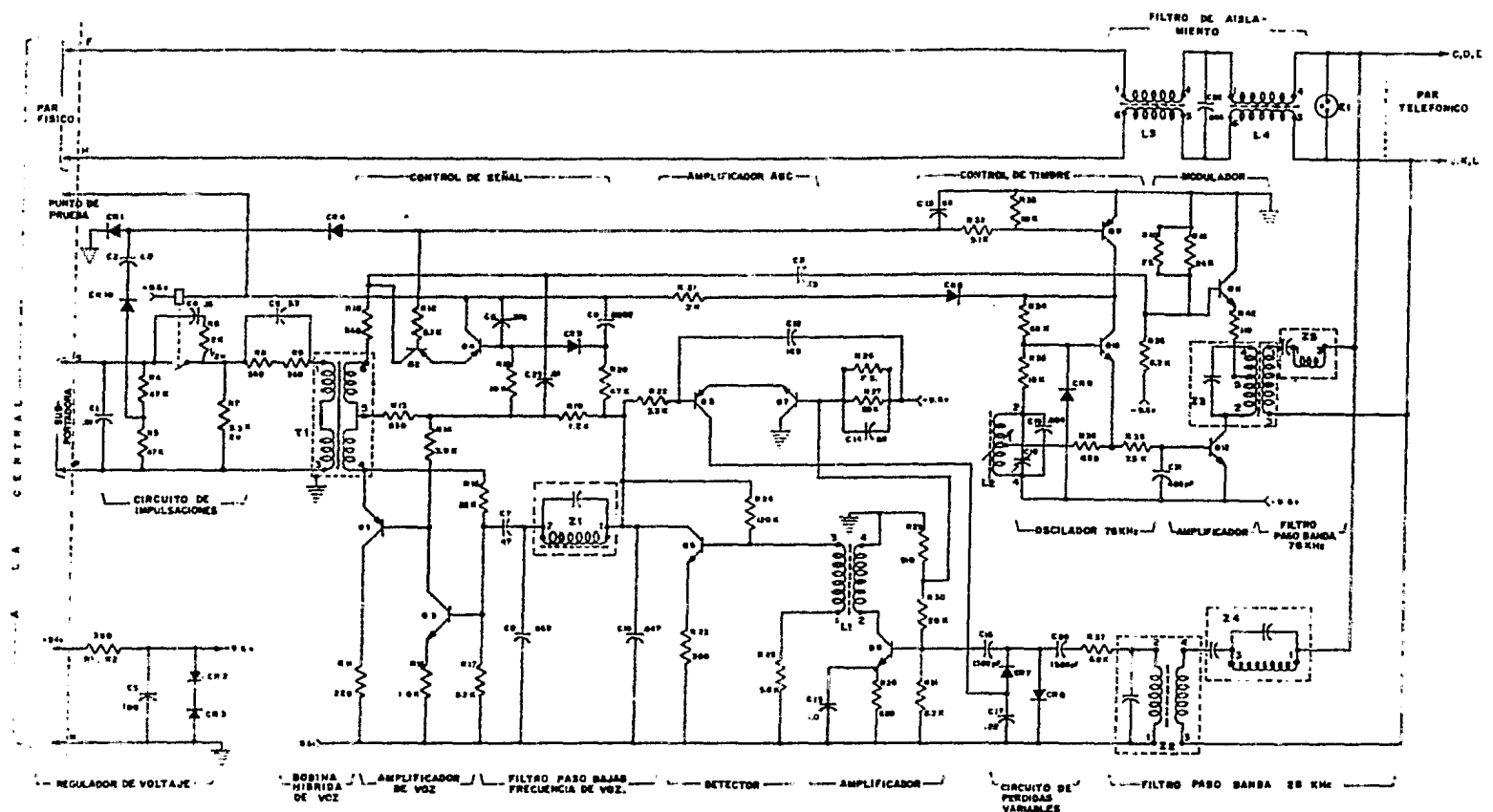
Por la configuración que tiene este generador hace que los transistores Q8 Y Q9 que forman un circuito astable funcionen, lo cuál nos hace que se genere una corriente alterna en el embobinado secundario del transformador T1 , este nos manda señal de alterna de 25 Hz. por los puntos 5 y 7 hacia el timbre del teléfono del abonado ahorra par ( ver fig 4.7.5 ).

Como se dijo en una sección anterior, el abonado ahorra par, al descolgar su microteléfono, origina que se desactive el generador de 25 Hz.

La conversación es como ya se explicó en la sección 4.6..

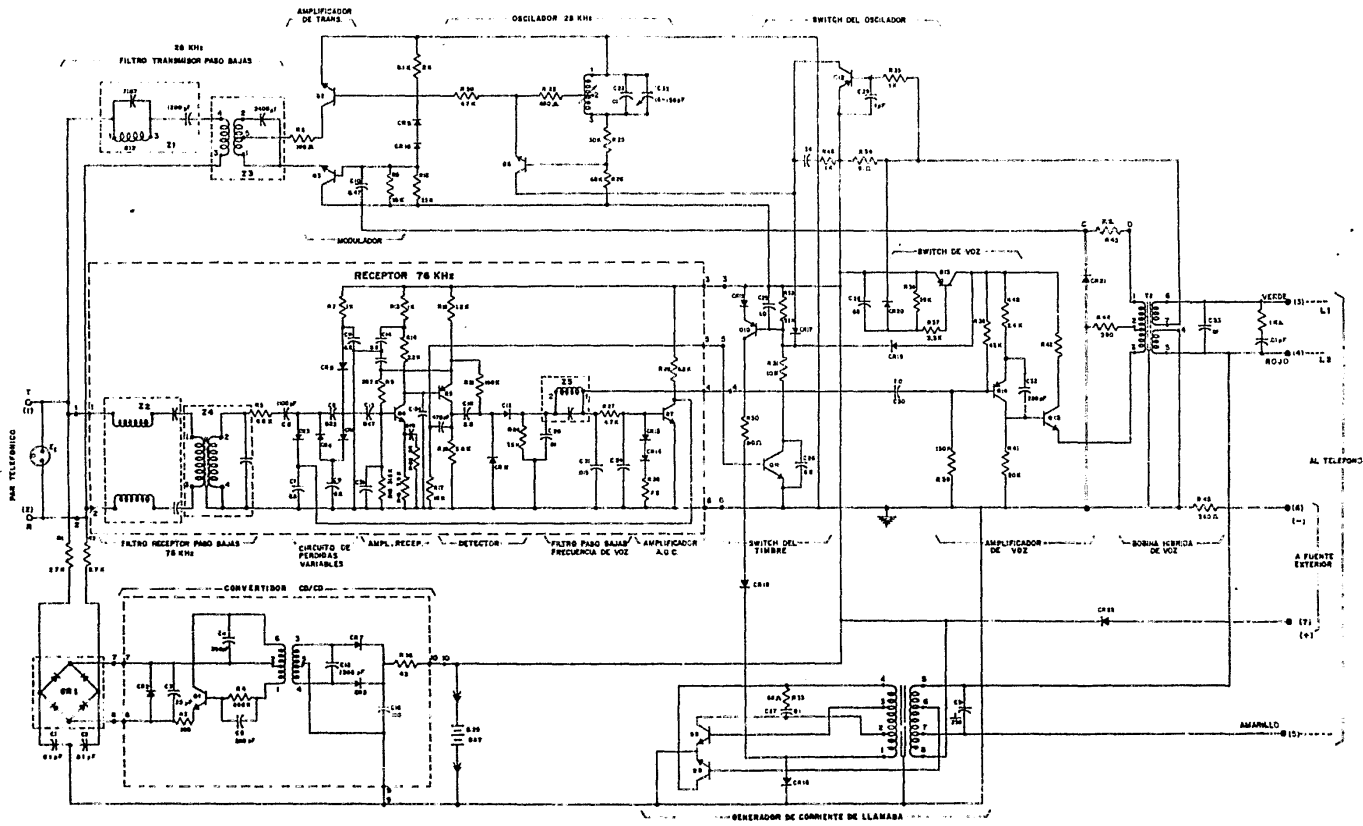
En hojas siguientes se anexan los diagramas de los circuitos de las tabletas ahorra par de central y ahorra par de abonado





NOTA.- SALVO OTRA ESPECIFICACION,  
RESISTENCIA EN  $\Omega$  (ohms),  
CAPACITORES EN pF (picofarads).

<b>UNAM</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CIRCUITO ELECTRONICO DE LA TABLETA DE CENTRAL ANDRRA PAR	
RICARDO LOPEZ MORALES	CUENTA No 999999.9
Diseno No 478	Fecha 28-OCTUBRE-88



NOTA: SALVO CUNA ESPECIFICACION,  
CAPACITORES EN  $\mu$ F (microfarads)  
RESISTENCIA EN  $\Omega$  (ohms)

U. N. A. M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CIRCUITO ELECTRONICO DE LA TABLETA DE	
ASIGNADO ANTERIOR PARA	
NOMBRE DEL ALUMNO	NOMBRE DEL PROFESOR
FIRMA DEL ALUMNO	FIRMA DEL PROFESOR
FECHA	FECHA

## CAPITULO 5.- DISPOSITIVOS PARA PRACTICAS EN LABORATORIO

### 5.1.- DISPOSITIVOS NECESARIOS PARA LA PRACTICA .

Al tener los circuitos del sistema multiplex de -- dos canales telefónicos en tabletas impresas, se vió la necesidad de implementar un tablero de montaje para alojar dichas tabletas. Tablero que describiremos mas adelante.

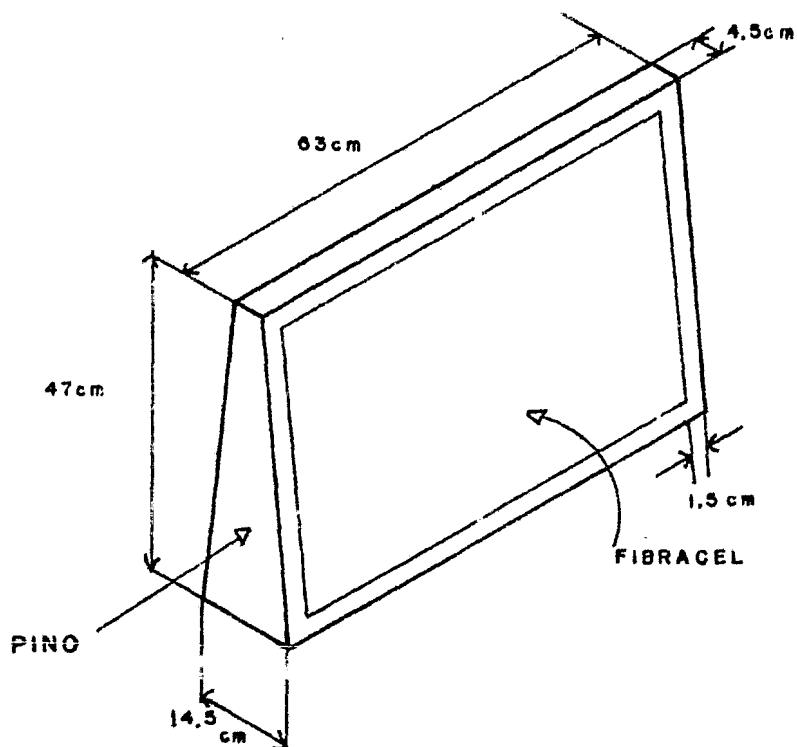
Se necesitó también, para realizar la práctica, -- adaptar una serie de dispositivos que nos simulara los órganos de entrada de una central telefónica, ya que no tenemos la posibilidad de conectarnos a una. Este dispositivo nos puede efectuar las operaciones de timbrado e implementar -- el funcionamiento y marcación del teléfono del abonado ffsi-co. La descripción la comentamos brevemente en una sección posterior.

Por ultimo se adaptó un teléfono para que lo pudiera usar el abonado del ahorra par.

### 5.2.- PROCESO DE CONSTRUCCION Y MONTAJE DEL TABLERO.

La construcción del tablero se realizó con la idea de que el alumno tuviera una fácil visualización de lo que es el sistema físicamente

Dicho tablero se construyó de madera de pino y fibragel según lo mostramos en la figura 5 1



La madera de pino de 2.5 cm. de grueso se utilizó en la formación del marco al cual se le dio un acabado con pintura de aceite color gris.

El fibracel de 0.4 cm. de grueso se colocó de tal manera al frente que quedara enmarcado, al fibracel se le dio un acabado de color amarillo con laca automotiva la cual tiene una gran resistencia al desgaste.

El proceso de montaje de las tabletas impresas del sistema en el tablero ya terminado se realizó dividiendo -- imaginariamente el tablero a la mitad, en donde por un lado colocamos las tabletas impresas y en el otro extremo un diagrama de conexiones como se puede ver en la figura 5.2; El diagrama se cubrió con un barniz transparente para su protección

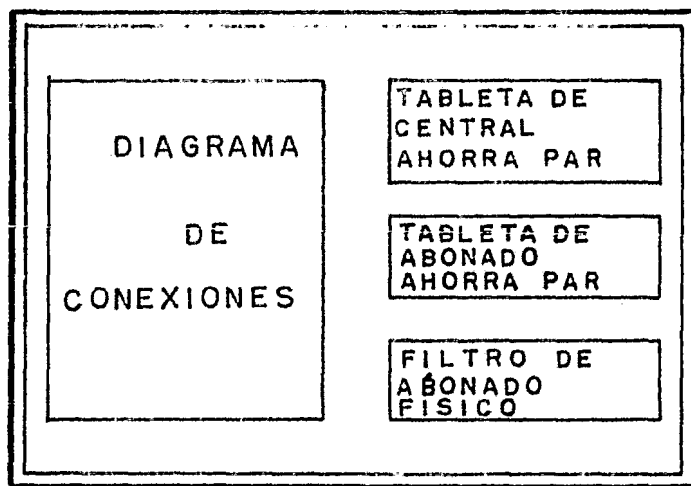


FIG. 5.2 DIAGRAMA EN BLOQUES DEL MONTAJE DE LAS TABLETAS DEL SISTEMA.

Para poder hacer las conexiones se instalaron jacks tipo banana.

El diagrama de conexiones en bloques se muestra en la figura 5.3

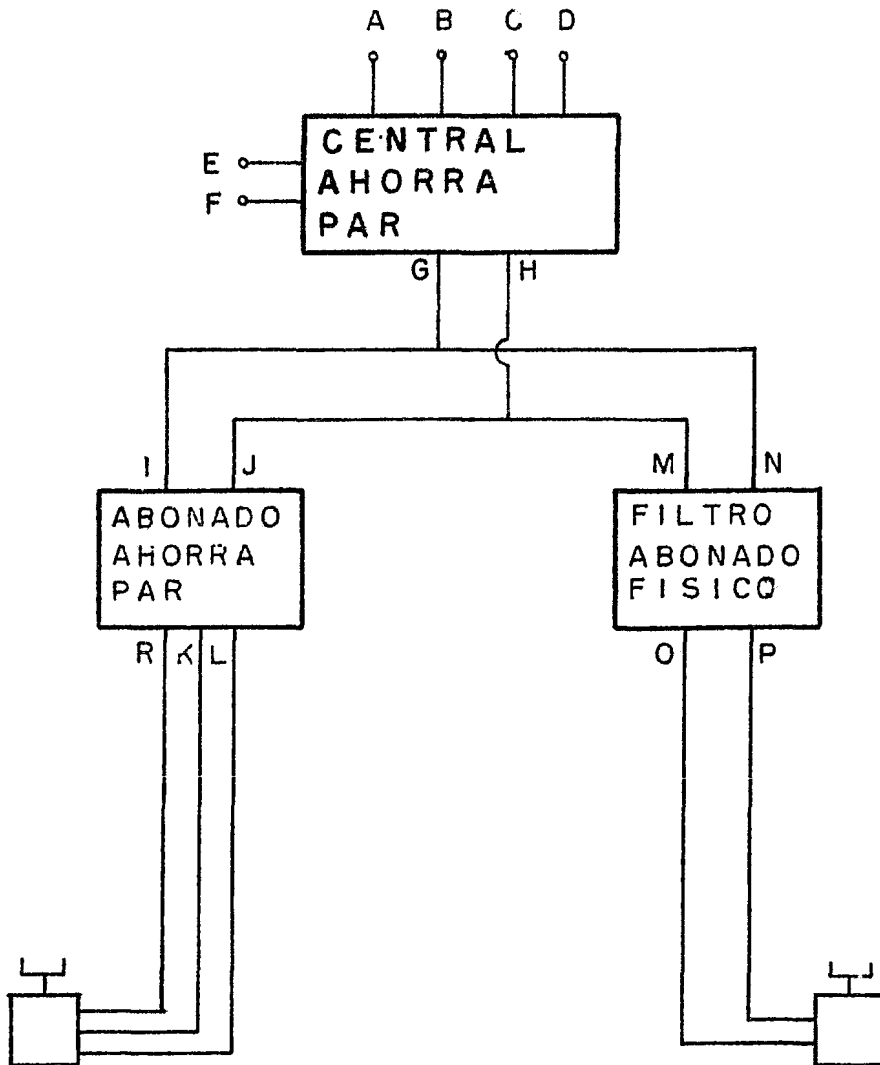


FIG. 5.3 DIAGRAMA DE CONEXIONES EN EL TABLERO.

### 5.3.- SIMULACION DE LOS ORGANOS DE ENTRADA DE UNA CENTRAL TELEFONICA

Sobre la base de que nuestro sistema necesita operar con 24 volts de corriente directa en la tableta de central que nos la proporciona la central telefónica y con 6 - volts de corriente directa en la tableta del abonado proporcionada por una batería recargable; Al no tener central telefónica disponible nos vimos en la necesidad de implementar un circuito que tuviera los organos de entrada de la central telefónica para poder simular por un lado la operación de timbrado y marcación y por otro hiciera posible el funcionamiento del teléfono físico.

El timbrado de un teléfono se logra, ya sea con un magneto el cual nos da 70 volts de corriente alterna y 25 - Hz. de frecuencia ó un dispositivo que haga las funciones del magneto, que fue lo que usamos y llamamos generador de corriente de 25 Hz.. El circuito lo mostramos en la figura 5.4 . Este dispositivo esta formado por un transformador, una bobina con sus reles y un capacitor electrolitico.

El funcionamiento lo comentamos a continuación.

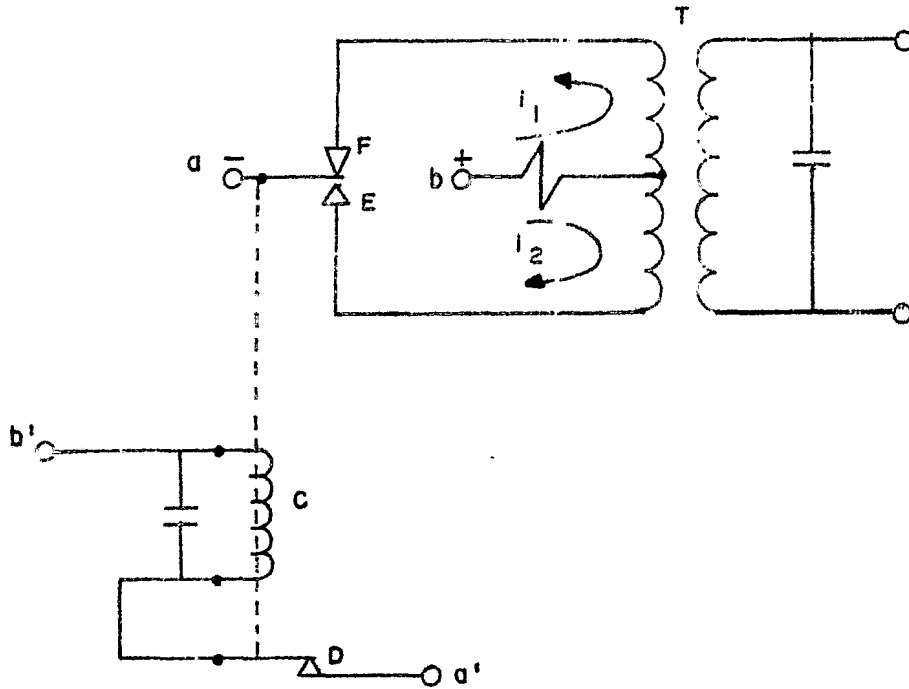


FIG. 5.4 GENERADOR DE CORRIENTE DE 25 Hz.

Analícemos en primer término la bobina C:

Al aplicar un voltaje de 24 volts de corriente directa entre los puntos  $a'$  y  $b'$ , la bobina C se energiza, provocando que las lenguetas se separen de los bornes F y D y se conecte el borne E. El borne D al quedar abierto interrumpe la corriente entre  $a'$  y  $b'$  lo que ocasiona que la bobina C se desenergice y se vuelva a conectar el borne F y el borne D y así sucesivamente.

Ahora bien en el transformador T al conectar un voltaje de 24 volts de corriente directa entre los puntos a y b , y en ese instante los bornes F y E haciendo contacto alternadamente ocasiona que circule una corriente  $i_1$  e  $i_2$  tambien alternadamente por el embobinado primario del transformador provocando con esto que se induzca un voltaje en el embobinado secundario de aproximadamente 70 volts de corriente alterna y 25 Hz de frecuencia que es lo que necesitamos.

La implementación para el funcionamiento del teléfono físico y lograr la operación de marcación, se realiza colocando unas bobinas en el teléfono, alimentadas con 24 volts de corriente directa como lo mostramos en la figura 5.5 ..

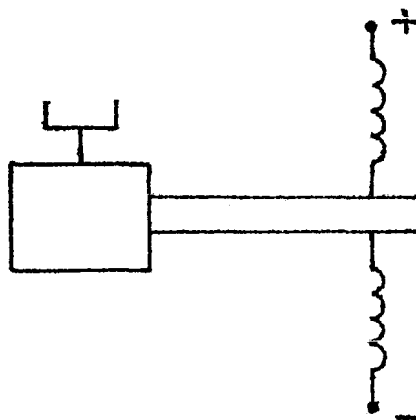


FIG 5.5 IMPLEMENTACION DEL TELEFONO FISICO.

El circuito completo del dispositivo nos quedará como se muestra a continuación en la figura 5.6.

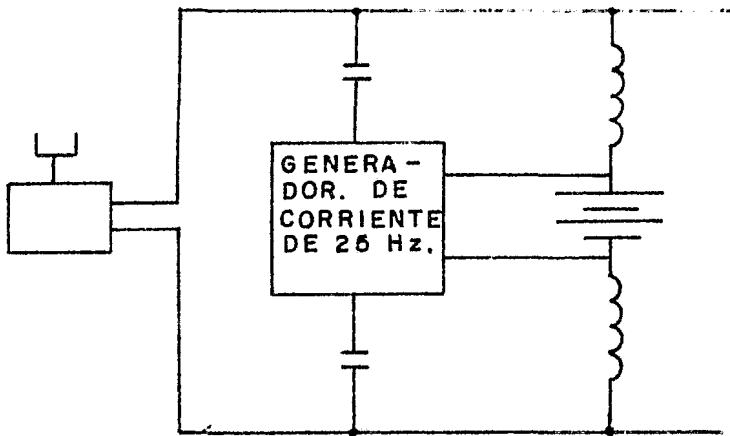


FIG. 5.6 CIRCUITO DEL DISPOSITIVO SIMULADOR DE LOS ORGANOS DE ENTRADA DE UNA CENTRAL TELEFONICA.

#### 5.4.- TELEFONO DE ABONADO AHORRA PAR.

El teléfono que usa el abonado ahorra par es de tres hilos, y no teniendo disponibilidad de él, se adaptó un teléfono de dos hilos, el cual quedó conectado internamente como se muestra en el circuito de la figura 5.7.

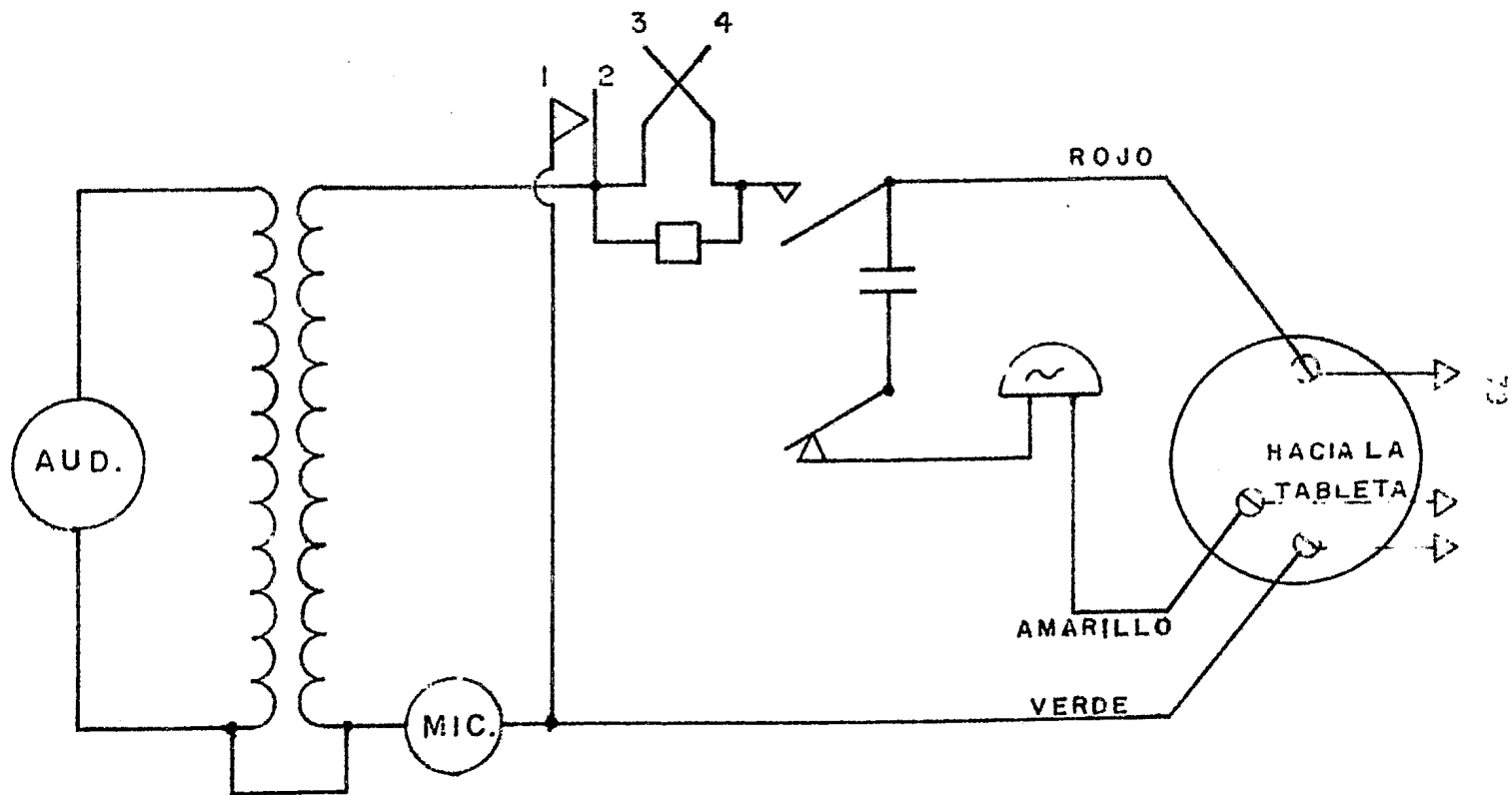


FIG.5.7 CIRCUITO INTERNO DEL TELEFONO DEL  
ABONADO AHORRA PAR.

## CAPITULO 6.- DESARROLLO DE LA PRACTICA.

### 6.1.- FINALIDAD DE LA PRACTICA.

Enseñar al alumno un metodo de comunicación telefónica, el cuál nos puede proporcionar un nuevo abonado -- con la línea física ya existente.

### 6.2.- EQUIPO EMPLEADO.

Un osciloscopio de doble haz, voltímetro digital, generador de funciones, conectores tipo BNC., cuatro teléfonos, fuentes de corriente directa con valor de 24 y 6 volts y cable con conectores tipo banana.

### 6.3.- EXPERIMENTOS A REALIZAR.

- 1.- Generación y medición de la portadora del abonado Ahorra Par ( 28 KHz. ).
- 2.- Proceso para la obtención del tono de marcar.
- 3.- Operación del discado.
- 4.- Generación y medición de la portadora en el circuito Ahorra Par de central ( 75 KHz).

## 5.- Conversación:

- a).- De abonado A con abonado B
- b).- De abonado C con abonado D
- c).- Simultáneamente entre los ----  
cuatro abonados.

6.- Obtención de las formas de onda de los circuitos moduladores.

7.- Obtención de las formas de onda de los circuitos demoduladores.

## 6.4.- PROCEDIMIENTO A SEGUIR.

Basandose en el diagrama del tablero realice las conexiones correspondientes.

Conecte la fuente de 24 volts C. D. en la tableta ahorra par de central y la de 6 volts C. D. en la del abonado, verifique sus voltajes.

Active el generador de corriente de 25 Hz. para -- poder probar el timbrado en cada teléfono, verificando con -- esto, el buen funcionamiento de los teléfonos.

Usando señales senoidales de audio y conectando el osciloscopio en los puntos de prueba, que a continuación indicamos para cada experimento, localice y dibuje la forma -- de las ondas correspondientes.

EXPERIMENTO 1.- GENERACION Y MEDICION DE LA PORTADORA DE 28 KHz. DEL  
ABONADO AHORRA PAR

Teniendo las conexiones indicadas, desactive la --  
fuente de 24 V.C.D. , dejando conectada la batería de 6 voll  
ts.

Descuelgue el microteléfono del abonado ahorra par,  
en ese momento se cierra un circuito a través del aparato --  
telefónico (ver figura 6.1 ), entre el borne negativo y la  
terminal verde formando un potencial negativo que activa al  
interruptor del oscilador de 28 KHz .

Para observar esta señal, conectamos el positivo -  
del osciloscopio en el punto 2 de L2, que es la salida del  
oscilador de 28 KHz., y el negativo del osciloscopio al ne-  
gativo de nuestra tableta, en este caso usamos el punto marl  
cado como 6 ó la salida del diodo CR16.

Aparece una señal senoidal en la pantalla del oscil  
oscopio y se procede a demostrar que es de 28 KHz de la sil  
guiente manera.

La señal senoidal debe empezar al principio de la  
pantalla, contamos cuantos picos se tiene y verificamos el  
valor de la escala horizontal, en este caso tenemos 14 picos  
y 50 micro-segundos el valor de la escala horizontal.

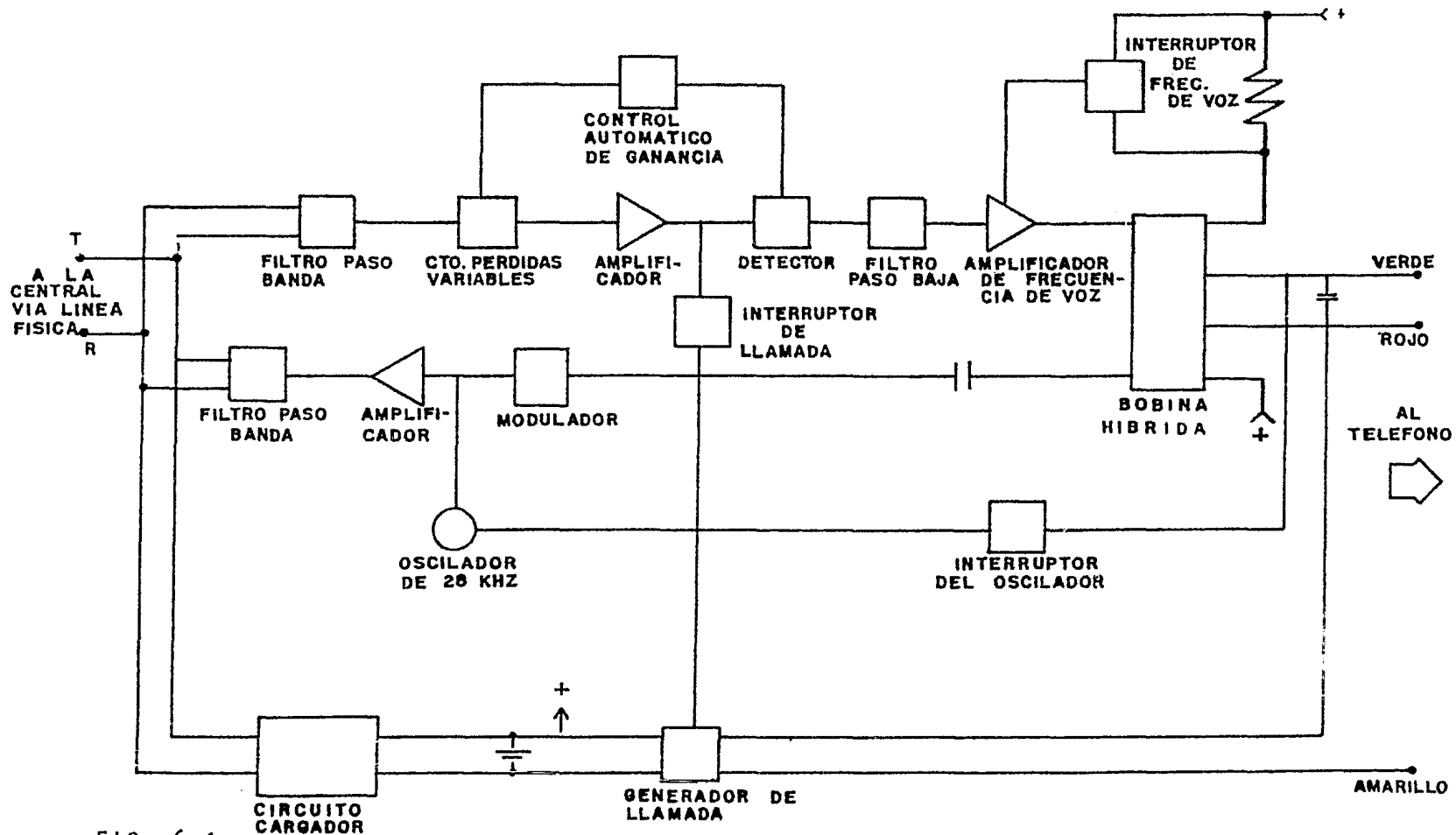


FIG. 6.1  
**DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA UNIDAD DEL ABONADO AHORRAPAR**

Por lo tanto tenemos:

$$\frac{14 \text{ ciclos}}{10 \text{ cuadros}} \times \frac{1 \text{ cuadro}}{50 \times 10^{-6} \text{ seg}} =$$

$$\frac{14}{500 \times 10^{-6}} \frac{\text{ciclos}}{\text{seg}} = \frac{14}{5 \times 10^{-4}} = 2.8 \times 10^4 = 28 \text{ KHz.}$$

#### EXPERIMENTO 2.- OBTENCION DEL TONO DE MARCAR.

La señal de 28 KHz se genera y sale hacia la central al descolgar el teléfono, es recibida en la tableta -- ahorra par de central, pasa por el filtro paso banda de 28 KHz, circuito de perdidas variables, amplificador y detector (ver figura 6.2 ), polarizando esté al circuito del -- control de señal que a su vez hace funcionar al circuito -- relevador cerrando un circuito de corriente directa entre -- los puntos S y P con la central; La central considera que el abonado ha descolgado y manda tono de marcar.

#### EXPERIMENTO 3.- OPERACION DEL DISCADO.

En este experimento se utilizan las bobinas del -- dispositivo que simulan los órganos de entrada de una central telefónica, proceda a girar el disco, la portadora de 28 KHz se cortará y a su vez abrirá al relevador operando --

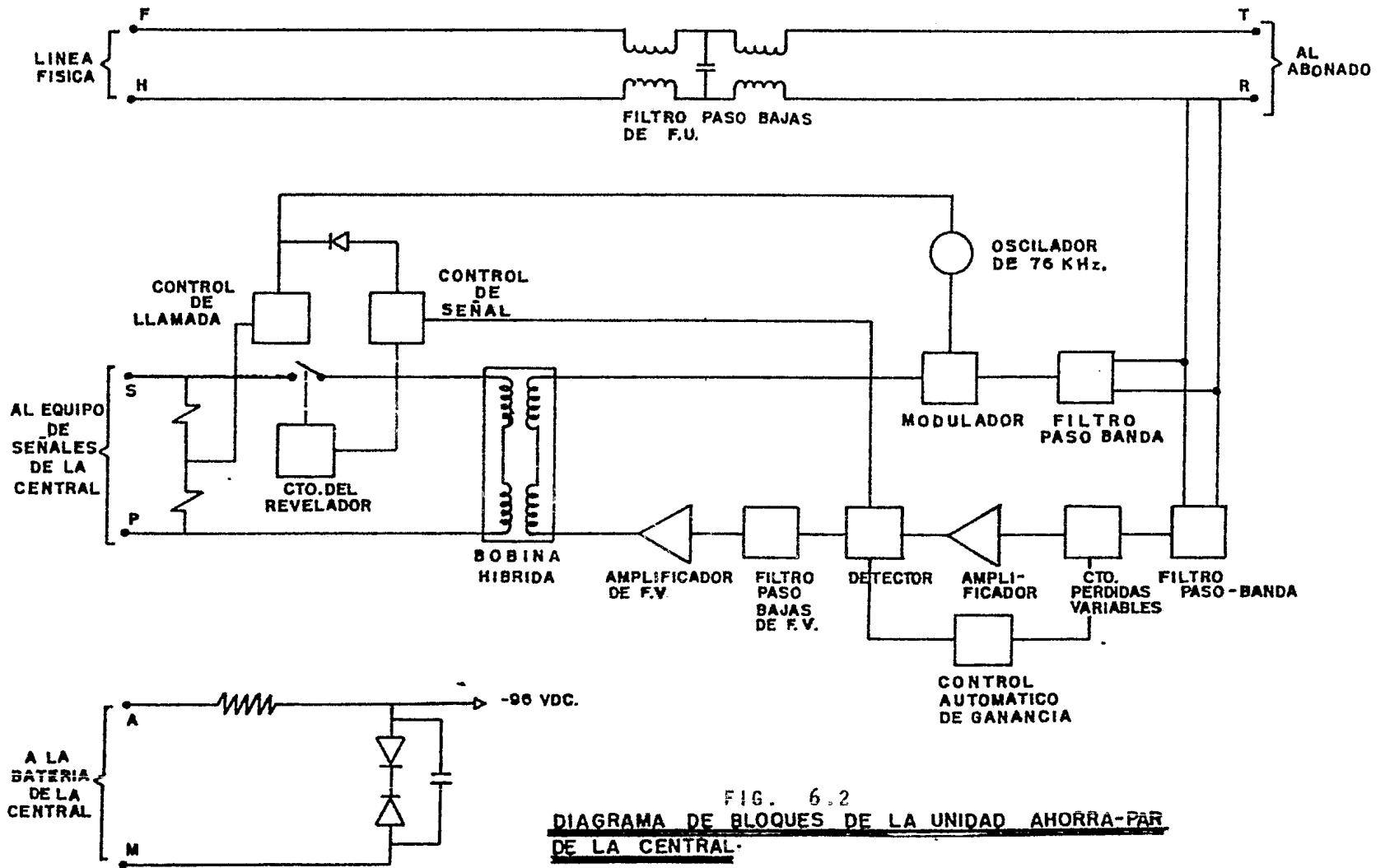


FIG. 6.2  
DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA UNIDAD AHORRA-PAR DE LA CENTRAL.

las bobinas del dispositivo tantas veces como pulsos del -- disco le llegen.

EXPERIMENTO 4.- GENERACION DE LA PORTADORA DE 76 KHz. DE LA  
CENTRAL AHORRA PAR.

La portadora de 28 KHz. que llega a la tableta de la central hace funcionar; tanto al circuito del relevador como al oscilador de 76 KHz. como se podra ver en la figura 6.2, por lo que se procede a conectar el negativo del osciloscopio al positivo de la fuente de 24 volts. y el positivo del osciloscopio al punto 1 de L-2, proceda a ser los -- cálculos necesarios para determinar la frecuencia como se - explico en el experimento # 1.

EXPERIMENTO 5.- CONVERSACION.

Conecte los aparatos tal como se indica en el diagrama de la figura 6.3.

Entable conversación entre los abonados A y B, y - tambien entre los abonados C y D; v compruebe que no hay - interferencia entre ambas conversaciones.

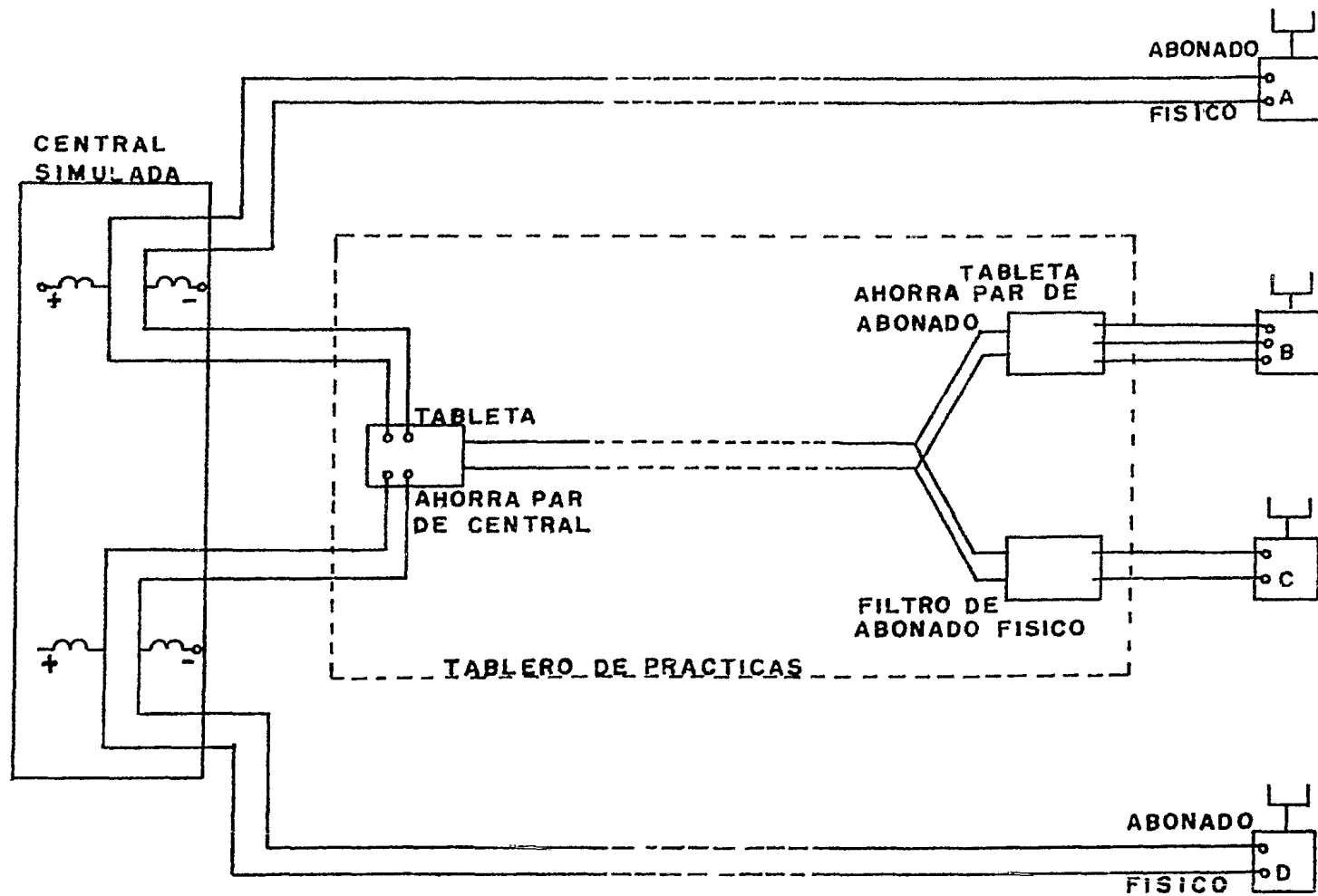


FIGURA 6.3.- DIAGRAMA DE IDENTIFICACION DE LOS ABONADOS.

Conecte los aparatos como se muestra en la figura 6.4, y compruebe que la comunicación es factible entre el abonado físico y el abonado ahorra par.

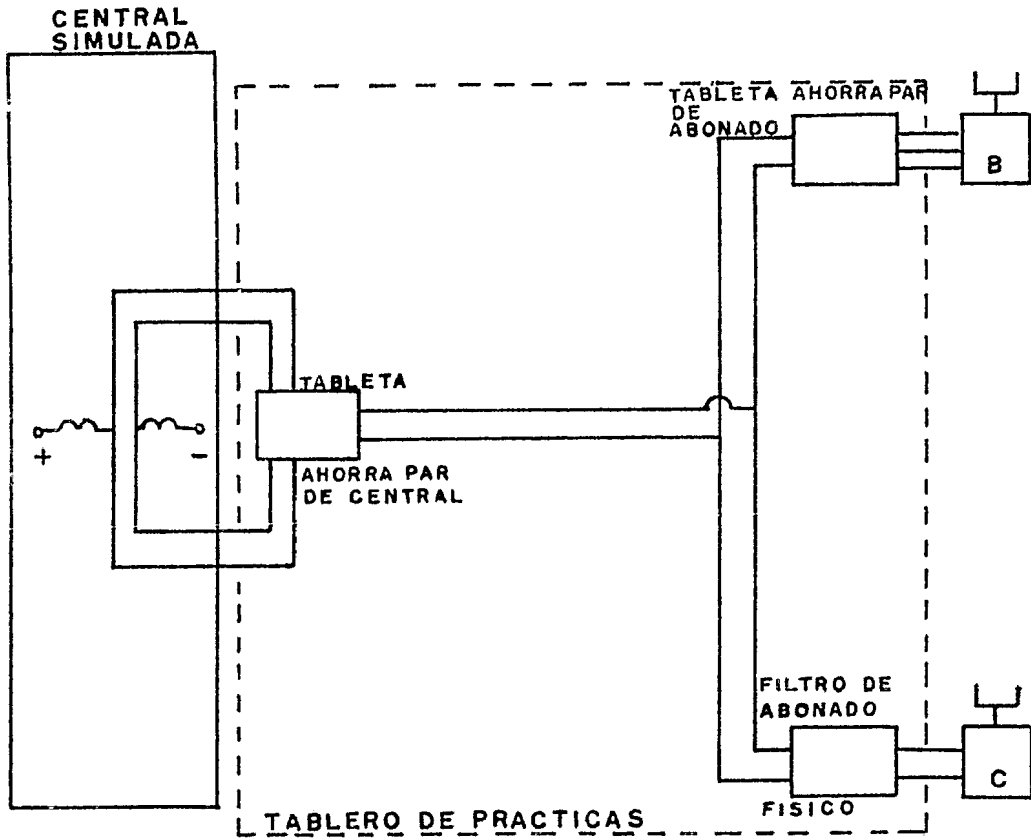


FIGURA 6.4.- DIAGRAMA DE IDENTIFICACION DE LOS ABONADOS DEL SISTEMA AHORRA PAR.

EXPERIMENTO 6.- OBTENCIÓN DE LAS FORMAS DE ONDA DE LOS CIRCUITOS  
MODULADORES.

Para poder efectuar este experimento debemos tener presente que modular en amplitud consiste en combinar dos - señales, una señal de frecuencia constante llamada portadora y otra señal de frecuencia variable llamada moduladora.

La señal moduladora es nuestra voz y no siendo estable un sonido emitido por nosotros para la observación de la señal, optamos por usar un generador de funciones y una bocina.

Se procede de la siguiente manera:

Conecte la salida del generador de funciones a la bocina, ponga un rango de 100 Hz. y una función senoidal a continuación gire la perilla hasta el número 10; Verifique que estén activadas las fuentes y use los dos canales del - osciloscopio; Se procede a continuación a obtener la modu lación en la tableta ahorra par de la central; Para lo --- cual debe descolgar el microteléfono ahorra par y bloquear su disco de marcar, el microteléfono físico lo debe de colocar junto a la bocina; Se conecta un canal del osciloscopio - en los puntos C y D del tablero y el otro canal se conecta a los puntos 1 y 3 de Z3.

Active el generador de funciones y pruebe que el sistema está modulando, comparando si la envolvente de la portadora es la misma que la señal de entrada.

Para obtener las formas de onda en el modulador -- de la tableta ahorra par de abonado, se cuelga el microteléfono del abonado físico y se coloca el del abonado ahorra par junto a la bocina y se libera su disco de marcar, apague la fuente de 24 volts y conecte un canal del osciloscopio a la entrada del teléono y el otro canal a los puntos 3 y 4 de Z3, en este caso, los cables de color azul (3) y blanco (4) que salen del extremo izquierdo de la tableta.

Prenda el generador de funciones y proceda a verificar las ondas de entrada y salida.

Como podrá notar la señal de audio es la misma que la envolvente de la portadora.

#### EXPERIMENTO 7.- OBTENCION DE LAS FORMAS DE ONDA DE LOS CIRCUITOS DEMULADORES

El circuito demodulador de 76 KHz. se encuentra en la tableta del abonado ahorra par, por lo que el procedimiento a seguir es el siguiente.

En primer lugar se cuelgan los microteléfonos y -- posteriormente descuelga el microteléfono del abonado aho--

rra par para poder generar la portadora de 76 KHz. y ademas se bloquea el disco de marcar.

Se coloca el microteléfono físico junto a la bocina y conecte un canal del osciloscopio a la entrada del teléfono (puntos C y D), el otro canal se conecta usando el borne negativo en el diodo CR16 y el borne positivo en el punto 1 de Z5, que es un filtro paso bajas que elimina completamente la portadora de 76 KHz..

Active el generador de funciones y compruebe que la señal de entrada es la misma que la señal de salida.

A continuación proceda a verificar el circuito demodulador de 28 KHz. que se encuentra en la tableta ahorra par de central.

Se cuelga el microteléfono físico y coloque junto a la bocina el microteléfono ahorra par.

Conecte un canal del osciloscopio a la entrada del teléfono ahorra par y el otro canal se conecta usando el negativo del osciloscopio al positivo de la fuente de 24 volts, y el positivo del osciloscopio al punto 2 de Z1.

Active el generador de funciones y podremos observar que la forma de onda de la entrada es idéntica a la onda de salida.

Con las mediciones realizadas conteste el siguiente grupo de preguntas que describimos en el cuestionario.

Se proporciona al alumno para la realización de --  
está practica diagramas de bloques de la localización de --  
los elementos que integran cada tableta, para que los pun--  
tos de prueba en dichas tabletas sean facil de localizar.

## CUESTIONARIO.-

- 1.- Indique la finalidad de la bobina híbrida y su localización en los circuitos.
- 2.- Indique como se alimenta a los circuitos
  - a).- Corriente directa
  - b).- Corriente para el timbre
  - c).- Tonos ( marcar, ocupado, llamada ).
- 3.- Indique como se entera la central de que el -- abonado ahorra par ha descolgado.
- 4.- Indique como recibe la central el número discado por el abonado ahorra par.
- 5.- Para que sirve el filtro conectado al abonado físico.
- 6.- ¿ Porqué no se han utilizado frecuencias portadoras mas altas que 25 ó 76 KHz.?
- 7.- ¿ Como se puede ampliar el sistema ?
- 8.- Dibuje los circuitos moduladores y demoduladores de la tableta de abonado y de la tableta de central, explicando brevemente su operación.
- 9.- Explique el funcionamiento del circuito de perdidas variables.
- 10.- Dibuje y explique el funcionamiento de los osciladores de 28 y 76 KHz..

11.- Considerando que la señal de audio tiene una frecuencia máxima de 3.2 KHZ., ¿cual debe ser el ancho de banda de paso de los filtros paso banda de 28 y 76 KHz.?

12.- Localice algunas partes del circuito que están referidas a tierra y otras que no tienen conexión a tierra.

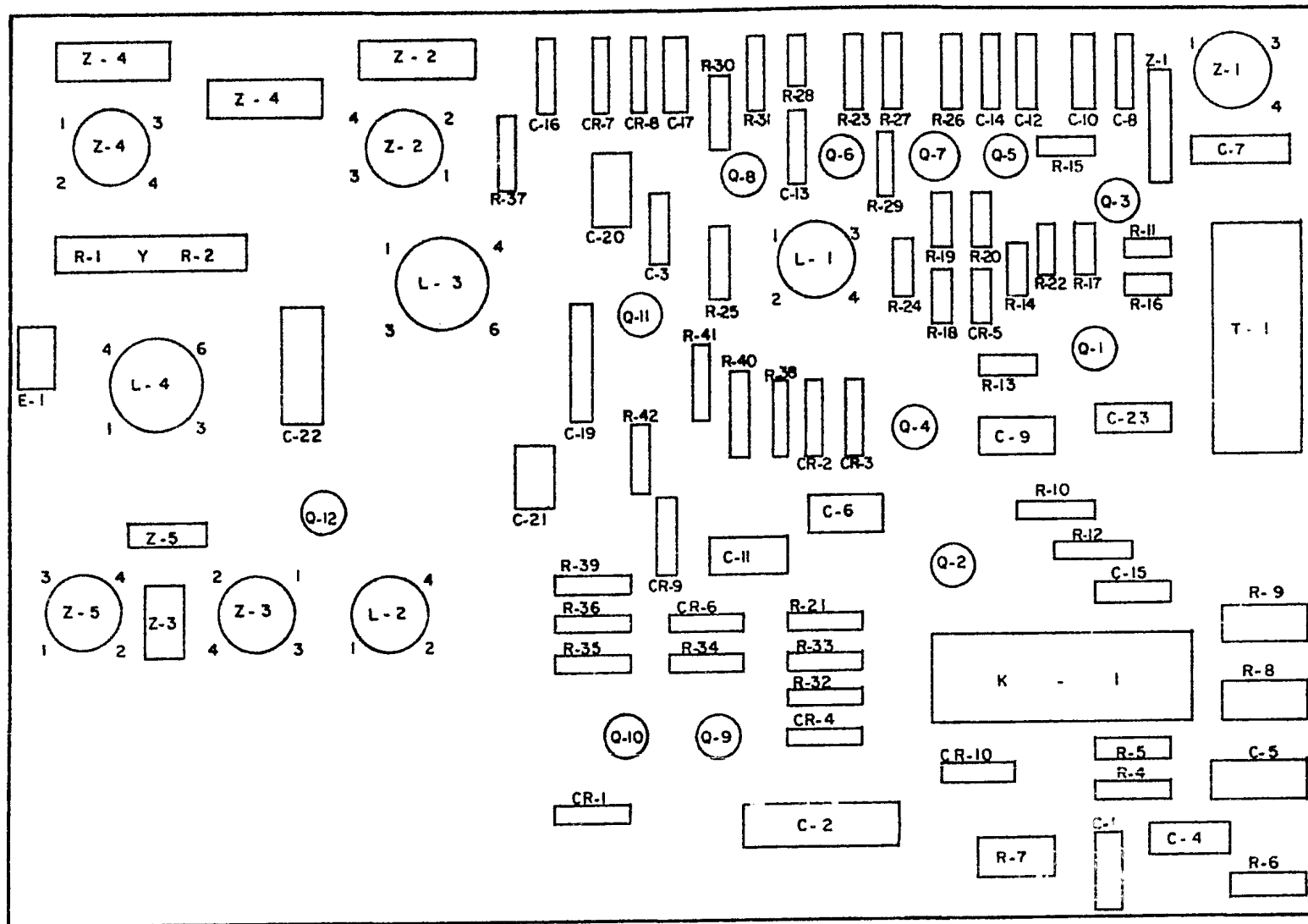
13.- ¿ Cual es la ventaja de aislar de tierra algunas partes de un circuito ?

14.- ¿ Que modificaciones deben hacerse al aparato telefónico del abonado ahorra par a fin de conectarlo al -- sistema ?

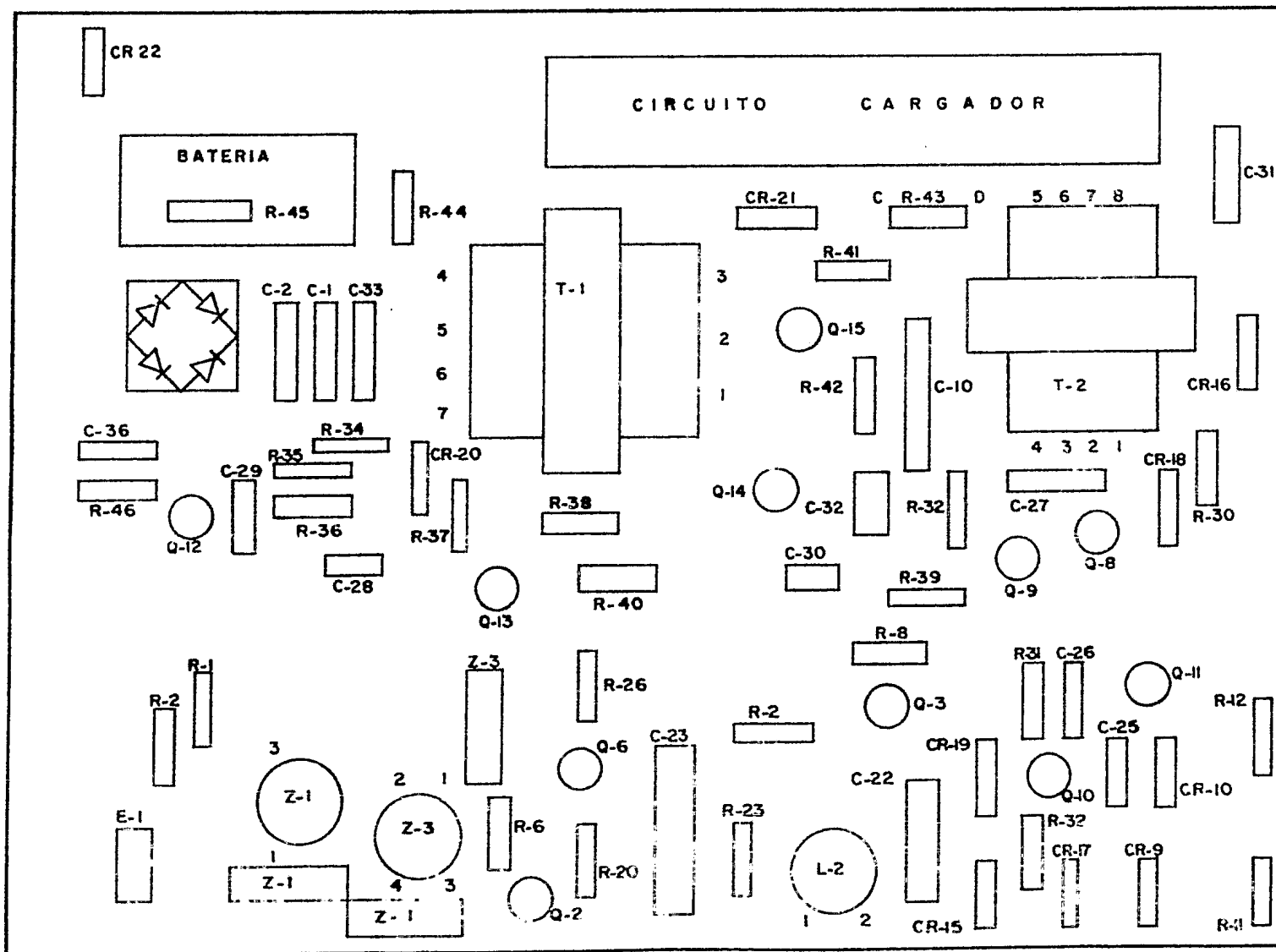
15.- Indique los principales puntos de ajuste del circuito y el modo de realizar tales ajustes.

16.- Exprese sus comentarios acerca del desarrollo de la práctica; indicando de ser posible algun procedimiento mas adecuado para realizarla.

# DIAGRAMA DE IDENTIFICACION DE ELEMENTOS DE LA TABLETA AHORRA PAR DE CENTRAL



# DIAGRAMA DE IDENTIFICACION DE ELEMENTOS DE LA TABLETA AHORRA PAR. DE ABONADO



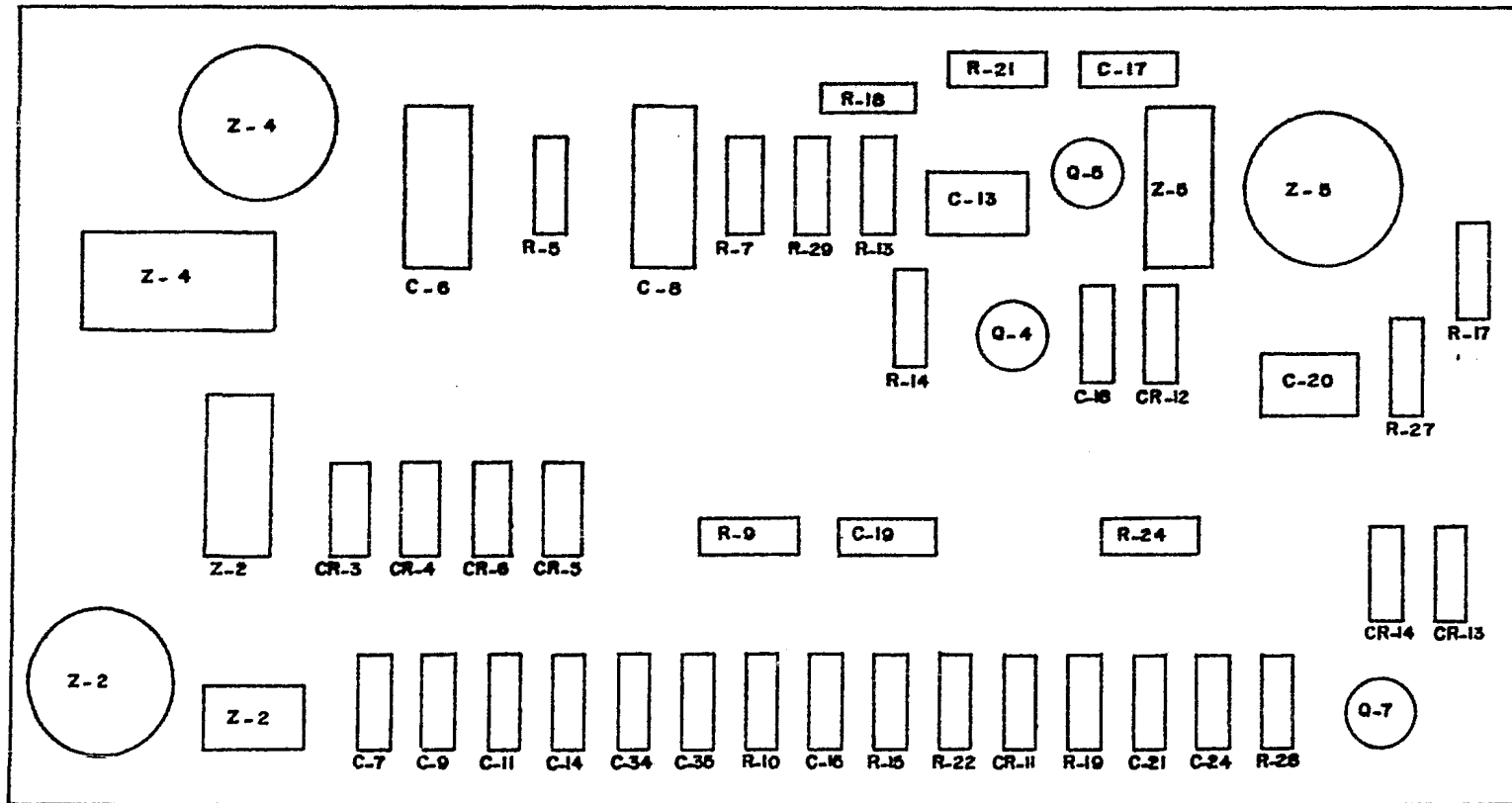


DIAGRAMA DE IDENTIFICACION DE ELEMENTOS DEL RECEPTOR DE 76 KHz.  
 EN LA TABLETA DE AHORRA PAR DE ABONADO.

## CAPITULO 7 - CONCLUSIONES GENERALES.

### 7.1.- EVALUACION DEL TRABAJO.

En el presente trabajo realizado se intentó exponer una de las nuevas técnicas usadas en telefonía, ya que pensamos que el conocimiento de los métodos modernos es esencial en la preparación del futuro profesionista.

El sistema analizado nos permite solucionar el problema del aumento en las líneas telefónicas, ya que el desmedido crecimiento de la población en los últimos años propicia que los sistemas telefónicos existentes sean cada vez más complejos y extensos, implicando esto una erogación muy alta.

El sistema puede resolver en parte el problema mencionado, puesto que hay un considerable beneficio económico al no tener que instalar una nueva línea telefónica, y lo que siempre debe tener presente un profesionista al implantar un sistema es que éste resulte además de técnicamente eficiente, de un costo reducido.

Se espera que el trabajo que se hizo con fines esencialmente educativos, sirva a las nuevas generaciones ya sea como material de consulta o de práctica, pues el

sistema reúne una gama de circuitos, que van desde un circuito para accionar un relevador hasta un control automático de ganancia pasando por filtros, amplificadores, osciladores, etc..

El análisis que se llevo a cabo sobre el aparato nos sirvió para complementar y reafirmar los estudios y -- practicas realizadas en la materia de comunicaciones, y es de esperarse que esta experiencia en el terreno profesional nos permita llevar a cabo pruebas similares en otros equipos comerciales o experimentales...

## " BIBLIOGRAFIA "

"Aplicaciones del Transistor".- Primera Edición.- Helmut --  
Glaser y Hans Dieter Heck.- Editorial Kapelusz.- Argentina  
1970.

"Física y Electrónica de los Semiconductores".- Segunda Edi  
ción.- E.J.Cassignol.- Biblioteca Técnica Philips.- España  
1970.

"Electronic Circuits Discrete and Integrated".- Primera Edi  
ción.- Schilling and Belove.- Editorial Mc. Graw Hill.- Ja  
pón 1968.

"Ingeniería Electrónica".- Primera Edición.- Alley y Atwood.  
Editorial Limusa-Wiley S.A. .- México 1968.