

2166

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA



DESCARTE

---

COMUNICACIONES TELEFONICAS POR LINEAS  
DE ALTA TENSION ALTERNADAS CON  
PROTECCION

SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A

PRISCILIANO VALDES MOCKABEE

MEXICO, D. F.

1975

Con todo cariño y  
eterno agradecimiento  
a mis padres:

SR. RICARDO VALDES MELDRANO

SRA. CONCEPCION M. DE VALDES

A MIS QUERIDOS HERMANOS

A MIS AMIGOS

A mi facultad y a mis maestros

Mi agradecimiento al Sr. -  
ING. MARIO ALFREDO IBARRA P.  
por su supervisión y asesoram  
miento en el presente traba-  
jo.

COMUNICACIONES TELEFONICAS POR LINEAS DE ALTA TENSION  
ALTERNADAS CON PROTECCION.

- I.- Introducción
- II.- Las ondas portadoras como medio de comunicación en las líneas de alta tensión.
- III.- Circuitos de acoplamiento de los equipos de ondas portadoras a las líneas de alta tensión.
- IV.- Transmisión de comunicaciones en ondas portadoras por líneas de alta tensión.
- V.- Equipo de audiofrecuencia para protección selectiva y conmutación rápida.
- VI.- Estudio técnico económico.
- VII.- Conclusiones.

## Capítulo I

### I.1 INTRODUCCION

Debido a la gran importancia que tiene la comunicación entre centros de generación y consumo de energía eléctrica, para control y protección de las condiciones de operación, en el presente trabajo se describe como funcionan los equipos de comunicación CARRIER ESB 300 alternados con protección SWT 300 F6. Se realiza un estudio técnico económico de los mismos.

## CAPITULO II

LAS ONDAS PORTADORAS COMO MEDIO DE COMUNICACION  
EN LAS LINEAS DE ALTA TENSION.

El suministro de energía eléctrica a grandes áreas a través de líneas de transmisión ha llegado a tal grado que es indispensable una red extensiva de comunicación en el manejo del sistema.

Los medios de comunicación son usados -- para:

- a).- La operación del sistema eléctrico en un esfuerzo por suministrar energía eléctrica confiable y a bajo costo. La confiabilidad se define como:

$$\% \text{ Confiabilidad} = \frac{T_o - T_s}{T_t} \times 100$$

donde

$T_o$  = tiempo de operación

$T_s$  = tiempo de suspensión

$T_t$  = tiempo total

- b).- La supervisión de las condiciones de operación para mantener el voltaje y la frecuencia dentro de los límites especificados.

c).- La limitación de las interrupciones de suministro de energía eléctrica en extensión y tiempo.

Para resolver estos problemas, se intercambian mensajes a través de la interconexión entre las - varias estaciones generadoras de energía en el programa de operación más apropiado, que ha sido establecido en la mayoría de los casos para controlar puntos de -- transición entre las varias secciones de los circuitos componentes, así que la demanda de carga máxima puede ser satisfecha económicamente.

También se requieren redes de comunicación entre las estaciones generadoras de energía y los gran des consumidores (industrias, municipios, etc.) para - asegurar un suministro satisfactorio.

En los casos de perturbación en transmisión de energía, es imperativo un intercambio rápido de información entre estaciones muy distantes en la red de - energía para eliminar la perturbación y reducir su duración a un mínimo.

Así, la red de comunicación de una compañía de energía eléctrica es avocada a conectar las plantas de energía, las subestaciones transformadoras y los pun tos de transferencia de potencia a redes cercanas o --

grandes consumidores.

El teléfono es el dispositivo más importante para la transmisión de mensajes de naturaleza general. En algunos casos, tales como la supervisión continua de mediciones, el énfasis está puesto en transmisión ininterrumpida de datos sin la presencia de un operador. Otras aplicaciones, de protección selectiva de línea por ejemplo, requieren transmitir a grandes distancias información de la operación de relés de protección dentro de fracciones de un segundo para que las líneas sean desconectadas sin la ayuda de un operador. Estos pocos ejemplos muestran que aparte de telefonía, otros medios de comunicación, tales como sistemas de teleimpresión, supervisión, control remoto y protección selectiva de línea también juegan una parte importante.

La red de teléfono público no es suficientemente libre de perturbaciones y no está siempre disponible inmediatamente cuando surgen emergencias. Los tiempos de retardo incurridos en establecer conexiones, y dependencia de agentes externos (como en el caso de aislamiento debido a fallas en las líneas telefónicas por diversas causas) son incompatibles con los requerimientos de operación de sistemas de suministro de energía.

Además la mayoría de las estaciones están localizadas lejos de las áreas pobladas servidas por la red de teléfono público; así que tendrían que ser conectadas por líneas de enlaces específicamente puestas para este propósito.

Otro de los métodos de comunicación empleado por las plantas generadoras de energía eléctrica, es la radiocomunicación. Este sistema aún cuando tiene algunas ventajas sobre la línea telefónica, como es el de prescindir de un circuito físico para establecer la comunicación, también tiene sus desventajas. Una de ellas -- consiste, en que los tipos más usuales de este sistema -- son altamente afectados en la calidad de la comunicación por las condiciones atmosféricas.

En la actualidad para la comunicación a lo largo de líneas de transmisión de energía, el sistema -- que más se emplea sobre todo para cubrir grandes distancias, son las comunicaciones con corrientes portadoras -- sobre la propia línea de energía, cuya sólida construcción ayuda también a la seguridad de transmisión en caso de tormenta o mal tiempo, cuando las líneas telefónicas -- fácilmente pueden quedar interrumpidas precisamente en -- el momento en que las comunicaciones resultan indispensables. La comunicación por corrientes portadoras va aún --

más allá, ya que hay ocasiones en que la alta frecuencia de la comunicación mantiene su circuito aún cuando se caigan algunos cables o algo similar, desde luego - resulta imposible determinar con exactitud las condiciones adversas a las líneas de energía bajo las cuales la comunicación con corrientes portadoras se sigue efectuando.

Este sistema está basado en el principio - que nos dice que la impedancia que presenta un circuito determinado al paso de la corriente depende de la frecuencia de ésta, es decir, que un mismo circuito -- puede presentar una impedancia muy alta al paso de una corriente de determinada frecuencia y en cambio presentar una impedancia muy baja o casi nula, al paso de -- otra corriente de diferente frecuencia.

También está basado este sistema en las características de los circuitos que permiten que en un mismo conductor lineal puedan circular corrientes de diferentes frecuencias sin interferirse las unas con las otras ( principio de superposición).

Este principio aplicado a las líneas de alta tensión nos indica que sobre la línea pueden viajar corrientes de diferentes frecuencias sin que se afecte

en una forma apreciable unas con las otras, y a la vez, en los extremos tener diferentes caminos a seguir. Un camino de baja impedancia, que en este caso resulta ser la de alta tensión proveniente de las plantas generadoras, presenta una alta impedancia a la corriente de alta frecuencia que es la de comunicación. De la misma manera un camino de baja impedancia para la corriente de alta frecuencia, presenta una impedancia muy grande para la corriente de baja frecuencia. Por lo tanto, se puede decir que cada corriente de diferente frecuencia tiene su propio circuito separado electricamente, ya que de no serlo así, la corriente de alta tensión proveniente de las plantas generadoras sería mortal para los operadores de los aparatos de comunicación. Por otra parte, la potencia de alta frecuencia que se disiparía por caminos no deseados haría necesario emplear equipos transmisores muy grandes.

Debido a que las frecuencias vocales están muy cercanas a las frecuencias comunmente usadas en las plantas de energía, sería sumamente difícil, por no decir imposible hacer la separación de frecuencia. Por lo tanto, la corriente de señalización se traslada a una frecuencia bastante superior mediante una modulación aumentando de esta manera la separación eléctrica entre los aparatos de transporte de energía y los de señalización.

De esta manera se hace relativamente fácil equipar las líneas de alto voltaje con dispositivos de conexión que permitan el paso de frecuencia de señalización, pero a la par cierren al paso de la baja frecuencia de fuerza-motriz.

### Modulación en Amplitud.

El proceso de modulación en amplitud tratado analíticamente es como sigue:

Las ondas electromagnéticas de baja frecuencia, también llamadas de "información", son altamente variables en amplitud y frecuencia, pero para su estudio teórico se idealizan representándose con la ecuación:

$$e = E_m \cos \omega_m t$$

Como ya se dijo antes, la frecuencia de estas señales es relativamente cercana a la de la fuerza electromotriz, por lo que para separarlas eléctricamente se recurre a un artificio que consiste en transmitir una onda auxiliar de alta frecuencia:

$$e = E_c \cos \omega_c t$$

A través de la línea de transmisión. La amplitud de tal onda no es constante, sino que a su vez, es función de la amplitud y frecuencia de la onda de información que se quiere transmitir.

Veamos como sucede tal cosa:

La onda auxiliar que llamaremos "portadora" o "Carrier" es:

$$e = E \cos Wct - - - - - (1)$$

Y la onda de señal o información es:

$$e = E_m \cos Wmt - - - - - (2)$$

A la que llamaremos "moduladora" o "modulante"

Se supone que la frecuencia del carrier es varias veces mayor que la frecuencia de la moduladora, y mucho mayor que la frecuencia de la fuerza electromotriz.

Veamos ahora al combinar éstas dos ondas para obtener una tercera, cuya amplitud sea la suma

$$E = E_c + E_m \cos Wmt$$

Y cuya frecuencia sea la misma de la portadora, con lo que -- queda la ecuación de una tercera onda que vamos a llamar "modulada en amplitud", anotándola a continuación:

$$e = (E_c + E_m \cos Wmt) \cos Wct - - - - - (3)$$

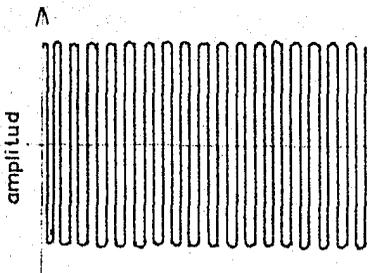
(En la figura 1 se representan las tres ondas mencionadas)

Tomando  $E_c$  como factor común en (3)

$$e = E_c \left( 1 + \frac{E_m}{E_c} \cos Wmt \right) \cos Wct$$

sustituyendo  $\frac{E_m}{E_c}$  por  $M$ :

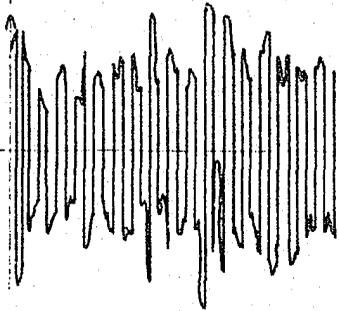
$$e = E_c (1 + M \cos Wmt) \cos Wct - - - - - (4)$$



> ONDA PORTADORA



> ONDA DE VOZ (MODULANTE)



> ONDA PORTADORA MODULADA POR  
LA VOZ, LA ENVOLVENTE DE ESTA  
ONDA TIENE LA MISMA FORMA QUE  
LA SEÑAL DE VOZ.

FIG. 1

Este coeficiente "M" se denomina **factor de modulación** o **grado de modulación**.

Si M es nulo, el carrier no está siendo modulado y su amplitud permanece constante (Fig. 2a). Si M varía entre 0 y 1, la onda tiene cierto grado de modulación (Fig. 2b). Ahora si M es igual a la unidad, la amplitud de la onda modulada varía entre 0 y el doble del valor sin modulación (Fig. 2c) Por último, si M es mayor que la unidad, hay distorsión, -- porque la onda portadora es absorbida parcialmente por la onda modulante notándose períodos en los que se suspende la onda portadora (fig. 2d).

Desarrollando la ecuación (4):

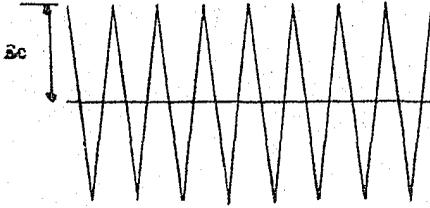
$e = E_c(\cos \omega_c t + M \cos \omega_m t \cos \omega_c t)$ -(5) De trigonometría sabemos -- que:

$$\cos a \cos b = \frac{1}{2} [\cos (a+b) + \cos (a-b)]$$

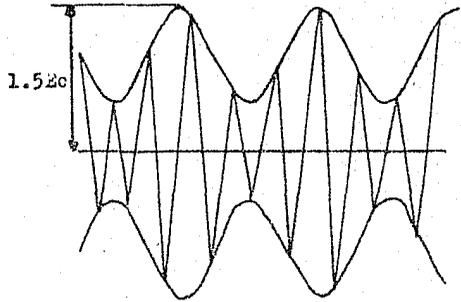
Por lo tanto de (5) tenemos:

$$e = E_c \left[ \cos \omega_c t + \frac{M}{2} \cos (\omega_c + \omega_m) t + \frac{M}{2} \cos (\omega_c - \omega_m) t \right] (6)$$

La ecuación (6) nos permite ver que senoide modulada en amplitud está compuesta de tres partes: la primera tiene la frecuencia de la portadora y dos partes más cuyas frecuencias son la suma y la diferencia de las frecuencias portadora y modulante respectivamente.

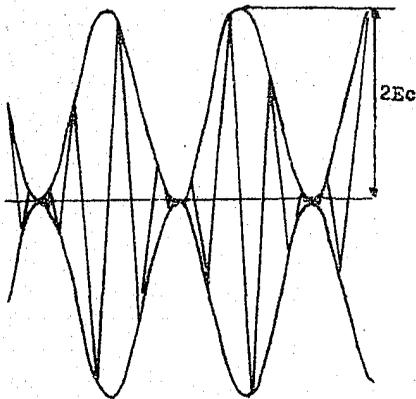


PORTADORA NO MODULADA  
(a)

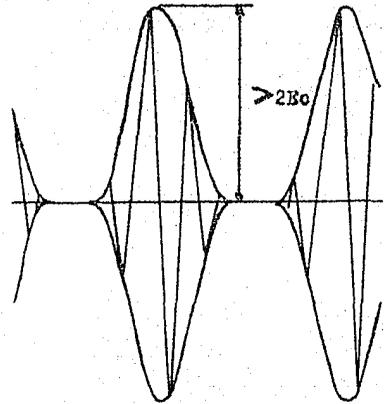


PORTADORA MODULADA AL 50%  
(b)

Figura 2



PORTADORA MODULADA 100%  
(c)



PORTADORA MODULADA A MAS DE 100%  
(d)

constante, sino que varía dentro del rango audible, no tendremos dos frecuencias "laterales" de la portadora, sino dos "bandas laterales" a la frecuencia portadora - (ver figura 3).

Estas bandas laterales aparecen simétricamente arriba y abajo de la frecuencia de la señal no modulada o portadora. Si se suman los valores instantáneos de todas estas ondas el resultado es una "envolvente de modulación". En la modulación de amplitud la envolvente de modulación sigue las variaciones de amplitud de las señales de audiofrecuencia que se usan para modular la onda de R.F.

A fin de reproducir la modulación original el receptor debe sintonizar un ancho de banda suficiente para aceptar simultáneamente la portadora y las bandas laterales.

Potencia instantánea en la onda modulada.-Los valores de amplitud ilustrados en la figura 2 corresponden a la tensión o corriente, de modo que los dibujos pueden considerarse como representativos de valores instantáneos, ya sea de tensión o de corriente. Ahora bien la potencia varía proporcionalmente al cuadrado, ya sea de la tensión o de la corriente, de manera que en la cresta positiva de modulación la potencia instantánea de la onda de la figura 2 (c) será de cuatro veces la

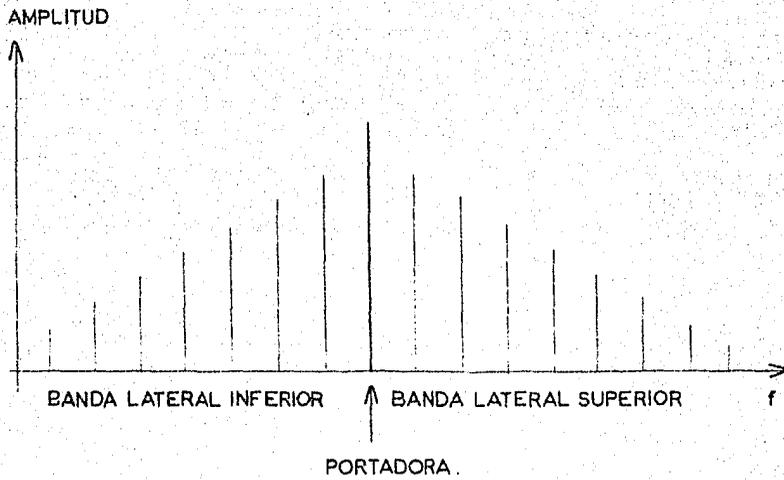


FIG.3

potencia de la portadora no modulada, ya que se duplican tanto la tensión como la corriente. En la cresta negativa de modulación la potencia será cero, pues la amplitud es cero.

Estas aseveraciones son válidas para una modulación -- del cien por ciento sin importar la forma de onda de la modulación. La potencia instantánea en la señal modulada es proporcional al cuadrado de su envolvente en cada instante.

Potencia relativa.- Trataremos de obtener los valores de potencia involucrados en cada una de las componentes de la onda de A.M. modulada al cien por ciento.

La ecuación de la señal A.M. es:

$$e_m = E_c \cos \omega_c t + \frac{M}{2} \left[ \cos(\omega_c + \omega_m)t + \cos(\omega_c - \omega_m)t \right]$$

según la teoría:

$$P = \frac{e^2}{Z}$$

por lo tanto la potencia entregada por la portadora es:

$$P_{port} = \frac{E_c^2}{Z}$$

la potencia entregada por cada banda lateral es:

$$P_{BL} = \frac{\left(\frac{M}{2} E_c\right)^2}{Z}$$

y si  $M = 1$

$$P_{BL} = \frac{E_c^2}{4Z}$$

$$P_{Total} = \frac{E_c^2}{Z} + \frac{E_c^2}{4Z} + \frac{E_c^2}{4Z}$$

o sea que de cien watts entregados por el transmisor 66 watts se consumen en la portadora y 16 watts se consumen en la banda lateral superior y 16 watts se consumen en la banda lateral inferior.

En conclusión la transmisión ocupa el 16% de potencia del sistema A.M. convencional y el 50% del ancho de banda.

## Banda lateral Unica.

En el circuito modulador balanceado típico tal como se muestra en la fig. 4, la portadora se aplica en fase a las entradas de los dos transistores en tanto que la señal modulante se aplica en oposición de fase a las dos entradas. Los amplificadores se operan en clase B de manera que la modulación se efectúa en ambos amplificadores.

La portadora se suprime en la salida debido a que la portadora se aplica "en fase" a las entradas. La salida se sintoniza a la frecuencia lateral única deseada, eliminando así esencialmente a la señal moduladora.

Se requiere filtro adicional posterior, para eliminar la banda lateral no deseada.

Un breve análisis ilustrará este proceso de modulación. Se supondrá que el amplificador es un dispositivo de ley cuadrática cuando se polariza en el corte. Esto no es estrictamente cierto, pero es una aproximación razonable cuando la impedancia de la fuente es baja. Luego, suponiendo que los amplificadores son idénticos, se puede ver que

$$i_1 = A_0 + A_1 V_{b1} + A_2 V_{b1}^2 \dots \dots \dots (1)$$

$$i_2 = A_0 + A_1 V_{b2} + A_2 V_{b2}^2$$

pero

$$V_{b1} = E_p \cos W_p t + E_v \cos w_v t$$

$$V_{b2} = E_p \cos W_p t - E_v \cos w_v t \dots \dots \dots (2)$$

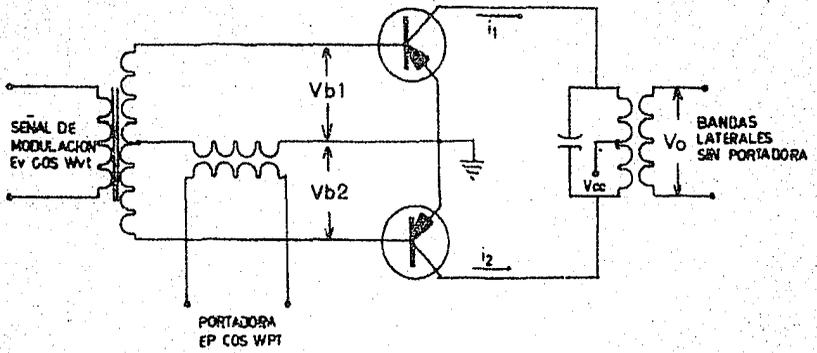


FIG.4 CIRCUITO MODULADOR BALANCEADO

Cuando se sustituyen estos valores de  $V$  en la ecuación --

(1) tenemos:

$$i_1 = A_0 + A_1 (E_p \cos W_p t + E_v \cos W_v t) + A_2 (E_p \cos W_p t + E_v \cos W_v t)^2 \quad \dots(3)$$

$$i_2 = A_0 + A_1 (E_p \cos W_p t - E_v \cos W_v t) + A_2 (E_p \cos W_p t - E_v \cos W_v t)^2$$

Debido a la disposición en push-pull, solo las componentes de corriente de colector de polaridad opuesta serán efectivas en la producción de una salida. Luego la corriente -- efectiva de salida es:

$$i_e = i_1 - i_2 = 2A_1 E_v \cos W_v t + 4A_2 E_p \cos W_p t \cos W_v t \dots(4)$$

La salida sintonizada eliminará a la componente de frecuencia moduladora, de manera que la tensión efectiva de salida es:

$$V_o = B \cos W_p t \cos W_v t = \frac{B}{2} \left[ \cos(W_p + W_v)t + \cos(W_p - W_v)t \right] \quad \dots(5)$$

donde la constante  $B$  incluye a las constantes de circuito-sintonizado además de  $4A_2 E_p E_v$ . Se ha supuesto en la ecuación (5) que el circuito de salida sintonizada acepta igualmente bien a ambas frecuencias.

La forma de onda de la envolvente de modulación se altera por la remoción de una de las bandas laterales. La figura (5) muestra la forma de onda de una frecuencia lateral única y una portadora (no es usual que un equipo transmita -- una señal compuesta de portadora y una banda lateral única). Nótese que la envolvente no es senoidal. Esta misma forma de onda se produce siempre que dos señales que tengan aproximadamente la misma frecuencia, se mezclan o combinan.

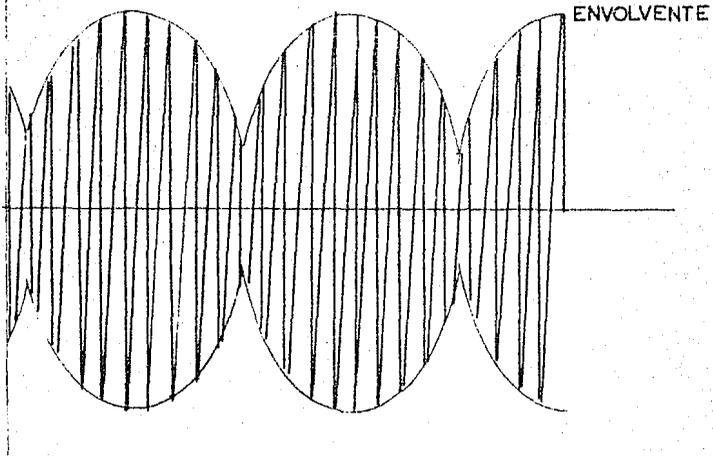


FIG.5 FORMA DE ONDA DE UNA PORTADORA Y UNA FRECUENCIA LATERAL UNICA

La amplitud de la combinación varía entonces con la di  
ferencia entre las dos frecuencias debido a reforzamiento y cancelación alternadas de sus valores instantáneos. Además de las ventajas que ya se enunciaron en el tema anterior podemos agregar que las conversaciones no pueden ser fácilmente captadas por terceras personas.

## CAPITULO III

CIRCUITOS DE ACOPLAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE ONDAS  
PORTADORAS A LAS LINEAS DE ALTA TENSION.

Para la transmisión de comunicaciones en onda portadora a través de líneas de alta tensión (OP/AT), las corrientes de alta frecuencia de los equipos OP/AT tiene que aplicarse a las líneas de alta tensión o derivarse de las mismas en el punto adecuado, sin que al hacerlo peligren a causa de la alta tensión ni el personal de servicio, ni los distintos equipos OP/AT. Además en el servicio de OP/AT no deben presentarse pérdidas apreciables para las señales de alta frecuencia.

Pueden considerarse en general, tres diferentes tipos de circuitos de alta frecuencia empleados en las líneas de transmisión. Estos tipos en un orden decreciente de aceptación general basada en la seguridad de comunicación y facilidad de instalación son los siguientes:

- a).- Circuito de acoplamiento a dos fases y tierra.
- b).- Circuito de acoplamiento a fase y tierra.
- c).- Circuito de acoplamiento entre dos sistemas.

a).- Tal y como lo muestra la figura 1, este circuito

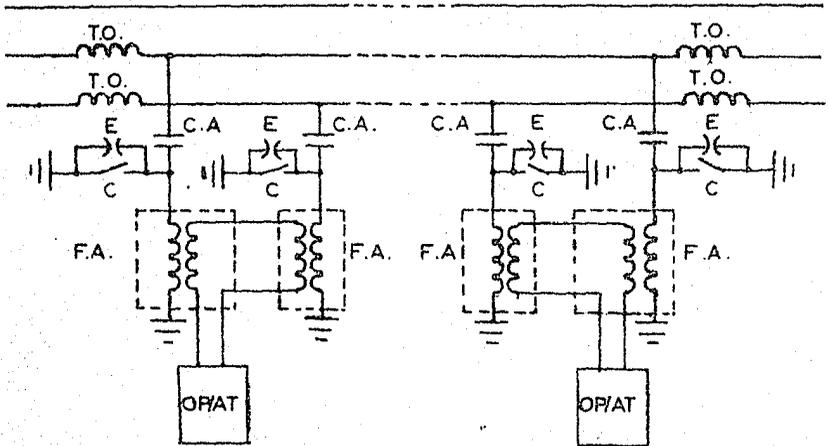


FIG. 1 CIRCUITO DE ACOPLAMIENTO A DOS EASES Y TIERRA.

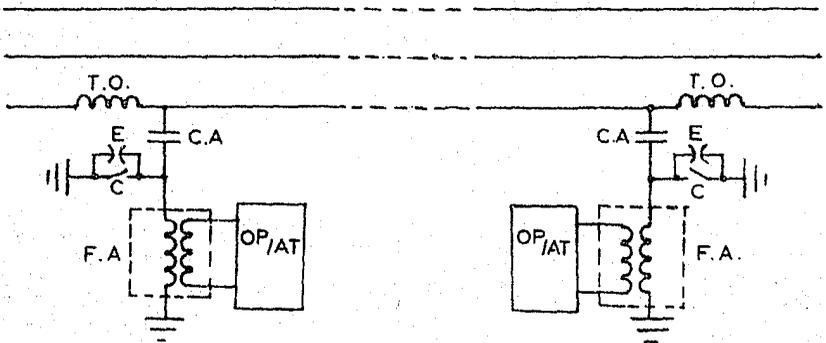


FIG. 2 CIRCUITO DE ACOPLAMIENTO A FASE Y TIERRA

emplea dos de las tres fases de la línea de transmisión como vías de alta frecuencia. Este circuito es el que tiene las condiciones de operación más estables, la menor atenuación y el menor nivel de ruido. Su principal desventaja redonda en el costo y compleja construcción de los acoplamentos. Su empleo más extenso ha sido en líneas largas donde su eficiencia justifica su alto costo.

b).- Este circuito utiliza solamente el conductor de una fase de la línea de transmisión, tal como lo ilustra la fig. 2. Si existen buenas conexiones de tierra en las terminales del equipo de OF/AT, o si existe línea de guarda (de tierra) en la línea de transmisión en que las terminales del equipo de OF/AT, este circuito se compara muy favorablemente con el circuito entre fases en lo que respecta a pérdidas por atenuación en la línea.

La principal ventaja del circuito entre fase y tierra es que generalmente no es necesario emplear más de la mitad del equipo de acoplamiento requerido -- para el inciso (a). Su principal desventaja es la ligeramente mayor atenuación y más alto nivel de ruido que el circuito de acoplamiento entre fases. Para muchos tipos de canales de portadoras, las desventajas de circuito entre fase y tierra no son de tomarse en cuenta al -

tener presente su simplicidad y bajo costo. Se usa este circuito universalmente para canales de telecontrol, y en líneas no muy largas para todos los tipos de canales de portadoras.

c).- Cuando se dispone de una línea de transmisión de doble circuito entre los equipos de OP/AT, en ciertas ocasiones es deseable usar ambas líneas para el circuito de ondas portadoras con objeto de asegurar su continuidad en caso de que alguna de las líneas sea puesta fuera de servicio. El circuito entre dos sistemas se muestra en la fig. 3. Este tipo de circuito puede ser aplicado aún cuando las líneas de transmisión estén seccionadas entre las terminales del equipo de ondas portadoras. Debido a ello suministrará una operación ininterrumpida con una línea cualquiera abierta.

Los elementos de acoplamiento se pueden agrupar de la siguiente manera:

- 1.- Trampa de onda
- 2.- Condensadores de acoplamiento
- 3.- Explosor
- 4.- Filtro de acoplamiento
- 5.- Cuchilla de tierra.

1.- Las trampas de onda ofrecen una alta impedancia a las frecuencias portadoras y presentan una impedancia despreciable a la frecuencia de la energía. El efecto

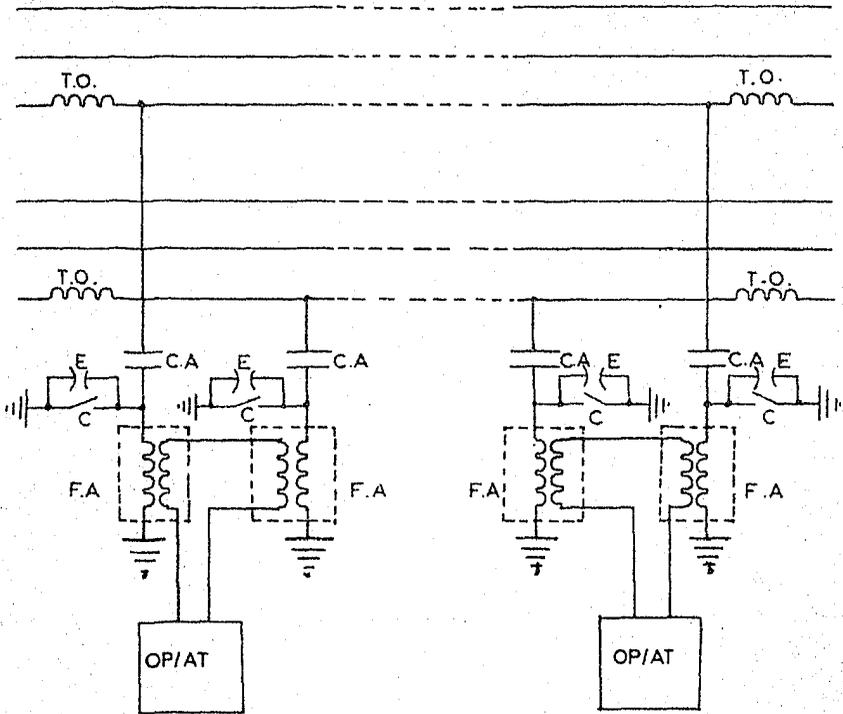


FIG. 3 CIRCUITO DE ACOPLAMIENTO ENTRE DOS SISTEMAS.

TO.- TRAMPA DE ONDA

CA.- CONDENSADOR DE ACOPLAMIENTO

FA.- FILTRO DE ACOPLAMIENTO

E - EXPLOSOR

C .. CUCHILLA

de bloqueo es mayor mientras más grande es la inductancia siempre y cuando no sea obstáculo para el paso de las corrientes de potencia.

La inductancia de las trampas varía de acuerdo con el fabricante y son diseñadas para corrientes de 200 hasta 1600 amperes. (50 ó 60 Hz.)

Las trampas se conectan en cada extremo de la línea de transmisión donde se encuentran los equipos CP/AT, con objeto de impedir que las frecuencias portadoras se pasen hacia las plantas o subestaciones y evitar que la capacidad a tierra de la planta tenga influencia sobre la salida de transmisión. Si existen transformadores o interruptores intermedios deberá evitarse el paso de las altas frecuencias a través de ellas por medio de puentes de alta frecuencia, con objeto de que no sean influenciadas por cualquier operación de switcheo.

2.- Los equipos de onda portadora se conectan a las líneas de alta tensión a través de condensadores de acoplamiento. Estos han sido universalmente aceptados como el más seguro y eficiente método de acoplamiento de circuitos de alta frecuencia a líneas de energía de alta tensión.

3.- El explosor es un dispositivo de protección contra sobretensiones que pudieran presentarse en el acoplamiento de los equipos de OP/AT.

4.- Para acoplar los equipos OP/AT a líneas de alta tensión se emplean filtros de acoplamiento que junto con los condensadores de acoplamiento hacen posible un acoplamiento de pocas pérdidas. A través del primario del filtro de acoplamiento, de baja impedancia para la frecuencia de servicio de la línea de alta tensión -- (por ejemplo 60Hz), se deriva a tierra la corriente de carga del condensador de acoplamiento.

## CAPITULO IV

## TRANSMISION DE COMUNICACIONES EN ONDA PORTADORA POR LINEAS DE ALTA TENSION.

En el presente capítulo se hace una descripción de las generalidades, funcionamiento y rangos de frecuencia de los equipos ESB 300 (sistema de banda lateral única).

## 4.1 Generalidades.

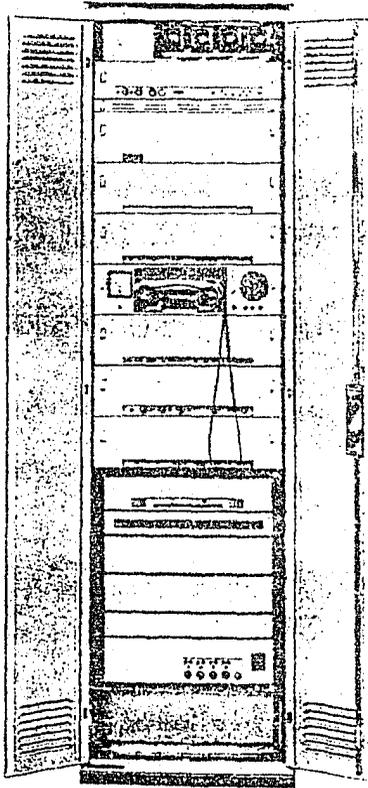
Los equipos del sistema ESB 300 permiten la transmisión por ondas portadoras de comunicaciones orales, -- así como de señales de telemaniobra, telegráficas y de protección de líneas en el margen comprendido entre 30 - KHz y 500 KHz, por cualquiera de las siguientes vías de comunicación:

Líneas de alta y de media tensión,  
Líneas aéreas influenciadas por alta tensión,  
Líneas aéreas telefónicas.

Los mensajes se transmiten por un procedimiento de banda lateral única, es decir, se suprimen la portadora y una de las dos bandas laterales originadas durante la modulación. Empleando este procedimiento resultan las ventajas siguientes:

- a).- Aprovechamiento máximo de la energía en la transmisión de los mensajes.
- b).- Anchura mínima de los canales y en consecuencia, ahorro de frecuencias.
- c).- Gran alcance
- d).- Dificil intercepción de los mensajes de servicio debido a la supresión de la portadora.

Los equipos se han construido según los más modernos puntos de vista. Grupos constructivos de circuitos impresos permiten combinar de manera económica diversos tipos de equipos. Los aparatos pueden equiparse en forma muy variada de manera que, en general, pueden disponerse para cualquier caso de servicio que se presente en la práctica. Modificando sencillamente su equipamiento puede ampliarse posteriormente cualquier tipo de equipo o también ser transformado en otro. Los circuitos impresos van enchufados unos junto a otros en paneles deslizantes donde están conectados entre sí a través de sus regletas de jacks. De esta manera se forman paneles para radiofrecuencia (RF), frecuencia intermedia (FI) y baja-frecuencia (BF), que en su parte frontal contienen una regleta de supervisión con jacks de medición para los niveles y corrientes más importantes, y lámparas de señalización. Los amplificadores de transmisión para diversa potencia, el filtro de línea, la alimentación y el cir--



Equipo telefonico ESB 300  
con automatico  
en armario de 2 m  
con amplificador de transmision  
de 40/80 W.

cuito de relés están alojados en páncales aparte.

Los equipos pueden ser alimentados desde la red (110, 125, 220 ó 240 V.C.A.) o mediante baterías (24, 48 ó 60 V.C.C.)

Con ayuda del equipo telefónico que se monta en caso necesario en los equipos ESB 300 pueden efectuarse conversaciones de servicio entre terminales. El equipo telefónico contiene además un sistema de medición con el que se puede controlar magnitudes importantes en los equipos de OP/AT.

Para tráfico directo entre dos abonados pueden incorporarse los correspondientes circuitos de relés. En lugar de estos circuitos de relés también puede montarse un equipo telefónico automático 234 para OP/AT. Este equipo permite la conexión de dos abonados y una central interna. Ambos abonados tienen la posibilidad de intercalarse en una comunicación existente (intercalación urbana) pulsando un botón. El automático permite también establecer comunicaciones a través de varias secciones -- con lo que el abonado deseado, si está conectado directamente al equipo, es conseguido con el mismo número sin selección posterior desde cualquier estación de la red. La comunicación con el abonado deseado se realiza mediante números de selección determinados.

#### 4.2 Funcionamiento

El funcionamiento del equipo ESB 300 se describe a continuación a la vista del esquema de bloque de un equipo de 2.5 KHz. para telefonía con separación de banda sin cambio de bandas (son equipos que proveen una frecuencia fija para transmisión y otra fija para recepción y permiten mensajes orales hasta 2.5 KHz. La separación mínima que se admite entre los márgenes de R.F. es de 10 KHz.)(ver fig. 1)

Sentido de transmisión.- Desde el punto de nivel ( $-2N/600$  ohms) en el lado de transmisión circulan las corrientes de información al compresor dinámico (1). Después de ser amplificadas (2), un limitador (4) se encarga de que las amplitudes de las frecuencias vocales en el margen total de la modulación no sobrepasen una medida determinada. El atenuador (5) se emplea para modificar el nivel relativo de las frecuencias vocales. Después de una limitación de bandas de las frecuencias telefónicas (0.3 KHz. a 2.4 KHz.) en el pasa banda de BF(6) se juntan las corrientes telefónicas con el tono piloto ( $2580 \pm 30$  Hz.) que es generado en (9) y filtrado en (8). La mezcla de estas corrientes es llevada ahora a la posición de frecuencia intermedia (FI) por un modulador de --contrafase doble (7). Un generador gobernado con cristal

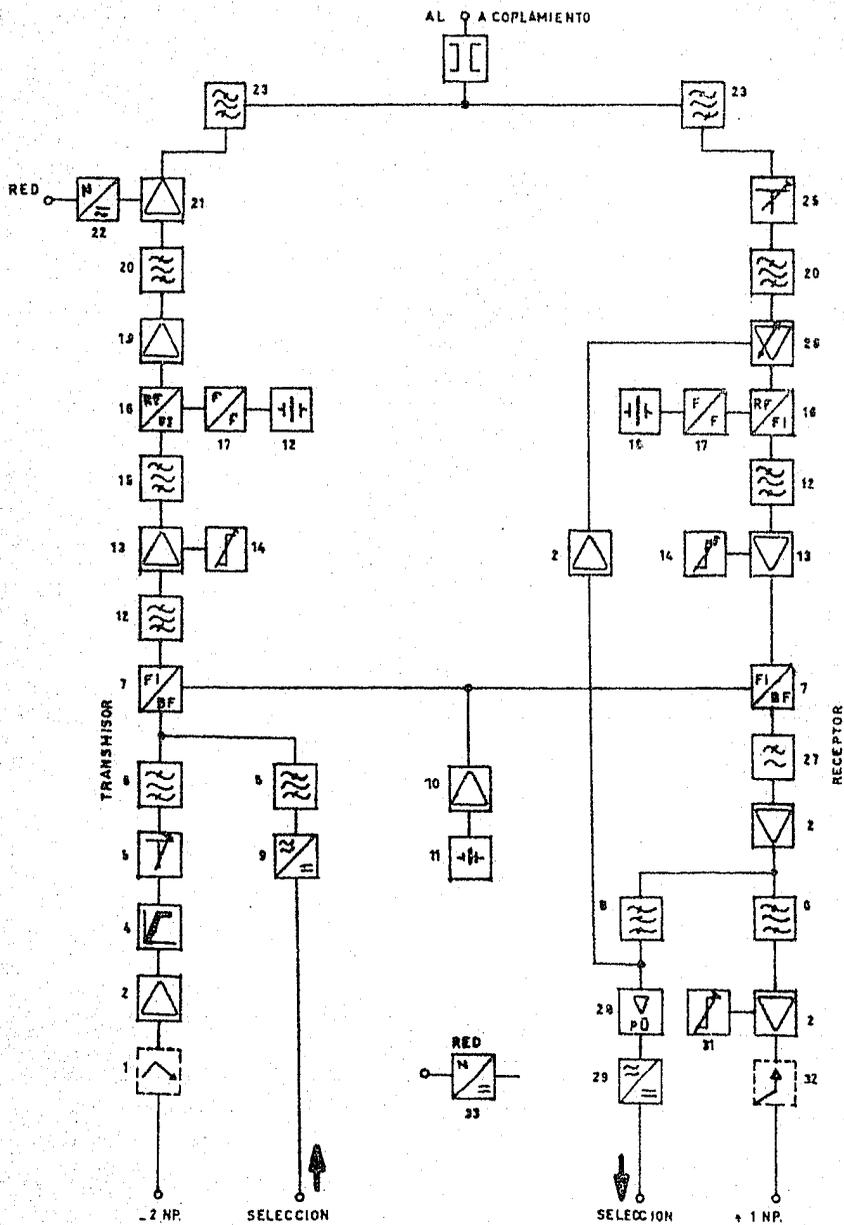


FIG. 1 EQUIPO TELEFONICO DE 2.5KHZ. CON SEPARACION DE BANDAS

de cuarzo (11) genera la portadora de FI que tiene forma rectangular para poder controlar bien el modulador. Durante la modulación se originan fundamentalmente las dos bandas laterales, mientras que la portadora se debilita fuertemente. El pasabanda de FI (12) suprime una de las bandas laterales. La otra banda es amplificada (13) (este amplificador tiene intercalado un corrector de equipos (14) que elimina las distorsiones debidas a la atenuación del filtro de FI) y a través de un supresor de portadora residual (15), que elimina los restos de la portadora, llega al conversor de frecuencia intermedia - radiofrecuencia FI/RF (16) donde es llevada a la frecuencia empleada para la transmisión. A través del amplificador previo de RF (19) y del filtro de entrada de RF (20) que suprime una banda lateral, circulan las corrientes de banda lateral única hacia el amplificador de transmisión (21) donde son elevadas al nivel de salida y alcanzan a través del filtro de línea (23) el transformador de adaptación (24), para llegar finalmente a la línea de larga distancia a través del dispositivo de acoplamiento.

Sentido de recepción.- Las corrientes de RF en trantes pasan por el filtro de línea (23) y a través de un atenuador variable (25) con el que se adapta el punto -

de trabajo de la regulación de nivel a las condiciones de atenuación, así como a través del filtro de entrada de RF (20), llegan al regulador de nivel (26). Este regulador actúa en forma continua y compensa dentro de amplios límites las fluctuaciones de atenuación de las corrientes de RF entrantes. A continuación es llevada la banda de RF a la posición de frecuencia intermedia. De las dos bandas laterales que se originan, el pasabanda de FI (12) solo deja pasar la banda inferior. Dicha banda es amplificada (13) y es desplazada mediante otro translador (7) a la posición de BF. Un filtro pasabajo (27) suprime la banda lateral de BF que no se desea. Las corrientes telefónicas llevan ahora a través del pasabanda de BF (10) al amplificador de BF (2) que aumenta su nivel al valor de salida o de transferencia. El expansor (32) del compandor aplicable en caso necesario compensa el efecto del compresor dinámico en el lado de transmisión. Las frecuencias del canal piloto son separadas en la posición de BF por el filtro piloto (8) y transmiten sus informaciones (regulación de nivel y señales para establecer o disolver una comunicación) al regulador de nivel (26) y al receptor de llamada selectiva (29). En caso de fallar el canal piloto, de la alarma el dispositivo de supervisión de nivel (28).

#### 4.3 Posiciones de frecuencia.

Ráster de 5 Kc/s y de 4 Kc/s.- Según el tipo de los equipos ESB 300 (2.5 Kc/s, 4 Kc/s o 2 x 2.5 Kc/s) en los rásteres de frecuencia disponibles se ocupan márgenes de frecuencia que difieren entre sí por su ancho de banda. Mientras que en Alemania y en muchos otros países es corriente un ráster de 5 Kc/s hay también otros países que emplean un ráster de 4 Kc/s.

Como se desprende de la figura 1 (a), en el ráster de frecuencia de 5 Kc/s pueden disponerse márgenes de RF con un ancho de 2.5 Kc/s, 5 Kc/s, 7.5 Kc/s, etc. Para su designación se indica la frecuencia asignada al margen y la desviación positiva y negativa de los extremos de la banda de esta frecuencia. La indicación 7.5 -- Kc/s - margen 480 ---+ (480 menos, menos, más ) significa por lo tanto que está ocupada la banda de RF de 475 -- Kc/s a 482.5 Kc/s ( $480 - 2.5 - 2.5 = 475$ ;  $480 + 2.5 + 2.5 = 482.5$ ).

En el ráster de 4 Kc/s se designa por lo general un margen de RF mediante la frecuencia inferior de la banda. El margen 76 contiene por consiguiente la banda de frecuencia de 76 Kc/s a 80 Kc/s. La indicación 2 x 4-Kc/s margen 120 y 124 representa un margen de RF de 8 -- Kc/s de ancho, por ejemplo, para equipos sin separación de bandas.

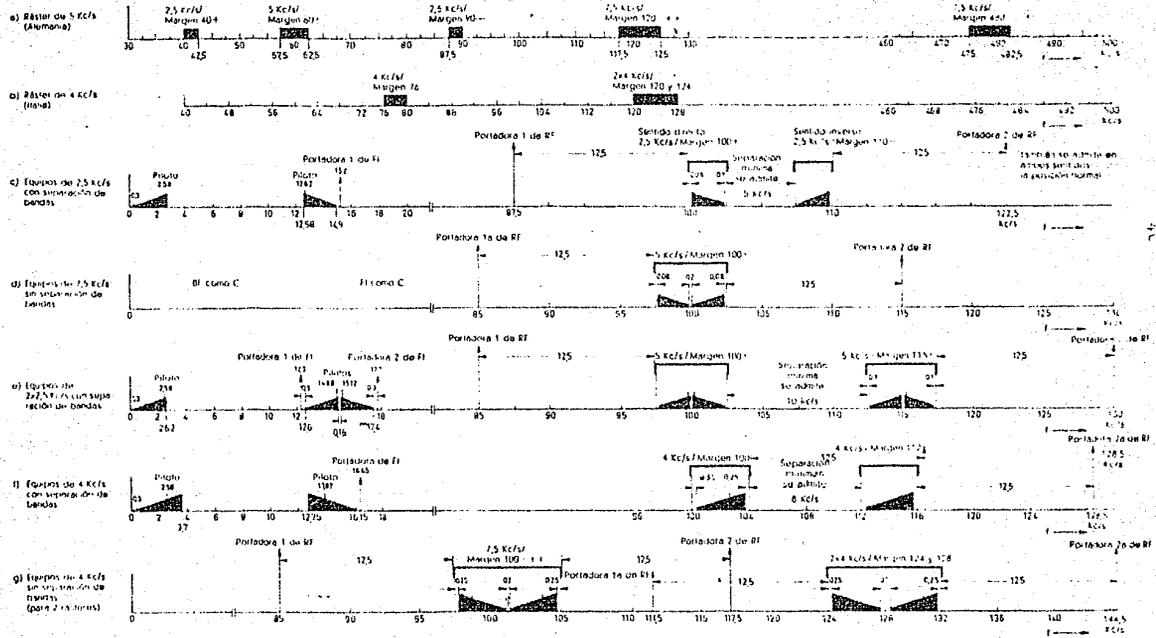


Fig. 1. Esquema de frecuencia de los equipos 156 100

Banda de BF en los equipos ESB 300.- Para la -- transmisión de telefonía se necesita una banda de BF -- comprendida entre 300 c/s y 2400 c/s. Las señales para el traslador de llamada y de selección y el tono piloto para regulación del nivel se transmiten en un canal superpuesto (2.58 Kc/s). Sin embargo, la banda vocal -- puede ser recortada ya en los 2000 c/s a favor de los canales de telemaniobra.

En el caso de transmisión de telemaniobra se -- ocupa toda la banda de BF entre 300 y 2400 c/s con canales de telemaniobra. La banda de BF comprendida en-- tre 300 y 3700 c/s para equipos de 4 Kc/s se permite -- alojar por encima de la banda vocal un cierto número-- de canales superpuestos o transmitir en total un mayor número de canales de telemaniobra.

Posición de F1 en los equipos ESB 300.- El número y el ancho de las bandas de BF influye también en -- la posición de F1 de los equipos ESB 300. En los equipos de 2.5 Kc/s de ancho de banda, se encuentra la portadora de F1 en los 15.2 Kc/s; la banda de F1 se extiende desde 12.54 a 14.9 Kc/s ( ver fig. 1(c) ).

Para obtener también en los equipos de 4 Kc/s -- aproximadamente el mismo margen de F1, está dispuesta-- en estos equipos la portadora de F1 en los 16.45 Kc/s-- y la banda de F1 va por consiguiente desde los 12.75 -

a los 16.15 Kc/s ( ver fig. 1 (f) ).

Los equipos con dos canales con ancho de banda de  $2 \times 2.5$  Kc/s requieren también dos posiciones de Fl.-- Las dos portadoras de Fl requeridas para ello se encuentran en los 12.3 Kc/s (canal 1) y en 17.7 Kc/s (canal 2). Las dos bandas de Fl se encuentran entre las dos portadoras entre 12.6 Kc/s y 17.4 Kc/s. La separación de ambas bandas es de 160 c/s ( ver fig. 1 (é) ).

Posición de RF en los equipos ESB 300.-- Los equipos de 2.5 Kc/s pueden operar con o sin separación de -- las bandas y con o sin cambio de banda. Según sea el caso se necesitarán o bien dos márgenes de RF de 2.5 Kc/s-- cada uno, o bien un margen de 5 Kc/s de anchura. La distancia mínima entre las dos bandas de 2.5 Kc/s en el caso necesario debe ser como mínimo de 5 Kc/s.

La fig. 1 (c) muestra en la posición de RF un -- equipo con separación de bandas en el que una dirección-- (margen 110-) está dispuesta en la posición normal y la-- otra en la posición invertida (margen 100+). Las dos por-- tadoras de RF se encuentran a una distancia de 12.5 Kc/s de los extremos de la banda en las frecuencias de 87.5 - Kc/s y 122.5 Kc/s. Sin embargo, también sería posible -- disponer ambas bandas en la posición normal. La disposición de las bandas en equipos sin separación de las mis--

mas se muestran en la fig. 1 (d). En este caso tiene que transmitirse siempre una banda de RF invertida.

Los equipos ESB 300 con un ancho de banda de  $2 \times 2.5$  Kc/s (dos canales) necesitan en total márgenes de RF de 5 Kc/s. En el ejemplo (e), se han representado los márgenes de  $100 \pm$  y  $115 \pm$ . Debe mantenerse en tal caso la separación mínima de 10 Kc/s entre las bandas de RF.

La fig. 1 (f) muestra un ejemplo de la posición de las bandas de RF para equipos de 4 Kc/s. En este ejemplo se han dispuesto siempre las dos bandas separadas en posición normal. La separación mínima entre bandas para equipos de 4 Kc/s con separación de bandas es de  $8$  Kc/s. Las dos bandas de RF en los equipos de 4 Kc/s pueden disponerse, a elección en los rásteres de 5 Kc/s o de 4 Kc/s.

Como se desprende en la fig. 1 (g) la diferencia que se presenta en ocupar el ráster de 4 Kc/s o el de 5 Kc/s consiste en una separación mayor en 500 Kc/s entre las dos bandas de RF.

En el caso de servicio banda a banda en el ráster de 2.5 Kc/s solo se requiere para sentido de ida y retorno una banda de 7.5 Kc/s.

Veamos algunos circuitos del equipo FSB 300

### Amplificador de BF.

Los amplificadores de BF se emplean en diversos puntos de los equipos FSB 300 para amplificar las señales vocales o de telemanobra y el tono piloto, tanto en la vía de transmisión como en la de recepción. La amplificación puede variarse entre 2 y 5 N.

Descripción del circuito.= El amplificador de BF es de tres etapas y con circuito de emisor a tierra (ver Fig. 2). La ganancia puede regularse de forma continua con R2 entre 2 y 4N o bien, conmutando un puente, entre 3 y 5N (puente A-B: 2 a 4N; puente B-D: 3 a 5N).

El amplificador de BF tiene un circuito de realimentación de tensión, tomándose la tensión del transformador de salida U2 y aplicándola al circuito de entrada del transistor T<sub>1</sub> a través de C10, puente BD, R17, R2 y R3/C2. Para corregir la respuesta de frecuencia de la rama de realimentación se emplea el elemento RC constituido por C3 y R8 en el circuito de colector del transistor T<sub>1</sub>. Cada etapa del amplificador posee además una realimentación parcial mediante las resistencias de emisor (R5, R10, R13-R14).

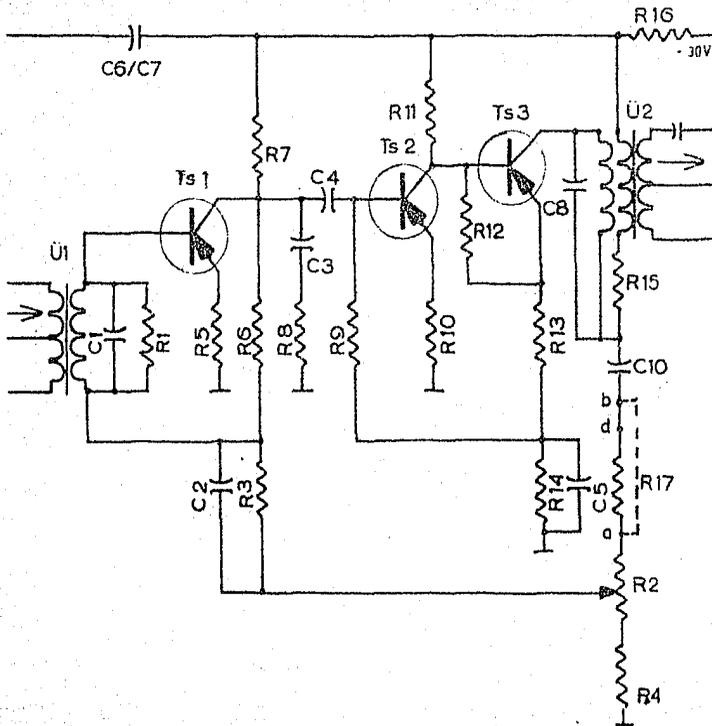


FIG. 2 AMPLIFICADOR DE B.F.  
SIN CIRCUITO DE ENTRADA NI DE SALIDA.

Los puntos de trabajo de los transistores estén estabilizados por realimentación de corriente continua. En el transistor Ts1 se consigue ello mediante una realimentación combinada de corriente y tensión (realimentación de tensión a través de R5, realimentación de corriente a través de R3, R6, R7). Las etapas transistorizadas segunda y tercera poseen una realimentación común. Para ello se toma la tensión de base del transistor Ts2 en la resistencia parcial de emisor R14 del transistor Ts3. La resistencia R12 aumenta la resistencia dieléctrica entre el colector y el emisor del transistor Ts3.

### Convertor de BF/FI

El convertor de BF/FI es un modulador balanceado que transforma la baja frecuencia en frecuencia intermedia o en el lado de recepción la frecuencia intermedia en baja frecuencia. Para ello se alimenta el convertor con una frecuencia intermedia comprendida entre 10 y 20 KHz. En el lado de transmisión se obtiene a la salida del convertor una oscilación de FI modulada en amplitud con la BF en doble banda lateral sin portadora (ver fig. 3). Cuando se emplea en el receptor, de las señales de FI entrantes se obtienen las señales de BF.

El circuito de BF/FI está constituido como modulador en contrafase doble.

Descripción del circuito.- El convertor de BF/FI funciona completamente igual en ambos sentidos, es decir, lleva la BF a la posición de FI o viceversa la FI a la posición de BF, según sea el lado desde el que se alimenta.

El principio de la conversión se aclara con el ejemplo de conversión de FI en BF (conversión en el lado de recepción).

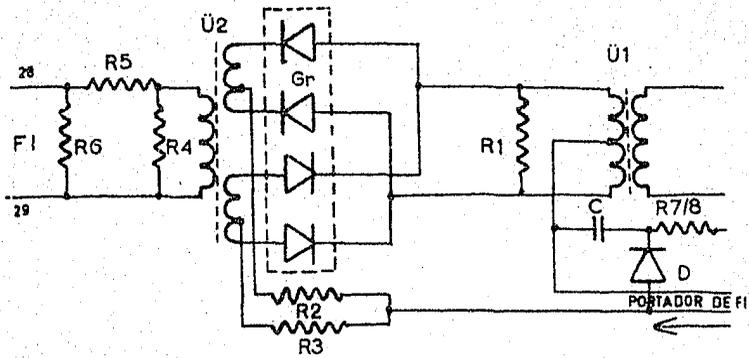


FIG.3 CIRCUITO CONVERSOR DE BF/FI.

El elemento de atenuación situado a la entrada de FI (R4, R5, R6) origina un aumento de la atenuación y una adaptación precisa al amplificador de FI precedente. Los cuatro rectificadores Gr actúan como conmutador mandado por radiofrecuencia que bloquea o deja pasar la banda de FI al ritmo de la portadora de FI.

La tensión de FI trapezoidal suministrada por el generador de portadora de FI manda el cuarteto rectificador de manera tal que durante las semiondas positivas se hace conductor para la banda de FI un par de rectificadores y durante las semiondas negativas el otro par.

Debido a ello circulan por el arrollamiento - del transformador de salida U1 tanto las semiondas negativas como las positivas de FI en el mismo sentido. En el arrollamiento secundario se obtiene así la señal de BF -- primitiva.

La combinación de las resistencias R7 y R8, - el condensador C y el diodo D ha sido ideada como salida de medición de la portadora de FI.

Filtro de entrada de RF.

El filtro de entrada de RF se emplea en la vía de transmisión de los equipos de OP/AT para suprimir el resto de portadora de RF existente todavía y una banda lateral; en la vía de recepción, refuerza el filtro de entrada de RF la selectividad del filtro de línea de recepción. Según el ancho de banda de los equipos se necesitarán filtros de RF con anchos de banda de 5 KHz o 7.5 KHz, cuyas frecuencias centrales puedan quedar entre 30 y 500 KHz. Los filtros de entrada de 5KHz y 7.5 KHz son de circuito análogo.

Descripción del circuito.- Los componentes fundamentales de los filtros de RF son L1, L2, L3, U1, U2 (ver figs. 4y 5). Según el ancho de banda (5 KHz o 7.5 KHz) y la frecuencia central, se equiparán con los condensadores adecuados. De esta manera puede modificarse la sintonización de los filtros de entrada de RF, dentro de su margen de frecuencia (30 KHz a 400 KHz o 400 KHz a 500 KHz), equipándolos sencillamente con otros condensadores.

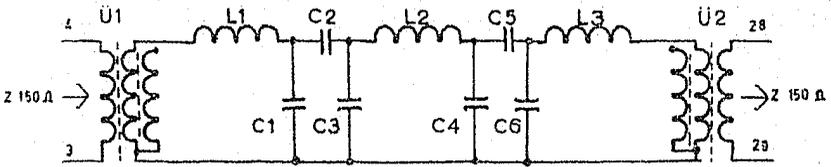


FIG.4 ESQUEMA DE PRINCIPIO DE UN FILTRO DE ENTRADA DE R.F. 30 a 140 KHz.

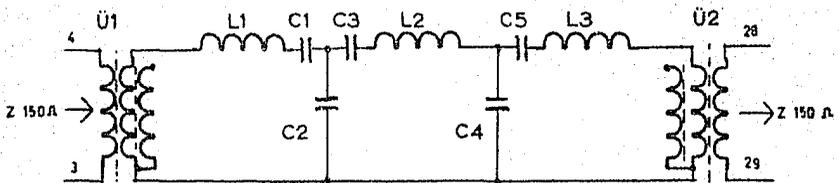


FIG.5 ESQUEMA DE PRINCIPIO DE UN FILTRO DE ENTRADA DE R.F. 140 a 500 KHz.

REGULADOR DE NIVEL DE RF.

El regulador de nivel de RF, de funcions--  
 miento continuo en los equipos receptores, compensa las  
 fluctuaciones de atenuación de las corrientes de RF en-  
 trantes en el margen de  $\pm 3$  N ( a la entrada de RF de -  
 los equipos). Es controlado mediante el canal piloto mo-  
 dulado en frecuencia (2580  $\pm$  30 Hz), el cual transmite-  
 siempre una de las dos frecuencias. Como al conmutarse-  
 las frecuencias no se produce interrupción alguna de la  
 tensión de mando, la regulación del nivel funciona con-  
 tinuamente y con independencis del tipo de estableci- -  
 miento de la comunicación.

El tono piloto se deriva en el receptor --  
 detrás del filtro de piloto y se compara en el regula--  
 dor de nivel con un valor nominal. La diferencia entre-  
 el valor nominal y el valor real se toma para excitar --  
 un circuito de regulación, a continuación del cual hay--  
 conectado un amplificador de RF de dos etapas (fig.6) -

Descripción del circuito.- El regulador --  
 de nivel de RF se compone de cinco unidades funcionales,  
 a saber, el circuito regulador, el amplificador de RF,-  
 el rectificador de piloto, el amplificador de mando y -  
 el generador de valor nominal (esquema de bloqueo, fig.  
 6). El rectificador de piloto tiene una impedancia de -

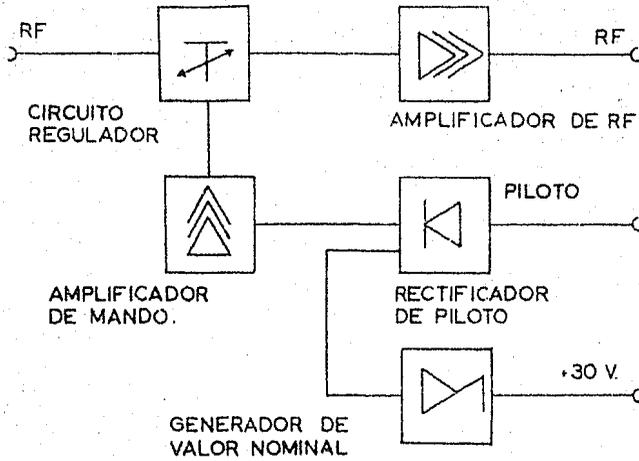


FIG. 6 ESQUEMA DE BLOQUES DEL REGULADOR DE NIVEL.

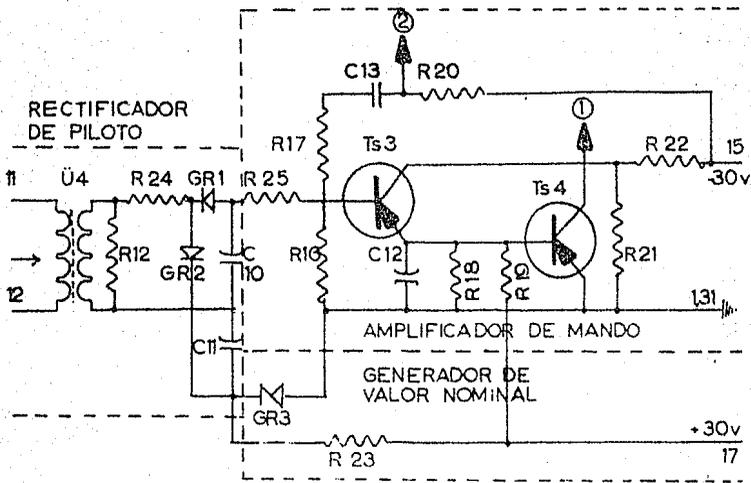


FIG. 7 CIRCUITO DE LA SECCION DE MANDO DEL REGULADOR DE NIVEL.

entrada de 600 ohms, (ver fig. 7). A través del transformador de entrada U4 aplican las frecuencias procedentes del dispositivo de supervisión de nivel, una vez amplificadas al circuito doblador de tensión Gr1, Gr2, C10, C11, donde son rectificadas.

En el generador de valor nominal se aplica una tensión de + 30 V al diodo Zener a través de la resistencia R23. La tensión que aparece en este diodo (valor nominal) se conecta en oposición a la tensión piloto rectificada (valor real) de manera que en la base del transistor Ts3 del amplificador de mando se aplica más o menos tensión. Esta diferencia de tensión (fluctuación de la regulación) abre al transistor tanto más cuanto mayor sea la diferencia entre el valor real y el nominal. A través de la segunda etapa del amplificador de mando (transistor Ts4) se manda el termistor H2 del circuito regulador (ver fig. 8).

La primera etapa amplificadora del amplificador de mando (transistor Ts3) funciona en circuito de colector a tierra y la segunda en circuito de emisor a tierra.

Para que el transistor Ts4 bloquee con seguridad para pequeñas tensiones de entrada (Fluctuaciones de regulación) en el transistor Ts3, se aplica a su base una polarización positiva a través de la resistencia R19.

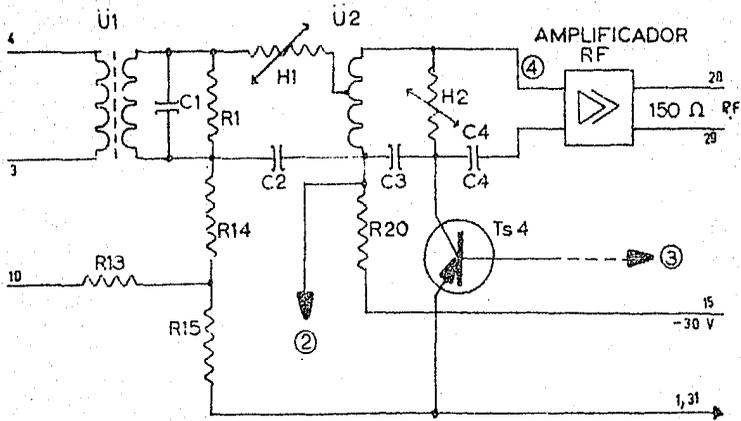


FIG. 8 CIRCUITO DE LA SECCION DE REGULACION.

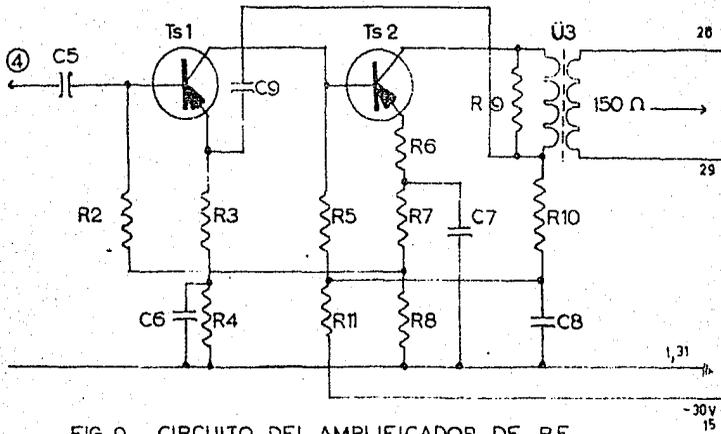


FIG. 9 CIRCUITO DEL AMPLIFICADOR DE RF

En la resistencia R20 del circuito de salida se toma la realimentación (V13, R17) para la entrada -- del amplificador de mando; esta sirve para estabilizar el punto de funcionamiento del circuito de regulación.

El circuito de regulación se compone fundamentalmente de dos termistores conectados como divisor de tensión (H1, H2), del transformador intermedio U2, El, márgen de regulación abarca como mínimo 6N, es decir, se regulan los niveles entrantes que experimenten fluctuaciones -- hasta de 6N.

Para pequeños niveles de entrada es caldeado el termistor H1 a través de las resistencias R15, R14, -- Rk/U1, con lo que disminuye su resistencia (unos 370 ohms); el termistor H2 no es caldeado de manera que permanezca con alta impedancia (3 kohm aproximadamente).

El transformador U2 transforma esta resis-- tencia a unos 120 ohms. Para los niveles de recepción míni mos alcanza la atenuación de la tensión del circuito regu-- lador un valor aproximado de 0.2 N.

Si la atenuación del circuito regulador de-- biera ser grande (para grandes niveles de entrada), es ca-- lentado progresivamente el termistor H2 por el amplifica-- dor de mando y su resistencia disminuye hasta unos 100 -- ohms. La corriente de mando para el termistor H1 se hace -- por el contrario menor y por consiguiente también su con-- ductibilidad. En consecuencia aumenta la atenuación del --

circuito regulador. Para el nivel máximo de entrada, aumenta la atenuación hasta un máximo de 6.0 N, como las variaciones de resistencia del circuito regulador producirían efectos sobre la entrada de RF, se encuentra en el circuito secundario del transformador de adaptación U1 la resistencia R1 que reduce dichas variaciones de tal grado que no se producen grandes reflexiones. La corriente de regulación puede medirse en el divisor de tensión R15, R14 mediante un instrumento de corriente continua.

Las dos etapas (Ts1 y Ts2) del amplificador de RF están conectadas con emisor a tierra (ver Fig. 9). Para que no se afecte el funcionamiento del circuito de regulación, tiene que ser de alta impedancia la entrada del amplificador de RF. Esto se consigue mediante realimentación negativa desde el circuito de colector de la segunda etapa al emisor de la primera etapa.

Los dos transistores están acoplados galvánicamente (colector de Ts1-base de Ts2).

Los puntos de trabajos de ambos transistores están estabilizados por realimentación de corriente continua (R2).

La resistencia R3 sirve para fijar la impedancia de salida de RF en 150 ohms.

### TRANSMISOR DE PILOTO Y DE SELECCION

A través de un canal piloto modulado en frecuencia - - - (2580  $\pm$  25 Hz) situado justo por encima de la banda de -- frecuencias vocales, se controla la regulación de nivel - en el equipo receptor. Los impulsos necesarios para esta- blecer y disolver una comunicación se transmiten por mani- pulación de frecuencia. Para ello se transmite la frecuen- cia de 2580 - 25 Hz para equipos telefónicos ocupados, y- la frecuencia de 2580 + 25 Hz para equipos sin ocupar.

### DESCRIPCION DEL CIRCUITO

Para manipular la frecuencia de 2555 Hz a 2605 Hz y vice- versa son controlados los transistores Ts1 y Ts2 por un - contacto del equipo de selección ( ver figura 10 ). En el caso normal, el circuito puente de las resistencias - - - R1...R8 se ha dispuesto de manera que al aplicar tierra a la entrada de la base del transistor Ts1, ésta se hace -- más negativa que la de Ts2. El transistor Ts1 se hace con- ductor, Ts2 se bloquea por lo contrario. Si se desconecta ahora el potencial de tierra de la entrada, se hace la ba- se de Ts2 negativa respecto a la de Ts1 y Ts2 se hace con- ductor, mientras que Ts1 se bloquea. Al conducir el tran- sistor Ts1 resulta que para la frecuencia oscilante 2555- queda efectiva toda la inducción de la bobina L. Se trans- mite por lo tanto dicha frecuencia inferior cuando el con- tacto en el equipo de selección aplica potencial de tierra

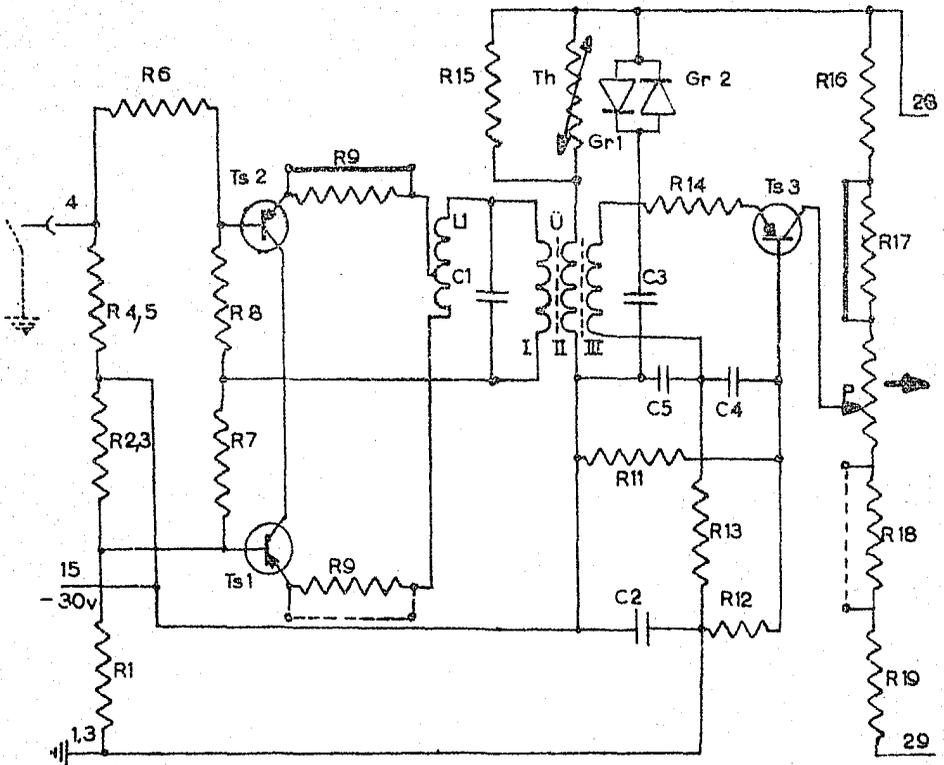


FIG. 10. TRANSMISOR DE PILOTO Y DE SELECCION

a la entrada del transmisor de piloto y de selección.

Cuando el contacto está abierto, se transmite la frecuencia de 2605 Hz. Conmutando dos puentes soldados (en la figura, a la derecha junto a la bobina L1), puede invertirse la polaridad del circuito de entrada. En tal caso se transmite la frecuencia superior (2605 Hz) al aplicar tierra a la entrada. La inductancia efectiva de la bobina L1 conmutable, constituye, junto con el condensador C1, el circuito-tanque que determina la frecuencia del transmisor. El circuito oscilante se acopla a través del transformador U al transistor Ts3 oscilador que funciona en circuito de base a tierra. La tensión de salida de Ts3 llega a la salida -- del transmisor de piloto y de selección (entrada del filtro de transmisión de piloto) a través del potenciómetro P y de las resistencias R16 a R19. Debido a la disposición de las resistencias R16...R19, el filtro piloto, independientemente de la posición del potenciómetro P está cerrado correctamente en el lado de entrada con 36 Kohm.

Para la realimentación del transistor oscilador Ts3, se -- aplica una parte de la tensión de salida al devanado de -- realimentación a través de la combinación de R15 y del termostato Th, y a la base de Ts3 a través de los condensadores C5, C4. El tercer devanado del transformador U controla a través de R14 y C4 el trayecto emisor-base del transistor Ts3.

La combinación de las resistencias R15 y del termistor Th hace a la tensión de salida muy independiente de la temperatura. Para limitar las amplitudes, se han conectado los rectificadores Gr1 y Gr2 en paralelo con el devanado de realimentación del transformador. El margen de nivel del potenciómetro P, puede aumentarse cortocircuitando R17 o R18. Sin embargo, siempre debe estar colocado uno de los dos puentes posibles.

Para la regulación de nivel es importante que los niveles de las dos frecuencias piloto 2555 Hz y 2605 Hz a la salida del filtro piloto no difieran en más de 0.05N. Si se presentara una mayor asimetría podrá ser compensada, ya sea en el filtro o en el transmisor. El ajuste de la simetría en el transmisor se hace mediante la resistencia R9 intercalándola a elección en el circuito de emisor de los transistores Ts1 o Ts2.

### RECEPTOR DE SELECCION

Las frecuencias suministradas por el supervisor de nivel y por el amplificador de piloto son rectificadas en el receptor de selección y aplicadas al equipo de llamada y selección a través de un relé receptor ( ver figura 11 ). El receptor de selección se compone de dos circuitos resonantes serie sintonizados a las frecuencias de  $2580 \text{ Hz} + 40 \text{ Hz}$  y  $2580 \text{ Hz} - 40 \text{ Hz}$ , y del circuito de salida a relés.

### DESCRIPCION DEL CIRCUITO

Al transformador de salida U3 del amplificador de piloto está conectado el discriminador que controla directamente el relé polarizado ER. El discriminador consta de dos circuitos oscilantes en serie sintonizados a las frecuencias de  $2580 \text{ Hz} + 40 \text{ Hz}$  y  $2580 \text{ Hz} - 40 \text{ Hz}$ . El circuito oscilante formado por C1, C2, L1 está sintonizado a la frecuencia inferior, y el formado por C3, C4, L2 lo está a la frecuencia superior.

El condensador de cada circuito se compone de un condensador de mica y otro de estiroflex conectados en serie. Debido a ello se compensa el coeficiente de temperatura de las bobinas y se reduce la carga de tensión de los condensadores.

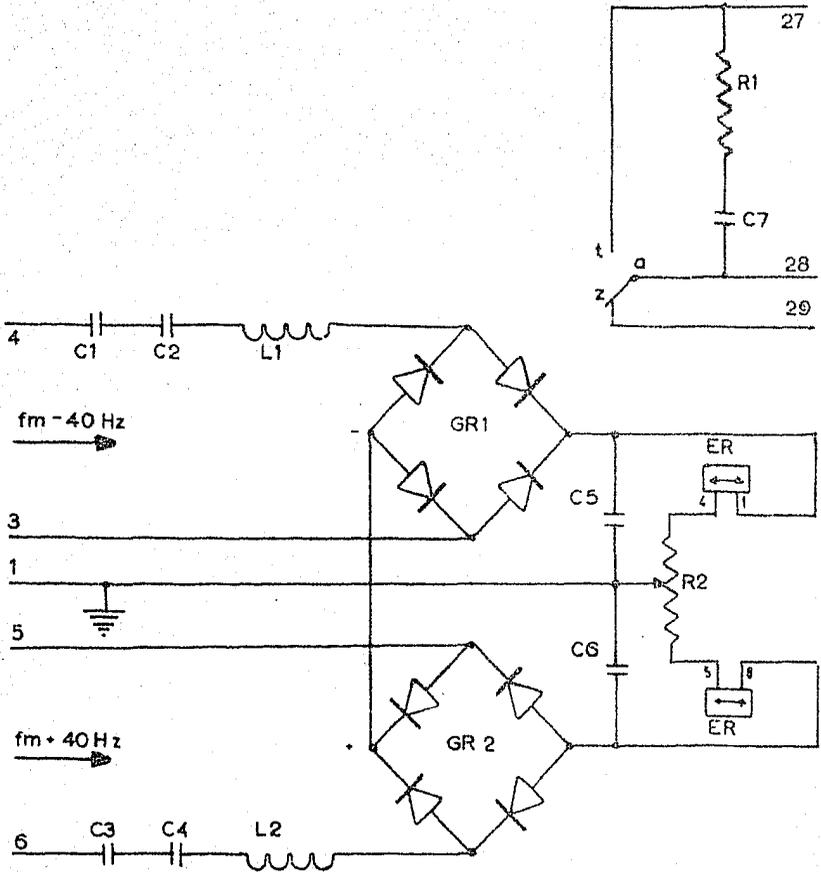


FIG.11 RECEPTOR DE SELECCION

En caso de resonancia se presentan en la bobina y en el condensador tensiones máximas de unos 530 V. Las corrientes en ambos circuitos discriminadores son rectificadas por circuitos puente. A través de los dos arrollamientos conectados en sentido opuesto se excita el relé de recepción ER. Los condensadores C5 y C6 sirven para filtrar las audiofrecuencias supuestas a la corriente continua. Con el potenciómetro R2 se puede ajustar el discriminador a distorsiones de  $\pm 4\%$  - - aproximadamente. El relé polarizado ER está conectado de manera tal que al aplicarse la frecuencia inferior ( 2580 Hz -- - 40 Hz ) pasa su armadura a la posición T.

La corriente de excitación del relé ER es del orden de unos-  
2 mA.

## CAPITULO V

EQUIPO DE AUDIOFRECUENCIA PARA PROTECCION  
SELECTIVA Y CONMUTACION RAPIDA.

En el presente capitulo se hace una descripción de las generalidades y funcionamiento del equipo de audiofrecuencia con modulación F6 ( SWT 300 F6).

El equipo audiofrecuente SWT 300 F6 con modulación F6 sirve para la transmisión rápida y segura de órdenes no cifradas a través de vías de comunicaciones -- afectadas por tensiones parásitas. El equipo se emplea -- predominantemente para transmitir señales de protección de la red de suministro de energía. Las señales de protección de red pueden disparar, por ejemplo, interruptores de potencia de alta tensión a larga distancia, ya -- sea directamente o en combinación con relés de protección selectiva. Las posibles señales erróneas debidas a perturbaciones en la vía de transmisión o en los propios equipos son invalidadas antes de su transferencia al interruptor.

En una banda útil de unos 2 KHZ de anchura pueden transmitirse señales para la protección de dos sistemas de corriente trifásica o dos transformadores por en-

laces de baja frecuencia (BF), onda portadora (OP) o --  
 OP/AT (transmisión de comunicaciones de onda portadora --  
 por líneas de alta tensión) o radio enlaces.

El tiempo transcurrido desde la aplicación --  
 de la señal al lado de transmisión hasta su transferen--  
 cia al relé de protección selectiva o directamente al in  
 terruptor de potencia en el lado de recepción es de unos  
 100 ms (milisegundos).

Las tensiones perturbadoras o parásitas, con  
 las que hay que contar, por ejemplo, en los enlaces de --  
 onda portadora por líneas de alta tensión, tienen diver--  
 sas causas. Se originan debido al efecto corona, a descar  
 gas atmosféricas en caso de tormenta arcos voltaicos en  
 los cortocircuitos y al efectuar conmutaciones en la red  
 de alta tensión. Los ruidos ocasionados por el efecto co  
 rona de la línea de alta tensión son de poca importancia  
 en los enlaces de protección de red OP/AT. Otro es el --  
 caso, por el contrario cuando las perturbaciones por im--  
 pulsos se originan por descargas en la instalación de al  
 ta tensión. Sus amplitudes alcanzan en la línea la magni--  
 tud de la tensión de servicio y a la entrada de los equi  
 pos OP/AT (limitada por los dispositivos de acoplamiento)  
 valores de unos 1000 voltios. Sin embargo, esto no es ni  
 mucho menos suficiente para asegurar la señal --

de protección de red contra el gran efecto perturbador -- que permanece todavía, tanto más por cuanto el breve -- tiempo de transmisión de señal necesario requiere un canal con gran anchura de banda y la información sólo puede realizarse con una única información si-no. Por lo -- tanto no existe posibilidad de hacer la señal insensible a los efectos perturbadores de impulsos, por ejemplo mediante codificación u otras medidas análogas, sino que -- el procedimiento de transmisión elegido tiene que garantizar por si mismo la seguridad requerida.

Se emplean por consiguiente los siguientes principios:

a).- El equipo opera con manipulación a cuatro frecuencias (modulación F6). En tal procedimiento se transmite permanentemente un tono con amplitud constante. En el -- caso de una señal de protección es manipulada esta frecuencia de reposo (2550 Hz) combinando a una de tres posibles frecuencias de trabajo (2100 Hz, 1600 Hz o 1100 Hz) según deba desconectarse uno u otro sistema o ambos -- en común.

b).- El efecto de los agentes perturbadores de impulsos puede anularse casi por completo entre otras cosas, limi tándolos junto con la señal útil después de un filtro -- con gran ancho de banda y a continuación reduciendo fuer

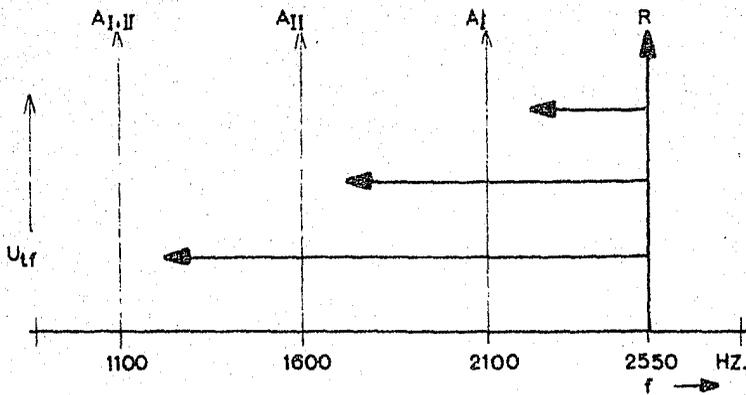


FIG.1 POSICION DE LAS FRECUENCIAS DE SEÑAL  
 $U_{rf}$  TENSION DE SEÑAL PORTAFRECUENTE.  
 F - FRECUENCIA.  
 R - FRECUENCIA DE REPOSO.  
 A - FRECUENCIA DE DISPARO.

temente dicho ancho de banda con otro filtro sintonizado a la frecuencia de la señal útil. De esta manera se consigue que después de la limitación de amplitud sean de igual magnitud la señal y los impulsos perturbadores y que después de la limitación de banda los impulsos perturbadores sean mucho más pequeños que la señal útil. De esta manera se conserva la señal útil.

c) Como en cada caso solo se transmite un tono, puede aprovecharse hasta el valor máximo la potencia de transmisión de los amplificadores finales de los equipos de radioenlace o de onda portadora intermedios.

Otras seguridades resultan mediante las siguientes posibilidades de comprobación y supervisión:

- 1.- La transmisión permanente de una frecuencia se aprovecha para supervisar continuamente todas las unidades constructivas del equipo y del trayecto.
- 2.- Mediante botones de prueba puede comprobarse localmente el funcionamiento de los componentes que normalmente sólo son actuados mediante una señal de disparo, sin que se produzca el disparo del interruptor de potencia.

3.- En los enlaces de protección selectiva existe además la posibilidad de efectuar la prueba del bucle. Para ello retransmite la estación que efectúa la prueba una orden de disparo a través de la estación colateral. Siempre que en la estación colateral no haya una excitación en este momento, no se transmite la orden. El avance de los contadores en la estación que efectúa la prueba indica el funcionamiento correcto del enlace doble.

4.- Tanto en la vía de transmisión como en la de recepción hay circuitos de supervisión de nivel que originan el disparo de alarma al disminuir o al fallar el nivel. El equipo audiofrecuente SWT 300 P6 es transistorizado y tiene relés protegidos en cámaras de gas en la vía de transmisión. Las distintas unidades constructivas están construídas por placas enchufables, en su mayoría de circuitos impresos. Todas las placas de la sección transmisora y de la receptora, incluso las de la fuente de alimentación correspondiente, van dispuestas una junto a otras en un panel deslizante. Este panel tiene en su parte delantera una barra de supervisión con jacks de medición, lámparas de control y los demás elementos de manejo. Las líneas de conexión al equipo se llevan a la parte posterior del panel mediante clavijas multipolares. Las dimensiones y la forma exterior corresponden a las de los paneles del sistema de onda portadora de banda lateral única ESB 300. Las conexiones eléctricas-

Los distintos espacios de montaje (secciones de cable) del panel deslizante SWT 300 F6 están equipados con las siguientes placas de circuitos impresos:

Sección de cable	Placa	No. de pedido antiguo	No. de pedido nuevo
1	Contador de señales	Fs Sk 6461/18	S22649-A5-A18
2	Sintonización de frecuencia y manipulación por desplazamiento de frecuencia	Fs Sk 6461/12	S22649-A5-A12
3	Transmisor	Fs Sk 6461/13	S22649-A5-A13
4	Supervisión	Fs Sk 6461/19A	S22649-A5-A19
5	Atenuación	Fs Sk 6461/20	S22649-A5-A20
6	Filtro pasalto o filtro de BF	Fs Sk 6461/21	S22649-A5-A21
7	Filtro pasabajo	Fs Sk 6411/1W	S22649-A3-A20
8	Amplificador limitador con supervisión de nivel	Fs Sk 6461/14	S22649-A5-A14
9	Amplificador limitador con supervisión de nivel	Fs Sk 6461/14	S22649-A5-A14
10	Evaluación de frecuencia	Fs Sk 6461/15	S22649-A5-B15
11	Interpretación de la señal	Fs Sk 6461/16	S22649-A5-A16
12	Grupo constructivo de relés	Fs Sk 6461/17	S22649-A5-A17
13	Grupo constructivo de relés	Fs Sk 6461/17	S22649-A5-A17
14	Fuente de alimentación (220/110 V c. a.)	Fs Sk 5231/7	S22522-C42
	(60/48 V c. c.)	Fs Sk 5231/10	S22522-C14
	(24 V c. c.)	Fs Sk 5231/17	S22522-C17

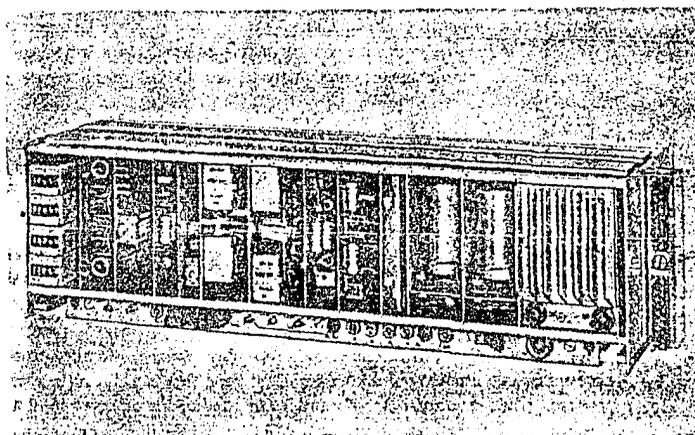


Fig. 2. Equipo de audiodiferencia SWT 300 F6

(cubierta protectora retirada)

con el sistema de onda portadora por líneas de alta tensión ( OP/AT ) se establecen mediante cables de enlace laterales.

## 5.2 Funcionamiento

El equipo es adecuado para transmitir independientemente dos señales de protección de red a dos interruptores de potencia distintos. En consecuencia se necesitan dos contactos de trabajo independientes para el mando del transmisor. Con estos contactos se accionan relés (1), los cuales conmutan a su vez con sus contactos la inductancia del circuito oscilante del generador (2). (Ver fig. 3).

En estado de reposo, cuando no está excitado ninguno de los dos contactos de señal, emite el transmisor un tono con una frecuencia de 2550 Hz; para una señal a uno de los dos interruptores de potencia (contacto de señal "Sistema I" cerrado) es conmutada la frecuencia del tono a 2100 Hz, y para una señal al otro de los dos interruptores de potencia (contacto de señal "Sistema II" cerrado) a 1600 Hz. Si debieran abrirse simultáneamente ambos interruptores (contactos de señal "Sistema I y II" cerrados) se transmite entonces la frecuencia de 1100 Hz. Con un atenuador variable (3) conectado a continuación del generador, puede adaptarse el nivel de

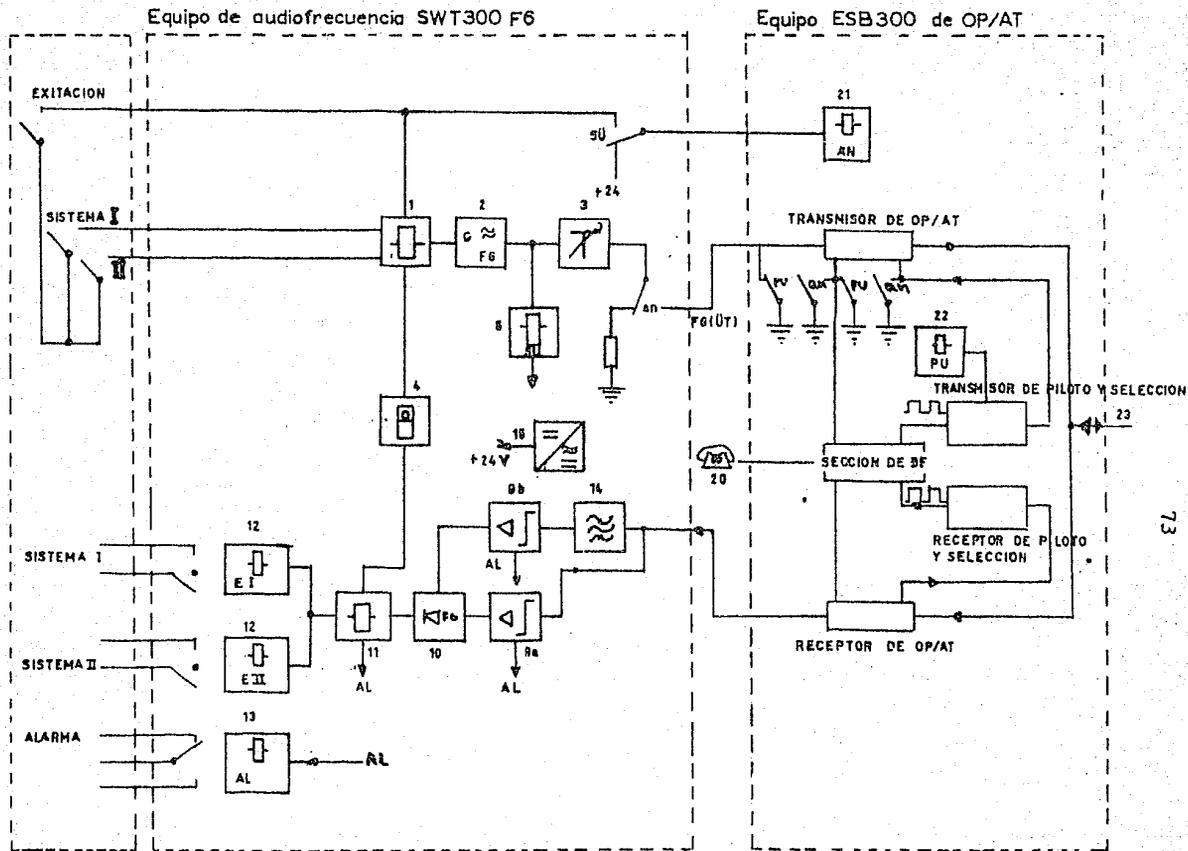


Fig.3.- Esquema de bloques del equipo F6 para servicio de OP/AT de posibilidad alternativa.

- 1,2 Relé de excitación y transmisor F6
- 3 Atenuación ajustable
- 4 Contador de señales
- 5 Supervisión del nivel de transmisión
- 9 Amplificador limitador con supervisión de nivel
- 10 Evaluación de frecuencia
- 11 Interpretación de la señal
- 12 Grupo constructivo de relés
- 13 Relé de alarma
- 14 Filtro piloto
- 15 Fuente de alimentación
- 18 Ut = Canales superpuestos
- 19 T = Botones de prueba para prueba del bucle
- 20 Aparato telefónico
- 21 Relé de excitación AM
- 22 Supervisión de piloto
- 23 al acoplamiento de OP/AT

transmisión entre 0 y -4.2 N en pasos de 0.2 N dependiendo de las necesidades del sistema. La carga del circuito es una resistencia de 600 ohms. Para controlar el generador se ha previsto entre este y el atenuador variable un jack, en el cual puede medirse el nivel de salida del generador con un instrumento de corriente continua. En caso necesario puede enchufarse en el equipo un dispositivo de supervisión de nivel de transmisión (5) para controlar continuamente el generador. Esta supervisión se necesita siempre en comunicaciones con equipos de posibilidad alternativa de OP/AT.

Si debieran transmitirse las señales de protección de red por las propias líneas de alta tensión a proteger, se necesitan equipos de OP/AT además del equipo F6. Para ello son exclusivamente adecuados equipos con modulación de banda lateral única. En el lado de transmisión se trasladan en tal caso las señales audio frecuentes a la posición de RF (radiofrecuencia), según las frecuencias disponibles entre 30 KHz y 500 KHz, se amplifican y se transmiten a la línea de alta tensión a través de equipos de acoplamiento. En el lado de recepción son demoduladas entonces de nuevo a la posición de audiofrecuencia las señales procedentes del acoplamiento.

Los equipos F6 combinados con los equipos de - - OP/AT pueden trabajar en tres clases de servicio dife-- rentes, a saber, en servicio de una posibilidad, de po-- sibilidad alternativa y de varias posibilidades. Según-- las diferentes exigencias de la red de alte tensión y - de la protección puede elegirse entre las tres clases - de servicio citadas.

En el primer caso los equipos de OP/AT se utili-- zan exclusivamente para transmitir señales de protección de red. En esta clase de servicio puede considerarse el canal de OP/AT practicamente como vía de cable.

En el segundo caso durante el tiempo que no hay-- señal de protección se utiliza la vía de transmisión pa-- ra telefonía o telemaniobra, en cuanto se presenta la - protección la telefonía o telemaniobra son mandadas a - tierra para que la señal de protección se transmita a - plena potencia.

En el tercer caso durante el tiempo que no hay - señal de protección se transmiten simultaneamente la te-- lefonía y las señales de telemaniobra, si se presenta - señal de protección ambas son puestas a tierra o si de-- bido a la importancia de las señales de telemaniobra no se desea que sean interrumpidas, se puede combina al - momento de la señal de protección tomando en cuenta - -

cuando se hace la planificación la parte de potencia -- que se pierde en la transmisión de la señal de telema-- niobra. Por ser el segundo caso el que motivó la elabora-- ción del presente trabajo a continuación se describe su funcionamiento.

#### 5.2.1 Servicio de OP/AT para posibilidad alternativa.

Como según la experiencia los casos de protec-- ción se presentan pocas veces en un año, resulta lógico utilizar la vía de transmisión durante el tiempo restan-- te para transmisión de telefonía o informaciones de te-- lemaniobra. Al presentarse un caso de protección, se in-- terrumpe entonces la transmisión de la telefonía o de -- las señales de telemaniobra y se transmite preferente-- mente la señal de protección con plena potencia del am-- plicador. En la mayoría de los casos sólo dura este -- proceso algo más de 100 ms, de suerte que la interrup-- ción de la comunicación telefónica apenas si se nota -- y es también admisible en las comunicaciones de telema-- niobra, a excepción de casos muy importantes.

Cuando la red de alta tensión se encuentra en es-- tado normal, el tono piloto del equipo telefónico de -- OP/AT sustituye al tono de reposo del equipo F6. Este -- sirve entonces al mismo tiempo para transmitir los im-- pulsos de selección, para regular el nivel y para super

visar el receptor F6. En estado de reposo tiene el piloto una frecuencia de 2610 Hz y para la transmisión de los impulsos de selección es manipulado con cada impulso, pasando de 2610 Hz a 2550 Hz. La desviación de frecuencia (60 Hz del tono de reposo 2550 Hz) no es evaluada por el receptor F6. En una comunicación establecida es transmitido el piloto con una frecuencia de 2550 Hz. Para no interrumpir la comunicación existente en caso de excitación del relé de protección sin transmisión de señal, opera el equipo F6 con un tono de reposo de la misma frecuencia. El tono piloto transmitido en estado de reposo es separado de la voz en el lado de recepción mediante un filtro (14) y evaluado en el receptor F6 para la supervisión. Son necesarios los dos amplificadores limitadores (9a) y (9b) para impedir que las frecuencias vocales de nivel mayor afecten a la interpretación de la señal (11). Mediante la amplificación aparte del tono de reposo se encuentra el nivel completo de dicho tono en la evaluación de frecuencia (10) incluso para grandes niveles vocales, de forma que no se pueden producir órdenes erróneas. Si se empleara un solo amplificador, se reduciría el nivel del tono de reposo en el caso de grandes niveles vocales, de forma tal que podría tener lugar una evaluación equivocada.

Si falla el piloto (supervisión de piloto 22) o si debido a una avería en el transmisor F6 aquel es desconectado del equipo OP/AT a través del relé AN (21) --

por la supervisión SU (5), evita entonces la interpretación de la señal (11), un disparo erróneo y al mismo tiempo da alarma. Para evitar que sea afectado el receptor F6, se desconecta en este caso también la telefonía con los contactos "an" o "pu". Si debiera transmitirse ahora una señal de protección de red, son accionados por la excitación de los relés de protección AN (1) o (21) en el equipo F6 y en el OP/AT. El primero conecta por medio de un contacto "an" al transmisor F6 con el transmisor OP/AT. Para transmitir la señal de protección a plena potencia, desconectan los contactos "an" en el equipo OP/AT tanto la telefonía como el piloto.

Los impulsos de disparo a transmitir, así como la excitación, los recibe el equipo audiodfrecuente SMT-300 F6 a través de contactos de trabajo que aplican +24 V a los puntos correspondientes de entrada.

Para registrar las señales de protección de red recibidas y transmitidas se han previsto dos contadores de señales (4) en el lado de transmisión y otros dos en el lado de recepción. Mediante el contador de señales, que no puede reponerse manualmente, se simplifica mucho el análisis posterior de un disparo de la línea de alta tensión a través de los equipos F6.

Las tensiones necesarias para el funcionamiento-

del equipo audiodfrecuente F6 se generan en el propio grupo constructivo de alimentación del equipo. Se dispone de una unidad de alimentación desde la red de 110/220V o de una unidad de alimentación por baterías de 48/60 V o 24V. En el grupo constructivo de alimentación se genera la tensión de 24 V requerida para el equipo F6.

Veamos algunos circuitos del equipo audio -  
frecuente SW300 F6.

Sintonización de Frecuencia y manipulación -  
por desplazamiento de frecuencia.

El transmisor Duoplex (F6) se distribuye constructivamente entre dos placas de circuitos impresos. La una contiene el oscilador propiamente dicho y un atenuador. Los elementos que determinan la frecuencia del oscilador - se encuentran alojados junto con los relés de señalización en el grupo constructivo "Sintonización de Frecuencia y manipulación por desplazamiento de frecuencia"

Las señales de disparo del lado de transmisión modifican la inducción efectiva de un circuito oscilante en paralelo y provocan la modulación F6 del oscilador.

Descripción del circuito.

Excitación de los relés.- Al cerrarse los contactos del relé de protección (terminales 20 y 28, Fig. 4) se excitan los relés de señalización SI o SII. Los contactos de estos relés hacen que se conmute la inductancia eficaz del circuito oscilante. En serie con los relés se encuentran las resistencias R1 y R2, las cuales reducen la constante de tiempo  $L/R$  de los relés y determinan así el tiempo de excitación.

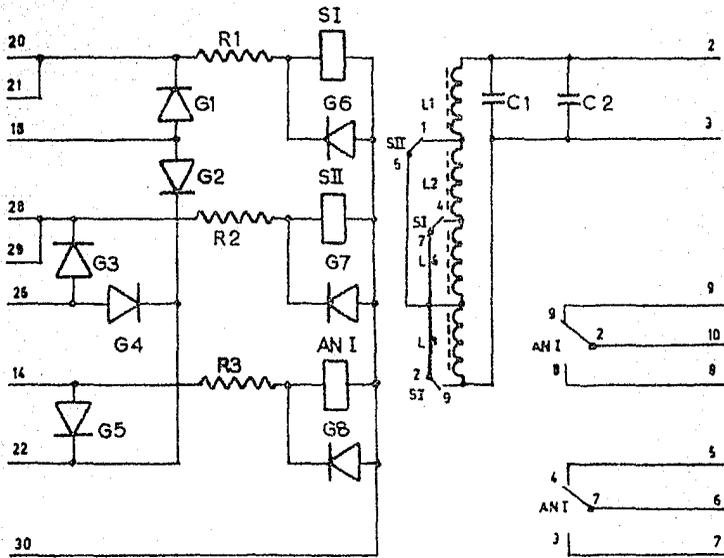


FIG. 4 CIRCUITO DE SINTONIZACION DE FRECUENCIA Y MANIPULACION POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA

Al comprobar los bucles o en el caso de circuito de eco son mandados los relés de señalización a través de los contactos an I del relé de excitación y de los diodos G1 o G3 (terminales 18 o 26). Como el relé ANI está excitado, se garantiza que no se retransmita en este caso la señal de disparo. Los diodos G1 y G3 desacoplan el receptor del transmisor. A través de los diodos G2, G4 y G5 están unidos los terminales 18, 26 y 14 desacopadamente con el punto 22.

Los diodos G6... G8 limitan la tensión inducida al desacoplar los relés correspondientes.

Manipulación del circuito oscilante por desplazamiento de frecuencia.- Variando el circuito oscilante L1... L4, C1, C2 acoplado inductivamente a la rama de la realimentación del oscilador, se modula el transmisor con las frecuencias antes mencionadas.

El circuito oscilante se compone de la capacidad constante C1, C2, de la inductancia fundamental L1 y de las tres inductancias L2, L3 y L4 conectables por etapas.

En estado de reposo (relés de señalización - SI y SII sin excitar) están puenteadas la bobinas L2... L4, de manera que sólo actúa L1. El circuito oscilante está sintonizado así a la frecuencia más alta (la frecuencia de reposo 2550 Hz).

Según sea la señal de disparo (I o II o ambas) se abren los contactos SI o SII y elimina así el cortocircuito de determinadas bobinas. Al excitarse el relé SI, actúa adicionalmente debido al contacto SI (2-9) la bobina L2; la frecuencia de resonancia es entonces de 2100 Hz. El contacto SII (1-5) del relé SII sintoniza el circuito oscilante a 1600 Hz conectando la bobina L3 en serie con L1.

Cuando están aplicadas simultáneamente las dos señales I y II, están conectadas en serie las cuatro bobinas y se genera así la frecuencia más baja de 1100 Hz.

La conmutación de la inductancia efectiva tiene lugar con contactos de reposo.

Estos permiten una excitación más rápida que contactos de trabajo o de conmutación, dado que solo necesitan levantarse para efectuar la interrupción. Además no pueden producirse rebotes de los contactos.

A través de los terminales 2 y 3 se establece el enlace entre la sintonización de frecuencia y el oscilador de transmisor F6.

### Evaluación de Frecuencia.

La evaluación de frecuencia sirve para distribuir a las cuatro salidas correspondientes la frecuencia de señal procedente del amplificador limitador. A las cuatro salidas está conectada la interpretación de la señal con sus transistores de conmutación. La separación de las frecuencias se efectúa mediante cuatro circuitos discriminadores con filtros L.C. en serie (ver Fig. 5).

#### Descripción del circuito.

El circuito de evaluación de frecuencia se compone de cuatro pasabandas de la misma inductancia. La sintonización a las cuatro frecuencias de la señal (2580 Hz, 2100 Hz, 1600 Hz, 1100 Hz) se hace, por lo tanto únicamente mediante diferentes valores de capacidad.

A los filtros pasabanda se conecta siempre un rectificador en circuito doblador (G1...G4). Para doblar la tensión actúan tanto los condensadores en paralelo (C5...C8) como los condensadores de sintonía (C1...C4).

Además de las cuatro salidas para conectar la interpretación de la señal (7, 25, 23, 22) se ha previsto en cada caso una salida de alta impedancia. Sirve ésta para conectar un instrumento de control (20 microAmps, - - 50000 ohms/volt).

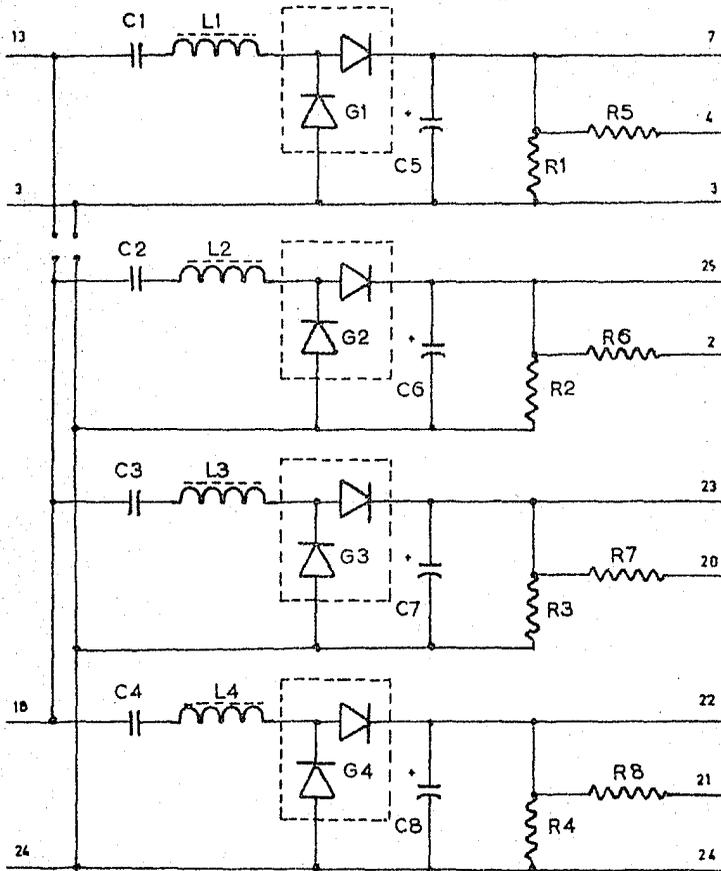


FIG.5 CIRCUITO DE EVALUACION DE FRECUENCIA.

### Interpretación de la Señal.

El circuito de interpretación de la señal sirve para emitir las señales de protección (ver Fig. 6). Está constituido de manera que eligiendo una de cuatro frecuencias sean imposibles los disparos en falso. Además de los relés de disparo propiamente dichos contiene el grupo constructivo dos relés de supervisión o de alarma, todos los relés son de contactos protegidos en ampolla de gas (relés Dry-read).

#### Descripción del circuito.

Principio de la interpretación y protección contra disparos en falso.- Las cuatro salidas del circuito de evaluación de frecuencia están interconectadas con las cuatro entradas a transistores de la interpretación de la señal, de manera -- que se consigue una seguridad mediante bloqueo mutuo de las salidas de filtro.

Si se recibe la frecuencia de reposo  $F_1 = 2550$  Hz, recibe el transistor T1 potencial positivo por el punto 28 y se hace conductor. Dicho potencial origina el bloqueo de los transistores T2...T4 a través de las resistencias R1...R5 y las resistencias conectadas en la evaluación de frecuencia en paralelo con la salida. Análogamente se bloquean también al recibirse una frecuencia de disparo los transistores no correspondientes. Con ello se consigue que mientras predomine la amplitud de una de las cuatro frecuencias no pueda actuar ninguna de las otras.

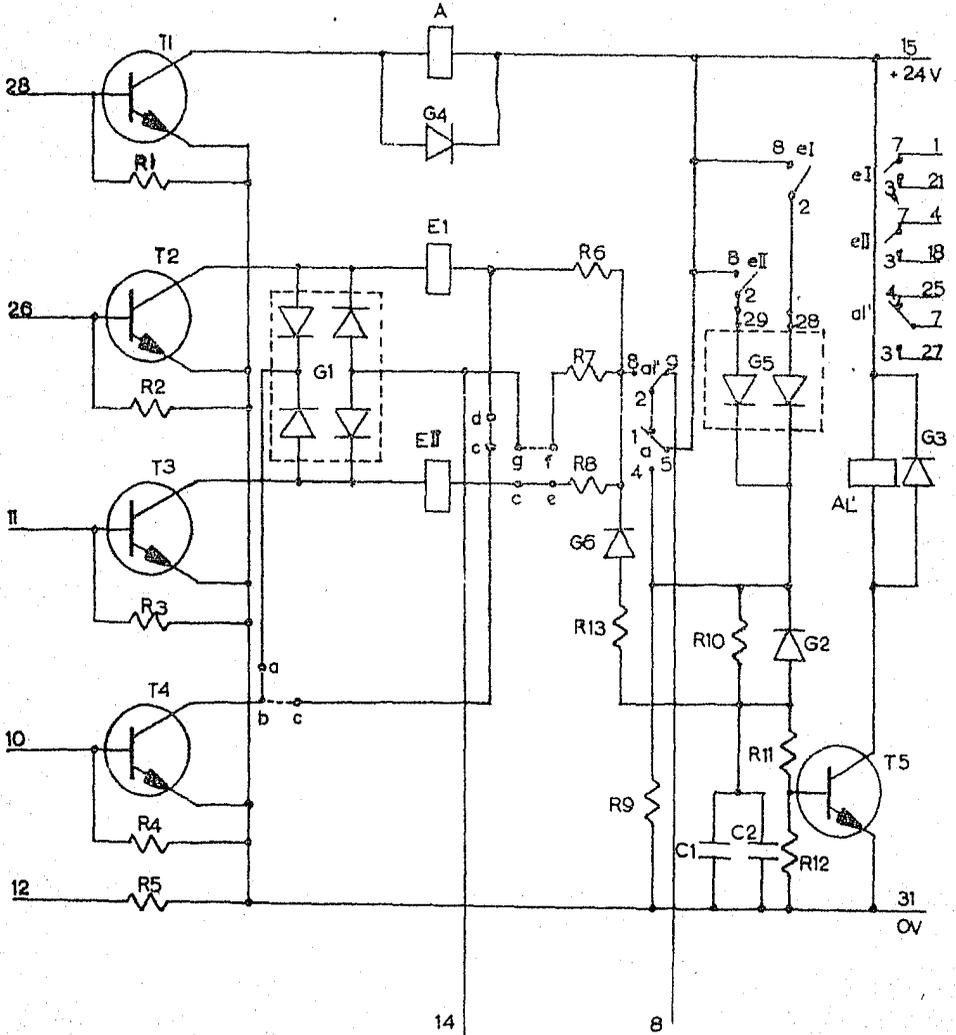


Fig. 6.- Circuito de la interpretación de la señal.

Las perturbaciones en forma de impulsos no pueden alcanzar la magnitud de una señal útil debido a la limitación de amplitud en el amplificador limitador y el estrechamiento del ancho de banda en la evaluación de la frecuencia. Sólo mediante el comportamiento inicial de oscilación de los filtros en la vía de transmisión pueden dichos perturbadores perder su carácter de impulsos. En este caso pueden considerarse, sin embargo, como elementos perturbadores en forma de ruidos con gran amplitud.

Ello significa que los cuatro circuitos discriminadores de la evaluación de frecuencia son excitados, lo que significa a su vez el seguro bloqueo de los transistores del circuito de la interpretación de la señal.

Incluso un disturbio irregular de factores perturbadores -- (ruidos) permite solamente pequeñas corrientes compensadoras que no bastan para hacer conductor a uno de los transistores.

Por lo tanto, los relés mandados por los transistores solo pueden ser accionados por una señal útil. A este efecto -- está asignado el relé A a la frecuencia de reposo y los relés EI o EII a las frecuencias de disparo. Además se encuentra todavía en el grupo constructivo el relé de alarma AL' mandado por el transistor T5.

Como protección adicional contra disparos en falso actúan los relés A y AL'. Al recibir la frecuencia de reposo --  $F_1 = 2550$  Hz está excitado permanentemente el relé A y el --

transistor T5 recibe en su base potencial positivo a través del contacto a (4-5) y de las resistencias R10, R11. El transistor T5 que de esta manera es conductor, excita el relé AL'. Al recibirse una frecuencia de disparo (relé A se desprende) continúa siendo conductor el transistor T5- en caso de que estén colocados los puentes 28 y 29- a través de uno de los contactos eI (2-8) o eII (2-8). Si dichos puentes no están colocados, se transmite la alarma al cabo de 500 milisegundos (relé AL' se desprende) en el caso de una señal de disparo de mayor duración.

Mientras esté excitado el relé A, evita el contacto a (1-5) que se excite el relé EI o el EII por desconexión de la tensión de alimentación. Lo mismo actúa el contacto al' (2-8)- al dispararse la alarma.

Si no se recibe ninguna de las cuatro frecuencias de la señal o si se reciben varias simultáneamente, se desprende el relé AL'-retardado unos 0.5 segundos por C1, C2- y provoca la alarma. Como la constante de tiempo para la carga de los condensadores C1 y C2 a través de R10 en paralelo con R11, R12 es unas cinco veces mayor que la de la descarga a través del rectificador G2 y de R9, también se dispara la alarma cuando siguen repetidas veces interrupciones breves (por ejemplo, mediante perturbadores frecuentes en forma de impulsos).

Circuitos para tareas de protección selectiva.

La frecuencia de disparo  $f_2=2100$  Hz acciona a través del -- transistor T2 el relé de recepción EI según el circuito:  
 $+24V(15)-a(5-1)-a1'(2-8)-R6-EI-T2-OV(31)$

La frecuencia de disparo  $f_3=1600$  Hz acciona a través del --- transistor T3 el relé de recepción EII según el circuito:  
 $+24V(15)-a(5-1)-a1'(2-8)-R8-puente(c-e)-EII-T3-OV(31)$

Con la frecuencia de disparo  $F_4=1100$  Hz se accionan los dos relés de recepción EI y EII a través del transistor T4:  
 $+24V(15)-a(5-1)-a1'(2-8)-\frac{R8}{R6}-\frac{EII}{EI}-G1-puente(a-b)-T4-OV(31)$

Circuitos para tareas de conmutación rápida

Conmutando los puentes a-b a b-c-d y c-e a e-f-g es posi-  
 ble para tareas de conmutación rápida una protección adicio-  
 nal de la interpretación de la señal.

Si debido a la falla de un componente se hicieran conducto-  
 res los dos transistores T2 y T3, se distribuye por partes-  
 iguales entre ambos relés la corriente determinada princi-  
 palmente por la resistencia R6. Esta corriente mitad no bas  
 ta, sin embargo, para accionar uno de los relés. Si está ya  
 excitado un relé y se conecta el segundo circuito, resulta-  
 igualmente la caída de tensión en R6 tan grande que el se-  
 gundo relé no puede ser accionado. En el caso de excitación  
 a través del transistor T4 se actúan, sin embargo, ambos re-  
 lés según los circuitos:

$+24V(15)-a(5-1)-a1'(2-8)-\frac{R7}{R8}-puente(e-f-g)-G1-\frac{EI}{EII}-puente-$   
 $(o-c)-puente(c-b)-T4-OV(31)$

### Supervisión de los transistores T2, T3, T4

Si al recibir la frecuencia de reposo  $f_1 = 2550$  Hz (T1 conductor) se hiciera conductor por cualquier razón uno de los transistores T2, T3 o T4, se establece mediante la resistencia R13 y el diodo G6 un circuito en paralelo - a través de, por ejemplo, el transistor T3 defectuoso - con el divisor de tensión R11, R12 de la base del transistor T5. Debido a ello, la tensión de base se hace inferior al valor de umbral y se bloquea el transistor T5.

El relé AL' se desprende por tal razón (casi sin retardo), de manera que los relés EI o EII no pueden ser excitados por estar abierto el contacto al' (2-8). Además se da alarma a través del contacto al' (7-4).

## CAPITULO VI

## ESTUDIO TECNICO ECONOMICO

Para una pareja de equipos de GP/AT ESB 300 alternados con protección SWT 300 F6 tenemos los siguientes costos aproximados:

CANT.	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2	Carrier BLU, tipo ESB 300 con automático	\$80,000.00	\$ 160,000.00
2	Equipo SWT 300 F6	40,000.00	80,000.00
2	Trampa de onda	30,000.00	60,000.00
2	Condensador de acoplamiento.	20,000.00	40,000.00
2	Filtro de acoplamiento	5,000.00	10,000.00
2	Explosor	2,000.00	4,000.00
2	Cuchilla	500.00	1,000.00

355,000.00

Nota: Se considera el circuito de acoplamiento entre fase - y tierra.

BLU= Banda lateral única.

## CAPITULO VII

## CONCLUSIONES

Dada la importancia que tienen las comunicaciones y los equipos a ser protegidos para tener un control más completo de los sistemas eléctricos interconectados (lo cual nos lleva a una mejor operación de los mismos en un margen de confiabilidad bastante grande), es justificable el costo de los equipos de comunicación alternados con protección. Además las pérdidas económicas podrían ser muy grandes al no independizar rápidamente un circuito en el que se presentara una perturbación.

Por lo tanto la inversión que se haría al efectuar el sistema de comunicación alternado con protección, se justifica por la mayor seguridad que añade a la continuidad del servicio que prestan las líneas de alta tensión, lo cual se traduce en más seguridad en el suministro de energía eléctrica, así como también se justifica por la protección más certera que puede proporcionar el equipo instalado.

## BIBLIOGRAFIA.

1. H.K. podszcek. Carrier Communication over power Lines.
2. American Radio Relay League. The radio amateur's - - - handbook.
3. Siemens. Transmisión de mensajes de onda portadora - - por líneas de alta tensión (sistema de banda lateral-única- ESB 300)
4. Siemens. Equipo de audiofrecuencia con modulación F6- (para tareas de transmisión de protección selectiva - y conmutación rápida SWT 300 F6)
5. Antonio Vera Cázares. Proyecto de un sistema de comunicaciones por corrientes portadoras para el sistema-hidroeléctrico "Presidente Adolfo López Mateos".  
(Tesis Profesional I.P.N.)
6. Carlos Guizar Altamirano. Diseño y construcción de un equipo de radio transmisor-receptor (parte II: Modulación)  
Tesis Profesional Universidad La Salle.