

**Universidad Nacional de Ingeniería**  
**Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**



**Implementación de los Equipos de Transmisión  
Recepción - Supervisión - Control y Energía  
para el Sistema de Microondas la  
Divisoria - Tarapoto**

**T E S I S**

**Para Optar el Título Profesional de**

**INGENIERO ELECTRONICO**

**ROBERTO SIXTO PERALES FLORES**

**Promoción - 1978 - 2**

**L I M A - P E R U**

**1986**

## R E S U M E N

TITULO : IMPLEMENTACION DE LOS EQUIPOS DE TRANS-  
MISION - RECEPCION - SUPERVISION - CON-  
TROL Y ENERGIA PARA EL SISTEMA DE MI-  
CROONDAS LA DIVISORIA - TARAPOTO.

AUTOR : Roberto Sixto Perales Flores.

GRADO : Título Profesional de INGENIERO ELEC-  
TRONICO.

FACULTAD : Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.

CIUDAD : LIMA.

AÑO : 1986

La implementación trata de equipar un Sistema de Radio-enlace por Microondas desde La Divisoria hasta la estación de Tarapoto, a través de las estaciones de La Morada, Cerro Progreso, Tocache, Balsa Probana, Yurayacu, Cerro Cangrejo, Juanjui, Cerro Picota y Cerro Escalera, para realizar la transmisión de telefonía y señal de video considerando que cada estación repetidora es a nivel de FI simple.

También se ha fijado la implementación de Equipos de Supervisión y Control en las tres terminales de Tocache, Juanjui y Tarapoto desde donde se supervisará todas las ocurrencias que puede tener el Sistema en sus respectivas estaciones repetidoras complementándose estas con un Equipo de Supervisión y Control, a la vez que sirven para la comunicación mediante un Canal Telefónico compartido entre las ter-

minales y repetidoras como también entre terminales exclusivamente. En cada estación terminal este sistema nos dará la facultad de monitorear constantemente los ítems de supervisión.

Al sistema se le ha dotado de una Unidad de Conmutación en cada estación terminal con sus respectivos detectores de pilotos de continuidad para efectuar el cambio automático o manual del Canal Principal al Canal en Stand By (Reserva) considerando un monitoreo de las ocurrencias locales del sistema en cada terminal. Además se ha visto por conveniente - que la disponibilidad de los Equipos de Supervisión nos faciliten la comunicación telefónica de abonados con una terminal. En base a esto se ha realizado una implementación de servicio de comunicación a una determinada zona rural.

El Sistema de Energía trata de tres tipos de sistemas de alimentación, que son implementados de acuerdo a los recursos, necesidades y condiciones del medio y la energía eléctrica que se obtiene satisface el requerimiento de los equipos que se instalarán.

En el Sistema Aéreo se consideran las antenas de tipo parabólico con sus características eléctricas y mecánicas, utilizando las de mayor dimensión entre las antenas más alejadas. La distribución se muestra en el Anexo V . También - se utilizarán torres de dos tipos: autosoportadas y con arriostre de viento. Las primeras estarán instaladas en las ciudades donde están las terminales y las torres arriostreadas en las estaciones repetidoras.

Se han considerado Guías de Ondas que van desde el trans

misor a la antena del tipo elíptica corrugada por su mayor maniobrabilidad para su instalación, dado a lo accidentado del terreno y para el mantenimiento del ambiente seco dentro de la Guía de Onda se ha tomado en cuenta un sistema de presurización utilizando silicagel o nitrógeno, para evitar el deterioro prematuro de la Guía.

El Sistema de Radio se ha tenido en cuenta para instalar Equipos de Transmisión, Recepción, Modulación y Demodulación en las estaciones terminales y repetidoras respectivamente. Se trata del Transmisor y Receptor desde el punto de vista de sus características eléctricas y comportamiento a nivel de sistema. Estos Equipos de Radio serán utilizados en el enlace porque cumplen con las especificaciones técnicas y recomendaciones internacionales.

Una vez instalados estos equipos los datos referenciales mencionados en los anexos deberán coincidir con las mediciones realizadas en estos equipos a nivel de sistema para que funcionen en calidad óptima.

## TABLA DE CONTENIDOS

	<u>Pág.</u>
<b>INTRODUCCION</b> .....	12
<b>CAPITULO I.- SISTEMA DE MICROONDAS</b>	
I.1.- Características generales	
I.2.- Especificaciones del Sistema .....	17
I.3.- Coordenadas geográficas de las estaciones terminales y repetidoras de Microondas .....	
I.4.- Operación básica del Sistema	
Fig. I.1.- Diagrama del Sistema de transmisión de señales telefónicas o de televisión .....	21
I.4.1.- Operación básica de la transmisión de bandabase .....	22
I.4.2.- Operación básica de la transmisión de Sub-bandabase .....	24
I.5.- Plan de Frecuencia	
I.5.1.- Frecuencia de Radio	
I.5.2.- Frecuencia de bandabase	
I.5.3.- Frecuencia de la Señal Piloto .....	26
Fig. I.2.- Disposición de frecuencias de bandabase.	
Fig. I.3.- Disposición de Canales de Servicio en Sub-bandabase .....	27
<b>CAPITULO II.- SISTEMA DE SUPERVISION Y CONTROL</b>	
II.1.- Generalidades	
II.2.- Descripción y finalidad	
II.2.1.- Supervisión remota y local .....	28
II.2.2.- Control de conmutación para el Sistema de Radio de Microondas .....	30
Fig.II.1.- Operación de conmutación de los canales.	31
II.2.3.- Sistema de transmisión de los canales de servicio .....	32
II.2.4.- Multiplexación de los canales de servicio.	33
II.2.5.- Enlace de Abonado .....	35

Fig. II.2.- Diagrama en bloques del Equipo de Supervisión y Control para Repetidora .....	37
Fig. II.3.- Diagrama en bloques del Equipo de Supervisión y Control para Terminal .....	38
II.3.- Características de funcionamiento del Equipo de Supervisión y Control Terminal .....	39
II.4.- Características de funcionamiento del Equipo de Supervisión y Control Repetidora .....	40
II.5.- Asignación de frecuencias de tono de Supervisión y Control .....	41
<b>CAPITULO III.- SISTEMA AEREO</b>	
III.1.- Generalidades	
III.2.- Torre	
III.2.1.- Generalidades	
III.2.2.- Construcción .....	42
III.2.3.- Adheridos .....	43
III.2.4.- Sistema de tierra	
III.2.5.- Sistema de valiza de navegación aérea .	44
III.3.- Antenas	
III.3.1.- Generalidades .....	45
III.3.2.- Características de las antenas	
III.4.- Guía de Ondas	
III.4.1.- Generalidades .....	46
III.4.2.- Características	
III.5.- Sistema de Presurización (deshidratador)	
III.5.1.- Deshidratador impulsado por motor eléctrico	
III.5.2.- Deshidratador de gas N <sub>2</sub> .....	47
<b>CAPITULO IV.- SISTEMA DE ALIMENTACION DE ENERGIA</b>	
IV.1.- Generalidades	
IV.2.- Clasificación de las estaciones según el sistema de alimentación de la energía aplicada .....	49
IV.3.- Especificación de la energía C.A. suministrado por Electro Perú ..	
IV.4.- Sistema de alimentación de energía tipo A.	
IV.4.1.- Configuración .....	50

IV.4.2.- Comportamiento .....	51
IV.4.3.- Capacidad de los equipos .....	53
IV.5.- Sistema de Alimentación de energía tipo B	
IV.5.1.- Configuración	
IV.5.2.- Comportamiento .....	54
IV.5.3.- Características de los paneles solares que constituyen el Sistema de Alimentación de Energía de Celdas Solares .....	56
IV.5.4.- Características Físicas y Eléctricas del Módulo de Celdas Solares .....	57
IV.5.5.- Características del Panel de Control ...	58
IV.5.6.- Capacidad de los equipos .....	59
IV.6.- Sistema de alimentación de energía tipo C	
IV.6.1.- Configuración.....	60
IV.6.2.- Comportamiento .....	61
IV.6.3.- Capacidad de los equipos .....	63
Fig.IV.1.- Diagrama en bloques del Sistema de ali mentación de energía tipo A .....	64
Fig.IV.2.- Diagrama en bloques del Sistema de ali mentación de energía tipo B .....	65
Fig.IV.3.- Diagrama en bloques del Sistema de ali mentación de energía tipo C .....	66
<b>CAPITULO V.- SISTEMA DE RADIO</b>	
V.1.- Generalidades	
V.2.- Paneles componentes .....	67
V.3.- Características del comportamiento del Trans- misor-Receptor TR-4G960T/R .....	69
Fig.V.1.- Diagrama en bloques del Transmisor-Re- ceptor tipo terminal .....	72
Fig. V.2.- Diagrama en bloques del Transmisor-Re- ceptor tipo repetidor .....	73
V.4.- Disposición de los canales de RF .....	74
V.5.- Derivación e inserción de señal de Canal de Servicio.....	75
Fig. V.3.- Diagrama de derivación e inserción -	

de señal de Canal de Servicio .....	77
V.6.- Modulador - Demodulador	
V.6.1.- Modulador	
V.6.2.- Demodulador	
V.6.3.- Características de rendimiento de la parte Moduladora .....	78
V.6.4.- Características de rendimiento de la parte Demoduladora .....	79
ANEXO I.- PRUEBA DE CARGA DE RUIDO BLANCO	
A.I.1.- Datos referenciales de prueba de Sistema de - Huánuco.a Tarapoto: En el Canal Principal y Canal de Reserva. - Gráficos .....	81
A.I.2.- Datos referenciales de prueba de Sistema de Tarapoto a Huánuco: En el Canal Principal y Canal de Reserva. - Graficos .....	84
ANEXO II.- MEDICIONES PARA OBTENER LA RESPUESTA EN FRE- CUENCIA DE BANDABASE	
A.II.1.- En el Sistema de Huánuco a Tarapoto: En el Canal Principal, Canal de Reserva y Canal de Tele <u>visión</u> .....	87
A.II.2.- En el Sistema de Tarapoto a Huánuco: En el Canal Principal, Canal de Reserva y Canal de Tele <u>visión</u> .....	89
A.II.3.- Gráficos de respuesta Amplitud - Frecuencia	91
ANEXO III.-	
A.III.1.- Mediciones de linealidad y retardo de grupo del Modulador para Televisión.....	94
A.III.2.- Mediciones de linealidad y retardo de grupo del Demodulador para Televisión .....	95
ANEXO IV.-	
A.IV.1.- Medidas experimentales del motor generador de corriente Alterna en Stand By	
A.IV.2.- Medida del Banco de Baterías	
A.IV.3.- Medidas en el cubículo de Control de Panel Solar .....	96
A.IV.4.- Relación entre la Gravedad Específica del E-	

	<u>Pág.</u>
lectrolito y el Voltaje de Salida del Sensor de Gravedad Específica .....	97
A.IV.5.- Relación entre la Gravedad Específica del Electrolito y la Capacidad de Reserva de la batería .....	98
ANEXO V.- UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES CON - DISTRIBUCION DE ANTENAS .....	99
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES .....	100
BIBLIOGRAFIA .....	105

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

El propósito de este estudio es demostrar la factibilidad técnica de la comunicación en parte de la Región Nor-Oriente de nuestro país, integrándola al sistema de la red de microondas, a través de telefonía, télex, facsímil, telegrafía y televisión.

De esta manera, los habitantes de la región se comunicarían con mayor eficacia, lográndose a la vez un factor de apoyo para el desarrollo socio-económico de la zona.

El método empleado para realizar este trabajo ha sido el de visitar a todos los lugares que hace mención este tema, con la finalidad de obtener datos técnicos y socio-económicos tales como demanda telefónica, encuestas, estadísticas poblacional, de producción, agrícola y ganadera, hallando un índice poblacional compuesto de aproximadamente un 80% de pobladores inmigrantes de otras regiones del Perú.

También se ha hecho, anteriormente, visitas continuas a varias estaciones repetidoras y terminales de microondas de las ciudades de Huánuco, Tingo María y Pucallpa donde experimentalmente se ha conseguido datos que nos garantizan una alta confiabilidad en las comunicaciones por este sistema, ya que están funcionando un período de 5 años con rendimiento óptimo. Estos datos han sido tomados en forma periódica, a través de mediciones realizadas en el siste-

ma; se ha considerado que las características climatológicas de esta zona son similares a las de otros lugares donde se va a implementar el sistema, lo cual permite su aprovechamiento para implementar el sistema de energía por medio de radiación solar.

La implementación de las estaciones terminales y repetidoras de la región Nor-Oriente está en función de un estudio socio-económico de demanda telefónica en los lugares donde se han fijado las estaciones terminales, considerando posibles ampliaciones en menor escala en las estaciones repetidoras, ya que de éstas será factible, con una implementación conveniente, la comunicación telefónica de pueblos de sus cercanías, puesto que al estar instalado un sistema troncal de 960 canales, considerando la proyección futura, se estaría dando oportunidad a las poblaciones de Tocache, Juanjui y Tarapoto, cuyo índice poblacional es creciente año tras año debido al desarrollo del sector agrario y ganadero. Desde el año pasado ya se ha puesto en marcha el funcionamiento de la Carretera Marginal, la cual ha dado mayor afluencia de población.

En la actualidad las ciudades de Tocache, Juanjui y Tarapoto están dotadas de un sistema de comunicación por vía satélite del tipo Domsat, cuya capacidad de comunicaciones bastante limitada con respecto a un sistema troncal de microondas, por tratarse de sistemas domésticos cuyo costo de operación es considerable, teniendo en cuenta el alquiler del satélite a países desarrollados.

Las especificaciones del equipamiento de las diferentes

estaciones se han hecho tomando en consideración los siguientes parámetros:

- Las recomendaciones técnicas de acuerdos internacionales: CCIR, CCITT.
- Desde el punto de vista económico, guardando o conservando siempre un costo racional dentro de lo que se le llamaría equipo e instalación.
- Considerando el costo social que significa el empleo de personal profesional calificado en la operación y mantenimiento de este sistema y evitando la utilización de equipo altamente sofisticado.
- Considerando la factibilidad de mantenimiento preventivo y correctivo en un tiempo corto, por tratarse de unidades que puedan ser reemplazadas con facilidad.

Los capítulos del presente estudio proveen la información de las características de los equipos de energía, radio, supervisión y control. Estas especificaciones son las que corresponderán a los equipos con los que se implementará el sistema de radio enlace por microondas desde La Divisoria hasta llegar a Tarapoto, a través de las estaciones repetidoras de La Morada, Cerro Progreso, Tocache, Balsa Provana, Yurayacu, Cerro Cangrejo, Juanjui, Cerro Picota y Cerro Escalera. Todas estas repetidoras son a nivel de FI (Frecuencia Intermedia).

La estación repetidora de La Divisoria es una estación - a nivel de FI con derivación e inserción a Tingo María y Tarapoto, supervisada y controlada por la estación terminal de Huánuco.

Las estaciones repetidoras de La Morada, Cerro Progreso y Balsa Provana estarán supervisadas y controladas por la estación terminal de Tocache.

Las estaciones de Yurayacu, Cerro Cangrejo y Cerro Pico ta estarán supervisadas y controladas por la estación terminal de Juanjui.

La estación de Cerro Escalera, estará controlada y supervisada por la estación terminal de Tarapoto.

En cada estación repetidora se implementará el sistema de alimentación de energía por radiación solar, con paneles solares, puesto que las características de radiación solar en esta zona son óptimas para la producción de energía eléctrica, lo cual da una alta confiabilidad en su utilización.

En cada estación repetidora el sistema de abastecimiento de energía será de energía solar con un motor generador auxiliar de 3.5 Kw., para realizar el mantenimiento necesario a los paneles solares y para la carga de energía a las baterías o acumuladores del sistema en caso de ausencia de la radiación solar (noches, días nublados).

En las estaciones terminales la modalidad del sistema de alimentación de energía eléctrica será la utilización de la energía comercial con un motor generador en stand by, lo que llamaremos el sistema A.

En las estaciones repetidoras el sistema de radio estará integrado en parte por equipos para repetidora a nivel de frecuencia intermedia y equipos de supervisión y control, para notar el estado operativo de cada uno de estos equi-

pos en las estaciones terminales de supervisión, mediante los ítems correspondientes en el display del rack de supervisión .

El enlace La Divisoria - Tarapoto permitirá además el - paso de un canal de Televisión a color.

Se ha tomado en consideración las estaciones repetidoras mencionadas en base al Proyecto de enlace de microondas de La Divisoria a Tarapoto efectuado por Entel-Perú.

El presente trabajo ha sido realizado gracias al apoyo de Ingenieros, Personal Técnico y Obreros de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones del Perú, ElectroPerú y Corporación de Desarrollo del Departamento de Huánuco; ellos en todo momento supieron brindarme desinteresadamente amplia información técnica y práctica; facilidades para utilizar los equipos e instrumentos de medición de las terminales - de Huánuco y Tingo María, así como su apoyo para visitar - las Terminales y Repetidoras, que constituyen el tema de - esta Tesis, en lugares altamente peligrosos en los cuales hubo circunstancias de riesgo de perder la vida.

A todos ellos mi sincero agradecimiento.

## C A P I T U L O I

### S I S T E M A D E M I C R O O N D A S

#### I.1.- CARACTERISTICAS GENERALES.-

La ruta troncal que unirá La Divisoria con Tarapoto a través de las estaciones repetidoras de La Morada, Cerro Progreso, Tocache, Balsa Provana, Yurayacu, Cerro Cangrejo, Juanjui, Cerro Picota y Cerro Escalera, se considera una ruta principal de 960 canales telefónicos en la banda de 4Ghz. También es posible la transmisión de un canal de Televisión a color.

El sistema está equipado por un canal de trabajo o telefonía (RF) y un canal de protección (RF), formando un sistema de conmutación 1 + 1. Tomando en consideración el futuro aumento de tráfico, en el presente sistema, será factible la ampliación de un canal más de RF para formar un sistema de conmutación 2 + 1.

En este sistema troncal se ha considerado como estaciones terminales atendidas, con equipos de supervisión y control, a Tocache, Juanjui y Tarapoto.

#### I.2.- ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA.-

##### 1).- Condiciones Ambientales.-

El sistema está conformado por equipos que garantizan su funcionamiento entre 0° y 45 °C, soportando, así mismo, una humedad relativa de 95%; además los equipos del sistema están adecuados para soportar una altitud de 5,000 m.s.n.m.

El promedio de altitud en la zona es menor a 1,500 m.s.

n.m.; la temperatura varía entre 23° y 33°C en el día; por la noche, puede bajar hasta los 11°C. La humedad relativa es de 97%.

2).- Disposición de la frecuencia de radio.-

Se considera una frecuencia central  $f_0 = 4003.5$  Mhz en RF.

3).- Características de banda base.-

a) Número máximo de canales telefónicos: 960

b) Límite de la frecuencia de bandabase para canales telefónicos: de 60 a 4028 Khz.

c) Nivel de potencia relativa por canal.-

- Nivel de salida del equipo de radio: 20 dBm.

- Nivel de entrada del equipo de radio: 45 dBm.

d) Impedancia nominal: 75 ohms.

e) La pérdida de retorno debe ser mayor o igual a 24 dB.

4).- Características de video (Transmisión de Televisión).-

a) Impedancia nominal a considerarse: 75 ohms.

b) Amplitud nominal de la señal de video: 1 voltio pico-a pico:

- Señal de imagen: 0.714 v.

- Señal de sincronismo: 0.286 v.

- Polaridad de Señal: Positiva.

c) Límite superior nominal de la banda de frecuencia de video: 4 Mhz para 525 líneas.

d) La pérdida de retorno debe ser mayor o igual a 24 dB.

5).- Características de Frecuencia Intermedia (FI).-

a) Frecuencia central nominal de 70 Mhz.

b) Nivel de salida y entrada en FI de 4 dBm, con una impedancia nominal de 75 ohms y pérdida de retorno mayor

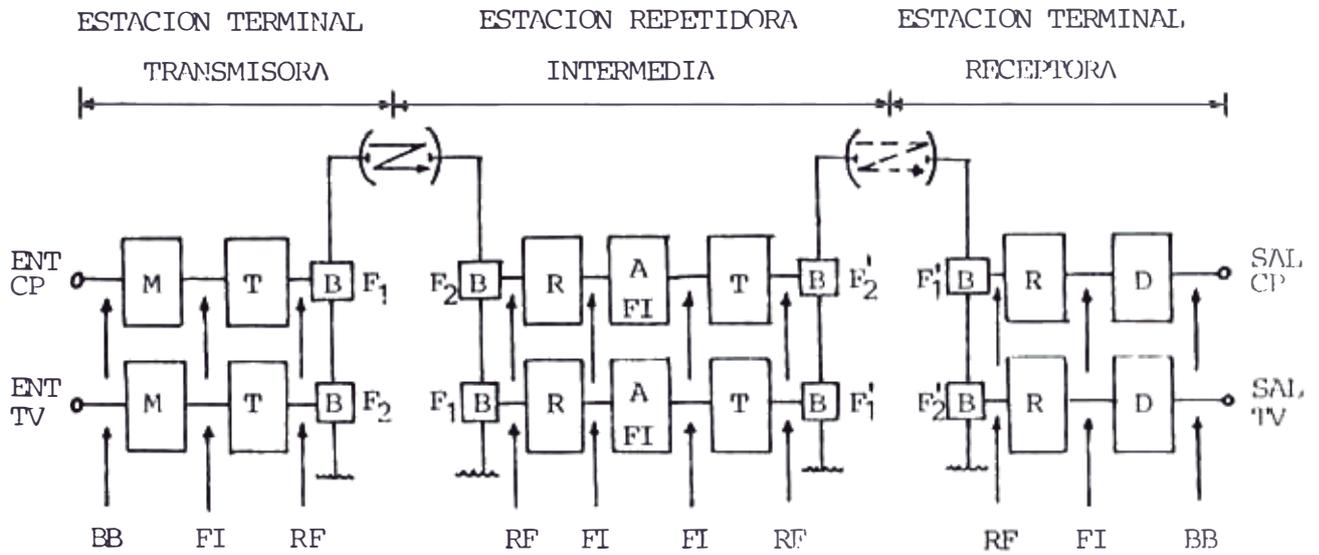
o igual a 26 dB.

- 6).- Piloto de continuidad para transmisión de telefonía:  
4715 Khz con una desviación de 140 Khz rms.
- 7).- Piloto de continuidad para transmisión de televisión:  
8500 Khz con una desviación de 140 Khz rms.
- 8).- Piloto de continuidad para el canal de protección:  
9023 Khz con una desviación de 100 Khz rms.
- 9).- El Comportamiento de transmisión de Televisión será - compatible con los sistemas conocidos de Televisión.
- 10).- La frecuencia de subportadora de sonido estará ubicada en 7.5 Mhz con una desviación de frecuencia de 140 Khz y un nivel de entrada y salida de + 9 dBm. El ancho de banda de la frecuencia de audio es de 30 a 10000 Hz.
- 11) Para la conmutación del sistema el nivel del piloto baja a un valor menor que - 10 dB.

I.3.- COORDENADAS GEOGRAFICAS DE LAS ESTACIONES TERMINALES  
Y REPETIDORAS DE MICROONDAS

<u>COORDENADAS</u>	<u>LONGITUD</u>	<u>LATITUD</u>
La Divisoria	76° 18' 10"	03° 45' 52"
La Morada	76° 18' 14"	08° 34' 49"
Cerro Progreso	76° 24' 34"	08° 24' 40"
Tocache (T)	76° 31' 40"	08° 11' 03"
Balsa Provana	76° 40' 39"	08° 00' 50"
Yurayacu	76° 43' 30"	07° 33' 50"
Cerro Cangrejo	76° 45' 46"	07° 25' 35"
Juanjui (T)	76° 43' 38"	07° 10' 50"
Cerro Picota	76° 22' 38"	06° 54' 26"
Cerro Escalera	76° 16' 00"	06° 34' 00"
Tarapoto	76° 27' 28"	06° 27' 57"

I.4.- OPERACION BASICA DEL SISTEMA



- |         |   |                    |    |   |  |
|---------|---|--------------------|----|---|--|
| M       | : | MODULADOR          | D  | : | DEMODULADOR                                    |
| T       | : | TRANSMISOR         | B  | : | CIRCUITO DE DERIVACION RF ó CIRCUITO BRANCHING |
| R       | : | RECEPTOR           | BB | : | BANDABASE                                      |
| A<br>FI | : | AMPLIFICADOR DE FI | FI | : | FRECUENCIA INTERMEDIA                          |
|         |   |                    | RF | : | RADIO FRECUENCIA (MICROONDA)                   |
|         |   |                    | CP | : | CANAL PRINCIPAL                                |

Fig I.1 Diagrama del sistema de transmisión de señales telefónicas o de Televisión.

I.4.1.- Operación básica de la transmisión de bandabase.-

1) Flujo de señales en la estación terminal transmisora.-

Las señales telefónicas son señales moduladas en el sistema FDM (señales telefónicas múltiplex divididas por frecuencia) por el equipo múltiplex y son enviadas al equipo modulador-demodulador.

En el equipo múltiplex a la señal de bandabase se inserta la señal piloto que sirve para supervisar la ruta, esta señal compuesta, es enviada al equipo modulador en FM para telefonía.

Por otra parte, de la misma manera que la señal telefónica, a la señal de televisión (señal de bandabase) es insertada la señal piloto para la supervisión de la ruta, por el equipo modulador-demodulador y esta señal compuesta se envía al equipo modulador en FM para televisión.

El equipo modulador en FM, modula la señal telefónica múltiplex o de televisión de FM en la banda de FI, enviándola al transmisor. Esta señal de FI enviada al transmisor, es convertida en la banda de microondas y se amplifica hasta la potencia especificada de transmisión.

Las señales de salida provenientes de cada transmisor son unidas a una por el filtro de derivación y enviadas a la antena a través de la guía de ondas para ser transmitidas hacia la siguiente estación de microondas.

2) Flujo de señales en la estación repetidora intermedia.-

En la transmisión por medio de microondas es necesario retransmitirse a cada distancia apropiada de línea de visión (50 km aproximadamente) desde el punto de vista de las carac

terísticas de propagación.

La microonda transmitida desde la estación terminal transmisora se atenúa por el espacio de propagación y llega al equipo receptor. La microonda, cuya potencia se ha atenuado es convertida en la señal de FI en el equipo receptor y es amplificada hasta el nivel especificado por el amplificador de FI para ser enviada al siguiente transmisor. En este transmisor esta señal de FI es convertida en la banda de microonda y es amplificada hasta la potencia de transmisión especificada.

En este proceso de transmisión, las señales están siendo transmitidas convirtiéndose su frecuencia de recepción y la de transmisión del equipo repetidor, como de  $F_1$  a  $F'_1$  o de  $F_2$  a  $F'_2$  en cada estación con la finalidad de evitar la interferencia del lado de transmisión al lado de recepción.

### 3) Flujo de Señales en la estación terminal receptora.-

Repitiéndose las operaciones de retransmisión descritas anteriormente, las microondas llegan a la estación terminal receptora. La microonda recibida es convertida en la señal de FI en el equipo receptor y es amplificada manteniendo su forma de onda de FM. A continuación, en el equipo demodulador para Telefonía o para Televisión esta señal de FI es demodulada en la señal de Bandabase, la cual es igual a la señal de entrada del equipo modulador en la estación terminal transmisora.

De esta señal demodulada, el filtro piloto extrae la señal piloto para supervisión de la ruta y la señal telefónica múltiplex o la de Televisión, las cuales han sido insertadas a

la bandabase en la estación terminal transmisora. La señal piloto para supervisión de la ruta es enviada al sistema de supervisión de la ruta.

La señal telefónica múltiplex es ajustada al nivel apropiado y luego es enviada al equipo múltiplex.

Por otra parte la señal de televisión es transmitida a la estación radiodifusora a través de la línea exclusiva - para Televisión.

#### I.4.2.- Operación básica de la transmisión de Sub-bandabase

Las señales de los canales de servicios son señales de supervisión y control remoto, canal telefónico del circuito de línea de órdenes y señal de control de conmutación.

Estas señales de canales de servicios son transmitidas en la Sub-bandabase de 0.3 KHz a 56 KHz.

Las estaciones que componen el sistema pueden clasificarse en estación supervisora y estación supervisada.

##### 1) Flujo de señales en la estación terminal transmisora.-

En la transmisión de la señal de Sub-bandabase en la estación terminal se componen la señal de supervisión y control proveniente del equipo de supervisión y control, y la señal de control proveniente del equipo de control de conmutación; esta señal compuesta es aplicada al equipo modulador-demodulador como la señal de Sub-bandabase (0.3 KHz a 56 KHz), para componerse con la señal de bandabase (60 KHz a 4028 KHz) a su vez, esta señal compuesta es enviada al modulador como la señal de bandabase de 0.3 KHz a 4028 KHz; el resto del proceso es igual al de la transmisión de bandabase.

##### 2) Flujo de señales en la estación repetidora intermedia.-

La microonda recibida en el mismo proceso de la transmisión de bandabase es convertida en la señal de FI en el receptor y es derivada para ser aplicada al equipo de supervisión y control. Por el demodulador, en el equipo de supervisión y control, esta señal es demodulada en la señal de Subbandabase y de ella es extraída la señal de supervisión y control por el filtro.

En caso de producirse la condición de alarma, la señal de alarma es transmitida como la señal de supervisión remota a la estación terminal que es la estación supervisora.

Esta señal de alarma y la línea de órdenes son enviadas del equipo de supervisión y control al oscilador local en el transmisor y son moduladas para ser transmitidas en microondas.

### 3) Flujo de Señales en la estación terminal receptora.-

La Sub-bandabase transmitida en el mismo proceso que el de transmisión de bandabase es demodulada en la señal de FI y son extraídas la bandabase (60KHZ a 4028 KHZ) y la sub-bandabase de (0.3 KHz a 56 KHz).

La sub-bandabase consta de la señal de supervisión y control y la señal de control de la ruta. La señal de supervisión y control que contiene la señal de alarma y la línea de órdenes es enviada al equipo de supervisión y control.

La señal de control de conmutación de canal RF entre las estaciones terminales es enviada al equipo de control de conmutación.

I.5.- PLAN DE FRECUENCIA.-

I.5.1.- Frecuencia de Radio.-

La ruta troncal conformada por los 960 canales estará ubicada en la banda de 4 Ghz.

I.5.2.- Frecuencia de bandabase.-

Generalmente la bandabase en el Sistema de Microondas se puede dividir en dos: Banda Telefónica y Banda de Servicio- (Sub-bandabase).

La banda de Frecuencia Telefónica de 960 canales es de 60 Khz a 4028 Khz.

La banda de frecuencia de servicios es de 0.3 Khz a 56 - Khz; es transmitida y recibida por el equipo de supervisión y control. La disposición de frecuencias se muestra en las figuras I.2 y I.3.

I.5.3.- Frecuencia de la señal piloto.-

La frecuencia de la señal piloto es dividida en los canales de servicios, reserva y televisión. Esta señal será transmitida o recibida por el equipo Modulador-Demodulador y servirá para supervisar cada una de las rutas, asignándoles las frecuencias respectivas.

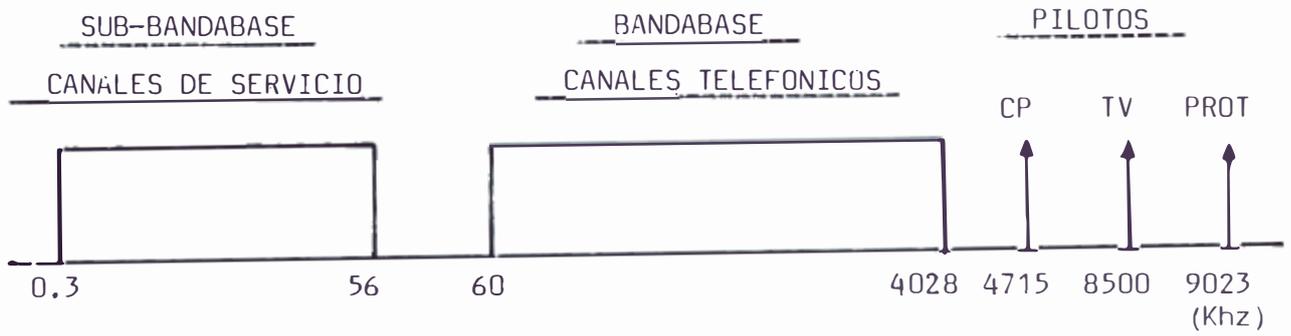


Fig I.2 Disposición de frecuencias en bandabase

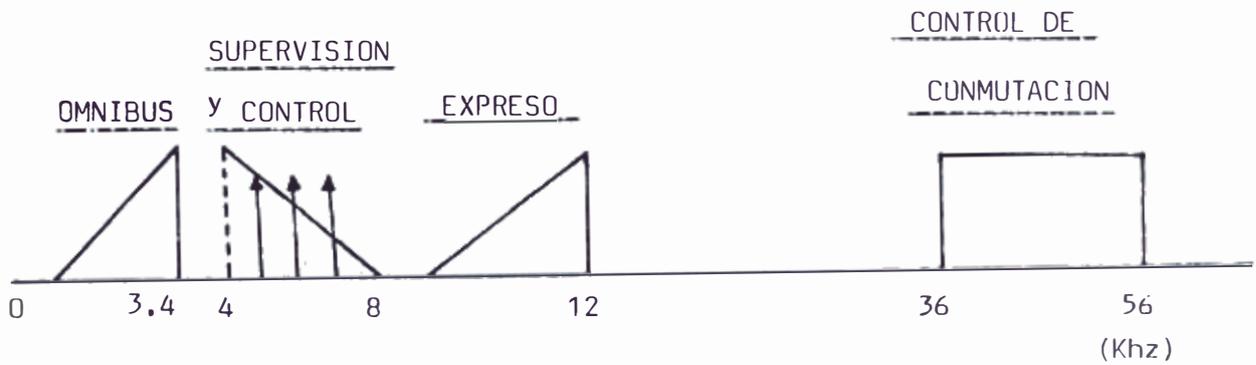


Fig I.3 Disposición de Canales de Servicio en Sub-bandabase.

C A P I T U L O   I I  
SISTEMA DE SUPERVISION Y CONTROL

II.1.- GENERALIDADES.-

El sistema de supervisión y control utiliza la técnica digital, tiene doble control de paridad y circuitos integrados, dando al sistema una alta confiabilidad y mínimo consumo de energía.

El sistema de supervisión y control se destina a racionalizar el mantenimiento y la operación del sistema de microondas.

II.2.- DESCRIPCION Y FINALIDAD.-

Los equipos de supervisión y control permiten prestar un servicio de comunicaciones satisfactorio en un sistema de radio-enlace y brinda servicios de información para mantenimiento por una Sub-bandabase (0.3 a 56 Khz) del sistema de microondas.

El sistema está configurado por combinación de dichos equipos para ofrecer las siguientes facilidades:

- 1) Supervisión remota y local.
- 2) Control de conmutación para el sistema de radio de microondas.
- 3) Transmisión de canales de servicio.
- 4) Múltiplex de los canales de servicio.
- 5) Enlace al abonado.

II.2.1.- Supervisión remota y local.-

Este sistema provee la capacidad para monitorear las o-

peraciones de los equipos e instalaciones de las estaciones repetidoras no atendidas desde la estación de supervisión.

El circuito de supervisión remota está constituido por:

- a) La sección de emisión de teleseñalización.
- b) La sección de selección de estación.
- c) La sección de recepción de teleseñalización.

a).- La emisión de teleseñalización es transmitida desde la estación remota (Repetidora) mediante pulsos codificados utilizando señales de desplazamiento de frecuencia. En este caso se asignan diferentes frecuencias de desplazamiento a cada estación supervisada.

Para la supervisión remota el tren de pulsos se transmite continua y cíclicamente desde cada estación supervisada a la estación supervisora correspondiente.

Cuando cada estación remota reporta alguna información de alarma es monitoreada en el display del equipo de supervisión.

El código de la señal comprende 16 pulsos que corresponden a los ítems de supervisión y una posición del tren de pulsos es asignada a un ítem de supervisión.

b).- La selección de estación se realiza por medio de un filtro pasabanda a la frecuencia central  $f_0$  de la teleseñalización, correspondiente a la estación remota que se elige.

c).- La recepción de la teleseñalización procedente de las diferentes estaciones remotas se efectúa en el equipo de supervisión.

### II.2.2.- Control de conmutación para el sistema de radio de microondas

El sistema de control de conmutación está constituido por el interfaz del canal de servicio.

En este sistema de conmutación de los canales RF, la operación de conmutación se lleva a cabo entre dos estaciones de conmutación en secciones de banda básica. En la etapa inicial, el circuito de comunicaciones por microondas, está compuesto por un canal de trabajo y otro de reserva. En el futuro la capacidad será ampliada a la conmutación 2 + 1, (2 canales de trabajo y uno de reserva), mediante adición de las unidades necesarias.

En caso de ocurrir una falla en el canal RF de trabajo, - la señal de alarma es detectada por el detector piloto (DP) y el detector de ruido, (DR), del circuito de recepción de alarma del DP y/o del DR.

La operación de conmutación de los canales se lleva a cabo tal como se indica en la figura II.1 siguiente:

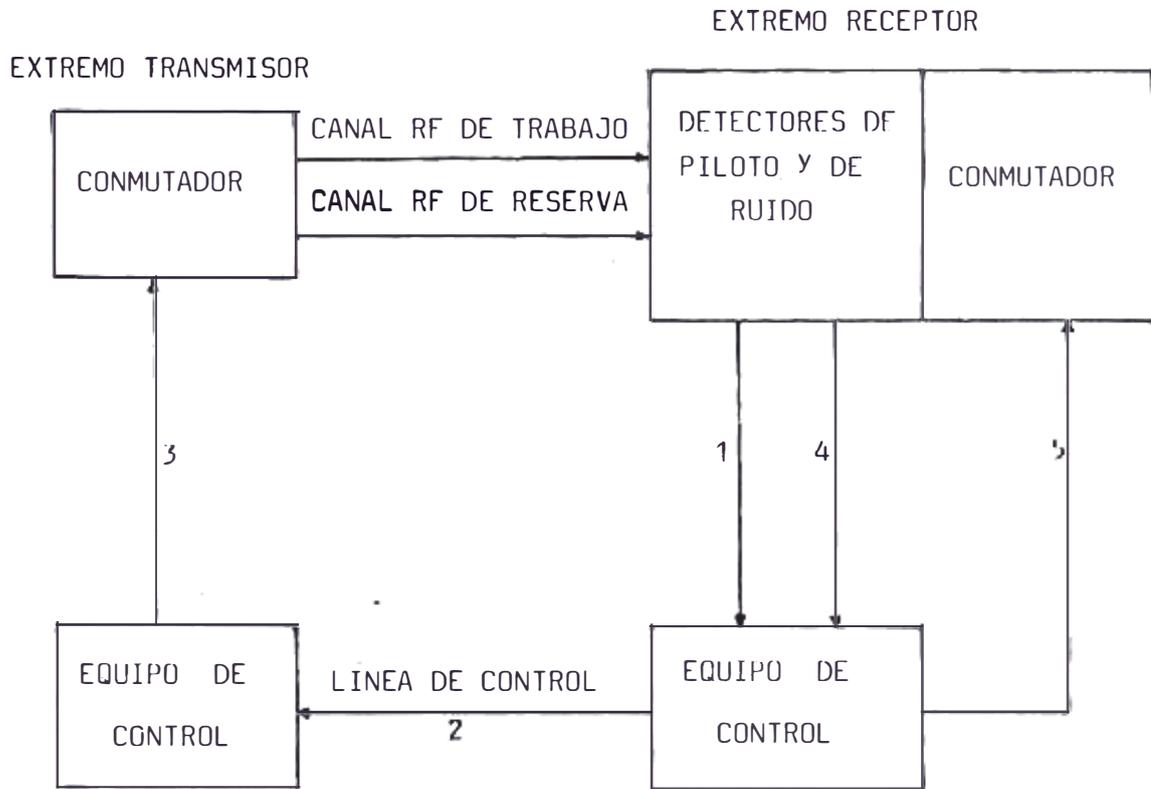


Fig II.1 Operación de Conmutación de los Canales

De la Figura:

- 1.- Una falla en el canal es detectada por DP y/o DR y una información de alarma es enviada al equipo de control.
- 2.- El equipo de control transmite la señal de control de conmutación a través de la línea de control desde el extremo de recepción al extremo de transmisión.
- 3.- Al recibir la señal de control, el equipo de control controla el conmutador del extremo transmisor para conmutar el canal en falla por el stand by de reserva.
- 4.- El DP del canal de reserva, en el extremo de recepción, detecta la señal piloto del canal de trabajo.
- 5.- Para completar la operación de conmutación, el extremo de recepción es controlado por el equipo correspondiente.

#### II.2.3.- Sistema de transmisión de los canales de servicio

El sistema de transmisión de los canales de servicio tiene una configuración tal, que las señales de los canales mencionados pueden transmitirse por cualquiera de los 2 canales de RF (Canal RF de trabajo o canal RF de reserva). Por consiguiente, en caso de falla del canal RF de trabajo, los canales de servicio se transfieren automáticamente al canal RF de reserva, por lo que la transmisión de las señales de supervisión remota, de línea de órdenes y de **control** de conmutación de líneas múltiples se lleva a cabo sin interrupción alguna.

#### II.2.4.- Multiplexación de los canales de servicio

Los canales de servicio adoptados en el sistema de supervisión y control se encuentran ubicados en su mayoría en la sub-bandabase del canal de microondas principal.

En la práctica los canales de servicio se interconectan con varios equipos.

Las especificaciones de los canales de servicio del sistema de Supervisión y Control son las siguientes:

1).- Método de Modulación.- Es el de modulación de amplitud banda lateral única, con portadora suprimida.

2).- Asignación de frecuencias.-

Canal 1, ..... de 0.3 a 3.4 Khz (Línea de órdenes omnibus).

Canal 2, ..... de 4 a 8 Khz (Supervisión).

Canal 3, ..... de 8 a 12 Khz (Línea de órdenes expresa).

De 36 a 56 Khz (Control de conmutación).

3).- Control de conmutación para el sistema de radio de microondas

Se usan 3 tonos directos para las operaciones de conmutación de vías:

$F_1$  ... 37 Khz ... Señal piloto para el control de conmutación.

$F_2$  ... 39 Khz ... Señal de control de conmutación

$F_3$  ... 41 Khz ... Señal de control de conmutación para la prueba de canal.

4).- Línea de órdenes

- Línea de Órdenes de Ómnibus.-

Ancho de banda de frecuencias: de 0.3 a 3.4 Khz.

Llamada: por alta voz.

- Línea de Órdenes expreso.-

Ancho de banda de frecuencias: de 0.3 a 3.4 Khz.

Llamada: por alta voz.

5).- Supervisión remota (Reporte de alarma por falla)

- Items de supervisión.-

Capacidad: 16 ítems/estación.

Condición de interfaz: Normal .....Contacto de relé  
abierto.

Alarma .....Tierra a través  
de contacto de  
relé.

- Transmisión de datos.-

Método de reporte: Reporte digital cíclico.

Velocidad de transmisión: 50 bits/seg.

Detección de errores: Comprobación de doble paridad.

- Transmisión de señal.-

Modulación: por desplazamiento de frecuencia.

Velocidad: 50 baudios.

- Asignación de frecuencia: Se usa la relación

$$f_n = 420 + (n-1) \times 120 \text{ H}_z ; \quad (n: \text{de } 1 \text{ a } 12)$$

Frecuencia de desplazamiento:  $\pm 30 \text{ Hz}$ .

- Método de indicación.-

La estación supervisora indica las condiciones de las estaciones supervisadas en los siguientes casos:

- Indicación de cambio de estado.

- Indicación de memoria con falla,
- Indicación de la interrupción de la señal de desplazamiento de frecuencia.

La estación supervisora también indica los ítems supervisados; esta indicación es común a todas las estaciones. En la estación supervisada la indicación es de alarma local.

6).- Requerimiento de energía.-

Se requiere una energía de -24 V CC (Puede haber una variación de -21.1 a -27.5 V)

7).- Temperatura ambiental.-

La zona tiene una variación de 23 °C a 33 °C en el día, llegando en la noche hasta los 11 °C. Los equipos garantizan un funcionamiento normal desde 0 °C a 45 °C.

II.2.5.- Enlace de abonado.-

Este enlace se efectuará considerando las unidades de canal: Canal 4, 5, 6, 7, 8 y 9, logrando así una capacidad de comunicación de 6 canales telefónicos con una confiabilidad bastante alta.

Estos canales serán utilizados por el usuario del lugar en calidad de posta telefónica.

En el estudio de factibilidad realizado para la confección de este tema se concluye que el pueblo de Yurayacu tiene una población de 5000 habitantes aproximadamente y a la vez obedece a una demanda telefónica de un 90%.

Se ha considerado realizar una implementación utilizando el sistema de supervisión y control con el agregado de paneles correspondientes a unidades de canales telefónicos,

que convenientemente instalados en el equipo de supervisión y control nos servirá para efectuar el enlace telefónico mediante microondas del pueblo de Yurayacu con la ciudad de Juanjui donde se encuentra la terminal supervisora de la respectiva estación implementada.

Las unidades de canal a implementarse en la estación repetidora y terminal son las siguientes:

- Canal 4: De 12 a 16 khz.
- Canal 5: De 16 a 20 khz.
- Canal 6: De 20 a 24 khz.
- Canal 7: De 24 a 28 khz.
- Canal 8: De 28 a 32 khz.
- Canal 9: De 32 a 36 khz.

Estas unidades de canal irán conectadas en los puntos 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, y 6-6 que se indican en el diagrama de bloques de las figs. II.2 y II.3.

Esta implementación se realizará en los equipos de supervisión y control pertenecientes a la estación terminal y repetidora.

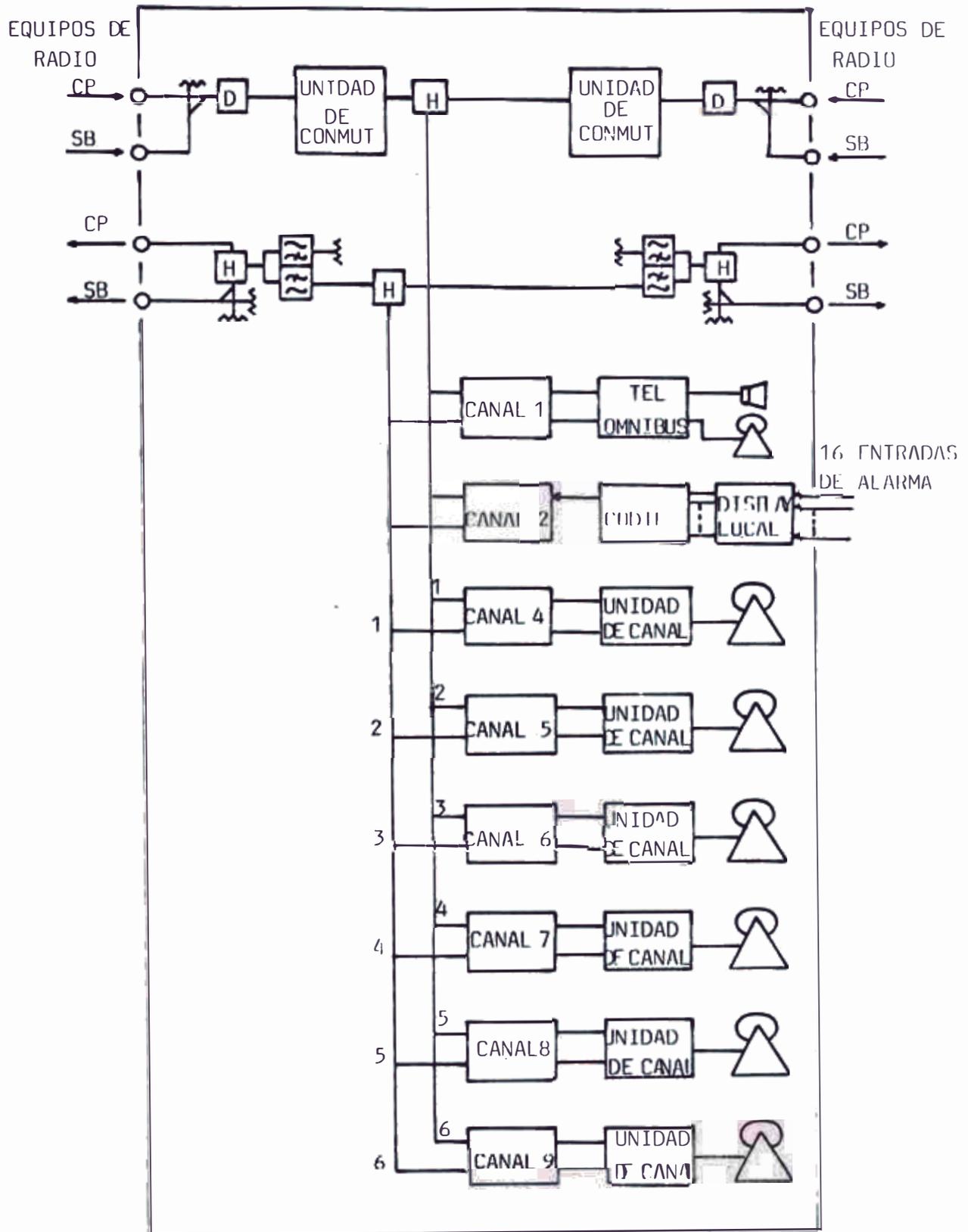


Fig II.2

Diagrama en bloques del Equipo de Supervisión y Control para Repetidora

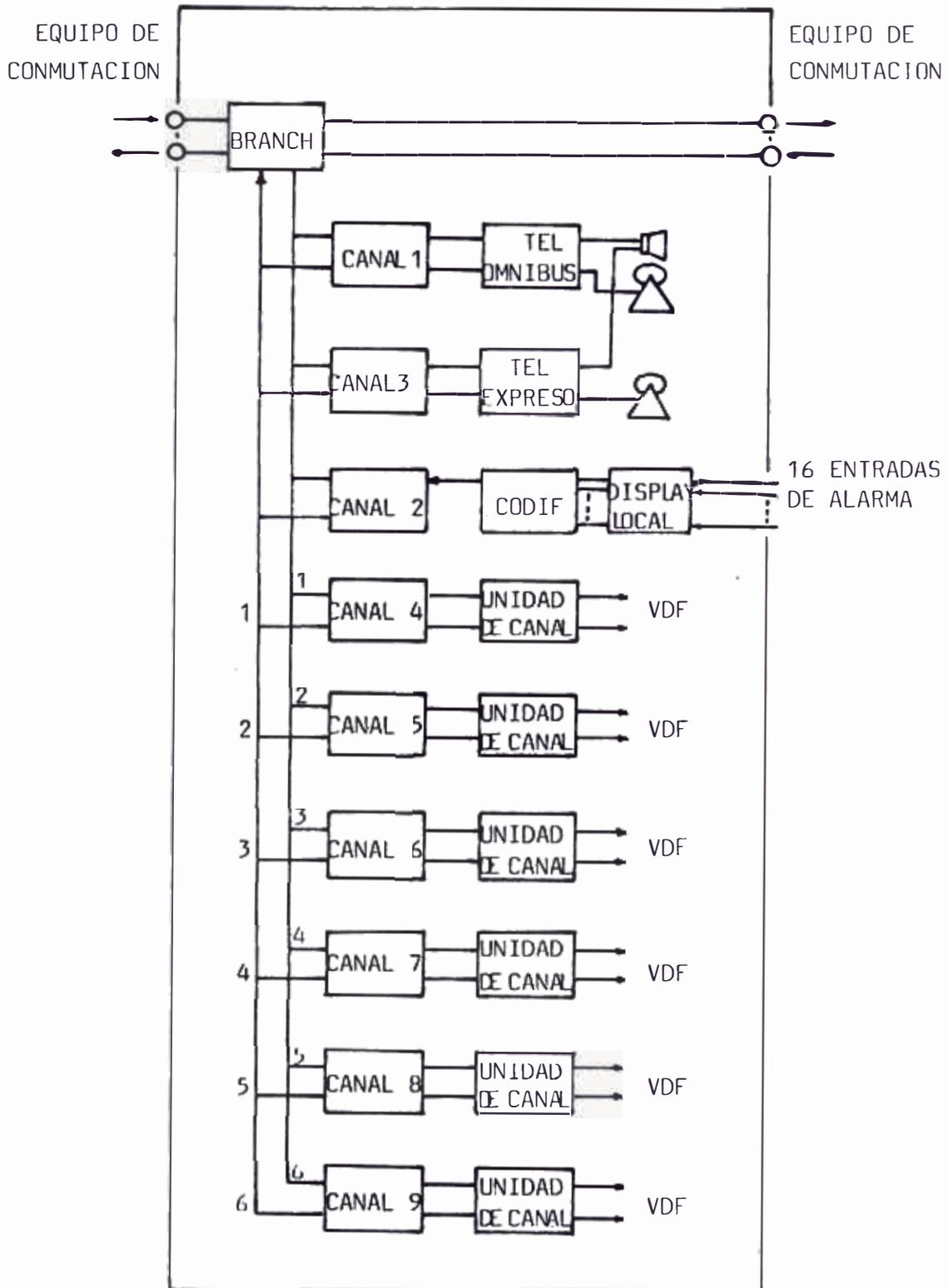


Fig II.3 Diagrama en bloques del Equipo de Supervisión y Control para Terminal

II.3.- CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE SUPERVISION Y CONTROL TERMINAL

Concepto	Características de Funcionamiento
<u>Tipo de Estación</u>	Estación terminal de control y <u>su</u> supervisión.
<u>Condiciones de interfaz</u>	
1) Nivel	Entrada: -20 dBm/canal. Salida: -30 dBm/canal.
2) Frecuencia	0.3 a 30 Khz.
3) Impedancia	600 Ohmios, balanceada.
<u>Supervisión</u>	
<u>Remota</u>	
1) Número de estaciones	3
2) Número de ítems	16
<u>Local</u>	
1) Número de ítems	16
<u>Teléfono de línea de órdenes</u>	2 canales, llamada por altavoz.
<u>Alimentación de energía</u>	- 24 V CC.

II.4.- CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE SUPERVISION Y CONTROL REPETIDORA

Concepto	Característica de Funcionamiento
<u>Tipo de Estación</u>	Estación repetidora de conexión directa de FI.
<u>Condiciones de interfaz</u>	
a.- Con el receptor	
1) Nivel	Entrada: -6 dBm.
2) Frecuencia	Etapa de FI.
3) Impedancia	75 Ohmios, desbalanceada.
b.- Con el transmisor	
1) Nivel	Salida: -30 dBm/canal.
2) Frecuencia	0.3 a 56 Khz (Sub-bandabase)
3) Impedancia	600 Ohmios, balanceada.
<u>Supervisión</u>	
Número de ítems	16
<u>Teléfono de línea de órdenes</u>	1 canal, llamada por altavoz.
<u>Alimentación de energía</u>	-24 V CC.

II.5.- ASIGNACION DE FRECUENCIAS DE TONO DE SUPERVISION  
Y CONTROL

Nº de tono	Signo	Frecuencia Central $f_o$ (Hz)	Baja Frecuencia (Hz)	Alta Frecuencia (Hz)
$f_1$	A	420	390	450
$f_2$	B	540	510	570
$f_3$	C	660	630	690
$f_4$	D	780	750	810
$f_5$	E	900	870	930
$f_6$	F	1020	990	1050
$f_7$	G	1140	1110	1170
$f_8$	H	1260	1230	1290
$f_9$	J	1380	1350	1410
$f_{10}$	K	1500	1470	1530
$f_{11}$	L	1620	1590	1650
$f_{12}$	M	1740	1710	1770

## C A P I T U L O   I I I

### S I S T E M A   A E R E O

#### III.1.- GENERALIDADES

El presente capítulo, trata sobre el sistema aéreo suministrado para el Radioenlace de Microondas La Divisoria - Tarapoto, El sistema aéreo está compuesto por:

- Torres autosoportadas y con arriostre de viento.
- Antena parabólica.
- Alimentador (Guía de Ondas).
- Deshidratador.

#### III.2.- TORRE

##### III.2.1.- Generalidades

Esta sección describe la torre de montaje de antena del tipo autosoportada y de arriostre, que incluye la estructura de montura para antena, escalera y escalerilla para alimentador, plataforma, pintura, sistema de valiza, sistema de tierra, cables de viento, estabilizador y la base.

##### III.2.2.- Construcción

###### A).- Torre Autosoportada

- 1) Esta torre consiste del cuerpo, estructura de montura - de antena, plataforma, escalera y escalerilla para alimentador.
- 2) Las secciones son de corte cuadrada.
- 3) Todas las columnas y sostenes son de ángulos de acero.
- 4) Todas las conexiones en el campo son hechas con pernos de acero y ajustados con una arandela de presión y tuerca.

5) El accesorio estructural sobre el cuerpo de torre lo conforma la escalera, escalerilla para alimentador y -plataforma.

B).- Torre arriostrada con viento

1) Esta torre consiste de mástil, cables de viento, estabilizador, plataforma, estructura de montura de antena y escalera.

2) El mástil tiene sección de corte triangular y es sujetado por cables de viento en tres direcciones.

3) Todas las columnas y sostenes del mástil son de ángulos de acero y los cables de viento son de acero normal y galvanizado.

4) Todas las conexiones en el campo son hechas con pernos de acero y ajustados con una arandela de presión y tuerca.

5) El accesorio estructural sobre el cuerpo de mástil lo conforma el estabilizador, escalera y plataforma.

III.2.3.- Adheridos

1) Estructura de montura de antena

Provista para montaje de antena a la altura y dirección especificada sobre la torre.

2) Escalerilla de alimentador vertical

Provista para soportar los alimentadores verticales desde el nivel del suelo a la altura de antena.

3) Escalera

Provista con anillo de seguridad (excepto la torre arriostrada) desde el nivel del suelo hasta el tope de la torre.

4) Plataforma de descanso

Provista a intervalos menores de 20 mts. entre cualquiera de las dos plataformas adyacentes.

5) Plataforma de operación

Provista en cada nivel de antena para promover las condiciones de seguridad de trabajo.

III.2.4.- Sistema de Tierra

Para la protección de la torre y antena contra rayos, - está previsto el pararrayos radiactivo en el tope de la torre, cubriendo la torre y posición de antena en un ángulo de 90 grados hacia abajo. La corriente de rayos es aplicada a la barra de tierra de la torre a través del cable de cobre ( $38 \text{ mm}^2$ ); para la torre autosoportada, están colocadas dos placas de cobre (  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1.5 \text{ mm}$ ) en cercanías - de la base y para la torre arriostrada, una barra de tierra en cada base de viento y una placa de cobre cerca de la base del mástil.

Es conveniente que se conecte el sistema de tierra de la torre y del equipo de microondas con un cable de cobre (  $38 \text{ mm}^2$ ) para balancear el potencial respecto a tierra del equipo de radio y de la torre.

III.2.5.- Sistema de valiza de navegación aérea

El sistema de valiza de navegación aérea será instalado a las torres de las 3 estaciones terminales de Tocache, Juanjui y Tarapoto.

De acuerdo a las normas del ICAO (Organización Internacional de Aviación Civil), para la configuración y alambra

do del sistema de valiza de navegación aérea, contamos con las especificaciones siguientes:

<u>1) Altura de la torre</u>	<u>Luz de Valiza</u>
Menor de 45 metros	2 luces simples de 3A (lámpara de 60 w) en el tope.
De 46 a 90 metros	2 luces simples de 3A en el tope y 2 luces simples de 3A en el punto intermedio.

## 2) Pinturas

Las torres son pintadas en toda su altura con bandas alternadas de color naranja y blanco del mismo ancho, terminando con naranja en el tope y base.

El procedimiento de pintura es como sigue:

- a) La primera capa con pintura de prima metálica permeable.
- b) Capa intermedia con pintura naranja o blanco.
- c) Acabado con pintura naranja o blanco.

## 3) Bases

Las bases de las torres son reforzadas con hormigón y - las torres son fijadas sobre ellas con pernos de anclaje.

### III.3.- ANTENAS

#### III.3.1.- Generalidades

Las Antenas son reflectores parabólicos usados para el sistema de comunicaciones por microondas en la banda de 4 Ghz.

A fin de obtener óptimas características de transmisión que satisfagan los objetivos de ruidos recomendados por CCIR, el diámetro de cada antena parabólica está determinado en base al estudio cuidadoso de la ganancia de antena,

interferencia, etc.

### III.3.2.- Características de las antenas

#### Tipo A

a) Diámetro	2 m.
b) Gama de Frecuencia	3.8 Ghz a 4.2 Ghz.
c) Ganancia	$\geq$ 35.2 dBi.
d) V.S.W.R.	$\leq$ 1.06
e) Relación F/B	Aprox. 56 dB.
f) Velocidad del viento que soporta la antena	45 m/seg.

#### Tipo B

a) Diámetro	3.3 m.
b) Gama de Frecuencia	3.8 Ghz a 4.2 Ghz.
c) Ganancia	$\geq$ 39.4 dBi.
d) V.S.W.R.	$\leq$ 1.08
e) Relación F/B	Aprox. 61 dB.
f) Velocidad del Viento que soporta la antena	45 m/seg.

### III.4.- GUIA DE ONDAS

#### III.4.1.- Generalidades

La guía de ondas es utilizada en el sistema de comunicaciones por microondas, en la banda de 3.4 Ghz a 4.2 Ghz, para el enlace desde la antena hasta los equipos transceptores a través del circuito de derivación.

Las guías de ondas suministradas, consisten de tubos de cobre del tipo corrugado espiral de sección transversal elíptica. Debido a que este tipo de guías de ondas son flexibles y sin juntas, su instalación se hace muy fácil.



gua a los alimentadores. Este sistema de presurización es tá compuesto del cilindro de gas  $N_2$ , protector del cilindro de gas, válvula de reducción, caja de control y operación, y tubos de vinilo.

C A P I T U L O   I V  
S I S T E M A   D E   A L I M E N T A C I O N  
D E   E N E R G I A

IV.1.- GENERALIDADES

En este capítulo se describe el sistema de alimentación de energía para la Red Troncal de Microondas La Divisoria - Tarapoto.

La particularidad notable del presente sistema de suministro de energía es la inclusión del sistema de energía solar, sin requerimiento de combustible.

IV.2.- CLASIFICACION DE LAS ESTACIONES SEGUN EL SISTEMA -  
DE ALIMENTACION DE LA ENERGIA APLICADA

Desde el punto de vista de disponibilidad de la alimentación comercial C.A. y la condición del sitio, las estaciones de comunicación por microondas se clasifican en dos tipos como se describe a continuación:

- 1) La estación donde es disponible la energía comercial C.A.-

Para este tipo de estación, es aplicable el sistema de alimentación de energía tipo A (Sistema de energía CC con batería flotante y grupo electrógeno de reserva). A este tipo de energía corresponden las estaciones de Tocache, Juanjui y Tarapoto.

- 2) La estación donde no es disponible la energía comercial.-

Para este tipo de estación es aplicable el sistema de -

alimentación de energía tipo B (Sistema de energía solar) y el sistema tipo C (Sistema de energía con batería flotante y grupo electrógeno primario dual). Al sistema B corresponden las estaciones de La Morada, Cerro Progreso, Balsa Provana, Yurayacu, Cerro Cangrejo, Cerro Picota y Cerro Escalera; y al sistema C la estación de La Divisoria.

IV.3.- ESPECIFICACION DE LA ENERGIA C.A. SUMINISTRADO POR ELECTRO PERU

Tensión (V) .....	220 $\pm$ 15 %
Fase .....	Mono.
Potencia (KVA) .....	18 KVA

Estas especificaciones corresponden a las estaciones cuyo sistema de alimentación de energía es del tipo A.

IV.4.- SISTEMA DE ALIMENTACION DE ENERGIA TIPO A

(Sistema de energía CC con batería flotante y grupo electrógeno de reserva)

IV.4.1.- Configuración.-

El sistema de alimentación de energía A se compone de los equipos siguientes:

- Un regulador automático de tensión (RAV).
- Un juego de grupo electrógeno de reserva simple.
- Un cargador de batería dual.
- Un banco de batería acumuladora.

El juego de grupo electrógeno de reserva simple se compone de un grupo electrógeno diesel con su batería de arranque, el cubículo de control que contiene conmutador automático para seleccionar energía comercial y la de grupo electrógeno y el tanque diario de combustible.

La energía comercial, el regulador automático de tensión y el grupo electrógeno de reserva simple en conjunto suministra una alimentación estable de energía C.A.

El cargador de batería dual con las baterías acumuladoras en conjunto suministra la energía ininterrumpidamente de C.C. a los equipos de comunicación.

El diagrama en bloques IV.1 muestra el sistema de Alimentación de energía A.

#### IV.4.2.- Comportamiento

Normalmente, la energía principal (Comercial) C.A. es recibida por el regulador automático de tensión y se estabiliza en  $220\text{ V} \pm 5\%$ . Esta tensión C.A. estabilizada se entrega al cargador de batería y a las cargas misceláneas a través del cubículo de control del equipo de grupo electrógeno de reserva simple.

El cargador de batería rectifica la energía principal C.A. en energía C.C. a través del rectificador dual (# 1 y # 2) y alimenta a los equipos de comunicación; simultáneamente, efectúa la carga flotante de las baterías acumuladoras. Cuando ocurre alguna falla o interrupción en la energía principal C.A., no se interrumpe el suministro de la energía C.C. a los equipos de comunicación, ya que comienzan a funcionar las baterías acumuladoras; al mismo tiempo, el grupo electrógeno de reserva es arrancado en forma automática por los relés de arranque del cubículo de control. Una vez alcanzada la tensión nominal de la salida del grupo electrógeno, es suministrado la energía C.A. al cargador de batería y a las cargas misceláneas a través del

contactor de carga de cubículo de control, por lo tanto el cargador de batería suministra la energía C.C. a los equipos de comunicación y se efectúa la carga flotante de las baterías acumuladoras. Cuando la falla o interrupción de la energía principal C.A. se restaura, después del período de confirmación, el relé de control sensa la tensión normal de la energía principal C.A., la cual es aplicada al cargador de batería y a las cargas misceláneas por las operaciones de conmutadores de carga.

El grupo electrógeno de reserva se para automáticamente por las funciones de los conmutadores del cubículo de control.

El cargador de batería contiene dos unidades rectificadoras que normalmente operan en paralelo. En esta condición cada unidad rectificadora entrega el 50% de la corriente con respecto al valor de salida y cuya suma de rendimiento en el porcentaje mencionado, suministra el total de la corriente especificada.

Si fallara uno de los rectificadores, el rectificador restante toma la carga automáticamente y la corriente pasará del 50% al 100%, en esta forma seguirá suministrando la corriente especificada.

En un caso extremado que fallaran la energía principal C.A. y el grupo electrógeno de reserva o que fallaran los dos rectificadores del cargador de batería el suministro de energía C.C. a los equipos de comunicación continuará gracias a la reserva que tienen las baterías acumuladoras.

El cargador de batería tipo dual presenta también esta

característica, puede entrar en funcionamiento o pararse independientemente de cada unidad rectificadora.

#### IV.4.3.- Capacidad de los equipos

##### 1).- Batería Acumuladora.-

La batería acumuladora tiene una capacidad de 500 AH, suficiente para suministrar la energía C.C. a los equipos de comunicación en condición normal de operación por 5 ó 10 horas de duración con una temperatura de 25°C. La corriente de carga es de 10.9 A.

##### 2).- Cargador de Batería.-

El cargador de batería tiene una capacidad de 75 A/24 V, suficiente para proporcionar la energía C.C. a los equipos de comunicación y baterías acumuladoras, bajo ambas condiciones de carga flotante e igualadora ( a razón de 20 horas).

##### 3).- Regulador Automático de Tensión.-

Cada regulador automático de tensión, tiene una capacidad de 12.5 KVA/220V, suficiente para dotar de energía C.A. al cargador de batería y a las cargas misceláneas de 5 KVA.

##### 4).- Equipo de grupo electrógeno de reserva.-

El equipo de grupo electrógeno posee capacidad nominal de 15 KVA (en sitio: 12.1 KVA), suficiente para suministrar la energía C.A. al cargador de batería y a las cargas misceláneas de 5 KVA.

#### IV.5.- SISTEMA DE ALIMENTACION DE ENERGIA TIPO B

( Sistema de alimentación por energía solar)

##### IV.5.1.- Configuración.-

El sistema de alimentación de energía B esta compuesto de los equipos siguientes:

- Un grupo de células solares.
- Un panel de control.
- Un banco de batería acumuladora.
- Un rectificador ( Consiste en dos rectificadores portátiles).
- Un grupo electrógeno portátil a gasolina.

El grupo de células solares, panel de control y la batería acumuladora, en conjunto, forman un sistema de alimentación de energía CC. ininterrumpida. El grupo electrógeno portátil con el rectificador es utilizado para realizar el mantenimiento y la carga suplementaria de las baterías acumuladoras en caso de emergencia.

El diagrama en bloques IV.2 muestra el sistema de alimentación de energía B.

##### IV.5.2.- Comportamiento.-

El grupo de células solares debe ser instalado en un plano y ángulo óptimo para recibir las radiaciones solares.

Durante el día, las células solares convierten la energía de los rayos solares en la energía CC, esta corriente continua es suministrada a los equipos de comunicación y baterías acumuladoras para su carga suplementaria a través del panel de control.

Durante la noche y en tiempos nublados o de lluvia, el

sistema seguirá suministrando la energía CC sin interrupción a los equipos de comunicación a través de la descarga de las baterías acumuladoras.

Este sistema con células solares tiene protección contra la sobredescarga de la batería acumuladora, para evitar la interrupción de los equipos de comunicaciones por causa de la caída de tensión de la batería acumuladora.

En la batería acumuladora está montado un sensor de detección de la gravedad específica, esta señal detectada por el sensor, está aplicada al circuito de alarma de gravedad específica del cubículo de control, en donde es supervisada continuamente. Por eso, si durara la condición del mal tiempo ( lluvia, neblina, nieve etc), se reduce la carga de batería acumuladora por la descarga continua y al alcanzar un valor de carga restante predeterminado, se rá emitida una señal de alarma al centro de mantenimiento a través de los equipos de supervisión.

El valor predeterminado de la señal de alarma del sensor, deberá ser determinado, de acuerdo a las condiciones de cada estación que trabaja con el sistema de energía solar.

Por ejemplo, si el tiempo de acceso a la estación correspondiente desde el centro de mantenimiento es de 72 horas, el valor de detección del sensor se ajusta a 72 horas o más del valor de carga restante de la batería acumuladora.

El sistema suministrador de energía solar tiene la capacidad suficiente en relación al grupo de células y la

batería acumuladora, por esta razón muy raras veces habrá la emisión de la señal de alarma; pero, en el caso de que el Centro de Mantenimiento recibiese esta señal, el personal adscrito a esta estación debe acudir inmediatamente a efectuar la recarga utilizando el grupo electrógeno y el rectificador portátil correspondiente. Con esta operación se evita la interrupción del sistema de comunicación y la sobredescarga de la batería acumuladora.

Al cargar la batería acumuladora con los rectificadores portátiles se considerará por una hora de carga realizada un tiempo aproximadamente de 9.4 horas de suministro de energía a cada estación.

#### IV.5.3.- Características de los paneles solares que constituyen el Sistema de Alimentación de Energía de Celdas Solares.-

Se describe el conjunto de paneles solares que se utilizan para construir el sistema de alimentación de energía de celdas solares. Este conjunto de paneles solares está integrado por varios módulos de celdas o pilas solares y puede formar un sistema de fuente de alimentación de corriente continua ininterrumpida cuando se le conecta a un juego de batería de acumuladores y a un panel de control. Tiene las siguientes características:

1) El conjunto de paneles solares es un convertidor de energía que transforma directamente la luz del sol en energía eléctrica.

2) El panel solar está compuesto de 8 módulos de celdas solares divididos en 2 grupos de 4 módulos conectados en -

serie y puestos en paralelo. En cada estación repetidora habrán 14 paneles.

3) El módulo de celdas solares contiene un cierto número de celdas, encapsuladas herméticamente con resina de silicón y cubierta de vidrio. La celda solar es un dispositivo semiconductor que aprovechando la característica del semiconductor convierte la energía de la luz (tanto la luz directa del sol, como la luz difusa del cielo) en una corriente directa.

4) El módulo de celdas solares del panel solar es de alta resistencia al esfuerzo mecánico, debido al uso de vidrio reforzado en la superficie.

5) El marco del módulo de celdas solares y de los paneles solares es muy liviano y muy resistente a la acción meteorológica, debido al empleo de material de aluminio galvanizado.

6) La estructura del panel esta constituida en forma tal que pueda cambiar libremente su ángulo de inclinación, permitiendo ubicar el ángulo conveniente para cualquier lugar del mundo.

#### IV.5.4.- Características Físicas y Eléctricas del Módulo de Celdas Solares

- 1) Tamaño de la celda Unitaria: Celda rectangular de 50 mm x 76 mm.
- 2) Interconexión: Está compuesto de 4 celdas, formando 2 grupos conectados en paralelo de 20 celdas cada uno, las mismas que se encuentran conectados en serie.
- 3) Temperatura de operación: De - 40°C a + 80°C.

4) Peso: 3.3 Kg.

5) Dimensiones: 410 mm x 437 mm x 35 mm.

6) Características de la salida eléctrica en condiciones normales (condición normal:  $100 \text{ mW/cm}^2$  a  $25^\circ\text{C}$ ).

a) Voltaje de circuito

abierto ..... 10.9 V (mínimo 10 V)

b) Corriente de corto

circuito ..... 1.65 A (mínimo 1.5 A)

c) Potencia de salida

máxima ..... 12 W (mínimo 10.2 W)

d) Voltaje óptimo ..... 8 V

e) Corriente óptima ..... 1.5 A

#### IV.5.5.- Características del Panel de Control

El Panel de Control que se describe, se aplica a un circuito de energía solar para suministro de energía DC sin interrupción, que consta de un grupo de paneles solares combinados con un banco de acumuladores; la energía DC generada por el panel solar carga al acumulador a través del panel de control, mientras suministra la energía necesaria a la carga. Cuando no puede obtenerse energía DC desde el panel solar, el acumulador se descarga a través de este panel de control para alimentar energía a la carga. El panel de control incluye instrumentos de medición y un circuito de relé para comprobar el estado de la operación, para proporcionar mantenimiento y para emitir alarmas en caso de condición anormal. La figura IV.2 muestra un diagrama de conjuntos del circuito de energía solar con este panel de control.

El panel de control se compone del siguiente equipo:

- 1) Circuito protector de sobrecarga; para proteger el acumulador de sobrecarga.
- 2) Voltímetro, amperímetro e interruptor-conmutador para medir el voltaje de circuito abierto y la corriente de cortocircuito del panel solar.
- 3) Un conector exclusivo para facilitar la conexión del -rectificador portátil y para facilitar la carga igualadora o suplementaria del acumulador.
- 4) Circuito para detectar la capacidad remanente del acumulador y para emitir una alarma cuando la cantidad de descarga sobrepasa el valor predeterminado.
- 5) Diodo de bloqueo para prevenir que el acumulador des-cargue a través del panel solar.
- 6) Los circuitos eléctricos y las funciones en el panel -de control son los siguientes:
  - Circuito de panel solar.
  - Protector de sobrecarga (PSC)
  - Diodo de bloqueo.
  - Regulador de Voltaje de carga.
  - Circuito de carga.
  - Dispositivo de alarma de la gravedad específica (AGE)
  - Circuito de medición.
  - Terminal de alarma y supervisión (A S)
  - Terminales y conectores.

#### IV.5.6.- Capacidad de los Equipos

- 1) Grupo de Células Solares .-

El grupo de células solares tiene la suficiente capaciu

dad para proporcionar energía C.C. a la carga de los equipos de comunicación y al cargador de batería bajo la condición óptima de las radiaciones solares.

La Potencia de cresta del grupo de células solares es de 1310 W.

Esta potencia de cresta es el valor nominal, la potencia de cresta real es mayor al 95% del valor nominal.

#### 2) Batería Acumuladora .-

La batería acumuladora tiene la capacidad de 1200 AH, suficiente para el suministro de energía C.C. a los equipos de comunicación en condición normal para 10 ó 15 días a una temperatura de 25°C., con una corriente de carga de 11.5 A.

#### 3) Grupo Electrónico portátil .-

El grupo electrónico portátil posee una capacidad de alimentación continua de 2.8 KVA (máxima potencia de 3.5 - KVA).

La energía para luz de emergencia, tomacorriente y ventilador se suministrará por este grupo electrónico.

#### IV.6.- SISTEMA DE ALIMENTACION DE ENERGIA TIPO C.

(Sistema de energía CC de batería flotante con grupo electrónico dual)

##### IV.6.1.- Configuración

El sistema de alimentación de energía C está compuesto de los equipos siguientes:

- Un juego de grupo electrónico primario dual.
- Un cargador de batería dual.
- Un banco de batería acumuladora.

El equipo de grupo electrógeno primario dual consiste de dos grupos electrógenos idénticos con sus baterías de arranque, un cubículo de control conteniendo los conmutadores automáticos para dos grupos electrógenos y un tanque diario de combustible.

El equipo de grupo electrógeno primario, suministra energía C.A. estable y está montado en una caseta de energía transportable, que se instala cerca de una carretera principal.

El cargador de batería dual y las baterías acumuladoras crean el sistema de suministro de energía ininterrumpido de C.C. y estos se instalan en la caseta de los equipos de comunicación.

La caseta de energía C.A. y la caseta de energía C.C. con los equipos de comunicación, son conectados a través de la línea de energía eléctrica y línea de señalización.

El diagrama en bloques IV.3 muestra el sistema de alimentación de energía C.

#### IV.6.2.- Comportamiento

Dos grupos electrógenos operan en forma automática y alternadamente con intervalo de 24 horas. Ordinariamente, uno de los dos grupos electrógenos suministra la energía C.A. al cargador de batería y a las cargas misceláneas, a través del cubículo de control y las líneas eléctricas de alimentación hacia la caseta de los equipos. El cargador de batería dual ( #1 y #2) rectifica la energía C.A. en energía C.C. regulada con los rectificadores y suministra a los equipos de comunicación, simultáneamente realiza la

carga flotante de las baterías acumuladoras.

Si ocurre alguna anomalía en el grupo electrógeno en operación, se parará este por las funciones automáticas del cubículo de control y simultáneamente el otro grupo electrógeno arrancará en forma automática; una vez alcanzada la tensión nominal de la salida del grupo electrógeno, es suministrado la energía C.A. al cargador de batería y a las cargas misceláneas a través del cubículo de control. - Al fallar la conmutación de los motores y al quedar sin entrada de la energía C.A. en el cargador, se seguirá suministrando la energía C.C. en forma ininterrumpida a los equipos de comunicación por la descarga de la batería acumuladora.

Si fallaran ambos grupos electrógenos, el suministro de energía hacia los equipos de comunicación se efectúa en forma ininterrumpida por la descarga de la batería acumuladora durante el tiempo predeterminado por la capacidad de batería y el consumo de los equipos de comunicación.

El cargador de batería dual está equipado con dos rectificadores idénticos y se opera normalmente en paralelo, por lo tanto, si fallara uno de los dos rectificadores, el otro seguirá suministrando la energía C.C. a los equipos de comunicación y simultáneamente efectúa la carga flotante a las baterías acumuladoras. Refiérase al párrafo IV.4.2 para detalles de la operación de cargador de batería.

En casos de mantenimiento o por otros motivos, cuando se necesite operar el grupo electrógeno en operación o parado, podrá hacerse en forma manual.

#### IV.6.3.- Capacidad de los equipos

##### 1) Batería acumuladora.-

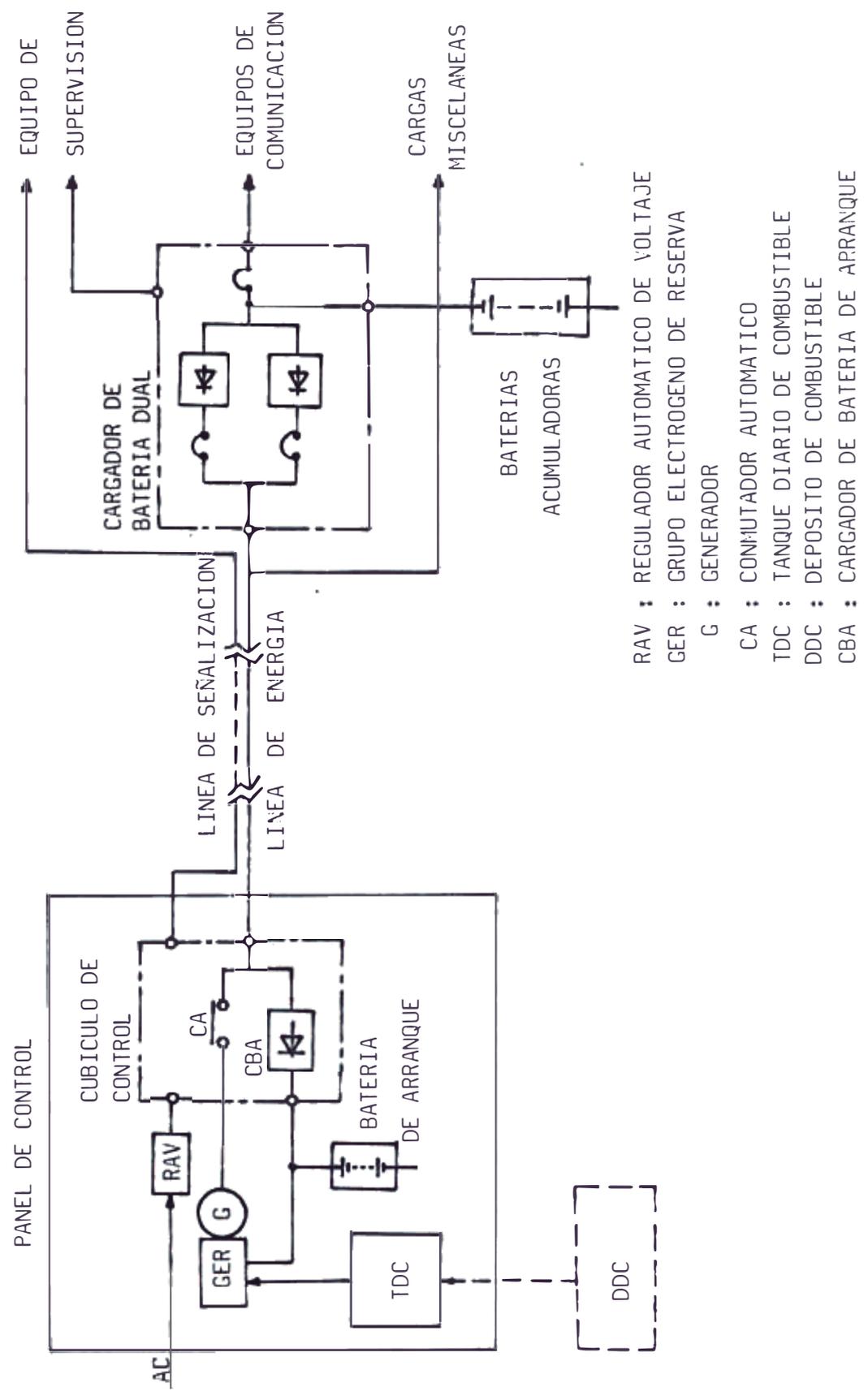
La batería acumuladora del sistema C, tiene la capacidad de 1200 AH, suficiente para suministrar energía CC. a los equipos de comunicación en condición normal de operación, por 100 horas a una temperatura de 25°C, con una corriente de carga de 11.5 A.

##### 2) Cargador de batería.-

El cargador de batería tiene capacidad de 75 A/24V, suficiente para suministrar energía C.C. a los equipos de comunicación y baterías acumuladoras, bajo ambas condiciones de carga flotante e igualadora (a razón de 20 horas).

##### 3) Equipo de grupo electrógeno primario dual.-

El grupo electrógeno posee capacidad nominal de 15 KVA (en sitio: 10.3 KVA), suficiente para suministrar la energía C.A. al cargador de batería y a las cargas misceláneas de 5 KVA.



- RAV : REGULADOR AUTOMATICO DE VOLTAJE
- GER : GRUPO ELECTROGENO DE RESERVA
- G : GENERADOR
- CA : CONMUTADOR AUTOMATICO
- TDC : TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE
- DDC : DEPOSITO DE COMBUSTIBLE
- CBA : CARGADOR DE BATERIA DE ARRANQUE

Fig IV.1 Diagrama en bloques del sistema de alimentación de energía tipo A

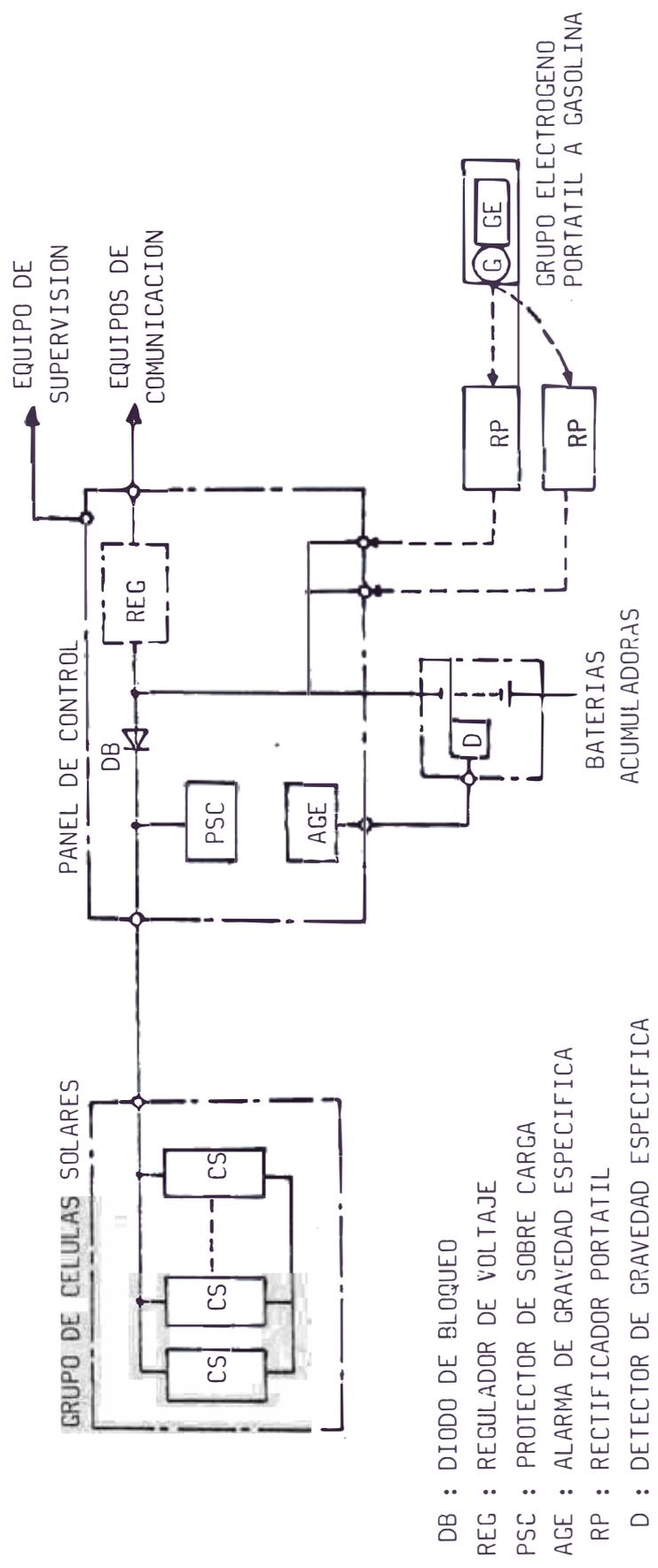


Fig IV.2 Diagrama en bloques del sistema de alimentación de energía tipo B

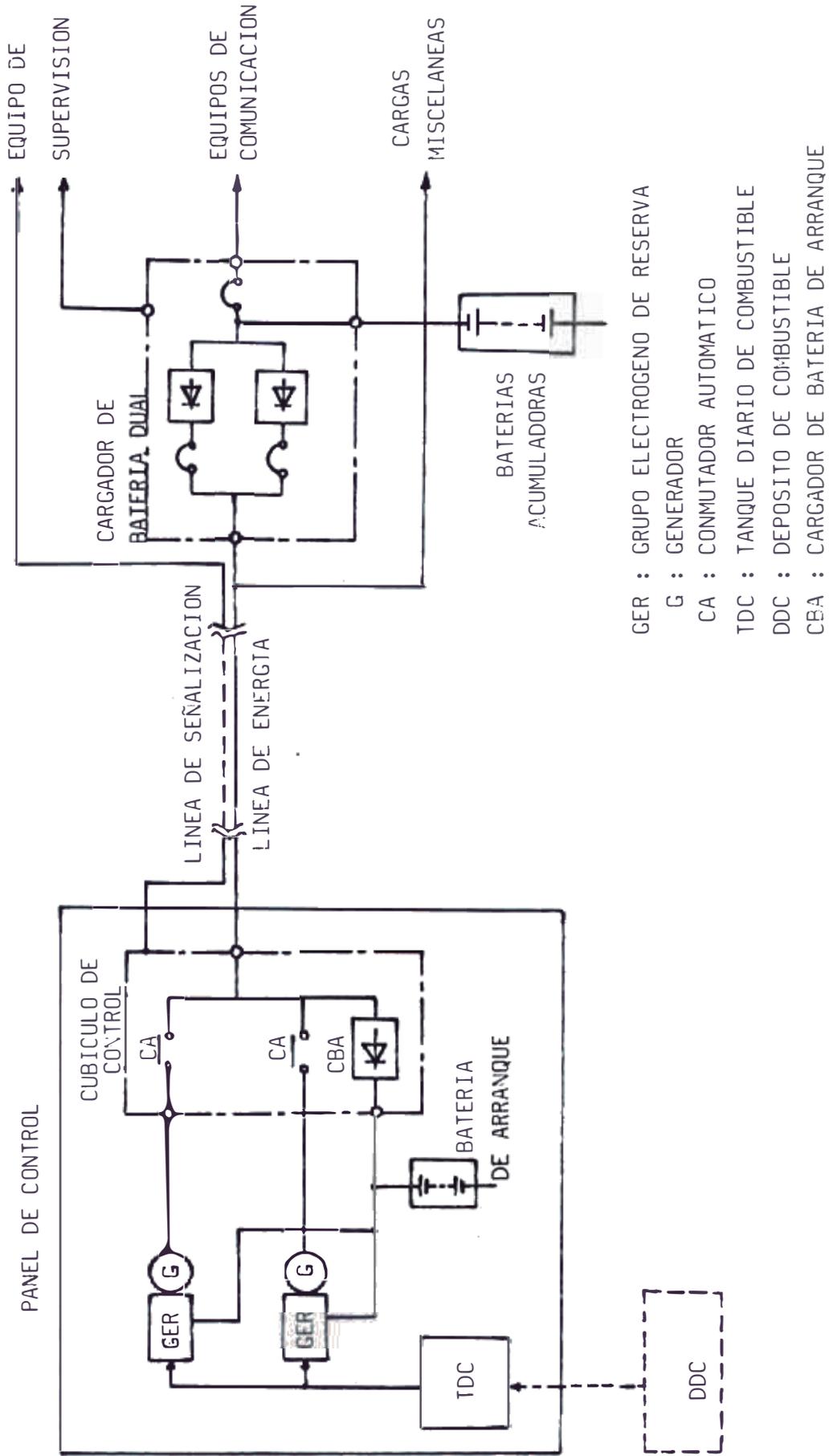


Fig IV.3 Diagrama de bloques del Sistema de alimentación de energía tipo C

## C A P I T U L O   V

### S I S T E M A   D E   R A D I O

#### V.1.- GENERALIDADES

Este capítulo está referido a los equipos de transmisión y recepción de radio que a su vez están compuestos por un conjunto de Unidades, Paneles y Subpaneles, ubicados en bastidores.

Estos equipos debidamente instalados reciben y transmiten la RF en uno y otro sentido en la banda de 3.8 a 4.2 Ghz. Son los encargados de mantener los niveles de recepción y transmisión de la señal de información tanto en las estaciones repetidoras como en las terminales en sus valores nominales. Las repetidoras serán a nivel de FI.

Se considerarán las unidades que se mencionan, optando por su reemplazo con otras similares siempre y cuando tengan las características mecánicas y eléctricas compatibles.

Se ha utilizado una nomenclatura para la Transmisión - Recepción en la banda de 4 Ghz en la forma siguiente:

TR-4G960T .... Transmisor Receptor - 4 Ghz, 960 canales  
tipo terminal.

TR-4G960R .... Transmisor Receptor - 4 Ghz, 960 canales  
tipo repetidora.

#### V.2.- PANELES COMPONENTES

Los paneles a que se hace mención son los que tienen más significación tanto en la unidad transmisora como en la unidad receptora.

En el tipo terminal, la unidad receptora estará conformada por los siguientes paneles:

- Receptor de RF.
- Receptor de FI.
- Amplificador principal de FI.
- Amplificador Auxiliar de FI.
- Control de frecuencia automático.
- Fuente estabilizadora de - 18 V.
- Tablero de conmutación de energía.

La unidad transmisora estará conformada por los siguientes paneles:

- Limitador.
- Conversor de frecuencia.
- Circulador.
- Oscilador local.
- Aisladores.
- Amplificadores de RF.
- Fuente estabilizadora de - 18 V.
- Tablero de conmutación de energía.

Ambas unidades se interconectarán al circuito alimentador de antena (Guía de ondas) mediante un circuito branching (amplificador de doble salida de iguales características), según como se especifica en el diagrama en bloques de la figura V.1.

En el tipo repetidor, la unidad receptora estará conformada por los siguientes paneles:

- Receptor de RF.
- Receptor de FI.

- Amplificador principal de FI.

La unidad transmisora estará conformada por los siguientes paneles:

- Limitador.
- Conversor de frecuencia.
- Circulador.
- Filtro.
- Aisladores.
- Oscilador local.
- Amplificador de RF.
- Control de frecuencia automático.
- Atenuador.
- Amplificador de línea de órdenes.
- Fuente estabilizadora de - 18 V.
- Tablero de comutación de energía.

Ambas unidades se interconectarán al circuito alimentador de antena (Guía de ondas) mediante un circuito branching (amplificador de doble salida de iguales características), según como se especifica en el diagrama en bloques de la figura V.2.

V.3.- CARACTERISTICAS DEL COMPORTAMIENTO DEL TRANSMISOR -  
RECEPTOR TR - 4G960T/R

- 1) Banda de Frecuencia ..... 3803.5 a 4203.5 Mhz.
- 2) Disposición de los canales  
de RF ..... En el acápite siguiente.
- 3) Frecuencia de desplazamiento . 213 Mhz.
- 4) Frecuencia intermedia ..... 70 Mhz.
- 5) Potencia de salida del Trans-

misor en el punto de prueba .. + 20 dBm  $\left( \begin{matrix} + 3 \text{ dB} \\ - 1.5 \text{ dB} \end{matrix} \right)$

6) Figura de ruido del Recep-

tor en el punto de prueba ...  $\leq + 8 \text{ dB}$ .

7) Frecuencia del oscilador local:

- Frecuencia de salida del

transmisor ..... 70 Mhz.

- Frecuencia de entrada del

receptor ..... 70 Mhz.

8) Estabilidad de frecuencia

de desplazamiento (tipo

terminal) .....  $\pm 30 \text{ Mhz}$ .

9) Estabilidad de frecuencia

del oscilador local del

Transmisor-Receptor:

con control de frecuencia

automático .....  $\leq \pm 2 \times 10^{-5}$  de  $f_0$

sin control de frecuencia

automático .....  $\leq \pm 1 \times 10^{-4}$  de  $f_0$

$f_0$  : frecuencia asignada.

10) Repuesta de amplitud - fre-

cuencia

(FI a RF o RF a FI) en el

punto de prueba .....  $\leq \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.4 \text{ dB}$  en

$f_0 \pm 8 \text{ Mhz}$ .

11) Características de Control

de ganancia automático ..... + 4 dBm  $\pm 1 \text{ dB}$ .

12) Atenuación de la señal de

frecuencia imagen de trans-

- misión .....  $\geq$  70 dB.
- 13) Atenuación de la señal de frecuencia imagen de recepción .....  $\geq$  70 dB.
- 14) Atenuación de la señal de frecuencia heterodina de transmisión.  $\geq$  65 dB.
- 15) Pérdida de retorno de entrada o salida de RF en  $f_o \pm 9$  Mhz ....  $\geq$  26 dB.
- 16) Pérdida de retorno de entrada o salida de FI en  $f_o \pm 9$  Mhz ....  $\geq$  26 dB.
- 17) Impedancia de entrada o salida de FI ..... 70 Ohmios, desbalanceados.
- 18) Nivel de entrada o salida de FI .. + 4 dBm.
- 19) Impedancia de entrada de canal de servicio ..... 600 Ohmios, balanceados.
- 20) Nivel de entrada de canal de servicio ..... - 30 dBm/canal.
- 21) Desviación de frecuencia por señal de sub-bandabase ..... 70 Khz rms.
- 22) Fuente de alimentación ..... - 24 V nominal.
- 23) Rango de temperatura para operación. 0°C a 45 °C.
- 24) Consumo de energía:
  - TR-4G960T ..... 44 vatios.
  - TR-4G960R ..... 34 vatios.

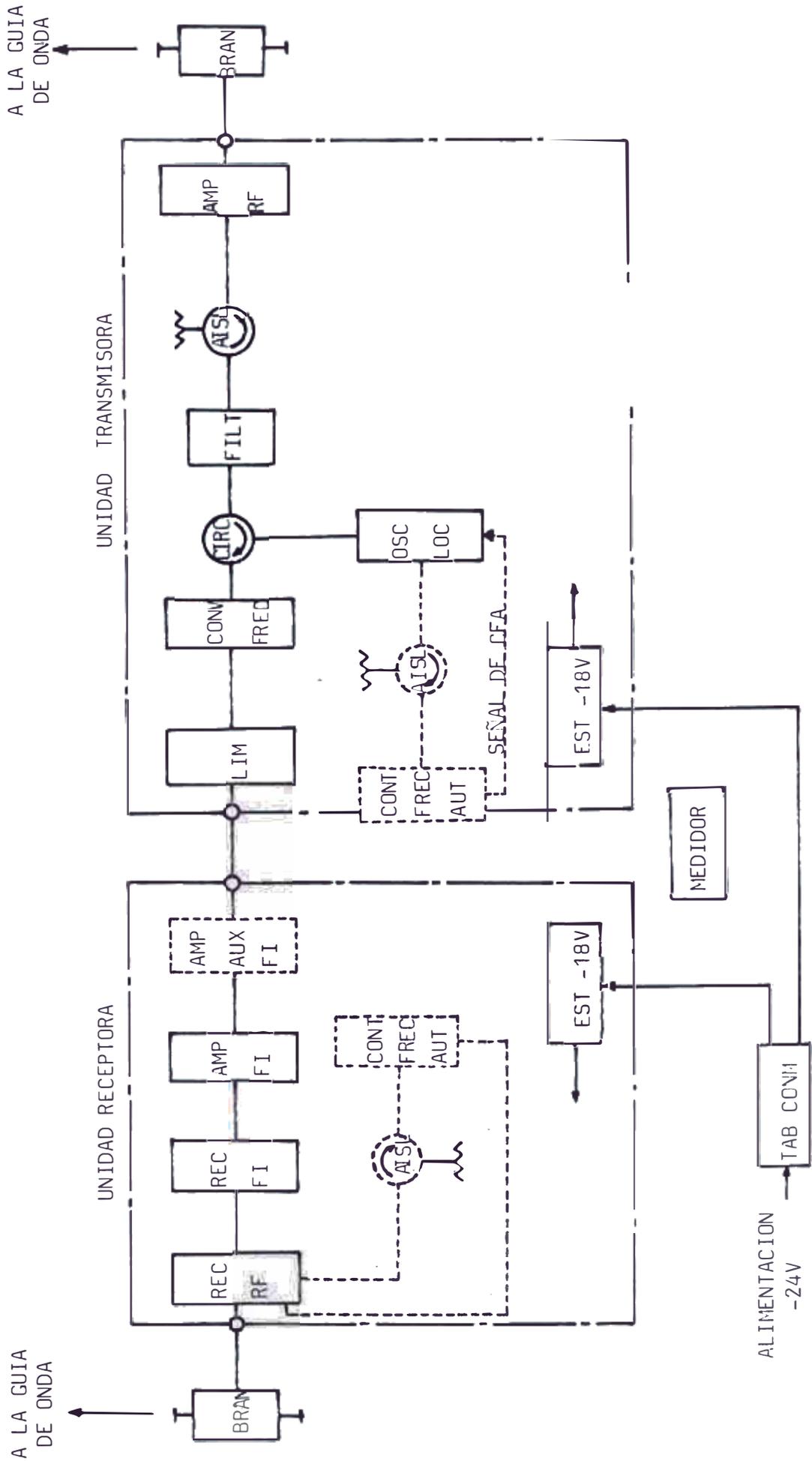


Fig. V.1 Diagrama en bloques del Transmisor Receptor tipo Ferrinall

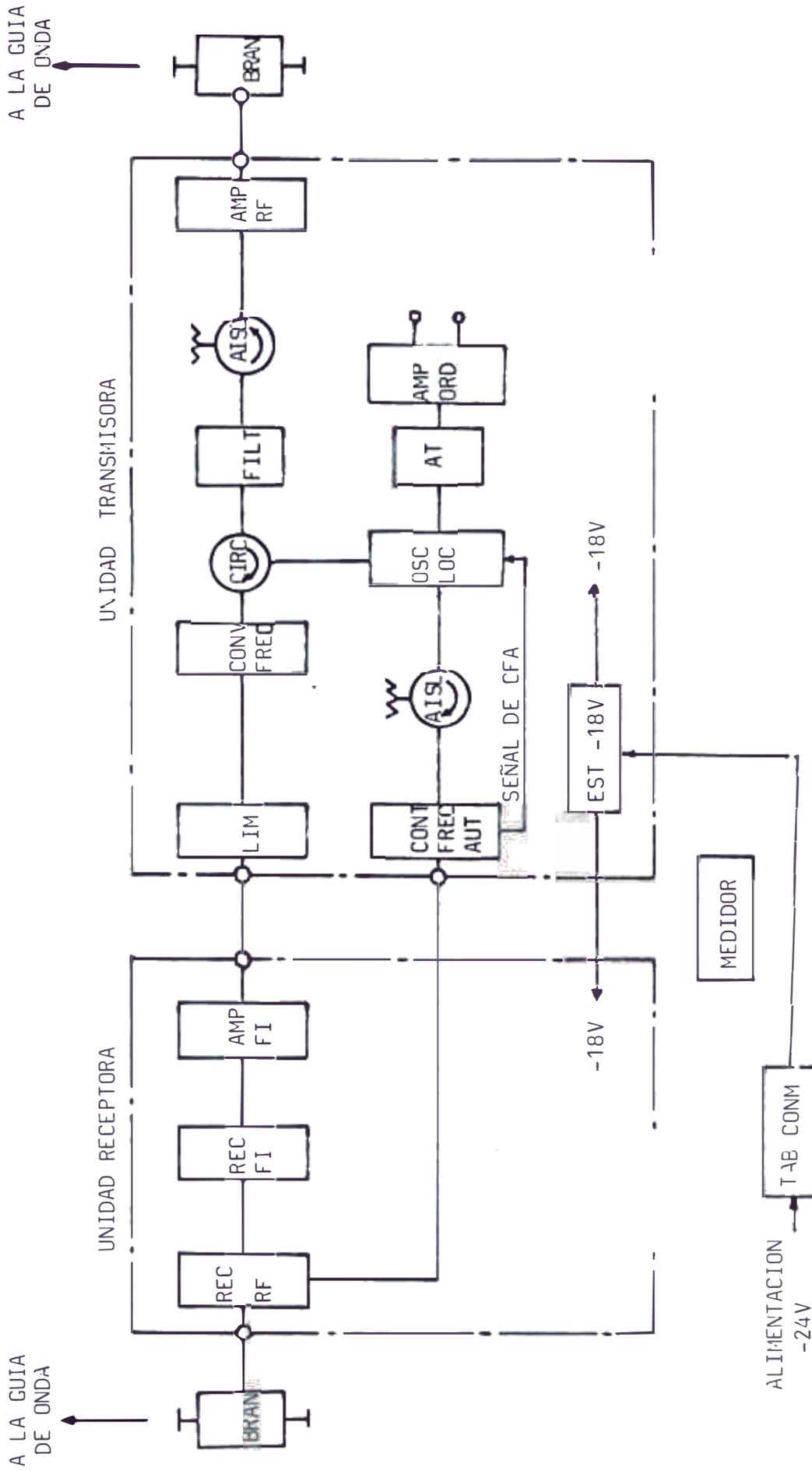


Fig. V.2 Diagrama en bloques del Transmisor Receptor tipo Repetidor

V.4.- DISPOSICION DE LOS CANALES DE RF.

<u>ESTACIONES</u>	<u>TRANSMI- RECEPTOR</u> <u>SOR</u>	<u>FRECUENCIA</u> <u>DE TRANSMI</u> <u>SION (Mhz)</u>	<u>FRECUENCIA</u> <u>DE RECEP-</u> <u>CION (Mhz)</u>
TARAPOTO	T-4G960T R-4G960T	4124.5	3911.5
	T-4G960T R-4G960T	4182.5	3969.5
CERRO ESCALERA	T-4G960R R-4G960R	3911.5	4124.5
	T-4G960R R-4G960R	3969.5	4182.5
	T-4G960R R-4G960R	3882.5	4095.5
	T-4G960R R-4G960R	3940.5	4153.5
CERRO PICOTA	T-4G960R R-4G960R	4095.5	3882.5
	T-4G960R R-4G960R	4153.5	3940.5
	T-4G960R R-4G960R	4095.5	3882.5
	T-4G960R R-4G960R	4153.5	3940.5
JUANJUI	T-4G960T R-4G960T	3882.5	4095.5
	T-4G960T R-4G960T	3940.5	4153.5
	T-4G960T R-4G960T	3911.5	4124.5
	T-4G960T R-4G960T	3969.5	4182.5
CERRO CANGREJO	T-4G960R R-4G960R	4124.5	3911.5
	T-4G960R R-4G960R	4182.5	3969.5
	T-4G960R R-4G960R	4095.5	3882.5
	T-4G960R R-4G960R	4153.5	3940.5
YURAYACU	T-4G960R R-4G960R	3882.5	4095.5
	T-4G960R R-4G960R	3940.5	4153.5
	T-4G960R R-4G960R	3882.5	4095.5
	T-4G960R R-4G960R	3940.5	4153.5

BALSA PROBANA	[	T-4G960R R-4G960R	4095.5	3882.5
		T-4G960R R-4G960R	4153.5	3940.5
		T-4G960R R-4G960R	4095.5	3882.5
		T-4G960R R-4G960R	4153.5	3940.5
TOCACHE	[	T-4G960T R-4G960T	3882.5	4095.5
		T-4G960T R-4G960T	3940.5	4153.5
		T-4G960T R-4G960T	3882.5	4095.5
		T-4G960T R-4G960T	3940.5	4153.5
CERRO PROGRESO	[	T-4G960R R-4G960R	4095.5	3882.5
		T-4G960R R-4G960R	4153.5	3940.5
		T-4G960R R-4G960R	4095.5	3882.5
		T-4G960R R-4G960R	4153.5	3940.5
LA MORADA	[	T-4G960R R-4G960R	3882.5	4095.5
		T-4G960R R-4G960R	3940.5	4153.5
		T-4G960R R-4G960R	3868.0	4081.0
		T-4G960R R-4G960R	3926.0	4139.0
LA DIVISORIA	[	T-4G960R R-4G960R	4081.0	3868.0
		T-4G960R R-4G960R	4139.0	3926.0

Potencia de salida del T-4G960T +20 dBm

Potencia de salida del T-4G960R +27 dBm

#### V.5.- DERIVACION E INSERCIÓN DE SEÑAL DE CANAL DE SERVICIOS

##### (CS)

Como se indica en el diagrama de la figura V.3, el CS que se transmite en la sub-bandabase (0.3 a 56 Khz), puede derivarse o insertarse del Transmisor Receptor en la estación repetidora. Igualmente se transmite al equipo de Supervisión y

Control.

El CS a que se refiere aquí significa en general circuitos de voz en ómnibus, circuitos de voz en expreso, circuitos de supervisión y control remoto y circuitos de control de conmutación.

(1) Derivación de señal de canal de servicio

El panel Limitador de la Unidad Transmisora que se monta en el Transmisor Receptor está provisto de terminal con que se hace la derivación de señal de FI de -6 dBm, y la señal derivada se envía al equipo de supervisión y control que tiene incorporado el demodulador necesario por intermedio del FI-1 para modularse en la señal de sub-bandabase.

(2) Inserción de señal de canal de servicio

A fin de adicionar la función de modulación hay que cambiar el Oscilador local de transmisor dentro de la unidad - transmisora del transmisor de opción y agregar un amplificador de canal de órdenes.

En el oscilador local de transmisor esta señal se modula y a nivel de FI pasa al Conversor de Frecuencia de la Unidad Transmisora donde su frecuencia se eleva a nivel de RF y esta a su vez alimenta a la antena.

UNIDAD TRANSMISORA

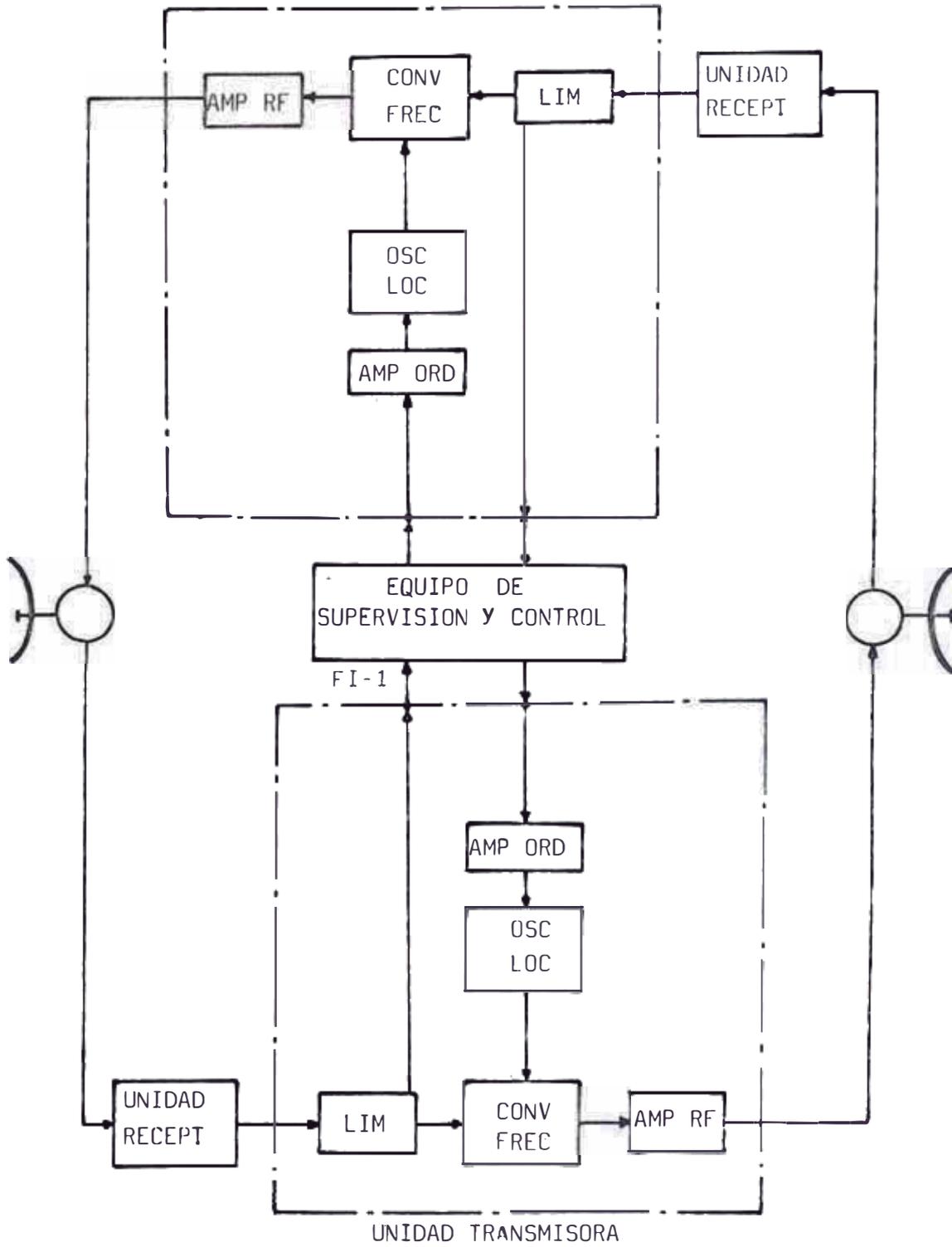


Fig.V.3 Diagrama de derivación e inserción de señal de Canal de Servicio.

V.6.- MODULADOR-DEMULADOR

V.6.1.- Modulador

Etapa en el sistema de transmisión que recibe la banda base y la modula en FM, de donde se obtiene una Frecuencia Intermedia de 70 Mhz  $\pm$  3.5 Khz para inyectarse al Transmisor teniéndose en cuenta los niveles de acoplamiento en la conexión tanto al Transmisor como a la entrada del punto de bandabase.

V.6.2.- Demodulador

Etapa del sistema de recepción que recibe la información a nivel de Frecuencia Intermedia y lo demodula convirtiéndolo en bandabase, considerando los niveles de señal tanto a la entrada como a la salida del demodulador.

El Modulador y el Demodulador están distribuidos tanto para transmitir y recibir telefonía y televisión, considerando un modulador principal y otro en espera.

V.6.3.- Características de rendimiento de la parte moduladora

- 1) Pérdida de retorno de entrada de bandabase en el rango de frecuencia ocupado por la señal del canal principal o la señal video de TV ..... 24 dB ó más.
- 2) Estabilidad de la frecuencia central de FI ..... 70 Mhz  $\pm$  10 Khz.
- 3) Pérdida de retorno de salida de FI ..... 26 dB ó más.
- 4) Respuesta de amplitud-frecuencia de FI .  $\pm$  0.5 dB ó menos.

- 5) Impedancia de entrada de bandabase ..... 75 Ohmios, desbalanceados.
- 6) Impedancia de salida de FI ..... 75 Ohmios, desbalanceados.
- 7) Frecuencia Central de FI ..... 70 Mhz, nominal.
- 8) Nivel de salida de FI ..... + 4 dBm, nominal.
- 9) Piloto de Continuidad:
  - a) Frecuencia de Piloto
    - 960 canales ..... 4715 Khz.
    - Canal de TV ..... 8500 Khz.
    - Canal de Protección ..... 9023 Khz.
  - b) Desviación de frecuencia
    - Para 4715 y 8500 Khz ..... 140 Khz rms.
    - Para 9023 Khz ..... 100 Khz rms.
- 10) Indicaciones de alarma
  - a) Reducción del nivel de salida del oscilador de piloto de continuidad de la unidad de conmutación ..... - 3 dB de nivel nominal.
  - b) Reducción del nivel de salida de FI del modulador ..... - 6 dB de nivel nominal.

V.6.4.- Características de rendimiento de la parte demoduladora

- 1) Pérdida de retorno de entrada de FI ..... 26 dB ó más.
- 2) Pérdida de retorno de salida de bandabase en el rango de frecuencia ocu

- pado por la señal del canal principal  
o la señal video de Tv. .... 24 dB ó más.
- 3) Tiempo de operación del conmutador de  
bandabase ..... 4 mseg o me-  
nos.
- 4) Reducción de nivel piloto (con respecu  
to al nivel nominal) ..... - 4 dB a  
- 10 dB (Niu  
vel preu  
blecido: a-  
prox.-10 dB)
- 5) Nivel de entrada de FI ..... + 4 dBm, nou  
minal.
- 6) Frecuencia Central de FI ..... 70 Mhz, no-  
minal.
- 7) Impedancia de entrada de FI ..... 75 Ohmios,  
desbalanceau  
dos.
- 8) Impedancia de salida de bandabase ..... 75 Ohmios,  
desbalanceau  
dos.

A N E X O I

PRUEBA DE CARGA DE RUIDO BLANCO

A.I.1 Datos referenciales de prueba de Sistema de Huánuco a Tarapoto

1) Canal Principal

Nivel de Recepción de Ruido : -0.2 dBm

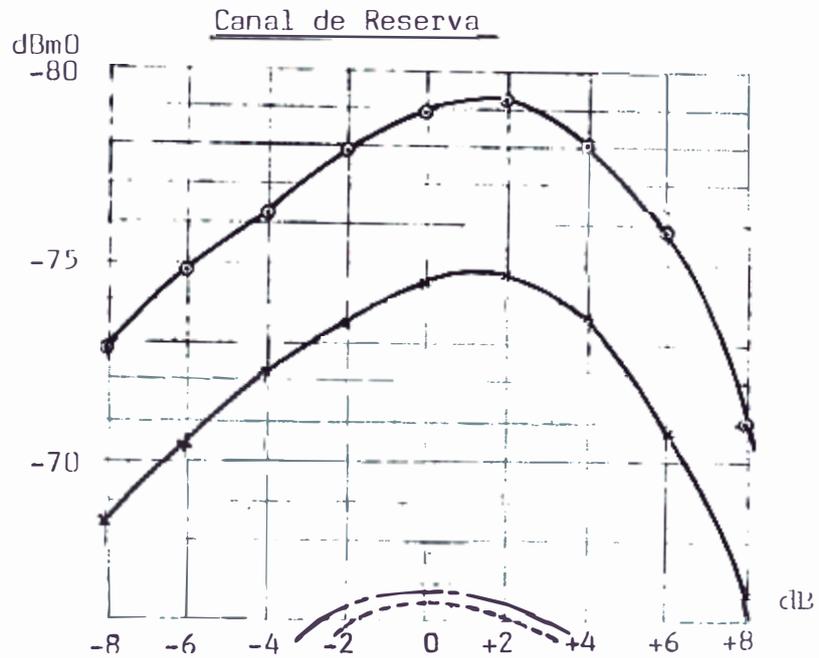
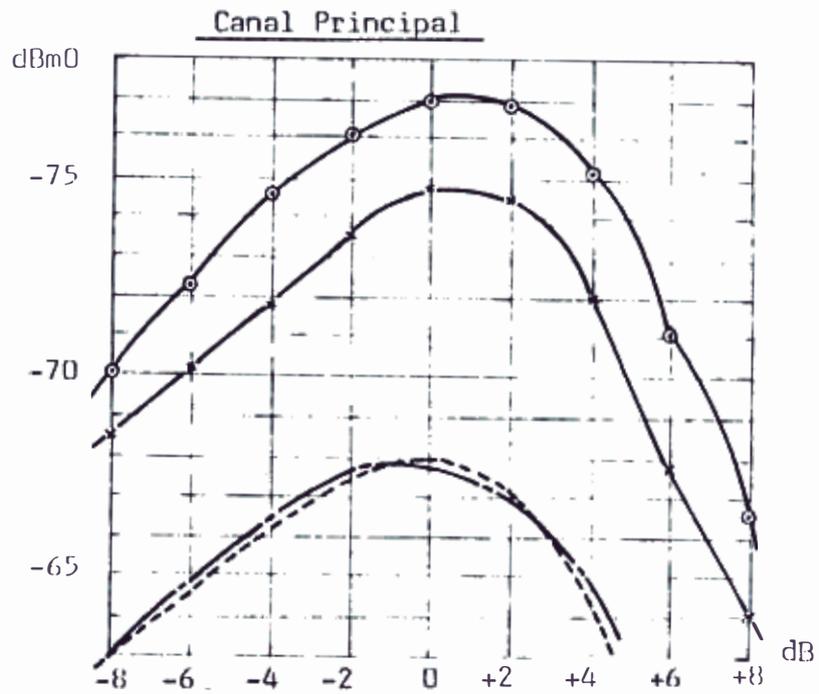
CARGA	270 K		534 K		2438 K		3886 K		FAC
+8	41.4	66.4	39.0	64.0	-	-	-	-	25
+6	48.0	71.0	44.8	67.8	-	-	-	-	23
+4	54.2	75.2	51.0	72.0	43.2	64.2	43.8	64.8	21
+2	57.8	76.8	55.5	74.5	48.2	67.2	48.0	67.0	19
0	60.0	77.0	57.8	74.8	51.0	68.0	50.8	67.8	17
-2	61.0	76.0	58.5	73.5	52.6	67.6	52.8	67.8	15
-4	61.4	74.4	58.8	71.8	53.2	66.2	53.4	66.4	13
-6	61.4	72.4	59.2	70.2	53.5	64.5	53.8	64.8	11
-8	61.0	70.0	59.6	68.6	54.0	63.0	54.0	63.0	9

2) Canal de Reserva

Nivel de Recepción de Ruido : -0.65 dBm

CARGA	270 K		534 K		2438 K		3886 K		ГАС
+8	46.0	71.0	41.8	66.8	-	-	-	-	25
+6	52.8	75.8	47.8	70.8	41.2	64.2	40.6	63.4	23
+4	57.0	78.0	52.8	73.8	44.5	65.5	44.6	65.6	21
+2	60.2	79.2	55.7	74.7	47.0	66.0	47.4	66.4	19
0	61.8	78.8	57.5	74.5	49.4	66.4	49.8	66.8	17
-2	62.8	77.8	58.4	73.4	50.8	65.8	51.2	66.2	15
-4	63.2	76.2	59.2	72.2	51.8	64.8	52.0	65.0	13
-6	63.8	74.8	59.4	70.4	52.2	63.2	52.6	63.6	11
-8	63.8	72.8	59.6	68.6	52.8	61.8	53.0	62.0	9

3) Gráficos



- PARA 270 Khz
- ×— PARA 534 Khz
- - - PARA 2438 Khz
- — — PARA 3886 Khz

A.I.2 Datos referenciales de prueba de Sistema de Tarapoto a Huánuco

1) Canal Principal

Nivel de Recepción de Ruido : -0.25 dBm

CARGA	270 K		534 K		2438 K		3886 K		ГАС
+8	34.3	59.3	32.0	57.0	25.6	50.6	27.2	52.2	25
+6	44.2	67.2	41.4	64.4	34.0	57.0	34.0	57.0	23
+4	49.5	70.5	47.2	68.2	40.2	61.2	39.5	60.5	21
+2	53.0	72.0	50.4	69.4	43.7	62.7	43.2	62.2	19
0	54.8	71.8	52.4	69.4	46.2	63.2	46.0	63.0	17
-2	54.8	69.8	52.8	67.8	47.7	62.7	48.0	63.0	15
-4	55.3	68.3	53.2	66.2	48.5	61.5	48.8	61.8	13
-6	55.4	66.4	53.3	64.3	49.3	60.3	49.0	60.0	11
-8	55.2	64.2	53.5	62.5	49.6	58.6	49.0	58.0	9

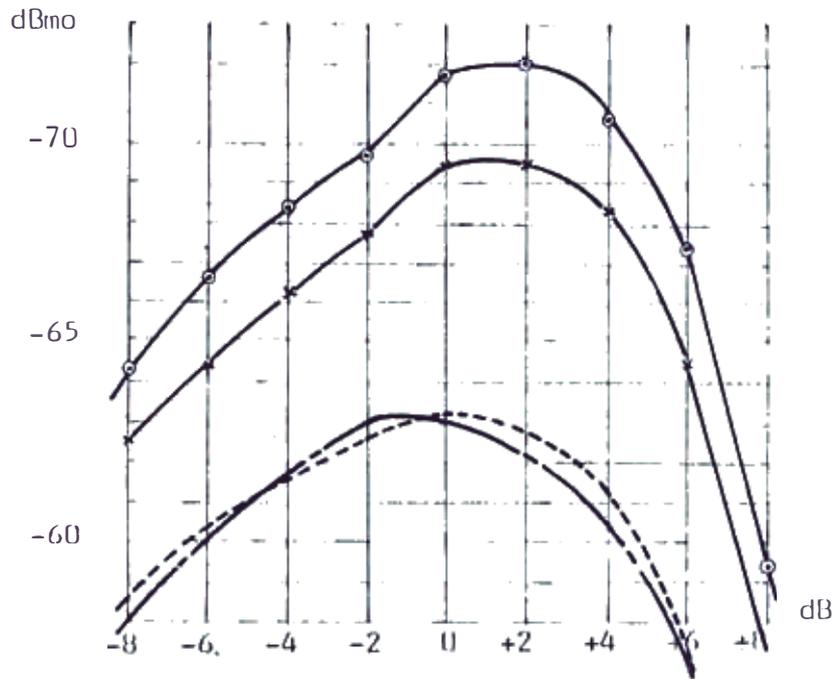
2) Canal de Reserva

Nivel de Recepción de Ruido : -0.3 dBm

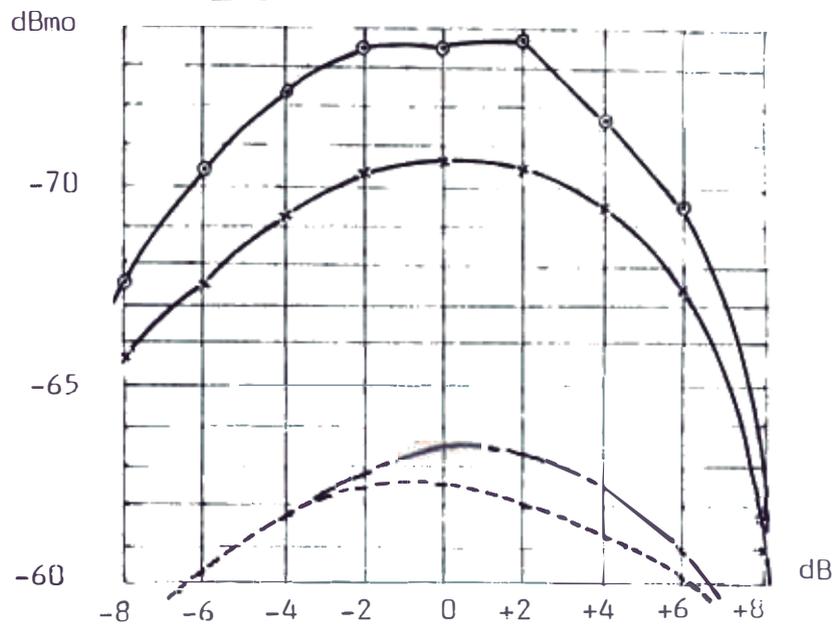
CARGA	270 K		534 K		2438 K		3886 K		FAC
+8	36.8	61.8	36.0	61.0	30.2	55.2	30.6	55.6	25
+6	46.6	69.6	44.3	67.3	37.2	60.2	38.0	61.0	23
+4	50.6	71.6	48.4	69.4	40.3	61.5	41.5	62.5	21
+2	54.8	73.8	51.5	70.5	43.0	62.0	44.2	63.2	19
0	56.4	73.4	53.6	70.6	45.5	62.5	46.4	63.4	17
-2	58.4	73.4	55.2	70.2	47.4	62.4	47.8	62.8	15
-4	59.2	72.2	56.2	69.2	48.8	61.8	48.8	61.8	13
-6	59.2	70.2	56.5	67.5	49.2	60.2	49.2	60.2	11
-8	58.5	67.5	56.8	65.8	49.3	58.3	49.3	58.3	9

3) Gráficos

Canal Principal



Canal de Reserva



- PARA 270 Khz
- ×— PARA 534 Khz
- PARA 2438 Khz
- PARA 3886 Khz

A N E X O          I I

MEDICIONES PARA OBTENER LA RESPUESTA EN

FRECUENCIA DE BANDABASE

A.II.1 En el Sistema de Huánuco a Tarapoto

1) En el Canal Principal

60K	-0.01	700K	+0.08	4M	0
80K	0	1M	+0.04	4.1M	0
100K	0	2M	0	4.2M	0
300K	+0.01	2.5M	0	4.3M	-0.01
500K	+0.01	3M	0	4.4M	-0.02

2) En el Canal de Reserva

60K	-0.7	700K	-0.38	4M	+0.3
80K	-0.65	1M	-0.32	4.1M	+0.3
100K	-0.62	2M	-0.08	4.2M	+0.3
300K	-0.5	2.5M	0	4.3M	+0.3
500K	-0.42	3M	+0.12	4.4M	+0.3

3) En el Canal de Televisión

30Hz	-0.17	5K	-0.21	300K	0
50Hz	-0.25	7K	-0.21	500K	0
70Hz	-0.28	10K	-0.21	700K	+0.01
100Hz	-0.28	30K	-0.20	1M	+0.05
300Hz	-0.22	50K	-0.15	3M	+0.10
500Hz	-0.20	70K	-0.10	5M	+0.20
1K	-0.20	100K	-0.05	7M	-0.15
3K	-0.20	160K	0	10M	-2.1

A.II.2 En el Sistema de Tarapoto a Huánuco

1) En el Canal Principal

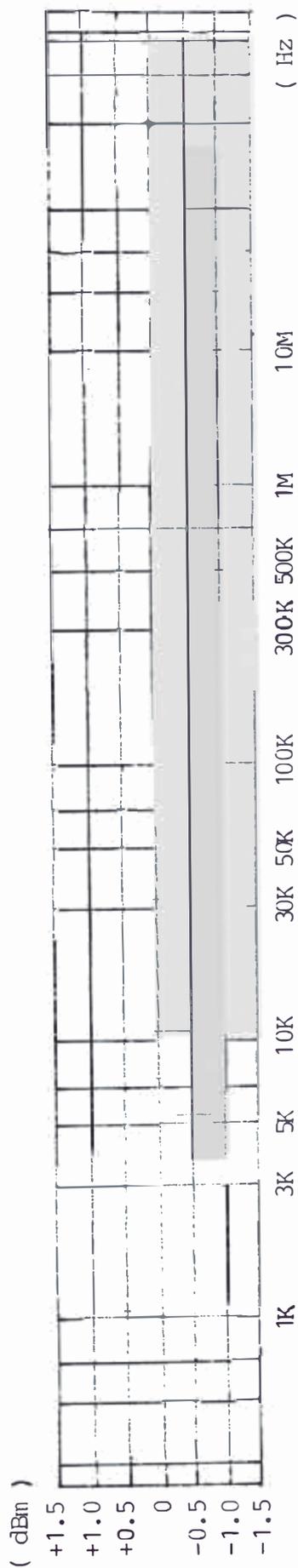
60K	-0.30	700K	-0.15	4M	-0.15
80K	-0.20	1M	-0.15	4.1M	-0.15
100K	-0.20	2M	-0.10	4.2M	-0.20
300K	-0.20	2.5M	0	4.3M	-0.20
500K	-0.18	3M	0	4.4M	-0.20

2) En el Canal de Reserva

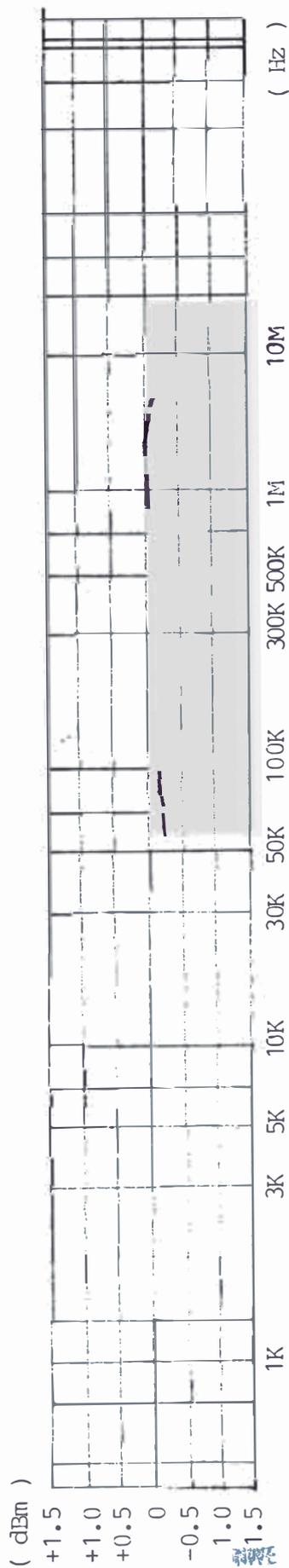
60K	-0.02	700K	-0.05	4M	-0.15
80K	-0.05	1M	-0.08	4.1M	-0.15
100K	-0.05	2M	-0.08	4.2M	-0.20
300K	-0.02	2.5M	0	4.3M	-0.20
500K	-0.05	3M	-0.05	4.4M	-0.25

3) En el Canal de Televisión

30Hz	+0.15	5K	+0.08	300K	-0.02
50Hz	-	7K	+0.07	500K	-0.01
70Hz	-	10K	+0.07	700K	+0.02
100Hz	-	30K	+0.05	1M	+0.10
300Hz	+0.08	50K	+0.04	3M	+0.22
500Hz	+0.08	70K	+0.03	5M	+0.10
1K	+0.07	100K	+0.02	7M	-0.70
3K	+0.08	160K	0	10M	-2.80

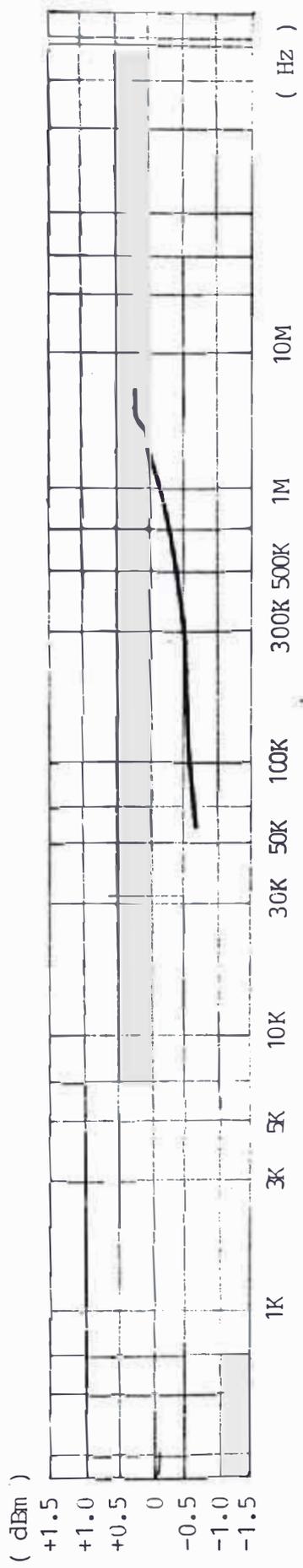


Canal Principal ( Huánuco - Tarapoto )

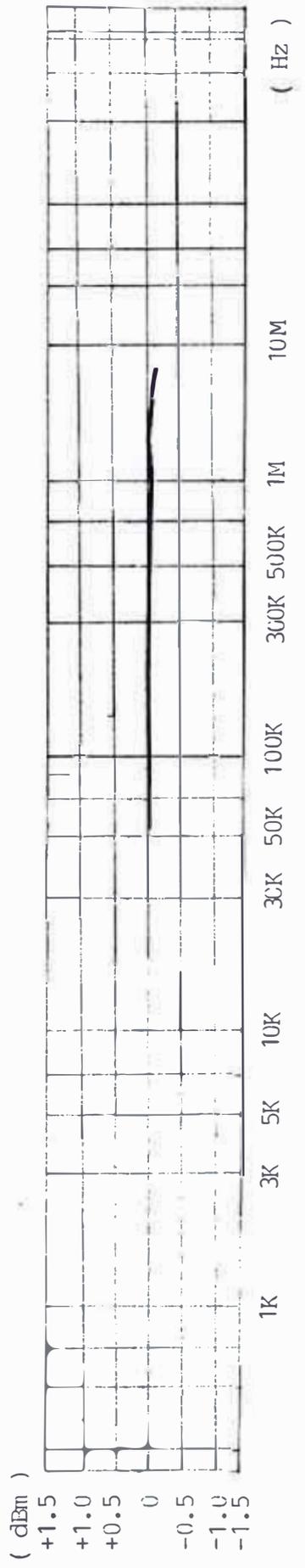


Canal Principal (Tarapoto - Huánuco )

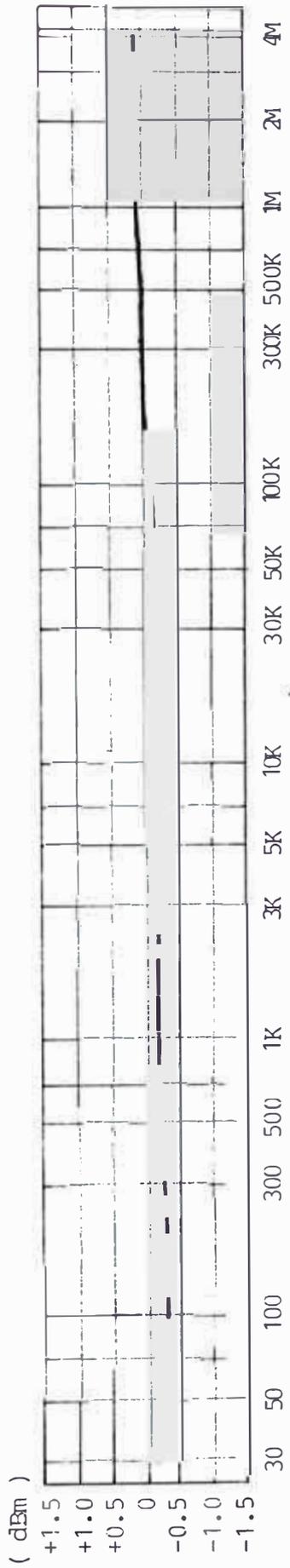
A.II.3 Gráficos de respuesta Amplitud - Frecuencia



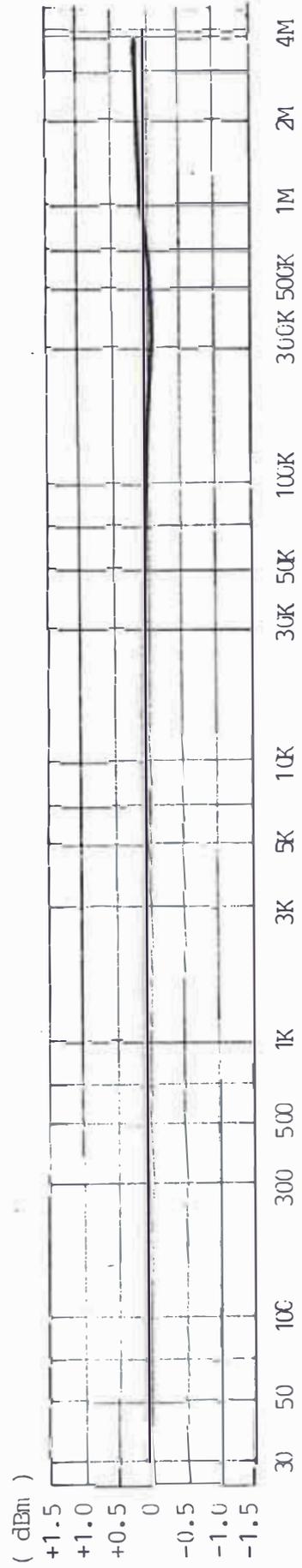
Canal de Reserva ( Huánuco - Tarapoto )



Canal de Reserva ( Tarapoto - Huánuco )



Canal de Televisión ( Huánuco - Tarapoto )



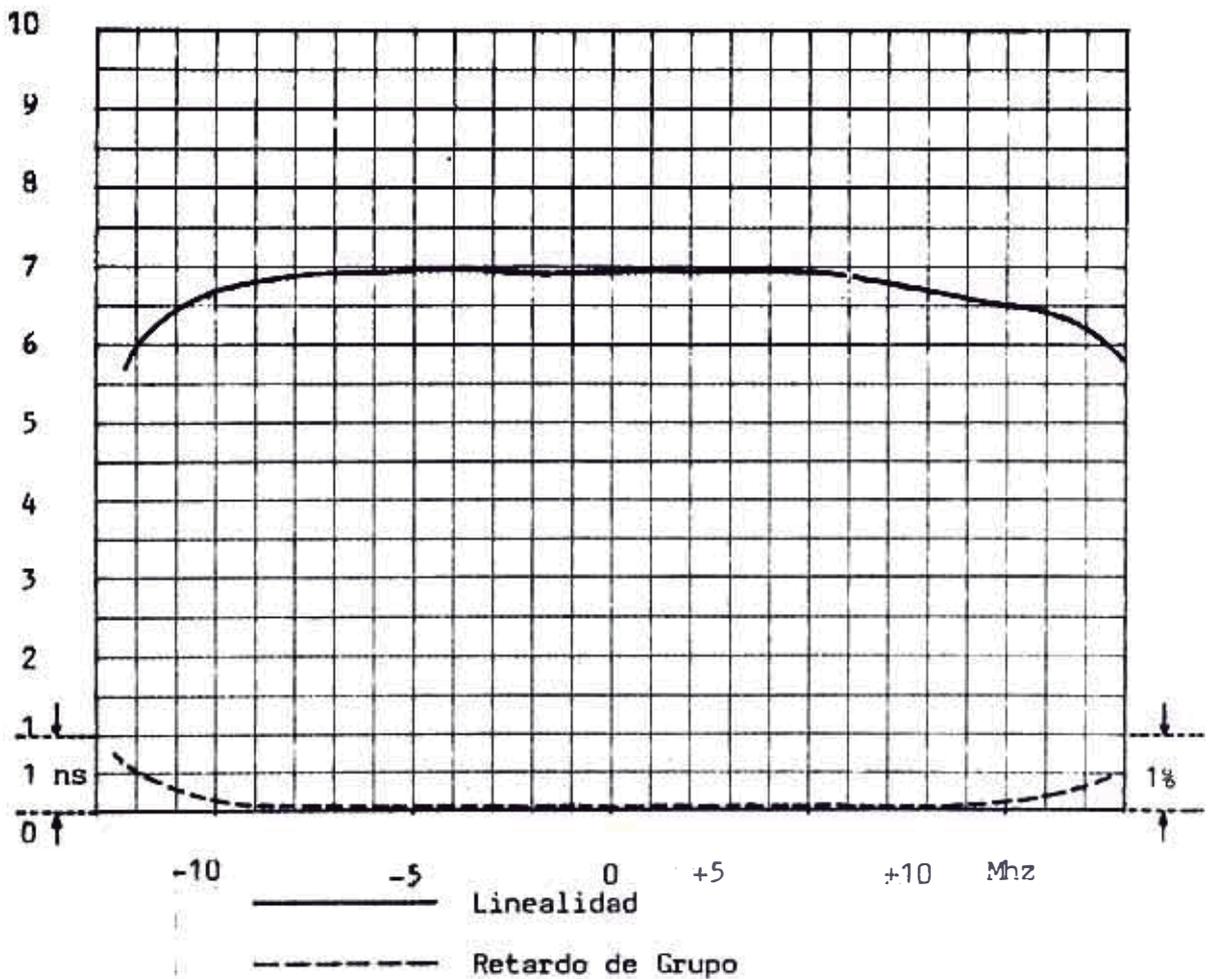
Canal de Televisión ( Tarapoto - Huánuco )

A N E X O    I I I

A.III.1 MEDICIONES DE LINEALIDAD Y RETARDO DE GRUPO DEL MODULADOR PARA TELEVISION

Especificaciones del Sistema :

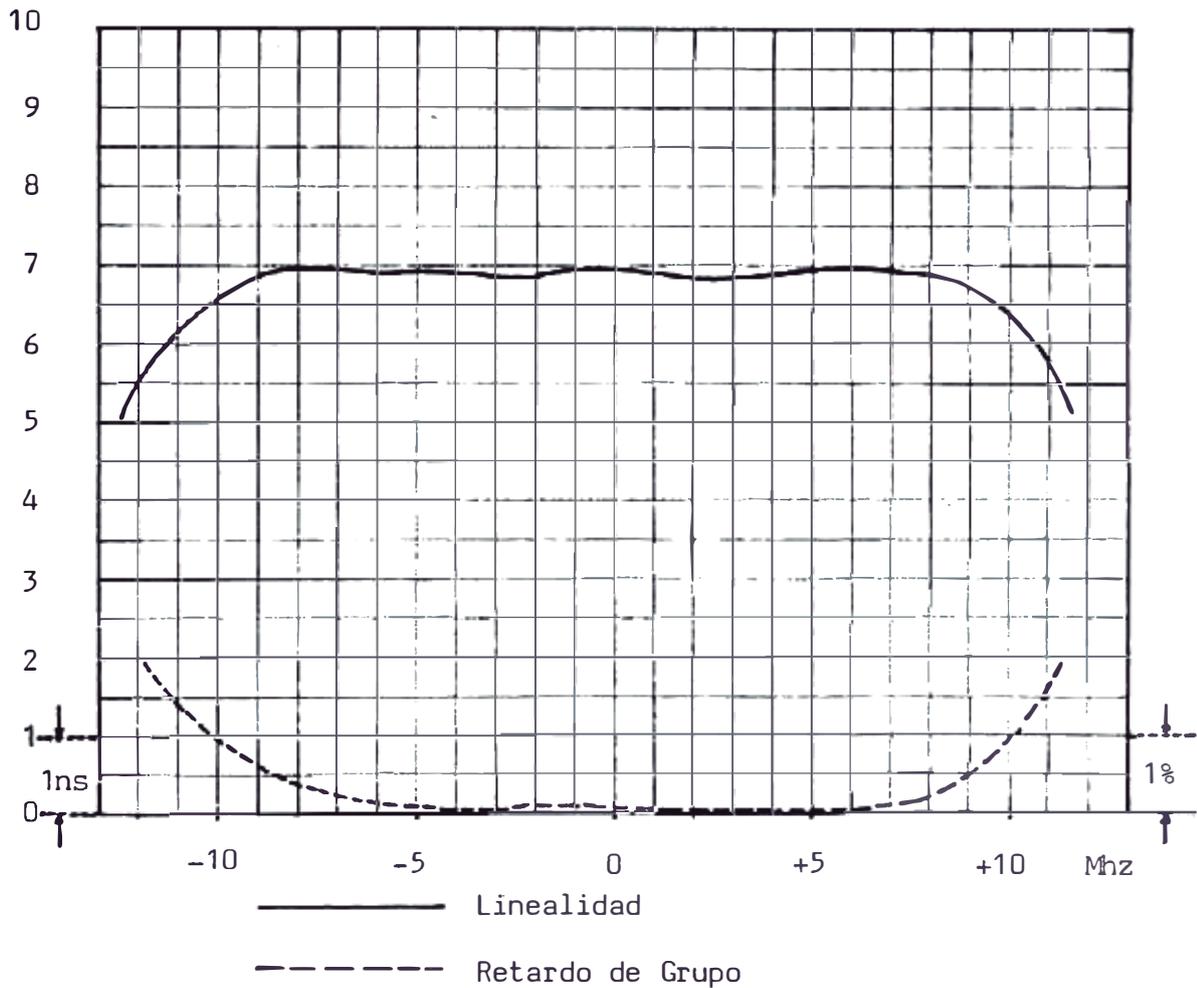
Linealidad .....	Menor que el 3%
Retardo de Grupo .....	Menor que 2 ns
Frecuencia .....	$70 \pm 10$ Mhz



A.III.2 MEDICIONES DE LINEALIDAD Y RETARDO DE GRUPO DEL DEMODULADOR PARA TELEVISION

Especificaciones del Sistema :

- Linealidad ..... Menor que el 2%
- Retardo de Grupo ..... Menor que 3 ns
- Frecuencia .....  $70 \pm 10$  Mhz



## A N E X O I V

### A.IV.1.- Medidas experimentales del Motor Generador de Corriente Alterna en Stand By

- Tensión de salida ..... 220 voltios
- Frecuencia ..... 60 Hertz
- Temporizador ..... Tiempo de Funcionamiento del motor
- Presión de aceite ..... 60 Kg/cm<sup>2</sup>
- Número de revoluciones ..... 1800 RPM
- Temperatura del motor ..... Normal-λnormal

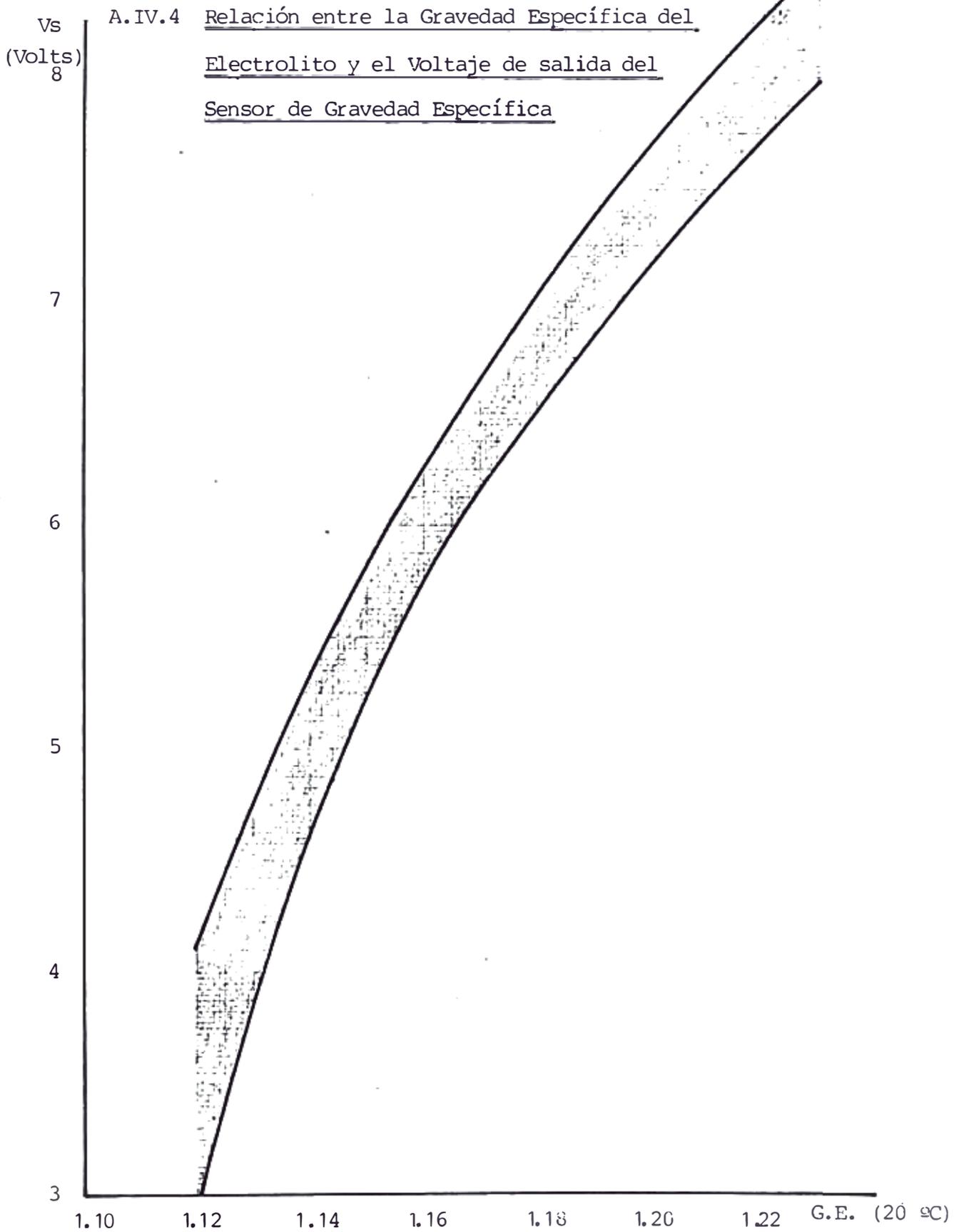
### A.IV.2.- Medida del Banco de Baterías

- Número de baterías ..... 12
- Gravedad Específica ..... 1.225 (A 20 °C)
- Nivel de electrolito ..... De 98 a 100 %
- Tensión de celda ..... 2.2 voltios

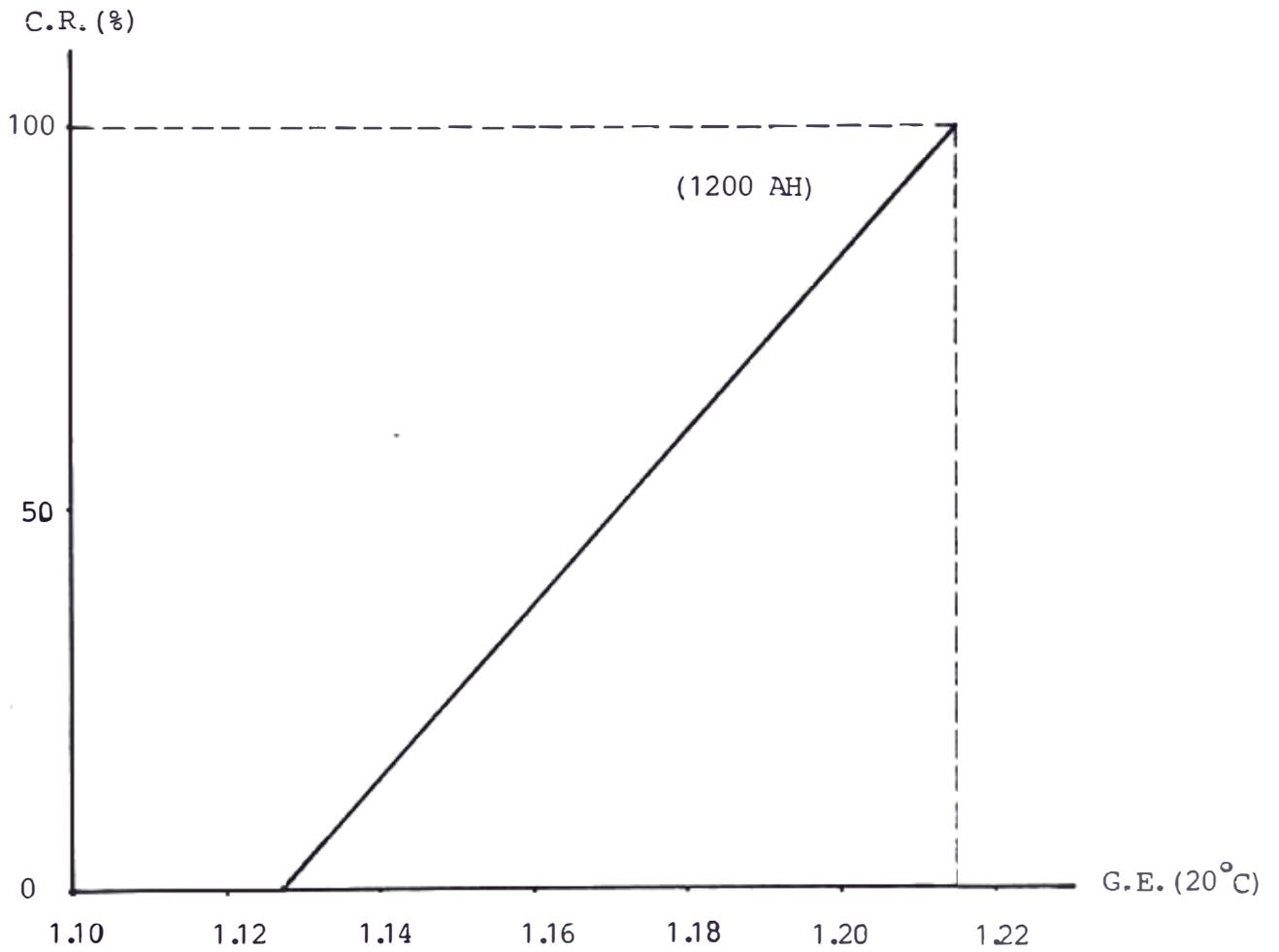
### A.IV.3.- Medidas en el cubículo de Control de Panel Solar

Día Nublado    Día Despejado

- |   |           |           |
|---|-----------|-----------|
| - Tensión a la entrada del cubículo de Control..... | 26 volts. | 38 volts. |
| - Corriente del Panel Solar .....                   | 10 Amp.   | 18 Amp.   |
| - Tensión del Banco de Baterías....                 | 25 volts. | 25 volts. |
| - Corriente en la carga .....                       | 5.6 Amp.  | 5.6 Amp.  |
| - Tensión en la carga .....                         | 25 volts. | 25 volts. |



A.IV.5 RELACION ENTRE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ELECTROLITO  
Y LA CAPACIDAD DE RESERVA DE LA BATERIA



A N E X O V

UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES  
CON DISTRIBUCION DE ANTENAS



-  ----- Antena Parabólica tipo A (2m.D)
-  ----- Antena Parabólica tipo B (3.3 m.D)

## OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

1).- Los datos referenciales han sido obtenidos entre las terminales de Huánuco y Pucallpa, los cuales se considerarán para la aceptación de un óptimo funcionamiento del sistema entre las terminales de Huánuco y Tarapoto por tener una similitud en el aspecto topográfico y en el número de repetidoras. Los datos que no aparecen es debido a la mucha variación en las lecturas.

2).- Los instrumentos utilizados en la medición de prueba de carga de ruido blanco fueron los siguientes:

a) 1 Generador de Ruido modelo TF2091B (Marconi) con 6 filtros (ventanas) muy selectivos de valores: 70, 270, 534, 1248, 2438. y 3886 Khz.

b).1 Receptor de Ruido modelo TF2092B (Marconi) con las mismas ventanas que el Generador de Ruido.

Se ha considerado en las medidas un factor de corrección proporcionado por el fabricante de los instrumentos de medición, utilizados para obtener las medidas reales de la relación señal/ruido (S/N).

Estas medidas se han tomado insertando el Generador de Ruido a la entrada del Modulador en el extremo de transmisión de la terminal de Huánuco y colocando el Receptor de Ruido TF2092B a la salida del Demodulador en el extremo de Recepción de la terminal de Pucallpa.

Para la medición en sentido contrario (Pucallpa - Huánuco), el procedimiento es a la inversa.

3).- Las gráficas obtenidas en la prueba de carga de ruido

blanco, nos indican un estado normal de funcionamiento del enlace de radio entre las terminales medidas.

Esta condición "normal" se interpreta por lo que las curvas no presentan:

- Nivel de recepción muy bajo.
- El conversor de Frecuencia del Transmisor con potencia baja.
- Figura de ruido mala.
- Ruido térmico alto.
- Desviación mal ajustada.
- Filtro de alimentación malo.

4).- Las mediciones para obtener la respuesta en Frecuencia de Bandabase en el Canal Principal y en el Canal de Reserva se efectuaron en el lado de recepción en la salida del Demodulador, insertando los diferentes tonos especificados en la tabla en el extremo del transmisor a la entrada del Modulador. Para realizar las mediciones en sentido contrario el procedimiento fue a la inversa.

En la lectura se consideran niveles referenciales para observar mejor la variación de nivel de toda la Bandabase, desde 60 hasta 4,400 Khz.

5).- Analizando los datos obtenidos, en las mediciones para obtener la respuesta en Frecuencia, observamos que el sistema en sus etapas de Modulación y Demodulación opera normalmente puesto que las variaciones de nivel con respecto a la Frecuencia en la salida del Demodulador es de pequeña magnitud. Asi:

En el Canal Principal ..... De 0 a +0.08 dBm y de

0 a -0.02 dBm.

En el Canal de Reserva ..... De 0 a +0.3 dBm y de

0 a -0.7 dBm.

En el Canal de Televisión .. De 0 a +0.2 dBm y de

0 a -2.1 dBm.

Las medidas efectuadas nos indican que la respuesta en Frecuencia de los Moduladores y Demoduladores está dentro de las especificaciones técnicas estipuladas para que el sistema funcione normalmente.

6).- Las mediciones que se llevaron a cabo con el fin de obtener información sobre la Respuesta de Amplitud-Frecuencia de la banda de video en el enlace de televisión se efectuaron utilizando un Generador de Señal de Bandabase y un Medidor de Nivel de Bandabase.

Estas mediciones se hacen de terminal a terminal, a la salida y entrada del Separador y Combinador de video y audio.

7).- La linealidad en Frecuencia Intermedia se comprueba observando las curvas diagramadas, obtenidas a la salida del Modulador con el Analizador de Microondas y con Generador de Frecuencia Intermedia a la entrada del Modulador.

8).- La linealidad en Bandabase se comprueba observando las curvas diagramadas, obtenidas a la salida del Demodulador con el Analizador de Microondas y con un Generador de Bandabase a la entrada del Demodulador.

9).- En las mediciones de linealidad y retardo de grupo, la curva superior del diagrama indica la linealidad, la cual cumple las especificaciones indicadas, con lo que se obten-

drá una transmisión de la señal de video a través del Modulador con un sincronismo, video y color óptimos.

Con el mismo Analizador de Microondas se obtiene la curva inferior del diagrama, que indica el Retardo de Grupo, la cual cumple también con las especificaciones indicadas, obteniéndose una buena calidad de imagen.

10).- En las mediciones de linealidad y retardo de grupo, se han utilizado los siguientes equipos:

- Un Analizador de Microondas de tipo ME434A.
- Un Generador de Frecuencia Intermedia del tipo ME525A.
- Un Generador de Bandabase del tipo ME526A

11).- Las torres arriostradas serán implementadas en las estaciones repetidoras, pues con este tipo de torres se pueden lograr mayores alturas para superar los obstáculos generados por la alta vegetación.

12).- Las torres autosoportadas se usarán en las estaciones terminales, ubicadas en ciudades donde no ocurren los problemas anteriores.

13).- El Sistema de Radio implementado tendrá como complemento otro Sistema de Multiplexación o Multiplaje que servirá para información telefónica a nivel de abonados. Este Sistema MUX consta de trasladores; en el sentido de transmisión se considera los trasladores de Pre-Grupo, Grupo, Super Grupo y Master Grupo, cuyos moduladores están ordenados respectivamente; en el sentido de Recepción los Demoduladores están ordenados desde el Master Grupo hasta el trasladador de Pre-Grupo, llegando a la Unidad de Canal donde se obtiene la señal de información, considerando que este sis

tema tiene portadoras para cada uno de los Moduladores, pilotos de continuidad, detectores de portadoras y pilotos en el lado de recepción.

Se utiliza este sistema puesto que se trata de unir 2 terminales con una capacidad de 960 canales.

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

- **DISEÑO DE ENLACE POR MICROONDAS**  
Unión Internacional de Telecomunicaciones  
Tomiyashi Deguchi.
- **DESCRIPCION DEL SISTEMA DE MICROONDAS**  
Nippon Electric Co., Ltd.
- **SUPERVISION Y CONTROL EN TELECOMUNICACIONES**  
Mitsui and Co., Ltd. - Nippon Electric Co., Ltd  
J. Oyuna - F. Hoyo.
- **EQUIPO DE CONTROL DE CONMUTACION**  
Mitsui and Co., Ltd. - Nippon Electric Co., Ltd  
J. Oyuna - F. Hoyo.
- **BANCO DE BATERIAS SOLARES**  
Yuasa Battery Co., Ltd  
K. Jokuda - M. Okano.
- **PANELES SOLARES**  
Mitsui and Co., Ltd. - Japan Solar Energy Co., Ltd  
H. Watanabe.
- **ANTENA PARABOLICA**  
Mitsui and Co., Ltd. - Anten Kogyo Co., Ltd  
H. Kawano - S. Aioa.
- **MEDIDOR SELECTIVO DE NIVEL CON GENERADOR TIPO AD-7530**  
Ando Electric Co., Ltd  
J. Ogasawara - Y. Kawai.
- **AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR (AVR)**  
Mitsui and Co., Ltd - Sanken Electric Co., Ltd  
Yashimura - M. Okano.
- **TRANSMISOR - RECEPTOR PARA MICROONDAS**  
Mitsui and Co., Ltd. - Microwave and Satellite  
Communications Division  
T. Kushima - T. Sakamoto.
- **MODULADOR - DEMODULADOR**  
Mitsui and Co., Ltd - Microwave and Satellite  
Communications Division  
H. Sakurai - T. Sakamoto.