

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ESTUDIO TÉCNICO PARA COMUNICACIONES CON
RADIOS PDH UTILIZADOS EN ENLACES A 34 MBPS**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

LUIS ROBINSON TORRES GAVILANES

DIRECTOR: ING. CARLOS HERRERA

Quito, Marzo 2002

DECLARACIÓN

Yo, Luis Robinson Torres Gavilanes, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

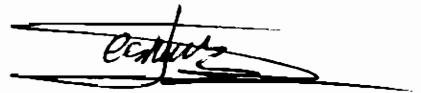
A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis R. Torres', enclosed within a large, loopy circular flourish.

Luis Robinson Torres Gavilanes.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Robinson Torres Gavilanes, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Herrera', is written over two horizontal lines.

Ing. Carlos Herrera
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A mi familia, principalmente padre, esposa e hijos.

Además un agradecimiento especial al Ing. Carlos Herrera por su valioso tiempo y sugerencias dedicadas para que este trabajo saliera adelante.

Dedicatoria

A mi esposa e hijos David y Pablo

A mi madre Rosario y mi hijo Andrés que están en el cielo

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	1
RESUMEN	3
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL PDH	4
1 La técnica Jerarquía Digital Plesiocrona(PDH)	4
1.1 Introducción	4
1.2 Digitalización de una señal analógica	4
1.2.1 Modulación de pulsos codificados(PCM)	4
1.2.1.1 Muestreo de una señal analógica	5
1.2.1.2 Cuantificación de la señal	6
1.2.1.3 Proceso de codificación	8
1.2.1.3.1 Codificación	9
1.3 Multiplex por División en el Tiempo	9
1.3.1 PCM 30+2 Canales	10
1.3.1.1 Trama digital de 2048 Kbps	10
1.3.1.2 Verificación de Redundancia Cíclica (CRC)	13
1.3.1.3 Señalización Asociada al Canal	14
1.4 La Transmisión de Señales Digitales	16
1.4.1 Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH)	16
1.4.1.1 Definición de PDH	16
1.4.1.2 La Jerarquía PDH Europea	17
1.5 Diagramas de Bloque de Sistemas de comunicaciones y de Radio	19
1.5.1 Diagrama de Bloques de un sistema de Comunicaciones	19
1.6 Multiplexación de señales digitales	22
1.6.1 La multiplexación en PDH	22
1.6.1.1 Primero orden jerárquico digital plesiócrono	23
1.6.1.2 Multiplexores de orden jerárquico superior	23
1.6.1.3 Trama digital de segundo orden jerárquico	23

1.6.1.4	Trama digital de 8448 Kbps	24
1.7	Interfaz de entrada	26
1.7.1	Adaptación de la señal de entrada	27
1.7.2	Codificación HDB3 / NRZ	27
1.7.2.1	Codificación HDB3	28
1.7.2.2	Codificación NRZ	29
1.8	Procesos Bit insertion/Bit extraction y Drop/Insert	29
1.8.1	Tramas digitales BI/BE	30
1.8.2	Etapa Drop/Insert (D/I)	32
1.9	Codificación Seudoaleatoria	32
1.10	Codificación para corrección de errores (FEC)	33
1.11	Ecualización Digital	34
1.12	Conmutación Hit Less	35
1.13	Conceptos de AIS y reloj de sincronización	36
1.13.1	Señal AIS	36
1.13.2	La señal reloj de sincronización	37

CAPÍTULO II DISEÑO RADIOENLACE DIGITAL

2	Diseño de radioenlace digital	40
2.1	Introducción	40
2.1.1	Aplicaciones de red	41
2.2	Problemas de espectro	41
2.3	Ondas electromagnéticas	42
2.4	Polarización de las ondas electromagnéticas	43
2.5	Propagación de ondas electromagnéticas	44
2.6	Dificultades en propagación	45
2.6.1	Obstáculos	45
2.6.2	Influencia del radio de curvatura de la tierra	47
2.7	Uso de mapas	47
2.8	Estudios de campo (Survey)	48
2.9	Disposición de canales de radiofrecuencia	48
2.10	Planificación del enlace de radio	49
2.10.1	Descripción del Transmisor-receptor en un enlace	50

	de microonda	
2.11	Cálculo de un enlace de radio para dos terminales	51
2.11.1	Esquema práctico para calcular la potencia recibida, incluyendo todos los elementos	53
2.11.2	Medidas de nivel de potencia relativa	54
2.11.2.1	Relación entre mW/dB/dBm	55
2.12	Radioenlace digital entre Punto A y Punto B	57
2.12.1	Diseño técnico	57
2.12.2	Criterios de diseño	57
2.12.3	Infraestructura	58
2.12.4	Ubicación de las estaciones	58
2.12.5	Perfil topográfico del enlace	60
2.13	Objetivos de disponibilidad y calidad	61
2.13.1	Segundos indisponibles (US)	61
2.13.2	Segundos con errores Severos (SES)	62
2.13.3	Minutos degradados (DM)	62
2.13.4	Segundos con errores (ES)	62

CAPÍTULO III: EL RADIO 9470 LX DE ALCATEL

3.1	El radio 9470 LX DE ALCATEL	65
3.2	Características del radio 9470 LX	65
3.2.1	Características técnicas del radio 9470 LX	65
3.3	Composición de los sistemas	66
3.3.2	Esquema del radio 9470 LX	68
3.4	Características comunes en tarjetas inteligentes	69
3.4.1	Memorias de inventario remoto	69
3.4.2	Flexibilidad en frecuencia de emisores y receptores (E/R)	70
3.4.3	Operación del radio 9470 LX	70
3.4.4	Supervisión del radio 9470 LX	71
3.5	Descripción de los módulos	71
3.5.1	Bastidor ETSI principal	71
3.5.2	Panel 3 E/R	72

3.5.2.1	Funcionamiento panel 3 E/R	72
3.6	Tarjetas MSU- GAA 201	74
3.6.1	Multiplexor / Demultiplexor MSU	74
3.6.2	Funcionamiento de la tarjeta MSU	74
3.7	Tarjeta interfaz de tributarios TIU	78
3.7.1	Funcionamiento de la TIU	78
3.7.2	Configuraciones de la TIU	78
3.8	Tarjeta lógica de conmutación n+1 (LSU)	79
3.8.1	Funcionamiento de la LSU	80
3.9	Tarjeta de supervisión GSU	82
3.9.1	Funcionamiento de GSU	82
3.10	Tarjeta de alimentación PSU	84
3.10.1	Funcionamiento de PSU	85
3.11	Clave o Llave software SKU	86
3.11.1	Funcionamiento de clave software	86
3.12	Tarjeta canales de servicio ESC 2-3	87
3.12.1	Funcionamiento ESC 2-3	87
3.13	Tarjeta panel superior	89
3.13.1	Funcionamiento tarjeta panel superior	89
3.13.2	Configuración de tarjeta panel	90
3.14	Receptor 7,1-8,5 GHz	91
3.14.1	Funcionamiento del receptor	91
3.15	Emisor 7/8 GHz	94
3.15.1	Funcionamiento del emisor	94
3.15.2	Funcionamiento banda base	94
3.15.3	Funciones hiperfrecuencia	95
3.15.4	Configuraciones del emisor	96
3.16	Filtros de conexión duplexados 7,1-7,7 GHz y 7,7-8,5 GHz	97
3.16.1	Presentación de filtros	97
3.16.2	Funcionamiento de filtros	97
3.17	Inserción de las tarjetas en bastidor	98
3.18	Interfaz RF	101

CAPÍTULO IV: CONFIGURACIÓN DEL RADIO 9470 LX

4	Introducción	103
4.1	Instalación del software desde diskettes	103
4.2	Software de configuración y operación	104
4.3	Programación de los parámetros de instalación	105
4.4	Programación de los parámetros operacionales	107
4.5	Obtención de parámetros de radio	109
4.6	Alarmística del sistema	110
4.7	Alarmas de mantenimiento	112
4.8	Alarmas en TIU	111
4.9	Alarmas en MSU	114
4.10	Alarmas presentadas en Transmisor Txr	115
4.11	Alarmas de receptor Rx	116
4.12	Alarmas de canal de servicio ESC 2-3	118
4.13	Alarmas de supervisión GSU	119
4.14	Alarmas de PSU, conversor DC/DC	119
4.15	Protocolos de pruebas	120
4.15.1	Organización de las pruebas	121
4.16	Constatación física de estación	128
4.16.1	Revisión visual de la instalación de equipos	128
4.16.2	Hojas de constatación física de una estación	129

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	134
5.2	Recomendaciones	136

BIBLIOGRAFÍA

137

ANEXOS

PRESENTACIÓN

Con el desarrollo de los sistemas digitales, se mejoraron las redes analógicas de telecomunicaciones. Estas redes utilizaban la modulación de frecuencia para la transmisión de canales de voz, técnica que era muy rígida y que además degrada la calidad de la señal por las frecuentes modulaciones y demodulaciones, las que introducen ruido en la señal transmitida. Entonces para mejorar la calidad de transmisión se recurre a la digitalización de la señal.

La tecnología digital no es adoptada inmediatamente, sino casi dos décadas mas tarde, debido a la gran cantidad de sistemas analógicos existentes, y además porque los elementos digitales resultaban demasiado caros.

En Sudamérica la mayoría de los países utilizan sistemas de microondas digitales. Las empresas de telecomunicaciones tanto privadas como estatales de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela poseen redes nacionales de comunicaciones de media y alta capacidad, utilizando técnicas de Transmisión Jerarquía Digital Plesiócrono.

Desde ese punto de vista resulta importante conocer las transmisiones PDH o JDP(Jerarquia Digital Plesiocrona).

Para formar las jerarquías superiores de segundo, tercer y cuarto orden se basa en el PCM-30+2 que pasa a ser el primer orden jerárquico, conocido como E1.

El PCM se fundamenta principalmente en la digitalización de la señal, por lo que para su estudio es necesario entender el procedimiento para la digitalización de la señal analógica.

En la actualidad existen otras técnicas de transmisión por microondas, y las empresas están implementando técnicas como

SDH, sin embargo la cantidad extensa de los sistemas de transmisión con PDH hace que no podamos descuidar de estos conocimientos.

El presente Proyecto trata sobre la tecnología PDH, de los diferentes elementos que componen un radio PDH y un estudio de las alarmas y programación de los radios 9470 LX de ALCATEL.

RESUMEN

Las telecomunicaciones en las últimas cuatro décadas han tenido un rápido desarrollo. La tecnología analógica ha sido sustituida por tecnología digital, con ayuda de los computadores; herramienta que facilita el mantenimiento y supervisión de los radioenlaces digitales.

La digitalización de los enlaces, a partir del invento del transistor trajo un rápido desarrollo tecnológico de muchos equipos, para las comunicaciones de personas; como teléfonos, faxes, modems, internet, video por cable, etc.

Como resultado de la digitalización nace las jerarquías de transmisión digital (PDH, SDH, ATM etc.), con grandes velocidades de transmisión y servicios de banda más amplia.

En el presente Proyecto se estudia la digitalización de una señal y además de cómo se obtiene la velocidad de 34 Mbps, para luego analizar las características del equipo 9470 LX de la familia de radios Melodie de Alcatel.

También se describe la configuración y alarmas que se presentan en los radios de 34 Mbps y posibles soluciones de las alarmas presentadas.

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I

1 LA TÉCNICA JERARQUÍA DIGITAL PLESIÓCRONA (PDH)

1.1 INTRODUCCIÓN

A fines de la década de 1930 un grupo de investigadores, en París, estaba tratando de hallar métodos de modulación adecuados para los radioenlaces de microonda; porque los enlaces analógicos que poseían, tenían problemas de ruido y distorsión en transmisión; a pesar que en esa época el ancho de banda disponible era amplio. Uno de los resultados obtenidos fue la invención de la modulación por impulsos codificados (PCM) por el científico Alec Reeves en 1937. Tecnológicamente, era demasiado temprano para usar la técnica PCM; sin embargo la invención del transistor cambio la situación y desde 1960 una cantidad creciente de sistemas con PCM se implementaron.

De esta forma se origina la transmisión digital PCM y que paso a ser la base para transmitir señales de mayor velocidad, siendo el PCM el primer orden de la Jerarquía Digital Plesiócrona PDH.

1.2 DIGITALIZACIÓN DE UNA SEÑAL ANALÓGICA

La técnica PCM puede describirse como un método para transferir la información analógica a la forma digital.

1.2.1 MODULACIÓN DE PULSOS CODIFICADOS(PCM)

En PCM (Pulse Code Modulation), la conversión de la señal analógica a digital se basa en tres principios fundamentales que son:

- Muestreo,
- Cuantificación,
- y Codificación.

En la figura 1.1 se presenta el proceso de modulación por impulsos codificados PCM. ⁽¹⁾

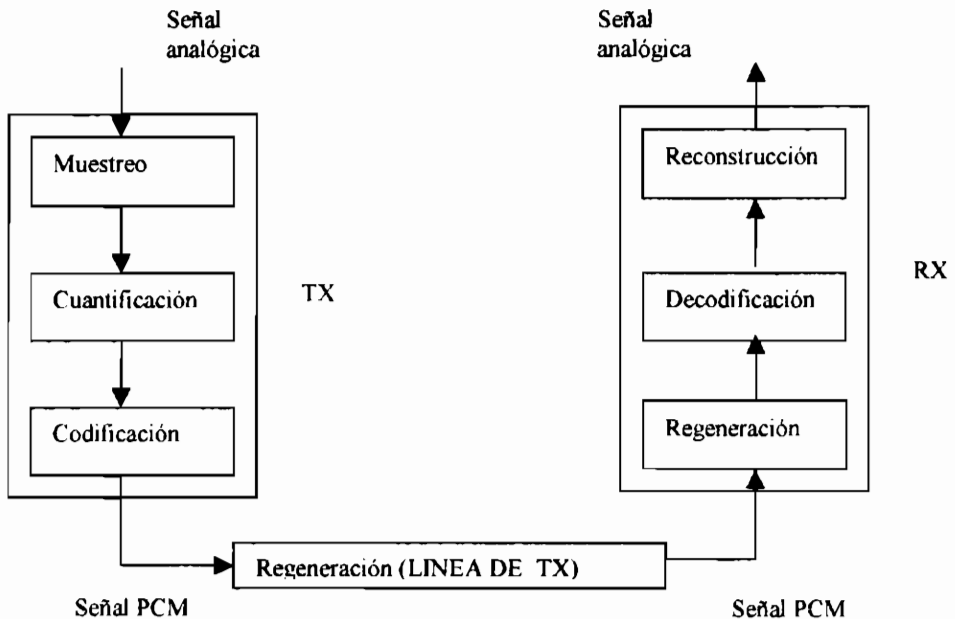


Figura 1.1 Bloques de funciones de Modulación por impulsos codificados PCM ó MIC.

1.2.1.1 Muestreo de una señal analógica.

Muestrear es obtener valores instantáneos de la señal analógica a intervalos de tiempo iguales, como se indica en la figura 1.2

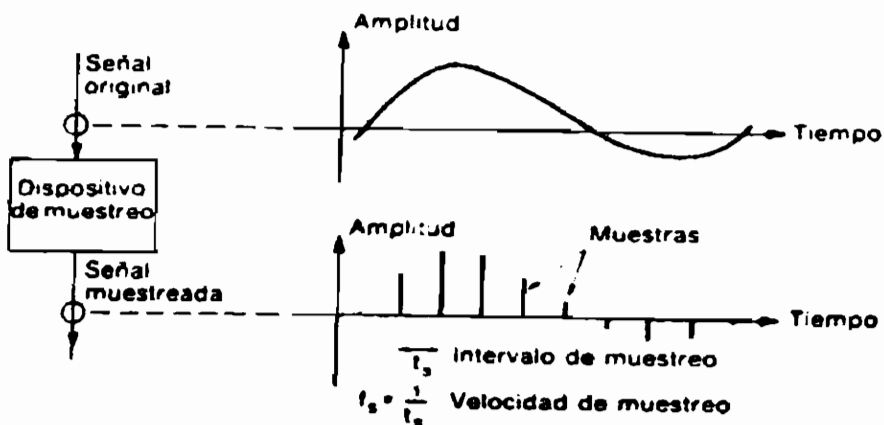


Figura 1.2 Proceso de muestreo.

La señal muestreada resultante es un tren de impulsos, cuya envolvente de las muestras es la señal analógica original. La cantidad de muestras por segundo está dada por el teorema del muestreo de Nyquist:

TEOREMA DEL MUESTREO: Según Nyquist dice que

“Una señal limitada en banda de frecuencia que no contiene componentes espectrales mayores que la frecuencia f_{max} (Hz) está determinada en forma única por sus valores en intervalos uniformes menores de $1/2f_{max}$ (s)”. ⁽²⁾

Donde f_{max} es la frecuencia máxima de la señal analógica.

Esta señal muestreada garantiza dentro de sí toda la información existente en la señal original, sí:

- La señal original tiene limitación de frecuencia,
- La velocidad de muestreo es igual o superior al doble de la frecuencia máxima de la señal.

La frecuencia de muestreo (f_s) para una señal telefónica es 8 KHz, porque la señal de voz tiene componentes de frecuencia desde 300 Hz a 3,4 KHz, además la señal antes de ser muestreada pasa por un filtro pasa bajos.

Como resultado del muestreo se tiene un tren de impulsos modulados en amplitud que se conoce como PAM (modulación por amplitud de pulsos). Donde el PAM constituye la primera etapa de técnica PCM.

1.2.1.2 Cuantificación de la señal.

La Cuantificación de una señal es el proceso por el cual a una muestra de la señal analógica se hace corresponder un determinado nivel discreto, tal como se indica en la figura 1.3. ⁽³⁾

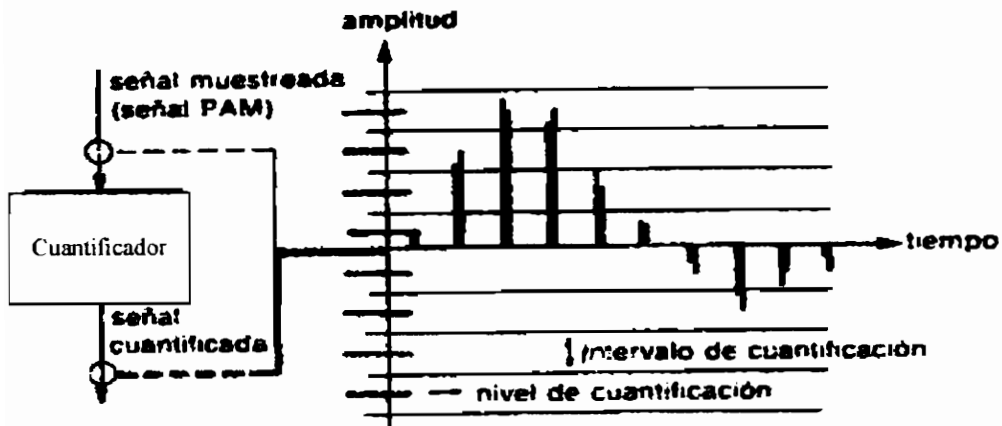


Figura 1.3 Proceso de cuantificación.

El proceso de redondeo de las muestras, provoca un error, conocido como, **distorsión de cuantificación**; esta distorsión se puede reducir a límites bajos, haciendo que la cantidad de niveles de amplitud permitidos sea suficientemente grande.

Con el fin de encontrar una solución óptima entre la calidad de la transmisión y la cantidad de intervalos de cuantificación, se recurre a la cuantificación variable logarítmica.

El uso de intervalos de cuantificación crecientes con la amplitud, se lo conoce como "compansión", (compresión y expansión); con una ley aproximadamente logarítmica que gobierna el aumento en el tamaño del intervalo de cuantificación, así es posible obtener una relación aproximadamente constante de señal de distorsión de cuantificación, como se muestra en la fig 1.4.

Para el PCM de telefonía son recomendadas dos leyes, conocidas como la ley A y ley μ .

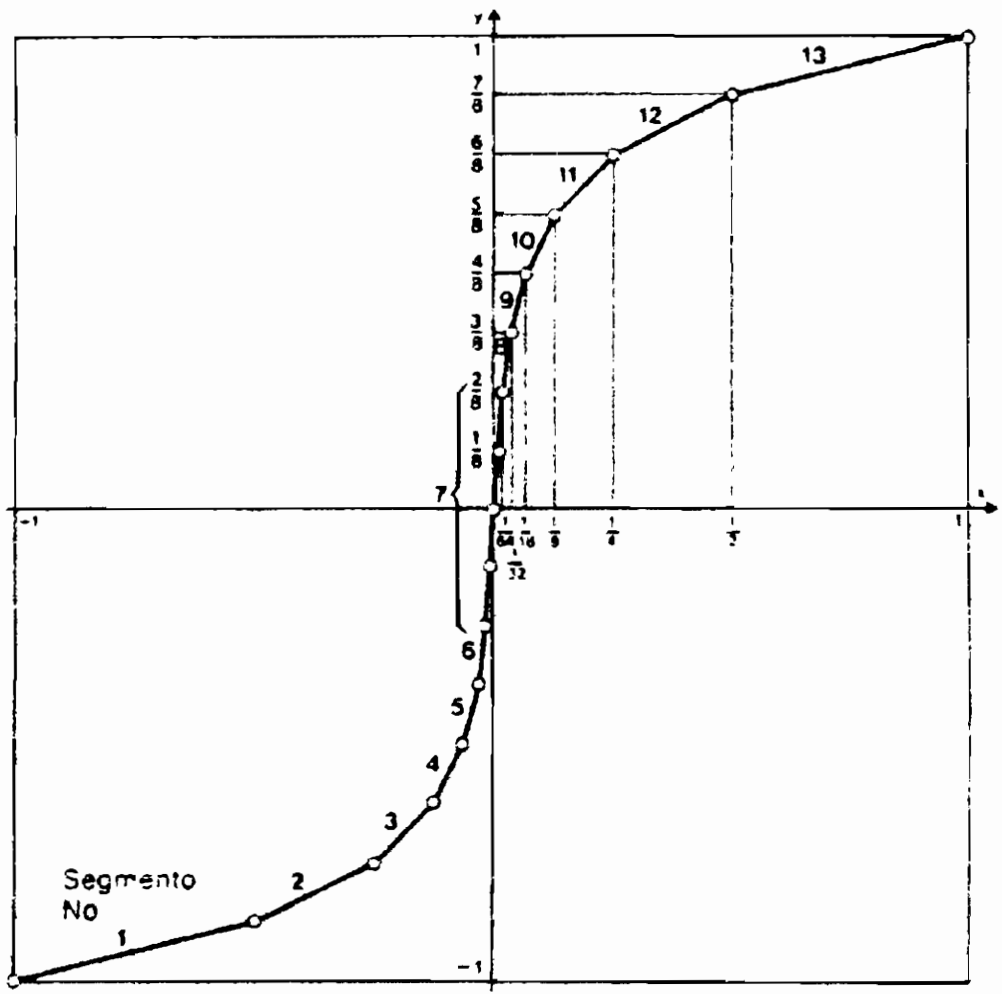


Figura 1.4 Proceso de cuantificación usando "La ley A".

1.2.1.3 Proceso de codificación.

Las muestras cuantificadas no son apropiadas para la transmisión, por ser difícil construir circuitos regeneradores capaces de distinguir entre la gran cantidad de amplitudes de las muestras, que usualmente son 256 niveles. Por lo tanto para transmitir una señal se recurre a la codificación de cada señal cuantificada.

Este proceso de codificación es la asignación de una combinación de 0's y 1's a un determinado nivel de cuantificación.

1.2.1.3.1 Codificación

Codificar es establecer la relación entre el nivel cuantificado de la muestra de la señal y una combinación de código binario, como se indica en la figura 1.5⁽⁴⁾

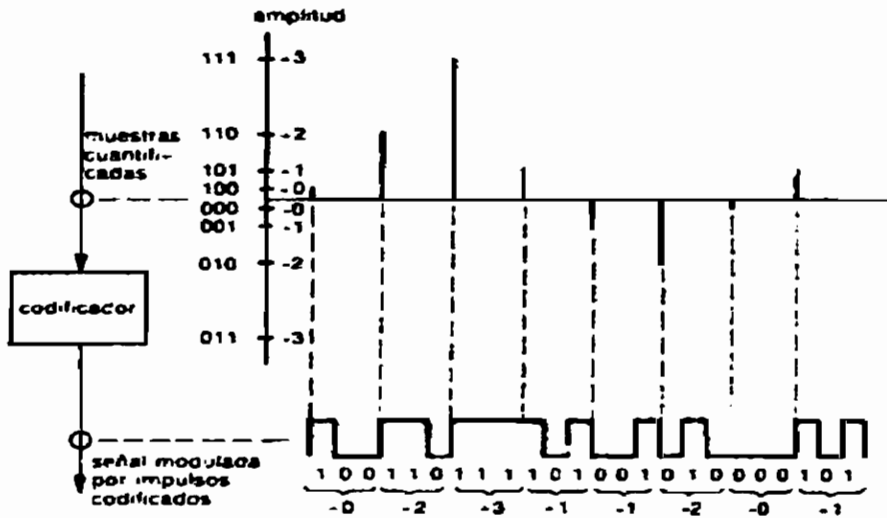


Figura 1.5 Codificación de muestras cuantificadas con 8 niveles de cuantificación.

En la ley A, se usa 256 niveles de cuantificación, porque cada muestra se codificará en una palabra PCM de 8 bits.

El PCM transmite un solo canal telefónico digitalizado.

1.3 MULTIPLEX POR DIVISIÓN EN EL TIEMPO.

En telefonía no se transmite uno, sino varios canales; entonces se recurre a la multiplexación por división del tiempo TDM con el fin de agrupar varios canales sobre el mismo medio de transmisión, logrando así transmitir en forma conjunta varias conversaciones. A esto se conoce como Multiplex por División de Tiempo TDM. ⁽⁵⁾

Hay dos formas de multiplexar las señales:

- el sistema de 30 canales, y;
- el sistema de 24 canales.

Para el presente Proyecto nos referiremos al PCM de 30 canales.

1.3.1 PCM 30+2 CANALES

La señal digital codificada en grupos de 8 bits(8 bits=1byte), se agrupa con otras señales, para formar un PCM básico de 30 canales. La señal de 64 kbps es una información que predomina en los enlaces de abonado; si se requiere transmitir varias señales a una larga distancia recurrimos a la multiplexación, agrupando varios canales en la misma ruta o camino intercalando las señales en el tiempo, a esto se conoce como TDM(multiplexación por división en el tiempo).

La ley A multiplexa 30 canales de información y dos canales adicionales uno para sincronismo y otro para supervisión.

1.3.1.1 Trama digital de 2048 Kbps

Se llamará Trama a un juego de dígitos en intervalos de tiempo consecutivos; en los cuales la posición de cada dígito del intervalo de tiempo puede ser identificado por una señal de sincronización de trama.

Los países que adoptaron la ley A, operan a una velocidad de trabajo de 2048 Kbps, multiplexando 30 canales⁽⁶⁾.

En la figura 1.4 se describe la trama digital usada para una señal de 2048 Kbps.

En este caso, el tiempo asignado a cada canal se llama "Intervalo de Tiempo" (IT). Como la señal de muestreo es de 8000Hz, cada canal aparece a una frecuencia de 8000 Hz.

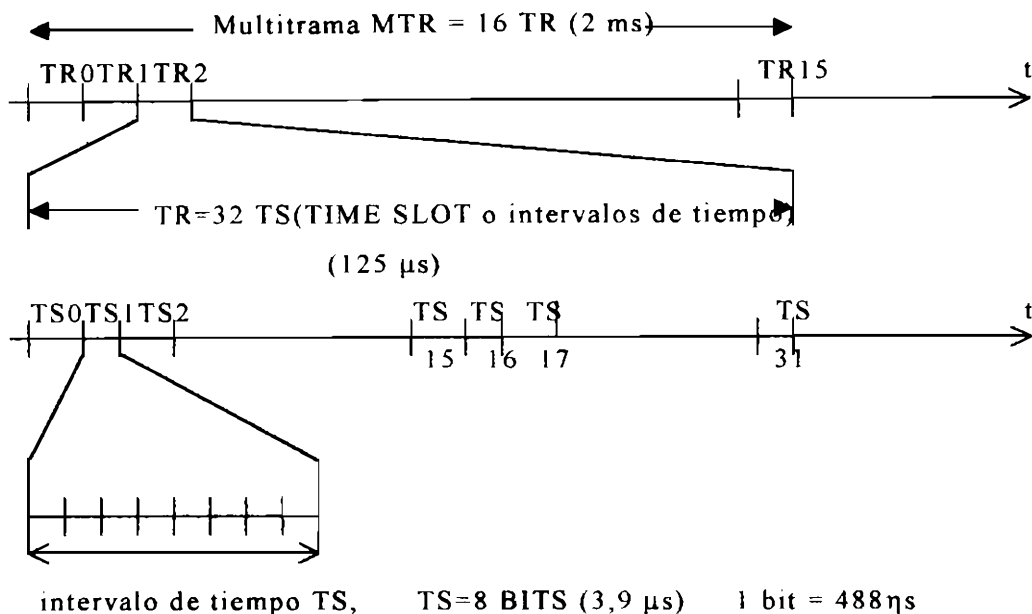


Figura 1.4 Formación de la trama de 2 Mbps.

Cada trama tiene 32 intervalos de tiempo IT, enumeradas del 0 al 31; donde cada intervalo lleva un octeto (8 bits) o Byte.

Cada trama tiene una duración de $125 \mu\text{s}$, correspondiente al período de muestreo de una señal telefónica a 8 KHz, por lo que cada uno de los 32 intervalos dura $3,9 \mu\text{seg}$ y cada bit tiene una duración de 488 (nseg) .

La organización temporal de los canales digitales se realiza mediante la Multitrama (MTR) consistente en 16 Tramas (TR) enumeradas desde 0 a 15.

Una multitrama MTR ocupa un tiempo de 2 mseg, porque son: $16 \text{ tramas} \times 125 \mu\text{s}$.

La trama consta de 256 bits(32x8bits) divididos en intervalos de tiempo TS, de 8 bits cada uno.

Se dispone de 32 TS de los cuales el TS0 es para sincronismo y TS16 para señalización y no son usados para datos de tráfico.

Cada TS con datos de tráfico consta de un octeto de bits que corresponde al código de la señal enviada. Dichos TS son del TS1 al TS15 y del TS17 al TS31.

En el intervalo TS0 se envía la palabra de sincronismo o palabra de alineamiento de trama. Que consiste de 2 octetos que se alternan trama a trama: U0011011 y U1ANNNNN, conocidas como palabra A y B. Donde el bit U se puede usar en aplicaciones internacionales y los bit N en aplicaciones nacionales. En el caso de no ser usados U y N se fijan en 1.

Palabra A = U0011011, que sirve para el sincronismo,

Palabra B = U1A'NNNNN, para alineamiento de trama.

El bit A' de la palabra de alineamiento B corresponde a una alarma de falta de alineamiento de trama. La lógica de alineamiento sigue las siguientes reglas:

- El alineamiento de trama se pierde cuando se leen con error una o más palabras A(sincronismo), o tres palabras B(alineación de trama) consecutivas. Entonces a partir de este momento, se declara la alarma de falta de alineamiento de trama(FAT).
- Durante el tiempo que dura la FAT se leen la totalidad de los bits recibidos hasta que se encuentra una secuencia similar a la palabra de alineamiento A.
- Se recupera el alineamiento de trama cuando se leen correctamente sin errores una secuencia de palabras A-B-A.
- Mientras dura la condición de alarma FAT el terminal que pierde el alineamiento comunica dicha situación al corresponsal en el otro extremo colocando en la posición A' de la palabra de alineamiento un bit 1. De esta forma el bit A', actúa como alarma remota del estado de un terminal.

1.3.1.2 Verificación de redundancia cíclica (CRC)

Por lo que respecta al bit U reservado en el TS0 es usado para enviar bits de control de paridad, calculados mediante el método de chequeo de redundancia cíclica de orden 4 (CRC-4), para declarar la alarma FAT en base a una tasa de error de bit (BER).

El método CRC-4 ⁽⁷⁾ consiste según la figura 1.7 en dividir las secuencias de tramas denominadas submultitrama (SMTR). Se toman los 8x256 bits correspondientes a la submultitrama N y se agrega la secuencia 0000 al final (esto corresponde a multiplicar el polinomio de trama por el polinomio $x^4 = 10000$). Luego se divide el conjunto por la secuencia 10011 (correspondiente al polinomio x^4+x+1) y el resto de la división son 4 bits conocidos como bits C1-C2-C3-C4 que se transmiten en la submultitrama N+1.

SMTR	T-R	TS0				TS16			
N	0	C1	0 0 1	1 0 1 1	0 0 0 0	N Az	N N		
	1	0	1A1 N	N N N N	a b 0 1	a b	0 1		
	2	C2	0 0 1	1 0 1 1	a b 0 1	a b	0 1		
	3	0	1A1 N	N N N N	a b 0 1	a b	0 1		
	4	C3	0 0 1	1 0 1 1	a b 0 1	a b	0 1		
	5	1	1A1 N	N N N N	a b 0 1	a b	0 1		
	6	C4	0 0 1	1 0 1 1	a b 0 1	a b	0 1		
N+1	7	0	1A1 N	N N N N	a b 0 1	a b	0 1		
	8	C1	0 0 1	1 0 1 1	a b 0 1	a b	0 1		
	9	1	1A1 N	N N N N	a b 0 1	a b	0 1		
	10	C2	0 0 1	1 0 1 1	a b 0 1	a b	0 1		
	11	1	1A1 N	N N N N	a b 0 1	a b	0 1		
	12	C3	0 0 1	1 0 1 1	a b 0 1	a b	0 1		
	13	U	1A1 N	N N N N	a b 0 1	a b	0 1		
	14	C4	0 0 1	1 0 1 1	a b 0 1	a b	0 1		
	15	U	1A1 N	N N N N	a b 0 1	a b	0 1		

Figura 1.7 trama digital para el multiplexor de primer orden jerárquico a 2048 Kbps

Para poder reconocer en el receptor estos bits es necesario intercalar una palabra de alineamiento para el CRC-4 consistente en

001011UU distribuidos en 2 SMTR (a lo largo de una multitrama de 16 tramas).

Las entidades reguladoras recomiendan que cuando se realizan 1000 comparaciones de CRC-4 por segundo, la alarma FAT se emite cuando se observan 914 o más diferencias. Este umbral corresponde aproximadamente a un BER de 5×10^{-4} .

Como conclusión se tiene que existen dos formas de declarar la alarma de falta de alineamiento de trama:

- por errores de alineamiento A y B,
- o por tasa de error medidos mediante los bits de paridad calculados con CRC-4.

1.3.1.3 Señalización asociada al canal.

En el intervalo de tiempo TS16 se envía la **señalización**, que es toda aquella información intercambiada entre centros de conmutación para asegurar el establecimiento y control de la comunicación y la gestión de la red.

Existen dos formas de transmitir la señalización en el múltiplex de primer orden: la Señalización Asociada al Canal (CAS=Chanel Associated Signalling) y la Señalización por Canal Común (CCS=Channel Common Signalling).

La Señalización por Canal Común corresponde a los centros de conmutación digitales donde los procesadores dialogan entre sí a una velocidad de 64 Kbps usando exclusivamente para señalización el canal TS16.

En la CCS por el TS16 se transmite a lo largo de una multitrama MTR de 16 tramas un ciclo completo de señalización de los 30 canales PCM. El ciclo comienza con la palabra de alineamiento de multitrama consistente en 0000NA2NN. Los bits N son reservados para uso nacional y se fijan en 1 si no se usan. El bit A2 se usa como telealarma.

La lógica de alineamiento de multitrama sigue las siguientes reglas:

- El alineamiento de multitrama se pierde cuando se leen con error dos veces consecutivas la secuencia 0000 de la palabra de alineamiento. A partir de este momento se tiene la alarma de falta de alineamiento de multitrama.
- El alineamiento se recupera cuando se lee correctamente una palabra 0000
- Mientras la alarma FAMT se comunica dicha situación al terminal distante mediante el bit A2 en la condición 1L. En forma similar actúa el bit A1 respecto a la alarma FAT.

La información de señalización de cada canal consiste en 4 bits abcd de los cuales los bits ab se usan y cd se fijan en 01. En la trama TR1 se transmite la señalización de los canales 1 y 17, en la TR2 de los canales 2 y 18 hasta que en la TR15 se envía la señalización de los canales 15 y 31.

Los intervalos TS16 de la MTR contienen una palabra de alineamiento de multitrama de 8 bits (0000 NANN) y 15 octetos de información.

La palabra de alineamiento de multitrama (0000) permite definir una lógica de ganancia y pérdida de alineamiento.

Los bits N se encuentran reservados para uso nacional.

El bit A se usa para el envío hacia el terminal remoto de una alarma que indica la falta de alineamiento de multitrama local.

Los datos de señalización de los 30 canales se ubican en 15 bytes asignando 4 bits para cada canal. Para impedir la simulación de la palabra de alineamiento de multitrama (0000) se determina un valor fijo a los últimos bits (ab01).

1.4 LA TRANSMISIÓN DE SEÑALES DIGITALES

El PCM constituye un sistema de primer orden, para la formación de jerarquías superiores de Transmisión Digital.

Las velocidades de los órdenes de multiplexación superior forman dos jerarquías:

- Jerarquía digital Plesiócrona (JDP o PDH).
- Jerarquía digital Síncrona (SDH).

1.4.1 JERARQUÍA DIGITAL PLESIÓCRONA (PDH)⁽⁹⁾

La tecnología de transistores y circuitos integrados permitió que en 1960 usando pares de cobre se pueda transmitir señales digitales, dando origen al nacimiento de la Jerarquía Digital Plesiócrona PDH.

1.4.1.1 Definición de PDH

Son señales de datos que tienen la misma velocidad de transmisión que provienen de diferentes fuentes, además su porcentaje de bits tiene un desplazamiento mayor o menor del valor nominal, dando pequeñas variaciones en la velocidad final de las señales, estas señales son cuasi sincrónicas. Por otra parte, cada uno de los canales son sincrónicos con los otros, entonces la señal está constituida por una parte sincrónica y una parte casi síncrona; es por ello que se lo ha denominado a este tipo de señales, como señales plesiocrónicas PDH.

La parte Plesiócrona llamada así también porque el reloj usado en cada nivel de multiplexación es independiente de los otros niveles. Como se muestra en la figura 1.8.

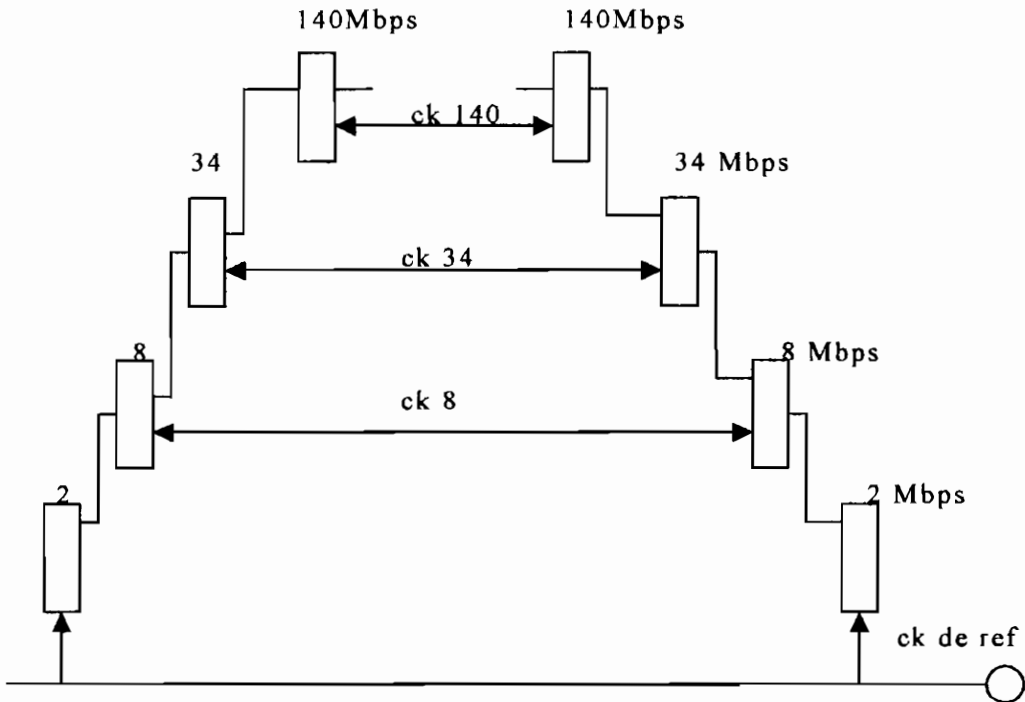


Figura 1.8 Diagrama esquemático del concepto de red plesiócrona.

Aquí se puede notar que un nivel intermedio dispone de un reloj para el proceso de multiplexación en la transmisión que es recibido desde el demultiplexor en recepción, mediante un bucle para obtener la frecuencia de reloj.

En conclusión cada nivel no existe "UN" reloj sino que se tiene osciladores controlados por tensión, conectados en bucle.

Las tramas que se consideran síncronas son:

Trama de 1,544 Mbps

Trama de 2,048 Mbps

1.4.1.2 La jerarquía PDH europea⁽¹⁰⁾

Se usa también en Latinoamérica, es la que mediante la multiplexación de cuatro tributarios de 2 Mbps (Tramas), se obtiene las velocidades de 8,448 Mbps, multiplexando 4 señales de 8,448

Mbps, tenemos 34,368 Mbps; multiplexando cuatro señales de 8,448 Mbps se obtiene 139,264 Mbps y (x4) da 564,992 Mbps.

En la figura 1.9 se muestra los diferentes niveles jerárquicos.

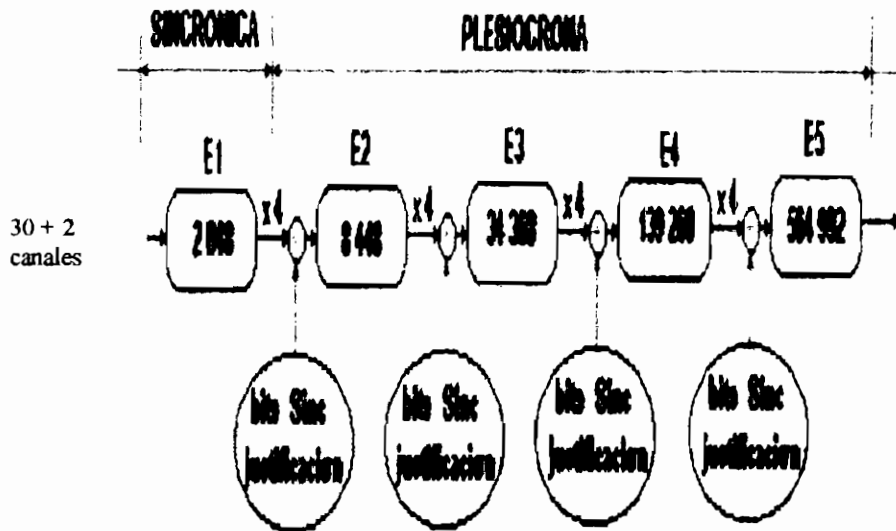


Figura 1.9 Arquitectura de la PDH europea

En la arquitectura de la Jerarquía Digital Plesiócrona europea usada también en nuestro país, cuyos tributarios de orden superior, se ve que no son múltiplos exactos del tributario de orden inferior.

Por ejemplo, el tributario de 2,048 Mbps multiplicado por cuatro sería 8,192 Mbps, lo que da una diferencia de 256 Kbps con 8,448 Mbps. Estos 256 Kbps son utilizados para llevar información de alineamiento, justificación y bits de servicio.

En resumen las velocidades de cada orden son levemente superiores al producto de la velocidad anterior por el número de tributarios de entrada.

Orden jerárquico	Velocidad(Kbps)	Canales de voz
Primer	2048	30
Segundo	8448	120
Tercero	34368	480
Cuarto	139268	1920
Quinto	564992	7680

Tabla 1 Ordenes jerárquicos de la PDH europea

En la tabla 1, se ilustra los diferentes ordenes jerárquicos plesiócrono PDH con sus respectivos números de canales.

El primer orden jerárquico de PCM 2048 Kbps se denomina E1.

1.5 DIAGRAMAS DE BLOQUES DE SISTEMAS DE COMUNICACIONES Y DE RADIO

A continuación se indica los diagramas de bloques de un sistema de comunicaciones y de un equipo de microondas.

1.5.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES

En la figura 1.10 se indica un diagrama general de un sistema de comunicaciones, desde la fuente de la información hasta el destino de la misma.

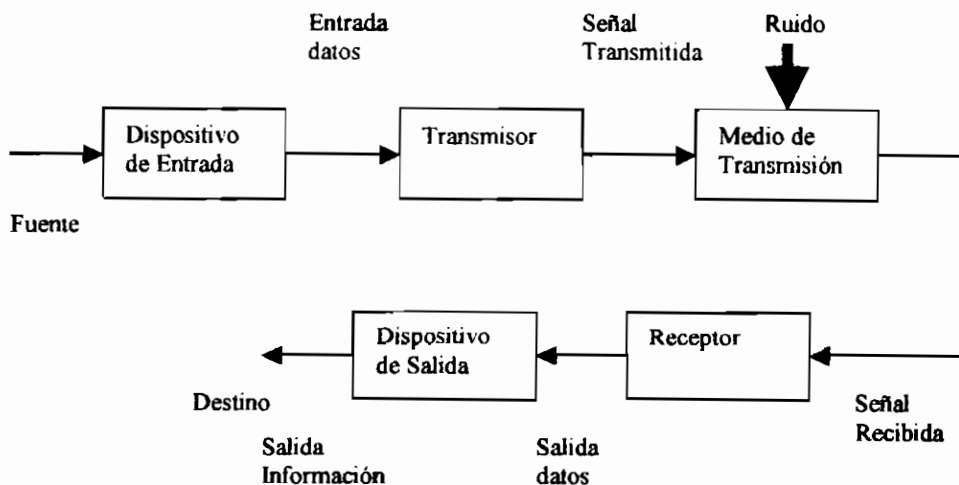


Figura 1.10 Gráfico Sistemático de comunicaciones⁽¹¹⁾

En la figura 1.11 se indica un diagrama de un equipo radio para comunicaciones por microondas, los que serán descritos más adelante.

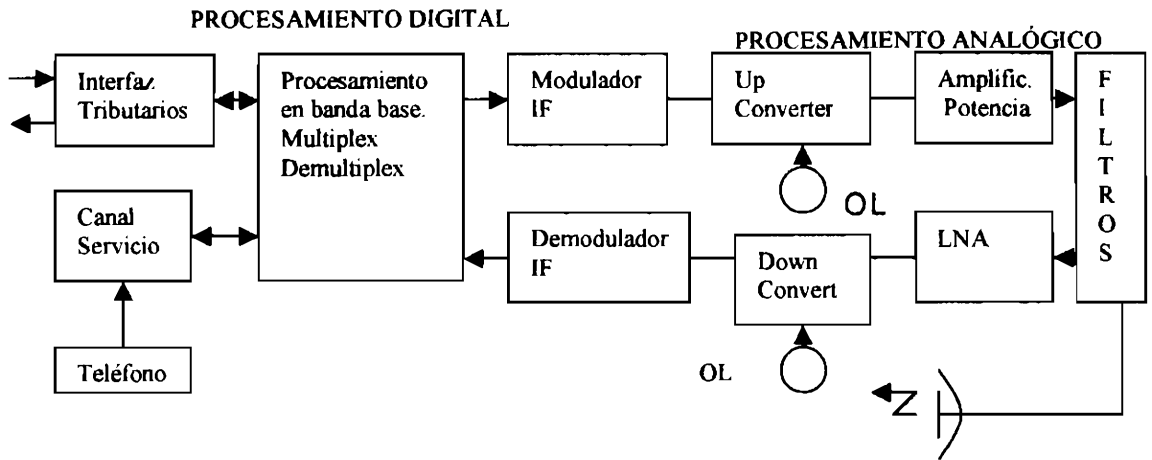


Figura 1.11 Diagrama de bloques de equipo radio.

Para un estudio sistemático de los componentes, se divide en tres secciones:

- a Banda Base Digital
- b Modulación Digital, y
- c Radiofrecuencia.

En la figura 1.12 se indica el diagrama de bloques de las diferentes etapas de un equipo de radio: ⁽¹²⁾

- CCA Complejo de Conmutación Automática
- BI etapa de inserción de bits en terminales.
- BE etapa de extracción de bits en terminales.
- D/I etapa de Drop Insert en las repetidoras.
- MO etapa de modulación.
- DEM etapa de demodulación.
- FI etapa de frecuencia intermedia.
- TX etapa de transmisión en radio frecuencia.
- RX etapa de recepción en radio frecuencia.

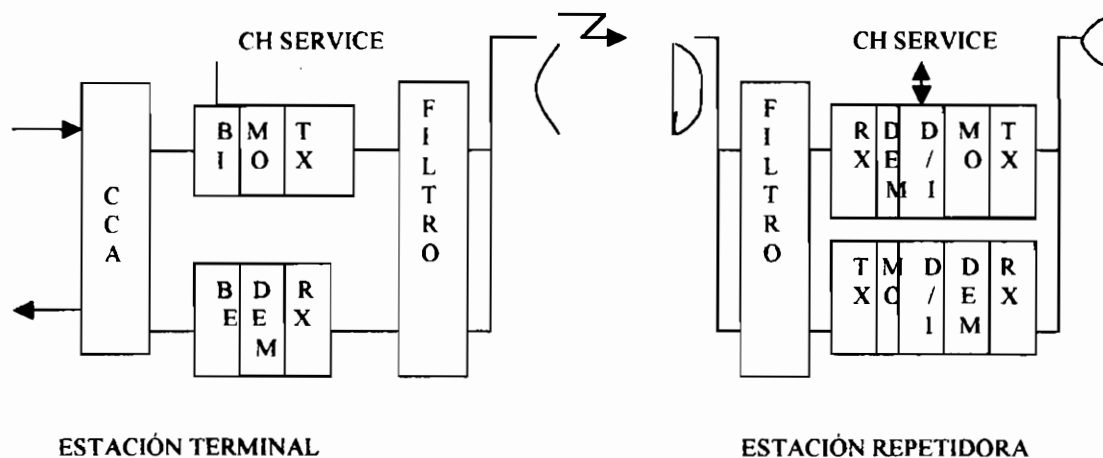


Figura 1.12 Diagrama general de funciones en bloques

a) La SECCIÓN BANDA BASE: tiene las siguientes funciones:

- Conmutación,
- Adaptación y Conversión de Código,
- Armado de la Trama BI,
- Aleatorizador SCR,
- Codificación CO,
- Ecuación en recepción EC,
- Y para enlaces de alta capacidad se recurre a la Codificación para corrección de errores FEC.

b) LA SECCIÓN DE MODULACIÓN:

En esta etapa la señal digital se transforma en analógica. Se conforma el espectro de emisión y se recupera la fase de la portadora de frecuencia intermedia FI en recepción. Posteriormente se tiene la conversión a radiofrecuencia mediante un mezclador balanceado.

1.6 MULTIPLEXACIÓN DE SEÑALES DIGITALES⁽¹³⁾

Como en cualquiera de los sistemas de transmisiones digitales la multiplexación constituye la base fundamental sobre el cual se levantará las diferentes configuraciones de transmisión sea a 2 Mbps, 8 Mbps, 34 Mbps y 140 Mbps.

1.6.1 LA MULTIPLEXACIÓN EN PDH

El sistema PDH tiene una multiplexación asincrónica en una red plesiócroma.

En PDH el nivel de velocidad del equipo de transmisión genera una nueva trama de velocidad levemente superior a la del multiplexor.

En dicha trama se agrupan:

- bits de paridad para el control de la tasa de error BER,
- canales de servicio para comunicación,
- canales de datos para operación de telesupervisión y el sistema de conmutación automática para la protección por redundancia de equipos.

En PDH la estructura de trama es distinta en cada orden jerárquico y no se encuentra estandarizado por encima de los 140 Mbps.

En PDH para órdenes superiores, el multiplexaje se lo hace por el intercalamiento de bits y se adopta la justificación positiva.

El equipo multiplexor de señales constituye que a 4 señales de entrada de jerarquía menor le corresponde una salida de jerarquía mayor, como se indica en la figura 1.13

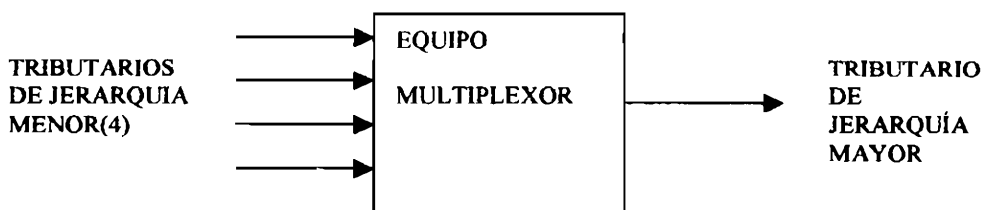


Figura 1.13 Equipo Multiplexor

1.6.1.1 Primer orden jerárquico digital plesiócrono

El primer orden de la jerarquía digital corresponde a una trama PCM de 30 canales de información más los dos canales de sincronización y señalización que proporciona una velocidad de transmisión de 2048 Kbps, por lo que se conoce sistema PCM 30+2 de Primer Orden.

1.6.1.2 Multiplexores de orden jerárquico superior. ⁽¹⁴⁾

El primer orden jerárquico se multiplexa sucesivamente para obtener mayores velocidades y capacidades de información.

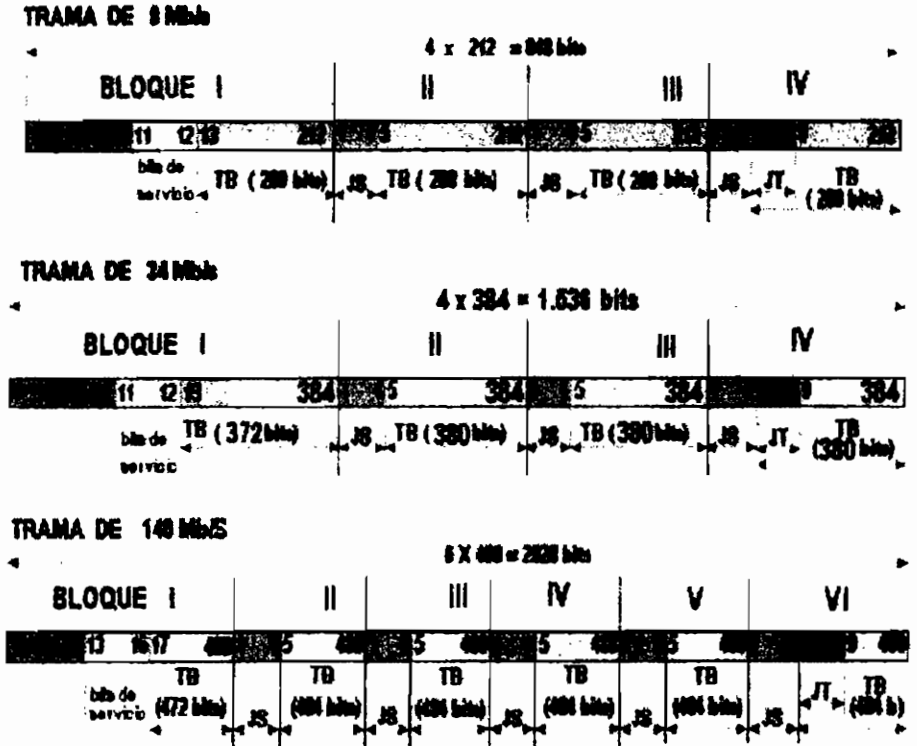
La jerarquía plesiócrona correspondiente a 2048 Kbps se multiplexa cuatro entradas (tributarios) y se obtiene el nivel de jerarquía superior de segundo orden.

En la figura 1.14 se observan las tramas digitales para los niveles jerárquicos a partir del segundo orden jerárquico.

Si bien el número de canales se multiplica por cuatro para pasar a la jerarquía superior, la velocidad es levemente mayor a cuatro debido al agregado de señales adicionales.

1.6.1.3 Trama digital de segundo orden jerárquico.

Describiremos en detalle el segundo orden jerárquico; los órdenes jerárquicos superiores son una extensión conceptual de este segundo orden, como se muestra en la figura 1.14.



BA: Bits de alineamiento
 TB: Bits de Tributario
 JS: Bits de Justificación
 JT: Bits Justificación de Tributario

Figura 1.14 Tramas de la Jerarquía Digital Plesiócrona a partir de 2 Mbps

1.6.1.4 Trama digital de 8448 Kbps⁽¹⁵⁾

Al multiplexor de segundo orden ingresan 4 tributarios de 2048 Kbps cada uno, cuya velocidad tiene una tolerancia de 50 ppm (equivalente a 102,4 bps).

La trama digital de segundo orden consiste en 848 bit/trama y se encuentra dividida en 4 subtramas de 212 bit. Al inicio de la trama se tiene un encabezado (overhead) con información de alineamiento de trama, alarma, bits de justificación positiva y bits de control de justificación.

La justificación positiva permite entrelazar 4 entradas denominadas tributarios de distinta velocidad dentro de la tolerancia de 50 ppm.

La palabra de alineamiento de trama consiste de 12 bits (1111010000AN) y permite el sincronismo del receptor. La pérdida de alineamiento de trama se produce cuando se detectan con error 4 palabras consecutivas. Para la recuperación del alineamiento se deben leer correctamente 3 palabras consecutivas.

Durante la falta de alineamiento, la señal de los tributarios se reemplaza por una señal de indicación de alarma AIS consistente en una secuencia de bits 1.

El bit N de la palabra de alineamiento se encuentra reservado para uso nacional (si no se usa se coloca un bit 1). El bit A actúa de alarma distante al terminal remoto durante el tiempo de falta de alineamiento de la trama.

Los datos provenientes de los tributarios se entrelazan por bits en la zona denominada carga útil de la trama. El proceso de multiplexación es transparente a la organización de la trama del orden jerárquico inferior, es decir, la información del tributario de entrada solo debe cumplir con los requisitos de velocidad, nivel y código; sin importar la organización interna de los datos.

La velocidad de los tributarios de entrada es de 2048 Kbps como valor nominal y con tolerancia de 50 ppm (102,4 bps). El entrelazado de 4 afluentes de entrada cuya velocidad puede no ser exactamente igual (funcionamiento plesiócrono) requiere entonces de la aplicación del proceso de Justificación Positiva.

LA JUSTIFICACIÓN POSITIVA: consiste en asignar a cada afluente una capacidad levemente superior a la real y rellenar el exceso con

bits que se denominan de justificación que se eliminan en el proceso de demultiplexación.

1.7 INTERFAZ DE ENTRADA.

La interfaz de unión entre los tributarios y los equipos de radio tienen las características que se indican en la tabla 3:

ORDEN JERÁRQUICO	1 ro	2 do	3 ro	4 to	5 to
Velocidad (KBPS)	2048	8448	34368	139264	564992
Tolerancia (ppm)	±50	±30	±20	±15	±15
Número de canales	30	120	480	1920	7680
Ancho del bit(η seg)	488.28	118.37	29.09	7.18	1.77
Longitud de trama μ seg	125	100.38	44.69	21.02	4.76
Cantidad de bit por trama	256	848	1539	2928	2688
Frecuencia de trama (KHz)	8	9.96	22.38	47.56	210.19
FAT palabra alineamiento de trama.	10011011	1111010000	1111010000	111110100000	Igual a 4to.
Tiempo de pérdida AT en para BER 10E-3	12.2	170.3	75.8	17.3	
Tiempo recuperación AT en μ seg con 99% probabilidad	3000	602	357	126	
Cantidad de bit Cj		3	3	5	5
Código de línea	HDB3	HDB3	HDB3	CMI	CMI
Impedancia Coaxial (ohm)	75	75	75	75	75
Ancho de Banda	1024	4224	17184	139264	564992

Tabla 3 Características principales para interfaces de radio.

Adaptación de señal digital :

Las funciones del circuito de entrada para el equipo de radioenlace puede separarse en:

- Adaptación de la señal entrante en impedancia, nivel y ecualización de la línea coaxial de 75 Ω .

- Recuperación del reloj desde la señal entrante y regeneración de dicha señal.
- Decodificación desde el código de interfaz HDB3 al código NRZ.

El circuito de la Fig. 1.15 se repite cada vez que la señal entrante sea digital, tanto en radioenlaces como en multiplexores o terminales de línea.

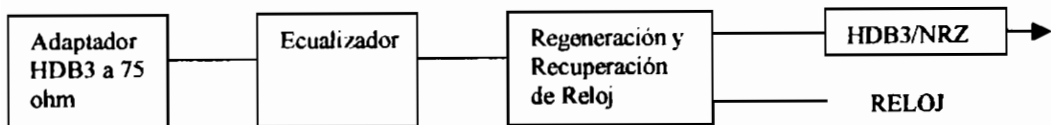


Figura 1.15 Circuito de entrada de señal digital.

1.7.1 ADAPTACIÓN DE LA SEÑAL DE ENTRADA

La señal digital ingresa por un punto de seccionamiento normalizado. Por ejemplo, para equipos de media capacidad 34 Mbps, la entrada se realiza a una velocidad de 34368 Kbps con tolerancia de +/- 20ppm (+/- 688bps) por un par coaxial de 75 Ω en código bipolar HDB3 con nivel de +/- 1Vp y tolerancia de +/- 10%. Por ello en la entrada se dispone de una adaptación de nivel e impedancia.

1.7.2 CODIFICACIÓN HDB3 / NRZ⁽¹⁶⁾

Las señales digitales codificadas como PCM se transmiten usualmente en la forma de un tren de impulsos unipolares. Si estas señales fueran transmitidas de forma directa los problemas aumentarían, porque las secuencias muy largas de 0's y 1's no permitirían recuperar el reloj de sincronismo, entonces se recomienda usar códigos de línea eficientes tales como HDB3 y NRZ para transmitir las señales.

En transmisiones digitales se recomienda el código HDB3 (Alta Densidad Bipolar) que permite un máximo de 3 ceros consecutivos, para las interfaces hasta 34 Mbps . Por otro lado indica también el código a usarse en la interfaz de datos a 64 Kbps, con reloj codireccional y contradireccional. Estos códigos bipolares deben ser convertidos a NRZ (No Retorno a Cero) por ser unipolares y por lo tanto factible de operar con circuitos lógicos.

1.7.2.1 Codificación HDB3

La codificación nos ayuda en la recuperación del reloj para poder sincronizar las señales, porque si se da el caso de grandes secuencias de ceros no se recupera el reloj.

El código HDB3 cuyas reglas de formación indican que:

- 1- El bit 1 se alterna en polaridad y el tiempo de duración es del 50 % del ancho definido (se asigna la secuencia 10 es decir un ciclo de reloj).
- 2- Cuando se encuentra una secuencia 0000 se reemplaza por 000V o R00V. Donde V es un pulso de violación y R de relleno. Las violaciones están alternadas entre sí. De existir el pulso de relleno lleva la misma polaridad que la violación.
- 3- Se coloca 000V cuando el último pulso antes de V tiene la misma polaridad que éste. Caso contrario se coloca R00V.
- 4- Luego la violación del próximo pulso tiene la polaridad contraria.

Con estas reglas, se asegura que ambas polaridades son equiprobables con lo cual se reducen las componentes de baja frecuencia. Por otro lado se transmite el reloj junto con los datos, impidiendo secuencias de ceros superiores a tres. Así el circuito de recuperación del reloj se encuentra permanentemente realimentado

por la señal de entrada, reduciendo de tal forma la posibilidad de fluctuación de fase. La fluctuación de fase se traduciría en una regeneración inadecuada fuera del instante de decisión ideal en el centro del pulso.

1.7.2.2 Codificación NRZ

Es un código de banda base, en el que las marcas transmitidas ocupan un intervalo de tiempo completo, conocido como NRZ, porque mientras se transmite la marca no retorna a cero. Como se indica en la figura 1.16

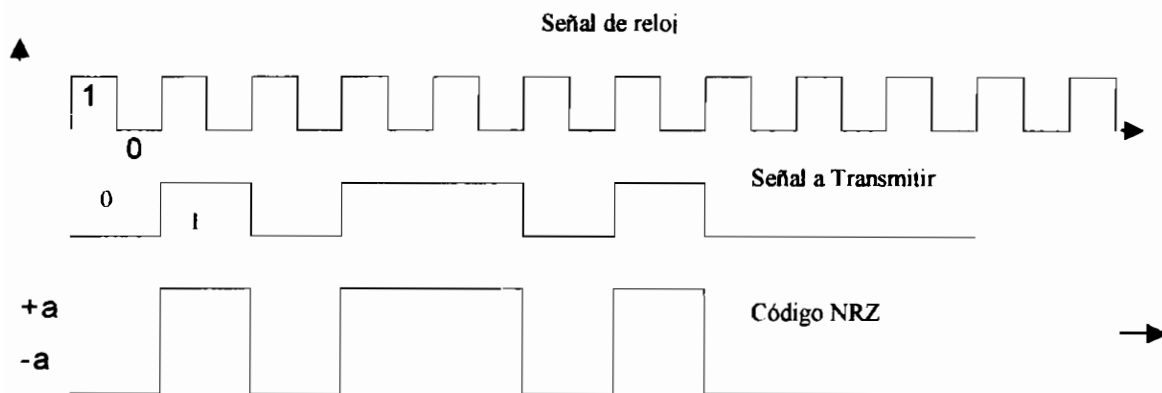


Figura 1.16 Codificación NRZ.

1.8 PROCESOS BIT-INSERTION / BIT-EXTRACTION Y DROP/INSERT

Luego de adaptar y codificar en el punto de ingreso del canal digital, se requiere armar una trama para facilitar la inclusión de canales adicionales de servicio y supervisión para la operación y mantenimiento. El armado de la trama se denomina bit-insertion (BI) y la recuperación bit-extraction (BE) si se trata de estaciones

terminales. En las estaciones repetidoras se usa en cambio la operación drop-insert (D/I).

1.8.1 TRAMAS DIGITALES BI/BE⁽¹⁷⁾

En el caso de BI/BE figura. 1.17 se tienen dos tramas digitales. En la primera se multiplexa el canal principal de 34368 Kbps; el canal auxiliar de 736 Kbps , que corresponde a una segunda trama; canales de datos a 64 Kbps con un máximo de 4x64 Kbps; un canal de 32 Kbps para la conmutación automática, 2 bits de paridad para el control de la tasa de error de bit BER y la palabra de alineamiento o sincronismo de trama. Lo cual resulta un total de 35840 Kbps.

La segunda trama realiza el proceso de justificación positiva sobre el canal auxiliar de 704 Kbps (correspondiente a 10 canales telefónicos digitalizados). La justificación se requiere ya que el reloj para armar la trama de 35840 Kbps se extrae a partir del reloj de 34368 Kbps, mientras que el reloj de 704 Kbps está provisto por el multiplexor de canales de servicio y no es sincrónico con aquel. Para lograr el sincronismo entre ambos relojes se procede a elevar la velocidad desde 704 Kbps a 736 Kbps. El reloj de 736 Kbps está provisto por la temporización de 35840 Kbps.

La justificación positiva consiste en asignar en la trama un espacio J en el cual puede introducirse información o colocarse un relleno. El receptor reconoce dichos estados mediante el bit C (C=0 indica información y C=1 indica un relleno). El relleno se llama pulso de justificación y consiste en un bit 1L. De esta manera el canal de 704 Kbps cuya tolerancia es de ± 50 ppm (± 35 b/s) se acomoda en la trama de 736 Kbps y se compatibilizan los relojes provenientes en distinto sentido.

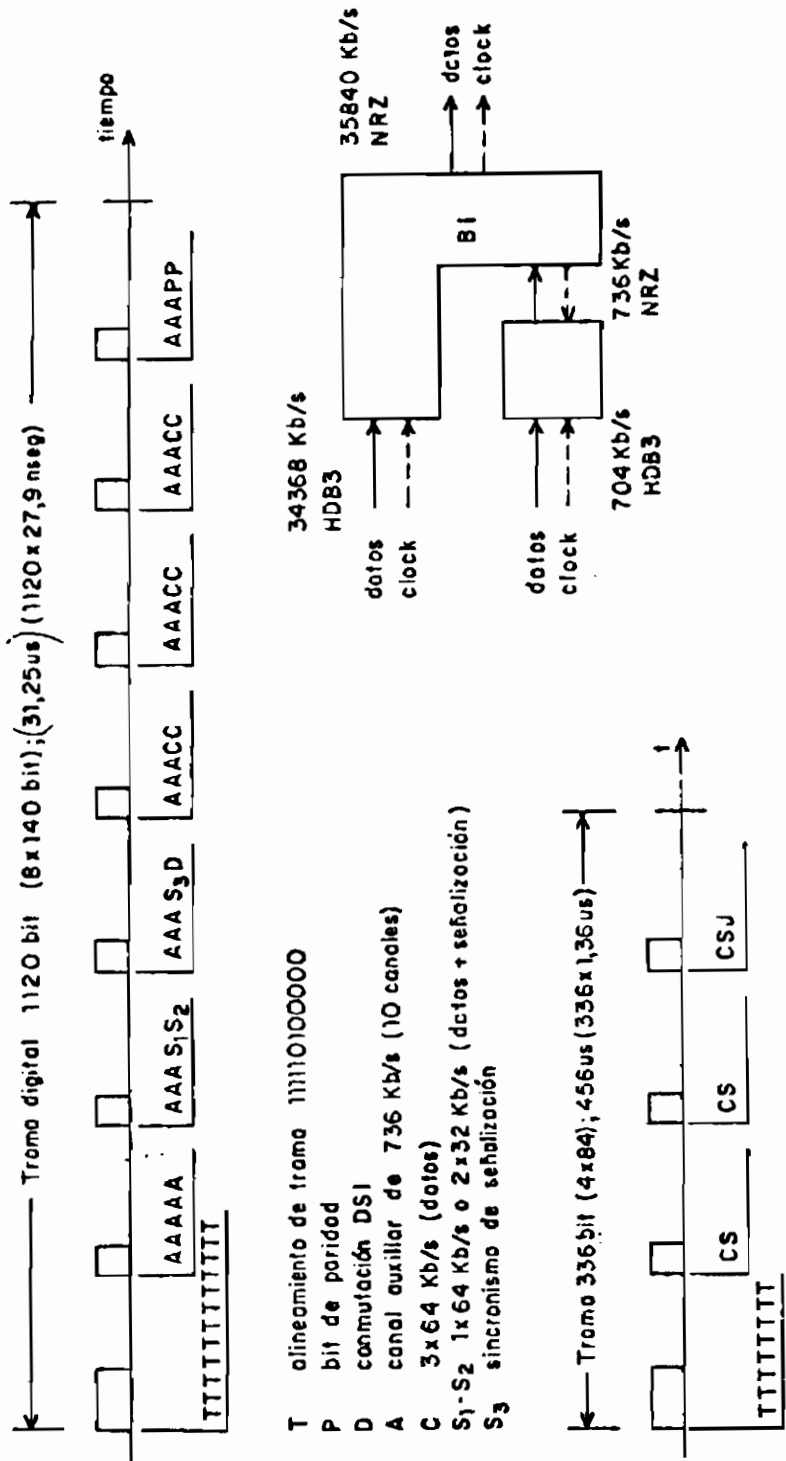


Figura 1.17 Tramas BI/BE

1.8.2 ETAPA DROP-INSERT (D/I)⁽¹⁸⁾

La etapa D/I es una función principal en las estaciones repetidoras donde se desea extraer e ingresar canales de servicio sin afectar al tren de datos principal. De esta forma, en caso de falta de datos de información se puede producir un by-pass para eliminar del camino a la señal de dicha etapa.

El demultiplexor (drop) separa los canales de servicio para operación y mantenimiento, el multiplexor (insert) los reúne nuevamente en una trama de 35840 Kbps.

1.9 CODIFICACIÓN SEUDOALEATORIA

La pseudoaleatorización (scrambler) es un proceso que se efectúa sobre la señal digital para evitar que ésta tenga secuencias periódicas o continuas largas aún por reducidos períodos de tiempo.

Si la señal digital está compuesta por largas secuencias de ceros o unos, no existen transiciones, esto impide que el reloj de recepción reciba la conveniente realimentación; los cruces por cero de la señal hacen que nuevamente el reloj sea recuperado y se mantenga en fase con la señal recibida.

Podemos indicar 3 razones por las cuales se requiere la aleatorización de la señal a transmitir:

- Si enviamos 000...0 ó 111...1 no se tiene transiciones y se puede perder el reloj en el receptor.
- Si enviamos una secuencia periódica, se tienen componentes espectrales que pueden producir el enganche del circuito de extracción en recepción con una armónica que no sea la propia del reloj.

- Con una secuencia periódica también se corre el riesgo que la potencia concentrada en armónicas fuera de banda produzca interferencia sobre los canales adyacentes.

1.10 CODIFICACIÓN PARA CORRECCIÓN DE ERRORES (FEC)

En los sistemas de alta capacidad (4x34 Mbps o 140 Mbps) se debe recurrir a la corrección de errores para mantener acotada la tasa de error BER en condiciones de propagación adversas y fundamentalmente la BER residual (RBER) en condiciones normales de propagación.

La codificación para corrección de errores FEC (Forward Error Corrector) consiste en agregar un bit de paridad P a la información I transmitida en un número suficiente para chequear la señal y corregir errores.

El mínimo de número de bits P que deben agregarse a una secuencia I debe cumplir con la desigualdad siguiente:

$$2Ep \geq I + p + 1$$

El decodificador se autosincroniza cuando de la comparación sucesiva de bloques surgen diferencias, para corregir; el tiempo de resincronización es estimado en menos de 1,5 μ seg. Las correcciones posibles son de un error por cada grupo de 62 bits. De ésta forma el FEC corrige errores solo cuando el BER es pequeño. En otras palabras, cuando la transmisión es buena el FEC se encarga de mejorarla aún más.

Esta corrección se refleja en la reducción del BER que responde a la siguiente igualdad:

$$BER_c = 97(BER_{nc})^2$$

El codificador FEC es bueno para corregir errores aislados pero inútil para ráfagas de errores, produciéndose una mejora de los

parámetros de calidad RBER (tasa de error residual) y ES (segundos errados).

1.11 ECUALIZACIÓN DIGITAL ⁽¹⁹⁾

La codificación FEC produce una mejora del BER en condiciones óptimas de propagación, en condiciones adversas el ecualizador digital en banda base mejora sustancialmente el BER.

Cuando en el trayecto se tiene un desvanecimiento selectivo por multitrayectoria, el espectro de la señal digital que se transmite se ve afectado por un pico de atenuación. Dicho pico de atenuación, denominado Notch, produce una deformación que se traduce en una distorsión en la forma de onda luego del demodulador.

Antes de proceder a regenerar la señal demodulada, la misma debe ser ecualizada tendiendo a reducir la deformación. Esta deformación se interpreta como una interferencia intersímbolo ISI de un pulso sobre los demás. El ecualizador pretende forzar el paso por cero en el instante de decisión de los demás pulsos de forma que un pulso no afecte el valor de tensión de los pulsos anteriores y posteriores al mismo.

Por otro lado, se puede corregir la interferencia intersímbolo no solo de un pulso sobre los restantes pulsos del mismo tren de datos de modulación, sino de trenes de datos entre sí. La idea puede resumirse en las siguientes palabras:

En el instante de decisión cuando se debe producir la regeneración de la señal recibida se fuerza la anulación de las colas (ISI) de los pulsos adyacentes en el mismo tren de datos o sobre el otro tren de datos.

1.12 CONMUTACIÓN HIT LESS⁽²⁰⁾

Los sistemas de media y alta capacidad, para cumplir con los objetivos de disponibilidad tienen la conmutación en banda base.

La conmutación tradicional directa entre dos trenes de datos puede producir efectos serios sobre la señal recibida. Ocurre que en el instante de conmutación ambos trenes pueden estar desfasados en más de un bit y por lo tanto se producirán deslizamientos.

Un deslizamiento ocurre cuando la conmutación se efectúa sobre distintos bits y la señal de salida pierde algunos bits o repite otros. De esta forma el equipo de multiplexación que recibe la señal pierde el sincronismo o alineamiento de trama al no encontrar dichas palabras en su lugar.

Para evitar los deslizamientos se recurre a la conmutación Hit Less (libre de deslizamientos). En este caso los trenes de datos se ponen en fase en el mismo bit antes de conmutar. Este criterio de conmutación se usa en todos los sistemas de alta capacidad y en la mayoría de media capacidad.

Para evitar los problemas producidos por el deslizamiento(falta de alineamiento de trama FAT), en el demultiplexor receptor de la señal se tiene un circuito de detección de la palabra de alineamiento de trama PAT con un corrimiento de un bit en más y en menos respecto de la posición esperada. De esta forma se previene un posible deslizamiento de un bit.

Sin embargo, ambos trenes pueden estar además corridos algunos bits y los datos a la salida serán distintos. Por ello se comparan los datos de salida y en caso de encontrar diferencias se generan pulsos de inhibición de la escritura en el canal que no está conectado a la

salida. Estos pulsos tienen el nombre de skip y duran un pulso de escritura.

En baja capacidad los bits son lo suficientemente extensos en duración como para asegurar que la diferencia de retardo entre ambos trenes de datos no llegue a producir un deslizamiento en la gran mayoría de veces.

1.13 CONCEPTOS DE AIS Y RELOJ DE SINCRONIZACIÓN⁽²¹⁾

Las señales que son intercambiadas entre los distintos equipos involucrados en una red digital (multiplexores y equipos de transmisión), existen dos que son de especial interés: Las Señales de Indicación de Alarma SIA o AIS y el reloj para la sincronización del enlace.

1.13.1 SEÑAL AIS.

La señal AIS se utiliza tanto en transmisión como en recepción para "rellenar" un canal en condiciones de alarma, si en el lado recepción de un enlace se interrumpe la señal recibida (por condiciones adversas de propagación), la etapa BE del equipo de radioenlace produce la señal AIS hacia "abajo" ("adelante" en el sentido de la señal). Esto se debe a que la falta de señal produce alarma en el demodulador o la alarma de falta de alineamiento de trama FAT en la BE.

De esta forma una señal AIS (todos unos) en código HDB3 se envía hacia el demultiplexor del orden jerárquico superior, el cual a su vez emite la alarma FAT local debido a que no recibe la palabra de alineamiento correspondiente. Esta alarma FAT provoca la emisión

de la señal AIS hacia "abajo". Lo mismo ocurre con el segundo y primer orden jerárquico.

En el primer orden Jerárquico en cambio, la alarma FAT local provoca el silenciamiento del canal telefónico a frecuencia vocal. Es decir que corta la recepción del suscriptor conectada a la red.

La señal AIS mantiene la comunicación entre equipos enviando una señal permanente, pero equivalente al canal en falla.

En transmisión también se utiliza la señal AIS, si se encuentran con alarma de falta de información recibida (MIR). En este caso se emite AIS hacia "adelante"(en dirección del otro terminal).

1.13.2 LA SEÑAL DE RELOJ DE SINCRONIZACIÓN.

La señal de datos debe llegar junto con la información de reloj para reconocer donde comienza y finaliza cada bit. Ésto es necesario en los enlaces que no poseen un reloj maestro patrón de elevada estabilidad; como es el caso de transmisiones de la Jerarquía Digital Plesiócrona.

Se dispone del código HDB3 y la aleatorización en la emisión de señales digitales para garantizar la recuperación del reloj y sincronizar las señales recibidas.

Cada reloj es un Oscilador Controlado por Tensión VCO conectado en la configuración de Loop de Enganche en Fase PLL(phase locked loop). La tensión de control del VCO surge de la comparación de la propia frecuencia de reloj con la recuperada desde la señal recibida.

Así por ejemplo de la señal recibida en el demodulador se extrae el reloj. Este se usa para sincronizar un VCO que genera el reloj CK de recepción. El CK obtenido se envía a la BE y de allí contenido en el

código HDB3 hasta el multiplexor de tercer orden jerárquico. Por otro lado, el CK se envía al modulador es decir se transmite hacia el otro extremo en la señal emitida. Con lo cual el ciclo se cierra. Desde el modulador MO se envía a la BI. En la BI como el reloj de la señal de entrada recibida desde el multiplexor de tercer orden jerárquico (contenido en el código HDB3) tiene distinta dirección que el proveniente del MO se utiliza una memoria elástica para compatibilizar ambos relojes.

Referencias del Capítulo 1

- (1) **Comunicación Digital. Ing Pablo Hidalgo. Página 9**
- (2) **Comunicación Digital. Ing Pablo Hidalgo. Página 9**
- (3) **Sistema de Tx Digital. Roberto Ares. pag 1.15**
- (4) **Sistemas de Modulación Por Impusos Codificados. Bell Telephone. Página 17**
- (5) **Sistema de Tx Digital. Roberto Ares. pag 1.15**
- (6) **Transmisor-Receptor de 6 canales Analógicos usando PCM. Galo Valencia Pinargote. EPN. Pag 20**
- (7) **Redes y Servicios Digitales. Roberto Ares. Pag 8**
- (8) **Comunicación Digital. Ing Pablo Hidalgo. Página 27**
- (9) **<http://www.lmdata.es/reports/tca-jds.htm>**
- (10) **<http://www.urbe.edu/telemática/multicanalizacion/sld030.htm>**
- (11) **Curso Alcatel Ecuador, página 1.**
- (12) **Sistemas de Radioenlaces Digitales. Roberto Ares. Página 8**
- (13) **Transmisor-Receptor de 6 canales Analógicos usando PCM. Galo Valencia Pinargote. EPN. Pag 19**
- (14) **Jerarquía Digital. Fausto Montoya. ESPE. Página 4.**
- (15) **Jerarquía Digital. Fausto Montoya. ESPE. Página 16**
- (16) **Sistemas de Radioenlaces Digitales. Roberto Ares. Página 14**
- (17) **Sistemas de Radioenlaces Digitales. Roberto Ares. Página 20**
- (18) **Sistemas de Radioenlaces Digitales. Roberto Ares. Página 27**
- (19) **Sistemas de Radioenlaces Digitales. Roberto Ares. Página 37**
- (20) **Nociones Sobre Sistemas Digitales Hasta 34 Mbps. Siemens. Página 7.19**
- (21) **Sistemas de Radioenlaces Digitales. Roberto Ares. Página 50**

CAPÍTULO II

CAPÍTULO II

2 DISEÑO DE RADIOENLACE DIGITAL

2.1 INTRODUCCIÓN

En las redes de transmisión de telecomunicaciones se utiliza cable coaxial, fibra óptica, enlaces satelitales ó enlaces de microonda digital para llevar la información a su destino; se elige uno de estos medios de transporte de acuerdo al BER requerido, distancia, criterios de seguridad, etc.⁽¹⁾

Se denomina enlace de radio, a la interconexión entre terminales de telecomunicación mediante ondas radioeléctricas.

Los enlaces de microonda usan frecuencias superiores a 1 GHz para realizar la transmisión de información codificada. Las señales digitales permiten la conservación de la calidad de la señal independiente de la distancia del enlace.

Se llama enlace digital porque se utiliza técnicas de modulación digital. Para 34 Mbps usa la modulación 4QAM, que es una modulación mixta de amplitud y de fase.

En este capítulo se indican los diferentes componentes de un radio-enlace, del tipo microondas, de las pérdidas de enlaces, de las diferentes ganancias, etc, llegando también a realizar un enlace punto-punto de dos radios.

La transmisión de ondas vía radioenlaces es adecuada para una serie de aplicaciones, ya que ofrece soluciones para pequeñas y largas distancias con equipos compactos de instalación y mantenimiento fácil y rápido.

Estas aplicaciones son para redes de telecomunicaciones de áreas urbanas, tanto públicas como privadas. La transmisión por microondas sirve también para la instalación de servicios temporales

de telecomunicaciones y ayuda a la restauración de servicios en caso de desastres.

Se han desarrollado una familia de radioenlaces digitales operativos en frecuencias de 1 a 58 GHz, que corresponden a longitudes de onda de entre 300 mm y 5 mm. Todos ellos cumplen con los estándares internacionales de telecomunicaciones para satisfacer la demanda en todo mundo.

2.1.1 APLICACIONES DE RED

En este proyecto se realiza un estudio de los radioenlaces comerciales de microondas en respuesta al reciente crecimiento de la demanda de transmisión digital de baja y media capacidad.

El análisis ha mostrado que los radioenlaces de microondas son de aplicación amplia en las redes celulares más que en otras redes de acceso público o privado. El gran número de enlaces digitales de baja y mediana capacidad posee ventajas sobre líneas alquiladas y mayor libertad en la elección de las configuraciones de las estaciones transceptoras.

2.2 PROBLEMAS DE ESPECTRO⁽²⁾

Con el crecimiento de la tecnología "sin hilos" o wire-less, y en particular de las redes celulares digitales, la racionalización del espectro para servicios fijos de 1 a 60 GHz se ha convertido en materia de tratamiento urgente.

Uno de los principales temas es la asignación de bandas de alta frecuencia entre 1 y 3 GHz para los nuevos sistemas digitales terrenos móviles, como GSM y DECT, para sistemas móviles aeronáuticos. Por lo tanto, los servicios fijos tienen que liberar algunas de sus tradicionales frecuencias de banda para colocarse en

bandas desde un límite mínimo de 3 GHz y generalmente hasta 23 GHz.

Para el caso de transmisión para 34 Mbps se escoge la banda de frecuencia de 8 GHz.

En los últimos tres años, la necesidad de nuevas bandas de frecuencias ha creado la demanda de un nuevo ordenamiento de canales a frecuencias más altas y de estandarización de los correspondientes sistemas de microondas.

Principalmente, en el grupo de trabajo de gestión de frecuencias del comité europeo de radiocomunicaciones (ERC) de la CEPT, se acordó a principios de 1994, en el contexto de la DSI (investigación detallada del espectro), redefinir con urgencia las bandas de 20 a 30 GHz, con el fin de armonizar su uso en el mundo. Estas bandas de frecuencia son muy útiles en zonas climáticas con alto índice de precipitación

2.3 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. ⁽³⁾

Las ondas electromagnéticas corresponden a la transmisión de una potencia radiada por una antena.

Dichas ondas se mueven a la velocidad de la luz, y consiste de una combinación del campo eléctrico y el campo magnético.

Los parámetros principales de las ondas son:

λ : longitud de onda en (m)

c : velocidad de la luz (m/s)

f : frecuencia en (hertz)

T : período (s)

Donde:

$$\lambda \text{ (m)} = c \cdot T = c / f. \text{ (3a)}$$

En la tabla 2.1 se indican las diferentes frecuencias con sus respectivas longitudes de onda:

F (GHz)	λ (mm)
1	300
2	150
4	75
5	60
6	50
7	42.86
8	37.5
10	30
11	27.27
13	23.08
15	20
18	16.67
23	13.04
28	10.71
38	7.89
50	6

Tabla 2.1 Diferentes longitudes de onda, para diferentes frecuencias

Se ve que para una frecuencia en la banda de 8 GHz, la longitud de onda es 37.5 mm, en esta longitud de onda hay un fenómeno especial que es absorbida por la lluvia.

2.4 POLARIZACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.⁽⁴⁾

La polarización esta dado por la posición del campo eléctrico.

- Polarización Lineal: el vector campo eléctrico es paralelo a la dirección y puede ser polarización horizontal o vertical.
- Elíptica o Circular: el vector campo eléctrico gira en un plano el cual es perpendicular a la propagación.

Las ondas electromagnéticas polarizadas, una vertical y la otra horizontal pueden ser transmitidas al mismo tiempo. La información llevada por esas ondas es independiente.

La combinación de esas dos ondas se hace con la ayuda de un duplexor.

2.5 PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Para la potencia de transmisión emitida por una esfera centrada en una antena, la pérdida de espacio libre esta dada por la ecuación:

$$\alpha = P_e / P_r = (4 \cdot \pi \cdot d / \lambda)^2 .$$

Donde:

α = pérdida de espacio libre

P_e = potencia de emisión.

P_r = potencia de recepción

d : distancia entre los equipos transmisor y receptor.

λ = longitud de onda.

La función para calcular las pérdidas de espacio libre que implica además de la distancia, otro de los factores importantes que es la frecuencia tenemos, es la expresión anterior en dB:

$$A_o(\text{dB}) = 32.45 + 20 \log f + 20 \log d.$$

Donde

A_o : pérdida en espacio libre.

f : frecuencia del enlace en MHz,

d : longitud del enlace en Km.

En la figura 2.1 ⁽⁵⁾ se indica un gráfico práctico para obtener un valor muy aproximado al valor real de las pérdidas de espacio libre para diferentes distancias y varias frecuencias.

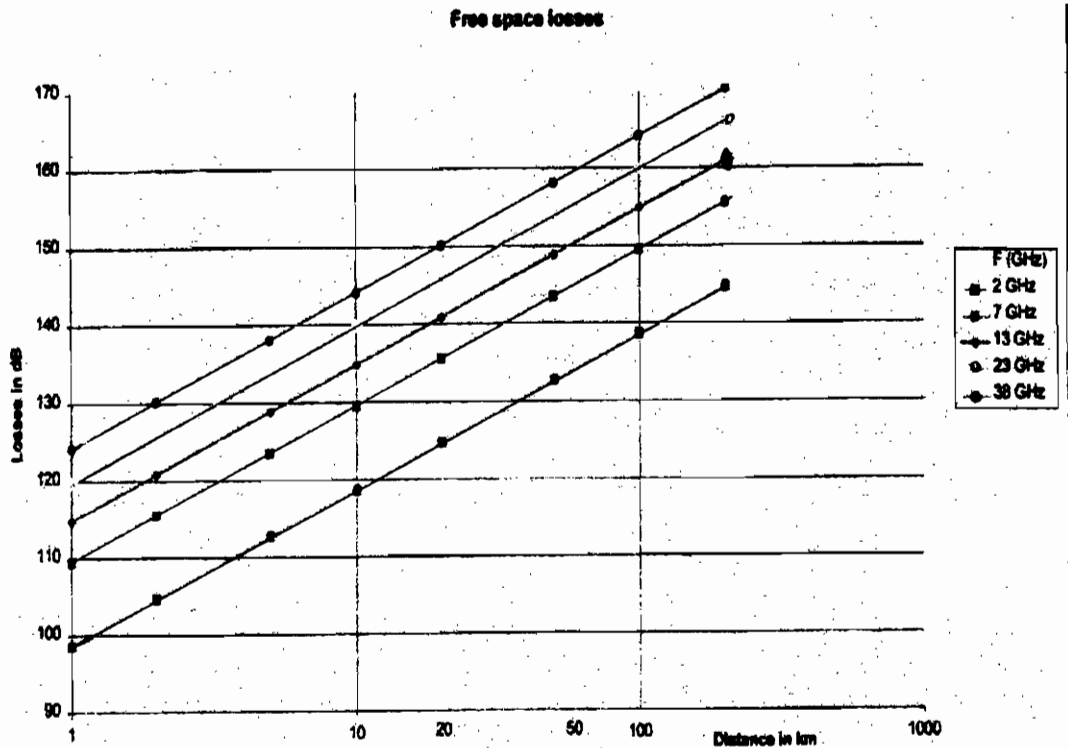


Figura 2.1 Pérdidas por espacio libre

En este gráfico se muestra claramente que a mayor frecuencia existe mayor pérdida de potencia en el espacio.

2.6 DIFICULTADES EN PROPAGACIÓN.

2.6.1 OBSTÁCULOS

Un obstáculo origina una atenuación adicional, si está presente dentro de la elipsoide de la primera zona de Fresnel.

Como por ejemplo:

A y B son las dos antenas.

d : la distancia.

M : el punto donde se ubica el obstáculo.

$$AM + MB = d.$$

Además el máximo radio de la elipsoide de las zonas de Fresnel, en la mitad de la distancia entre antenas será:

$$r = \frac{1}{2} (\lambda \cdot d)^{1/2}$$

Del análisis de la fórmula se tiene que a mayor distancia, el radio es mayor y para frecuencias mayores el radio de la elipsoide es menor. En la fig 2.2 ⁽⁶⁾ se muestra un gráfico para el radio de la primera zona de fresnel.

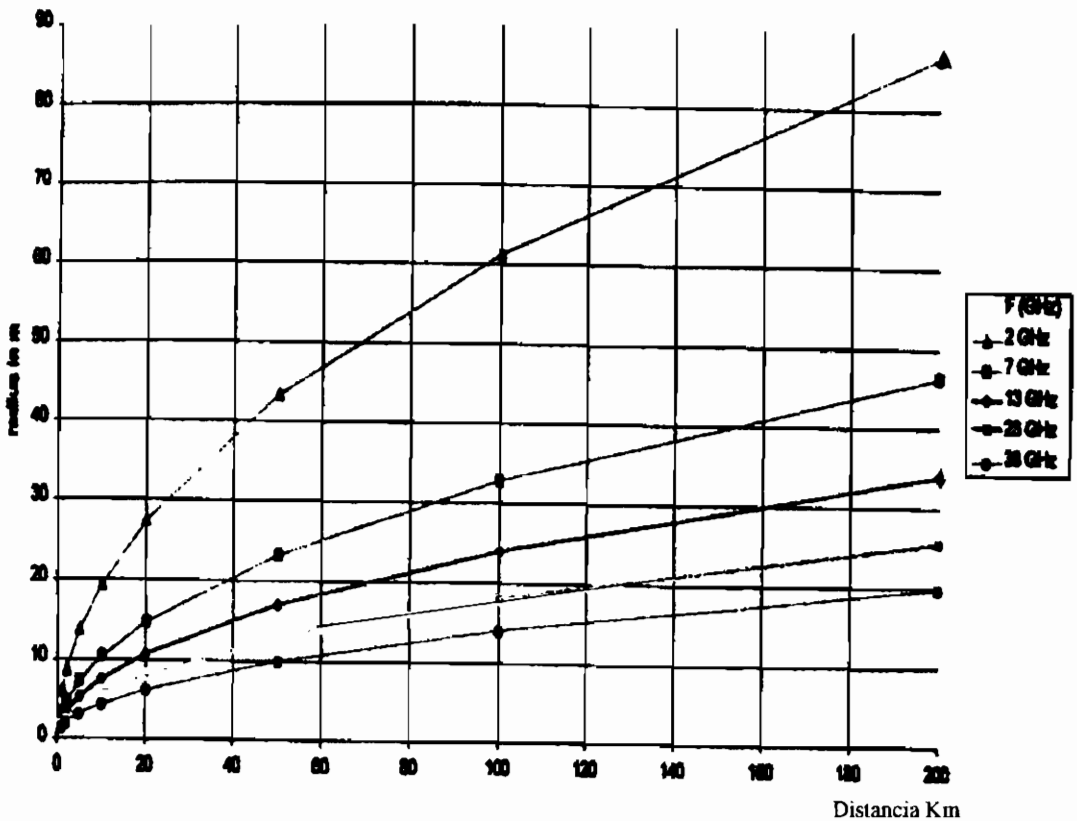


Figura 2.2 Radio máximo de la primera zona de Fresnel.

Analizando este gráfico se tiene que a mayor frecuencia, el radio de la primera zona de Fresnel es menor y cualquier obstáculo es muy perjudicial para un buen enlace y un obstáculo que corte la mitad de la elipsoide de la primera zona de Fresnel genera una pérdida de 6 dB en el enlace.

2.6.2 INFLUENCIA DEL RADIO DE CURVATURA DE LA TIERRA.

La ruta real que une a las dos antenas de un enlace tiene en efecto una curvatura cercana al de la tierra, por el fenómeno de no homogeneidad de la atmósfera.

“Bajo condiciones normales de propagación, el índice de refracción de la atmósfera terrestre disminuye con la altura, lo que produce que los rayos viajen más lento cerca de la superficie terrestre que a grandes alturas. Esta variación de la velocidad con la altura da como resultado que las ondas de radio sufran una curvatura. Esta curvatura puede ser representada como una línea recta, pero con el radio de la tierra modificado para que la curva relativa entre el rayo y la superficie de la tierra permanezca sin alteración. El nuevo radio de la tierra es conocido como radio efectivo y a la relación entre el radio efectivo y el radio de la tierra se denomina usualmente como la constante K”.

$K=1.33$, factor de corrección de curvatura de la tierra para la mayoría de climas, K puede tomar valores desde 0,6.

2.7 USO DE MAPAS

Para realizar un radio enlace, lo más importante es disponer de mapas topográficos con escala 1:50000 y de planos lo más actualizados posibles; esta escala es muy utilizada porque el terreno es detallado finamente.

Los mapas se utilizan como referencia para la búsqueda, la selección de sitios y para los estudios de cobertura.

De los mapas se obtiene datos de la topología del terreno, donde cada punto que se obtiene queda definido en posición geográfica (latitud y longitud) y altura; siendo éste el primer paso para un proyecto de radioenlace.

En la actualidad hay mapas digitalizados por radar que son verdaderos en altura y posición, pero por su alto costo, hace que en nuestro país las empresas encargadas de proyectos aún siguen usando mapas topográficos.

2.8 ESTUDIOS DE CAMPO(SURVEY).

Esto es la inspección visual del terreno o sitio seleccionado para ubicar la estación de radio.

Luego de realizar el estudio en los mapas para seleccionar varios sitios y elegir el más conveniente, se debe verificar con el estudio de campo para determinar el sitio definitivo de instalación.

Para elegir el sitio se debe tener en cuenta lo siguientes aspectos:

- Que existan vías de acceso al sitio escogido,
- Energía eléctrica en el sitio o cerca del lugar escogido,
- Facilidad de acceso con material,
- Si es una estación existente, se debe verificar el estado, tipo y altura de torre,
- Determinar el estado físico de la caseta y verificar si hay sitio para colocar equipo,
- Determinar si hay espacio para colocar antenas en la torre.

2.9 DISPOSICIÓN DE CANALES DE RADIOFRECUENCIA

La disposición de canales, en la actualidad se debe preveer en todos los equipos de radio a instalarse, porque la banda de frecuencias está por saturarse; cabe mencionar que la banda de frecuencias para los radios 9470 LX está en la banda de 8 GHz, desde 7,1 GHz a 8,5GHz.

Siempre en las primeras etapas de la planificación, es recomendable determinar la disponibilidad de las radiofrecuencias en la región o sector de interés, ya que la misma puede influir sobre la viabilidad o no del radio-enlace.

En los equipos se debe detallar los planes de frecuencias más utilizados; los cuales deben asegurar la compatibilidad con otros equipos, facilitando el intercambio de información entre ellos.

2.10 PLANIFICACIÓN DEL ENLACE DE RADIO

En resumen; la parte de ingeniería esta en la realización metódica de los pasos para obtener un eficaz enlace de microondas que serían los siguientes:

- Determinación de la frecuencia a usarse,
- La tasa de error recomendado,
- La determinación de saltos necesarios para lograr la comunicación entre dos sitios distantes.
- Escoger los sitios para el equipo.
- Cálculo de los enlaces previstos, márgenes, y porcentaje de disponibilidad.
- Survey, para chequear la ausencia de problemas electromagnéticos de radares, otros enlaces de microondas, transformadores de energía eléctrica, líneas de alta tensión, etc. y problemas físicos como existencia de acometidas de energía, torres, construcciones, etc.
- Y modificaciones de los resultados del estudio previo.

2.10.1 DESCRIPCIÓN DEL TRANSMISOR-RECEPTOR EN UN ENLACE DE MICROONDA.

El equipo de radio permite establecer un canal de transmisión que debe estar en óptimas condiciones de funcionalidad. Teniendo el Transmisor y el Receptor una responsabilidad alta del correcto funcionamiento del enlace de microonda.

En los módulos transmisor-receptor hay dos partes importantes:

- Una parte digital: ejecuta el proceso de banda base, multiplexación y demultiplexación de los tributarios y puede contener un sistema de conmutación para un canal de reserva en caso de avería del canal principal.
- Una parte analógica: recibe el tributario digital y transforma en una señal de radio frecuencia; usando el siguiente proceso:

MODEM => IF(frecuencia intermedia) => Transporte de Frecuencia
=> Amplificador de potencia en transmisión.

En la figura 2.3 se indica un diagrama de bloques de un radio digital que está constituida por su parte transmisora y receptora, se muestra además la parte digital como la analógica en un equipo terminal.

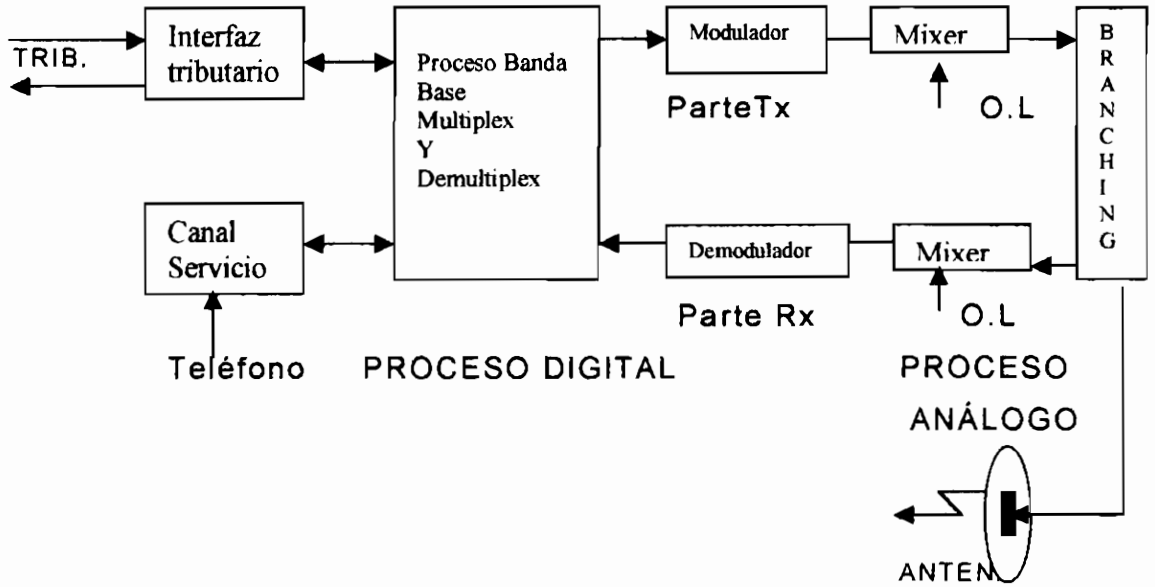


Figura 2.3 Representación General de un T/R.

2.11 CÁLCULO DE UN ENLACE DE RADIO PARA DOS TERMINALES⁽⁷⁾

El estudio permite calcular el margen de seguridad del enlace; que es la diferencia entre la potencia recibida mínima para una buena demodulación con BER (bit error rate) aceptable y la potencia nominal calculada.

En los radios 9470 LX la potencia mínima con BER aceptable es -83 dBm y si en el cálculo del enlace tenemos potencia recibida -50 dBm el margen de seguridad o fiabilidad del enlace es de 33 dBm.

Los parámetros que se deben tomar en cuenta se muestran en la figura 2.4.

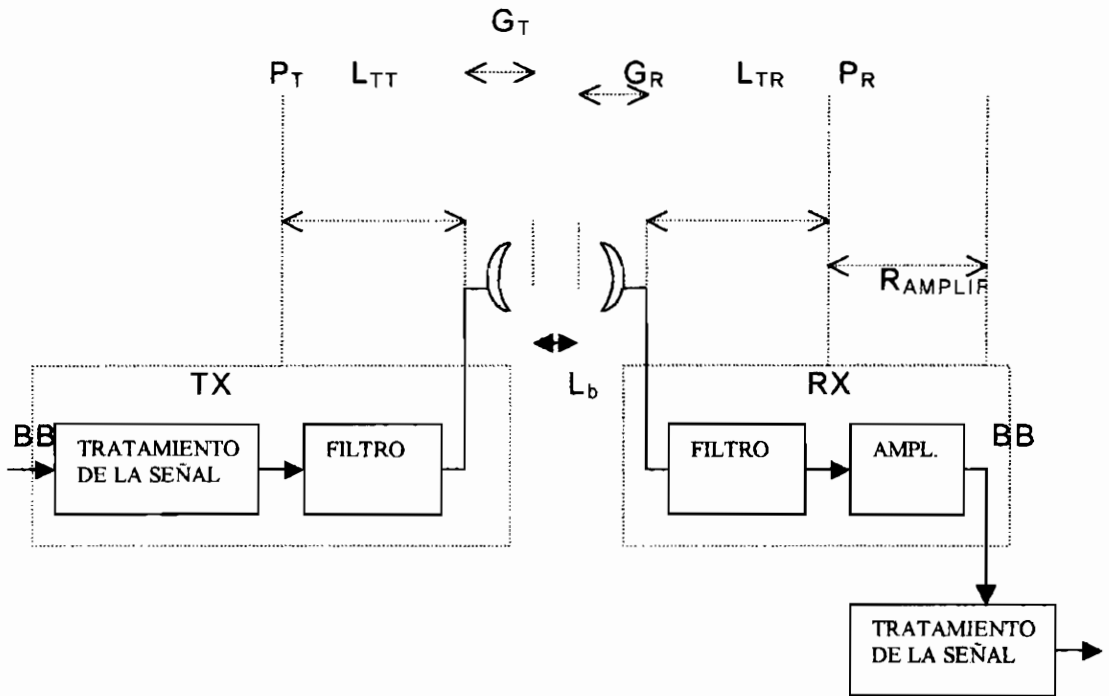


Figura 2.4 Parámetros de un enlace de microondas

El diagrama expuesto se tiene los siguientes parámetros:

P_T : potencia de transmisión (dBm).

L_{TT} : pérdida en filtro de transmisión (dB).

L_{TR} : pérdida en filtro de recepción (dB).

G_T : ganancia de la antena de Transmisión (dB).

G_R : ganancia en antena de recepción (dB).

L_b : pérdidas de espacio libre (dB).

P_R : potencia de recepción, a la entrada.

P_{RX} debe ser tal que cumpla con todas las características de calidad proporcionados por el fabricante del equipo de radio; estos datos son potencia de recepción para BER 10E-08, 10E-06 y para corte del enlace BER 10E-3.

2.11.1 ESQUEMA PRÁCTICO PARA CÁLCULO DE VALOR RECIBIDO INCLUYENDO TODOS LOS ELEMENTOS⁽⁸⁾

En este esquema nos muestra el nivel de recepción con todos los elementos que tienen pérdidas y ganancias.

Las pérdidas de la señal de transmisión que se deben considerar son: Las **atenuaciones** de los diferentes elementos del radioenlace.

La atenuación es la pérdida de energía conforme la señal se propaga hacia su destino.

Graficando todos los valores antes mencionados de ganancia y pérdida de un radioenlace se obtiene la potencia de recepción que es igual a la potencia de transmisión de 1/2 watt (27 dBm) - pérdidas de branching Tx -pérdida de guía onda en TX de 3 a 10 dB + Ganancia de antena Tx – pérdidas de espacio libre + ganancia de antena Rx – pérdidas en Branching RX + pérdidas en guías de onda 3 a 10 dB como se muestra en el gráfico 2.5,

Donde:

- Ptx está en 27 dBm(1/2 watt)
- Pérdidas en Branching son:
 - 3,5 dB para configuración 1+0, es un radio sin reserva,
 - 8,0 dB para configuración 1+1 HSB, radio con reserva,
 - 5,1 dB para configuración 1+1 con diversidad de frecuencia.
- Pérdidas en guía de ondas: menor que 0,1 dB/m a 7 GHz.
- Ganancia de Antena, ésta depende del tamaño y frecuencia.
- Pérdidas de espacio libre: ésta se hace por medio del cálculo, que se tratara más adelante.
- Umbral de recepción(Threshold): depende del bit error rate (BER) dado para 34 Mbps.

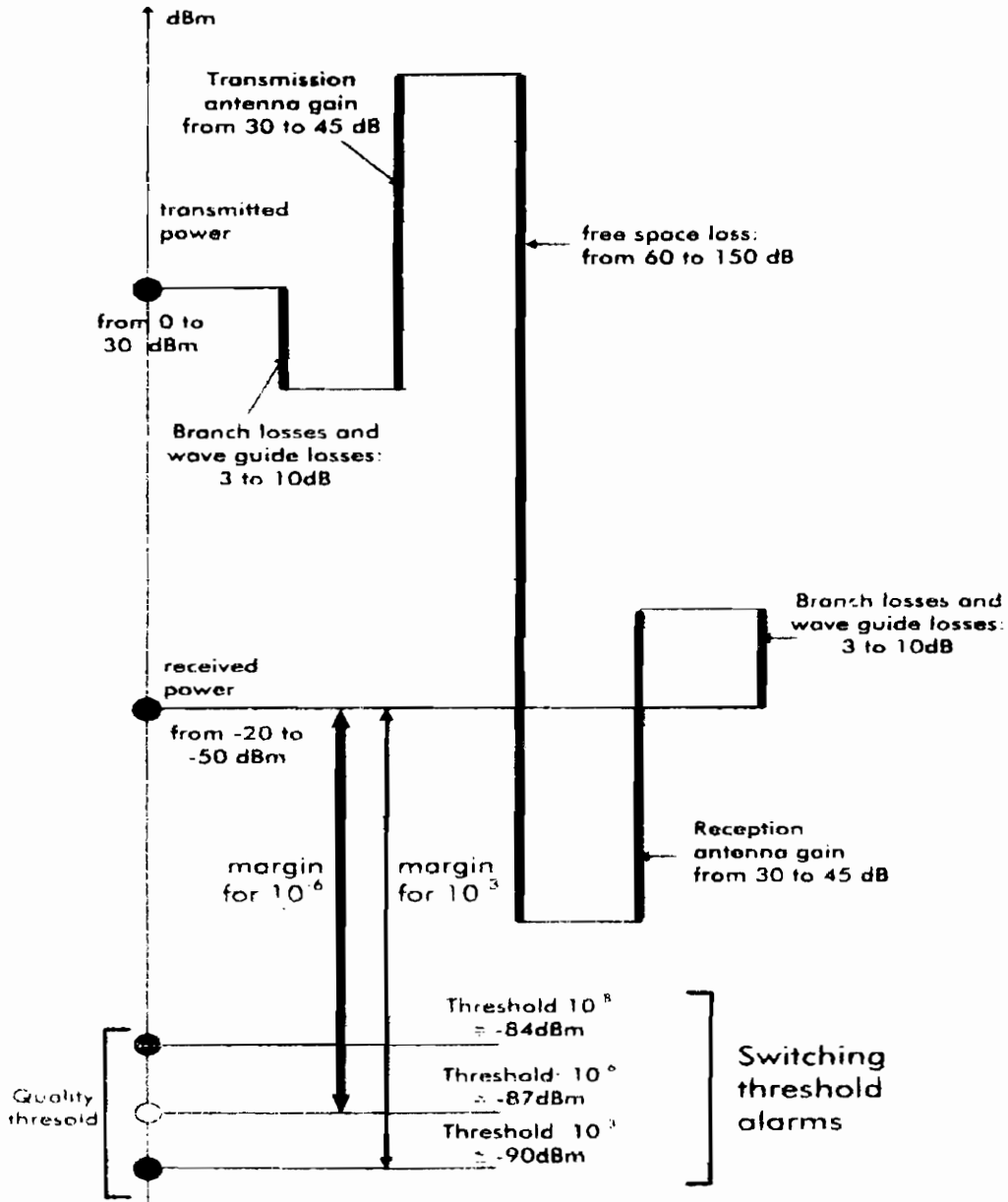


Figura 2.5 Gráfico de niveles de recepción en enlaces de radio.

2.11.2 MEDIDAS DE NIVEL DE POTENCIA RELATIVA

Las medidas de nivel de potencia relativa en un circuito dado, es la relación entre el intervalo del nivel absoluto de potencia en este punto y el nivel absoluto en el emisor que sería la referencia.

En definitiva es la diferencia entre el valor de potencia en la emisión y el punto de referencia, este valor es expresado en dB es conocido como la Ganancia del circuito.

Como por ejemplo:

P2: potencia medida en la salida de un amplificador, P2 = 1W.

P1: potencia medida en la entrada del amplificador, P1 = 10 mW.

Entonces: P2 = 1 W = 1000 mW => P2 (dBm) = $10 \log(1000 \text{mW}/1 \text{mW})$

$$P2 \text{ (dBm)} = +30 \text{ dBm}$$

$$P1 = 10 \text{ mW}$$

$$\Rightarrow P1 \text{ (dBm)} = 10 \log(10 \text{mW}/1 \text{mW})$$

$$P1 \text{ (dBm)} = +10 \text{ dBm.}$$

Por lo que la ganancia de potencia del amplificador esta definido como la relación de la potencia salida a la potencia de entrada y puede ser calculado de los dos métodos.

$$1. \text{ Ganancia } G = P2/P1 \Rightarrow G_{dB} = 10 \log(P2/P1)$$

$$= 10 \log(1000/10) = 20 \text{ dB.}$$

$$2. G_{dB} = P2(\text{dBm}) - P1(\text{dBm}) = 30 \text{ dBm} - 10 \text{ dBm} = 20 \text{ dBm.}$$

2.11.2.1 Relación entre mW/dB/dBm.

La figura 2.6, es muy utilizado para realizar conversiones de potencia en watsios a potencia en dBm, en el campo también es de gran ayuda para pasar valores de mW a dBm y tener el valor de campo recibido.

Como la potencia puede ser medida con watímetro en watts o con medidor de campo digital en dB, resulta útil este gráfico.

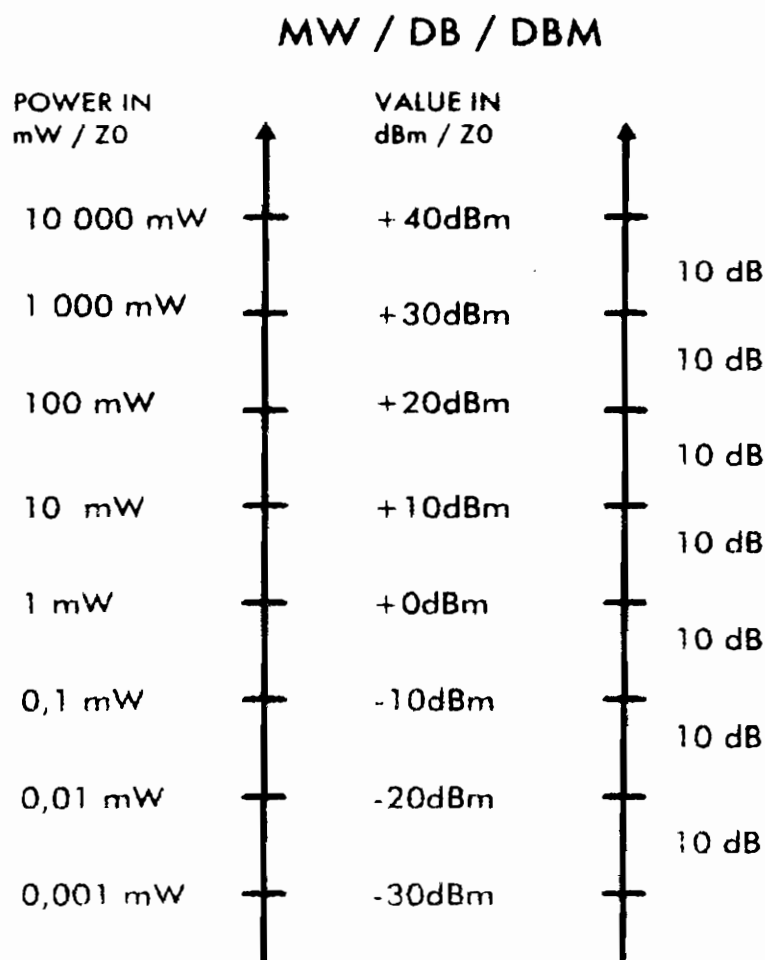


Figura 2.6 Relación entre dBm y Watts.

En la figura 2.6, la primera columna representa el valor de potencia en watsios y en la segunda columna tenemos el valor correspondiente dado en dBm.

Note que la escala en watsios y dBm tienen los mismos intervalos de incremento, si observamos la diferencia entre 1 mW y 10 mW es exactamente el mismo en dBm desde 0 dBm a 10 dBm, haciendo que la conversión sea muy sencilla.

2.12 RADIOENLACE DIGITAL ENTRE PUNTO A Y PUNTO B

2.12.1 DISEÑO TÉCNICO

En esta parte se describe una propuesta técnica para proveer comunicación, vía microondas, entre dos sitios, punto A y punto B.

Contempla la utilización de equipos de radio PDH en la banda de 7/8 GHz, son de arquitectura ETSI de interior, por lo que el cliente deberá proveer dicho espacio para montaje del mismo.

Los equipos de radio tienen una capacidad final de 16x2 Mbps. El radioenlace entre los puntos A y B es con protección 1+1 HSBY. Esta configuración corresponde a un canal de datos de 34 Mbps principal más un canal de reserva.

2.12.2 CRITERIOS DE DISEÑO⁽⁹⁾

Para el cálculo de la calidad de los enlaces PDH se toman en cuenta los siguientes criterios:

CRITERIO	
Línea de vista	Completa sin obstrucción
Disponibilidad	99.99% a 7/8 GHz
Recorrido Línea de Tx	50 m , entre antena-equipo
Capacidad de Tx	16E1
Modulación	4 QAM
Impedancia E1	75 ohms
Alimentación	-48 Vdc
Antenas	Polarización simple Estándar
Configuración Radios	1+1 HSBY
Parámetro Po	½ watt (+27 dBm)

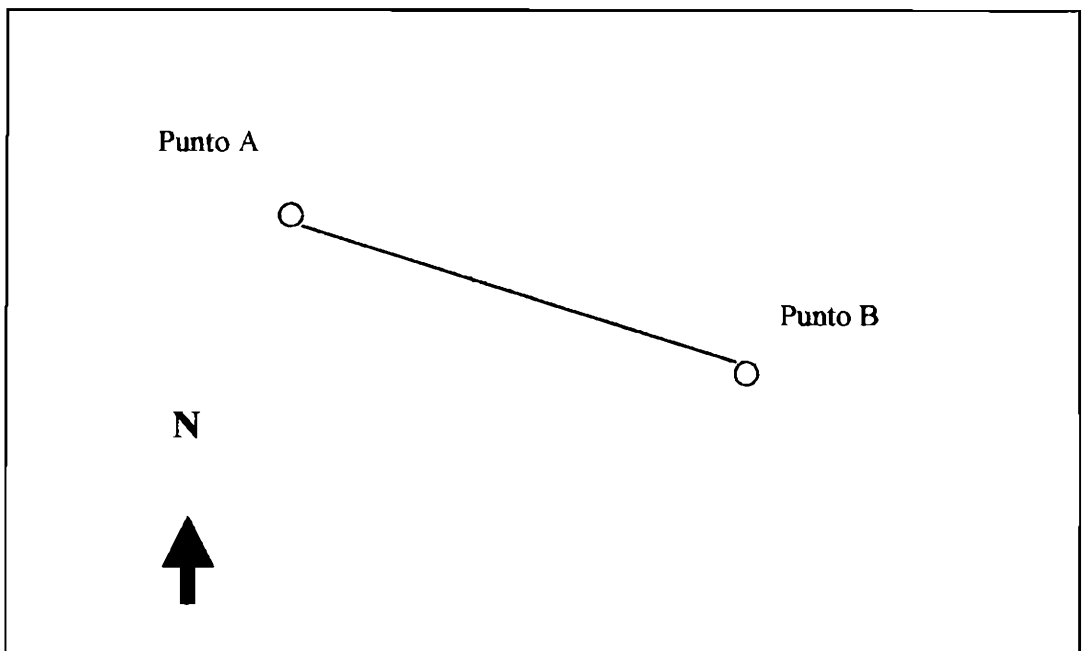
2.12.3 INFRAESTRUCTURA

Se asumen la existencia de la siguiente estructura.

- Disponibilidad de espacio suficiente para colocación de bastidores ETSI.
- Paredes y techo para colocación de escalerilla interna consistente.
- Camino de recorrido de guía de caseta a la torre y en de la torre hasta la antena en buenas condiciones.
- Disponibilidad de equipo y toma de alimentación de 48 Vdc.
- Torres para colocación de antenas, lo suficientemente aptas para soportar peso y torque debido al viento sobre las antenas.
- Torres de hierro galvanizado por inmersión en caliente, libre de oxidación.
- Buen sistema de tierras, con valores menores de 2 ohms.
- Pararrayos en buen estado.

2.12.4 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES.

Se indica la ubicación de las dos estaciones:



DATOS	PUNTO B	PUNTO A
Elevación (m)	2800	3950
Latitud	00 13 38 00 S	00 11 06 00 S
Longitud	78 30 33 00 W	78 32 00 00 W
Azimuth(°)	330.05	150.05
Angulo vertical(°)	10.59	-10.63
Modelo antena	PA2-71	PA2-71
Altura de antena(m)	8.6	10.6
Ganancia antena(dBi)	31.3	31.3
Tipo de línea de Tx	Guía elíptica	Guía elíptica
Pérdidas línea de Tx	0.7	0.7
Otras pérdidas Tx	4	4
Otras pérdidas Rx	3.8	3.8
Frecuencia(MHz)	7275	
Polarización	Horizontal	
Long trayecto(Km)	6	
Pérdida espacio libre	126	
Pérdida Absorción Atmosférica(dB)	0.07	
Margen de Campo(dB)	1	
Modelo Radio	9470 LX	9470 LX
Potencia TX(dBm)	27	27
Criterio Threshold	BER10E-08	BER10E-08
Nivel Threshold Rx(dBm)	-84.0	-84.
Máximo nivel de Rx(dBm)	-20	-20
Potencia RX(dBm)	-49.77	-49.77
Margen de desvanecimiento efectivo(dB)	34.23	34.23

Inclinación de Trayecto	185.14	
Promedio Temperatura anual	30 °	
Disponibilidad anual	100 %	100 %

La disponibilidad en este caso de enlace corto es 100%, pero en enlaces más largos se obtiene valores de disponibilidad de 99.97%

2.12.5 PERFIL TOPOGRÁFICO DEL ENLACE

En el fig 2.7 se indica el perfil del enlace de los puntos A y B.

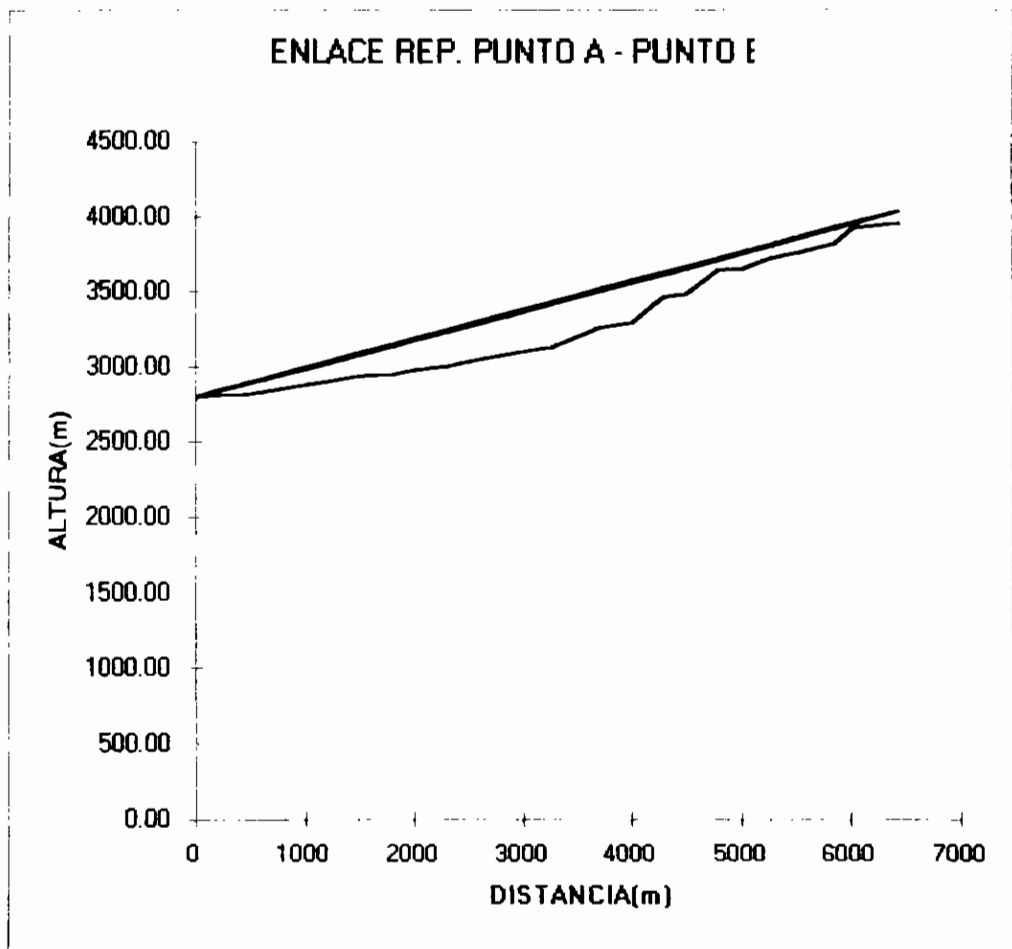


Figura 2.7 Perfil Topográfico de los Puntos A y B

2.13 OBJETIVOS DE DISPONIBILIDAD Y CALIDAD⁽¹⁰⁾

Las recomendaciones dadas por organismos son consejos para que cada administración de Telecomunicaciones adopte las reglas que mejor convengan. Entre las recomendaciones que se deben acoger son: US, SES, DM y ES.

2.13.1 SEGUNDOS INDISPONIBLES (US)

Permite determinar el umbral de indisponibilidad si el BER supera el umbral de $10E-3$ durante un tiempo superior a 10 seg. la probabilidad de producir la pérdida de alineamiento o sincronismo es muy alta.

El tiempo mínimo para medir un BER $10E-3$ es 1 seg. en canales de 64 Kbps.

Por lo tanto se tiene indisponibilidad cuando se producen una de las siguientes condiciones:

- Si se interrumpe la señal por mas de 10 seg. consecutivos.
- Si se supera el BER $10E-3$ por mas de 10 seg. consecutivos.

Para el trayecto real debe distribuirse el valor US de 0,3% en forma proporcional a la longitud L del tramo:

$$US = 0,3\% \cdot (L/2500) \quad \text{con } L(\text{Km}).$$

Si $L < 280$ Km se toma 280 Km para el cálculo.

Las causa de US son tres:

- Falla de equipos,
- Desvanecimiento por lluvia,
- Desvanecimiento selectivo por caminos múltiples.

2.13.2 SEGUNDOS CON ERRORES SEVEROS (SES)

Estos segundos con muchos errores se ha fijado en la recomendación G821 los umbrales de BER no deben pasar el 0,2% mensual.

Los SES indican cuando se supera el $BER = 10E-3$ pero en tiempos menores de 10 seg. consecutivos en intervalos de medida de 1 seg.

Si queremos una probabilidad de 0,01% se encarecerá el sistema práctico de una manera talvez no comercial.

En cambio si se opta por un SES de 0,1% el comportamiento será peor que en los enlaces analógicos.

2.13.3 MINUTOS DEGRADADOS (DM)

Se define como Minutos Degradados(DM) a los intervalos de un minuto cuyo BER es superior a $10E-6$, descontando los US.

El valor máximo de DM es de 0,4 % de los minutos del peor mes.

La fórmula es la misma que la de US sino que es 0.4 el valor inicial.

BER $10E-3$ es un umbral de alta tasa de error, nivel de calidad inaceptable.

BER $10E-6$ hasta $10E-3$ se refiere a una calidad degradada, baja tasa de error.

2.13.4 SEGUNDOS CON ERRORES (ES).

Sirve para indicar ráfagas de errores y son aquellos segundos, a intervalos de medida de 1 seg, que tiene al menos un error. Se ha fijado un umbral de $ES=0,32\%$.

Cabe indicar que los US, SES, DM son factibles de ser calculados mediante métodos predictivos basados en las experiencias de campo. Sin embargo para ES no existe aún forma de predicción, solo se puede esperar que el sistema cumpla con lo señalado.

Los US, SES, DM y ES deben ser medidos en la etapa de puesta a punto de los equipos durante tres días consecutivos.

REFERENCIAS CAPÍTULO II.

- (1) Curso de Telefonía Celular. Ing Ortega Patricio
- (2),(3), (4), (6) General on Microwave Links. Alcatel.pág 5-10
- (3ª) Redes de Computadoras. Tanenbaum Andrew. Cap. II.pág.95
- (5) Análisis y Pruebas del radioenlace digital binacional. Peralvo Flores A. EPN.
- (7) Utilización de nodos ATM para el Transporte de señales de Televisión. Juan Fernando Paz C. EPN.
- (8) Apuntes de Propagación y Antenas. Ing Mario Cevallos
- (9) Criterios de Diseño de Cálculos. Alcatel. Gonzalo Arias
- (10) General on Microwave Links. Alcatel.pág 37

CAPÍTULO III

CAPÍTULO III

3.1 EL RADIO 9470 LX DE ALCATEL⁽¹⁾

Estos equipos son utilizados en sistemas de radio para enlaces punto a punto de mediana capacidad a 34 Mbps, están diseñados para satisfacer necesidades de redes públicas y privadas en transmisiones digitales.

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL RADIO 9470 LX

3.2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL RADIO 9470 LX⁽²⁾

Las características dadas son valores típicos proporcionados por el fabricante:

Banda de frecuencia	7,1 a 8,5 GHz.
Velocidad de Transmisión (Mbps)	16x2
Espaciamiento entre canales(MHz)	28
Separación fTx y fRx (MHz)	161
Modulación	4 QAM
Potencia emitida	+27 dBm
Pérdidas de Conexión (Tx + Rx)	
- Configuración (1+0)	4,8 dB
- Configuración (1+1) HSB.	9,3 dB
- Configuración (1+1) FD.	5,4 Db
Umbral del receptor para una tasa de errores de 10^{-3} , entrada al receptor(dBm).	-87
Umbral del receptor para una tasa de errores de 10^{-6} , entrada al receptor(dBm).	-84

3.3 COMPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS

Los diferentes elementos que componen el sistema de radio en bastidor ETSI, son:

Bastidor ETSI⁽³⁾ de las recomendaciones de la UIT: es un contenedor de 300 mm de profundidad, 1800 mm de altura y 600 mm de ancho.

- Tarjeta Panel Superior del Bastidor,
- Tarjeta Multiplexor/Demultiplexor (MSU),
- Tarjeta Interfaz de Tributario (TIU),
- Tarjeta de Supervisión (GSU),
- Tarjeta de memoria SIMM,
- Tarjeta emisor 7/8 GHz,
- Tarjeta receptor 7/8 GHz,
- Tarjeta alimentación (PSU),
- Llave o Clave Software (SKU),
- Aparato telefónico(Plastrón),
- Filtro duplexado (GAN ó GAR 501),
- Tarjeta Lógica de conmutación (LSU),
- Panel 3 emisores / receptores; donde se insertan las tarjetas (3)emisoras y (3)receptoras
- Bastidor 300 mm con panel de alimentación; donde se instalan las tarjetas de alimentación PSU.

En la fig. 3.1 tenemos la presentación y contenido de los paneles principales para 3 emisores / receptores⁽⁴⁾ y los paneles de diversidad para 6 receptores. En estos paneles van insertadas las tarjetas necesarias en un radio de comunicaciones.

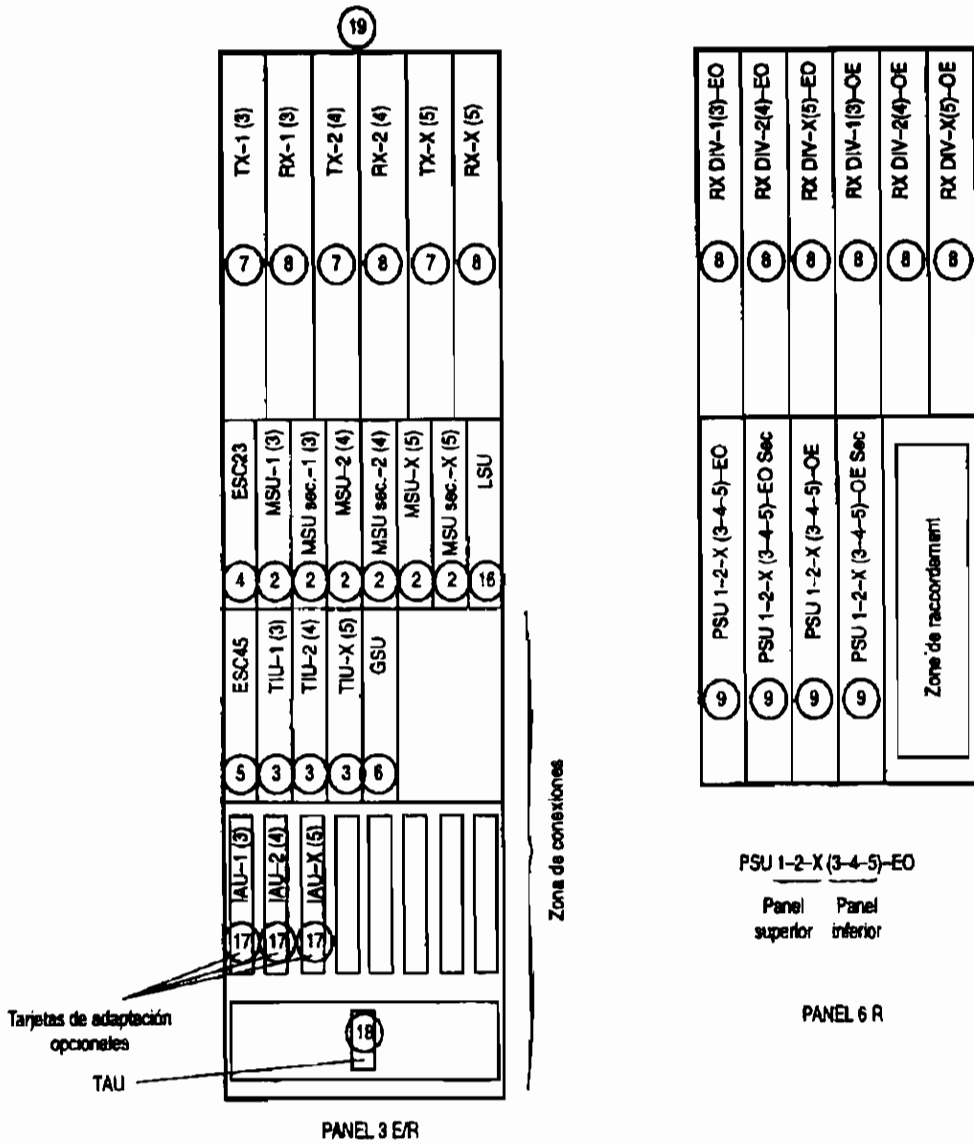


Figura 3.1 Panel 3 Emisores/receptores y panel 6 receptores

Los paneles de alimentación de los bastidores ETSI, se indica en la figura 3.2.

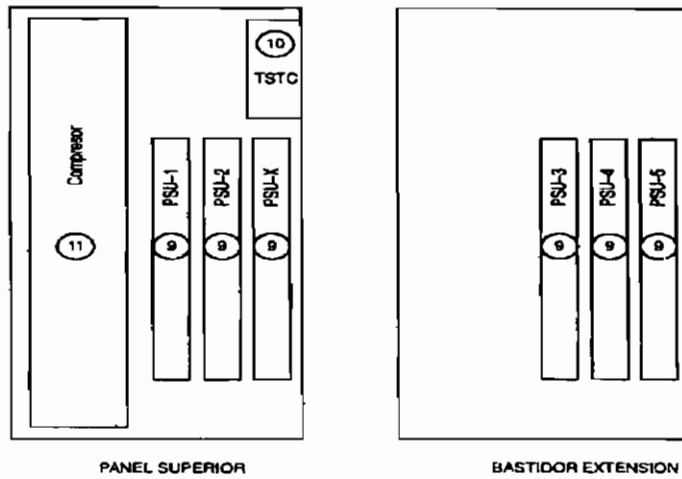


Figura 3.2 Panel de alimentación de radio

3.3.2 ESQUEMA DEL RADIO 9470 LX. ⁽⁵⁾

El esquema de equipo radio se presenta en la figura 3.3.

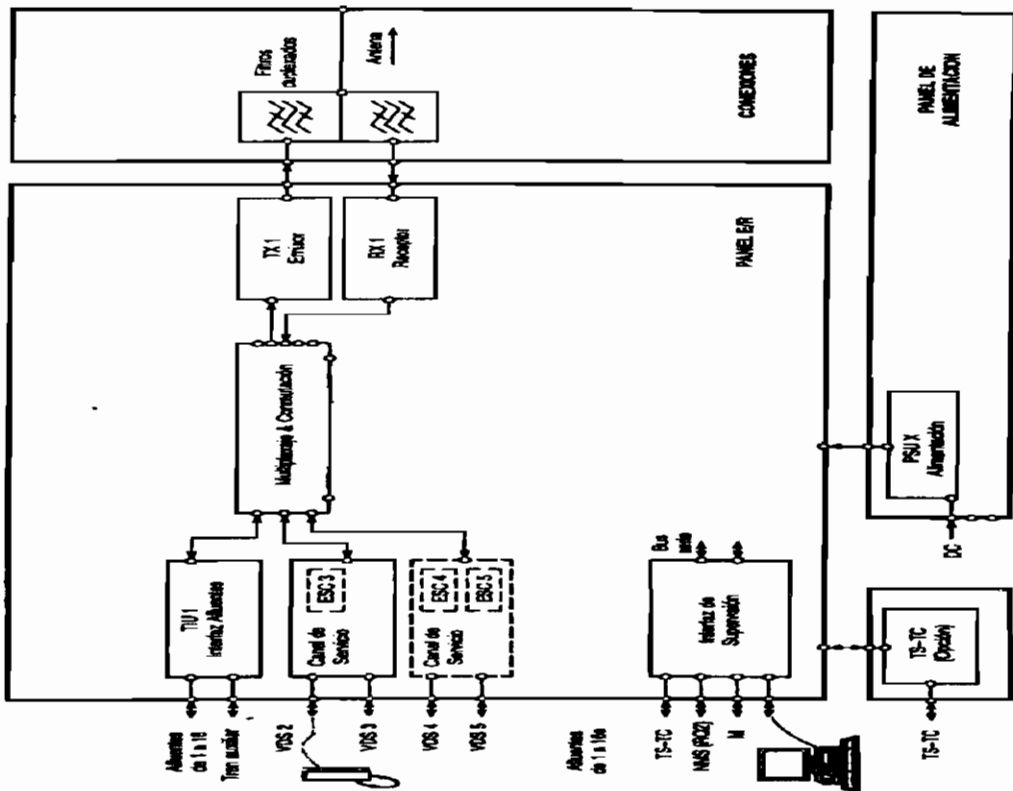


Figura 3.3 Esquema de radio en configuración 1+ 0

En este esquema se puede observar que en el panel E/R están las tarjetas de entrada del tributario TIU, el canal de servicio ESC 2-3 que van a la MSU para formar la trama saliente, la etapa de modulación y amplificación en el emisor Tx y luego de pasar por el filtro va hacia la antena. En recepción se observa la señal de alta frecuencia que llega por la antena pasa al receptor Rx, luego pasa a la MSU y ésta demultiplexa las señales de tributario y canal de servicio.

3.4 CARACTERÍSTICAS COMUNES EN LAS TARJETAS INTELIGENTES

Llámase tarjetas inteligentes a aquellos módulos que poseen cualquier tipo de memoria y microcontroladores.

3.4.1 MEMORIAS DE INVENTARIO REMOTO

La mayoría de módulos que están insertadas en el equipo poseen un microcontrolador que realiza la gestión y diálogo con la tarjeta de supervisión GSU mediante un bus de datos HDLC.

Todas las tarjetas, cuentan con una memoria de "Remote Inventory" (RI), en las que se almacenan los números de las series de las tarjetas y si tienen software los datos de edición(issue); dicha información está disponible con la ayuda de un computador.

Las tarjetas interfaz canal de servicio ESC 2-3 y la interfaz de tributario TIU no poseen memorias ni microcontroladores por lo que se consideran tarjetas no inteligentes.

3.4.2 FLEXIBILIDAD EN FRECUENCIA DE EMISORES Y RECEPTORES(E/R)

La flexibilidad en frecuencia disminuye la cantidad de tarjetas E/R de repuestos, porque la frecuencia de funcionamiento de receptor y transmisor se hace por computador lo cual permite que se los pueda asignar en cualquier frecuencia desde 7.1 GHz a 8.5 GHz.

Las frecuencias de los módulos emisor TX y receptor RX se obtienen por síntesis de frecuencias en pasos de 10 KHz, en la banda de frecuencias 7,1 – 8,5 GHz.

La síntesis de frecuencia: se refiere a la asignación de la frecuencia de funcionamiento del Transmisor (Tx) y receptor (Rx) en el radioenlace.

3.4.3 OPERACIÓN DEL RADIO 9470 LX⁽⁶⁾

La operación del equipo se efectúa por medio de un computador PC, en el que se instalan los software:

- NECTAS(Software del sistema 9470 LX), poseen las características de hardware y software del sistema.
- RTP(Software para obtener los Parámetros de Transmisión del Radio).
- Aplicación 9400 LX.

Estas aplicaciones funcionan bajo sistema operativo WINDOWS.

El computador permite las siguientes tareas:

- visualización y gestión de todas las alarmas;
- lectura y modificación de la configuración;
- lectura del valor del campo recibido,
- realización conmutaciones manuales,
- la modificación de la velocidad de datos de tributarios,

- la modificación de las frecuencias emisión y recepción,
- la inhibición del SIA, canal por canal y sentido por sentido.

3.4.4 SUPERVISIÓN DEL RADIO 9470 LX.

Existen dos niveles de supervisión: Nivel 0 y Nivel 1.

- Nivel 0: En su versión base, el PC portátil permite la gestión completa en la configuración **terminal**, en el radio en el cual está conectado.
- Nivel 1: Supervisión Integrada, los equipos necesarios son los siguientes:

Un PC de escritorio equipado con los software Nectas, RTP y con la aplicación 9400 LX/UX y en este nivel mediante la configuración **master** (maestro) se puede administrar hasta 64 estaciones remotas.

3.5 DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS.

Los diferentes módulos que entran en la composición del radio ALCATEL 9470 LX se describe a continuación.

3.5.1 BASTIDOR ETSI PRINCIPAL.

El bastidor ETSI es una estructura mecánica que permite recibir: el panel 3 emisores/receptores, panel de alimentación, un panel de techo de bastidor, con el teléfono para el canal de servicio.

En este bastidor además se encuentra:

- Los accesos que permiten el paso de los cables de alimentación.
- Tres pasos de cables equipados con tomas conductoras, que permiten la puesta a tierra.

- Dos accesos de radio frecuencia (RF) para la conexión a las guías de onda,
- Un terminal de tierra equipado con dos terminales que permiten conectar las masas de varios bastidores.

3.5.2 PANEL 3 E/R

3.5.2.1 FUNCIONAMIENTO PANEL 3 E/R.

La tarjeta madre 3 E/R como se indica en la figura 3.4 se instala en un bastidor ETSI. Ésta tarjeta madre permite realizar las configuraciones hasta 2+1, que son configuraciones de dos canales principales más un canal de reserva.

Sus funciones son las siguientes:

- Interfaz mecánica, que permite la conexión de los módulos y tarjetas emisor / receptor.
- Interconexiones eléctricas entre los módulos, señales banda base, alimentación, alarmas, gestión.
- Conexiones internas:
 - Con un panel de diversidad.
 - Entre dos paneles, terminal doble o repetidor.
 - Con las alimentaciones PSU.
- En el bastidor de techo está: el conector para PC, el teléfono, zumbador y altavoz vinculados al canal de servicio telefónico, los indicadores de alarma, etc.
- Conexiones externas de los accesos a usuarios de 2,8,34 Mbps, canales de servicio, supervisión.

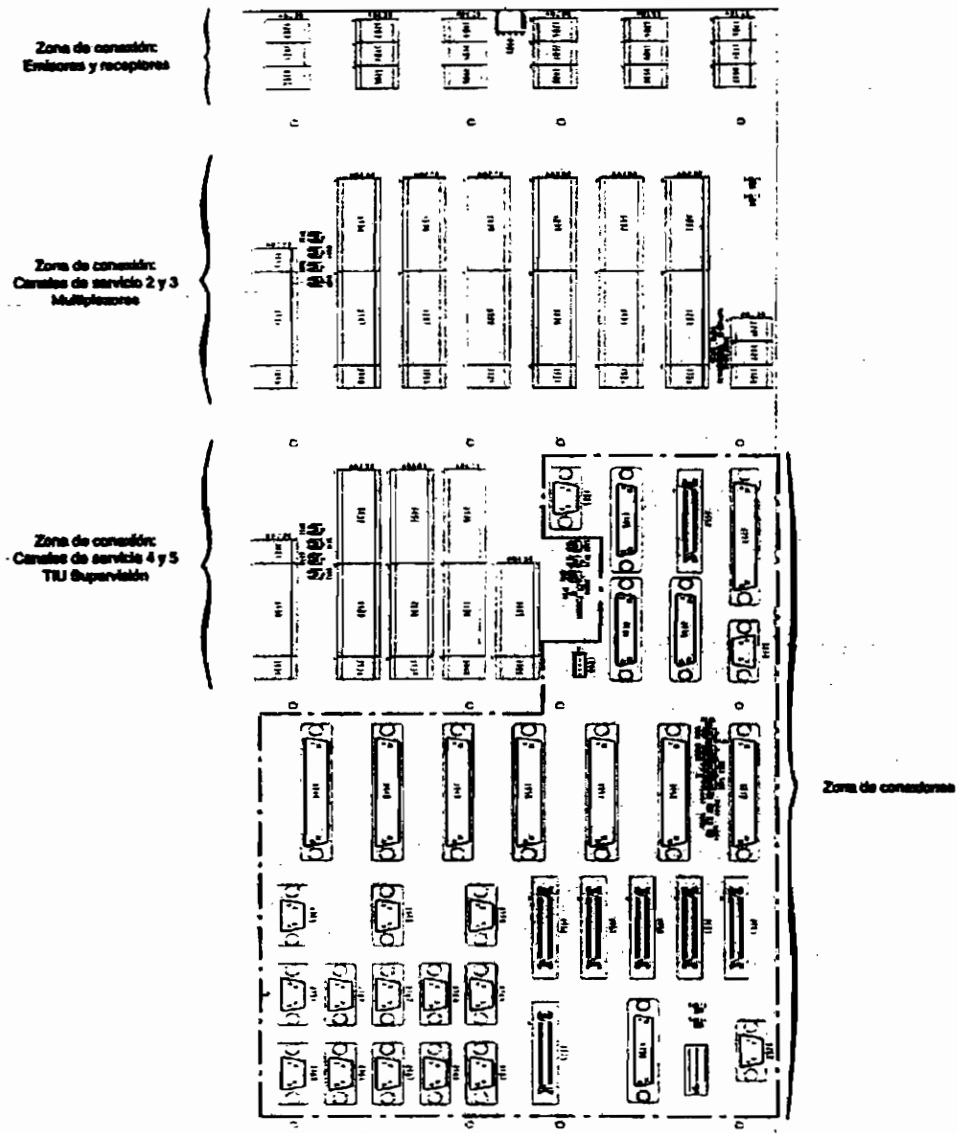


Figura 3.4 Tarjeta madre del panel 3 E/R.

El panel puede albergar:

- De uno a tres emisores,
- De uno a tres receptores,
- Una tarjeta de explotación GSU,
- Una tarjeta lógica N+1 LSU.
- De una a tres tarjetas de multiplexaje/demultiplexaje MSU.
- De una a tres tarjetas de interfaz de tributarios TIU.
- Una tarjeta canal de servicio ESC2-3,

3.6 TARJETAS MSU-GAA 201 ⁽⁷⁾

La tarjeta multiplexor/demultiplexor MSU se utiliza para la emisión (E) y la recepción (R), en las estaciones terminales o repetidoras. Este módulo se configura por software.

3.6.1 MULTIPLEXOR / DEMULTIPLEXOR.(MSU)

La MSU en emisión y recepción integra las siguientes funciones:

a) En emisión:

- Multiplexado de tributarios digitales procedentes de una tarjeta TIU,
- Inserción.
 - De canales de servicio procedentes de las tarjetas ESC.
 - Del tren auxiliar 2 Mbps para la primera tarjeta MSU procedente de la primera TIU,
- Formación de tramas del agregado así obtenido, con adición de señales de servicio y sincronización.

b) En recepción:

- Conmutación sin errores,
- Destramado del agregado.
- Extracción: del canal de servicio, de los 2 Mbps auxiliares.
- Demultiplexación de los afluentes, aplicadas a la tarjeta TIU.

3.6.2 FUNCIONAMIENTO DE LA TARJETA MSU.

Esta tarjeta cumple las funciones que se detallan en la tabla 3.1:

Función	Sentido	DESCRIPCIÓN	TIPO DE ESTACIÓN
A	E	Multiplexaje de 16 afluentes y de un afluente auxiliar.	Terminal
	R	Demultiplexaje de la señal recibida.	
B	R	Recepción de un agregado. Extracción eventual del afluente auxiliar o de ciertos afluentes plesiócronicos	Repetidor
	E	Inserción eventual del afluente auxiliar o de ciertos afluentes plesiócronicos Transmisión del agregado modificado	
C	E	Multiplexaje de 3 a 5 canales de servicio con los agregados a emitir	Todas
	R	Demultiplexaje de 3 a 5 canales de servicio a partir de los agregados recibidos	
D	R	Conmutación Sin error entre 4 canales recibidos(Normal, Reserva, Diversidad de espacio, Reserva diversidad de espacio). Implicando en este caso un diálogo con la tarjeta lógica de conmutación LSU.	Todas
E	E	Direccionamiento del agregado de reserva	Todas
	R	Distribución de la reserva	
F	E	Supervisión de los afluentes entrantes. Generación de una señal indicadora de alarma SIA que substituye al afluente en caso de defecto del mismo.	Todas
G	R	Supervisión de la agregada seleccionada a partir de los 4 canales recibidos. Generación de un SIA general en caso de defecto en esta señal.	Todas
I	E	Función de "cross connect" que permite atribuir	Terminal

		los diferentes accesos recibidos a los emplazamientos ofrecidos por el agregado	
L	R	Estimación, a partir del agregado recibido seleccionado, de la tasa de errores "enlace" en los bits y en bloques.	Terminal
M	R	Estimación de la tasa de errores en cada uno de los 4 agregados recibidos.	Todas
N	E/ R	Posibilidad de lazo local del agregado a emitir. Posibilidad de lazo distante de un afluente cualquiera.	Todas

Tabla 3.1 Funcionamiento de la tarjeta MSU

Donde E (emisor) y R (receptor).

En la figura 3.4 se indica las interfaces de la tarjeta MSU con los otros módulos componentes del radio 9470 LX.

La tarjeta MSU está conectada principalmente con la tarjeta TIU, a las tarjetas canales de servicio ESC2-3, al emisor Tx, al receptor (Normal, Reserva, Diversidad y Reserva de Diversidad). Según se muestra en la Fig. 3.4 y la tarjeta GSU que supervisa y controla la tarjeta MSU.

Para una estación equipada con un sistema de conmutación de tipo N+1, la tarjeta MSU dialoga con la tarjeta LSU, que administra el conjunto de la conmutación N+1 en una estación. La tarjeta MSU ofrece, a la tarjeta LSU, un acceso a un canal que le permite dialogar con la LSU distante.

3.7 TARJETA INTERFAZ DE TRIBUTARIOS TIU⁽⁸⁾

Las tarjetas de interfaz de procesamiento de los afluentes TIU en la emisión y en la recepción, es el interfaz entre las señales recibidas y las señales binarias procesadas por el equipo.

3.7.1 FUNCIONAMIENTO TIU

Las tarjetas TIU aseguran las conversiones de niveles HDB3/binario en emisión y binario/HDB3 en recepción.

Todos los accesos de las señales de 2 o 34 Mbps son configurables por software a:

- 75 ohmios asimétricos,
- 120 ohmios simétricos.

Estos accesos están equipados con transformadores adaptadores de impedancia en la entrada y en la salida, permitiendo efectuar enlaces sin conexiones de masas.

3.7.2 CONFIGURACIONES DE TIU

Los bloques elementales de la TIU se identifican, en el esquema figura 3.5.

La configuración de la impedancia de tributarios se hace por computador ya sea a 75 ohms o 120 Ohms.

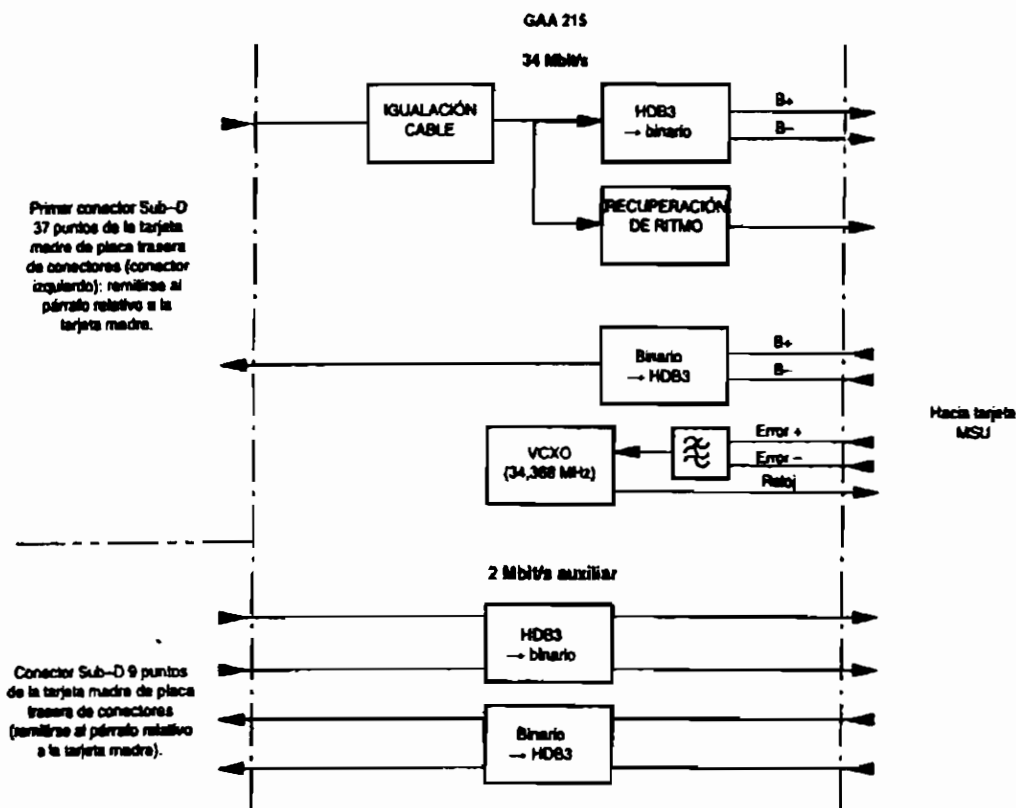


Figura 3.5- Esquema de la tarjeta TIU

3.8 TARJETA LÓGICA DE CONMUTACIÓN (LSU)⁽⁹⁾ N+1

La tarjeta LSU administra la lógica de conmutación para configuraciones que tienen un canal de respaldo, al que se conmutan en caso de daño; las configuraciones van desde 1 a 5 canales principales más 1 canal de reserva (5+1).

En ausencia de la tarjeta LSU, se mantienen todas las posibilidades de transmisión, excepto que no conmutan al canal de reserva en caso de avería los canales principales.

En presencia de la LSU, si sucede un evento de daño de varios canales, se debe tener presente que el canal nombrado como canal 1

tiene prioridad para mantener activo tanto el canal de servicio como la supervisión del radio.

3.8.1 FUNCIONAMIENTO DE LSU

La tarjeta LSU realiza las siguientes funciones principales:

a) Diálogo con la tarjeta GSU:

- aplicación y memorización de la configuración,
- aceptación de telemandos de la tarjeta GSU,
- notificación de inventario, alarmas o estados en la tarjeta GSU.

b) Gestión de la conmutación

- aceptación de peticiones de conmutaciones procedentes de diferentes emisores /receptores,
- elección del canal a asegurar,
- emisión de orden de transferencia, en la emisión como en la recepción,

La tarjeta LSU transmite a la GSU, el conjunto de las alarmas.

La tarjeta LSU está organizada alrededor de dos microcontroladores (un maestro y un esclavo) como se indica en la figura 3.6, que constituyen el corazón del sistema y que aseguran las siguientes funciones:

- La gestión del bus de diálogo con la tarjeta MSU,
- La gestión del enlace de traza o de carga del software,
- La gestión del equipo, conjuntamente con la tarjeta GSU,
- La gestión de un indicador de daño del equipo radio 9470 LX.

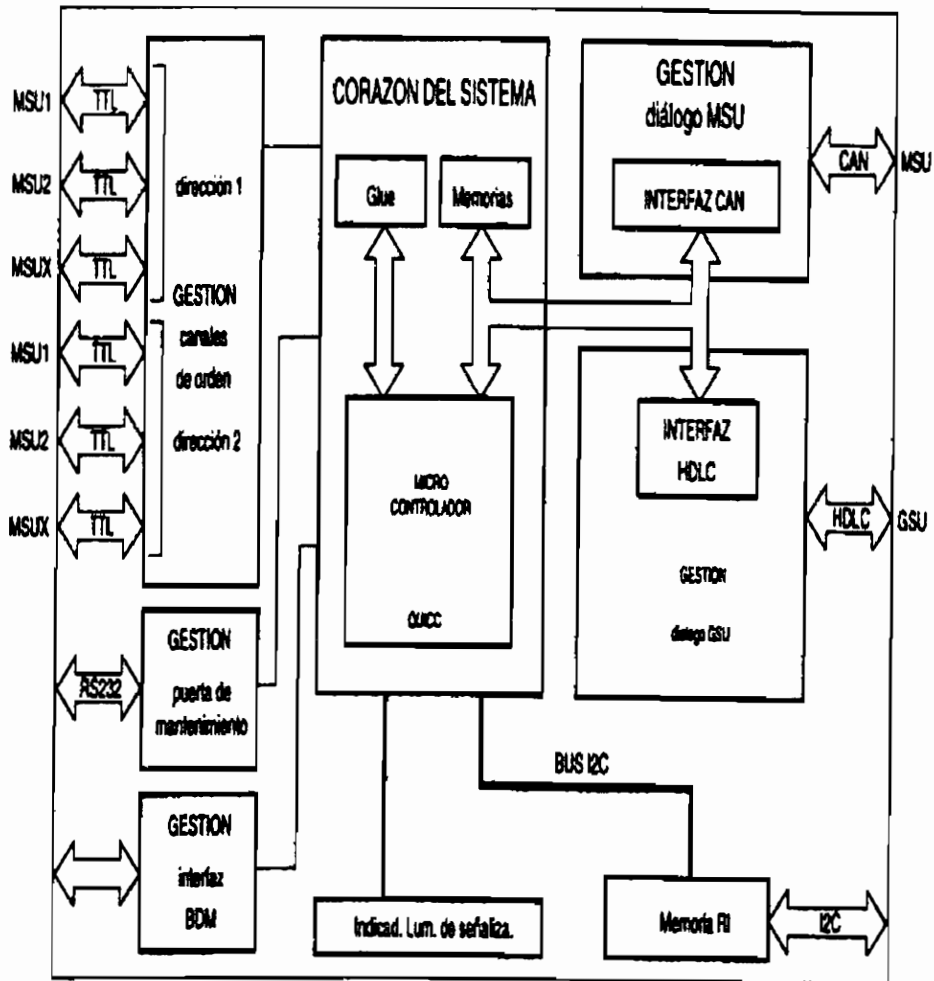


Figura 3.6 Esquema de la tarjeta LSU

3.9 TARJETA DE SUPERVISIÓN GSU ⁽¹⁰⁾

Esta tarjeta de supervisión permite:

- controlar el funcionamiento interno del sistema, diálogo con las tarjetas del equipo mediante el bus serie,
- controlar exteriormente el sistema ya sea localmente o a distancia; mediante el interfaz F y el interfaz rQ2.

La tarjeta GSU dispone de:

- Tres salidas de teleseñalización del equipo,
- Ocho entradas de teleseñalización de entorno,
- Una salida de telecontrol.

La tarjeta GSU utiliza un canal de servicio de los dos que posee la tarjeta ESC 2-3, para intercambiar las informaciones concernientes a la red con las otras estaciones.

La tarjeta de supervisión GSU permite la gestión del conjunto de los módulos que aseguran la transmisión de la señal.

En ausencia de tarjeta GSU, en un elemento de red sea estación terminal o repetidora, se mantienen todas las posibilidades de transmisión de éste, a excepción del diálogo de gestión de la red que transita por la misma.

La GSU prueba periódicamente la presencia de una de las tarjetas insertadas en el panel E/R.

3.9.1 - FUNCIONAMIENTO GSU

La tarjeta GSU asegura las funciones siguientes:

- Configuración, supervisión y memorización de informaciones provenientes o destinadas a las tarjetas que componen el elemento de red y que aseguran su funcionamiento.
- Interfaz operador, que permite a éste recibir las informaciones y emitir los telemandos y las peticiones de reconfiguración concernientes a los elementos de red.
- Gestión de red.
- Gestión del entorno por bucles aislados.
- Carga del software.

El diagrama esquemático de la GSU se indica en la figura 3.7.

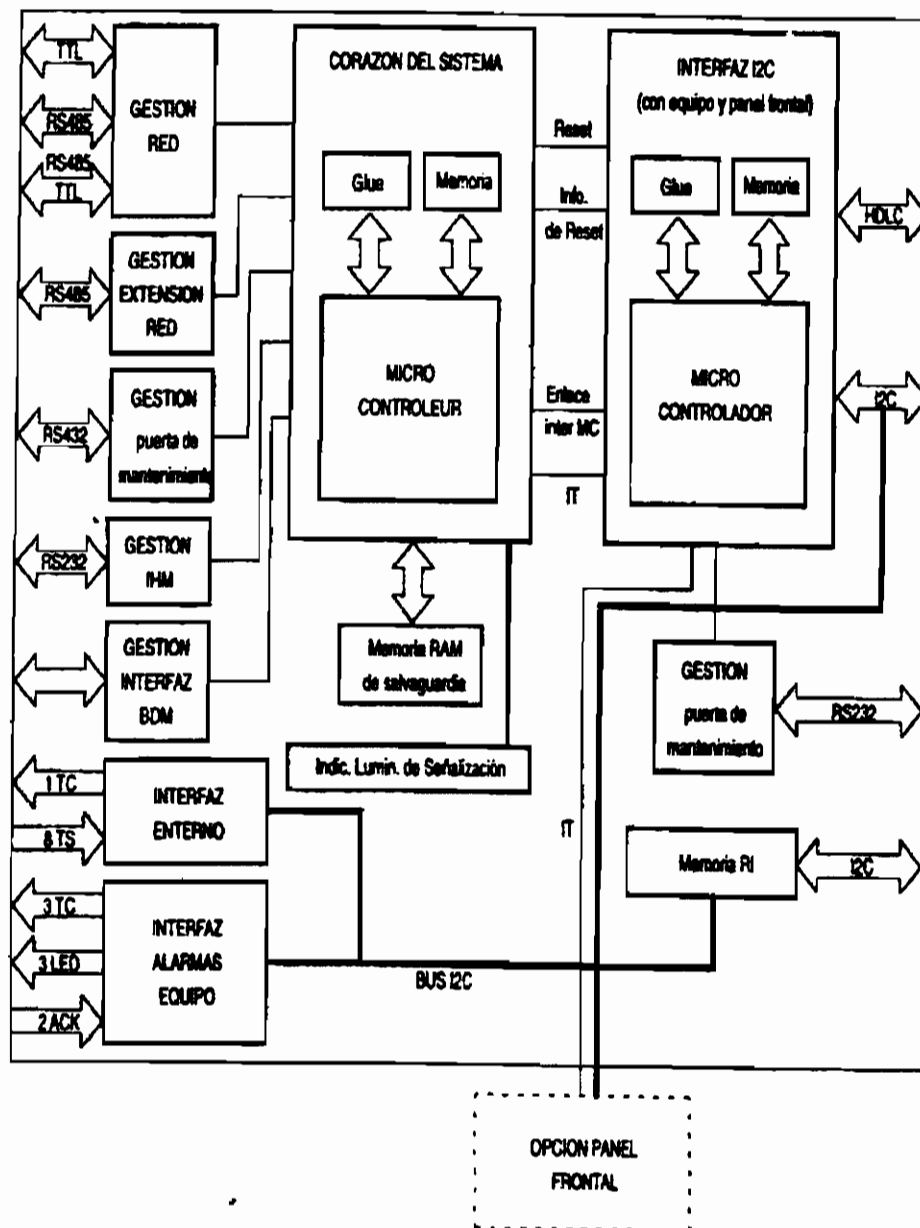


Figura 3.7 Diagrama de la tarjeta GSU

El interfaz operador prevee el modo de operación:

- el modo estándar, que utiliza un computador portátil PC y que ofrece al usuario un gran número de funcionalidades.

Estas funciones se realizan por medio de dos microcontroladores:

- el primero, asegura la gestión:
 - de la red, a través de los puertos de comunicación,
 - del interfaz operador (IHM: Interfaz Hombre/Máquina),
 - del interfaz de telemando y de tele-señalización por bucles aislados (en enlace con el segundo microcontrolador),
 - del equipo, igualmente en relación con el segundo microcontrolador,
- el segundo, que asegura:
 - el interfaz con el equipo, a través de un bus HDLC asociado a un bus I2C.
 - la gestión enlace de carga del software.

Los dos microcontroladores dialogan con un enlace especializado:

- el primer microcontrolador recibe las informaciones de alarmas o de medidas concernientes al equipo y emite los mandos a ejecutar,
- el segundo microcontrolador recibe los mandos a ejecutar en el equipo y emite las informaciones que ha colectado sobre el equipo.

Dos conectores tipo SIMM de 72 pines permiten la extensión de la memoria programa mediante tarjetas de memoria FLASH y DRAM de 2 Mbytes de capacidad (tarjeta de expansión de memoria GAA 604). La memoria flash contiene el programa aplicativo del equipo, y la memoria DRAM contiene los datos necesarios para la gestión.

3.10 TARJETA DE ALIMENTACIÓN (PSU) ⁽¹¹⁾

La tarjeta de alimentación PSU realiza la conversión DC/DC que permite obtener, a partir de la tensión primaria, las tensiones continuas secundarias necesarias para el funcionamiento de las tarjetas que constituyen el equipo.

La tarjeta alimentación permite, a partir de una tensión continua primaria flotante comprendida entre "20 y 60 V", obtener las tensiones continuas reguladas necesarias para la alimentación de los equipos de radio 9400 LX.

3.10.1 FUNCIONAMIENTO PSU

En la figura 3.8, se presenta un diagrama de bloques del convertor DC/DC, para los equipos radio 9470 LX.

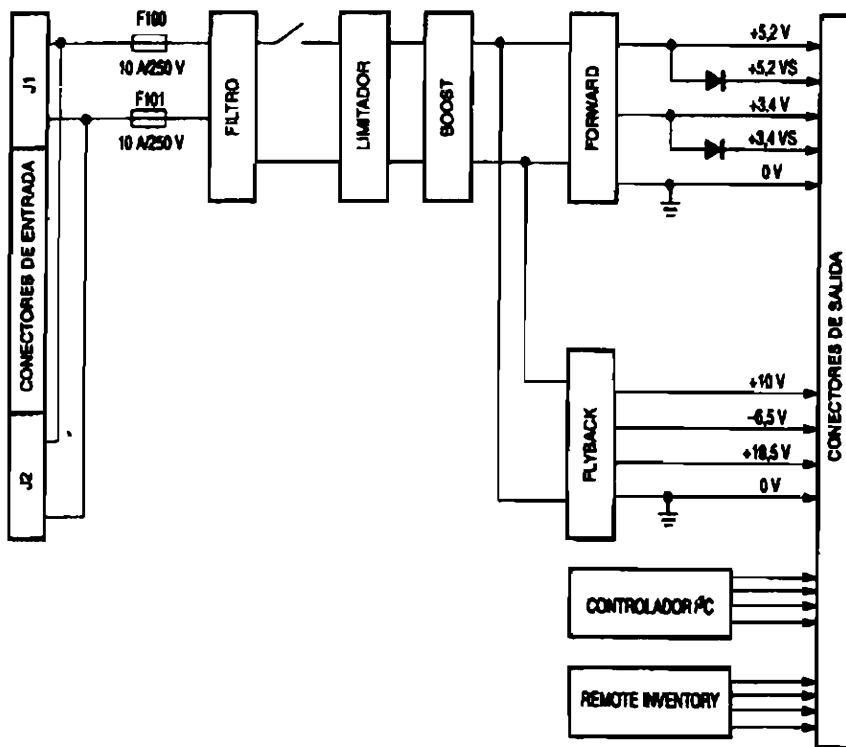


Figura 3.8 Diagrama de bloques convertor DC/DC.

La tensión de alimentación primaria se recibe en uno de los conectores J1 o J2, montados en paralelo. Así, se puede utilizar el segundo conector para redistribuir la tensión primaria. Los hilos de

alimentación 48 V están protegidos por dos fusibles (10 A/250 V). Todas las salidas están protegidas contra cortocircuitos.

La tarjeta comprende las funciones siguientes:

- filtrado de entrada, que evita el retorno de señales parásitas hacia la fuente de alimentación primaria,
- limitación de la corriente al efectuar la puesta bajo tensión o encendido de los equipos de radio,
- circuito de alimentación de los transformadores DC/DC (continuo – continuo) por una tensión regulada de 80V,
- transformador DC/DC de elaboración de las tensiones 5,2 V y 3,4 V,
- transformador DC/DC de elaboración de las tensiones +10 V, +18,5 V y -6,5 V.
- controlador de bus I2C de control de las tensiones y de diálogo con la tarjeta de gestión,
- memoria de Inventario Remoto.

3.11 CLAVE o LLAVE DE SOFTWARE SKU⁽¹²⁾

3.11.1 FUNCIONAMIENTO DE LA LLAVE SOFTWARE

El módulo SKU contiene una clave de software para la configuración y que permite el funcionamiento del equipo.

Este módulo se inserta: en los equipos ALCATEL 9470 LX.

La presencia de la clave SKU es permanente en el equipo radio y se mantiene en su lugar sobre el conector mediante los tornillos; puesto que si esta ausente la estación no es reconocida en la red y el equipo queda fuera de servicio.

3.12 TARJETA CANALES DE SERVICIO 2 Y 3 (ESC2-3)⁽¹³⁾

Las tarjetas ESC2-3, realizan el interfaz entre usuario y los canales de servicio. El canal de servicio No 2 está reservado al canal de servicio telefónico de llamada selectiva.

La ESC está conectada, funcionalmente a las siguientes tarjetas:

- GSU, que asegura la configuración y la gestión,
- MSU que asegura la inserción / extracción de los canales de servicio en la trama.

El interfaz de canales de servicio 2 y 3 con la tarjeta MSU es de 64 kbps codireccional.

Dos señales de procesamiento de inserción, asociados a los canales de servicio 2 y 3, informan a la tarjeta MSU de la presencia de la tarjeta ESC23 que opera estos canales de servicio.

3.12.1 – FUNCIONAMIENTO ESC 2-3.

En la figura 3.9 se indica un diagrama de bloques de la ESC 2-3.

Canal de servicio No 2: Se trata de un canal de servicio analógico punto a multipunto con llamada selectiva.

El interfaz de línea (2 hilos) permite conectar un microteléfono estándar y un altavoz permite la llamada vocal en el canal de servicio.

Un acoplador de interconexión analógico permite distribuir, en la configuración de estación terminal, el canal de servicio N° 2 hacia otros dos equipos.

Un codificador / decodificador PCM efectúa, en la emisión, la codificación del canal analógico y, en la recepción, la decodificación del canal numérico.

Una señal de "Silencioso" (Squelch), procedente de cada MSU, asegura el corte del amplificador, después del decodificador PCM, en ausencia de señal de audio.

Un reloj a 2048 KHz, ubicado en la tarjeta, permite el funcionamiento de los codificadores / decodificadores PCM.

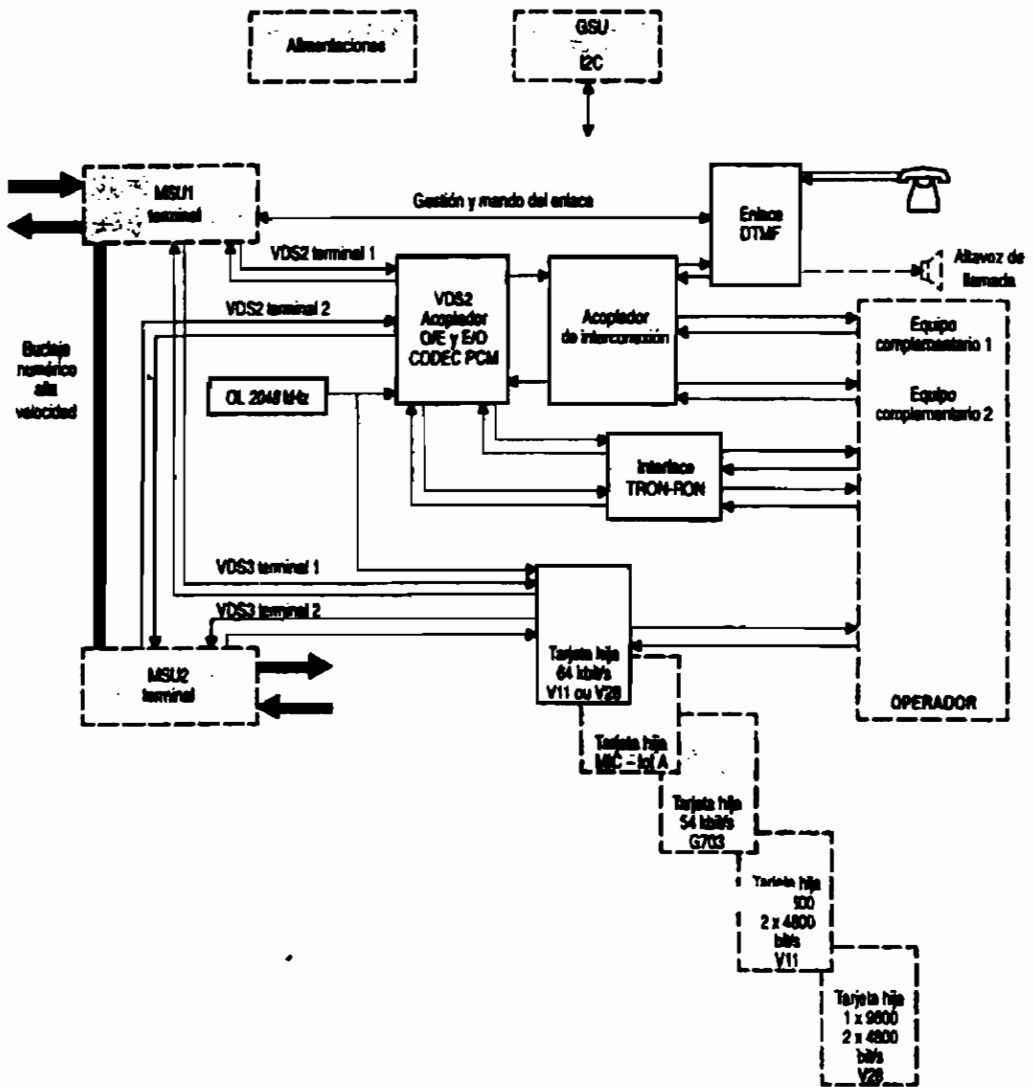


Figura 3.9 esquema de la tarjeta ESC 2-3

3.13 TARJETA PANEL ⁽¹⁴⁾

Esta tarjeta esta en la parte superior del bastidor de radio.

3.13.1 FUNCIONAMIENTO TARJETA PANEL

La tarjeta panel GAA 791 esta implantada detrás del panel de techo de bastidor de los bastidores principales E/R 1-2-X . Contiene:

- los conectores necesarios para:

- uno o dos microteléfonos
- del PC de explotación, conector F,
- con la tarjeta madre del bastidor,
- seis diodos electroluminiscentes de alarma y de señalización,
- tres conmutadores.

Un zumbador el que advierte al operador de la presencia de una llamada telefónica en el canal telefónico No 1 o No 2

3.13.2 CONFIGURACIÓN DE TARJETA PANEL

La figura 3.10 indica la implantación de la tarjeta panel,

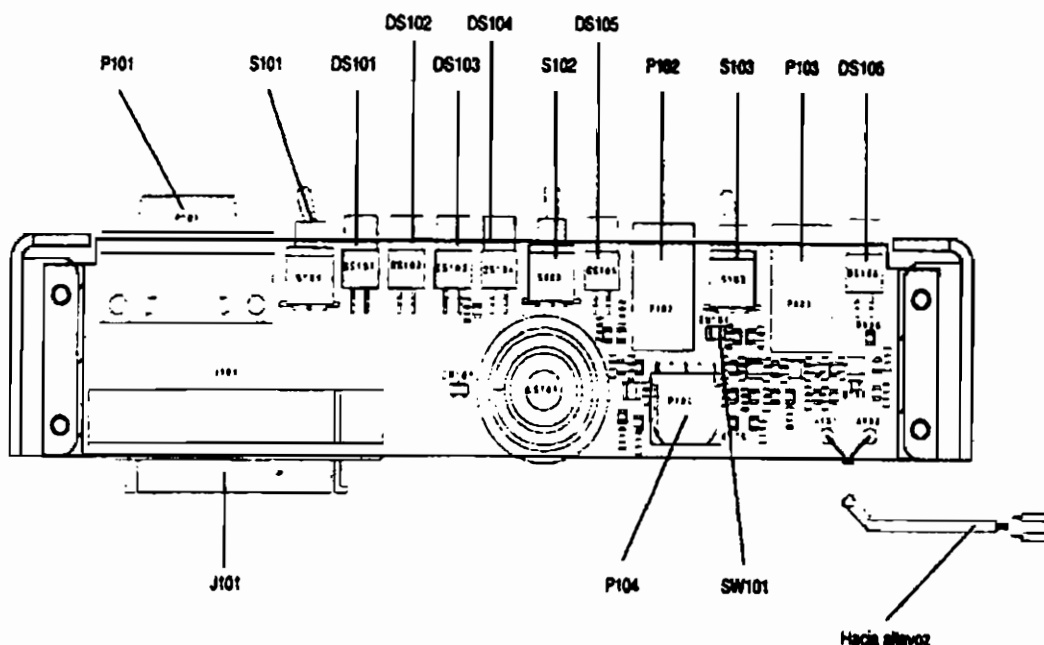


Figura 3.10 Implantación de los componentes en la tarjeta panel de techo de bastidor.

3.14 RECEPTOR 7,1 - 8,5 GHz ⁽¹⁵⁾

La tarjeta receptor (RX) recibe una portadora modulada y lo demodula para reconstruir el agregado destinado a la tarjeta multiplexora/demultiplexora (MSU).

Las siguientes funciones son integradas al receptor:

- Amplificación de ruido bajo de la portadora recibida.
- Demodulación con un oscilador local integrado en el receptor.
- Filtrado analógico y amplificación de la señal banda base.
- Conversión analógica/digital.
- Decodificación con corrección de errores.

Además elabora las señales de petición de conmutación dirigidas a la tarjeta multiplexor/demultiplexor (MSU) a partir de las medidas de la tasa de errores (BER).

El receptor al igual que el transmisor cubre la totalidad de la banda 7,1 - 8,5 GHz.

Este receptor está constituido por un bloque de alta frecuencia montado en una tarjeta que asegura las funciones comunes a todas las gamas de frecuencia (procesamiento banda de base, supervisión y mando de la tarjeta).

El receptor esta funcionalmente insertado entre los filtros de conexión hiperfrecuencia y la tarjeta MSU y efectúa la amplificación con ruido reducido (LNA) de la señal RF recibida, su demodulación y su procesamiento banda de base (analógica y numérica).

3.14.1 FUNCIONAMIENTO DEL RX.

El esquema del receptor está dado por la figura 3.11.

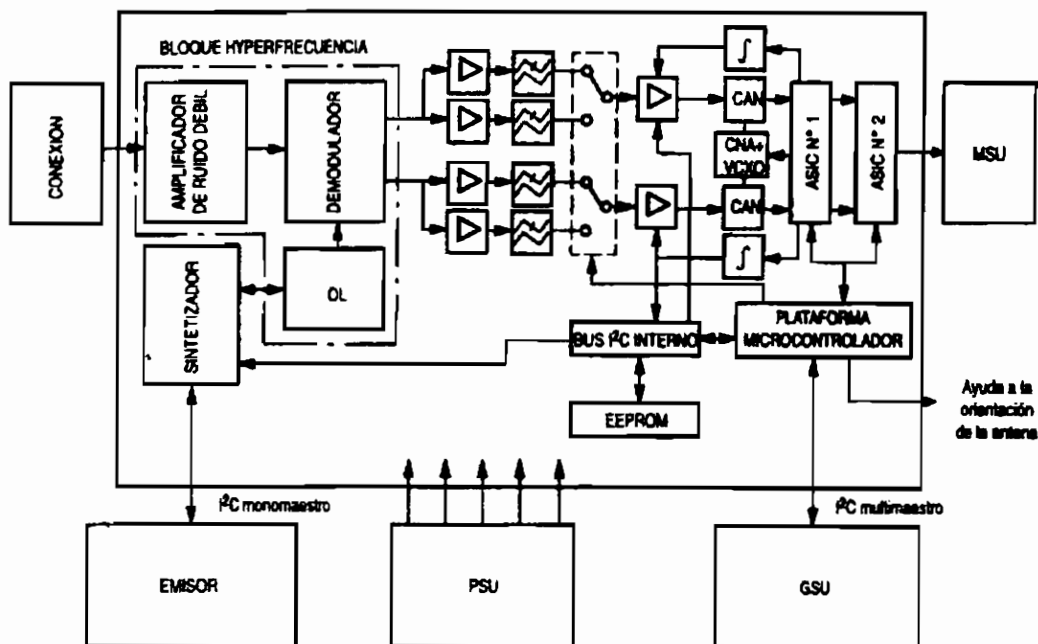


Figura 3.11 - Esquema del receptor

El bloque hiperfrecuencia de recepción (Rx) comprende lo siguiente:

- una cadena de amplificación con ruido reducido,
- un demodulador que asegura la demodulación directa de la portadora recibida,
- un oscilador local sintetizado cuya frecuencia se puede ajustar a distancia, vía computador.

La tarjeta receptora realiza las siguientes funciones:

- funciones analógicas:

- filtrado de los trenes P y Q procedentes del amplificador,
- amplificación en banda de base, con mando automático de ganancia,

- conversión analógica/numérica de las señales en banda de base,

- funciones numéricas:

- compensación de los defectos de offsets generados principalmente por la conversión analógica/digital (circuito ASIC No 1),

- filtrado numérico (circuito ASIC No 1)

- control automático de las ganancias en las señales filtradas,

- estimación del error de decisión y control de un VCXO (recuperación de ritmo del reloj),

- compensación de los defectos de cuadratura y de balance debidos al demodulador y a la parte banda de base recepción,

- compensación de los defectos del modulador, cuadratura, balance, residuo de portadora ,

- regeneración de la señal que incluye una corrección de errores y un decodificado diferencial ,

- elaboración de las señales de petición de conmutación, transmitidas a la tarjeta MSU,

- medidas de calidad (BER, campo recibido).

Una plataforma, basado en microcontrolador, asegura el diálogo con la tarjeta GSU y la elaboración de una tensión utilizable para la orientación de la antena.

3.15 EMISOR 7/8 GHz - GAN 301⁽¹⁶⁾

La tarjeta emisor (TX) recibe un tren de datos digitales, de la tarjeta mux/demux (MSU) y para la transmisión hiperfrecuencia realiza el siguiente tratamiento:

- procesamiento Banda Base:
 - filtrado digital y codificación con Código Corrector de Errores.
 - conversión digital / analógica y filtrado en banda base analógica.
- modulación directa 4-QAM, sin paso por una frecuencia intermedia, de la frecuencia RF elaborada por un oscilador integrado en el emisor.
- Amplificación de potencia.

3.15.1 FUNCIONAMIENTO EMISOR (TX)

El emisor utiliza el principio de la modulación directa de la portadora hiperfrecuencia para las señales banda de base P y Q filtradas, sin pasar por una FI (Frecuencia Intermedia).

3.15.2 FUNCIONAMIENTO BANDA BASE

La parte banda base del emisor efectúa la conversión de trenes binarios a dos trenes P y Q analógicos, suministrados al bloque hiperfrecuencia.

Las funciones banda base efectuadas en la tarjeta emisor son de dos tipos: funciones numéricas y analógicas.

- las funciones en numérico comprenden:

- codificación y decodificación HDB3,
- codificación de paridad, destinada a la aplicación de una corrección de errores en la recepción,
- conversión numérica / analógica de las señales P y Q procedentes de los filtros numéricos,

- las funciones en analógico son:

- filtrado analógico antiarmónicos
- ajustes de banda base concernientes a la cuadratura de las señales P y Q.

En la figura 3.12 se tiene un esquema del emisor (Tx).

3.15.3 FUNCIONES HIPERFRECUENCIA

Los circuitos hiperfrecuencia, implantados en el módulo emisor están constituidos por:

- Un oscilador local sintetizado.
- Un modulador hiperfrecuencia que cubre la totalidad del ancho de banda RF.
- Un amplificador de potencia hiperfrecuencia.
- Un corto circuito o un circuito abierto a la salida del amplificador que no provoca su destrucción.

La tarjeta GSU supervisa la tarjeta emisora a través de un bus I2C .

La frecuencia del oscilador local y la elección de los coeficientes del filtro numérico se programan a través de un segundo bus I2C

monomaestro, procedente del microcontrolador de la tarjeta receptora.

Un diodo electroluminiscente rojo DS501 cercano de la superficie delantera se enciende cuando está presente una alarma.

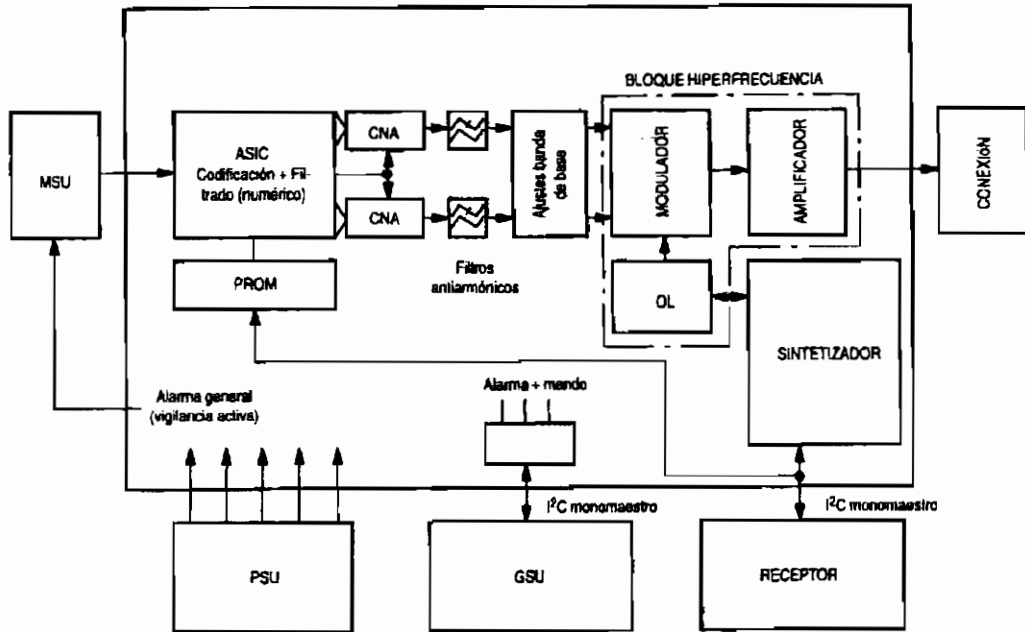


FIGURA 3.12- Esquema del Emisor

3.15.4 CONFIGURACIÓN DEL EMISOR.

- Bloque Hiperfrecuencia: está equipado con dos inversores, un potenciómetro y una toma de test accesible, a través de los orificios en la tapa del bloque hiperfrecuencia. Estos orificios tapados por un autoadhesivo conductor.
- Sintetizador: está formado por un microcontrolador el cual recibe la información del PC con los valores de frecuencia de trabajo.
- Bloque Codificación y filtrado

3.16 FILTROS DE CONEXIÓN DUPLEXADOS ⁽¹⁷⁾

Los filtros vienen en dos subbandas de frecuencia de 7,1 a 7,7 GHz que son los GAN 501 y de 7,7 a 8,5 GHz los GAR 501.

3.16.1 – PRESENTACIÓN DE FILTROS

Los bloques de filtros de conexión GAN 501/GAR 501 se componen de dos filtros duplexados unidos por soldaduras, uno para la emisión y el otro para la recepción, reunidos en uno de sus extremos, la parte común en guía de ondas es el acceso a la antena. Este filtro se realiza con una doble guía de onda que comprende en un extremo el acceso en guía WR112 común a los dos filtros y en el otro extremo un acceso coaxial SMA para cada filtro, como se muestra en la fig. 3.13.

Cada uno de los dos filtros de conexión está sintonizado en un canal del plan de frecuencias situado en la banda 7,1-7,7 GHz o 7,7-8,5 GHz.

3.16.2 – FUNCIONAMIENTO DE LOS FILTROS

Los filtros son seis cavidades resonantes que se pueden sintonizar, delimitadas por barras metálicas de acoplamiento intercavidades. Tiene siete tornillos de ajuste de acoplamiento situados, a ambos lados de cada resonador y alineados en las barras de acoplamiento, o bien frente a cada acceso, permiten ajustar la frecuencia de sintonía del filtro.

Cada filtro permite la transferencia de energía en su banda pasante entre el acceso antena y el acceso emisión o recepción, además atenúa la señal que atraviesa el otro filtro.

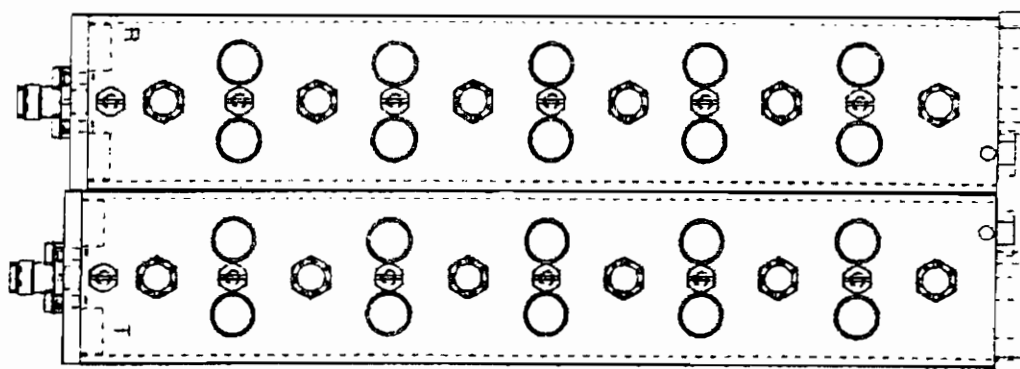


Figura 3.13 Vista superior del filtro duplexado GAR 501

3.17 INSERCIÓN DE LAS TARJETAS EN BASTIDOR

Se debe verificar que las tarjetas están situadas en el bastidor, de acuerdo a la configuración requerida.

La configuración de software está precargada en fábrica.

Se debe verificar que la llave software GAA 620, sin la que el equipo no puede funcionar, esté bien instalada.

En las figuras 3.14 y 3.15 siguientes se muestran los gráficos de los bastidor ETSI con los diferentes cables y direcciones y del cableado de alimentación en el bastidor ETSI.

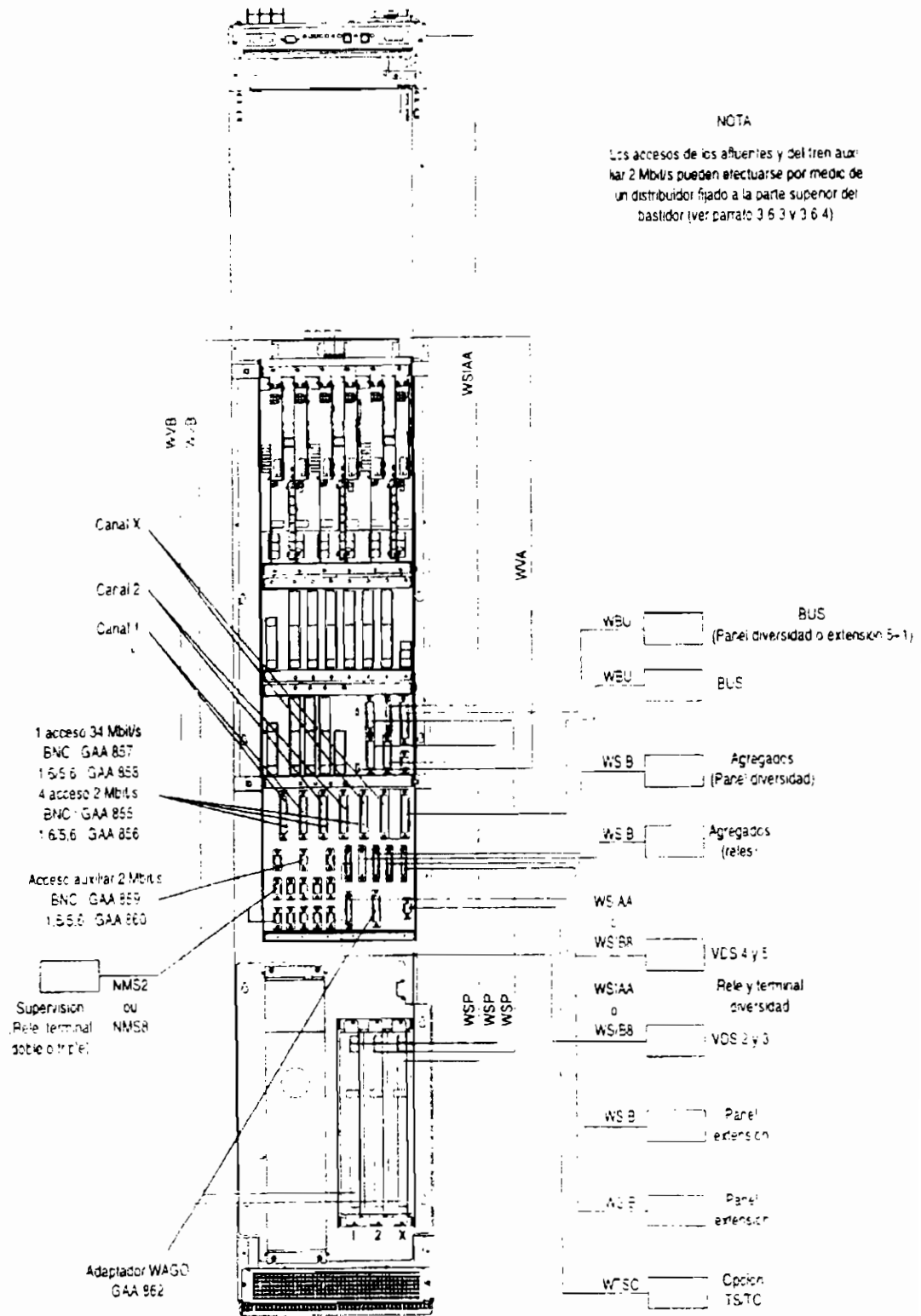


Figura 3.14 Cableado entre módulos (Bastidor ETSI).

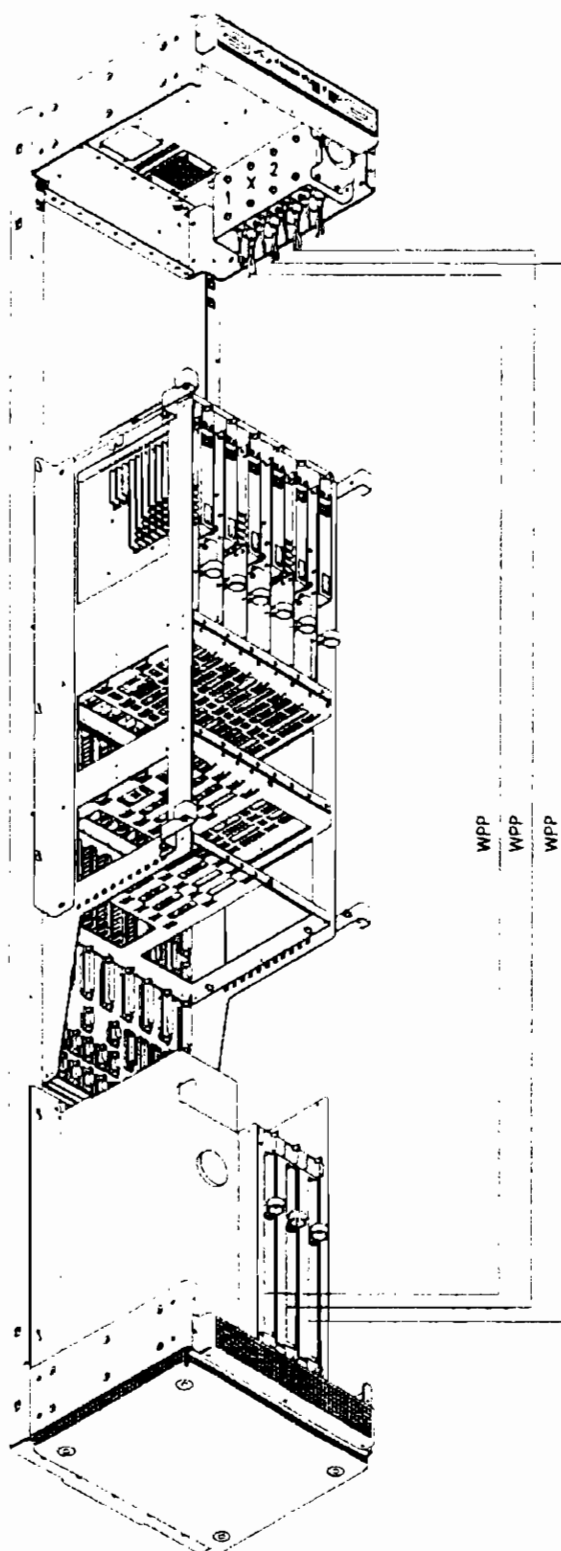


Figura 3.15 Cableado de las Alimentaciones en bastidor ETSI

3.18 INTERFAZ RF.

- La conexión se realiza en el techo del bastidor con una guía flexible de 1 m de largo, como se muestra en la figura 3.16.

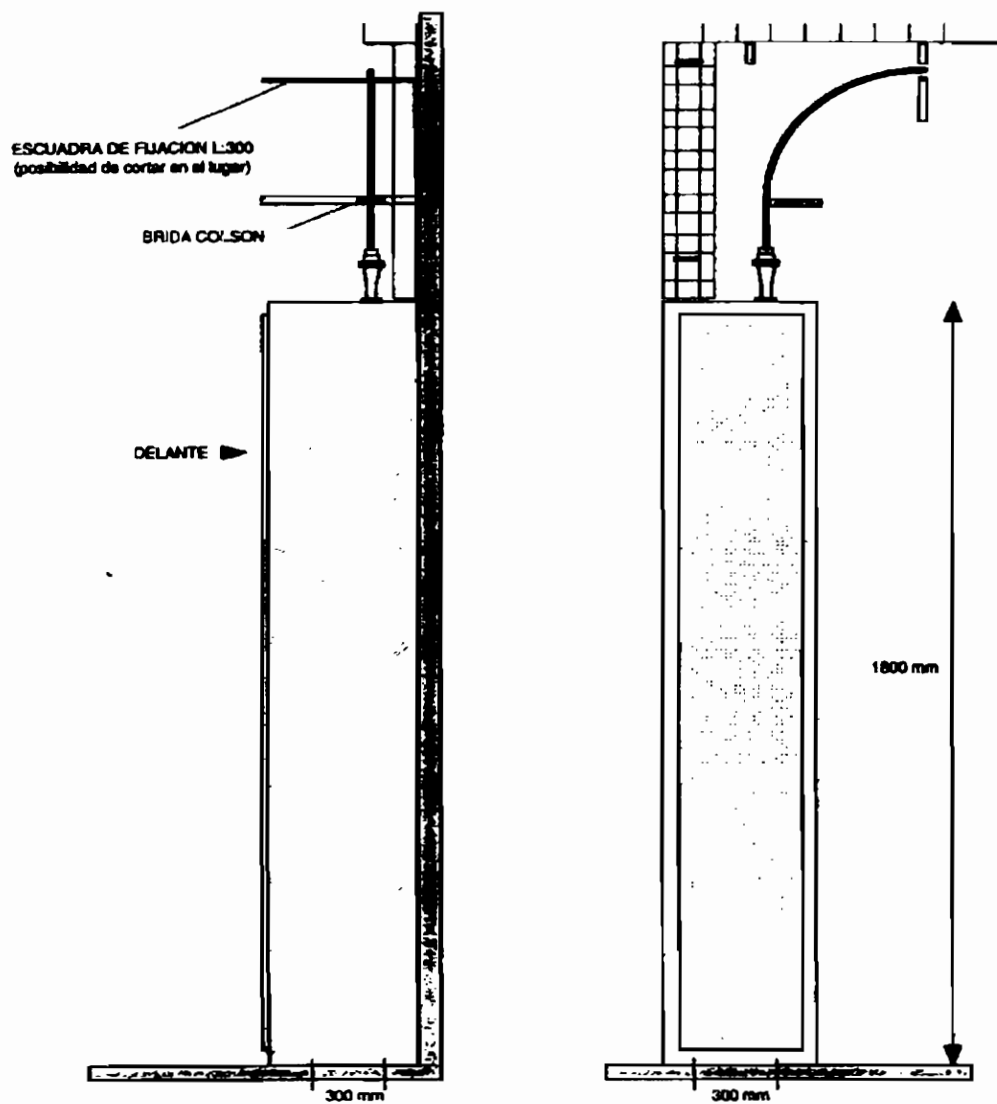


Figura 3.16 Acceso RF al radio 9470 LX.

Referencias del Capítulo 3

- (1) Small and Medium Capacity Digital Microwave Link. Pag. 19
- (2) Manual Alcatel 9470 LX, pag. 22
- (3) General on Microwave Links. ALCATEL. Cap. 2, pag 3
- (4) Manual Alcatel 9470 LX, pag. 30
- (5) Manual Alcatel 9470 LX, pag. 41
- (6) General on Microwave Links. ALCATEL. Cap. 3, pag 3
- (7) Manual Alcatel 9470 LX, pag. 99
- (8) Manual Alcatel 9470 LX, pag. 105
- (9) Manual Alcatel 9470 LX, pag. 115
- (10) Manual Alcatel 9470 LX, pag. 121
- (11) Manual Alcatel 9470 LX, pag. 127
- (12) Small and Medium Capacity Microwave Link. ALCATEL. Pag 15
- (13) Small and Medium Capacity Microwave Link. ALCATEL. Pag165
- (14) Manual Alcatel 9470 LX, pag. 173
- (15) Small and Medium Capacity Microwave Link. ALCATEL. Pag161
- (16) Small and Medium Capacity Microwave Link. ALCATEL. Pag157
- (17) Manual Alcatel 9470 LX, pag. 209

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV: CONFIGURACIÓN DEL RADIO 9470 LX

4 INTRODUCCIÓN

En el conector F del panel superior se coloca el computador, el cual se encarga del mantenimiento y operación del sistema de radio 9470 LX.⁽¹⁾

Con el terminal conectado se puede visualizar lo siguiente:

- administración y visualización de estado de alarmas,
- leer y configurar del radio datos como BER, frecuencia etc.,
- indican niveles de transmisión y recepción,
- monitoreo de la ejecución de la prueba de calidad de enlace,
- descargue de software.

Y como aplicaciones adicionales tenemos:

- Inventario remoto de las tarjetas.
- Almacenamiento de eventos de alarmas del sistema.
- Medidas análogas, de voltajes de los convertidores.

4.1 INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DESDE DISKETTE⁽²⁾

Son necesarios los siguientes programas para el funcionamiento de los radios 9470 LX:

SOFTWARE	No DE DISCOS 3½ "	DESCRIPCIÓN
NECTAS	3	Software del sistema
RTP	1	Parámetros de Transmisión de radio.
946LUX11	2	Aplicaciones LUX11

Los archivos del sistema son instalados en el disco duro, en el directorio básico:

C:\ALCATEL

4.2 SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN Y OPERACIÓN

Para configurar, los equipos de radio se deben seguir los siguientes pasos: En el PC, se abre la aplicación NECTAS.

Primero Se abre la ventana application choice, en una estación terminal y se obtiene la ventana menú de supervisión figura 4.1.

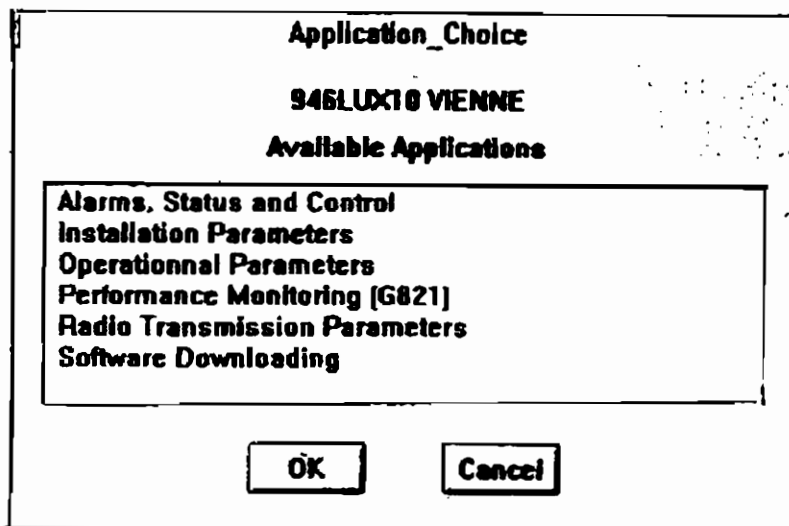


Figura 4.1 Ventana del menú Principal.

Se obtiene tres tipos de aplicaciones disponibles:

- a) Operaciones de configuración del sistema mediante:
 - Parámetros de Instalación.
 - Parámetros Operacionales.
- b) Operaciones de Supervisión con las opciones:
 - Alarmas, Estados y Controles Remotos.
 - Parámetros de Transmisión de Radio.

-Supervisión de Calidad.

c) Operaciones de Software Dowloading.

4.3 PROGRAMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE INSTALACIÓN

Aquí se describe el hardware del equipo, sea repetidor o terminal, tipo de bastidor, nombre de la estación, configuración, si tiene diversidad o no, banda de frecuencia, velocidad de tributarios, etc..

En la tabla 4.1, se observa todas las opciones de hardware disponible. Por ejemplo, si queremos programar dos estaciones terminales A y B:

-Tipo de equipo: 9400LX ETSI rack.

-Tipo de Estación: Terminal.

-Designación de Estación: Nombre de estación local (Estación A)

Nombre de estación Lejana (Estación B)

-Configuración: 1+1 HSBY, en el caso de tener equipo redundante.

-Tipo de canal en standby: Normal.

-Banda de Frecuencia: 7/8 GHz.

-Mux Protection: sin protección de mux/demux.

-Tipos de Tributarios: 16x2 Mbps, quiere decir 16 tributarios de 2 Mbps.

-Tarjetas adicionales: ausente (sin respaldo de ESC 2-3).

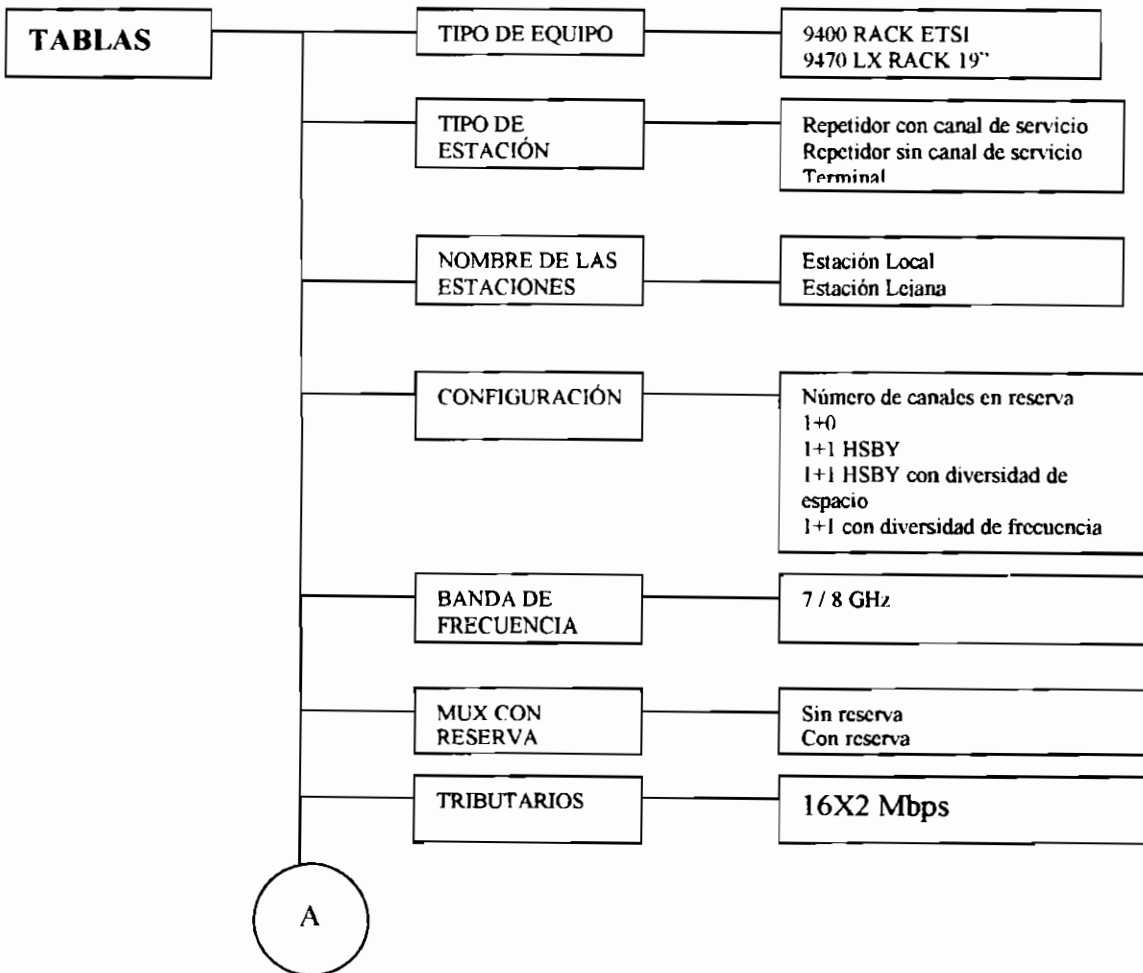
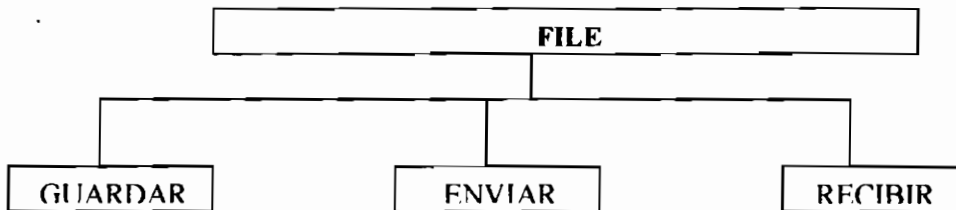
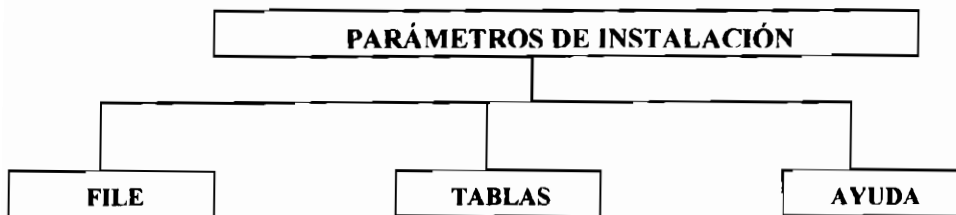
-Diversidad con Protección de Alimentación: sin diversidad.

-ESC definition, el que dice si tiene o no protección el canal de seervicio.

-Tx/Rx: en este se define si hay o no drop-insert y también la impedancia de entrada de tributarios 75 ohms o 120 ohms.

-LOCAL LOOP: permite tener un lazo en hiperfrecuencia.

Siguiendo las características de nuestro equipo y con la ayuda de la tabla 4.1 se puede programar el hardware de una estación terminal o repetidora.



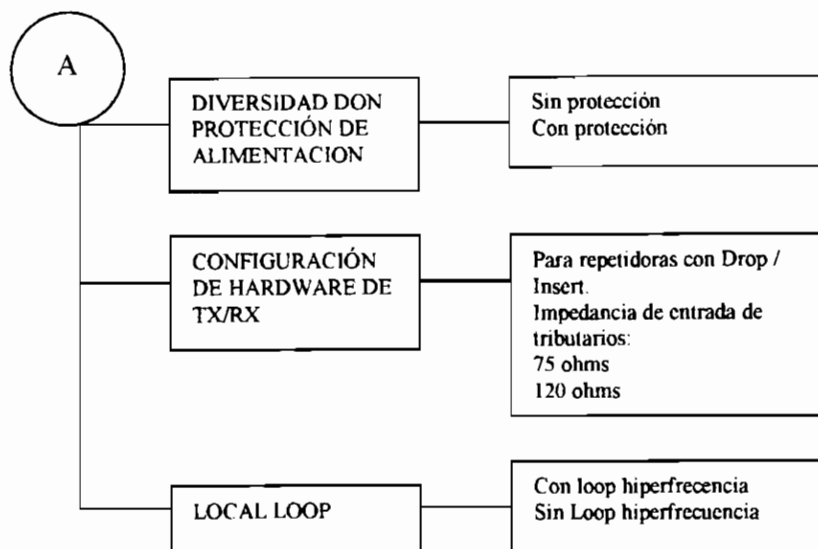


Tabla 4.1 Programación de los Parámetros de Instalación.

4.4 PROGRAMACIÓN DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES.

Aquí se describe la configuración de las propiedades del equipo como son la velocidad de transmisión, valor de frecuencia, propiedades de conmutación, los umbrales mínimos de potencia, así como la configuración de las alarmas.

La tabla 4.2 a y b; de idéntica forma que la programación de los parámetros de instalación nos indica todas las posibles configuraciones disponibles.

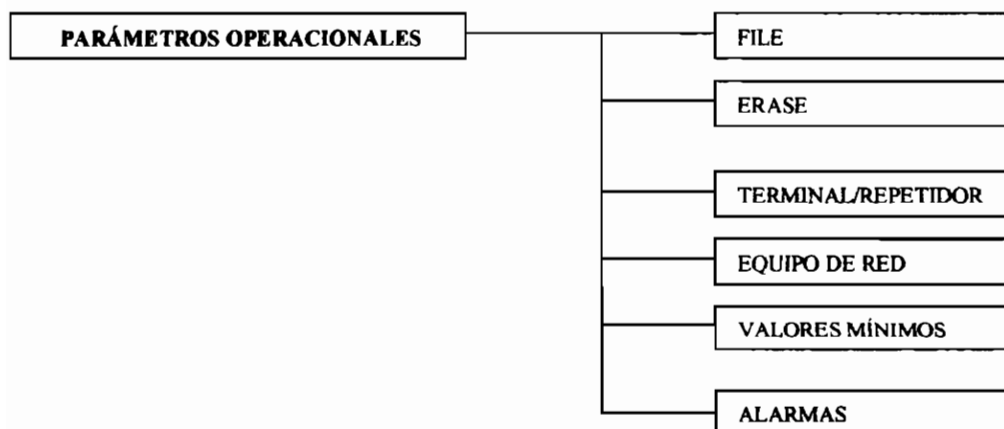


Tabla 4.2.a Pasos para programar los Parámetros operacionales.

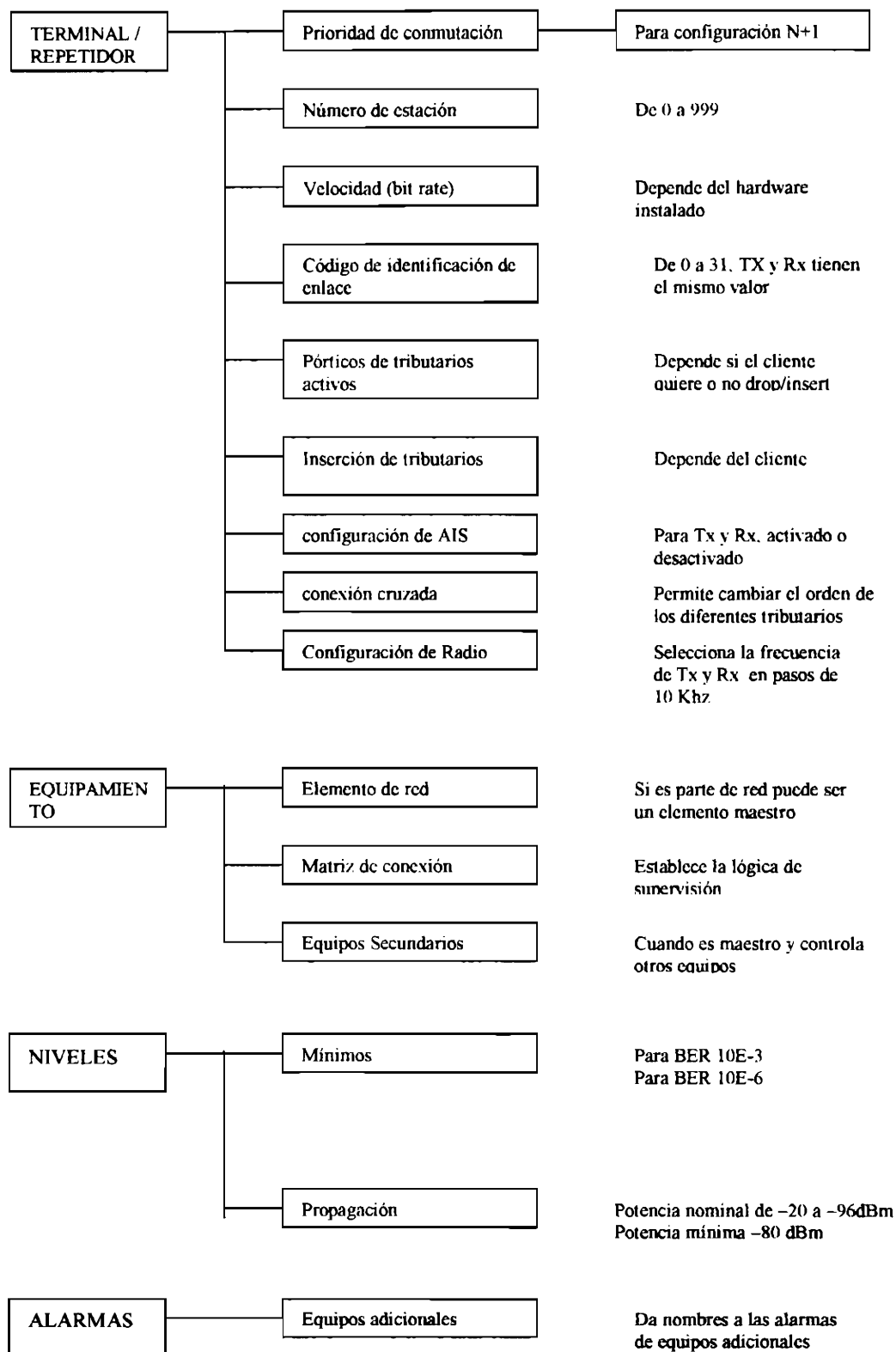


Tabla 4.2.a Pasos para programar los Parámetros operacionales.

4.5 OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL RADIO.

Los parámetros de transmisión del radio RTP presentados en pantalla son como se indica en la figura 4.2.

-Parámetros de transmisión: potencia de transmisión, potencia de recepción, medidas de BER.

-Realiza diagnósticos de transmisión y recepción.

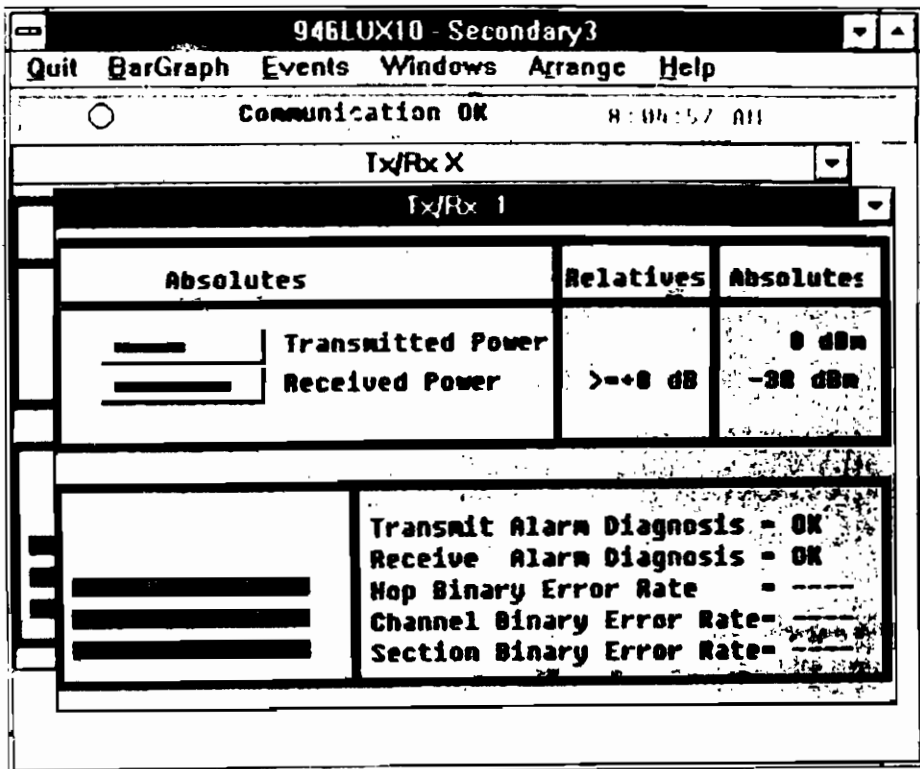


Figura 4.2 Pantalla que indica los Parámetros de Transmisión de Radio (RTP)

4.6 ALARMÍSTICA DEL SISTEMA

Para reconocer las alarmas que se presenta en el Radio de una estación REPETIDORA O TERMINAL se siguen los siguientes pasos:

- Conectar el PC en el conector F del panel de techo del bastidor ETSI.
- Abrir la aplicación Nectas, propia del equipo previamente instalado en el PC.
- Entrar el nombre del usuario y contraseña en la primera pantalla de programa: USER.

Se observa una pantalla pantalla, como muestra la figura 4.3, la que contiene una ventana con una barra superior y una lista de las aplicaciones disponibles:

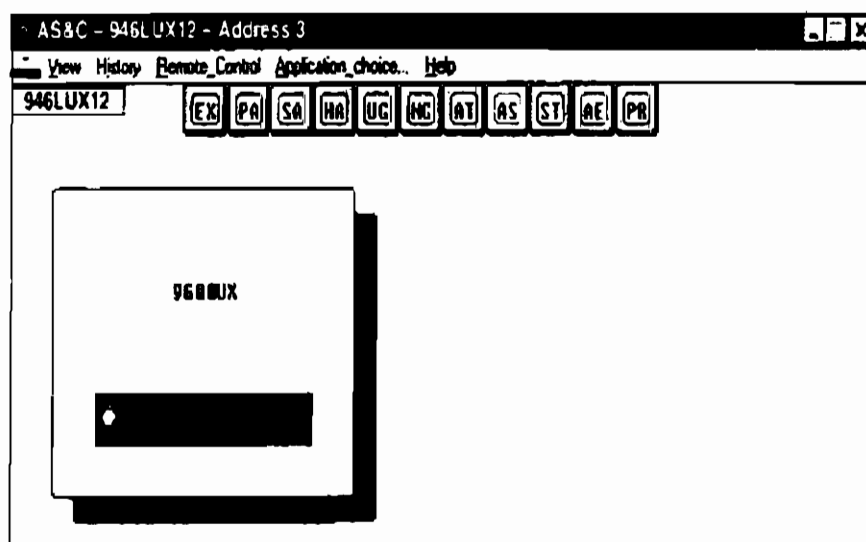


Figura 4.3 Primera Pantalla de acceso a equipo Radio

Las opciones para llegar a la aplicación alarmas es el siguiente:

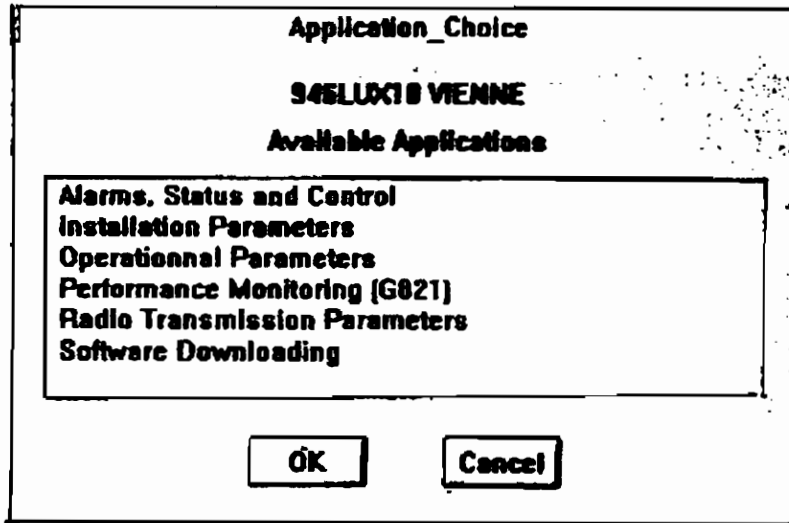
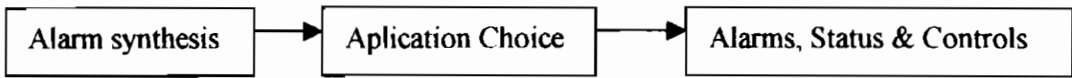


Figura 4.4 Lista de aplicaciones NECTAS.

Dentro de la opción Alarms, Status and Control, se puede observar la siguiente presentación alarmas figura 4.5, además de mostrar la configuración de la estación.

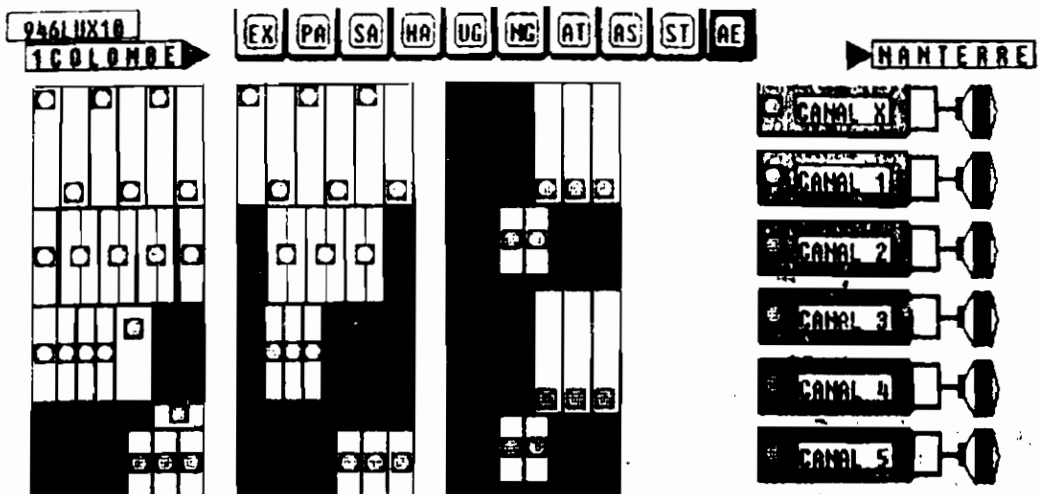


Figura 4.5 Presentación de alarmas de radio.

4.7 ALARMAS DE MANTENIMIENTO.

Estas alarmas se presentan en la MSU del equipo, es del tipo URG(urgente), como se indica en la fig.4.6; no presenta daño en elemento alguno, sino más bien, fallas de BER del enlace.

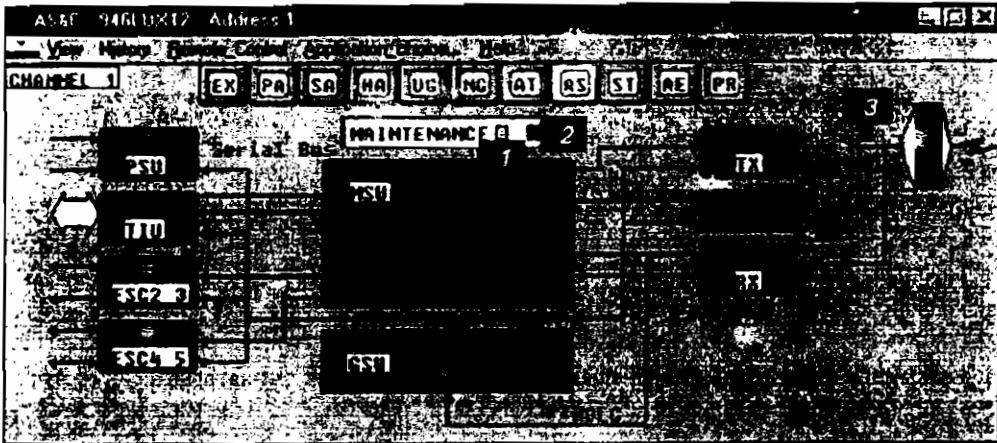


Figura 4.6 Alarmas de Mantenimiento

En la tabla 4.2 presentamos las alarmas de mantenimiento:

No	MENSAJE	TIPO	CAUSA PROBABLE
1	UNDELAYED MAINTENANCE	URG Alarm	Alarma de mantenimiento inmediata. Con el history ubicar detalle de alarma.
2	DELAYED MAINTENANCE	NURG Alarm	Alarma de mantenimiento diferido. Con history ubicar detalle alarma.
3	MANUAL MODE	Unde- fined.	Modo Conmutado Forzado. Indica sí el switcheo de Transmisor esta en principal o en Reserva.

Tabla 4.2 Alarmas de mantenimiento

4.8 ALARMAS EN TIU.

Si la TIU(Tributary Interfase Unit) falla, se debe reemplazarla con una de modelo idéntico, revisando que los puentes sean igual que los

de la tarjeta reemplazada, la figura 4.7 muestra los diferentes tipos de alarma presentada en la TIU.

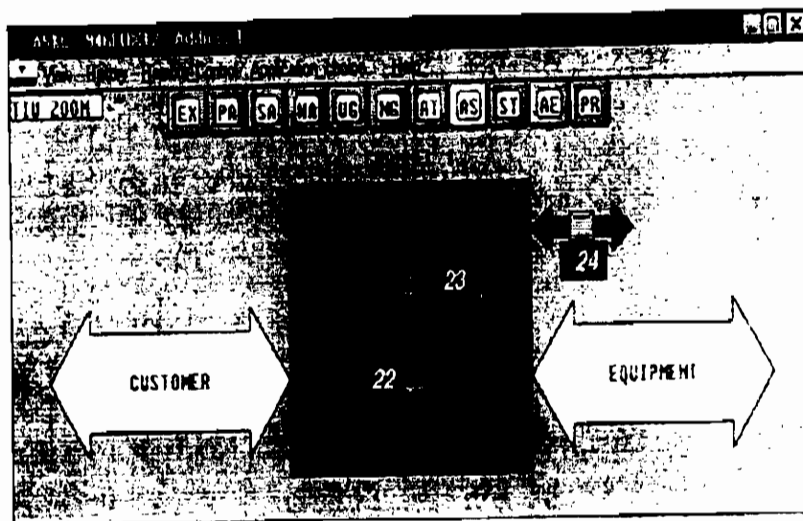


Figura 4.7 Alarmas presentadas en TIU.

En el siguiente cuadro se indican las diferentes alarmas de la tarjeta TIU.

No	MENSAJE	TIPO	CAUSA PROBABLE
22	GENERAL ALARM	URG Alarm	Alarma general. Reemplazar el módulo TIU
23	CONFIGURAT ERROR	NURG Alarm	Error de configuración. Inconsistencia entre tributarios declarados y los existentes.
24	UNIT MISSING	URG alarm	Sin módulo o problema de diálogo. No conversa con GSU, se cambia.

4.9 ALARMAS EN MSU.

En la pantalla se presenta la siguiente presentación de alarmas figura 4.8.

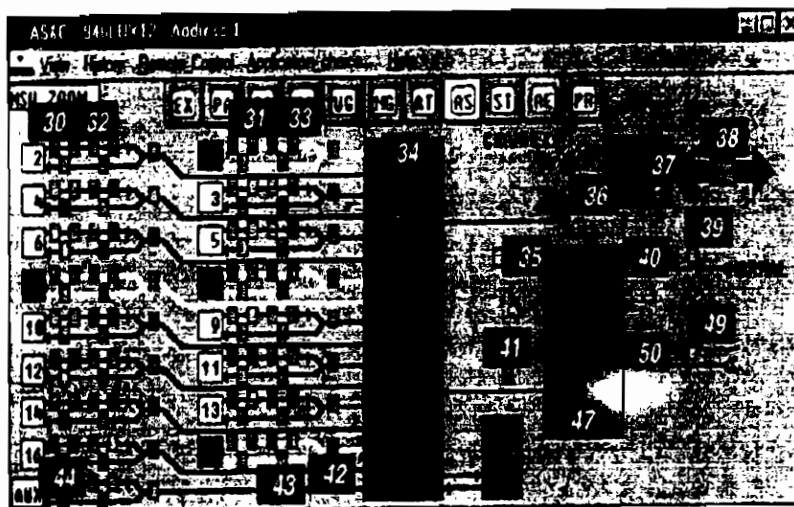


Figura 4.8 Alarmas de MSU

En el siguiente cuadro se presentan las alarmas de MSU:

No	MENSAJE	TIPO Alarm	CAUSA PROBABLE
30	TRIB I 2 MBPS SIGNAL LOSS	URG	Pérdida de señal detectada
31	TRIB I 2 MBPS EN ESPERA	URG	Falla de señal entrante en tributario.
32	TRIB I 2MBPS TX AIS	URG	Inserción de señal AIS enviada
33	TRIB I 2MBPS RC: INSERTION	NURG	
34	MUX-DEMUX NORMAL ALARM	URG	Alarma Normal MUX , la MSU averiada
35	LOCAL LOOP	NURG	Loop local, sin problema
36	ERROR DE CONFIGURAC.	URG	Módulo MSU no corresponde
37	ALARMA GENERAL	URG	MSU averiada

38	UNIDAD OMITIDA	URG	Módulo MSU ausente o problema de diálogo con GSU.
39	RX BER ALTO	URG	Pérdida de sincronismo.
49			
40	Pérdida de Trama norma y en x	URG	Pérdida de alarma de sincronización de trama.
50			
41	Identificación Código Enlace	URG	Pérdida de código de identificación
42	Loop Distante de Tributario	NURG	Loop remoto.
44	TRIB i, 2MBPS	URG	Medidas de BER en curso.
45	Repeater Acces	URG	Repetidor con AIS

4.10 ALARMAS PRESENTADAS EN EL TRANSMISOR TX

En la figura 4.9 se indica las diferentes alarmas que puede presentar un Transmisor.

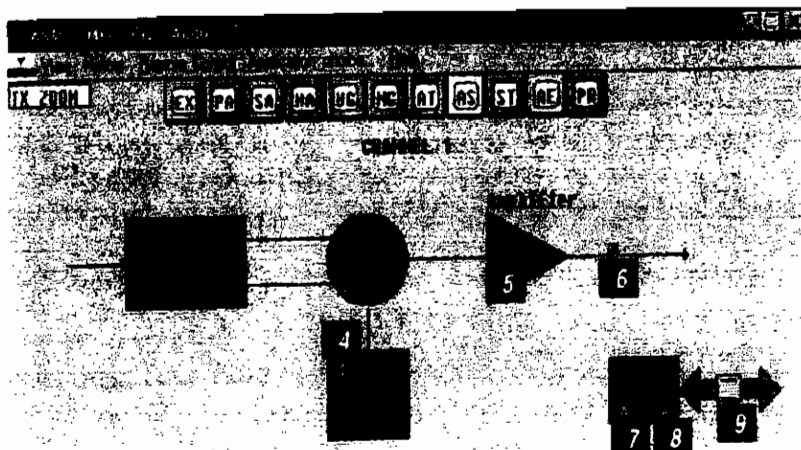


Figura 4.9 Alarmas de Tx.

En el cuadro siguiente se muestran las alarmas de emisor:

No	MENSAJE	TIPO	CAUSA PROBABLE
4	TX SYNTHETIZER	URG	Incompatibilidad entre f de Tx y Rx
5	POWER MODE	NURG	Modo amplificador.
6	SALIDA DE POTENCIA	URG	Alarma potencia de Tx
7	ERROR DE CONFIGURACION	URG	Inconsistencia entre los cambios de frecuencia
8	ALARMA GENERAL	URG	Reemplazar módulo Tx
9	UNIDAD MISSING	URG	Problema de diálogo o tarjeta no insertada correctamente.

4.11 ALARMAS DE RECEPTOR RX.

En la figura 4.10 se muestra las alarmas del receptor RX.

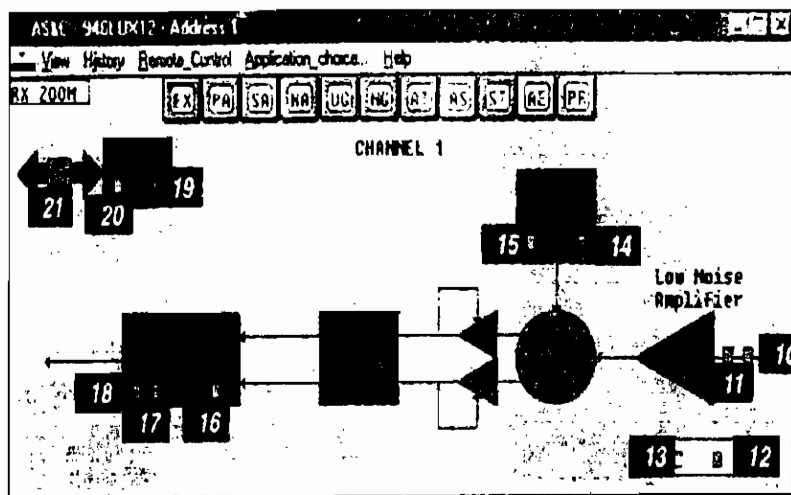


Figura 4.10 Alarmas que presenta el RX.

En el siguiente cuadro se muestran las alarmas del receptor RX:

No	MENSAJE	TIPO	CAUSA PROBABLE
10	RECEIVE POWER	URG	Alarma de campo recibido.
11	PROPAGATION	URG	Alarma de propagación, el campo de RX bajo el valor mínimo definido.
12	ESR	URG	Si el BER es mayor que el valor definido en los parámetros.
13	LOW BER	URG	Si el BER es mayor que el valor definido en los parámetros.
14	FRECUENCY SHIFT	URG	Hay diferencia entre las frecuencias de TX y RX, revisar sus valores.
15	RX SYNTHETIZER	URG	Incompatibilidad entre la frecuencia Rx requerido y la frecuencia provista por RF RX.
16	CARRIER UNLOCKED	URG	Pérdida de señal demodulada, o pérdida de portadora.
17	FEC INHIBITION	NURG	Código de error deshabilitado.
18	EQUALIZER	NURG	Fallo de diálogo del Rx
19	ALARMA GENERAL	URG	Cambiar el módulo Rx
20	ERROR DE CONFIGURACIÓN	URG	Inconsistencia entre las frecuencias declaradas y la colocada por software
21	UNIDAD MISSING	URG	Problema de diálogo, Módulo ausente

4.12 ALARMAS DE CANAL DE SERVICIO ESC 2-3

Esta tarjeta presenta las alarmas que se ve en la figura 4.11.

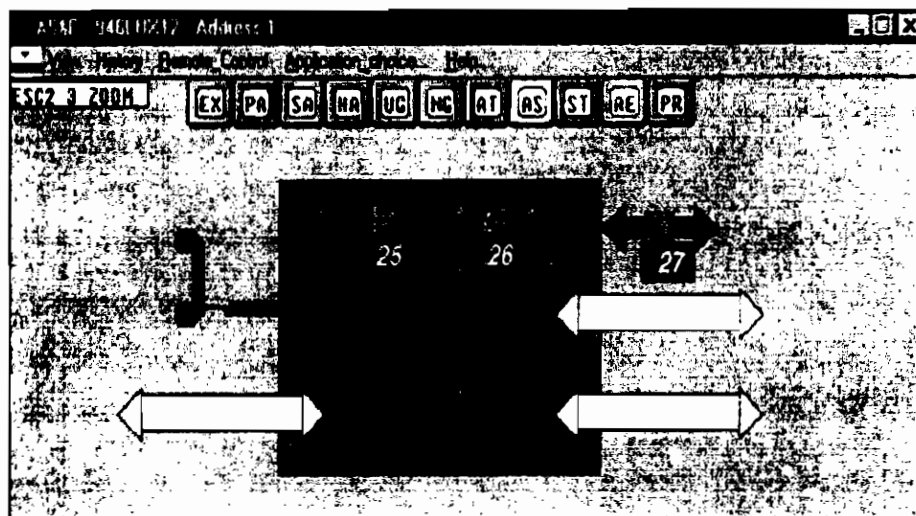


Figura 4.11 Alarmas que se presentan en ESC 2-3

En el siguiente cuadro se muestran las alarmas de la tarjeta canal de servicio ESC 2-3:

No	MENSAJE	TIPO	CAUSA PROBABLE
25	CONFIGURATION ERROR	URG Alarm	Problemas con tarjeta de extensión Reemplazar el módulo.
26	GENERAL ALARM	URG Alarm	Reemplace la tarjeta.
27	UNIT MISSING	URG alarm	Sin módulo o problema de diálogo. No conversa con GSU, se cambia.

4.13 ALARMAS DE SUPERVISIÓN GSU.

La tarjeta GSU presenta las alarmas externas al equipo de radio, estas se ve en la figura 4.12.

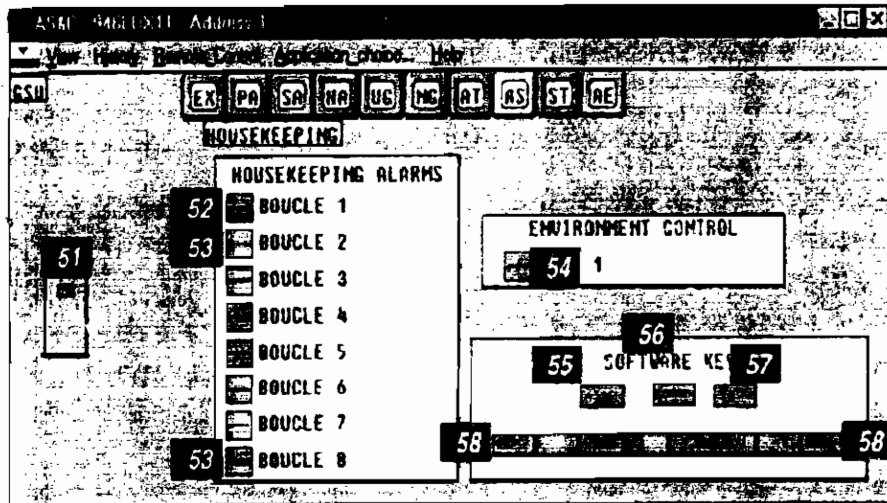


Figura 4.12 Alarmas que se presentan en la GSU

En el siguiente cuadro se muestran las alarmas de la tarjeta GSU:

No	MENSAJE	TIPO	CAUSA PROBABLE
51	GENERAL ALARM	URG Alarm	Problemas con tarjeta de extensión Reemplazar el módulo.
52	HOUSEKEEPING 1	NURG	Alarma de ventiladores para enfriar TX
53	ENVIROMENT 2 A 8	NURG	Alarma de equipos controlados externamente.
54	ENVIROMENT CTRL1	NURG	Control remoto activado.
55	SOFTWARE KEY MISSING	URG	Alarma de clave de software.
57	PROVISIONING REFUSED	URG	Las llaves de software colocados son incompatibles con el equipo.
58	TERM. SHUTDOWN	URG Alarm	Tiempo antes de desconectar el equipo.

4.14 ALARMAS EN PSU (CONVERSION DC/DC).

En la figura 4.13 se indican las alarmas que pueden darse en un módulo PSU.

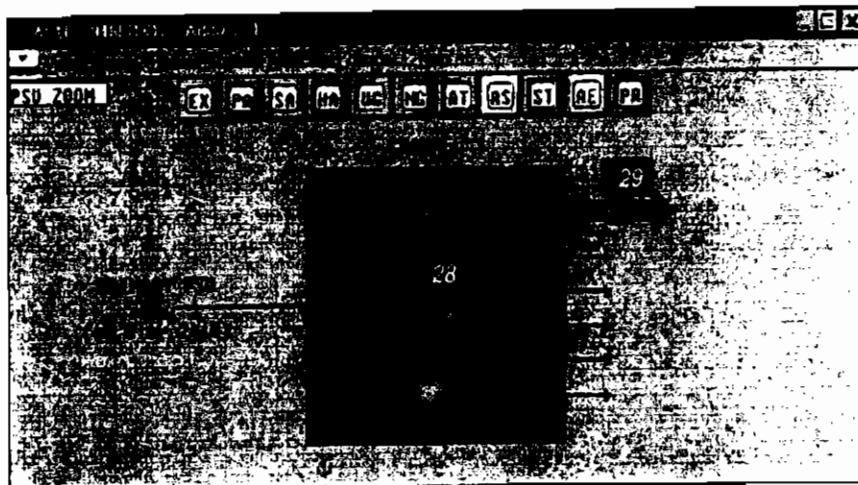


Figura 4.13 Alarmas de PSU

No	MENSAJE	TIPO	CAUSA PROBABLE
28	GENERAL ALARM	URG Alarm	Problema grave, cambiar tarjeta PSU.
29	UNIT MISSING	URG Alarm	Módulo ausente o problema de diálogo con la tarjeta de supervisión GSU

4.15 PROTOCOLOS DE PRUEBAS

Las hojas de prueba y constatación que presentamos a continuación, son realizadas en una estación existente.

Las pruebas locales se hacen en base a protocolos de pruebas previamente acordados con el cliente.

4.15.1 ORGANIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.⁽³⁾

Las pruebas se organizan en seis hojas:

- Hoja 1: Consta una descripción de las características del equipo que está montado en el lugar, tales como versión, tipo de estación, configuración, capacidad, frecuencia, modelo y serie.
- Hoja 2: Esta contiene todos los módulos del equipo radio, además los números de serie correspondientes.
- Hoja 3: En esta hoja se encuentran los módulos que poseen software conjuntamente con su correspondiente ICS.
- Hoja 4: Aquí encontraremos las medidas de potencia, frecuencia, con equipos de medición como el Bolómetro y un Frecuencímetro, para la frecuencia de 8 Ghz encerados y calibrados y así como la verificación de los valores obtenidos por telemetría con PC(computador portátil) . Además de verificación de presencia o ausencia las alarmas de Transmisor y Receptor.
- Hoja 5: Esta hoja es muy importante en la aceptación o no de las pruebas locales y de enlace, consta las pruebas de conmutación en transmisor y receptor, verificación de bucles de tributarios locales y remotos y una de las pruebas más importantes es la de Verificación de Calidad de sección en bucle, que no es otra cosa que una medición de errores.
- Hoja 6: Corresponde a número de serie del equipamiento en un bastidor de diversidad.
- Hoja 7: Es la firma de aceptación o no del equipo radio.

A continuación se presentan las hojas de medición con los resultados obtenidos en una estación terminal.

TELCOM

1 CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DE PRUEBAS

CLIENTE: **COMACO**
PAÍS: **ECUADOR**

CONFORME
CON RESERVAS

DESCRIPCIÓN DE RESERVAS:

**CH2 NO CONUTA A
CHX. AL APAGAR
LA FUENTE QUE
CORRESPONDE AL
CANAL 2.**

ALCATEL			9400LX
Estación	010 / QTO		
Dirección	035 / CC 0		
Versión	ETS1		
Tipo de estación	TERMINAL		
Configuración	2+1		
Capacidad HW	16x2+2		
Drip-insert	SE		
Capacidad SW	16x2		
Frecuencia MHz	TX	RX	Polari
	CH1	717.5	732.5
	CH2	713.5	738.5
	CHX	729.5	749.5
Imedancia	75		
Canal 2 Mb	ES		
Acceso	---		
Canal 2 Mb	---		
TS / TC	---		
MSU reserva	---		
PSU div. reserva	---		
Supervisión Simplificada	No		
Simrn	Luz 11		
SC2	Teléf. 011 Teléf. ---		
SC3	No		
SC4	No		
SC5	No		
Presurizador	NO		
Fecha	2001/03/01		
Número de modelo	3CC 07X 04A BAA		
Número de serie	C982407484		
Código	9470LX ETS1		

Nombre	
Firma	
Fecha	

(*) : Cuando trabaja en nombre del cliente (según el procedimiento PGQ 053 : "Modalité de présentation à l'acceptation du client").

ED	
TESPACE	

30-01-00011-0001-0001/1-01

ALCATEL

Capacidad: 16x2 Configuración: 2+1Banda: 7/8 Versión: ETS1

NÚMERO DE SERIE DE LOS EQUIPOS DE RADIO (sin diversidad)

ENLACE: <u>ANILLO CENTRO.</u>	FECHA: <u>2001/03/01.</u>
ESTACIÓN: <u>010/R70</u>	DIRECCIÓN: <u>035/CC0</u>

NÚMERO DE CANAL		CH1		CH2		CH3	
DENOMINACIÓN	ITEM	Núm. Serie	ICS	Núm. Serie	ICS	Núm. Serie	ICS
FILTRO	GAA 50J	C982202808	01	C982202808	01	C982202808	01
TRANSMISOR	GAA 20L	C982210007	01	C982210003	01	C982207209	01
RECEPTOR	GAA 10L	C982105737	02	C981000700	01	C982507132	02
MEU	GAA 201	C982315732	03	C982315732	03	—	—
MSUP RESERVA	GAA 202	—	—	—	—	—	—
INTERFAZ DE TRIBUTARIO	GAA 5/B	C981000734	01	C981000734	01	—	—
ALIMENTACIÓN	GAA 610	D982081907	05	D982081906	05	D982081907	05
SUPERVISION GENERAL	GAA 603	C982708009	03	—	—	—	—
ILAVE "SOFTWARE"	GAA 620	C981107239	01	—	—	—	—
TECLADO VISUALIZACIÓN	GAA 601	—	—	—	—	—	—
INTERFAZ ESC 2/3	GAA 701	C982100046	01	—	—	—	—
INTERFAZ ESC 4/5 *	GAA 702	—	—	—	—	—	—
INTERFAZ ESC _ *	GAA 71_	—	—	—	—	—	—
INTERFAZ ESC _ *	GAA 71_	—	—	—	—	—	—
INTERFAZ ESC _ *	GAA 71_	—	—	—	—	—	—
LÓGICA DE CONMUTACIÓN *	GAA 251	C981000557	03	—	—	—	—
EXTENSIÓN TS/TC *	GAA 651	—	—	—	—	—	—

* TARJETA OPCIONAL

NOTAS:



CLIENTE/REPRESENTANTE:

FECHA:

ED	04		
TELSPAC	CRE-9400 LX		3CC 05216 AAAA 088 BJD

ALCATEL

ESTACIÓN : 010/270 DIRECCIÓN : 035/CCD
 ENLACE : Alilco Centro FECHA : 2001/03/01

Capacidad : KXZ Configuración : 2+1 Banda : F/B

Versión : ETSI Armario de 19"

SOFTWARES DE LOS MÓDULOS DEL EQUIPO DE RADIO : CÓDIGO y ICS

DESIGNACIÓN	ITEM	COMPONENTE	SOFTWARES	
			CÓDIGO	ICS (P1...)
Emisor	GAA 201	27 C 020 (MX 520)	3 CC 08884 AAAA	01, 01, 01(675)
Receptor	GAA 201	MCM (MX 101)	3 CC 08448 AAAA	05, 05, 05
Mux/Demux	GAA 201	ISPLSI 1016	3 CC 07986 AAAA	01, 01
		MCM (MX 101)	3 CC 08448 AAAA	04, 04
Unidad de supervisión general		29 F 040 (MX 127)	3 CC 07183 AAAA	01
		27 C 010 (MX 107)	3 CC 07182 AAAA	01
		MCM (MX 101)	3 CC 07188 AAAA	03
		GAA604 28 F 016 (SIM)	3 CC 07786 AAAA	1804
Interfaz ESC 2-3	GAA 701	27 C 010 (MX 107)	3 CC 08448 AAAA	01
Interfaz ESC 2 *	GAA 712	ISPLSI	3 CC 07154 AAAA	_____
Interfaz ESC 4 *	GAA 714	27 C 010	3 CC 07681 AAAA	_____
Interfaz ESC 5 *	GAA 715	27 C 010	3 CC 07681 AAAA	_____
Lógica de conmutación *	GAA 251	ISPLSI 1016	3cc 0 78 77 AAAA	01
		ISPLSI	3cc 0 78 79 AAAA	01
			3cc 0 78 76 AAAA	02
			3cc 0 78 78 AAAA	01
			3cc 0 78 80 AAAA	02

SOFTWARE DE SUPERVISIÓN

DESIGNACIÓN	CÓDIGO SOFTWARE	ICS SOFTWARE
NECTAS	3CC00817 AAAA	04
PARÁMETROS DE TRANSMISIÓN DE RADIO	3CC04438 AAAA	1.07.2
948 LUX __	3CC07358 AAAA	2.02.1

*Tarjeta opcional

OBSERVACIONES:

REPRESENTANTE DEL CLIENTE


REPRESENTANTE DE ALCATEL

ED	03		
		SATP- 9400 LX	3CC05216 AAAA UC BJD

ESTACIÓN : <u>010/RTO</u>	DIRECCIÓN : <u>035/CCO</u>
ENLACE : <u>ANILLO CENTRO</u>	FECHA : <u>2001/03/01</u>

Capacidad : 16x2 Configuración : 241 Banda : F18


Versión : ETSI Armario de 19"

CARACTERÍSTICAS DEL EMISOR / RECEPTOR LEÍDAS EN PC y EQUIPOS.

NÚMERO DEL CANAL	CH1	CH2	CH X	RESULTADOS ESPERADOS
PRUEBA EMISOR				
FRECUENCIA	<u>717.5001</u>	<u>717.5007</u>	<u>729.5000</u>	Plan frecuencia ± 5 kHz
VERIFICACIÓN AUSENCIA DE ALARMA DE EMISIÓN	<u>OK</u>	<u>OK</u>	<u>OK</u>	<u>OK</u>
PRUEBA RECEPTOR				
FRECUENCIA	<u>7302.5</u>	<u>7358.5</u>	<u>7414.5</u>	Plan de frecuencia ± 5 kHz
POTENCIA RECIBIDA	<u>-38/-38</u>	<u>-38/-38</u>	<u>-38/-38</u>	P calculada ± 4 dB
PRUEBA RECEPTOR DIVERSIDAD (SEGÚN CONFIGURACIÓN)				
FRECUENCIA	<u>—</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	Plan de frecuencia ± 5 kHz
POTENCIA RECIBIDA	<u>—</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	P calculada ± 4 dB

OBSERVACIONES :

NIVEL DE Rx ES MAYOR DE NOMINAL PORQUE Fx REAL TIENE 27 dB y Tx calculo es 17 dB.

REPRESENTANTE DEL CLIENTE


REPRESENTANTE DE ALCATEL

ED	03		
		SATP-9400 LX	3CC05216 AAAA UC BJD

ALCATEL

ESTACIÓN : <u>010/BTO</u>	DIRECCIÓN : <u>035/CCO</u>
ENLACE : _____	FECHA : <u>2001/03/01</u>

Capacidad : _____ Configuración : _____ Banda : _____

Versión : ETSI Armario de 19"

- PRUEBAS DE CONMUTACIÓN

Commutación Emisión	OK <input checked="" type="checkbox"/>	NOK <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
---------------------	---	---------------------------------	----------------------

Commutación Recepción	OK <input checked="" type="checkbox"/>	NOK <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
-----------------------	---	---------------------------------	----------------------

Commutación MUX	OK <input checked="" type="checkbox"/>	NOK <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
-----------------	---	---------------------------------	----------------------

- PRUEBAS DE LAS ALARMAS

Prueba : Desconectar uno de los afluentes

- VERIFICACIÓN DE LAS ALARMAS

Prueba N°1 :	OK <input checked="" type="checkbox"/>	NOK <input type="checkbox"/>
--------------	---	---------------------------------

- VERIFICACIÓN DE LOS BUCLES DE PRUEBA

Bucle agregado	OK <input checked="" type="checkbox"/>	NOK <input type="checkbox"/>
Bucle distante	OK <input checked="" type="checkbox"/>	NOK <input type="checkbox"/>

- VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE SECCIÓN EN BUCLE

Prueba efectuada durante dos (2) horas a temperatura ambiente

OK <input checked="" type="checkbox"/>	NOK <input type="checkbox"/>
---	---------------------------------

OBSERVACIONES :

EN CHZ AL APAGAR FUENTE E NO CONNUTA A CHX

REPRESENTANTE DEL CLIENTE


REPRESENTANTE DE ALCATEL

FINAL DEL DOCUMENTO

NOTA : Destrucción de los ejemplares vendidos a cargo del destinatario

ED	03		
		SATP- 8400 LX	3CC05216 AAAA UC BJD

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN EN SITIO

RED ENLACE ESTACION

CLIENTE: *COMACO*
 PAIS: *ECUADOR.*

ORDEN COMERCIAL:

IDENTIFICACION:


* indicar si fuere el caso el nombre de la red, del enlace o de la estación.

TIPO DE EQUIPO.

CONFORME CON RESERVAS

OBSERVACIONES.

Canal 2 No Conmuta A CHX

	Por el CLIENTE	Por ALCATEL
		
Fecha	<i>2001/03/01.</i>	

ED

TELSON

4.16 CONSTATACIÓN FÍSICA DE ESTACIÓN.

Luego de la instalación, siguiendo todas las reglas aconsejadas por la empresa para el montaje de los equipos, para la constatación se debe tener en cuenta lo siguiente:

4.16.1 REVISIÓN VISUAL DE LA INSTALACIÓN


- Inspección de la instalación de sistema radiante: correcta posición tanto de antena, alimentador (feeder) de antena, guía onda sin curvas muy forzadas y toda la bajante bien asegurada.
- Sistema de pararrayos y bajante de cable hacia tierra bien realizado, cable de cobre trenzado que este bueno y además de la medición de tierra con Megger con valores apropiados.
- Puesta a tierra de antena y kit de tierra de guía.
- Se debe revisar el adecuado anclaje de los bastidores de radio tanto al piso como a las paredes.
- Revisar el correcto cableado de los radios que estéticamente sea bien presentado.
- Que los cables de alimentación estén bien estañados (engastados), para evitar que se oxiden.
- Que los breaker de alimentación sean bien dimensionados y no provoquen que se corten las alimentaciones de radios.

Luego mirar por la documentación de todos los equipos contratados y suministrados estén en cada estación para facilitar el mantenimiento.

Para la constatación se hace en base a protocolos que previamente se han acordado con el cliente, que en este caso se presenta en las siguientes tres hojas.

4.16.2 HOJAS DE CONSTATAción FÍSICA DE UNA ESTACION.

ANILLO: CENTRO
 ESTACION: 010/070
 DIRECCION: 035/000

ORD	ITEM	MARCA / MODELO / TIPO	UNIDAD	CANT CONT	CANT ENTR	OBSERVACIONES
	Elementos de transmisión					
1	Radio	ALCATEL 9400 LX ETSI	U		1	
	Elementos de alimentación DC					
2	Rectificador	—	U		—	DE COMPUTACION, NO REVISADO
3	Baterías	—	U		—	DE COMPUTACION, NO REVISADO
	Elementos de antena					
4	Antena	ANDREW / 2.8 m. / P200B.	U		1	
5	Soporte de antena		U		1	TORNOS DE ALAMBRE Y SUREN
	Elementos de guía de onda					
6	Conectores	ANDREW . 44993B W.	U		2	
7	Guía de onda	ANDREW EW 22.	m		44	
8	Guía de onda flexible		U		1	
9	Kit de tierra guía de onda		U		2	
10	Morcecos		U			
11	Pasamuros		Gib		1	ENTRADA SIN PASAR EN ANTENA FIBRAS OPTICAS.
POR ALCATEL			FECHA	POR CLIENTE		
			2001/03/04			

ANILLO: Centro.
 ESTACION: 010/070
 DIRECCION: 035/CCO

ORD	ITEM	MARCA / MODELO / TIPO	UNIDAD	CANT CONT	CANT ENTR	OBSERVACIONES
	Elementos de presurizacion					
12	Presurizador - Deshidratador		U		1	
13	Mangueras	Flexible 3/13 Ø	Gib		1	
	Sistema de climatizacion					
14	Aire acondicionado de 6.5 KW		U		1	
15	Aire acondicionado de 5.4 KW		U		1	
16	Aire acondicionado 4.0 KW		U		1	
	Cajas de disyuntores					
17	Caja de Breaker AC		U		1	Comodidad
18	Breaker AC Rectificador		U		1	
19	Caja de Breaker DC	SIRUADL-D. 020L11P	U		1	
20	Breaker DC del bastidor	S.P.BANC.D	U		1	RESERVA DE USOS DE AC
21	Materiales de instalacion		Gib		1	
	Materiales de instalacion redes/rectificadores					
22	Armaras plasticas		Gib		1	
23	Cable alimentacion AC		Gib		1	
24	Cable alimentacion DC	Kiphar 3x6 mm ²	Gib		1	
25	Cable conexión a tierra de bastidores	1x6 mm ²	Gib		1	MAY DEL ASISTAR Terminales
POR ALCATEL			FECHA			
			2001/07/04			

Cabe notar que en cada una de las hojas de constatación tiene columnas donde consta el ITEM, la marca, modelo y tipo.

Posee como una columna de OBSERVACIÓN, donde se debe colocar todas las aquellas observaciones que serán resultados de inconformidad por parte del cliente.

Referencias capítulo 4

- (1) Small and Medium Capacity Digital Microwave Link. Capítulo 6.
Páginas 139 –180.
- (2) Manual de Operación Radios 9470 LX. Capítulo 4, Pág. 246.
- (3) Hojas de Pruebas de Fabricante.

CAPÍTULO V

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- a) El uso de los radios PDH tradicionalmente sirven para formar una red principal en la red troncal.
- b) Durante muchas décadas las microondas con radios PDH han formado el corazón de los sistemas de telecomunicaciones.
- c) La gran desventaja de PDH es que para tener acceso a un tributario cualquiera o a una señal de 64 Kbps. Desde una señal de 34 Mbps es necesario demultiplexar hasta el nivel más inferior y luego volver a multiplexar y armar la trama de 34 Mbps.
- d) Los radios de microonda de gran alcance son todavía una solución rápida y económica para sistemas de comunicaciones principalmente en países donde su geografía es irregular, o como un backup de enlaces de fibra óptica.
- e) El uso de radios PDH es adecuado en sistemas donde la cantidad de información no es elevada, se recomienda este tipo de tecnología que permite ahorro en el costo y una posible reducción de la complejidad de modulación.
- f) Los bloques funcionales de la tecnología PDH, resulta no ser tan compleja, reduciéndose a un adaptador de tributarios TIU, un mux/demux MSU, un transmisor TX y un receptor RX.
- g) PDH utiliza una única técnica de modulación que es la 4QAM y la técnica de corrección de errores del tipo FEC y son independientes de la cantidad de información.
- h) Los equipos PDH, para su implementación en la actualidad tienen un alto nivel de integración y miniaturización, siendo esto posible gracias al desarrollo de los ASIC(circuitos integrados de aplicaciones específicas), dando como resultado buena calidad de producción, reducido consumo de potencia y una alta confiabilidad.

- i) Debemos mencionar que se han realizado mejoras en tecnologías de microondas con la intención de favorecer el diseño de los componentes de microondas reduciendo sus dimensiones mecánicas, mejorando al mismo tiempo su fiabilidad, sus prestaciones y su costo.
- j) Con la ayuda de la informática, en los enlaces de radio se pueden implementar redes de gestión y supervisión, que proporcionan información de potencia transmitida, recibida, mediciones de voltaje de las fuentes, además de las alarmas específicas del radio.
- k) El mercado de los radios de microonda es amplio, porque tanto operadores privados como públicos lo utilizan.
- l) La existencia de radios PDH han obligado a que los radios SDH sean compatibles con éstos, y puedan acomodarse a los cambios futuros de las redes.
- m) Los radios PDH obligan también a que los SDH operen temporalmente como PDH, trabajando a carga parcial, transportando un tercio de señal.
- n) El problema futuro de PDH está en la demanda de clientes con mayor capacidad y ancho de banda que es imposible sea satisfecho.
- o) La principal aplicación de sistemas PDH es ser la columna vertebral de una red de telefonía, usando repetidores que permiten extender el trayecto radioeléctrico entre dos estaciones terminales.
- p) La tecnología de radio tiene grandes ventajas, es relativamente barata, se necesita tan solo una montaña donde montar las torres y casetas de equipo.
- q) Las bandas de frecuencia de hasta 10 GHz son de uso frecuente, pero a los 8 GHz se presenta un problema grande para esta microonda por la absorción de las ondas por el agua; en condiciones críticas de lluvia pueden existir incluso cortes del enlace.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Debido a que en nuestro país los sistemas de transmisión digital 2, 8 y 34 Mbps tienen una amplia difusión los conocimientos de PDH no deben ser descuidados por ningún motivo.
- Los sistemas de radio modernos involucran sistemas de gestión y supervisión muy desarrollados, los planes de estudio deberán contar con alto porcentaje de conocimiento de topologías de redes y lenguajes de computadoras.
- En el futuro no lejano se tendrán que implementar las redes SDH en diferentes enlaces, entonces se tiene que hacer un estudio de las fluctuaciones de los tributarios PDH a ingresar para que ellos no causen problemas en un futuro enlace a ser implementado.
- Se debe realizar estudios de propagación de microondas en espacios con diferentes: frecuencias, condiciones climáticas, clases de gases raros en la atmósfera, etc.

BIBLIOGRAFÍA

SDH Network: Getting the Timing Right. Niels Steenberg. 1997.

General on Microwaves Links. Alcatel. 1998

**1.5 GHz, 2 GHz and 7-8GHz Small and Medium Capacity
Digital Microwave link. Alcatel. 1998**

**Introducción a los Sistemas de Transmisión a Microondas. D.
Callegari. 1997**

Seminario Alcatel en Ecuador. Alcatel. 2001

Redes y Servicios Digitales. Roberto Ares. 1992

Sistema de Transmisión Digital. Roberto Ares. 1990

**Sistema de Radioenlaces Digitales, Equipos, mediciones y
Cálculos. Roberto Ares. 1989**

**Transmisor-Receptor de 6 canales análogos. Galo Valencia
Pinargote. EPN. 1984**

**Análisis y Pruebas del Radioenlace Digital Binacional Ecuador-
Colombia. Peralvo Flores Anita. EPN. 1995**

**Diagnostico de la Red Existente en la Ciudad de Quito para
Introducción de Sistemas MIC aplicadas en Rutas Troncales.
Espinosa Espinosa Iván. EPN. 1981**

**Transmisión Digital Entre Centrales Telefónicas usando Fibra
Óptica. Aplicación en el Diseño de un Enlace de Mediana
Capacidad. Corral Carrera Fabian V. EPN.**

Comunicación Digital. Pablo Hidalgo Ing. 1992

**Nociones sobre los sistemas digitales de hasta 34 Mbps.
Siemens. 1989**

Curso SDH a EMETEL. Telecom. Bogota, 1997

Alcatel 1353EM. Roberto Bustos, 2001

Manual de las Telecomunicaciones. Roberto Ares. 1999

Conceptos de 140 Mpbs. Digital Systems. SIEMENS

Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Wayne Tomasi. 1994

Redes de Computadoras. Tanenbaum Andrew. 1997 2da Edición

Apuntes personales de cursos y seminarios.

ANEXO 1

ANEXO 1

A.1.- EXPLOTACIÓN

A.1.1 ELEMENTOS ACCESIBLES EN EL PANEL

Los bastidores 2+1 están equipados con una tarjeta panel superior GAA 791, que pone a disposición del operador:

- Visualizaciones que permiten conocer de forma rápida el estado operacional del equipo,
- Mandos y conectores de conexión de uno o dos microteléfonos y del ordenador compatible PC que permite establecer canales de servicio, como también un puesto de explotación del equipo y de la red.

En la figura 1, se muestra una representación gráfica del panel.

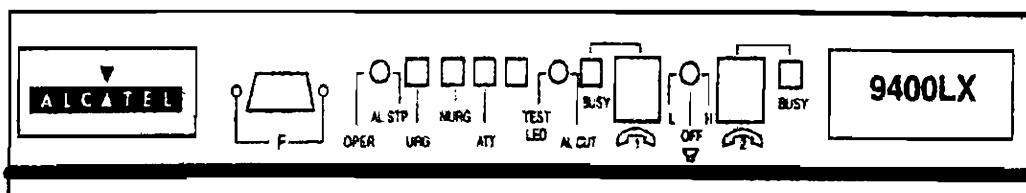


Figura 1 Panel de explotación.

La descripción de cada uno de los elementos es la siguiente:

REFERENCIA	TIPO	FUNCION
URG	LED rojo	Alarma urgente
NURG	LED rojo	Alarma no urgente
ATT	LED Amarillo	Espera
-	LED Verde	Presencia tensión +5 V
BUSY	LED Verde	Línea asociada al microteléfono No 1 ocupada
BUSY	LED Verde	Línea asociada al microteléfono No 2 ocupada
OPER/AL STP	Inversor de dos posiciones	AL STP: Inhibición de los bucles de alarmas (urgente y no urgente) procedentes de los relés de la tarjeta GSU (operaciones de mantenimiento). OPER: Funcionamiento Normal
TEST LED/AL CUT	Conmutador de tres posiciones con retorno automático a posición med	TEST LED: Test de los leds DS101 a DS103. Medio: Funcionamiento normal AL CUT: Liberación de las alarmas urgentes y/o no urgentes, que permanecen señaladas por encendido del DS103, en espera de adquisición de una nueva alarma
L/OFF/H	Conmutador de tres posiciones estables	Ajuste de nivel del altavoz (canal telefónico No 1): L: Nivel Débil OFF: Altavoz cortado H: Nivel Fuerte
F	Conector D9 pines hembra	Enlace RS232 hacia PC de explotación.

1	Conector RJ11	Conexión de microteléfono 1.
2	Conector RJ11	Conexión de microteléfono 2

Debemos mencionar que en la parte posterior a la del panel superior hay un zumbador que advierte la presencia de una llamada telefónica en el canal No 1 o No 2, según el estado de los LEDs verdes BUSY de cada canal. El conmutador L/OFF/H permite amplificar el nivel del canal No 1 y disponer así de una llamada vocal.

A.1.2 EXPLOTACIÓN A PARTIR DEL PEX(Puesto de Explotación)

Tres aplicaciones disponibles en el PEX permiten al usuario la explotación del equipo:

- aplicación "Alarmas, Estados y Telemandos" (AS&C),
- aplicación "Parámetros de Transmisión de Radio",
- aplicación "Supervisión de Calidad".

Dichas aplicaciones se deben ejecutar diariamente, para tener reportes de la calidad de enlace.

A.1.3 PROCEDIMIENTO EN CASO DE EVOLUCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO.

Si la nueva red implica cambios de la llave de software se debe aplicar el siguiente procedimiento; para el cual se requiere el empleo del PEX:

- Abrir la aplicación "Parámetro de Instalación"
- Modificar las diferentes tablas de esta aplicación para tomar en cuenta las modificaciones vinculadas en el cambio de configuración del equipo.
- Enviar la nueva configuración material.

- Abrir la aplicación "Alarmas, Estados y Telemandos" (AS&C)
- Retirar la llave de software,
- Verificar que la alarma "KEY MISSING" está presente en la pantalla AS&C,
- Conectar la nueva llave software
- Verificar que la alarma KEY MISSING ha desaparecido de la pantalla AS&C y que la alarma KEY ALARM está presente
- Abrir la aplicación "Parámetros Operacionales"
- Hacer las modificaciones vinculadas al cambio de configuración del equipo, como tráfico, conexión de los afluentes, matriz de distribución de los afluentes, SIA, etc.
- Enviar la nueva configuración operacional
- En la pantalla AS&C, verificar que todas las alarmas vinculadas a la llave de software desaparecen.

Esta rutina es necesario hacerlo puesto que si existe problemas de llave de software.

ANEXO 2

ANEXO 2

A.2 MANTENIMIENTO

A.2.1 DEFINICIONES

A.2.1.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Consiste en realizar cierto número de operaciones periódicas que apuntan a limitar el riesgo de avería en los equipos, los periodos pueden ser mensuales o trimestrales.

A.2.1.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es la acción por la cual permite localizar un defecto de funcionamiento, por software o hardware, y solucionarlo con la mayor brevedad posible; como resultado de un conjunto de operaciones lo más corto posible.

La empresa explotadora de la estación efectúa estas operaciones tan pronto como aparecen estas alarmas.

Todos los módulos defectuosos se procederá al reemplazo, sin intervención alguna en los mismos.

A.2.1.1 NIVEL TÉCNICO DEL PARTICIPANTE

El personal técnico de mantenimiento deben poseer un excelente conocimiento del equipo y de su entorno.

A.2.1.1 FICHA DE MANTENIMIENTO

La ficha de mantenimiento se debe llenar regularmente, un ejemplo de ficha es de la figura 1, esta permite a los técnicos de mantenimiento disponer de un seguimiento de las operaciones de

REFERENCIA EQUIPO:

FECHA	TIPO DE OPERACION Preventiva: P Correctiva: C	PROBLEMA ENCONTRADO (Si operación correctiva)	ACCION EFECTUADA

Figura 1 Ficha de mantenimiento.

de mantenimiento efectuadas en el equipo, además de saber si las acciones son repetitivas o no, para sacar soluciones definitivas.

A.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo se limitará a las operaciones siguientes:

- mantenimiento del presurizador(compresor): cambio de cartucho, de sales deshidratantes, según datos del fabricante, se hace por verificación visual por la ventana del cartucho cuando las sales cambian de color, si las sales están secas son de color azul oscuro, pero si las sales están con mucha humedad estas toman un tono rozado por lo que se debe cambiar el cartucho y las sales se deben enviar a secado en hornos.
- Inspección visual del equipo: esta se debe hacer de manera que se detecte exceso de humedad, polvo o presencia de algún elemento externo que a futuro provoque daños grandes en el equipo. El exceso de polvo provoca daños térmicos en los componentes de los módulos puesto que este concentra el calor; el exceso de humedad hace que se oxiden los módulos y a veces hasta produzcan corto-circuitos.
- Verificación del ajuste de las conexiones:
 - de las alimentaciones,
 - de los cables coaxiales,
 - de las guías de onda,
 - de los módulos, esto es muy importante, porque como la tierra tiene frecuentes vibraciones estas pueden aflojarse del zócalo de conexión.
- eliminación de polvo de los bastidores o paneles.

A.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo va inmediatamente después de la aparición de una alarma en la pantalla del PEX, al ejecutar la aplicación “Alarmas, Estados y Telemandos” (AS&C).

A.2.1.1 CAMBIO DE UN MÓDULO

El cambio de un módulo puede requerir, según sea el tipo:

- una configuración física, esto se refiere a verificación de correcto posicionamiento de los switch.
- Respetar las precauciones específicas, para cada módulo.

La tabla siguiente muestra los módulos que se deben hacer operaciones:

MODULO A REEMPLAZAR	SIGLA	CONFIGURACIÓN MATERIAL	OBSERVACIONES
TIU	GAA 212 GAA 213	SI	
ESC 2-3	GAA 701	SI	
ESC 1	GAA 711	SI	
ESC 2	GAA 712	SI	
ESC 3	GAA 713	SI	
LSU	GAA	NO	

	251		
GSU	GAA 603	NO	Ver A.2.3.1.4
MSU	GAA 201	NO	Ver A.2.3.1.1
Tx	GAA 301	NO	Para cualquier operación se debe primero conmutar al canal de reserva, si existe.
Rx	GAA 101	NO	Ver A.2.3.1.3

A.2.3.1.1 REEMPLAZO DE UNA TARJETA MSU

Se pueden presentar dos casos:

- tarjeta MSU sin protección,
 - retirar la tarjeta MSU a reemplazar,
 - insertar la nueva tarjeta,
 - verificar que el LED rojo, en la parte delantera de la tarjeta, centella durante algunos segundos y luego se apaga,
 - esperar a que tarjeta MSU establezca el diálogo con la GSU para leer la configuración de la estación y aplicarla. Esta tarea puede durar hasta 1 minuto y 30 segundos.
 - controlar la ausencia de alarma en el PC.
- tarjeta MSU con protección.
 - antes de cualquier intervención, verificar, con el PC, que la señal se dirige hacia la MSU de reserva. Si este no es el caso, enviar un telemando para forzar un direccionamiento.

- Retirar el cable plano de enlace MSU-MSU reserva
- Retirar la MSU a reemplazar
- Luego idéntico a la MSU no segurizada.
- Luego de verificar la ausencia de alarma de PC, inhibir el forzamiento de señal hacia la MSU si esta ha sido validada antes de la intervención.

A.2.3.1.2 REEMPLAZO DE UNA TARJETA RECEPTOR

- Antes de cualquier operación, verificar que la señal del canal a ser intervenido se conmute al canal de reserva si existe.
- Retirar el receptor a ser reemplazado,
- Insertar el nuevo receptor, note además que es normal que el emisor adyacente esté en alarma durante la configuración del receptor.
- Esperar a que el receptor dialogue con la GSU para leer la configuración de la estación y aplicarla. Como se sabe puede demorar hasta 1min30seg pero normalmente son 20seg
- Controlar la ausencia de alarma en el PC.
- Luego retirar el forzamiento al canal de reserva.

A.2.3.1.3 REEMPLAZO DE UNA TARJETA GSU

- Retirar la tarjeta GSU a reemplazar,
- Insertar la nueva tarjeta GSU. Los LEDs rojo y amarillo del panel se encienden sucesivamente durante la fase de adquisición de la configuración de la estación por parte de la GSU, luego permanecen encendidos o apagados según el estado del equipo.

OBSERVACIÓN IMPORTANTE:

Al efectuarse el cambio de una GSU, la presencia de la MSU o del receptor del Canal 1 es imperativa, de lo contrario la GSU no puede leer la configuración de la estación y se pierde totalmente la configuración de la estación.

A.2.3.2 LOCALIZACIÓN DE LAS AVERÍAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

Las operaciones a efectuar dependen de las alarmas constatadas por medio del PC. La tabla a continuación da, para cada alarma, la o las causas posibles y los procedimientos que permiten solucionar el daño.

A.2.3.2.1 ALARMAS GENÉRICAS

ALARMA	VERIFICACIÓN	ACCIÓN
Unit missing (Unidad no presente)	Verificar que esta alarma está ausente en todas las tarjetas. Si la se alarma presente en una tarjeta (que no sea alimentación). Si la alarma esta presente en una tarjeta de alimentación.	Cambiar la tarjeta. Verificar los fusibles de módulo de alimentación F100 y F101 de fácil acceso a través del 10a/250V -reemplazar los fusibles defectuosos. -caso contrario cambiar la tarjeta.

	Si la alarma esta presente en todas las tarjetas.	Cambiar la tarjeta GSU.
--	---	-------------------------

A.2.3.2.2 ALARMA FANS(VENTILADORES)

Esta alarma, es común a los dos ventiladores, aparece en la pantalla PEX de la tarjeta GSU (Alarma de entorno No 1) o housekeeping alarm no 1.

Para las intervenciones descritas a continuación, revisar la descripción de la tarjeta de alimentación de ventiladores.

VERIFICACIONES:

- Verificar que todos los cables están correctamente conectados a la tarjeta de alimentación de los ventiladores.
- Verificar que el cable que conecta P101 de la tarjeta de alimentación de los ventiladores a J208 en el bastidor ETSI están correctamente conectado a la tarjeta madre.
- Verificar los fusibles F101 a F104 de la tarjeta de alimentación de los ventiladores 2A/250V.

SI LA ALARMA PERSISTE, CAMBIAR EL O LOS VENTILADORES SEGÚN EL PROCEDIMIENTO SIGUIENTE:

- No cortar las alimentaciones
- Determinar el ventilador defectuoso controlando el flujo de aire, de forma manual
- Desconectar el cable conectado en P103 de la tarjeta de alimentación de los ventiladores
- Retirar la tapa de protección de los ventiladores
- Cambiar el o los ventiladores defectuosos,
- Volver a colocar la tapa de protección
- Volver a conectar el cable P103
- Verificar que los ventiladores funcionan

- Verificar que la alarma ha desaparecido en la pantalla PEX

A.2.3.2.3 ALARMAS DE EMISOR

ALARMA	VERIFICACIÓN	ACCIÓN
Sintetizador	Verificar el enlace coaxial entre el bloque hiperfrecuencia y la tarjeta emisora	Si el enlace es defectuoso, cambiar el cable o reconectarlo De lo contrario cambiar la tarjeta.
Tx Power	Verificar el modo de funcionamiento del amplificador Verificar la ausencia de alarma de sintetizador Si alarma sola: -Verificar que la tarjeta MSU está presente y sin alarma -Si la tarjeta MSU está presente y sin alarma	Eventualmente volverlo a poner en servicio De lo contrario ver a continuación: Si está ausente, poner la MSU, si esta en alarma cambiarlo Cambiar la tarjeta emisora.
Configuración	Alarma no generada actualmente	
Alarma General	Alarma no generada actualmente	

Note: que si la superficie de la tarjeta emisora puede estar muy caliente en determinadas condiciones; por lo que se debe revisar la ventilación de la sala de equipos.

A.2.3.2.4 ALARMAS RECEPTOR.

ALARMA	VERIFICACIÓN	ACCIÓN
Sintetizador	Verificar el enlace coaxial entre el bloque hiperfrecuencia y la tarjeta receptor.	Si el enlace es defectuoso, cambiar el cable o reconectarlo De lo contrario cambiar la tarjeta
Rx Power	Defecto potencia de entrada recepción	Cambiar la tarjeta
Propagación	Umbral programado a partir del PEX demasiado alto	Modificación del umbral programado
Frecuency Shift	Si el enlace es correcto y si no hay ninguna otra alarma Si la alarma persiste después de cambiar la tarjeta receptor	Cambiar la tarjeta receptor Cambiar la tarjeta emisor distante
Rx Carrier	Emisión distante correcta y ausencia de alarma Frecuency Shift o Propagación.	Cambiar la tarjeta receptor
Configuración	Banda de frecuencia del receptor incorrecta	Verificación de la referencia de la tarjeta Si es incorrecta, cambiar la tarjeta
ESR	Verificar la coherencia de los umbrales programados para la alarma "Propagación" y para los mandos de conmutación.	

A.2.3.2.5 ALARMAS MSU.

Verificación de la ausencia de la alarma de "Propagación" (Tarjeta Receptor) antes de ver las otras alarmas eventuales.

ALARMA	VERIFICACIÓN	ACCIÓN
RX PSR intermitente	Ausencia de otra alarma	Nada(desvanecimiento de la señal)
RX PSR permanente o RX FAW loss	Emisión distante y recepción local	
TRIB-SIG-LOSS	Verificar la tarjeta TIU, ausencia entrada	
TRIB-TX-AIS	En ausencia de alarma SIGNAL-LOSS, verificar la señal inyectada en la TIU	
TRIB unexpected	Señal de entrada de la TIU, desconectado	
RX-AIS	Verificar la recepción en el canal: Si ausencia de alarmas RX PSR y RX FAW loss	Cambiar la tarjeta MSU
MUX/DEMUX Normal		Cambiar la tarjeta MSU
MUX/DEMUX Reserva	Verificar conexión del cable plano entre MSUs	Si enlace correcto, cambiar la tarjeta de segurización MSU
General		Cambiar MSU
Configuración		Cambiar MSU

A.2.3.2.6 ALARMA PSU

ALARMA	VERIFICACIÓN	ACCIÓN
Alarma General	Tensión inferior o superior a la tensión nominal	Cambiar tarjeta de alimentación

A.2.3.2.7 ALARMAS TIU

ALARMA	VERIFICACIÓN	ACCIÓN
Alarma General		
Configuración	Versión de la TIU Posición a 75 Ω ó 120 Ω Programación aplicación SP Si todo es correcto	Cambiar la tarjeta

A.2.3.2.8 ALARMAS ESC

ALARMA	VERIFICACIÓN	ACCIÓN
Alarma General	No generada actualmente	
Configuración	Versión de las tarjetas hijas es correcta	Cambiar la tarjeta hija canal de servicio incriminada

ANEXO 3

ANEXO 3

A.3 COMPOSICIÓN DE LAS CONEXIONES

A.3.1 CONEXIONES PARA BASTIDORES PRINCIPALES Y EXTENSIONES.

Este anexo describe la composición de otras conexiones diferentes a las usadas con mayor frecuencia, estas configuraciones de filtros son los siguientes:

Designación	TIPO	SIGLA DE UF	No DE NOMENCLATURA	CANT
Conexiones 2+1 (dos variantes posibles) Figura 1.A3				
Conexión 2+1 no extensible, terminal o relé 7/8 GHz				
-Filtro duplexado 7/8 GHz	Variante	GAN Ó GAR 501	3CC05772AAAA 3CC05773AAAA	3
-Bloque 2 circuladores	Base			1
-Cable E o R/filtro - Rim/Rim	Base			6
Conexión 2+1 extensible, terminal o relé 7/8 GHz				
-Filtro duplexado 7/8 GHz	Base	GAN Ó GAR 501	3CC05772AAAA 3CC05773AAAA	3
-Bloque 2 circuladores	Base			1
-Bloque 1 circuladores	Base			1
-Cortocircuito en guía	Base			1
-Guía acodado 180°	Base			1
-Cable E o R/filtro - Rim/Rim	Base			6

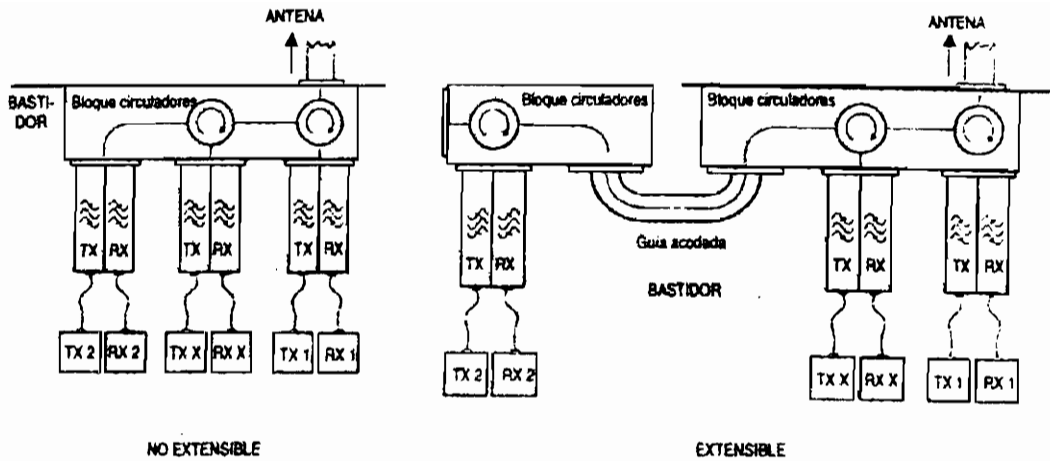
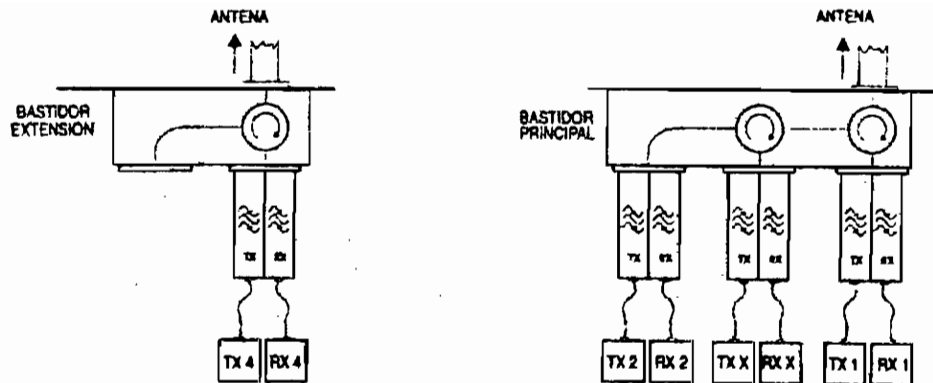


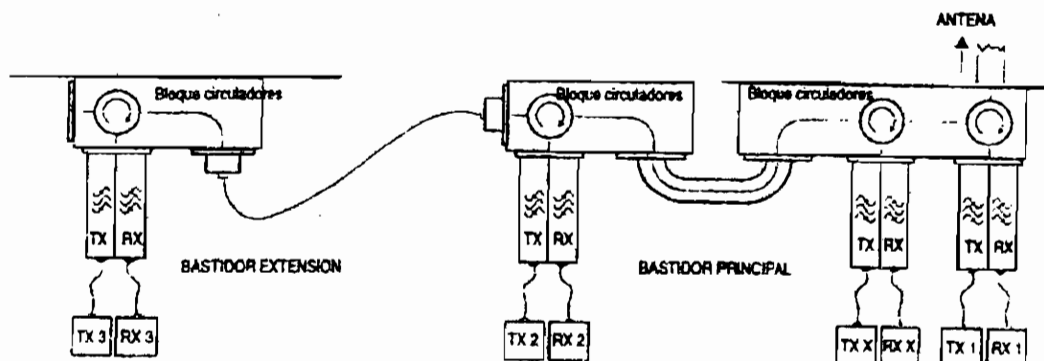
Figura 1-A3 Conexiones 2+1 terminal o rele 7/8 GHz

Designación	TIPO	SIGLA DE UF	No DE NOMENCLATURA	CANT
Conexiones 3+1. Figura 2.A3				
Conexión(3CH igual POL) 3+1 extensible, terminal o relé 7/8 GHz(Igual polari -Filtro duplexado 7/8 GHz(2 variantes) -Bloque 2 circuladores -Bloque 1 circulator -cortocircuito en guía -Cable E o R/filtro – Rim/Rim	Variante	GAN Ó GAR	3CC05772AAA	3
	Base	501	3CC05773AAA	1
	Base		A	1
	Base			1
	Base			6
Conexión(4 CH igual pol) 3+1 extensible, terminal o relé 7/8 GHz -Filtro duplexado 7/8 GHz	Base	GAN Ó GAR	3CC05772AAA	3

-Bloque 2 circuladores	Base	501	3CC05773AAA	1
-Bloque 1 circuladores	Base		A	1
-Transición guía coaxial	Base			1
-cable conexión Rim/Rim	Base			1
-Cortocircuito en guía	Base			6
-Guía acodado 180°				
-Cable E o R/filtro – Rim/Rim				



3 CANALES EN LA MISMA POLARIZACION

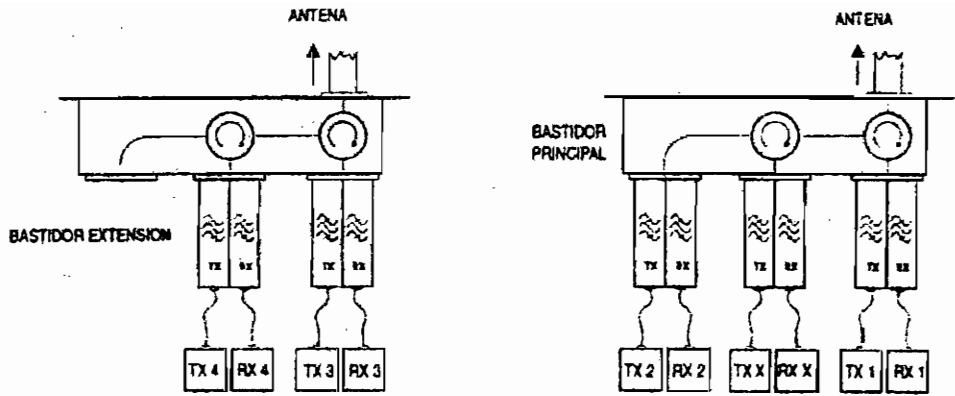


4 CANALES EN LA MISMA POLARIZACION

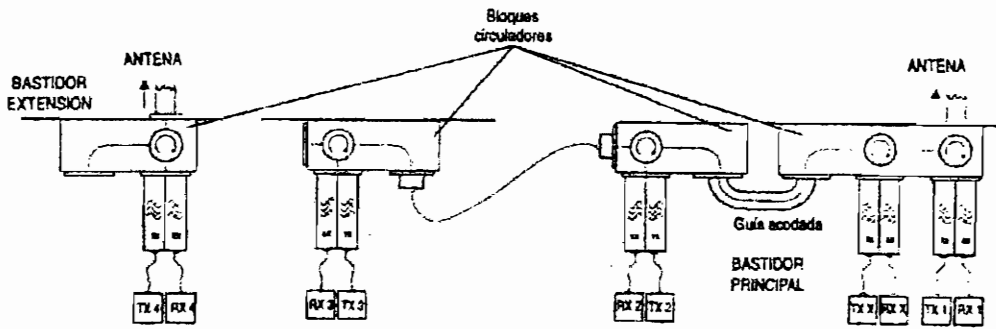
Figura 2-A3 Conexión extensible 3+1, terminal o rele 7/8 GHz

Designación	TIPO	SIGLA DE UF	No DE NOMENCLATURA	CANT
Conexiones 4+1, figura 3-A3				
Conexión(3ch IGUAL POL) 4+1 extensible, terminal o relé 7/8 GHz -Filtro duplexado 7/8	Variante	GAN Ó	3CC05772AAA	3

GHZ		GAR	A	
-Bloque 2 circuladores	Base	501	3CC05773AAA	1
-Cortocircuito	Base		A	1
-Cable E o R/filtro – Rim/Rim	Base			6
Conexión(4 CH igual polariz) 4+1 extensible, terminal o relé 7/8 GHz	Base	GAN Ó	3CC05772AAA	3
-Filtro duplexado 7/8 GHz	Base	GAR	A	
-Bloque 2 circuladores	Base	501	3CC05773AAA	1
-Bloque 1 circuladores	Base		A	1
-Cortocircuito en guía	Base			2
-Transición guía coaxial	Base			1
-Cable conexión	Base			1
Rim/Rim	Base			6
-Guía acodado 180°				
-Cable E o R/filtro – Rim/Rim				



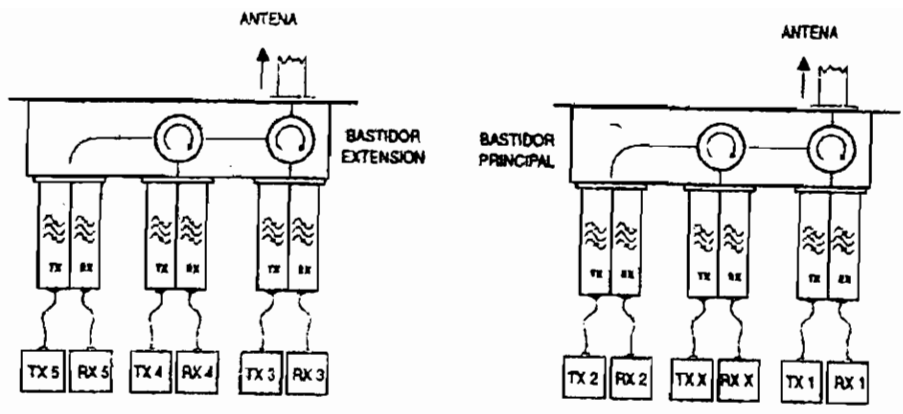
3 CANALES EN LA MISMA POLARIZACION



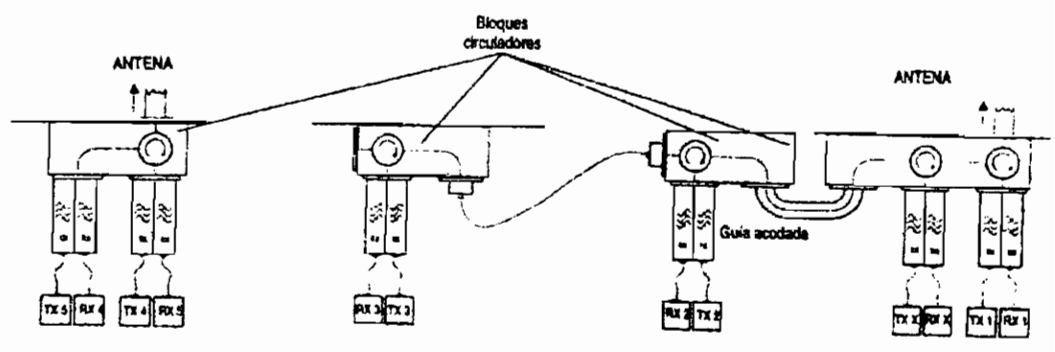
4 CANALES EN LA MISMA POLARIZACION

Figura 3-A3 Conexión 4+1 extensible terminal o relé 7/8 GHz

Designación	TIPO	SIGLA DE UF	No DE NOMENCLATURA	CANT
Conexiones 5+1, Figura 4.A3				
Conexión 5+1(3 CH igual polarizac) no extensible, terminal o relé 7/8 GHz -Filtro duplexado 7/8 GHz -Bloque 2 circuladores -Cable E o R/filtro – Rim/Rim	Variante	GAN Ó GAR	3CC05772AAA A	6
	Base	501	3CC05773AAA	2
	Base		A	12
Conexión 5+1(4 CH igual polarizac) no extensible, terminal o relé 7/8 GHz -Filtro duplexado 7/8 GHz -Bloque 2 circuladores -Bloque 1 circuladores -Transición guía coaxial -cable Rim/Rim 50 cm -Cortocircuito en guía -Guía acodado 180° -Cable E o R/filtro – Rim/Rim	Base	GAN Ó GAR	3CC05772AAA A	6
	Base	501	3CC05773AAA	1
	Base		A	1
	Base			1
	Base			1
	Base			1
	Base			1
	Base			12
	Base			



3 CANALES EN LA MISMA POLARIZACION



4 CANALES EN LA MISMA POLARIZACION

Figura 4-A3 Conexión 5+1 terminal o relé 7/8 GHz

A.3.2 CONEXIONES DIVERSIDAD DE ESPACIO

Designación	TIPO	SIGLA DE UF	No DE NOMENCLATURA	CANT
Conexiones 1+1 DIVERSIDAD DE ESPACIO, Figura 5.A3				
Conexión DIV 1+1 extensible, terminal o relé 7/8 GHz				
-Filtro duplexado 7/8 GHz	Variante	GAN Ó GAR	3CC05772AAA A	1
-Bloque 1 circulador	Base	501	3CC05773AAA	1
-Cortocircuito en guía	Base		A	1
-Cable E o R/filtro Rim/Rim	Base			1

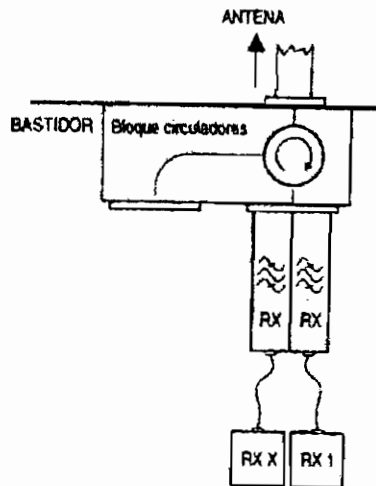


Figura 5-A3 Conexión extensible 1+1 div de espacio, terminal o relé, 7/8 GHz

Designación	TIPO	SIGLA DE UF	No DE NOMENCLATURA	CANT
Conexiones 2+1 diversidad de espacio, Figura 6.A3				
Conexión 2+1 extensible, terminal o relé 7/8 GHz -Filtro duplexado 7/8 GHz -Bloque 1 circuladores -Carga Rim -Cable E o R/filtro – Rim/Rim	Variante	GAN Ó GAR	3CC05772AAA A	2
	Base	501	3CC05773AAA	1
	Base		A	1
	Base			3

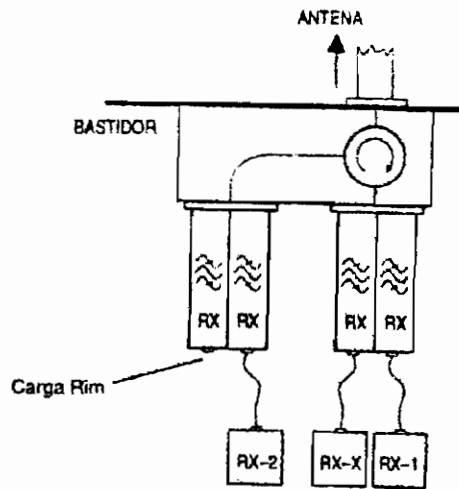


Figura 6-A3 Conexión extensible 2+1 diversidad de espacio, terminal o rele, 7/8 GHz

Designación	TIPO	SIGLA DE UF	No DE NOMENCLATURA	CANT
Conexiones 3+1 DIVERSIDAD DE ESPACIO, Figura 7.A3				
Conexión DIV 3+1 extensible, terminal o relé 7/8 GHz				
-Filtro duplexado 7/8 GHz	Variante	GAN Ó GAR	3CC05772AAA A	2
-Bloque 2 circuladores	Base	501	3CC05773AAA	1
-Cortocircuito en guía	Base		A	1
-Cable E o R/filtro – Rim/Rim	Base			4

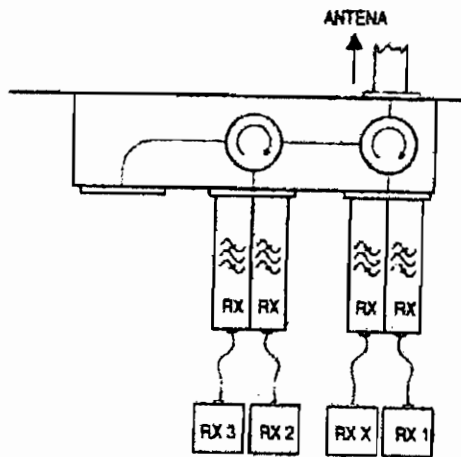


Figura 7-A3 Conexión extensible 3+1 diversidad de espacio, terminal o relé, 7/8 GHz

Designación	TIPO	SIGLA DE UF	No DE NOMENCLATURA	CANT
Conexiones 4+1 diversidad de espacio, Figura 8.A3				
Conexión DIV 4+1 extensible, terminal o relé 7/8 GHz				
-Filtro duplexado 7/8 GHz	Variante	GAN Ó GAR	3CC05772AAA A	3
-Bloque 2 circuladores	Base	501	3CC05773AAA	1
-Carga Rim	Base		A	1
-Cable E o R/filtro – Rim/Rim	Base			5

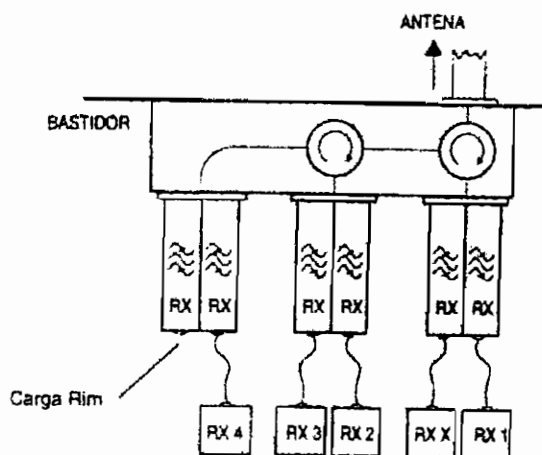


Figura 8-A3 Conexión extensible 4+1 diversidad de espacio, terminal o rele 7/8 GHz

Designación	TIPO	SIGLA DE UF	No DE NOMENCLATURA	CANT
Conexiones 5+1 Diversidad de espacio, Figura 9.A3				
Conexión DIV 5+1, terminal o relé 7/8 GHz	Variante	GAN Ó GAR	3CC05772AAA A	3
-Filtro duplexado 7/8 GHz	Base	501	3CC05773AAA	1
-Bloque 2 circuladores	Base		A	6
-Cable E o R/filtro - Rim/Rim				

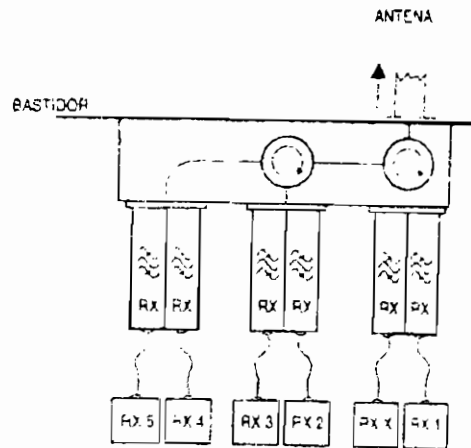


Figura 9-A3 Conexión 5+1 diversidad de espacio, terminal o rele, 7/8 GHz.

ANEXO 4

ANEXO 4

A 4 EL BUS I²C

A4.1.1 DESCRIPCIÓN DEL BUS

Diseñado por Philips, este sistema de intercambio de información a través de tan solo dos cables permite a circuitos integrados y módulos OEM interactuar entre sí a velocidades relativamente lentas. Emplea comunicación serie, utilizando un conductor para manejar el timing (pulsos de reloj) y otro para intercambiar datos.

Este bus se basa en tres señales:

- SDA (System Data) por la cual viajan los datos entre los dispositivos.
- SCL (System Clock) por la cual transitan los pulsos de reloj que sincronizan el sistema.
- GND (Masa) Interconectada entre todos los dispositivos "enganchados" al bus.

Las líneas SDA y SCL son del tipo drenador abierto, similares a las de colector abierto pero asociadas a un transistor de efecto de campo (ó FET). Se deben poner en estado alto (conectar a la alimentación por medio de resistores Pull-Up) para construir una estructura de bus tal que se permita conectar en paralelo múltiples entradas y salidas.

A.4.1.2 DESCRIPCION ELECTRICA DEL BUS

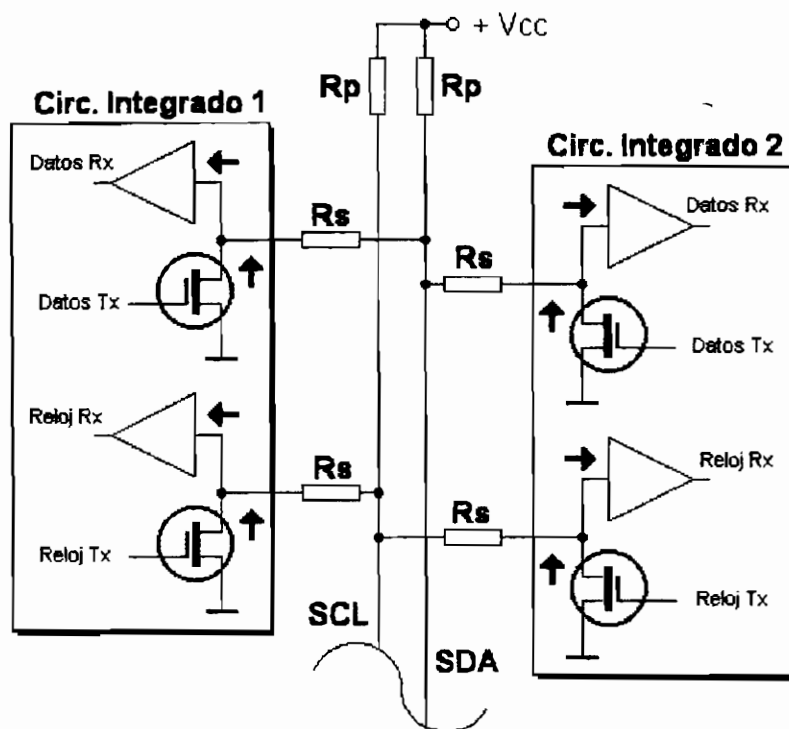


Figura 1-A4 Configuración Eléctrica del Bus I2C.

En el diagrama de la figura 1-A4, se observa la configuración eléctrica básica del bus. Las dos líneas de comunicación disponen de niveles lógicos altos cuando están inactivas. Inicialmente el número de dispositivos que se puede conectar al bus es ilimitado, pero obsérvese que que las líneas tienen una especificación máxima de 400pF en lo que respecta a capacidad de carga. La máxima velocidad de transmisión de datos que se puede obtener es de aproximadamente 100Kbits por segundo.

A.4.1.3 DEFINICIONES DEL I2C

Las definiciones o términos utilizados en relación con las funciones del bus I²C son las siguientes:

- **Maestro (Master):** Dispositivo que determina la temporización y la dirección del tráfico de datos en el bus. Es el único que aplica los pulsos de reloj en la línea SCL. Cuando se conectan varios dispositivos maestros a un mismo bus la configuración obtenida se denomina "multi-maestro".
- **Esclavo (Slave):** Cualquier dispositivo conectado al bus incapaz de generar pulsos de reloj. Reciben señales de comando y de reloj proveniente del dispositivo maestro.
- **Bus Desocupado (Bus Free):** Estado en el cual ambas líneas (SDA y SCL) están inactivas, presentando un estado lógico alto. Únicamente en este momento es cuando un dispositivo maestro puede comenzar a hacer uso del bus.
- **Comienzo (Start):** Sucede cuando un dispositivo maestro hace ocupación del bus, generando esta condición. La línea de datos (SDA) toma un estado bajo mientras que la línea de reloj (SCL) permanece alta.
- **Parada (Stop):** Un dispositivo maestro puede generar esta condición dejando libre el bus. La línea de datos toma un estado lógico alto mientras que la de reloj permanece también en ese estado.
- **Dato Válido (Valid Data):** Sucede cuando un dato presente en la línea SDA es estable mientras la línea SCL está a nivel lógico alto.
- **Formato de Datos (Data Format):** La transmisión de datos a través de este bus consta de 8 bits de datos (ó 1 byte). A cada byte le sigue un noveno pulso de reloj durante el cual el dispositivo receptor del byte debe generar un pulso de reconocimiento, conocido como ACK (del inglés Acknowledge). Esto se logra situando la línea de datos a un nivel lógico bajo mientras transcurre el noveno pulso de reloj.
- **Dirección (Address):** Cada dispositivo diseñado para funcionar en este bus dispone de su propia y única dirección de acceso, que viene pre-establecida por el fabricante. Hay dispositivos que permiten establecer externamente parte de

También hay dispositivos de adaptación que permiten conectar buses originalmente paralelos a sistemas I²C. Tal es el caso del chip PCD 8584 de Philips el cual incorpora bajo su encapsulado todo lo necesario para efectuar dicha tarea.

Hay, además, circuitos integrados cuya única misión es adaptar los niveles presentes en el bus I²C y convertirlos desde y hacia TTL, permitiendo resolver fácil y rápidamente la interconexión de dispositivos de dicha familia con el I²C.

A.4.2 PRINCIPIO DE COMPANSIÓN

A.4.2.1 LA COMPANSIÓN

Se explica de la siguiente manera:

En el lado de transmisión se obtiene por el paso de una señal PAM a través de una red no lineal. En la red la distribución de la amplitud es cambiada por amplificación de las señales débiles. Esto significa que durante la cuantificación que sigue, las señales más débiles utilizan mucho más etapas de cuantificación y por lo tanto reciben menos distorsión que en el caso de cuantificación con igual número de etapas, como se ve en la figura 4.2.

- Las señales fuertes son amplificadas mucho menos en el compresor y así usa menos etapas de cuantificación.

Luego de la codificación en el lado del transmisor, las señales pasan sobre el medio de transmisión y para después ser decodificadas en el receptor.

- Las señales PAM resultantes pasan a través de un expansor que tiene función de transferencia inversa a la del Compresor.

Para el MIC se recomienda dos leyes conocidas comúnmente como ley A y ley μ ; ambas son leyes de codificación porque en los casos prácticos el proceso de cuantificación se efectúa en el decodificador.

- La ley de cuantificación A tiene 13 segmentos de codificación.

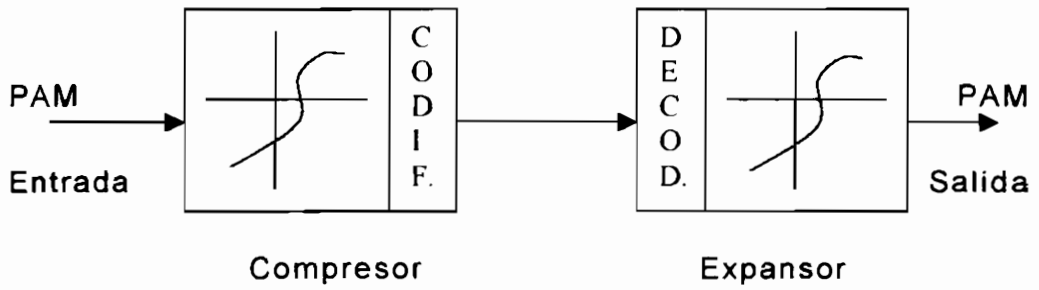


Figura 4.2 Esquema de la compansión.