

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Mecánica



**Sistema TDMA para Comunicaciones Via Satélite
para la Estación Terrena de Luján**

T E S I S

**Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
VICTOR RAUL ESPAÑA AGUILAR**

Promoción - 1962

L I M A - P E R U

1986

I N D I C E

	<u>PAG.</u>
PROLOGO	1
1. INTRODUCCION	2
Trata de la implementación de una terminal TDMA en Lurín para el tráfico internacional por las ventajas que representa.	
2. JUSTIFICACION DE LA IMPLEMENTACION DE UNA TERMINAL TDMA/DSI EN LA ESTACION TERRENA DE LURIN	3
2.1 Aspecto Económico	
2.1.1 Costo alternativo del segmento espacial	
2.1.2 Costo alternativo del segmento terrestre	
2.2 Aspecto Técnico	
2.3 Aspecto Operativo	
3. DESCRIPCION DEL SISTEMA	11
3.1 Descripción del sistema TDMA/DSI:	
3.1.1 Estación de referencia TDMA	
3.1.2 Estación de tráfico TDMA	
3.1.3 Interface con la terminal de tráfico TDMA	
3.1.4 Instalación TDMA del centro de operaciones con Intelsat (IOCTF)	
3.2 Principales características del sistema:	
3.3 Formatos de Ráfagas y Tramas	
3.4 Características principales del Sistema de Transmisión	
3.5 Funciones básicas del Sistema de Control TDMA:	
3.5.1 Sincronización	
3.5.2 Adquisición	

3.5.3	Determinación de la posición del Satélite.	
3.5.4	Puesta en marcha del sistema	
3.6	Funciones de Administración de la Red:	
3.6.1	Cambio en el Plan de Asignación de ráfagas.	
3.7	Detección y Corrección de Fallas	
3.8	Monitor del Sistema TDMA	
3.9	Características de Desempeño en Radio-Frecuencias.	
3.10	Modems y Parámetros de Modulación	
3.11	Capacidad de la Red	
4.	DESCRIPCION DE LA TERMINAL	34
4.1	Equipo de Interfáz con el Sistema Terrestre (TIE)	
4.2	Módulo de Interfáz TDMA (TIM)	
4.2.1	DSI	
4.2.2	DNI	
4.2.3	DSI/DNI	
4.3	Equipo Común de la Terminal TDMA (CITE)	
4.4	Centro de Pruebas y Mantenimiento	
5.	IMPLEMENTACION DE LA TERMINAL DE LURIN	52
5.1	Estado actual de Equipamiento de la Estación Terrena de Lurín.	

	PAG
5.2 Conformación de la Terminal TDMA/DSI	
5.3 Implementación del Sistema TDMA/DSI	
6. CALCULO ECONOMICO	72
6.1 Costo de Equipamiento de la Terminal TDMA/DSI	
6.2 Comparación del Costo para el reemplazo del FDM/FM/FDMA por el TDMA/DSI	
CONCLUSIONES	78
BIBLIOGRAFIA	79

P R O L O G O

El propósito de este trabajo, consiste en la implementación de una terminal TDMA/DSI en la Estación Terrena de Lurín, para transmitir una parte de su tráfico internacional en lugar de seguir utilizando el sistema actual FDM/FM/FDMA, por ser sus costos operativos menores y tener ventajas técnicas y operativas; con los ahorros obtenidos por estos costos menores, se puede financiar el costo del sistema en 10 años.

No se ha considerado la Estación Terrena "Miguel Colina Marie" de Huancayo por varios motivos, siendo el principal, que ésta es una estación terrena nueva, que empezó a funcionar en 1984, mientras que la de Lurín entró en servicio en 1969.

En el análisis del problema, se ha considerado el pago del uso del satélite con el número de canales terrestres que están en servicio, sin considerar las reducciones de canales en el satélite por uso del sistema DSI, por no tener documentos sobre esta situación.

El sistema TDMA/DSI, es un sistema totalmente digital (numérico) que se impondrá en el futuro. En el anexo F, se incluye el formato Transmisión y Verificación del Plan de Asignación de Ráfagas así como ejemplos y un glosario de abreviaturas de términos y símbolos relacionados con el TDMA.

La asimilación de los conocimientos necesarios de esta nueva Tecnología nos facilitará el terreno para responder más eficazmente a las futuras exigen--cias operativas del sistema Intelsat, y estar a la altura del avance mundial en materia de Tecnología de comunicaciones.

Hago extensivo mi agradecimiento de manera general a todos los profesionales que han hecho posible este trabajo.

1. INTRODUCCION

La presente tesis consiste en el estudio técnico-económico y operativo de la implementación de una estación terminal del sistema TDMA en la Estación Terrena de Lurín.

El Sistema TDMA (Múltiple Acceso por División de Tiempo), es la nueva técnica en comunicaciones vía satélite en implementación por INTELSAT. Es un sistema totalmente Digital (numérico) y consiste de varias estaciones terrenas que transmiten la misma frecuencia en secuencia temporal, de manera que sólo una estación a la vez tenga su portadora en el satélite; las transmisiones son efectuadas en ráfagas de señal y cuya duración están de acuerdo al tráfico de cada estación transmisora.

El sistema permite que con sólo una frecuencia de transmisión y recepción puedan comunicarse hasta 32 estaciones terrenas, con un tráfico de pocos canales hasta 3.200 canales terrestres consiguiendo con ésta, una mayor eficiencia en la utilización del satélite y la reducción en el uso de equipos en las estaciones terrenas, en comparación con el sistema de múltiple por división de frecuencia (FDM/FM/FDMA).

INTELSAT realizó actividades de investigación y desarrollo, en relación al Sistema TDMA/DSI desde 1965, con experimentos de temporización de acceso múltiple (MATE) entre las estaciones terrenas de Mill Village (Canadá) y Goonhilly (Inglaterra).

En 1980, a mitad de año, se aprobó las especificaciones de la terminal TDMA-DSI (BG-42-65).

En 1982, se aprobó las especificaciones de las estaciones de referencia (BG-46-26).

1983 Programa de Implementación del TDMA/DSI

1989 Posible implementación de la estación terminal TDMA, en el Perú, la que trabajará en paralelo con el sistema FDMA/FM/FDMA, y el SPADE actualmente en uso. Ver Anexo A.

2. JUSTIFICACION DE LA IMPLEMENTACION DE UNA TERMINAL TDMA/DSI EN LA ESTACION TERRENA DE LURIN:

El problema de introducir el sistema TDMA/DSI ó seguir con el actual, se resume a comparar un sistema de comunicaciones que está en uso y equipado para suministrar servicios hasta 1998 (Sistema FDM/FM/FDMA), con un sistema TDMA/DSI, en la que es necesario hacer la inversión para comprar e implementar una terminal TDMA/DSI, en la Estación Terrena de Lurín. En la comparación, consideramos las diferencias que se presentan en los aspectos Económico, Técnico y Operativo, para escoger el menor costo y ofrezca las mejores alternativas técnicas y operativas.

2.1 ASPECTO ECONOMICO

En el caso de los sistemas de comunicaciones por satélite, los costos a considerarse, son dos:

2.1.1. Costos del Segmento Espacial

2.1.2. Costos del Segmento Terrestre

Las estaciones terrenas que utilizan para sus servicios internacionales el satélite INTELSAT, tienen que pagar los costos de utilización del satélite que están en función de la cantidad de canales y de la tecnología utilizada.

Los costos de utilización del satélite de INTELSAT, son:

Para el sistema FDM/FM/FDMA (Lurín usa US\$ 1,170 canal/trim. actualmente)

Para el sistema TDMA/DSI US\$ 1,023.75 canal/trim.

Al usar el sistema TDMA/DSI, se tiene un ahorro de US\$ 146.25 canal/trim.

2.1.1. Costo Alternativo del Segmento Espacial:

En el anexo B, tabla 2.1 y 2.2, se muestra la demanda de tráfico anual que debe satisfacer la Estación Terrena de Lurín de 1989 hasta 1998; en la tabla 2.2 se han considerado sólo los países que utilizaron el sistema TDMA/DSI y que son: Francia, Alemania, Italia, España, Inglaterra, Canadá y Estados Unidos; no se han considerado a otros países

que tienen intención de integrarse al sistema TDMA/DSI, como Paraguay, Brasil, Argentina, México, etc., lo que no -- afecta el análisis del tema.

El costo alternativo por el uso del segmento espacial de la estación terrena de Lurín, considerado trimestralmente entre 1989 a 1998, es menor en US \$ 2'416,588.93, al usar el sistema TDMA/DSI, en lugar del actual FDM/FM/FDMA. Ver Anexo B, - Tabla 2.3.

2.1.2 Costo Alternativo del Segmento Terrestre

Los costos alternativos del segmento terrestre, se derivan - de:

Costos por inversión en equipos al usar TDMA/DSI de US\$ ---- 2'263,820.

Costos por mantenimiento y operación en caso de usar el sistema TDMA/DSI, que es de US\$ 96,440 en 10 años para dos Técnicos, considerando para cada uno, US\$ 4,822 anuales.

En la Tabla 2.4 se tiene el Resumen General de los costos alternativos.

2.2 ASPECTO TECNICO

En la parte técnica, consideramos las ventajas que tiene sobre los sistemas en uso, como son el FDM/FM/FDMA y SPADE, además de ser un sistema que se impondrá en el futuro por ser totalmente numérico y presentar las ventajas técnicas siguientes:

1. Efectiva ortogonalidad del sistema, ésto es posible debido a la presencia de una sola portadora en el satélite en todo instante, lo que no sucede con los otros sistemas actuales en los cuales cada Estación Terrena tiene asignados portadoras - fijas, y un espectro de frecuencias asignado de acuerdo a su capacidad de tráfico, los cuales son irradiados en todo momento. Ver figuras 2.1 y 2.2.

TABLA 2.4

RESUMEN DE COSTOS ALTERNATIVOS

COSTOS SEGMENTO ESPACIAL	DIFERENCIA ENTRE TDMA/DSI-FDM/FM/FDMA
Uso del Satélite	US \$ 2'416,588.9
COSTOS SEGMENTO TERRESTRE	
Inversión en Equipos	US \$ 2'263,820.0
Costos Administrativos	-----
Costos de Operación y Mantenimiento	US \$ 96,440
TOTALES	US \$ 56,328.9

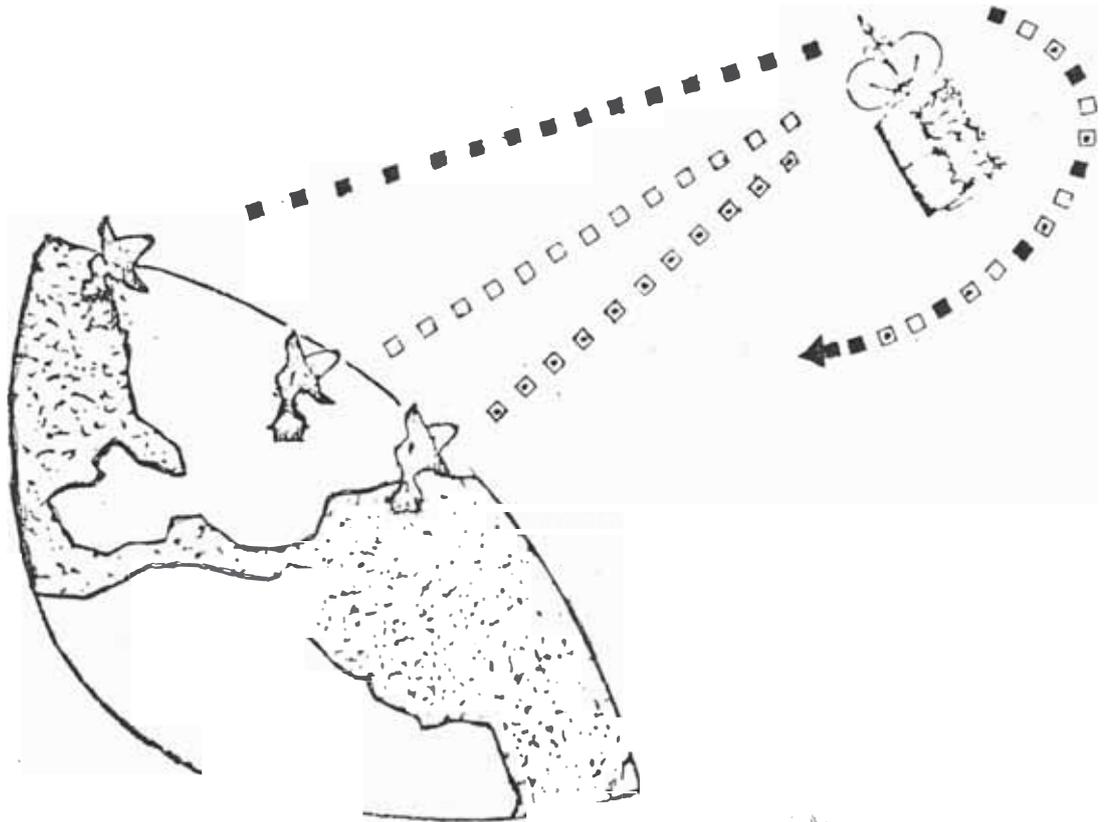


Figura 2.1

Sistema TDMA (Acceso múltiple por distribución e
el tiempo)

2. Como se transmite una s3la portadora a la vez, se aprovecha la m3xima potencia de transmisi3n de los tubos - de onda progresiva (potencia de saturaci3n de los tubos de onda progresiva); en caso de transmitir m3s de dos portadoras a la vez, por un mismo tubo de onda progresiva, se producen productos de intermodulaci3n de las frecuencias transmitidas al hacer trabajar al tubo en su punto de saturaci3n, por lo que para evitar este problema, se hace trabajar a los tubos de onda progresiva 4 3 6 dB debajo del punto de saturaci3n.

Los sat3lites y algunas estaciones terrenas, usan tubos de onda progresiva en sus transmisores de alta potencia, otras usan tubos de klystron, en las cuales tambi3n se producen intermodulaci3n.

3. La potencia de radiaci3n isotr3pica de la energ3a el3ctro magn3tica (P.I.R.E.) de las estaciones terrenas, tienen un amplio rango de variaci3n, ya que se transmite -- una sola portadora.
4. Un rango de frecuencias es compartido con 4 3 60 estaciones terrenas, ahorrando espectro de frecuencias en comparaci3n con los otros sistemas.
5. Todas las estaciones terrenas utilizan la misma frecuencia de transmisi3n.
6. El TDMA, introduce la conmutaci3n a bordo del sat3lite, t3cnica muy prometedora para resolver el problema de la congesti3n de sat3lites en 3rbita estacionaria.
7. La capacidad inherente de poder establecer una interconexi3n directa y econ3mica con los sistemas num3ricos - que se introducir3n en las redes terrestres del futuro, para este a3o se ha hecho grandes progresos y para 1987 3ste adelanto ser3 sustancial.

8. Adaptabilidad a nuevos circuitos diversificados.
9. Facilidad para el uso de la técnica de interpolación de voz (DSI, digital speech interpolation).

La técnica de DSI, utiliza el hecho que un canal telefónico ocupado por voz de un enlace de comunicación entre 2 puntos, tiene tiempos en los cuales la voz es interrumpida por la persona que está hablando; durante este tiempo de interrupción, el audio de otro canal -- puede ser interpolado, incrementando en esta forma el número de canales de audio del enlace.

2.3 ASPECTO OPERATIVO

Desde el punto de vista operativo, tiene las siguientes ventajas:

1. Con respecto al segmento espacial por necesitar menos satélites, es menos compleja la parte operativa.
2. Caso terrestre:
 1. Mayor flexibilidad en la operación de los circuitos.
 2. Disponibilidad de acceso múltiples eficientes.
 3. Posibilidad de transmisión de video teléfono multi-destino.
 4. La flexibilidad operativa del TDMA, es en general superior a los actuales sistemas en uso, en lo que se refiere al establecimiento de nuevos enlaces ó de circuitos adicionales con enlaces existentes.

Las desventajas, desde un punto de vista operativo, son los siguientes:

1. La necesidad de sincronismo de la red.
2. Vulnerabilidad e interferencia selectiva.
3. Necesidad de memoria de transmisión y recepción.

4. Nuevos métodos de procedimientos operativos y de mantenimiento.

3. DESCRIPCION DEL SISTEMA:

Mediante la técnica de acceso múltiple por distribución en el tiempo (TDMA), varias estaciones terrenas (32 ó 60), pueden utilizar un determinado transpondedor para transmitir ráfagas de datos, para lo cual se asignan diferentes tiempos de transmisión, evitando así la superposición de ráfagas y haciendo posible el empleo de la misma frecuencia para todas las estaciones. Ver figura 2.1.

Mediante la técnica de interpolación digital de voz (DSI), se utiliza los tiempos muertos (60% del tiempo de una conversación) que se presentan durante una conversación en una troncal telefónica, para pasar por éste, datos de conversaciones producidas en otros canales. Ver figura Nº 4-6..

El sistema TDMA/DSI de Intelsat, integra estas dos técnicas para hacer un sistema mundial de comunicaciones via satélite que trabajará con la serie de satélites Intelsat V y posteriores, Como la transmisión ocurre en forma digital, es necesario muestrear los datos, codificándolos numéricamente y emplear la modulación de fase (PSK) para su transmisión.

Para formar parte de un sistema de este tipo, es necesario que cada estación terrena desempeñe las siguientes funciones:

- Codificación, multiplexaje, demultiplexaje y decodificación.
- Modulación y Demodulación.
- Control del Sistema (Sincronización, Adquisición, monitoreo y control interno.

3.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA TDMA/DSI

El sistema TDMA/DSI de Intelsat, trabaja con transpondedores de haz hemisférico y de zona de 80 MHz en 6/4 GHz y transpondedores de haz pincel de 14/11 GHz.

El sistema puede trabajar así mismo con transpondedores interconectados y también está diseñado para ser compatible con transpondedores conmutables a bordo del satélite.

El sistema consta de cuatro componentes básicos:

- Las estaciones de Referencia TDMA
- Las estaciones de Tráfico TDMA
- La interface con las Terminales de Tráfico TDMA
- La instalación TDMA del Centro de Operaciones de Intelsat (IOCTF).

Ver figura Nº 3.1 .

3.1.1 Estaciones de Referencia TDMA:

Cada estación de referencia TDMA genera una ráfaga de referencia por Transpondedor, a fin de realizar las funciones siguientes:

- Proporcionar información sobre adquisición y sincronización de la Terminal.
- Suministro de regulación del plan de asignación de ráfagas.
- Desempeña las funciones de monitor del sistema.
- Ofrece los medios para cursar el circuito de órdenes.
- Sincroniza el salto entre Transpondedores. Cada transpondedor estará atendido por 2 estaciones de referencia, la cual permitirá que las Terminales de Tráfico TDMA funcionen con ráfagas de referencia primarios y secundarios. Ver figura 3.3.

3.1.2 Estaciones de Tráfico TDMA:

- Genera y recibe las ráfagas de Tráfico
- Adquiere y sincroniza las señales
- Ofrece medios para cursar el circuito de órdenes
- Realiza el salto entre Transpondedores. Ver figura 3.4

3.1.3 Interfase con la Terminal de Tráfico TDMA:

Se utiliza para interconectar las terminales TDMA con las redes terrestres.

En el sistema TDMA de Intelsat, existen dos tipos de interfases:

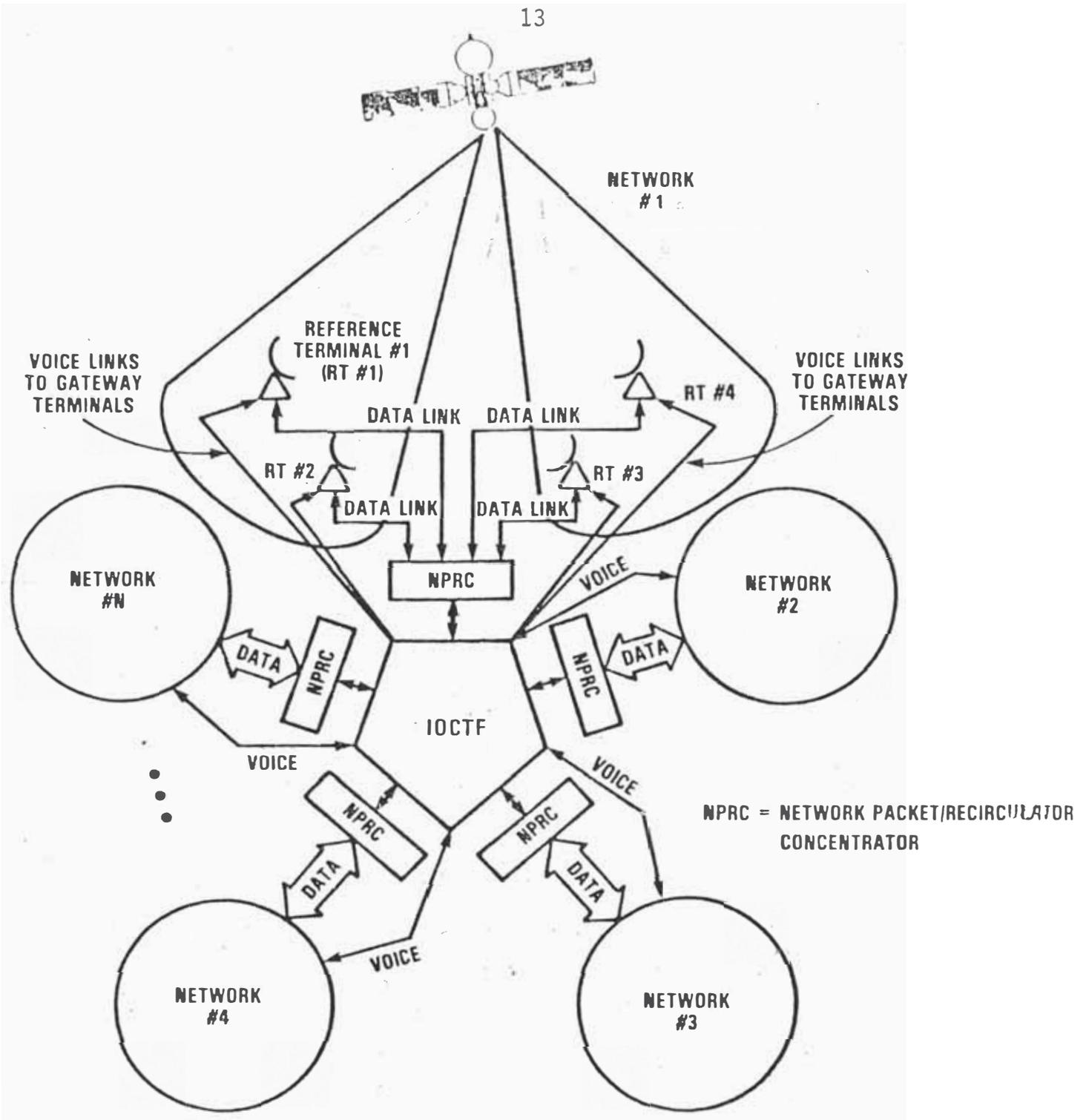


FIGURA 3.1 - Configuración del sistema TDMA

La interpolación digital de señales vocales (DSI), que permite interpolar en forma digital las señales de voz del tráfico telefónico cursado por un enlace de satélite, y la interfaz digital no interpolada (DNI) que transmite las señales de datos no interpolados. Ver fig.3.5 y 3.6.

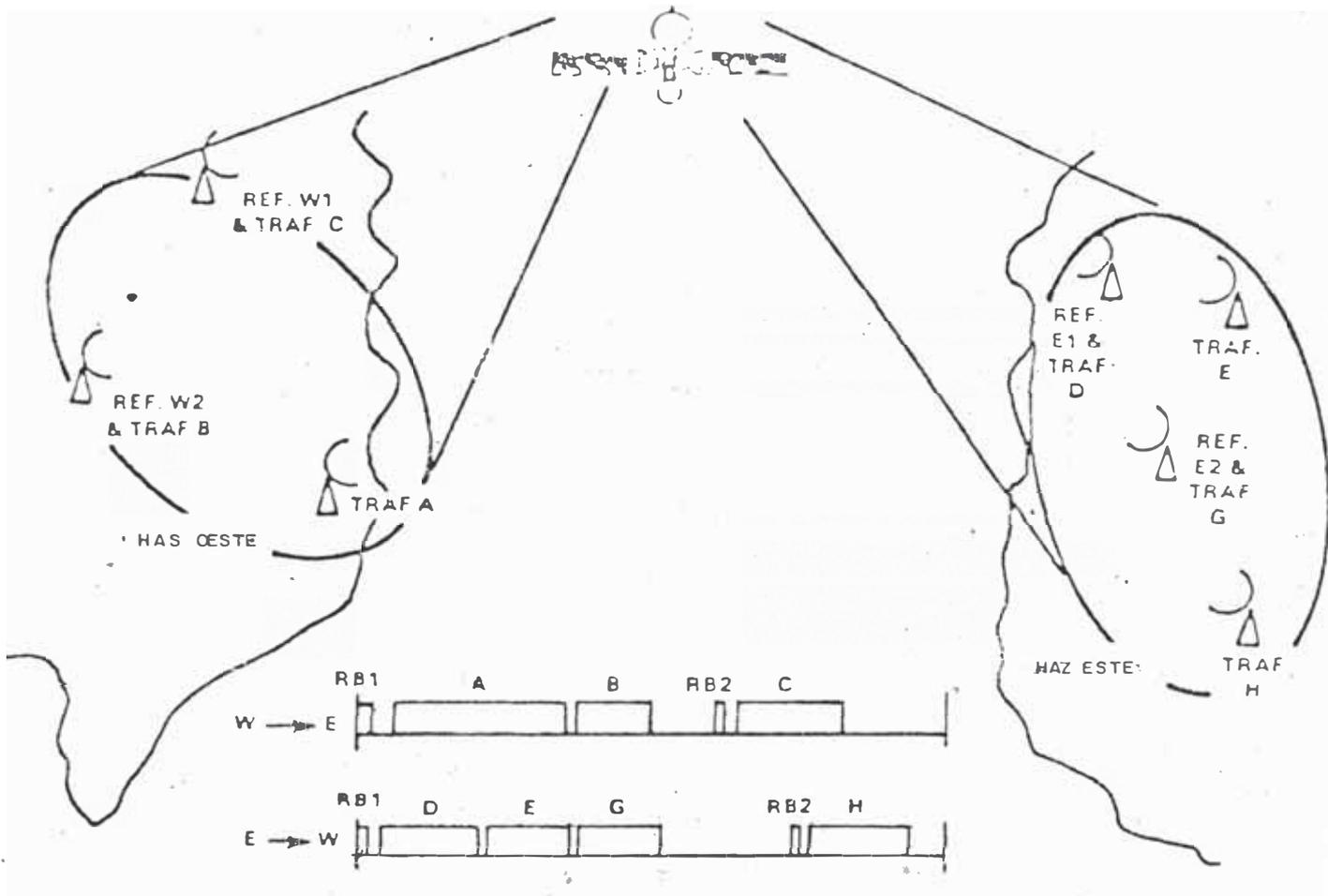
3.1.4 Instalación TDMA del Centro de Operaciones de Intelsat (IOCTF) :

Constituye el corazón del sistema TDMA. Cada estación de referencia está conectada a él por canales de datos de alta velocidad, mas circuitos telefónicos y de teletipo (TTY). El IOCTF coordina las actividades de cada red.

3.2 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL SISTEMA:

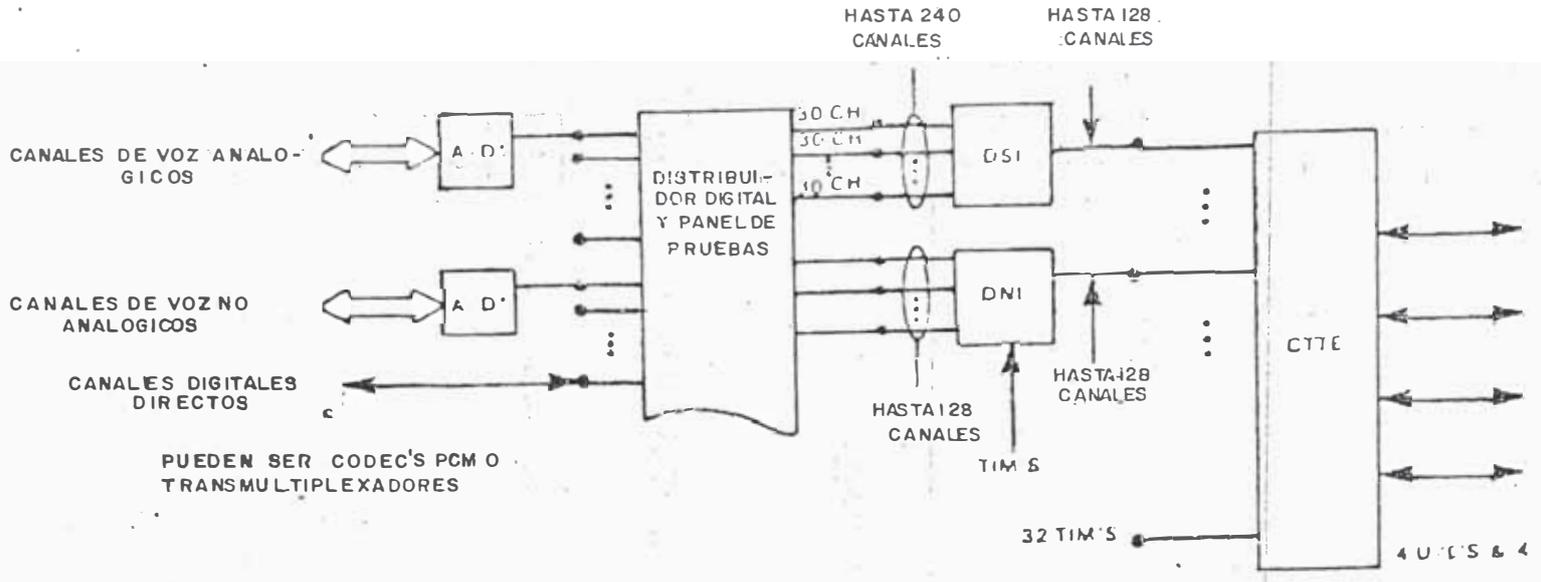
A continuación se resumen las principales características del Sistema:

- La trama TDMA dura 2 milisegundos
- Se utiliza la modulación por desplazamiento de fase cuadrivalente con demodulación coherente (CPSK) y sin codificación diferencial.
- La velocidad nominal de transmisión del equipo de terminal y estación de referencia TDMA, es de 120,832 Mb/s
- La corrección de errores sin canal de retorno (FEC), es aplicada a la porción de Tráfico contenida en ráfagas de Tráfico seleccionadas.
- La reconfiguración del Plan de Asignación de ráfagas se puede llevar a cabo automáticamente sin pérdida de Tráfico.
- Cada Terminal TDMA es capaz de transmitir hasta 16 ráfagas y recibir hasta 32 ráfagas por trama.
- Cada terminal TDMA es capaz de efectuar saltos entre un máximo de cuatro Transpondedores.
- La interpolación digital de señales vocales, se puede aplicar en grupos de hasta 240 canales terrestres.
- La interfaz digital no interpolada, tiene cabida para grupos de hasta 128 canales terrestres con corrientes de datos a una velocidad binaria equivalente.



LAS RAFAGAS DEL HAZ OESTE (RB1, A, B, RB2, Y C) SON CONTROLADAS POR LAS REF. E1 Y E2 MIENTRAS LAS RAFAGAS ESTE (RB1, D, E, G RB2 Y H) SON CONTROLADAS POR LAS REF. W1 Y W2

Figura 3.3 Conectividad de transpondedores en TDMA

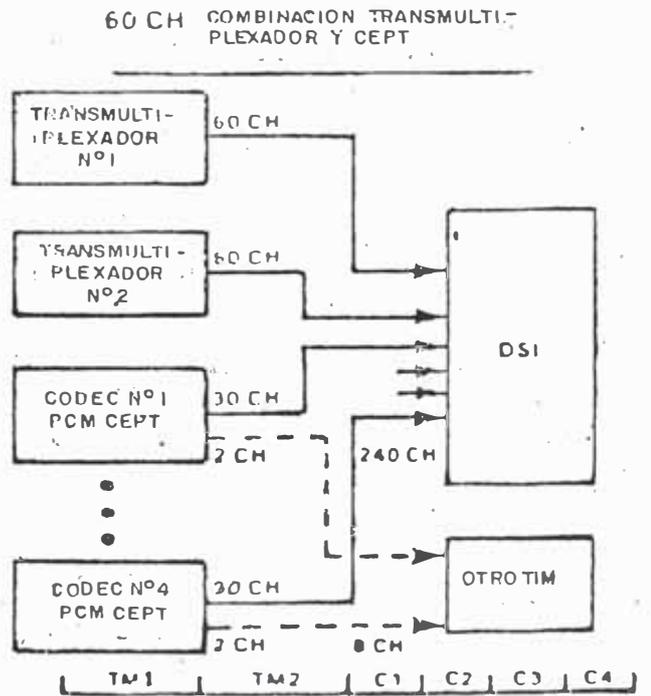
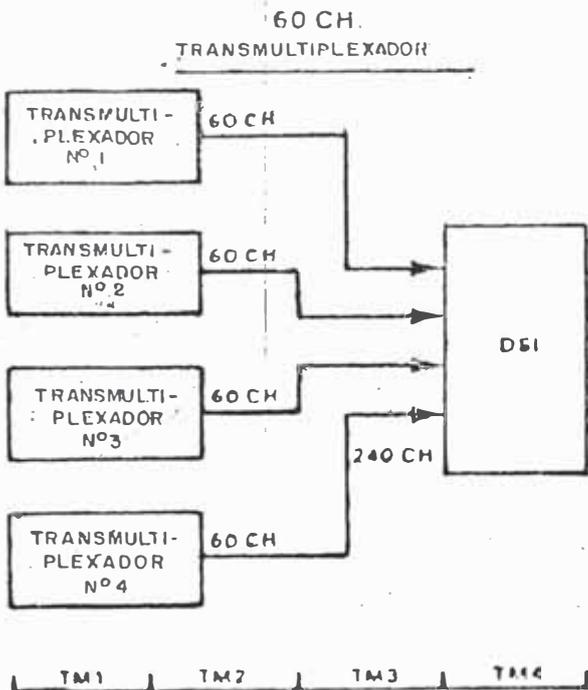
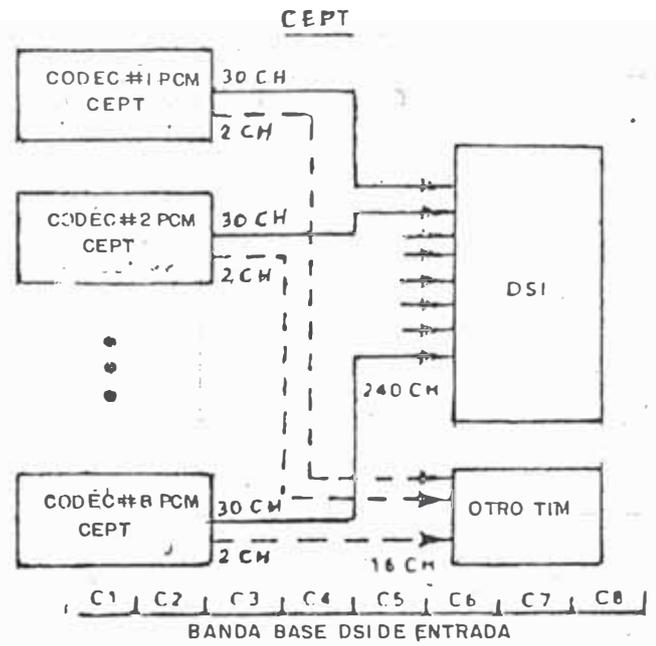
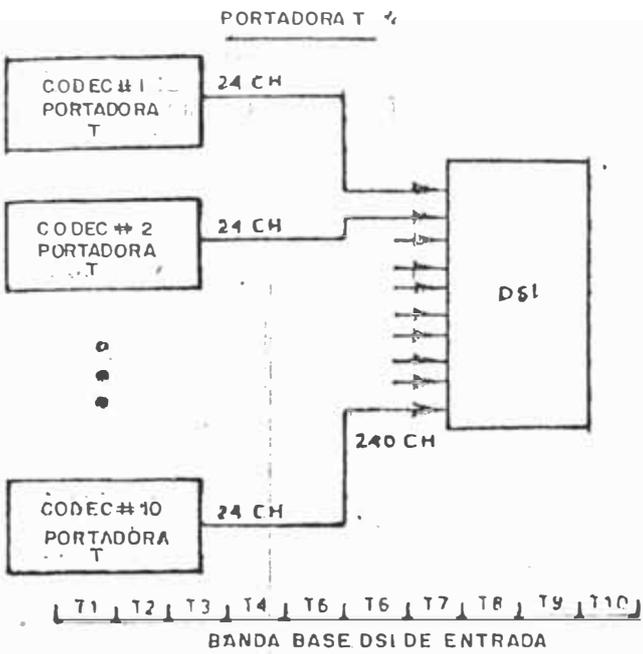


CAPACIDADES DE LA TERMINAL TDMA

	TRANSMISION	RECEPCION
- TRANSPONEDORES (U/L Y D/L)	4	4
- MODULOS DE INTERFAZ TERRESTRE (TIM - DSI O DNI)	32	32
- SUB RAFAGAS	32	32
- RAFAGAS	16	32
- SUB RAFAGAS POR RAFAGA	8	8
- TIM'S POR SUB-RAFAGA	1	2
- DESTINOS POR SUB-RAFAGA	8	8
- CANALES DE ENTRADA DSI	240	128
- CANALES DE SALIDA DSI	128	240
- DSI PRE ASIGNADOS NO INTERPOLADOS	128	128
- CANALES DE ENTRADA DNI	128	128
- CANALES DE SALIDA DNI	128	128

A/D = CONVERTIDOR ANALOGICO/DIGITAL
 TIM'S = MODULOS DE INTERFAZ TERRESTRE
 DSI = INTERPOLACION DIGITAL DE SEÑALES DE VOZ
 DNI = INTERFAZ DIGITAL SIN INTERPOLACION
 CTTE = EQUIPO COMUN DE TERMINAL DE TRAFICO TDMA
 U/L'S = ENLACES DE SURIDA
 DTL'S = ENLACES DE BAJADA

Figura 3.4 - Descripción de la terminal de tráfico TDMA



PORTADORA T = 24 CANALES CON SEÑALIZACION FUERA DE BANDA
 CEPT = 30 CANALES CON 2 CANALES DE SEÑALIZACION FUERA DE BANDA

Figura 3.5 - Configuraciones típicas del canal de entrada DSI

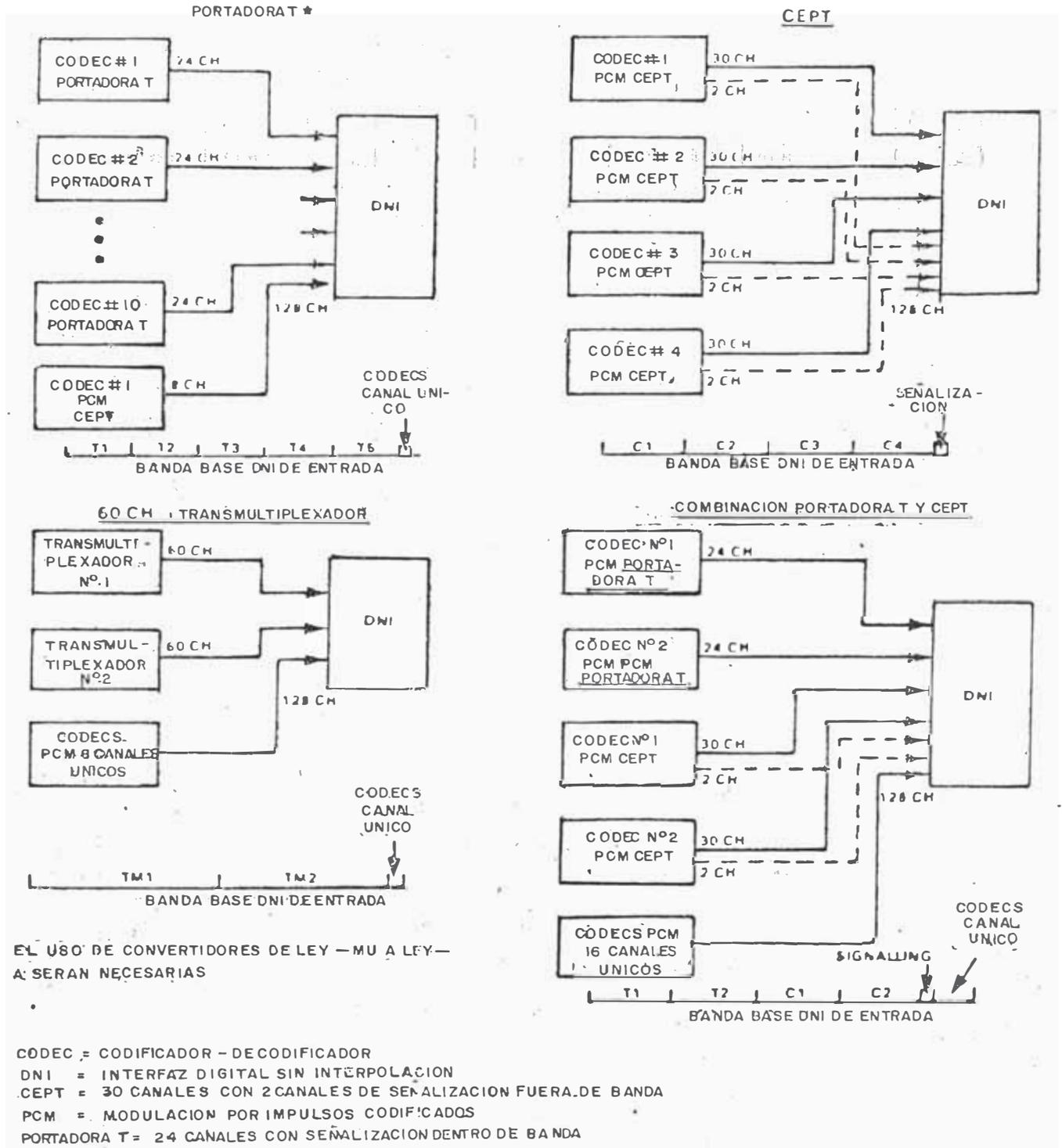


Figura 3.6- Configuraciones típicas del canal de entrada DNI

3.3 FORMATOS DE RAFAGAS Y TRAMAS:

En la fig.3.7, se muestra la estructura de la trama TDMA, la cual se compone de ráfagas de referencia y ráfagas de Tráfico. Las de ráfagas de referencia contenidas en la trama, se denominan RB1 y RB2, y cada una de ellas es generada por una estación de referencia diferente. Normalmente ambas estaciones de referencia se encuentran en funcionamiento.

Una trabaja como estación primaria de referencia y la otra como secundaria (de reserva), excepto cuando ocurre una falla de la estación primaria de referencia.

El tiempo de guarda mínimo entre ráfagas, consta de 64 símbolos. Este asegura que no exista interferencia entre ráfagas, debido a inexactitudes en el sistema de adquisición y sincronización. Las ráfagas de referencia proporcionan información sobre temporización y control a las terminales TDMA designadas.

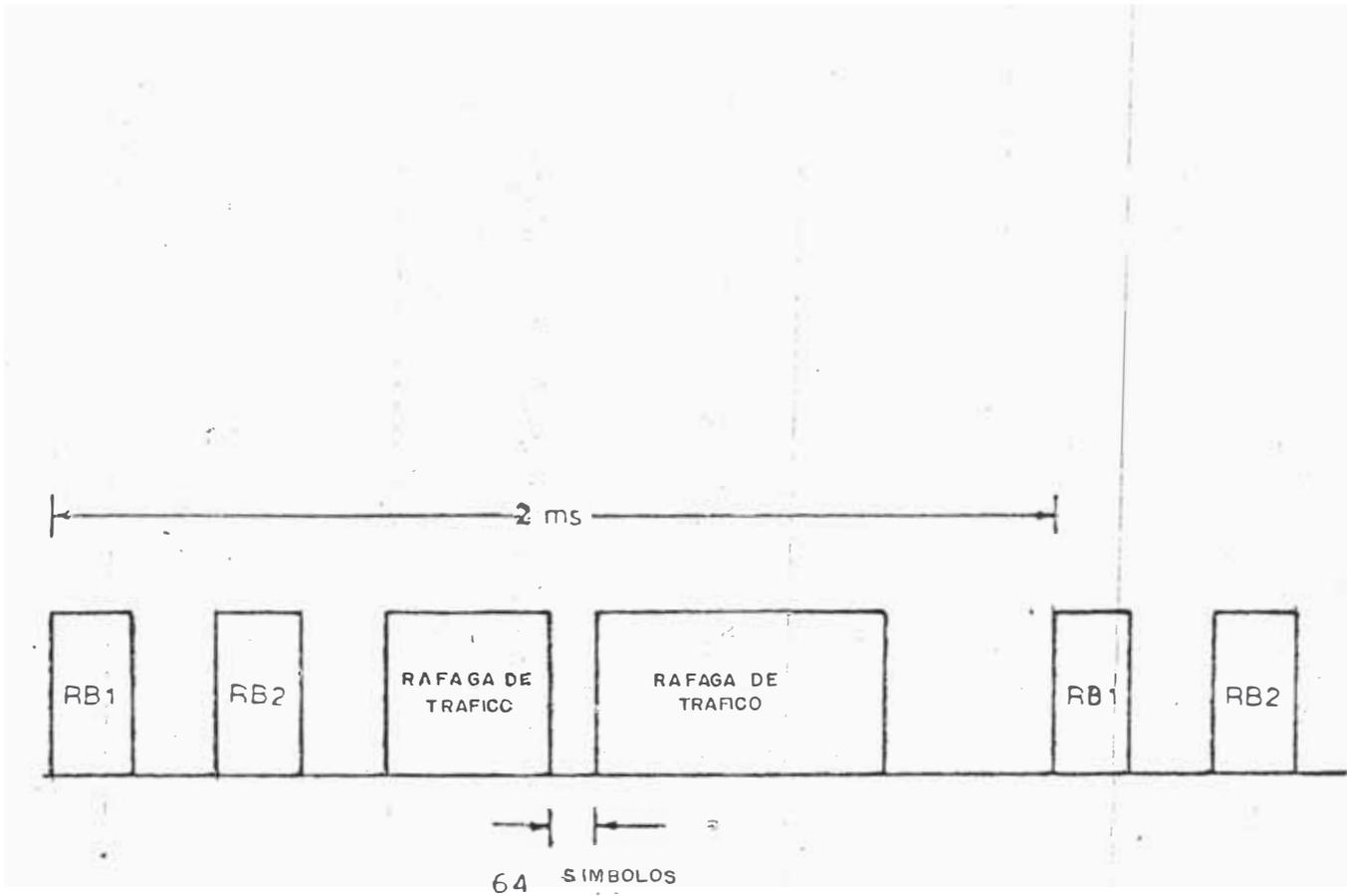
Las ráfagas de tráfico cursan el tráfico que transmite el sistema, el cual puede estar compuesto por cualquier combinación de tráfico DSI y DNI. La corrección de errores sin canal de retorno, se puede aplicar a ráfagas de tráfico seleccionadas.

En la figura Nº 3-8, se muestra la estructura del formato de ráfagas correspondiente, tanto a las ráfagas de referencia como a los de Tráfico. La ráfaga de referencia se compone de seis partes contiguas. La secuencia de recuperación de portadora y de regulación de bitios, la palabra única, los canales de circuitos de órdenes telefónicos y el canal de control y retardo.

En la figura Nº 3-9, la ráfaga de Tráfico consiste en una sección de preámbulo y una de tráfico.

El preámbulo contiene cinco partes contiguas: la secuencia de recuperación de la portadora y restablecimiento de la temporización de bitios, la palabra única, los canales de circuitos de órdenes de Teletipo, el canal de servicio y los canales de circuitos de órdenes telefónicas. Al preámbulo le siguen los datos de tráfico.

Las primeras cinco partes del preámbulo, son idénticos en las ráfagas de referencia y de tráfico. La secuencia para la recupera-



NOTAS

- 1) RB1 ES LA RAFAGA DE REFERENCIA DE LA ESTAC. DE REFERENCIA 1.
- 2) RB2 ES LA RAFAGA DE REFERENCIA DE LA ESTAC. DE REFERENCIA 2

FIGURA 3.7 - Trama TDMA

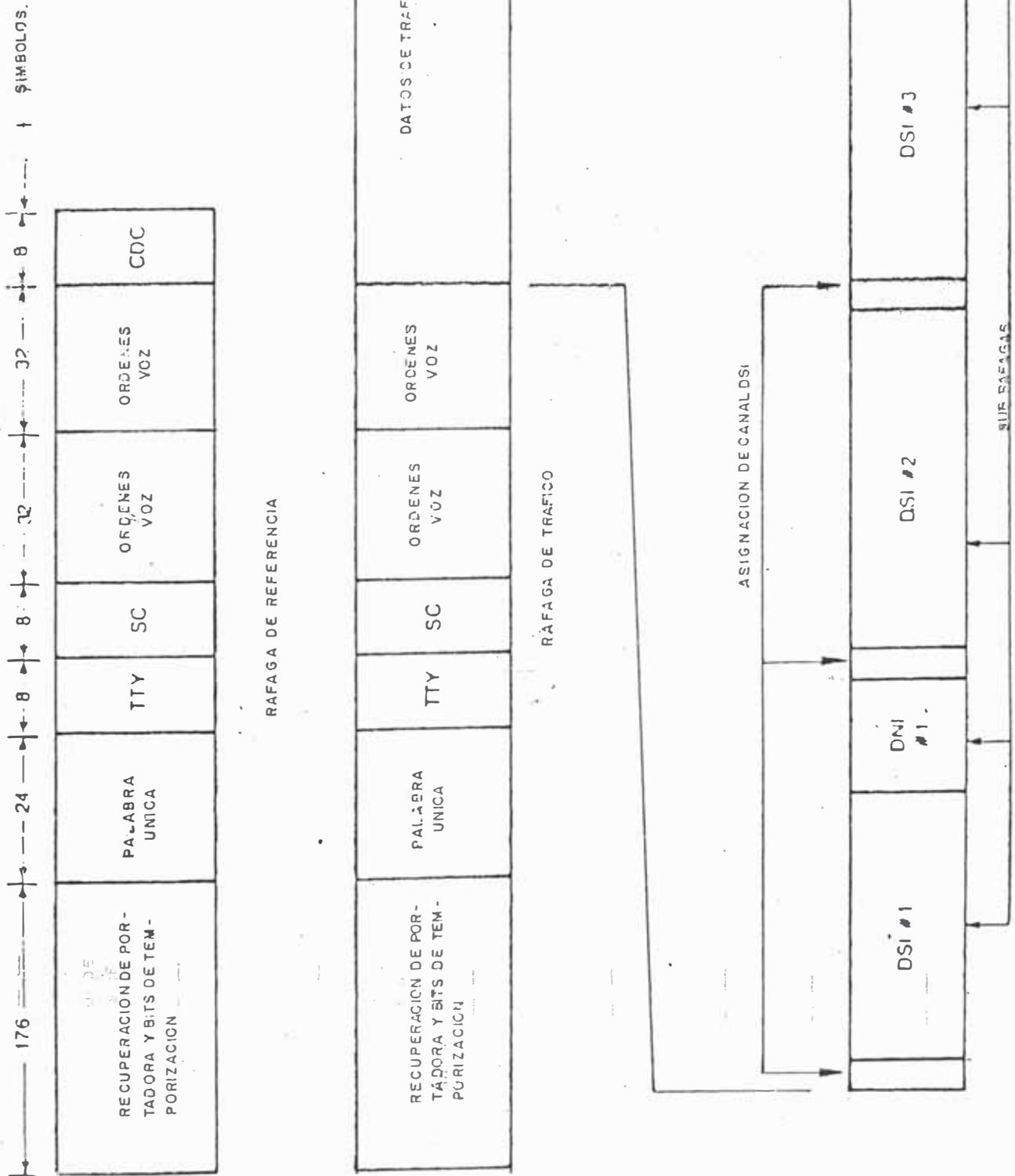


FIGURA 3.8- Formato de la ráfaga

TTY = TELETIPO
 SC = CANAL DE SERVICIO
 CDC = CANAL DE CONTROL Y RETARDO
 DSI = INTERPOLACION DIGITAL DE SEÑALES VOCALES (O DE LA PALABRA)
 DNI = INTERFAS DIGITAL SIN INTERPOLACION

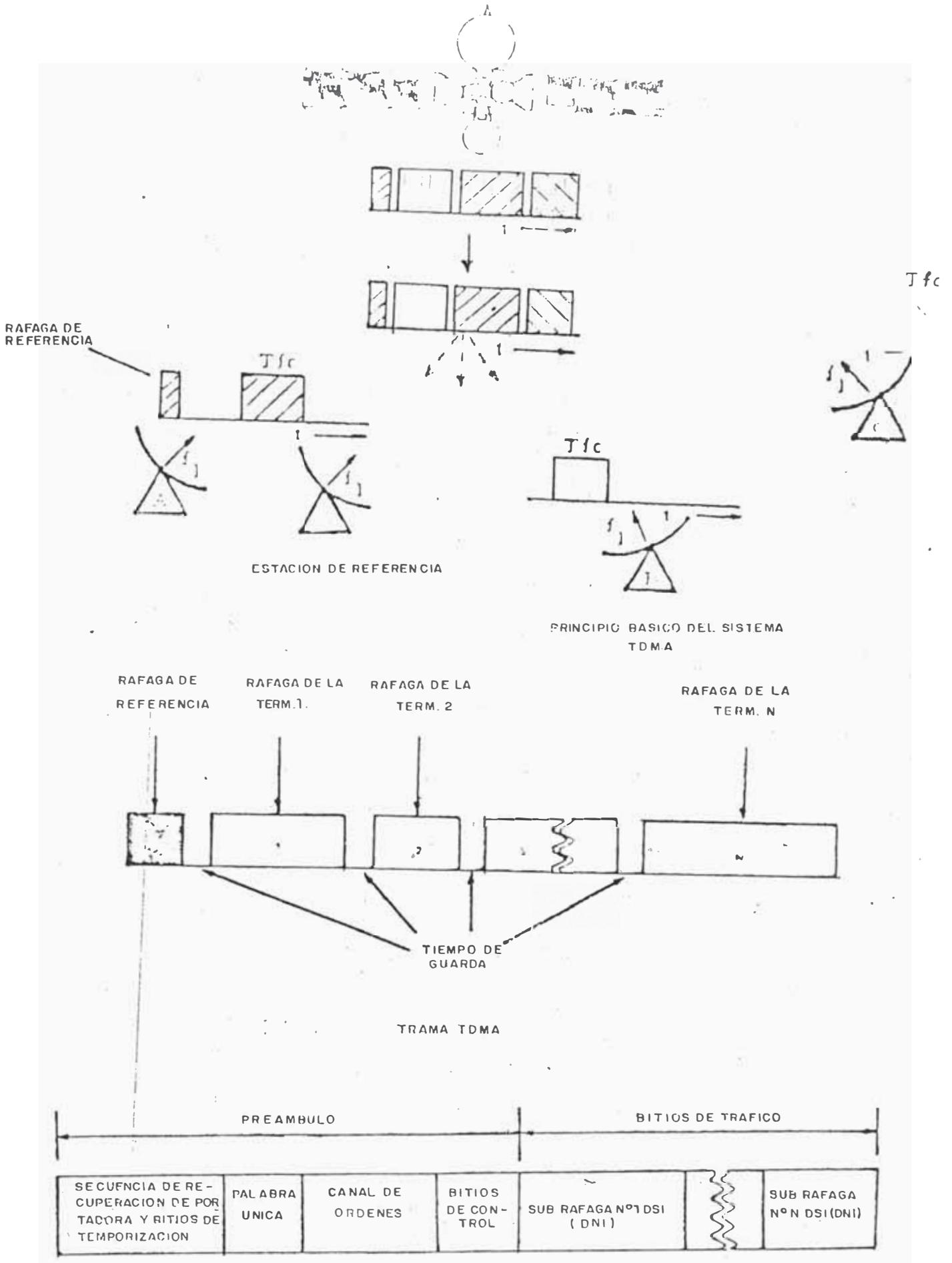


FIGURA 3.9

ESTRUCTURA DE LA RAFAGA TDMA

ción de la portadora y el restablecimiento de la temporización de bitios, consta de 176 símbolos y se utiliza para permitir que el modem adquiera y se sincroniza con la ráfaga transmitida. Las palabras únicas sirven para diferenciar las ráfagas de referencia de las ráfagas de Tráfico, así como para resolver la ambigüedad del patrón de bitios demodulados. Las palabras únicas se emplean, además, para marcar el inicio de una multitrama. Cada ráfaga de referencia y de Tráfico, cuenta con ocho circuitos de órdenes de teletipo y dos telefónicos. El canal de servicio cursa información sobre administración y control.

El canal de control y retardo de la ráfaga de referencia, se utiliza principalmente para transmitir la información relativa al retardo de Transmisión que las Terminales de Tráfico TDMA controlados emplean para la adquisición y la sincronización.

La longitud de la porción de datos de Tráfico será variable en pasos de 64 símbolos equivalentes a un canal de 64 Kbit/s.

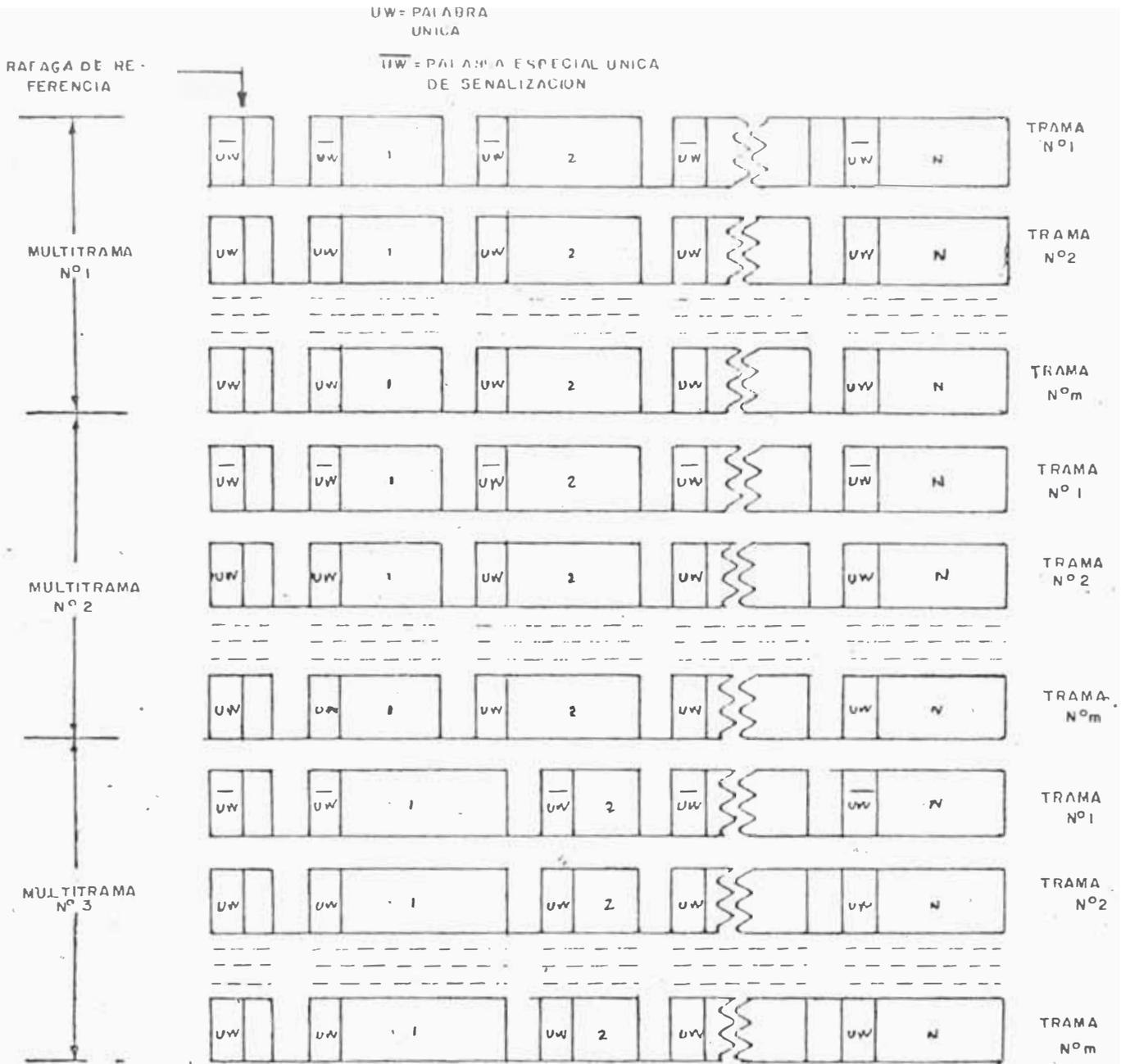
El sistema emplea una multitrama común, compuesta por 16 tramas. Las palabras únicas contenidas en ráfagas de referencia y de tráfico, cambian cada 16 tramos a fin de marcar el inicio de una multitrama. Ver figura 3.10

Dichas palabras únicas especiales, se denominan marcadores de multitramas. Es importante para el sistema de sincronización el que todos los marcadores de multitramas aparezcan en la misma trama en el satélite, ya que ello permite sincronizar los cambios en el Plan de Asignación de ráfagas.

Con el objeto de mantener la densidad máxima del flujo de potencia dentro de los límites establecidos por el CCIR, se aplica aleatorización a todas las ráfagas después del final de la palabra única.

3.4 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE TRANSMISION:

Las características principales del sistema de transmisión son:



EL CAMBIO DEL PLAN DE TIEMPO DE LA RAFAGA SINCRONICA SE INICIA EN LA MULTITRAMA Nº 3

Figura 3.10 Multitrama TDMA

Veloc. de bitios	: 120,832 Mbit/s
Frecuencia	: Transmisión: 6 GHz ó 14 GHz Recepción : 4 GHz ó 11 GHz
Modulación	: PSK
Demodulación	: Coherente
Codificación	: Absoluta (sin codific.diferencial)
Codificación de corrección de errores	: Se emplea la codificación por bloques de relación 7/8 de enlaces seleccionados.
Anchura de banda nominal de la señal	: 80 MHz.
P.I.R.E. nominal de estación terrena	: 89 dBw en 6 GHz 45 dBw en 14 GHz
Emisión fuera de banda (OBE)	: 23 dBw/4KHz en 6 GHz fuera de la anchura de banda de la señal.
Proporción de errores en los bitios requerida	: De acuerdo con el CCIR (10^{-6} a largo plazo y 10^{-3} a corto plazo)

3.5 FUNCIONES BASICAS DEL SISTEMA DE CONTROL DEL TDMA

El sistema de control del TDMA permite la sincronización entre todas las estaciones TDMA y mantiene la sincronización de las ráfagas durante el funcionamiento en modalidad de régimen permanente, para lo cual el sistema de control desempeña las siguientes funciones básicas:

3.5.1 Sincronización:

La estación de referencia que comprueba la posición de las ráfagas y actualiza los valores de retardo de transmisión enviados a las terminales, mantiene las ráfagas en la posición --- asignada en la trama TDMA.

Esta forma de sincronización se conoce como sincronización -- con realimentación en bucle cerrado.

3.5.2 Adquisición:

La estación de referencia también suministra valores de retardo de transmisión a las terminales que se encuentran temporalmente fuera de servicio ó a las que inician sus operaciones. Dichos valores permiten que las terminales inicien la transmisión sin producir perturbaciones en las demás ráfagas de la trama. Para los fines de la adquisición, el retardo de retroe

misión se calcula partiendo de la información relativa a la posición del satélite.

Dicho tipo de adquisición se denomina "Adquisición en bucle abierto".

3.5.3 Determinación de la posición del satélite:

La posición del satélite, se determina por triangulación partiendo de las distancias conocidas entre el satélite y tres estaciones terrenas. La estación de referencia obtiene dichas distancias midiendo el retardo de propagación - de dos saltos entre la estación de referencia y cada una de las otras tres estaciones. La información relativa a la medición de la distancia en dos saltos, se puede obtener de las mediciones de la posición de ráfagas efectuadas mediante la sincronización.

3.5.4 Puesta en marcha del Sistema:

Esta constituye la fase inicial del funcionamiento del sistema y en ella se sincroniza un número mínimo de estaciones a fin de medir las distancias y determinar la posición del satélite y los retardos de transmisión a fin de permitir la adquisición de otros terminales.

3.6 FUNCIONES DE ADMINISTRACION DE LA RED:

Dentro de las funciones de Administración de red, tenemos:

- Cambios en el Plan de asignación de ráfagas
- Detección y corrección de fallas
- Comprobación del desempeño del enlace

3.6.1 Cambios en el Plan de Asignación de ráfagas:

A fin de que las terminales de un sistema TDMA pueden transmitir sus ráfagas, se les asignan intervalos de tiempo bien definidos en la trama TDMA. El conjunto de parámetros que definen el inicio y la duración de estos intervalos, se denomina Plan de Asignación de Ráfagas. Los cambios en el Plan de Asignación de Ráfagas, pueden ser en la posición y

en la longitud de algunas ó de todas las ráfagas dentro de la trama.

El sistema TDMA de Intelsat, permite cambiar la posición y longitud de las ráfagas en forma sincrona en una trama determinada.

A fin de efectuar un cambio síncrono en el Plan de Asignación de Ráfagas, la estación de referencia transmite una secuencia de cuenta descendente a todas las Terminales al llegar a todos los terminales del caso cambian de posición y la longitud de la ráfaga. El sistema de sincronización permite que todas las ráfagas con nuevas posiciones y longitudes lleguen al satélite en la misma trama.

En consecuencia, la Reconfiguración del Plan de Asignación de Ráfagas no ocasiona ninguna pérdida del Tráfico.

3.7 DETECCION Y CORRECCION DE FALLAS:

Cada estación de referencia cuenta con procedimientos de diagnóstico mediante los cuales determina las fallas del grupo local y detecta problemas que ocurren en las otras estaciones de referencia y en las Terminales. Al detectar fallas en el funcionamiento del equipo local ó en las demás estaciones TDMA, se adaptan las medidas correctivas del caso. La función de detección y corrección de fallas consta de tres procedimientos:

- Autoverificación de la estación de Referencia:

Los parámetros clave de RF y de banda de la estación de referencia, se observan y verifican mediante un protocolo de diagnóstico. Al detectarse una falla se conmuta al equipo redundante ó si ésta persiste, la estación deja de transmitir. En este último caso, otra estación de referencia asume las funciones de la estación que experimenta problemas; durante dicho estado, no pueden efectuarse cambios en el Plan de Asignación de Ráfagas.

- Comprobación del desempeño de las estaciones de referencia recibidas:

Las ráfagas de referencia recibidas, con comprobadas continuamente

te y se descodifica la información sobre control contenida en ellas. Si se determina que la estación de referencia así comprobada no funciona debidamente, se activa un protocolo especial que hará que la estación afectada deje de transmitir. En este caso, las funciones de dicha estación de referencia así comprobada, no funciona debidamente, se activa un protocolo especial que hará que la estación afectada deje de transmitir. En este caso, las funciones de dicha estación de referencia, los llevará a cabo la otra estación de referencia dentro del mismo haz.

- Comprobación de ráfagas de la Terminal de Tráfico:

Cada ráfaga de tráfico recibida por la estación de referencia, es supervizada constantemente a fin de determinar, mediante el protocolo del monitor de ráfagas, si se encuentra "presente" ó "ausente". Al determinar que una ráfaga se encuentra "ausente" durante más de 500 ms., se transmite un código especial que hace que la terminal interrumpa la transmisión de un ráfaga. Se adopta este procedimiento porque cuando la ráfaga se halla "ausente", podría encontrarse en un intervalo asignado a otra ráfaga, a la cual causaría interferencia.

- Comprobación del desempeño del enlace:

Esta función la llevan a cabo las terminales de tráfico corresponsales. La degradación de la calidad del enlace (incluido el equipo de Transmisión y recepción), podría provocar la pérdida de palabras únicas o una mayor proporción de errores en los bitios, o ambos casos. La terminal de Tráfico receptora detectará estos dos eventos y transmitirá códigos especiales a la terminal correspondal, en donde activará una alarma local.

3.8 MONITOR DEL SISTEMA TDMA

El monitor del sistema TDMA (TSM) de ordenación, verifica los límites de ciertos parámetros relativos a las ráfagas, tales como la posición de la ráfaga, la proporción de errores en los bitios

y el nivel y frecuencia de las ráfagas, así mismo registra el estado del sistema (ejemplo, ráfaga perdida, ráfaga readquirida, etc.). Todas estas funciones las pueden llevar a cabo una estación de referencia normal mediante modificaciones mínimas. El TSM, por lo tanto, deberá estar ubicado en la estación de referencia.

3.9 CARACTERISTICAS DE DESEMPEÑO EN R.F.

El diseño del sistema TDMA/DSI, le permite trabajar con estaciones terrenas normalizadas Tipo A ó Tipo C.

3.10 MODEMS Y PARAMETROS DE MODULACION:

Los modems de ráfagas operan a 60,416 Mbandios, empleando modulación por desplazamiento de fase (PSK) cuadrivalente coherente. La demodulación es coherente, lo que significa que tanto la portadora como la referencia del reloj deben ser establecidos a partir de la portadora transmitida. Se utiliza el sistema de codificación absoluta (a diferencia de la codificación diferencial), a fin de facilitar el uso de la codificación con corrección de errores sin canal de retorno (FEC). Ello exige resolver la ambigüedad de fase mediante la detección de la palabra única.

La proporción de errores en los bits (BER), del módem, se ajustará a los requisitos indicados a continuación cuando se mida en cualquier anchura de ventana de 64 símbolos después de la palabra única en bucle IF en modalidad de recuperación.

superior a	5×10^{-3}	$\frac{E_o}{N_o}$	=	6.3 dB
	1×10^{-4}	$\frac{E_o}{N_o}$	=	10 dB
	1×10^{-6}	$\frac{E_o}{N_o}$	=	12.6 dB
	1×10^{-7}	$\frac{E_o}{N_o}$	=	14.0 dB

3.11 CAPACIDAD DE LA RED:

La capacidad de la red en el sistema TDMA, está determinado por:

3.11.1 Ancho de Banda:

Para un ancho de banda del transpondedor, la capacidad nominal de transmisión usando TDMA, está dada por:

$$R_b = W + B - C_w$$

Donde:

R_b : Velocidad del bit de enlace de transmisión del satélite en dB, (caso limitado por ancho de banda).

W : Ancho de banda del transpondedor del satélite.

B : Relación de la velocidad de bit a velocidad de símbolo.

Para modulación de fase PSK:

Bifásica : $B = 1$

Cuadrifásico : $B = 2$

Octofásico : $B = 3$ $C_w = 0.8$ dB

3.11.2 Potencia Disponible:

Para una potencia disponible del transpondedor, la velocidad de bit del enlace en dB, está determinada por la ecuación siguiente:

$$R_p = \text{e.i.r.p.} - P_1 + \frac{G}{T} - K - \frac{E_b}{N_o} - M$$

Donde:

R_p : Velocidad el bit del enlace de transmisión del satélite en dB (caso limitado por potencia).

e.i.r.p.: Potencia isotrópica radiada por el transpondedor del satélite.

P_l	:	Pérdidas en el enlace a 4 GHz (197 dB).
$\frac{G}{T}$:	Factor de mérito de la estación terrena.
K	:	Constante de Boltzmann (-228.6 dBW/hz@K)
$\frac{E_b}{N_0}$:	Relación de la potencia del bit a la densidad de potencia del ruido, para una probabilidad de error de 1×10^{-4} (8.4 dB para una modulación PSK cuadrifásica coherente)
M	:	Márgen total del sistema.

3.11.3 Capacidad de Canales de Voz:

La capacidad de canales de voz del sistema TDMA, usando la codificación digital, se expresa por:

$$C = \frac{1}{V} \left(R - \frac{NP}{T} \right)$$

Donde:

C	:	Capacidad de canales de voz
V	:	Velocidad del bit para un canal de voz
R	:	Velocidad del bit del enlace de transmisión del satélite.
N	:	Número de ráfagas en una trama
P	:	Número de bit en el preámbulo
T	:	Periodo de la trama

Esta capacidad C , puede ser doblado en el enlace terrestre con el sistema TDMA/DSI, por el uso de la técnica del DSI en las estaciones terrenas.

Ejemplo:

120,832 símbolos en 2 ms. (duración de la trama)

$$R_b = \frac{120,832 \times 2 \text{ bit}}{2 \text{ ms}} \times \frac{1000 \text{ ms}}{1 \text{ s}} = 120,832 \text{ Mb/s}$$

Donde:

$$R_b : 120,832 \text{ Mb/s} = 80.82 \text{ dB}$$

$$R_b : W + 3 - 0.8$$

$$W : 78.62 \text{ dB}$$

$$W : 72.8084 \text{ MHz}$$

$$R_p : \text{e.i.r.p.} - P_1 + \frac{G}{T} - K - \frac{E_b}{N_0} - M$$

$$R_p : \text{e.i.r.p.} - 197 + 40.7 + 228.6 - 7 - 8$$

$$\text{e.i.r.p.} : 23.52 \text{ dBW}$$

Capacidad de Canales de Voz:

$$C = \frac{1}{V} \left(R - \frac{NP}{T} \right)$$

$$V = 64,000 \text{ bit/s}$$

$$R = 120,832,000 \text{ bit/s}$$

$$N = 32$$

$$P = 288 \text{ símbolos de la estación de referencia y} \\ 280 \text{ símbolos de las estaciones de tráfico.}$$

Tiempo guarda : 128 bit.

$$\frac{NP}{T} = \frac{(2 \times 576 + 20 \times 560 + 32 \times 128) \times 1000 \text{ ms}}{2 \text{ ms.} \quad \text{s}}$$

$$\frac{NP}{T} = 11,028,000$$

$$C = \frac{1}{64,000 \text{ bit/seg.}} (120'832,000 - 11'028,000)$$

$$C = 1,750 \text{ canales de voz en satélite}$$

Con el sistema DSI, estos 1,750 canales del satélite aceptan 3,500 canales terrestres.

4. DESCRIPCIÓN DE LA TERMINAL

La terminal TDMA, puede considerarse compuesta de 4 partes: Figuras N°4-1 y 4-2.

- 4.1 Equipo de interface con el sistema terrestre (TIE)
- 4.2 Módulo de interface TDMA (TIM)
- 4.3 Equipo común de terminal TDMA (CTTE)
- 4.4 El centro de pruebas y mantenimiento

4.1 EQUIPO DE INTERFACE CON EL SISTEMA TERRESTRE (TIE):

Estos transforman las señales entrantes procedentes de las instalaciones terrestres en señales numéricas apropiadas para la transmisión TDMA y también ejecutan la operación inversa. Los módulos utilizados dependerán de la señal entrante, la cual puede ser analógica o digital.

- Para establecer la interface con un sistema analógico, se demultiplexa la señal analógica de banda de base entrante (FDM) en canales individuales codificados en PCM y multiplexados por distribución en el tiempo. Esto puede lograrse usando un equipo FDM MUX/DEMUX, estándar, seguido de un equipo multiplexor PCM. (Figura 4-3). Como alternativa, se puede usar un multiplexador, un convertidor FDM/TDM integrado que no demodula a nivel de canal,; en su lugar convierte un grupo secundario de 60 canales, o dos grupos secundarios de 120 canales en 240 canales. (Fig. 4-4).
- Para establecer la interface con un sistema digital:
Para subsanar las diferencias de la velocidad de bits digital provocadas por el movimiento del satélite, se necesita una interface apropiada. Al efecto, en la interface digital, se incorpora una memoria Doppler. En el sistema Intelsat, se usa una interface plesiócrona (casi síncrona) en la que cada reloj es independiente, pero tiene la misma precisión (1×10^{-11}). Cada 72 días aproximadamente, se producirá un deslizamiento de trama debido a la operación plesiócrona, y la interface digital incluye un alineador de tramas para deslizarse en pasos de tramas completas. Estos módulos estarán dotados de las memorias de compresión/expansión necesarios para los transmisores TDMA. Las secciones de transmisión y recepción de un TIE deberán ser

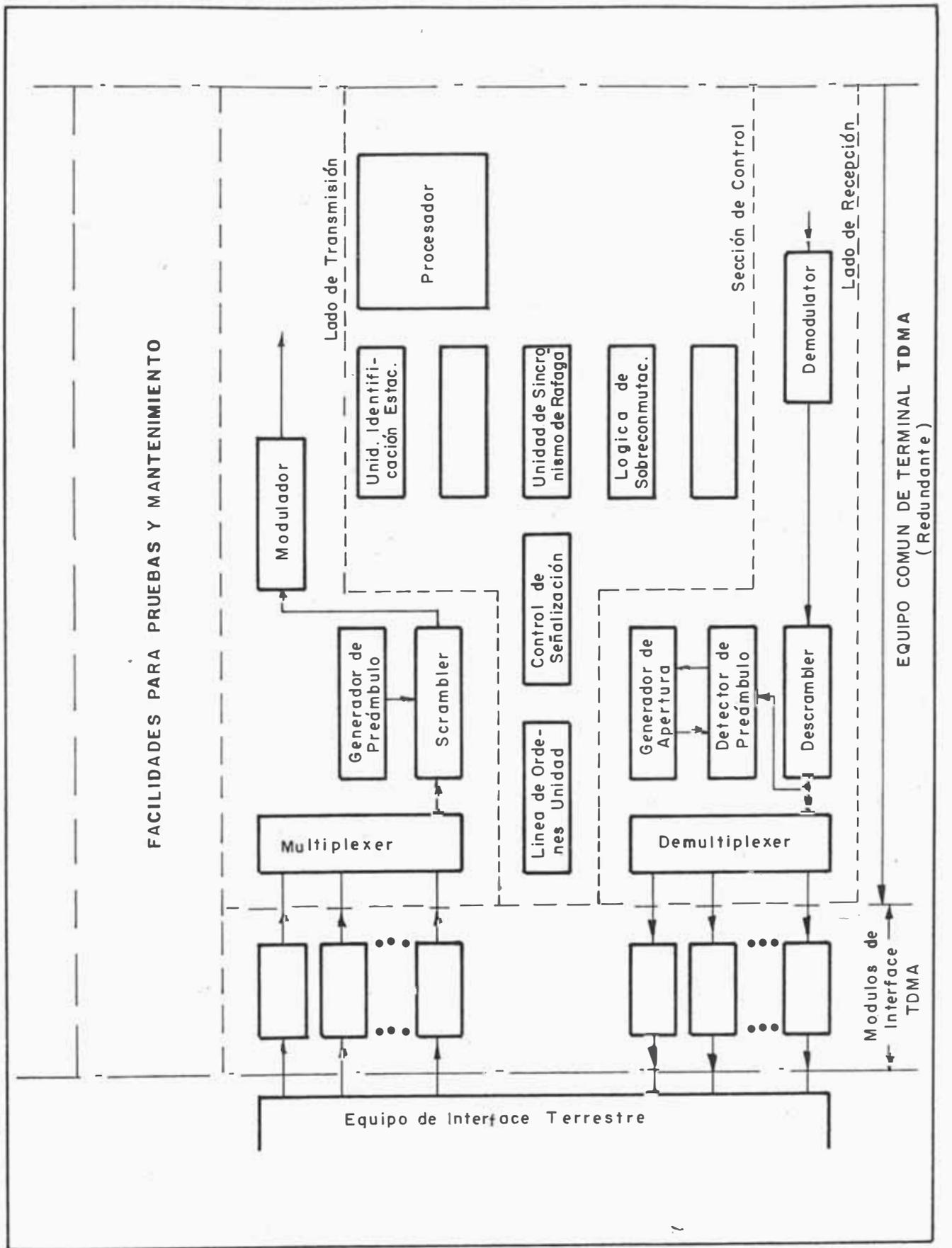
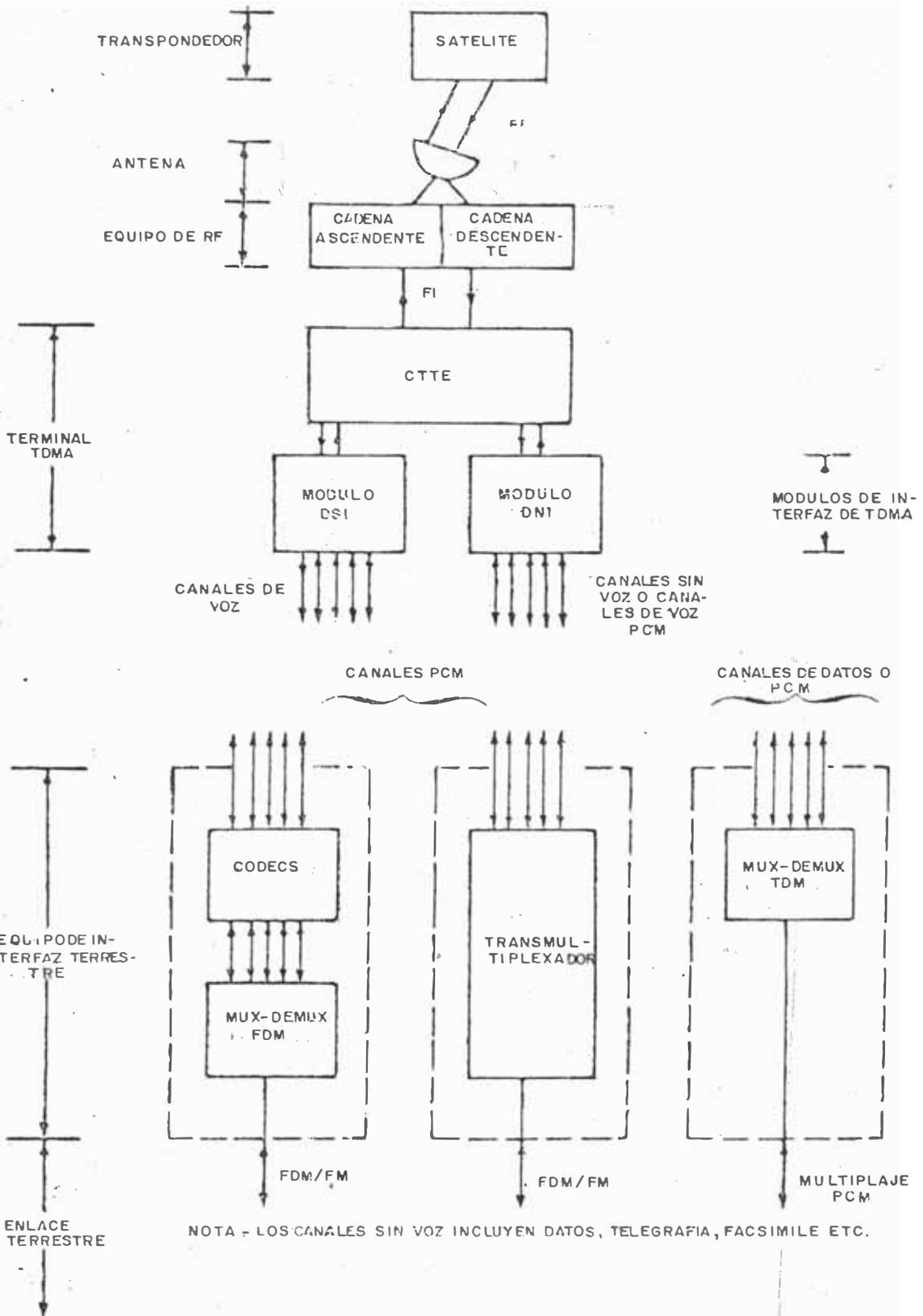


FIGURA 4.1 TERMINAL TDMA



NOTA = LOS CANALES SIN VOZ INCLUYEN DATOS, TELEGRAFIA, FACSIMILE ETC.

- CTTE = EQUIPO COMUN DE TERMINAL DE TRAFICO TDMA
- DSI = INTERPOLACION DIGITAL DE SEÑALES DE VOZ
- DNI = INTERFAZ DIGITAL SIN INTERPOLACION
- PCM = MODULACION POR IMPULSOS CODIFICADOS
- TDMA = ACCESO MULTIPLE POR DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO
- CODECS = CODIFICADORES / DECODIFICADORES
- FDM/FM = MULTIPLAJE POR DISTRIBUCION DE FRECUENCIA / MODULACION DE FRECUENCIA
- TDM = MULTIPLAJE POR DISTRIBUCION EN EL TIEMPO

FIGURA 4.2 ESTRUCTURA DE LA TERMINAL TDMA

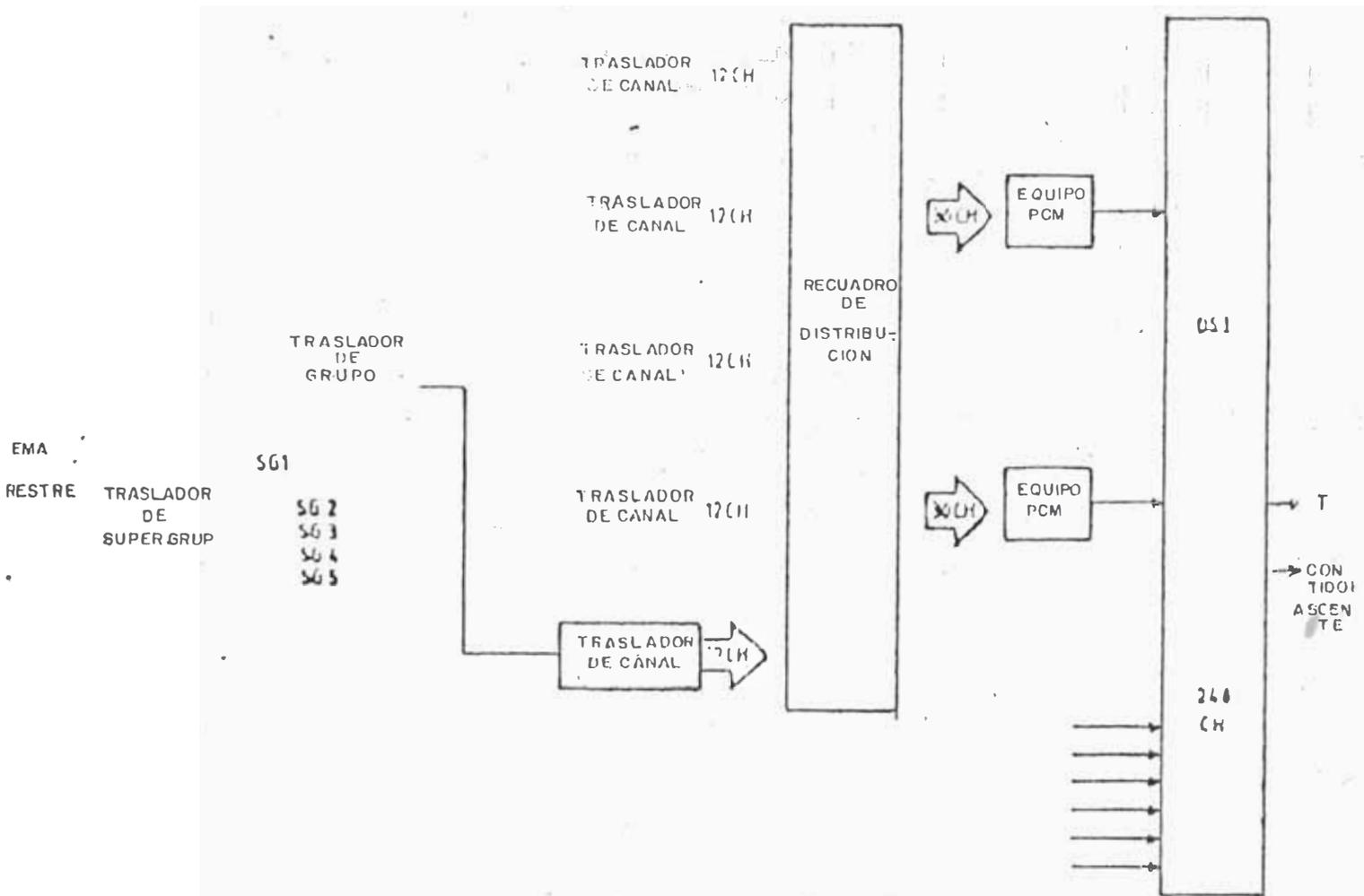
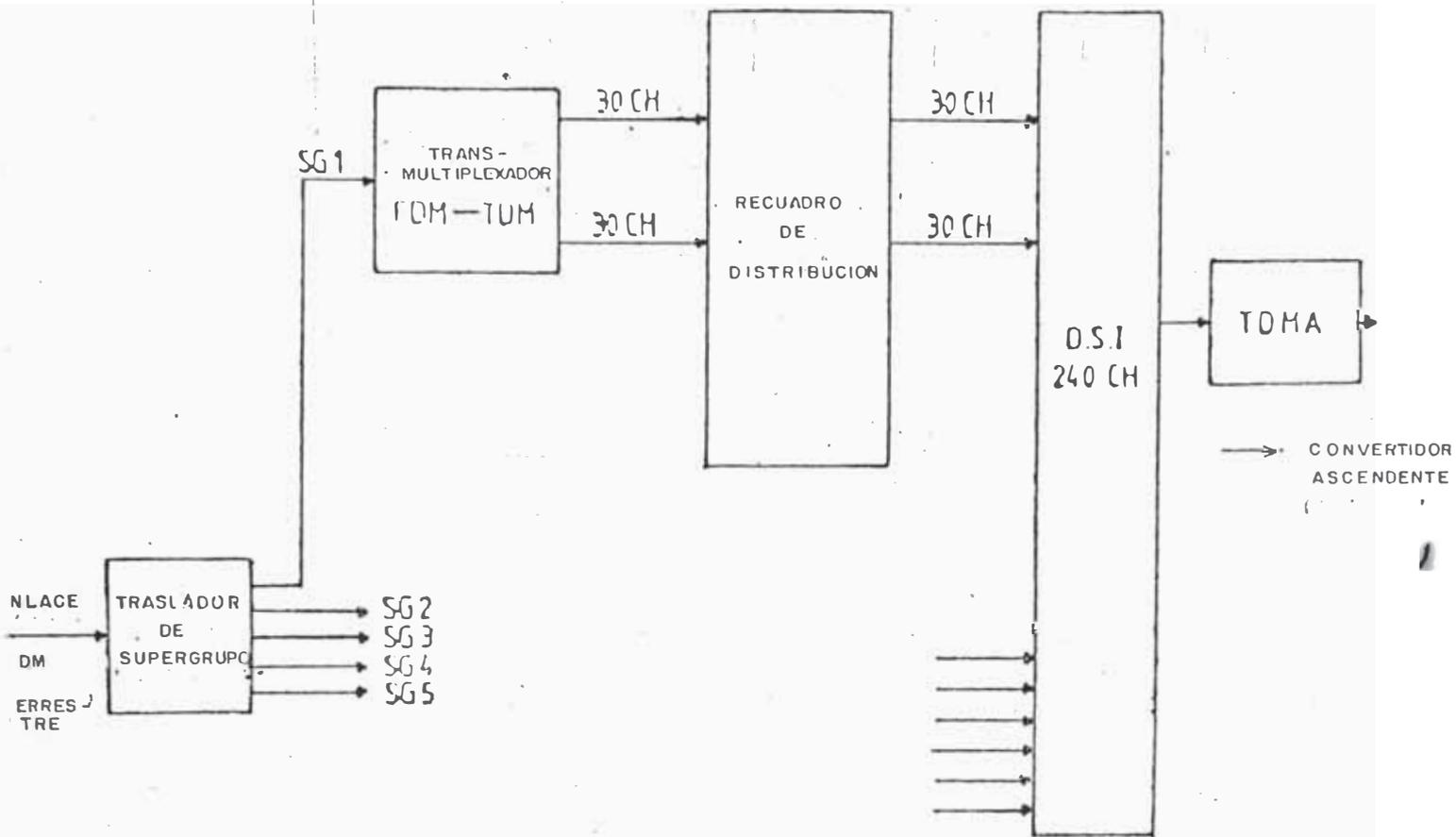


Figura 4.3 - Sentido de la transmisión de la interfaz terrestre analógica



FDM = MULTIPLAJE POR DISTRIBUCION DE FRECUENCIA
 TDMA = ACCESO MULTIPLE POR DISTRIBUCION EN EL TIEMPO
 TDM = MULTIPLAJE POR DISTRIBUCION EN EL TIEMPO

Figura 4.4 - Interfaz terrestre analógica - sentido de la transmisión del transmultiplexador

fisicamente independientes, ya que los requisitos del equipo pueden variar para las dos direcciones de Transmisión.

4.2 MODULO DE INTERFACE TDMA (TIM)

En el sistema TDMA de Intelsat, hay tres tipos de interfaz conocidos como DSI, DNI y DSI-DNI.

- 1) DSI: Interface por interpolación digital de señales vocales. Esta acepta un número de canales terrestres y los concentra en un número más pequeño de canales de satélite, esto se logra aprovechando la inactividad del canal entre llamadas y durante las pausas naturales que tienen lugar en la conversación. Es un sistema activado por la voz que usa la detección digital de la señal vocal. (Fig. 4-6). La ganancia DSI se define como la relación:

$$\frac{\text{Número de canales Terrestres}}{\text{Número de canales de satélite}}$$

Tipicamente, la ganancia DSI varía entre 2 a 2.4. (Fig. 4-7). La capacidad máxima de una unidad DSI es de 240 canales terrestres (8 x 30 conjuntos de canales PCM) - concentrados en 127 canales de satélites.

En el caso de que no hayan disponibles canales de satélite para un canal terrestre (circunstancia denominada "tiempo inerte"), tiene lugar un proceso de "robo de bitios" en el que se toma el bitio menos significativo de la muestra PCM de los primeros 112 canales de satélite (ó sea la codificación de 7 bitios en lugar de 8, para obtener 16 canales de sobrecarga de 7 bitios).

- 2) DNI: Interface digital sin interpolación:

El módulo DNI acepta datos a velocidad de $N \times 64$ Kbit/s (donde $N = 1$ a 128) y preasigna los canales de datos a canales de satélite. El módulo DNI no realiza la función de concentración de canales.

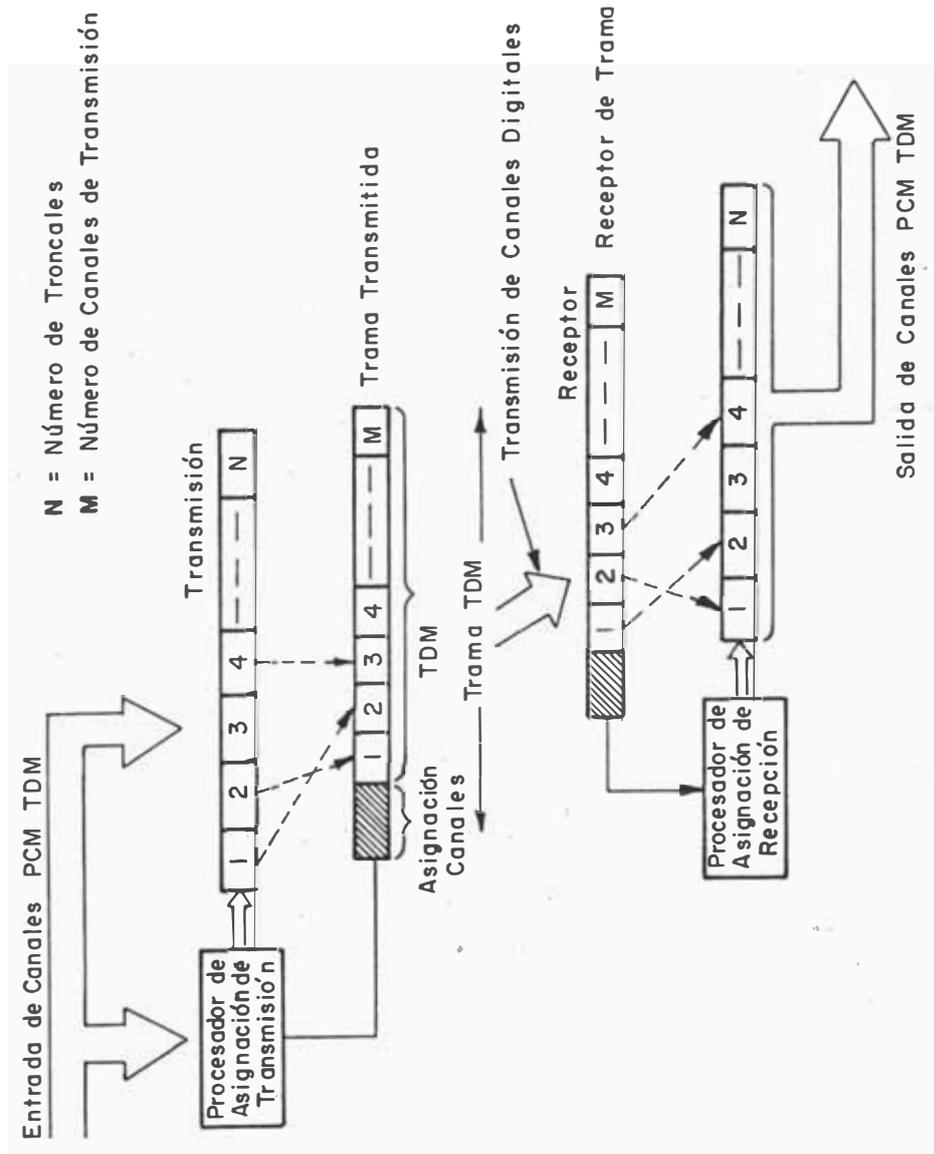
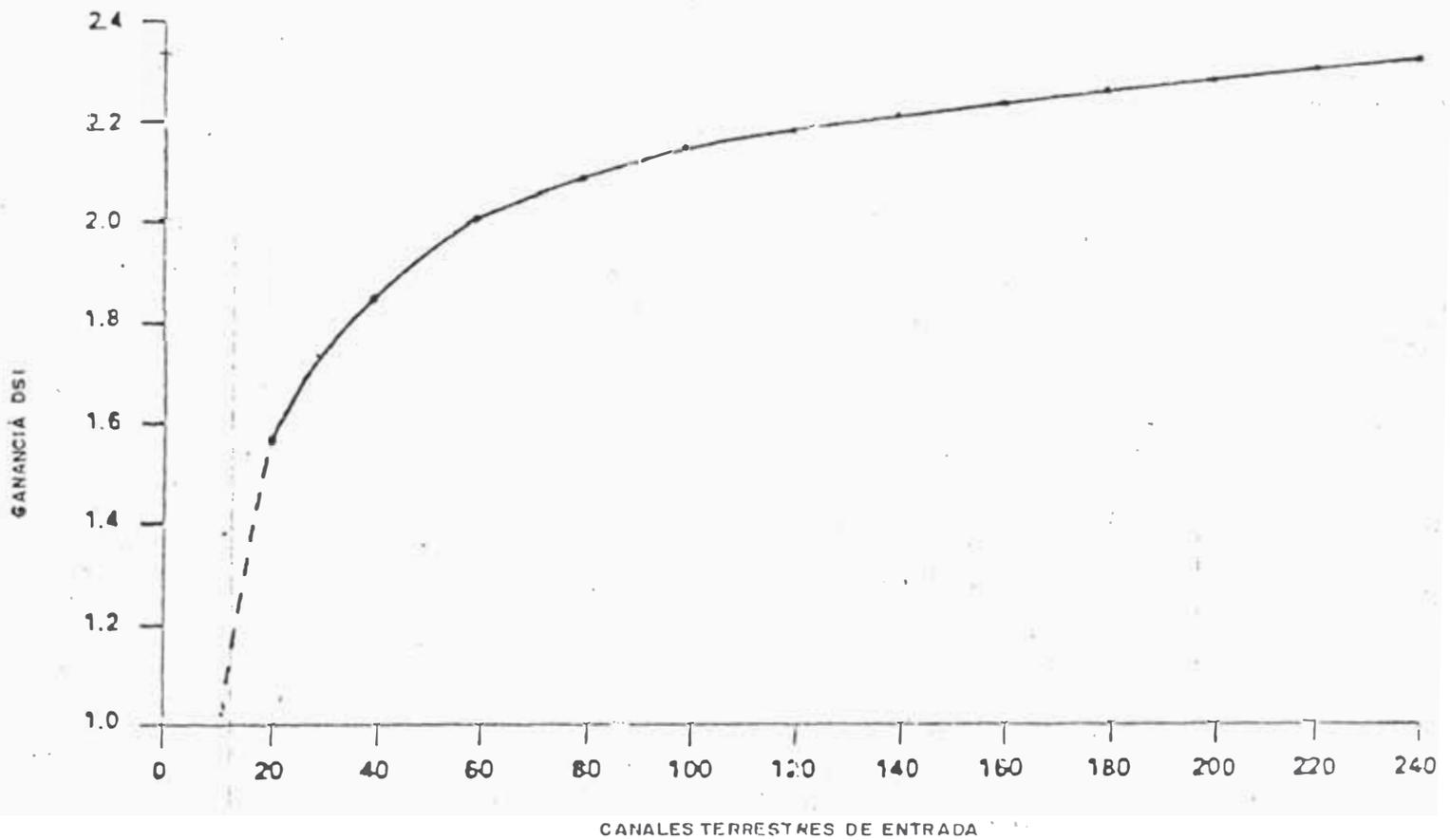


FIG. 4-6 SISTEMA DSI



NOTAS. ESTA CURVA ESTA BASADA ASUMIENDO QUE MENOS DEL 2% DEL CHORRO DE VOZ EXPERIMENTARA UN RECORTE DE 50 Mb. O MAS LARGO

Figura 4.7 - Ganancia DSI frente al número de canales terrestres de entrada

- 3) DSI-: En el módulo DSI-DNI, el canal de voz opera en DSI, DNI mientras que el canal de datos opera en modo DNI. El canal de voz DSI puede trabajar sin interpolación como si fuera un canal de datos. Además, el mismo equipo puede ser usado para trabajar en multidestino o simple destino; el multidestino puede ser para un máximo de 8 destinos.

4.3 EQUIPO COMUN DE TERMINAL TDMA (CTTE)

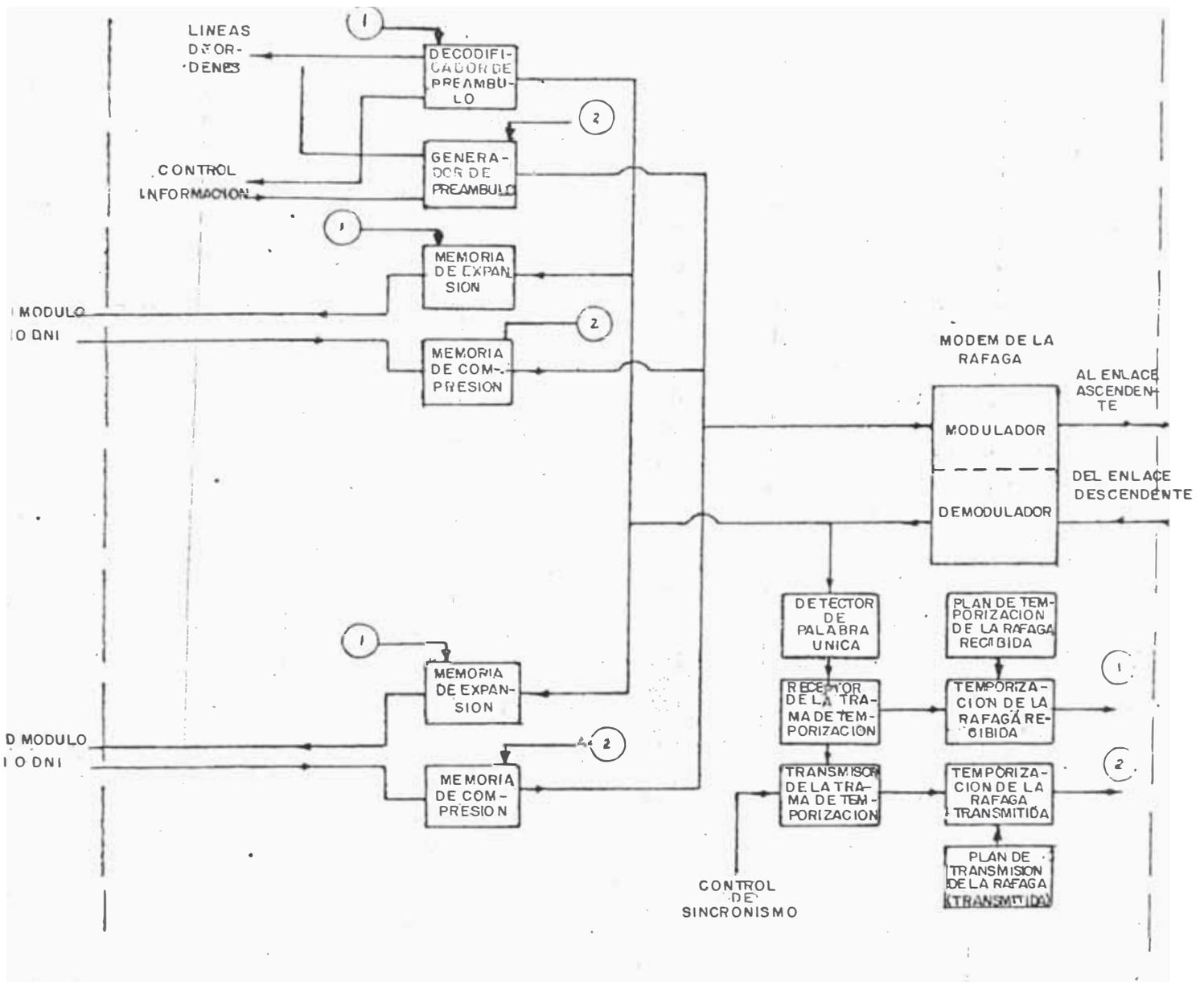
Esta unidad genera las señales de temporización y control de la trama de las ráfagas de transmisión y recepción de los módulos DSI y DNI. En el sentido de la transmisión, los bits de información de los TIM se acumulan en memorias intermedias de compresión. La unidad de temporización de la ráfaga de Transmisión del CTTE activa un generador de preámbulos y los contenidos de las memorias intermedias de compresión se leen a la velocidad de transmisión de datos TDMA (120.832 Mbit/s) durante el transcurso de la ráfaga de transmisión, pasando luego al modulador.

En el trayecto de recepción, se descodifica el preámbulo de la trama y se cargan las memorias intermedias de expansión del CTTE con ráfagas de Tráfico. Esto se controla dentro del CTTE, mediante la unidad de temporización de ráfagas recibidas. El contenido de las memorias intermedias de expansión se lee en forma continua. (Fig. 4-9). y son enviadas al módem para transmisión.

El módem es del tipo CPSK y trabaja a una velocidad de 60.416 Mbaudio/seg.

4.4 EL CENTRO DE PRUEBAS Y MANTENIMIENTO:

Suministrar los elementos de juicio necesarios para mantener el equipo de la Terminal en buenas condiciones de funcionamiento. Esto se efectúa mediante equipos que se sirven para medir el funcionamiento, comparándolo con los límites de mantenimiento prescritos, y para reponer expeditamente las unidades que no trabajen debidamente.



MODEM = MODULADOR/DEMULADOR

Figura 4.9 Diagrama de bloques del CTTE

En la instalación de pruebas y mantenimiento, se probarán - continuamente los elementos de reserva de la terminal TDMA, con el fin de garantizar que estén disponibles para entrar en funcionamiento y se hará el mantenimiento y las reparaciones de todo equipo defectuoso.

Cada elemento de la terminal TDMA, se caracteriza por una -- condición, generalmente independientes de la de los sistemas redundantes. A continuación se definen cuatro condiciones:

- En línea, cuando el elemento está en operación.
- Fuera de línea, cuando el elemento está disponible de inmediato para pasar a la condición "en línea".
- Mantenimiento, cuando el elemento no se puede utilizar de inmediato "en línea".
- Fuera de servicio, cuando el elemento, ni ninguna de sus - contrapartes redundantes están disponibles de inmediato para ser usados "en línea".

El protocolo de conmutación a equipo redundante, se deberá - efectuar sin interrumpir el tráfico en la Terminal.

Cuando se conmuten equipos automáticamente de la condición - "en línea", a la de mantenimiento, la procesadora de la instalación de Pruebas y mantenimiento iniciará automáticamente las rutinas de diagnóstico apropiadas para analizar y aislar la - falla a nivel de subsistemas y de módulos. Luego se notifica - la falla mediante un mensaje enviado por el Teletipo de la instalación de pruebas y mantenimiento.

Una vez corregida la falla, se puede volver a pasar el programa de diagnóstico para determinar si se tomaron todas las medidas correctivas necesarias y si el grupo está listo para volver a la condición "en línea" ó "fuera de línea".

Si un elemento "en línea" de la Terminal TDMA falla mientras su elemento redundante se encuentra en la condición de mantenimiento, se iniciará una operación fuera de servicio. Durante la misma se activan alarmas que indican que toda la Terminal TDMA se encuentra fuera de servicio, tras lo cual se desconecta manual-

mente el Trayecto de Transmisión. El Trayecto de Transmisión permanecerá en esta configuración hasta que la Terminal TDMA reanude sus operaciones y se inicie la conmutación manual al equipo TDMA.

EQUIPO DE PRUEBA:

El modo de funcionamiento "fuera de línea" debe ofrecer los medios para probar los elementos de la Terminal TDMA en un circuito RF, para lo cual el formato de trama deberá contar con una ráfaga de prueba.

Se dispondrá del equipo adecuado para hacer todas las pruebas necesarias en los enlaces PCM, incluyendo las especificadas actualmente ó las que están siendo estudiadas por el CCITT. Con el equipo adicional de prueba que se suministra, se debe medir la energía absoluta y la relación portadora/ruido, en ráfagas seleccionadas.

MONITOREO DE LA BER

Todas las estaciones podrán medir la tasa de error de bitios en su equipo fijo transmitido dentro de los dos circuitos telefónicos de servicio de cualquier estación.

Esta medición tendrá un margen entre 10^{-3} y 10^{-6} . Se solicitará y acusará recibo de la solicitud de prueba y se comunicarán los resultados normales de servicios de las dos estaciones participantes.

RETROALIMENTADOR DE LA POSICION DE LA RÁFAGA

Todas las estaciones deberán poder medir la posición real de la ráfaga en relación con la posición nominal de cualquier ráfaga de datos, además de su propia ráfaga, transmitir el resultado registrado a la estación transmisora a través del canal de control de señalización.

MONITOREO DE FUNCIONAMIENTO DE LA TERMINAL:

Para garantizar una conmutación correcta, así como una condi
ción adecuada de la terminal y del sistema, es esencial moni
torear los puntos críticos del equipo. Cualquier medida co--
rrectiva, ya sea manual o automático, y el funcionamiento de
alarmas visuales y audibles, dependen de la detección, tan -
rápidamente como sea posible; de condiciones anormales o de
degradación en el equipo de control y de trayecto de la señal.

Se monitorearán las siguientes condiciones causantes de fallas
importantes, fallas que darán lugar a una conmutación al equi-
po redundante, y a la activación de alarmas audibles y visua--
les.

Las fallas en la terminal común TDMA que interrumpen los tre--
nes de datos recibidos o transmitidos o que introduzcan errores o
den lugar a pérdida de alimentación y/o sincronización de la -
trama.

Las fallas que inutilicen todos los módulos de interface terresu
tre (TIM) o solamente una unidad, sin conmutar al equipo redun-
dante.

Los puntos críticos que requieren monitoreo, son las entradas y
salidas de todos los módulos que guardan relación con las condi
ciones citadas, los osciladores, fuentes de energía, "colecto--
res" de señales de relój, centrales automáticas de frecuencias
(AFC), memorias de conmutación, etc.; los subconjuntos y la ins
talación de Pruebas y Mantenimiento estarán dotados de indica
dores visuales. En esta última también se instalará la alarma au
dible, que se deberá poder conectar al equipo de alarma de la -
estación terrena.

Se monitorearán las situaciones causantes de fallas menores que,
aunque no dan lugar a conmutación, sí generarán indicaciones au
dibles y visuales. Esta tipo de situación puede ser provocada -
por una falla en la terminal TDMA común o en el módulo de inter
fase terrestre, falla que produce una degradación en la calidad
del tren de datos, pero no la pérdida de sincronización.

Los aspectos críticos que requieren monitoreo son: por variaciones en la frecuencia del oscilador, el nivel de la portadora, la tasa de error de bitios, el nivel de suministro de energía, la desviación de la frecuencia, etc.

También se considerará que la falla de un módulo de interfase terrestre que ocasione la conmutación a un equipo redundante, forma parte de esta categoría.

Los subconjuntos y la instalación de pruebas y mantenimiento están dotados de indicadores visuales. La alarma audible es situado en las instalaciones de prueba y mantenimiento, y además se podrá conectar al equipo de alarma de la estación terrena.

La sección de monitoreo, conmutación y de alarma de la terminal TDMA, podrá responder a fallas que ocurran en estaciones lejanas que necesiten conmutar su tráfico a portadoras FM/FDMA. Por ejemplo, si fallase completamente la sección receptora del TDMA en una estación, todas las demás estaciones serían alertadas por medio de la sección transmisora del TDMA de la estación afectada.

Las conexiones para monitorear el equipo de pruebas (enchufes y puntos de prueba) serán rotulados y dispuestos en el tablero frontal de los subconjuntos individuales (Freq. de oscilador-BER y nivel de voltaje).

Todas las entradas y salidas, están dispuestas a través de un módulo común en los bastidores del equipo para facilitar el acceso a estos puntos con el fin de probarlos y conectarlos a la instalación de Pruebas y Mantenimiento cuando se encuentre en el estado de mantenimiento.

CONFIABILIDAD

Es importante que cualquier falla que ocurra en una sola terminal TDMA no interrumpa el sistema. Para garantizar que esto no sucede, el equipo está diseñado de tal modo que cualquier falla en una terminal TDMA pueda ser detectada automáticamente y subsanada mediante el reemplazo de la sección defectuosa

dentro del plazo de tiempo requerido para mantener la confiabilidad lo más cerca posible del 99.95%, que es el objetivo operacional del sistema.

El factor de confiabilidad de las terminales TDMA que se conforman a las especificaciones definitivas posteriores a esta especificación, deberá exceder la cifra de 99.955% correspondiente a la confiabilidad del equipo INTELSAT FM/FDMA.

SUMINISTRO DE ENERGIA PARA LA TERMINAL

Las interrupciones en el suministro de energía y las fluctuaciones de tensión superiores al 10%, pueden ocasionar interrupciones en el tráfico TDMA de mayor duración que las oscilaciones momentáneas de energía. A fin de lograr la confiabilidad para la terminal TDMA especificada arriba, deberá contar con baterías de reserva además del abastecimiento local de energía de la estación terrena. La capacidad de estas baterías, dependerá del grado o calidad de la fuente primaria de energía de la Estación Terrena.

Además de la fuente de energía, el TDMA tendrá suficientes baterías de apoyo como para poder ofrecer una tensión constante de corriente continua para circuitos electrónicos, regulable a $\pm 5\%$, de suerte que se pueda asegurar el 99.999%. En el caso de la Estación Terrena de Lurín, el suministro de energía se hace a través de un sistema de NO BREAK SET, la cual dá una confiabilidad suficiente.

SUMARIO DE LA PERFORMANCE:

1) Parámetros del Sistema:

- Velocidad de transmisión del Bit	120.852 Mbit/seg.
- Longitud de la trama TDMA	2 milisegundos
- Modulación	4 Ø CPSK
- Codificación	Absoluta

2) Performance del Modem:

	BER	E/No
- BER performance en IF loop	5×10^{-3}	6.3 dB
	1×10^{-4}	10.0 dB
	1×10^{-6}	12.6 dB
	1×10^{-7}	14.0 dB
- BER performance medido en cualquier ventana de 64 simbolos-- despues de la única palabra sobre el canal no lineal descrito en Apéndice 6 de Intelsat/Eutelsat TDMA/DSI especificación del sistema.	5×10^{-3}	7.0 dB
	1×10^{-4}	11.0 dB
	1×10^{-6}	14.0 dB
	1×10^{-7}	15.6 dB
- Exactitud de fase a la salida del modulador	$\pm 2^\circ$	
- Razón ON/OFF de la portadora de modulación.		50 dB
- Máxima frecuencia fuera de juego de la portadora recibida	± 25 KHz	
- RX ráfaga a ráfaga variación de frecuencia.	12 KHz	

3) Performance Terminal TDMA:

- Máximo transponder, control de salto. 4xPdrs
- Capacidad
- DSI TIM Interface, capacidad Inicial 8 TIM
(máx. 32 TIM)

4) Equipo DSI/DNI:

- Multidestino. Modo de capacidad Máx. 8 destinos
- Máxima correctividad de canales terrestres. Unidad 300 CH.
- Capacidad DSI/UNIDAD Máx. 240 IC
- Capacidad DNI/UNIDAD (seleccionable bajo control del software). Máx. 128 CH (0, 1 127 CH)
- Señalización CCITT Nº 5

5) Unidad de Ordenes:

- Capacidad del VOW Inicial Tx 4CH Rx 4CH
Máx. Tx 16CH Rx 32CH
- Capacidad TTY-VON Inicial Tx 32CH Rx 32CH
Máx. : Tx 32CH Rx 64CH

6) Plan condensado del Módem:

- Línea de Datos Full Duplex
- Razón de Bit 600 Bit/seg.
- Interface CCITT V.23/x.25

7) Centro de Operación y Mantenimiento (OMC)

- CPU	A 600 Procesados (HP)
- RAM	512 Kb y Tes.
- Har Disk	28 Mb y Tes.
- Operador Terminal Display (VDU)	5x9 monocromática
Key Board	Data Key + Función de llave
Flexible Disk Drive	280 Kbites x 2
Serial printer	120 caracteres/seg.

8) Condiciones de operación:

- Temperatura	10° a 40°
- Humedad	20% a 40%
- Power	Ininterrumpible 220V \pm 10% , 60 Hz \pm 5%

5.- IMPLEMENTACION DE LA TERMINAL DE LURIN.

Para implementar en Lurin la Estación Terrestre del sistema TDMA, se aprovechará la infraestructura existente actual de la Estación Terrena de Lurin, la que utiliza el sistema FMD/FM/FDMA y SPADE.

5.1.- ESTADO ACTUAL DE EQUIPAMIENTO DE LA ESTACION TERRENA DE LURIN

La configuración actual de la Estación Terrena de Lurin es la que se muestra en los diagramas 5.1, 5.2 y 5.3.

La ruta de recepción esta compuesto de:

ANTENA.- Antena Standar "A", tipo Casagrain modificado con 17 años de servicio, con un reflector principal de 100 pies de diámetro.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES.

Factor de merito a 30° $G/T=40.7$ db para $f=3724$ Mhz.

$G/T=41.27$ db para $f=4175$ Mhz.

$G/T=41.29$ db para $f=4000$ Mhz.

Ganancia $G=63.4$ db Maximo a 6000 Mhz.

$G=60.2$ db a 4000 Mhz.

Rango de frecuencias de operación,

Trasmisión 5925-6425 Mhz.

Recepción 3700-42000 Mhz.

Capacidad de potencia = 10 kw.c.w.

RECEPTORES.

Hay dos rutas de recepción, una en operación y la otra en reserva,

ambos receptores son de bajo ruido y a temperatura de ambiente.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES.

Rango de frecuencias de operación, 3700-4200 Mhz.

Ganancia=más de 40 db.

Estabilidad de Ganancia +- 0.1 db/hora temperatura controlada.

+- 0.2 db/dia " "

+- 0.5 db/semana " "

Cambio de temperatura de 0°C a 40°C.

Pendiente de ganancia +- 0.2 db/10 Mhz maximo.

Respuesta de frecuencia menos que +- 0.5 db.

Temperatura de ruido 55°K maximo.

Retardo de grupo Lineal +- 0.1ns/Mhz maximo.

Parabolico +- 0.03 nsMhz² maximo.

Riple 0.5ns p-p/40 Mhz maximo.

Intermodulación 51 db debajo de cada una de las dos portadoras a -60 dbm maximo.

Conversión de AM/PM 0.5°/db a -60dbm de nivel de entrada.

VSWR entreda 1.25 maximo, salida 1.25.

Consumo eléctrico 220 v ac, 60 hz, 1.5 A simple fase.

Divisor de señal de 16 salidas para cada una de las dos rutas.

Convertidores de Bajada, 11 bastidores, con una capacidad de 22 rutas de radio frecuencia dipuestos según tabla 5.1, a la tabla anterior hay que agregar 2 rutas para televisión, lo que hacen un total de 17, por tener USA una ruta de protección, quedando 5 rutas disponibles.

CONVERTIDOR DE BAJADA:

Rango de frecuencias de entrada 3700-4200 Mhz.

Frecuencia central de salida 70 Mhz.

Ancho de banda 40 Mhz.

Filtro de frecuencia intermedia, y nivel de entrada.

Para 24 canales de capacidad ± 1.5 Mhz -67.4 dbm.

Para 60 canales de capacidad ± 2.9 Mhz -66.2 dbm.

Para 135 canales de capacidad ± 5.3 Mhz -66.2 dbm.

Impedancia de entrada 50 ohms desbalanceado.

Impedancia de salida 75 ohms desbalanceado, con una pérdida de retorno mejor que 26 db sobre 16 Mhz en la salida del terminal coaxial.

Estabilidad de frecuencia del oscilador local mejor que 1×10^{-7} .

Retardo de grupo lineal 0.2 ns/Mhz.

Parabolico 0.02ns/Mhz²

Riple 0.6 ns p-p

Consumo de energía eléctrica 70 w aproximado.

DEMODULADORES

Convierten la señal de frecuencia intermedia de 70 Mhz modulada en frecuencia, en señal modulada en amplitud de 0 Hz a 552 Khz o más de acuerdo a la capacidad de canales telefónicos, llamada Base de Banda.

Hay 11 bastidores demoduladores, cada bastidor contiene dos rutas de recepción, lo que hace un total de 22 rutas.

dbw/°K	-158.4	-155.2	-152.6
--------	--------	--------	--------

Consumo de potencia 40 w aproximado.

La ruta de transmisión, esta compuesto de:

MODULADORES.

Hay 10 moduladores de frecuencia.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES.

Señal de entrada para 24 60 132 312 canales telefónicos de capacidad o una señal de televisión.

Nivel de entrada -35 dbm/canal.

Impedancia de entrada 75 ohms desbalanceados.

Nivel piloto de 60 Khz -55 dbm, sin pre-emphasis.

Desviación para 0 dbm de tono de prueba:

24 canales 250 Khz rms.

60 canales 410 kHz rms.

132 canales 630 Khz rms.

Máxima desviación de frecuencia +- 10 Mhz.

Linealidad de modulación +- 9 Mhz, debajo 1%

+- 10 Mhz, debajo 2%

Control automático de frecuencia.

Estabilidad de la frecuencia central +-35 Khz o menos.

Frecuencia central de salida 70 Mhz.

Nivel de salida 5.2 dbm.

Impedancia de salida 75 ohms.

Protección de sobredesviación de los filtros.

	24 canales	60 canales	132 canales
0.2 db debajo			
de frecuencia	sobre ± 1.5 Mhz	sobre ± 2.9 Mhz	sobre ± 5.3 Mhz
Atenuación sobre	Atenuación sobre	Atenuación sobre	
11 db en los	17 db en los	20 db en los	
puntos ± 5 Mhz	puntos de ± 7 Mhz	puntos ± 12.5 Mhz	

Consumo de potencia 40 w.

CONVERTIDORES DE SUBIDA.

Convierten las señales moduladas en frecuencia de 70 Mhz a 6000 Mhz.

Hay 6 bastidores, con una capacidad de 12 rutas de radiofrecuencias.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES.

Frecuencia central de entrada	70 Mhz.
Impedancia de entrada	75 ohms desbalanceado.
Nivel de entrada	0 dbm.
Frecuencia de salida	5925-6425 Mhz.
Ancho de banda de salida	40 Mhz.
Impedancia de salida	50 ohms desbalanceado.
Nivel de señal de salida	12 dbm.
Retardo de grupo	lineal menos que ± 0.03 ns/Mhz ² Parabólico menos que 0.01 ns/Mhz ²
Estabilidad del oscilador local	$\pm 3 \times 10^{-5}$

Nivel de espurios de salida menos 85 db/4Khz, debajo del nivel de radiofrecuencia.

Producto residual de modulación:

4 Khz menos que -35 db/4Khz.

De 4 a 500 Khz menos que $-(23+20\log f)$ db/4Khz.

Frecuencias menos que 500Khz menos-77db/4Khz.

Consumo de potencia 50 w.

Hay cuatro rutas, que utilizan **GA FET** de estado sólido, como amplificadores de potencia (250mw de potencia de saturación), para compensar las pérdidas en las quías de ondas que une la sala de equipos, con la base de la Antena, la longitud aproximada es de 150 metros, los transmisores de alta potencia se encuentran ubicados en la base de la Antena.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS PRINCIPALES DE LOS EXCITADORES IPA

Banda de frecuencias 5925-6425 Mhz, con un db máximo de variación de ganancia a través de la banda pasante para 1 w de salida.

Variación de Ganancia de 5925-6425 Mhz 1 db ó menos.

Pendiente de Ganancia de 5925-6425 Mhz menos de 0.25db/25Mhz

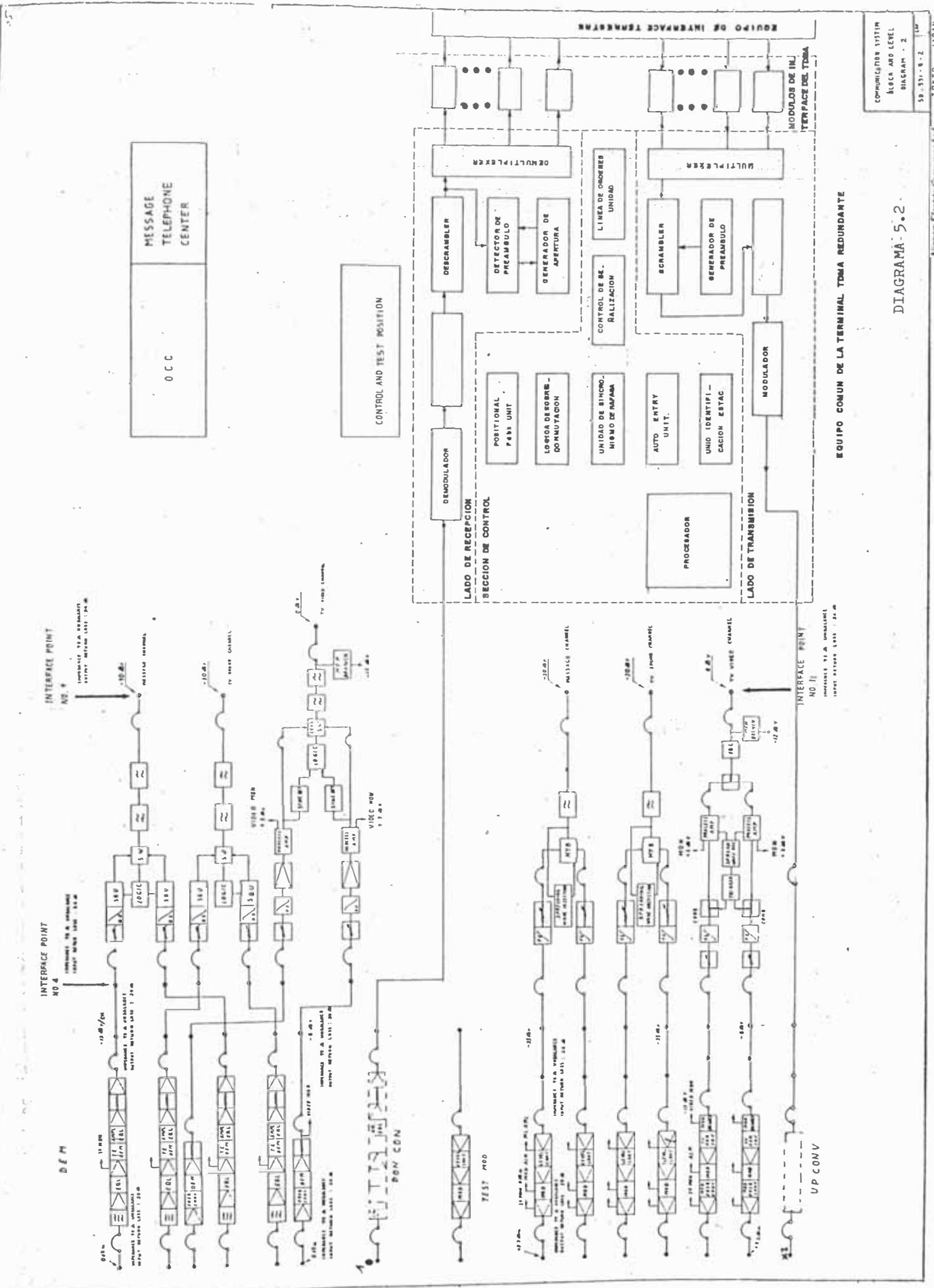
Ganancia más de 38 db.

Distorsión de Intermodulación menos que 25 db bajo para 2 portadoras iguales, con una separación de 10 Mhz y una salida de potencia total de 3 w, para 15 w de potencia de saturación.

Impedancia de entrada y salida menos de 1.1 dentro de la banda de 500 MHz.

Pérdida del diodo Switch sentido correcto 0.1 db o menos, sentido

El banco de baterías tiene por finalidad suministrar la energía eléctrica en caso de corte del suministro de ELECTROLIMA y mientras entre en operación el grupo electrógenos, el cual demora 20 segundos para dar su carga. En esta forma se tiene un sistema de no interrupción en el suministro de energía eléctrica a las partes vitales de la Estación.



MESSAGE TELEPHONE CENTER

CONTROL AND TEST POSITION

EQUIPO COMUN DE LA TERMINAL TOMA REDUNDANTE

DIAGRAMA - 5.2

COMMUNICATION SYSTEM
BLOCK AND LEVEL
DIAGRAM - 2
59-531-6-2 (2)
TOKYO JAPAN

Nippon Electric Company Ltd

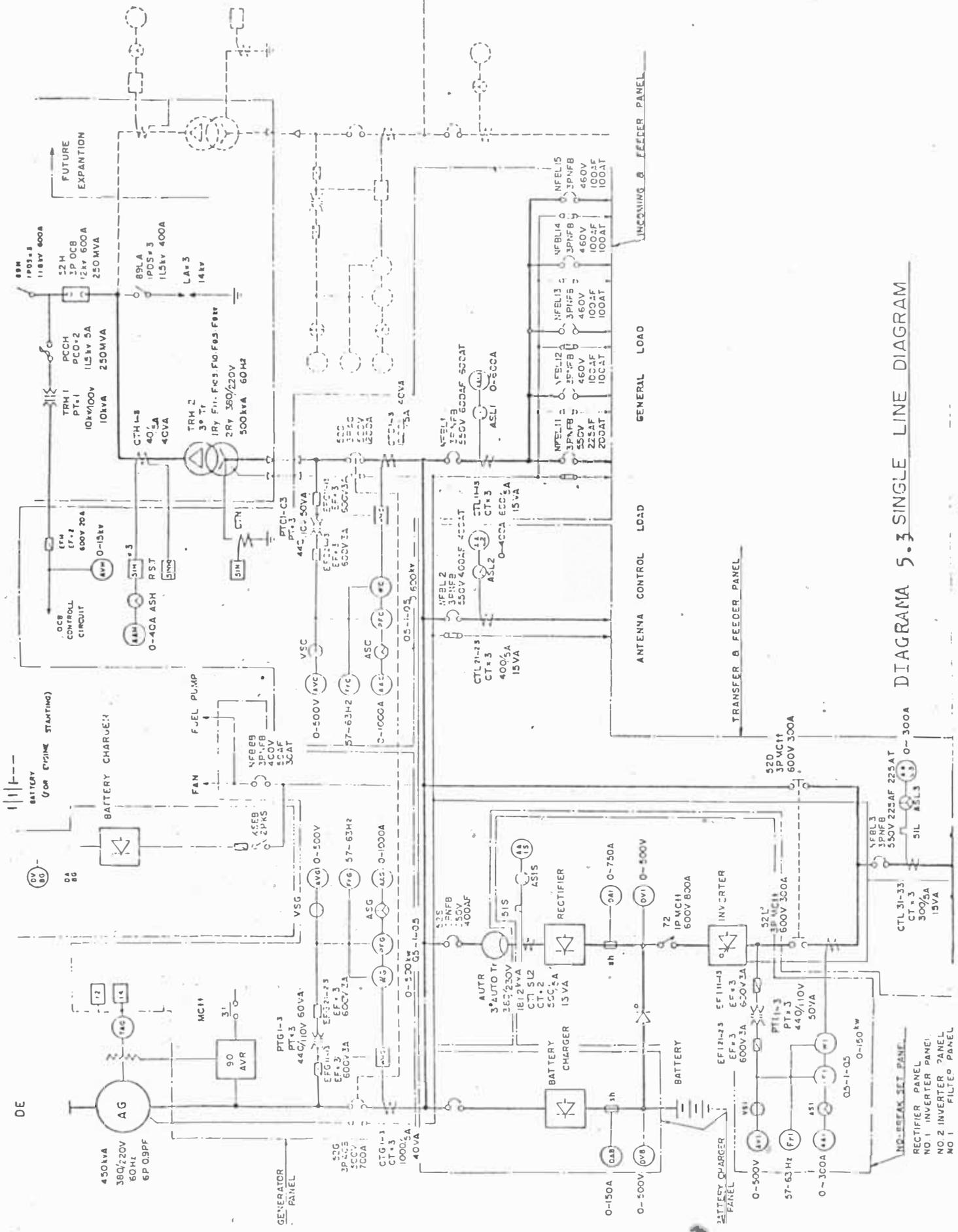


DIAGRAM 5.3 SINGLE LINE DIAGRAM

- NO-BREAK SET PANEL
- RECTIFIER PANEL
- NO. 1 INVERTER PANEL
- NO. 2 INVERTER PANEL
- NO. 1 FILTER PANEL

Table 5.5 Dimensions. & Power Requirements

NO.	EQUIPMENT	Q'TY	DIMENSION/UNIT (MM)			WEIGHT/ RACK (KGS)	NO-BREAK AC POWER 220V/50HZ (KVA)	REMARKS
			HEIGHT	WIDTH	DEPTH			
1.	CTTE RACK	1	2,100	550	800	270	1.8	
2.	DSI INTERFACE RACK	1	2,100	550	800	270	1.5	
3.	DSI/DNI RACK	1	2,100	550	800	280	1.1	0.55 KVA/DSI UNIT
4.	TIE RACK	1	2,100	550	800	280	0.4	0.4 KVA/TIE UNIT
5.	REDUNDANCY SWITCH RACK	1	2,100	550	800	200	0.5	
6.	OMC/OWU RACK #1	1	2,100	550	800	288	1.60	
7.	OMC/OWU RACK #2	1	2,100	550	800	226	0.53	
8.	DDF	4	2,100	300	265	50		

Total 7.43 KVA approx.

5.2 CONFORMACION DE LA TERMINAL TDMA/DSI

La conformación de la Terminal TDMA/DSI de Lurín, depende de la capacidad del tráfico que cursará. En el Anexo C, se tiene el cálculo de la cantidad de equipos de interface terrestre - TIE, de los módulos DSI/DNI y de los canales FDM necesarios para satisfacer el tráfico de 503 canales telefónicos, de los cuales 37 canales son no telefónicos y de 946 canales telefónicos de los cuales 62 canales son no telefónicos.

Para satisfacer el tráfico de 503 canales telefónicos/37 NT, se necesitan:

- Equipos de Interface Terrestre (TIE)
 - Dos transmultiplexores que convierte 2 super grupos (120 canales telefónicos) analógicos en digitales.
 - Un transmultiplexor, que convierte al supergrupo (60 canales telefónicos) analógico en digital.
 - Un equipo FDM para 180 canales
- Equipos de módulos de interface (TIM)
 - Un módulo DSI de simple destino
 - Dos módulos DSI de múltiple destino

Los transmultiplexores y módulos DSI, deben tener redundancia.

Para satisfacer el tráfico de 946 canales telefónicos/62NT, se necesitan:

- Equipos de Interface Terrestre (TIE)
- Cinco transmultiplexores que convierten dos supergrupos (120 canales telefónicos) analógicos en digitales.
 - Un transmultiplexor que convierte un supergrupo (60 canales telefónicos) analógicos en digital.
 - Un equipo FDM para 180 canales.

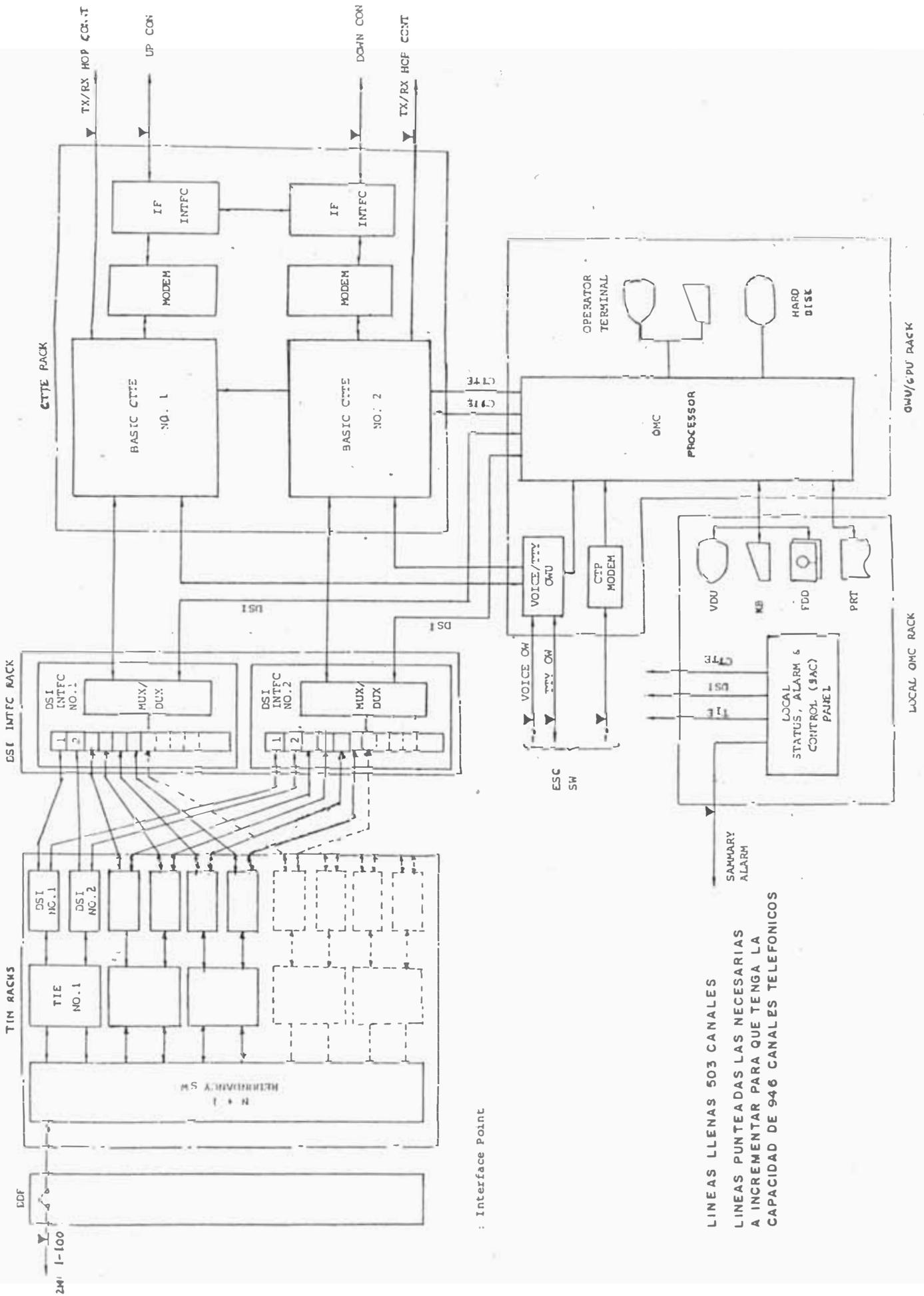
Equipos de módulos de Interface (TIM)

- Dos módulos DSI de simple destino
- Dos módulos DSI de múltiple destino
- Un módulo DNI de múltiple destino

Los transmultiplexores y módulos DSI, deben ser redundantes.

El equipo común de la Terminal TDMA (CTTE), y los de supervisión, control y operación, así como los interface, están indicados en la figura Nº 5.2.1, en líneas llenas para la capacidad de 503 C/37NT y líneas punteadas por equipos que serán necesarios incrementar para la capacidad de 946C/62NT.

Los equipos convertidores de subida y bajada que deben ser redundantes, enlazarán los modem con los combinadores y divisores.



LINEAS LLENAS 503 CANALES
 LINEAS PUNTEADAS LAS NECESARIAS
 A INCREMENTAR PARA QUE TENGA LA
 CAPACIDAD DE 946 CANALES TELEFONICOS

Fig. 5.2.1 Functional Block Diagram of TDMA Terminal

5.3 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA TDMA/DSI

En el Diagrama 5.2, se muestra la forma como se va a integrar el sistema TDMA a la infraestructura actual de la Estación.

De la Estación se utilizará las siguientes infraestructuras:

1. Recepción:

La ruta de recepción que va desde la antena hasta el divisor.

2. Transmisión:

Para saber si se utiliza la configuración actual desde el combinador hasta la antena, es necesario calcular si suministra los 89 dBW de potencia de transmisión necesarios para transmitir las señales del TDMA.

CALCULO DE LA POTENCIA DE TRANSMISION DEL AMPLIFICADOR DE ALTA POTENCIA

Para el cálculo de la potencia del transmisor, haremos uso de la siguiente fórmula:

$$P_{tdb} = E.I.R.P. - G_{ta} + P_e$$

$$P_{rdb} = \text{Potencia del transmisor en db}$$

$$E.I.R.P. = \text{Potencia isotrópicas de radiación a } 10^9$$

$$G_{ta} = \text{Ganancia de la antena en transmisión en db}$$

$$P_e = \text{Pérdidas en las guías de onda, desde la salida del transmisor de alta potencia hasta el iluminador}$$

$$P_e = 1.15\text{db} + 2.95 = 4.10\text{db} \quad 6225\text{MHz}$$

$$G_{ta} = 63.4\text{db}$$

$$E.I.R.P. = 89$$

Calculamos E.I.R.P. de acuerdo a la fórmula:

$$E.I.R.P. = E.I.R.P. - 0.02 (\alpha - 10) \text{ db}$$

$$(IVA \text{ y } V) \text{ Zona } (V) \text{ y SPOT } (IV)$$

$$= \text{Angulo de elevación en grados de la Estación Terrena de Lurín}$$

$$29 \text{ a } 40'$$

$$\begin{aligned} \text{E.I.R.P.} &= 89 - 0.02 (29.67 - 10) \\ &89 - 0.3934 = 89 - 0.4 = 88.6 \end{aligned}$$

$$\text{E.I.R.P.} = 88.6$$

$$\text{Ptdb} = 88.6 - 63.4 + 2.1 = 27.3\text{dbw}$$

$$\text{Ptdb} = 27.3 \text{ dbw}$$

De acuerdo a este resultado, podemos tomar dos alternativas:

1. En la ruta de transmisión de los amplificadores de alta potencia de 1 Kw, hay 2 V.R.C., en los cuales se puede regular para tener 2.1 db de pérdida, con lo que se consigue que la potencia del transmisor necesario para la transmisión de la señal sea aproximadamente 537 - watt. Ver fig. 5.3.1
2. Cambiar los transmisores de 300W de potencia por una de 3KW.

En ambas soluciones, el resto de los componentes de la ruta de transmisión desde el combainer hasta la antena será la misma; también se utilizará en la parte de multiplex la infraestructura existente.

En la figura 5.3.2, se muestra la ubicación de los equipos del sistema TDMA/DSI, con respecto a los otros equipos de la Estación de la sala de equipos.

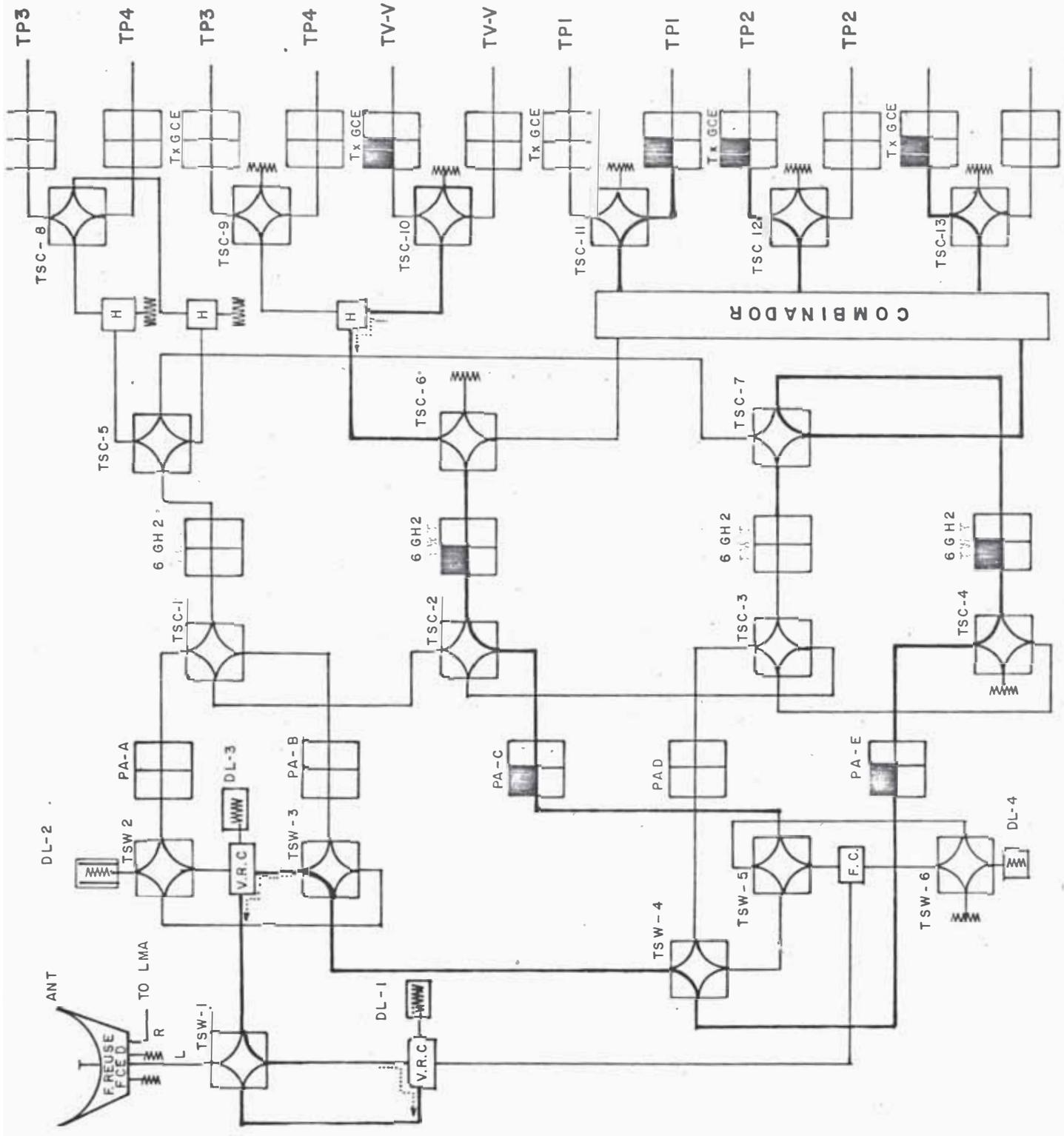


FIGURA 5.3.1

6. CALCULO ECONOMICO

6.1 COSTO DE EQUIPAMIENTO DE LA TERMINAL TDMA/DSI

El costo de equipamiento de la terminal TDMA/DSI, se hace en base a la conformación de la terminal que se indica en el 5.2 del capítulo 5 y en el Anexo C, cuyo costo total - está resumido en el cuadro 6.1 para la capacidad de 946-- (960) canales telefónicos y es de US\$ 2'499,000.

El costo del equipamiento para la empresa, es la que se obtendría al restarle el valor de salvamento de los equipos FDM/FM/FDMA que será reemplazados; los cálculos del valor de salvamento están indicados en el Anexo D, y es de -- US\$ 235,180., por lo que el valor del equipamiento será de:

$$\text{Valor Equipo} \quad 2'499,000 - 235,180 = \text{US\$} 2'263,820.$$

El costo del ambiente donde se instalarán los equipos, así como la instalación de energía eléctrica, tableros de control y resto de infraestructura, será la que ya se dispone en la Estación por la que los costos son cero.

CUADRO Nº 6.1

COSTO DE EQUIPOS TDM PARA UNA ESTACION TERRENA
(US\$ 1,000)

ITEM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO ESTACION
1. TDM, Equipo Común Redundante	1 terminal	195	195
2. Módulos de Interface Terrena			
Interface por DSI/DNI unidad	14	5	70
Expansión 10 DSI/DNI unidades	30	10	
Módulo DSI/DNI			73
DSI Simple Destino Redundante	4	135	540
DSI Múltiple Destino Redundante	4	200	800
DSI (120 canales) Redundante		60	120
3. FREQ. D/C & U/C Redundante	1		50
Ecuilizador			15
4. Despacho, impuestos, instalación y pruebas.	Item 1, 2, 3		200

ITEM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO ESTACION
5. Linealizador HPA	2	10	20
6.			
7. Subsistema de Radio-Frecuencia, com ponentes W/CIFL Amplificador e instalación		19	19
8. Distribución de Base de Banda Fr. Expansión	1 por canal	10 1	10
9. Equipos de prueba	completo	93	93
10. FDM MUX	180 circuitos	180	72
11. Repuestos y herramientas especiales; - Terminal TDM.	completo	60	60
12. Terminales especiales TDMA		10	10
13. Capacitación del personal	2 personas	25	25

74

<u>ITEM</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>COSTO ESTACION</u>
14. Transmultiplexores (120 c.)	6	25	150
15. Transmultiplexores (60 c.)	2	25	50
			2,499
			=====

6.2 COMPARACION DEL COSTO PARA EL REEMPLAZO DEL FDM/FM/FDMA POR EL TDMA/DSI

En una situación de esta naturaleza, se plantea el problema de qué monto ó fecha es la más adecuada para realizar el --reemplazo; para dar respuesta a esta pregunta, se calcula -- el punto en el que los costos del equipo a ser cambiados -- (FDM/FM/FDMA), intersectan con el costo promedio del equipo que reemplaza (TDMA/DSI).

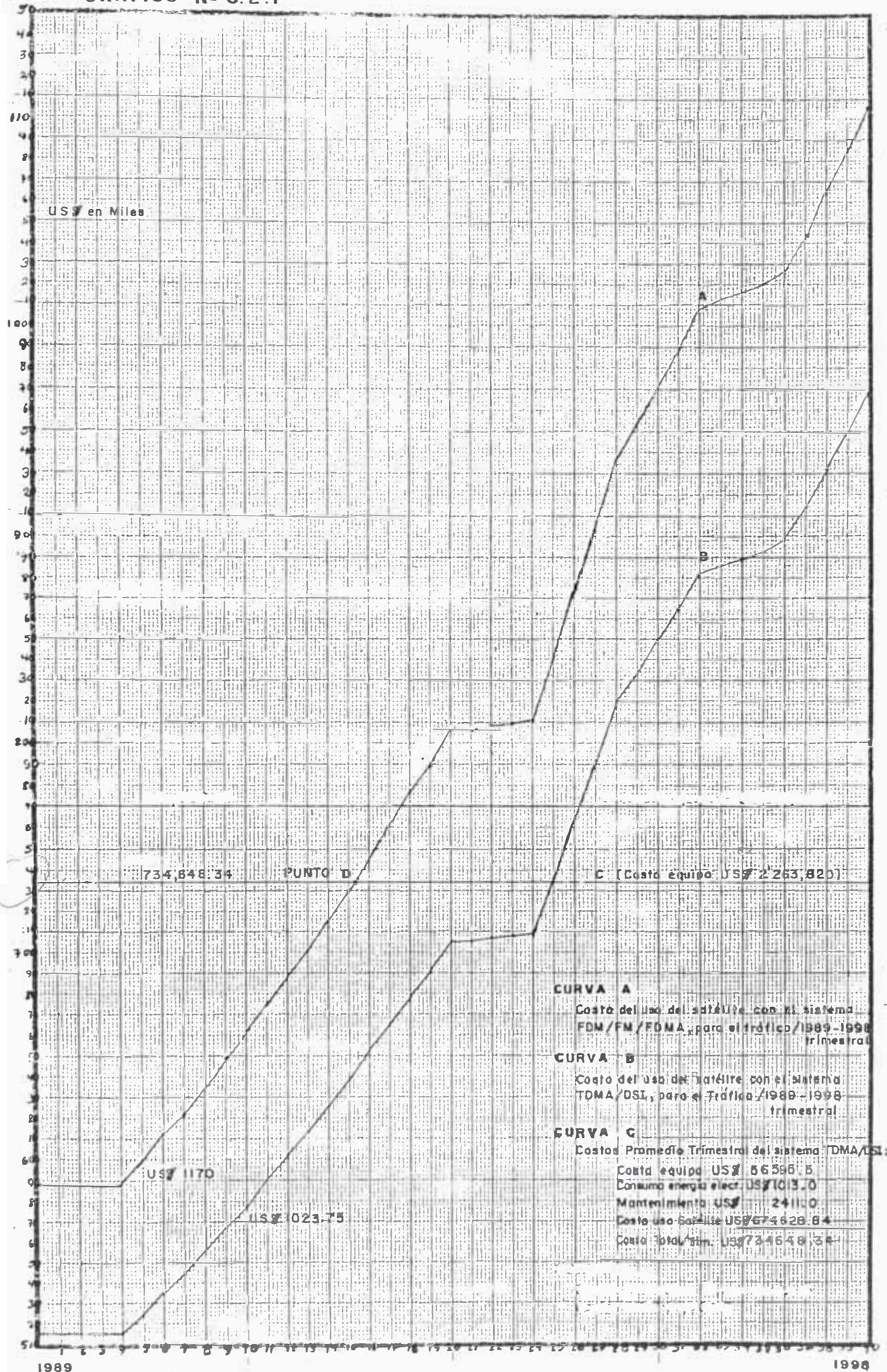
En el gráfico N° 6.2.1, las curvas A y B, representan los - costos del uso del satélite de los sistemas FDM/FM/FDMA y - TDMA/DSI respectivamente (en el anexo.E se tiene los montos trimestrales que se deberán pagar por uso del tráfico de Lu-rín de 1989 a 1998 en ambos sistemas y que han sido grafica-dos en el gráfico N° 6.2.1 y están indicados por las letras A y B); la curva C representa el costo promedio trimestral del sistema TDMA/DSI, en la que está considerado los siguien-tes costos:

Costo de equipo	US\$	56,595.5
Consumo de energía eléctrica	US\$	1,013.0
Mantenimiento	US\$	2,411.0
Costo uso satélite	US\$	674,628.0
Costo total/trimestral	US\$	734,648.34
		=====

El punto de intersección D de las curvas A y C, es la fecha apropiada para hacer el cambio de sistema y que corresponde al tercer trimestre de 1992 ó cuando su tráfico sea mayor - de 623 canales telefónicos.

mele?

GRAFICO Nº 6.2.1



C O N C L U S I O N E S

1. El costo de inversión del sistema TDMA/DSI, se autofinancia con el ahorro que se produciría en parte de los costos, del sistema actual (FDM/FM/FDMA), que serían reemplazados.
2. La fecha de incorporación del Perú al sistema TDMA/DSI es en el tercer trimestre de 1992 ó cuando su tráfico sea mayor de 623 - canales telefónicos con los países que se enlazará a través de este sistema.
3. Con la instalación del sistema TDMA/DSI, se reemplaza parte de los equipos que hacen el enlace telefónico punto a punto (entre países), con un sistema que tiene posibilidad de conectarse con todos los países que utilizan este sistema, variando sólo el -- software y con un incremento en equipos de canales multiplex con costo mínimo. (US\$ 400 por canal).
4. Con la instalación del sistema TDMA/DSI, se renuevan las instalaciones de la Estación Terrena de Lurín que cursan más del 90% de su tráfico.
5. Con el sistema TDMA/DSI, se logra una mayor flexibilidad en la reconfiguración del Tráfico sin pérdida de éste, y asegura la - compatibilidad con las nuevas redes digitales terrestres.

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

- 1) SATELITE COMMUNICATIONS ENGINEERING
Edited by Dr. K. MIYA
- 2) INTELSAT DOCUMENTO DEL GRUPO DE TRABAJO TDMA
BG/T-305 y BG-42-65S (Rev. 1) 1983.
- 3) TRANSMISSIONE DI DATI TRA CENTRI DI MESSAGE SWITCHING IN UN SIS
TEMA AD
ACCESO MULTIPLO NEL QUADRO DI UNA RETE PIU'GENERALE DELL'ISTITU
TO INTERNAZIONALE DELLE COMUNICAZIONI - GENOVA
Ing. Mario Giacorbo Scavo
Ing. Giuliano Rossi
12 - 16 octubre 1970
- 4) OPERATIONS AND MAINTENANCE INTELSAT
- 5) COMMUNICATIONS SATELLITE SYSTEMS
James Martin
- 6) DIGITAL SPEECH INTERPOLATION
S.J. Campanella
Comsat Technical review Vol. 6 N° 1, Spring 1976.
- 7) TIME-DIVISION MULTIPLE ACCESS
O. Gene Garbar and Pradman Kaul
- 8) REUNION MUNDIAL DE TRAFICO (INTELSAT) - Julio 1984

- 9) INTELSAT TDMA/DSI - Julio 1983
- 10) CONTRIBUTION OF THE GENERAL DIRECTOR
BG-62-24E W/3/83
8 March, 1985
BG/TEM 63-105E 26 abril 1985
BG/TEM-54-106E
- 11) REGLAMENTO GENERAL DE TASACIONES DEL PERU
TITULO VI.
Tasaciones de sistemas y equipos de Telecomunicaciones - Reso
lución Ministerial Nº 370-85-VC-9300
27 diciembre de 1985.