



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON

INTERCONEXION DE LA  
REDTELEFONICA SATELITAL  
MOVISAT-VOZ CON REDES  
PUBLICAS Y PRIVADAS DE  
COMUNICACION

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
INGENIERO MECANICO ELECTRICO  
P R E S E N T A N :  
HUMBERTO ABAUNZA CASTILLO  
CARLOS EDGAR PERALTA VALENCIA

ASESOR : ING. DAVID ESTOPIER BERMUDEZ

MEXICO, 1998.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

267074



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

---

## AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir, porque gracias a el pude llegar a esta meta lleno de salud y felicidad.

Les doy gracias a mis padres por encaminarme en mi educación y por darme su apoyo tanto moral como económico, porque gracias a su ayuda pude concluir un paso más.

Agradezco también al Maestro en Ciencias Jorge Alberto Becerra, que nos impulso a concluir este trabajo de Tesis, y a toda la gente que de alguna manera influyeron a lograr mis objetivos.

Agradezco a MOVISAT, quien me permitió aplicar los conocimientos y por haberme dado nuevas oportunidades.

## DEDICATORIAS

Esta Tesis se la dedico a mi Esposa, quien con su apoyo incondicional y su cariño me permitieron concluir este trabajo. A mis Hijos que son el mayor regalo que pude esperar.

Se la dedico también a mis Padres y Abuelos, ya que me dedicaron una parte de su vida para enseñarme el camino del bien, y hacer frente a los obstáculos que hay en la vida.

Se las dedico a mis Hermanos ya que fueron mis primeros compañeros de juegos y estudio



---

**DEDICATORIA:**

**A mi mamá:**

Hermila Castillo Pérez, por el ejemplo de la inagotable energía en cada tarea que desarrollas, contando la difícil labor de guiar a un hijo por el camino de la educación y reconociendo que este logro te pertenece más a ti que a mí, un simple gracias por tu amor incondicional.

**A MI PADRE:**

José Humberto Abáunza Yañez, por forjarme el espíritu de superación y grandeza en cada objetivo iniciado.

**A MIS HERMANOS:**

Por su ayuda y confianza en la superación intelectual, madura y como persona.

**Alguien especial; fuente de admiración:**

A Perla Leal Fuentes, por asimilar con madurez e inteligencia mis locuras y carencias.

---



---

## **AGRADECIMIENTOS:**

**Al director de Tesis Ing. David Estopier Bermudes**, por las valiosas aportaciones para la realización de este proyecto.

**Al M en C. Jorge Alberto Becerra Turrubiarres**, por la motivación y apoyo brindado en el momento justo.

**A los Ings. Mauricio Avila González y Gerardo Martos Tlanepantla**, por la confianza e impulso en el desarrollo profesional, utilizado para el objetivo de este trabajo.

**Al personal de Movisat**, por las indirectas pero valiosas aportaciones al trabajo de Tesis,.

**A Carlos E. Peralta Valencia** por el tiempo dedicado a este trabajo hecho con abandono.

**A todas las personas** que contribuyeron en este trabajo aportando experiencias y no precisamente en el ámbito profesional.

**J. Humberto Abáunza Castillo**

---



---

# INTERCONEXION DE LA REDTELEFONICA SATELITAL MOVISAT-Voz CON REDES PUBLICAS Y PRIVADAS DE COMUNICACION

<b>OBJETIVO</b>	1
<b>INTRODUCCION GENERAL</b>	2
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>ESTUDIO DE PROPAGACION EN LA FRECUENCIA DE BANDA L</b>	
1.1 Introducción	4
1.2 Pérdidas de la trayectoria de propagación de un sistema móvil	5
1.3 Propagación en banda L	6
1.3.1 Onda Directa	7
1.3.2 Rotación de Faraday	7
1.3.3 Razón por la cual no se emplea la polarización lineal	7
1.3.4 Segmento espacial	8
1.3.5 Escintilación Ionosférica	8
1.3.6 Ensombresimiento	8
1.3.7 Duración de desvanecimiento	9
1.3.8 Trayectoria especular	9
1.3.9 Componente difusa	9
1.4 Modelamiento del Sistema	9
1.4.1 Modelamiento del canal para áreas urbanas	10
1.4.2 Modelamiento del canal para áreas abiertas	10
1.4.3 Modelamiento del canal para áreas suburbanas y rurales	11
1.4.4 Modelamiento del canal para áreas muy grandes	11
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>RESEÑA HISTORICA DE LAS COMUNICACIONES MOVILES MUNDIALES Y EN MEXICO</b>	
2.1 Reseña Histórica de las Telecomunicaciones	13
2.2 Definiciones	15
2.3 Sistemas Móviles Satelitales en México	18
2.3.1 Sistema de Comunicación MOVISAT-Voz	18
2.3.1.1 Infraestructura del Sistema MOVISAT-Voz	19
2.3.1.2 Operación y Servicios	20
2.3.1.3 Cobertura en banda L	22
2.3.2 Sistemas de Comunicaciones Móviles MOVISAT-Datos	22
2.3.2.1 Infraestructura del sistema MOVISAT-Datos	23

---



2.3.2.2 Operación y Servicio	24
2.3.3 OMNITRACS	25
2.3.4 Sistema INMARSAT	28
2.4 Sistemas Móviles por Satélite con servicios Internacionales	29
2.4.1 INMARSAT	29
2.4.2 Sistema Satelital MSAT	31
2.4.3 Nueva generación de Sistemas Móviles Satelitales	32

### **CAPITULO 3**

#### **SISTEMA DE COMUNICACIONES MOVILES POR SATELITE MOVISAT-Voz**

3.1 Introducción	35
3.2 Arquitectura del Sistema Móvil de Voz	36
3.3 Sistema de Satélites Solidaridad	37
3.4 Terminal de Radio Frecuencia (RF)	38
3.4.1 Repetidor de Ida en Banda "L"	38
3.4.2 Repetidores de Regreso en Banda "L"	40
3.4.3 Convertidor de Bajada "Ku/FI"	41
3.4.4 Convertidor de Subida "FI/L"	41
3.4.5 Amplificador de Potencia de Estado Sólido para Banda "L"	42
3.4.6 Diplexores para Banda "L"	42
3.4.7 Amplificadores de bajo Ruido para la Banda "L"	42
3.4.8 Convertidores de Bajada "L/FI"	43
3.4.9 Convertidores de Subida "FI/Ku"	43
3.4.10 Generador de Referencia de la Carga Util en la Banda "L"	44
3.5 Centro de Control Operativo de la Red (CCOR)	44
3.5.1 Extensión de Dirección Virtual (VAX)	45
3.5.1.1 Centro de Operaciones de la Red (NOC)	45
3.5.1.2 Centro de Control de la Red (NCC)	46
3.5.2 Estación Terrena de Interconexión (ETI)	46
3.5.3 Sistema de Información de Manejamiento del Cliente (CMIS)	47
3.6 Sistema de Multiplexaje Digital para Intercambio de Telefonía Movil (DMS MTX- SNSE)	47
3.6.1 Reseña del Sistema DMS	47
3.6.1.1. Arquitectura del Super Nodo	48
3.6.1.2 Complejo de Control Central	49
3.6.1.2.1 Núcleo DMS	49
3.6.1.2.2 Ducto DMS	50
3.6.1.2.3 Area de Módulos Périfericos	51
3.6.1.2.4 Area de la Red	51
3.6.1.2.5 Enlaces Vocales y Mensajes	51
3.6.1.2.6 Lado P y Lado C	52
3.6.1.2.7 Lenguaje del Software	53
3.6.2 Generalidades del Sistema de Conmutación DMS MTX-SNSE	53

3.6.2.1 Gabinete del SNSE	55
3.6.2.1.1 Gabinete del Conmutador de Mensajes	55
3.6.2.1.2 Gabinete del Módulo de Cómputo	58
3.6.2.1.3 Gabinete de la Matriz de Conmutación (ENET)	61
3.6.2.2 Procesador Periférico de Enlace	64
3.6.2.3 Conmutador de Troncales Digitales PCM30 (PDTC)	64
3.6.2.4 Periférico Celular Inteligente	65
3.6.2.5 Procesador de Aplicaciones	66
3.6.2.6 Equipos de Entrada y Salida	66

## **CAPITULO 4**

### **ANALISIS DE INTERCONEXION CON SISTEMAS DE REDES DE COMUNICACION**

4.1 Introducción	68
4.2 Protocolos utilizados en el Sistema DMS MTX	69
4.2.1 Protocolo DS30 y DS512	70
4.2.2 Conmutación de la Modulación por Código de Pulsos	71
4.3 Protocolo X.25	73
4.3.1 Introducción	73
4.3.2 Capas del Protocolo X.25	73
4.4 Conmutación de Paquetes	77
4.4.1 Componentes de la Red de Conmutación de Paquetes	78
4.5 Estado actual de la Red de TELEPAC de México	81
4.5.1 Introducción	81
4.5.2 Estado Actual de la Infraestructura de la Red Telepac	81
4.5.2.1 Nodos de Conmutación y Comunicación	82
4.6 Sistema de Señalización No.7	83
4.6.1 Introducción al Sistema de Señalización No.7	83
4.6.2 Implementación de la Señalización No.7	84
4.6.3 Estructura de la Red de Señalización No.7	87
4.7 Protocolo de Comunicación IS-41	93
4.7.1 Implementación de IS-41 empleando el protocolo X.25	97
4.7.2 Hardware para Implementar Estandar Intermedio 41 (IS-41) empleando Señalización No.7	98
4.7.2.1 Características del Equipo de Conmutación DMS para Implementar Señalización No.7	98
4.7.2.2 Estante de la ENET	100
4.7.2.3 Implementación de la Señalización No.7 por medio del Protocolo IS-41	101
4.7.2.4 Implementación del Estante de Interfaz de Enalce con el Protocolo IS-41	103



---

## **CAPITULO 5 INTEROPERABILIDAD DEL SISTEMA MOVISAT-Voz CON LA RED CELULAR Y CON REDES PRIVADAS**

5.1 Introducción	107
5.2 Conceptos básicos de una Red Celular	107
5.2.1 Frecuencias de Operación del Sistema Celular	108
5.3 Modo Celular	108
5.4 Modo MOVISAT-Voz	112
5.5 Respaldo Celular para MOVISAT-Voz	115
5.5.1 Nivel 1	115
5.5.2 Nivel 2	115
5.6 MOVISAT-Voz como Respaldo para Sistemas Celulares	116
5.6.1 Nivel 1	116
5.6.2 Nivel 2	116
5.7 MOVISAT-Voz como respaldo para Sistemas Celulares usando HLR	118
5.8 Coberturas de los Sistemas MOVISAT-Voz y Red Celular	118
5.9 Interconexión de MOVISAT-Voz a la Red Telefónica Pública Conmutada	119
5.10 Interconexión de MOVISAT-Voz con Redes Privadas	121
<b>CONCLUSIONES Y APORTACIONES</b>	124
<b>GLOSARIO</b>	129
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	133



---

## **OBJETIVO**

Apartir de la investigación de las características del sistema de comunicación móvil satelital (MOVISAT-Voz) que existe en la actualidad, proporcionar elementos que motiven a los operadores a establecer sus medios de interconexión de sus redes públicas y/o privadas, así como también establecer criterios y recomendaciones en relación a las características técnicas y protocolos de comunicación entre centrales de comunicación telefónica con mayor factibilidad de aplicación al sistema MOVISAT-Voz de banda "L".



---

## INTRODUCCION GENERAL

En la actualidad, la mayoría de los servicios móviles ofrecidos en el país son ofrecidos por sistemas celulares en áreas con gran concentración de población dejando sin cobertura una área muy extensa del territorio, además de la plataforma marítima (200 millas náuticas). El sistema satelital móvil por el sistema Solidaridad permite eliminar esta deficiencia al cubrir totalmente el país y su plataforma marítima para servicios de comunicación móvil.

La aplicación del sistema satelital Solidaridad para el servicio móvil, es empleando las frecuencias de 1.6 y 1.5 GHz por ser un medio eficiente para este tipo de servicio en estas frecuencias y por su atenuación mínima a la lluvia a diferencia de la banda Ku y la banda C.

Telecomunicaciones de México es encargada de proporcionar el servicio de comunicación móvil satelital denominado MOVISAT.

En la actualidad se ofrecen servicios de comunicación móvil satelital, como es el caso de INMARSAT, el cual ofrece sus servicios a nivel mundial. En el sistema MOVISAT-voz se ofrecen servicios de manera regional. El sistema MOVISAT-Voz, es un sistema híbrido, debido a que en su integración se emplea una base celular en el sistema de conmutación y un sistema de radio satelital.

Los sistemas de comunicaciones móviles satelitales, al igual que otras redes de comunicación, requieren de una interfaz con la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) para comunicación de sus usuarios con dicha red. El sistema MOVISAT-Voz, cuenta con una central celular telefónica, que sirve como interface de comunicación con la RTPC.

Para hacer posible la interconexión del sistema MOVISAT-Voz con las diferentes redes de comunicación telefónica, es indispensable realizarla por medio del sistema de conmutación denominado DMS MTX.

Para cumplir con la interconexión de las diferentes redes públicas o privadas con el sistema MOVISAT-Voz, se deben cumplir los requerimientos con las tres primeras capas del modelo OSI, incluyendo el análisis de los diferentes protocolos que emplean dichos conmutadores.

El sistema de conmutación DMS MTX es el corazón de la red MOVISAT-Voz, por esta razón, si las necesidades para implementar alguna aplicación con una red pública y/o privada ó con una red móvil satelital de otro país, es indispensable realizar la implementación utilizando los elementos expuestos en este trabajo de tesis.

---

## CAPITULO 1

---

### ESTUDIO DE PROPAGACIÓN EN LA FRECUENCIA DE BANDA L

---

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

Un amplio conjunto de experimentos se han desarrollado en sistemas de comunicaciones móviles por satélite para obtener las características esenciales del canal, incluyendo las estadísticas de atenuación de la señal, variaciones de fase y razón de desvanecimiento. Los resultados obtenidos en los experimentos de propagación indican que el carácter estadístico en las variaciones de la señal depende fuertemente del tipo de medio ambiente en el cual el vehículo está localizado. Se han definido tres tipos comunes de medio ambiente (áreas urbanas, áreas abiertas, áreas suburbanas) de acuerdo al grado de obstrucción de la línea de vista. Los modelos estadísticos que describen la envolvente de la señal y su fase son derivados para cada uno de los tres tipos representativos de medio ambiente. Los modelos han sido validados con datos de propagación registrados en condiciones típicas medio ambientales.

Al moverse un vehículo de un lugar a otro, las propiedades del medio de transmisión cambian, resultando un carácter estadístico no estacionario de la señal recibida. Los datos experimentales, sin embargo indican que los canales físicos para comunicaciones móviles pueden verse como cuasi estacionarios. La naturaleza cuasi estacionaria del modelo está basada en la suposición de que las características del medio de transmisión varían lentamente, tales como ángulos de elevación, tipo de obstáculo y rugosidad de la superficie. Los atributos del medio de transmisión se suponen constantes dentro de una área pequeña. Los posibles estados del canal, cada estado del canal es modelado por uno de los tres modelos propuestos para condiciones típicas de propagación.

En el sistema MOVISAT-Voz se emplean dos frecuencias que son, el enlace de subida en banda "Ku" que es de 14,245-14,265 MHz y su correspondiente en banda "L" de 1,525-1,559 MHz, en el enlace de bajada en banda "Ku" 11,948.5-11,968.5 MHz y el de banda "L" de 1,626.5-1,660.5 MHz Como lo muestra la figura 1.1

## 1.2 PERDIDAS DE LA TRAYECTORIA DE PROPAGACIÓN DE UN SISTEMA MÓVIL

En las comunicaciones móviles por satélite, las pérdidas de trayectoria son puestas en una posición relevante, el enlace de comunicaciones de una móvil-satélite-móvil es ilustrado en la figura 1.1

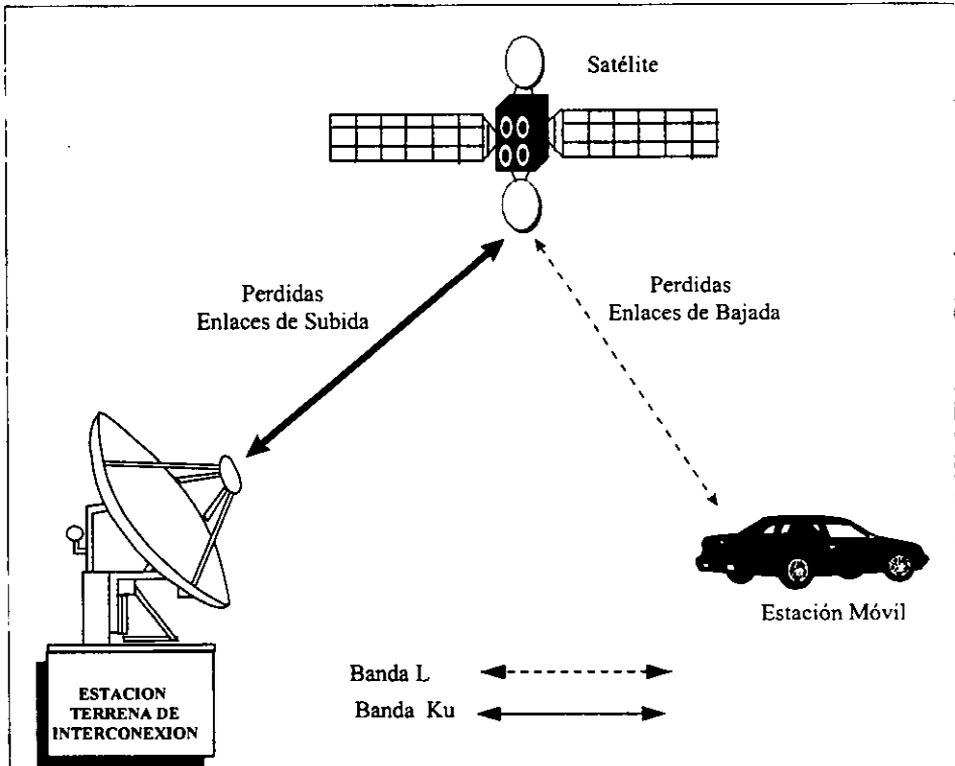


Figura 1.1 Sistema Móvil Satelital

La Recepción Total de la Señal a Ruido ( $C/N_0$ ), es obtenida tomando la potencia de transmisión  $P_t$  adicionando las ganancias de las 2 unidades móviles, del satélite y sustrayendo las pérdidas de un enlace de subida y un enlace de bajada.

Enlace de Subida en banda "Ku" a banda "L":

$$C/N_0 = PIRE_{Sat} - FSPL - \text{Perdidas Atmosféricas} - \text{Perdidas Desvanecimiento} + G/T_{Móvil} - 228.6 \text{ dB/Hz}$$

$$PIRE_{Sat} = 45.5 \text{ dBW (L)}$$

Enlace de Bajada de banda "L" a banda "Ku":

$$C/No = PIRE_{Sat} - FSPL - \text{Perdidas Atmosféricas} - \text{Perdidas Desvanecimiento} + G/T_{Terrena} - 228.6 \text{ dB/Hz}$$

$$PIRE_{Sat} = 41.5 \text{ dBW (L)}$$

El calculo de las perdidas de trayectoria del satélite a la móvil del enlace de subida y enlace de bajada son las siguientes:

Pérdidas de Trayectoria en el Espacio Libre (*Free Space Path Loss*):

$$FSPL = (4 * \pi * R * f/c)^2$$

R = Rango de la FES al Satélite

f = Frecuencia en Hz.

c = Velocidad de la luz

### 1.3. PROPAGACIÓN EN BANDA L

En la transmisión entre un vehículo móvil y el satélite, la propagación tienen lugar a través de muchas trayectorias. Las mediciones de propagación indican que una fracción significativa de la energía total llega al receptor a través de la trayectoria directa o de línea de vista. La potencia restante es recibida por la trayectoria de reflexión en la tierra y las muchas trayectorias dispersas aleatoriamente, las cuales forman la componente de señal difusa como se muestra en la figura 1.2

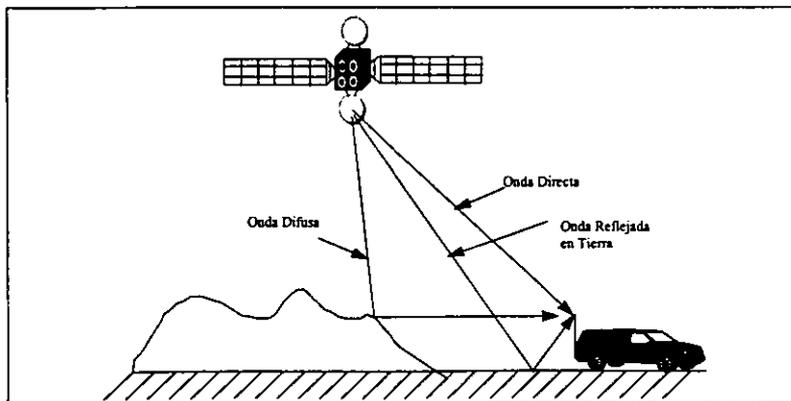


Figura 1.2 Modelo de Propagación de Enlaces Móviles por Satélite



### 1.3.1 Onda Directa

La onda directa llega al receptor a través de la trayectoria de línea de vista sin reflexión. La propagación de la trayectoria directa es afectada por la atenuación del espacio libre, la rotación de Faraday, escintilación ionosférica y ensombrecimiento. Para frecuencias aproximadamente hasta 10 GHz, la propagación no es afectada por la lluvia. Es conveniente usar la trayectoria directa como referencia para el retardo y amplitud de las trayectorias reflejadas.

### 1.3.2 Rotación de Faraday

La rotación de Faraday es la rotación del eje de polarización de una onda polarizada no circularmente causada por la ionosfera.

Extensivas mediciones experimentales muestran que las pérdidas introducidas por rotación de Faraday en banda "L" para antenas polarizadas linealmente durante el 1% de un año bajo las peores condiciones (ángulos de elevación de 20° y en el máximo periodo solar 1979-1980) es del orden de 3 dB. Las pérdidas se pueden eliminar si las portadoras tienen polarización circular.

### 1.3.3. Razón por la cual no se emplea la polarización lineal

La señal satelital pasa a través de la ionosfera, y la presencia de campos magnéticos en la tierra causan una rotación en el plano de polarización y un pequeño retraso de la señal. El fenómeno de rotación en el plano de polarización es conocido como rotación de Faraday. Las ondas electromagnéticas se dividen en dos componentes al entrar a la ionosfera y recombinar al salir de esta. La recombinación de la onda electromagnética experimenta una rotación del vector de polarización en el plano normal de la dirección de propagación. Esta rotación causa significativas pérdidas en el polarizador de la antena. Por la anterior razón es que se emplea la polarización circular, ya que esta no es sensible a la rotación. La onda electromagnética a través de la troposfera, no son de consideración, excepto a ángulos rasantes o menor de 5° de elevación, donde los efectos de refracción y subsecuentes desvanecimientos pueden ocurrir.

Reflexión de la tierra, terreno, postes, etc.

Las reflexiones del plano de la tierra, incluyendo pasto, pequeña vegetación, terrenos y montañas inclinadas, paredes rocosas, postes, arboles, lugares boscosos, reservas de agua y el mar son las de mayor contribución de reflexión en el servicio móvil.

### 1.3.4 Segmento Espacial (Satélite Rx y Tx)

El segmento espacial se refiere al satélite, el cual hace el cambio de frecuencias, el procesamiento de la señal de comunicación en el satélite, a grandes rasgos es el siguiente:

1. Amplificación de potencia
2. Conversión de frecuencia
3. Cambio de polarización

La conversión en frecuencia se refiere a la modificación que se realiza sobre la señal de comunicación a su paso por el satélite; en este caso en específico, las frecuencias que se emplean en banda "Ku" son las del transpondedor 5K que va de 14.247 a 14.301 GHz para el ascenso y 11,947 a 12,001 GHz para el descenso y para la banda "L" es de 1.6265 a 1.6605 GHz al ascenso y de 1.525 a 1.559 GHz al descenso. En lo que se refiere al cambio de polarización se realiza, de polarización ortogonal (banda "Ku") a circular (banda "L").

La señal es radiada por la antena del satélite en dirección de la superficie de la tierra, generalmente a manera de haces conformados, que describen las zonas de interés donde se desea ofrecer el servicio de comunicación vía satélite que son conocidas como zonas de cobertura.

### 1.3.5 Escintilación Ionosférica

La escintilación ionosférica es producida por irregularidades en la densidad de electrones en la ionosfera, la cual consiste de tres capas designadas como D, E y F en el orden de altura. En cada capa, la densidad de electrones disminuye o permanece constante hasta la frontera de la siguiente capa. La densidad de electrones en capas particulares varían de acuerdo a los ciclos solares. La capa E representa una nube de electrones con densidad altamente diferente de las restantes, y está situada a una altura de aproximadamente 100 Km. Las capas ionizadas no homogéneamente causan dispersiones de las ondas de radio en banda "L", resultado en fluctuaciones de amplitud y fase de la señal recibida. La amplitud de las señales dispersas disminuye rápidamente al incrementarse la frecuencia. Los datos del Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR) en escintilación ionosférica muestran que este efecto para transmisiones en banda "L" se pueden ignorar.

### 1.3.6 Ensombrecimiento

El ensombrecimiento es la atenuación de la trayectoria directa causada por árboles encontrados a lo largo de las carreteras, edificios, colinas y montañas. Resultados medidos indican que el ensombrecimiento es el factor mas dominante

para determinar el desvanecimiento de la señal. Su efecto depende de la longitud de la trayectoria de la señal a través del obstáculo, tipo de obstáculo, ángulo de elevación, dirección del viaje y frecuencia de la portadora. El ensombrecimiento es más severo para bajos ángulos de elevación, donde la sombra del objeto proyectado es alta. El grado de desvanecimiento inducido por la vegetación es también dependiente de la intervención de arboles, la longitud de la trayectoria a través de los arboles y la densidad de ramas y follaje. A frecuencias inferiores de 1 GHz, los arboles son virtualmente transparentes a la señal. Para frecuencias mas altas, los arboles son vistos como reflectores ideales en orden de estimar la cantidad de atenuación de la señal.

### 1.3.7 Duración de Desvanecimiento

La duración de desvanecimiento se define como el intervalo de tiempo sobre el cual la atenuación de la señal es más alta que un valor especificado en dB. Se ha encontrado que las duraciones de desvanecimiento en un área donde el medio de transmisión se puede considerar homogéneo sigue una distribución log-normal.

### 1.3.8 Trayectoria Especular

La trayectoria especular se produce por la reflexión de la señal en la tierra en dirección del satélite. Esta trayectoria llega con un ángulo  $-\theta$ , donde  $\theta$  es el ángulo de elevación del satélite visto desde el vehículo. La magnitud de la onda reflejada en tierra es proporcional al factor de rugosidad del terreno. El efecto de la trayectoria especular en el sitio receptor se puede reducir mediante la directividad de la antena del equipo móvil, y su impacto se puede reducir tal que su influencia sea despreciable.

### 1.3.9 Componente Difusa

La componente difusa resulta de varias reflexiones sobre el terreno circundante. Esta componente varía aleatoriamente en amplitud y fase, la propagación por multitrayectorias no causa pérdidas significativas para móviles en tierra. Aún en caminos con nieve, para ángulos de elevación arriba de  $24^\circ$ , la relación de componente directa a la de multitrayectoria es mayor a 10 dB.

## 1.4 MODELADO DEL SISTEMA

En la sección anterior, se consideraron los principales fenómenos de propagación que tienen que considerarse para el modelado del canal en comunicaciones móviles terrestres por satélite. Para el diseño de modems y codecs así como la evaluación de su funcionalidad, surge la necesidad de un modelo estadístico. Tal modelo puede derivarse de las condiciones de propagación.

Debido a que los aspectos de propagación difieren para diferentes medios, el primer paso hacia el desarrollo de un modelo para el canal de transmisión, es identificar las categorías típicas del ambiente de transmisión. Aquí, se restringirá el trabajo a tres tipos de ambientes representativos:

- Áreas urbanas con obstrucción casi total de la onda directa
- Áreas abiertas sin obstrucción de la onda directa
- Áreas suburbanas y rurales con obstrucción parcial de la onda directa

#### **1.4.1 Modelado del Canal para Áreas Urbanas**

En áreas urbanas, la línea directa entre la unidad móvil y el satélite está casi obstruida por edificios altos y residencias. Por lo tanto, la propagación de la energía electromagnética en áreas urbanas es principalmente por medio de dispersiones. En tal caso, la antena del equipo móvil recibe las señales reflejadas de todas las direcciones en el plano horizontal. La señal recibida consiste de muchas señales independientes con fases aleatorias. Estas señales colectivamente se suman para dar una señal neta en el receptor que varía aleatoriamente en amplitud y fase. La envolvente de la señal recibida entonces sufre un desvanecimiento con distribución estadística de Raleigh. Las facetas recibidas, sin embargo, tienen una densidad de probabilidad uniforme en el intervalo de  $0$  a  $2\pi$ . Se restringirá la atención a sistemas con señales de ancho de banda pequeño, para que un modelo selectivo no frecuencial sea adecuado, como en el caso del servicio móvil por satélite planeado para Australia Canadá y México.

#### **1.4.2 Modelado del Canal para Áreas Abiertas.**

En áreas abiertas tales como granjas y campos abiertos, esencialmente no hay obstáculos en la trayectoria de línea de vista. La onda directa que se recibe libre de distorsión  $s(t)$ , se interfiere con la onda difusa  $d(t)$ . La onda resultante está dada por la suma

$$r(t) = s(t) + d(t) + g(t).$$

donde  $g(t)$  es el ruido Gaussiano aditivo.

Las mediciones experimentales de propagación muestran que la razón de potencia entre las componentes directa y difusa, es dependiente del ángulo de elevación, y varía entre 10 y 20 dB en América y de 15 a 20 dB en Australia, donde el ancho de banda de la componente difusa fue menor a 200 Hz para velocidades en los móviles de 100 Km/h.



### 1.4.3 Modelado del Canal para Áreas Suburbanas y Rurales.

En áreas rurales y suburbanas, las carreteras están rodeadas de árboles, casas, o pequeñas construcciones. Todos estos obstáculos cerca de la unidad móvil causan ensombrecimiento de la señal, manifestado como un desvanecimiento de la onda directa. Al moverse el vehículo a lo largo de la carretera, el desvanecimiento de la señal directa varía. Se ha observado experimentalmente que la atenuación que sufre la onda directa tiene una distribución log-normal. En áreas con propiedades constantes, el medio de transmisión se puede modelar adecuadamente si se supone que la señal recibida es una combinación lineal de las componentes directa y difusa recibidas en presencia de ruido Gaussiano aditivo.

La razón de desvanecimiento de la componente directa es sin embargo significativamente menor que la de la componente difusa. Debido a que las variaciones de la envolvente de la señal directa son lentas, podemos suponer que su valor sobre áreas pequeñas (típicamente varias decenas de la longitud de onda de las portadoras) es constante.

### 1.4.4 Modelado del Canal para Áreas Muy Grandes.

Al moverse un vehículo de una localidad a otra, las propiedades del canal de transmisión cambian, resultando un carácter no estacionario de la señal recibida. Esto es, la señal recibida no se puede representar por un modelo con parámetros constantes. Tales modelos del canal son conocidos como no estacionarios. Aunque las características estadísticas del canal pueden variar significativamente en áreas muy grandes, los experimentos de propagación indican que los parámetros permanecen constantes en áreas con características constantes. Por lo tanto, un canal móvil por satélite se puede modelar como estacionario sobre estas áreas.

Hoy en día las comunicaciones móviles en áreas urbanas y suburbanas, pueden ser cubiertas por redes celulares, la cobertura celular es completamente en áreas metropolitanas, y ofrece un costo efectivo en la red pública conmutada telefónica. En la red celular se elimina el retraso de propagación en comparación con los sistemas de comunicaciones móviles por satélite (.25 segundos para un satélite geostacionario).

---

## CAPITULO 2

---

### RESEÑA HISTÓRICA DE LAS COMUNICACIONES MOVILES MUNDIALES Y EN MÉXICO

#### 2.1 RESEÑA HISTÓRICA

**1876** - *Alexander Graham Bell*, impresiona a la sociedad de Filadelfia, consiguiendo transmitir voz con su telégrafo. Rápidamente se percibe el valor práctico de la invención y la misma es mejorada para tomarse comercial.

**1888** - *Heinrich Rudolf Hertz*, descubre el fenómeno de transmisión de ondas electromagnéticas (produjo una chispa y percibió su influencia a la distancia). Pocos años después, *Marconi* establece un enlace de Radio Comunicaciones, para transmisión de señales telegráficas entre un remolcador y una estación fija, con un enlace de 18 millas.

**1905** - *Reginald Feseden*, realiza las primeras transmisiones en Amplitud Modulada (AM) de voz y música.

**1928** - Entra en el aire el primer sistema operacional de comunicaciones móviles, el Departamento de Policía de *Detroit* (todavía *simplex* - hasta ese momento en el sentido estación fija para estación móvil), gracias al receptor superheteródino recién inventado por *Robert L Batts*.

**1930** - Desarrollo de los primeros transmisores móviles - implantación de un sistema *half-duplex* (*push-to-talk*) por la policía de *Bayonne (New Jersey)*.

**1935** - *Edwin H. Armstrong*, demuestra públicamente su radio basado en modulación de frecuencia (FM), asombrando a la comunidad de la época con la calidad de la señal recibida.

**1940** - El departamento de policía estatal de *Conecticut*, implementaron en *Harford*, el primer sistema de comunicaciones móvil (*half-duplex*) utilizando Modulación de Frecuencia (FM), seguido por varios otros (inclusive, los que ya utilizaban A.M.).

También en esta época, con la participación de los EUA en la II Guerra Mundial, *Bell Labs* y *Western Digital* fueron contratadas por el gobierno para desarrollar sistemas de comunicación para el campo de batalla. Hasta el final de la guerra, todos los tanques, navíos y aviones de guerra americanos recibieron

radios de Modulación de Frecuencia (FM) (así como los soldados con sus *walkie-talkies*). Gracias a esto, toda la estructura industrial para producción de radios de Modulación de Frecuencia (FM) fue montada en los EUA, y la radio de Frecuencia Modulada (FM) se tornó comercialmente viable.

**1946** - La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) permite que AT&T instale el primer sistema de telefonía móvil (MTS), en la ciudad de *St. Louis, Missouri*, EUA. Por primera vez, era hecha una conexión (aún manual) entre los sistemas de radio y la red telefónica pública. La radio "urbana" era basada en una única torre de transmisión de alta potencia, que podía cubrir un área de cerca de 50 millas (80 kilómetros aproximadamente) de radio, y sólo operaba en tres canales (FM/*half-duplex*).

**1947** - Presento el concepto de telefonía móvil celular, por *Bell Labs*, para ser implementado. La nueva idea precisaba aún de una cantidad grande de nuevos canales, que no fueran cedidos por la FCC.

**1949** - Con el surgimiento de la televisión, la FCC, resuelve utilizar la banda (UHF) de 740-890 MHz y crear 70 nuevos canales, para las emisoras de TV.

**1950** - Primer sistema móvil *full-duplex*, gracias a un contrato entre la RCA y el departamento de policía de Filadelfia. La FCC "estrecha" los canales, obligando a los fabricantes a invertir en la mejora de los radios.

**1957** - La FCC autorizó nuevos canales de 50 KHz, en la banda de 450 MHz, para la telefonía móvil. En su resolución 11997, la FCC, rehusa nuevamente el pedido de la *Bell* de una faja de 75 MHz en la región de los 800 MHz para la implantación del sistema celular.

**1960** - Con la mejora de los receptores FM, el FCC reduce la amplitud de los canales FM para 30 KHz y UHF para 25 KHz.

**1962-64** - Se introduce experimentalmente el sistema de telefonía móvil, ancho de banda, canales de 25-30 KHz, *full-duplex*, con selección automática de canales y conmutación automática en la ciudad de *Harrisburg, Pennsylvania* EUA.

**1975** - AT&T anuncia la implementación de un sistema de telefonía celular en Chicago, *Illinois* EUA.

**1976** - Las naciones marítimas adoptaron el Convenio y Acuerdo de Explotación de la Organización Internacional de Telecomunicaciones Marítimas por Satélite (INMARSAT), actualmente el único sistema civil por satélite del mundo que ofrece cobertura mundial. Con las siguientes recomendaciones :

**INMARSAT Norma A:** Diseñada para utilizarse en buques de gran tamaño, o para aquellos que necesitan comunicaciones sofisticadas, proporciona conexiones hacia las redes de telecomunicaciones nacionales e internacionales.

**INMARSAT Norma C :** Sistema desarrollado para comunicaciones de datos a baja velocidad, para uso de barcos pesqueros pequeños, yates e incluso lanchas salvavidas.

**INMARSAT Norma M :** Como respuesta se ha desarrollado la norma M de INMARSAT, empleando una pequeña terminal de peso ligero totalmente digital que proporciona telefonía a baja velocidad de transmisión 4.8 Kbps, se introdujo comercialmente en el año de 1992.

**INMARSAT Norma B :** Introduce una nueva terminal, diseñada para ofrecer servicios telefónicos y de Telex a 16 Kbps.

**1982** - Son aprobadas las reglas finales para la implantación del sistema celular. Una franja de 40 MHz es asignada, en dos partes de 20 MHz (en una misma localidad, se pueden instalar dos sistemas simultáneos, pero de empresas diferentes).

**1983** - Entra en funcionamiento el primer sistema de telefonía celular, de AT&T, en Chicago.

**1984** - *Bell* es repartida en ocho empresas menores, debido a una acción judicial. AT&T se retira del área de operación, y el sistema de Chicago pasa al control de una subsidiaria de la Americtech. Hasta el final de ese año, más de 25 ciudades tienen su sistema de telefonía celular.

**1995** – American Mobil Sistem Corporation (AMSC), de Estados Unidos son los primeros en poner en operación el servicio móvil satelital en la banda L.

**1995** – Telesat Mobil Incorporated TMI, de Canadá pone en operación su sistema de servicio móvil satelital, meses después que AMSC.

**1997.**—Telecomunicaciones de México por medio de MOVISAT pone en operación en el primer trimestre de este año el servicio móvil satelital de banda L, cubriendo el territorio Nacional y 200 millas de mar patrimonial.

## **2.2 DEFINICIONES**

**Las siguientes definiciones están referidas de acuerdo, a las recomendaciones del libro azul del CCITT y el reglamento de radiocomunicaciones, Artículo 1.**



**2.2.1 Servicio Fijo por Satélite.** Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más satélites; el emplazamiento dado puede ser un punto fijo determinado o cualquier punto fijo situado en una zona determinada; en algunos casos, este servicio incluye enlaces entre satélites que pueden realizarse también dentro del servicio entre satélites; el servicio fijo por satélite puede también incluir enlaces de conexión para otros servicios de radio comunicación espacial.

**2.2.2 Servicio Móvil por Satélite.** Servicio de Radio Comunicación:

- Entre estaciones terrenas móviles y una o varias estaciones espaciales o entre estaciones espaciales utilizadas por este servicio, y/o:
- Entre estaciones terrenas móviles por intermedio de una o varias estaciones espaciales.

También pueden considerarse incluidos en este servicio los enlaces de conexión necesarios para su explotación.

**2.2.3 Servicio Móvil Terrestre por Satélite.** Servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas en tierra.

**2.2.4 Servicio Móvil Marítimo por Satélite.** Servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas a bordo de barcos; también pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento y las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros.

**2.2.5 Estación Terrena.** Estación situada en la superficie de la Tierra o en la parte principal de la atmósfera terrestre destinada a establecer comunicación:

- Con una o varias estaciones espaciales, y/o :
- Con una o varias estaciones de la misma naturaleza, mediante el empleo de uno o varios satélites reflectores u otros objetos situados en el espacio.

**2.2.6 Estación Terrena Móvil Terrestre (ETMT).** Estación Terrena que transmite en el servicio móvil del servicio móvil terrestre por satélite capaz de desplazarse por la superficie, dentro de los límites geográficos de un país o de un continente.

**2.2.7 Estación Terrena Costera (ETC).** Estación terrena que trabaja en las bandas de frecuencia del servicio fijo por satélite, o en ciertos casos, en las bandas de frecuencia del servicio móvil por satélite, ubicada en un punto fijo específico en tierra para proporcionar un enlace ascendente al servicio móvil marítimo por satélite, de la recomendación Q.1100 (véase el Artículo 1 del reglamento de Radio Comunicaciones).

**2.2.8 Estación Terrena de Barco (ETB).** Estación del servicio móvil marítimo por satélite destinada a ser utilizada en movimiento o durante las paradas en puntos no específicos, y está ubicada a bordo de un barco, de la recomendación Q.1100 (véase el Artículo 1 del Reglamento de Radio Comunicaciones).

**2.2.9 Enlace de Conexión.** Enlace radio eléctrico establecido desde una estación terrena situada en un emplazamiento dado hacia una estación espacial, o viceversa, por el que se transmite información para una radio comunicación espacial de un servicio distinto del servicio fijo por satélite. El emplazamiento dado puede hallarse en un punto fijo específico o en cualquier punto fijo dentro de zonas específicas.

**Las siguientes Definiciones son de uso dentro del sistema MOVISAT-Voz:**

**2.2.10 Centro de Conmutación Móvil por Satélite.-** Indica el punto de interconexión entre la Red Pública Telefónica, Redes Privadas y el sistema móvil por satélite.

**2.2.11 Centro de Control Operativo de la Red (CCOR).-** El CCOR es un centro de conmutación móvil por satélite que se encuentra en la estación terrena de interconexión.

**2.2.12 Controlador de Acceso y Equipo de Señalización (CAES).-** El CAES es un centro de conmutación móvil por satélite que se encuentra en la estación terrena.

**2.2.13 Estación Terrena Fija (ETF).-** Su definición es aplicable con la definición de la Estación Terrena, como lo indica en el Reglamento de Radio Comunicaciones.

**2.2.14 Estación Terrena de Interconexión Central.-** Su definición es aplicable con la definición de la Estación Terrena, se encargara de administrar los recursos de otras ETI's.

**2.2.15 Estación Terminal de Usuario.-** Su definición es aplicable con la definición, como lo indica en el Reglamento de Radio Comunicaciones.

**2.2.16 Estación Marítima de Terminal de Usuario.-** Su definición es aplicable con la definición como lo indica en el Reglamento de Radio Comunicaciones.

## 2.3 SISTEMAS MOVILES SATELITALES EN MÉXICO

Ante las mejores expectativas en el panorama de desarrollo de las redes satelitales del mercado nacional e internacional, en 1994 se puso en operación una nueva generación de satélites, Solidaridad 1 y Solidaridad 2, además de contemplar la ampliación de su cobertura hacia los países de Latinoamérica, el Caribe y las principales ciudades del este de los Estados Unidos de América. Brinda la facilidad de atender el mercado de comunicaciones móviles, mediante la incorporación de la Banda "L". Esto permitió poner al alcance de todos los países y empresas latinoamericanas la posibilidad de establecer comunicaciones internacionales a costos accesibles y, en general, el desarrollo potencial de su mercado doméstico de comunicaciones.

La cobertura del sistema celular ésta limitado a áreas urbanas y algunas carreteras de corta longitud y gran tráfico. Esto permite una mayor movilidad a los usuarios urbanos, pero ignora las necesidades de usuarios remotos, rurales, marítimos y aeronáuticos. A partir de esta premisa se justifica la existencia de Sistemas Satélites Móviles (SSM).

Aprovechando las ventajas de gran cobertura que ofrecen los sistemas satelitales, se unen ambas tecnologías (móviles y satélites) para cubrir un área de gran interés: el servicio de comunicaciones desde sitios remotos. Actualmente existen algunos servicios móviles satelitales disponibles en México, basados en distintas tecnologías y sistemas.

México inició sus comunicaciones por satélite en 1968 para la transmisión de los XIX Juegos Olímpicos, utilizando los satélites de INTELSAT de cuyo consorcio es miembro. En 1982 se desarrollaron redes de televisión y telefonía para uso doméstico mediante el arrendamiento de capacidad de uno de los satélites de INTELSAT; en 1985 se lanzaron al espacio y se pusieron en operación dos satélites propios denominados Morelos 1 y Morelos 2, con cobertura en la República Mexicana, sur de los Estados Unidos de América y parte del norte de Centroamérica, con la misma capacidad y cobertura, lo que nos permito alcanzar un alto grado en el desarrollo de redes satelitales para la conducción de señales de televisión, voz, datos y redes digitales empresariales, contribuyendo así al desarrollo económico del país.

### 2.3.1 Sistema de Comunicaciones MOVISAT-Voz

Telecomunicaciones de México, Telecomm, con una visión futura y en su afán de proporcionar servicio a través de tecnología satelital pone a la disposición de las empresas que requieren de una comunicación bidireccional constante con unidades de transportación terrestre y/o marítimas el servicio denominado MOVISAT-Voz para la comunicación móvil.

### 2.3.1.1 Infraestructura del Sistema MOVISAT-Voz.

La infraestructura con la que se cuenta, (véase figura 2-1) para el establecimiento de los enlaces es la siguiente:

#### Infraestructura Satelital

- Banda "L" con dos satélites, denominados: Solidaridad 1 y 2

#### Infraestructura Terrestre

- Centro de Control Operativo de la Red
- Sistemas de interconexión a las Redes Públicas o Privadas que permiten la comunicación de Voz y Datos
- Terminales Móviles

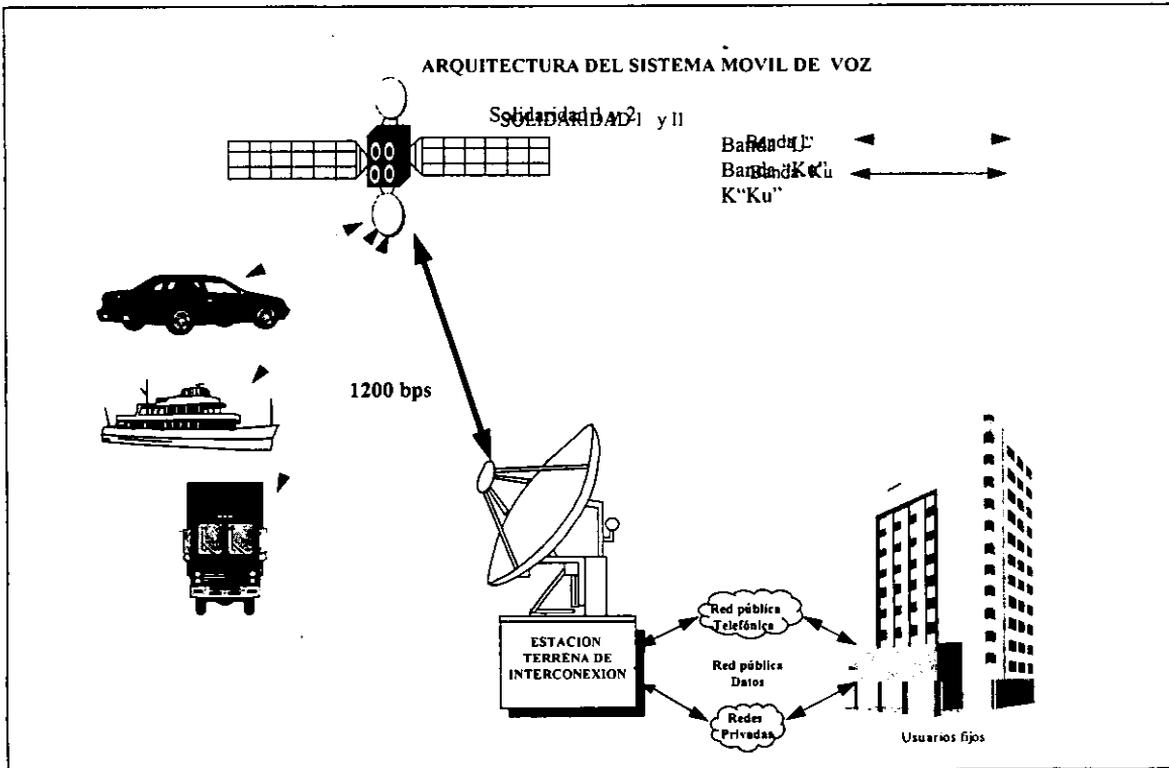


FIGURA 2-1 Arquitectura del Sistema Móvil de Voz



### 2.3.1.2 Operación y Servicios

#### OPERACIÓN:

MOVISAT-Voz cuenta con tres diferentes modos de operación en los que el sentido de la información puede ser:

- Móvil a Usuario fijo. La comunicación que se genera por el conductor de la unidad marítima, terrestre o semifija. La comunicación se transmite en Banda "L" hacia el satélite Solidaridad para ser procesada y, a su vez, transmitida en Banda "Ku" hacia el Centro de Control, el que transmite la comunicación en tiempo real a la Red Pública Telefónica o Redes Privadas.
- Usuario fijo a Móvil. El mensaje que genere un usuario fijo es conducido por la red pública ó privada seleccionada hasta el Centro de Control en donde se transmite al satélite Solidaridad y de ahí hacia una unidad móvil específica.
- Móvil a Móvil. El mensaje se genera en una unidad móvil y tienen como destino otra unidad móvil específica que se encuentre dentro de la cobertura de la banda "L" del satélite Solidaridad.

#### SERVICIOS:

Servicio de Telefonía Móvil Vía Satélite.- Este servicio proporciona circuitos telefónicos digital (full-duplex) entre Estaciones Terminales Móvil (ETU) y semifijas del sistema así como usuarios de redes de comunicación terrestres públicas o privadas.

Servicio de facsímil grupo 3 CCITT.- En este tipo de servicio las unidades móviles (ETU) tienen la capacidad de mandar y recibir fax, e interconectarse con cualquier fax en la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC). Este servicio se encuentra en estudio.

Servicio de Llamadas Punto-Multipunto (broadcast).- Para difusión de mensajes para su aplicación al servicio a flotillas de transporte. Por el momento no se cuenta con este servicio.

Servicio de Atención a Llamadas de Emergencia.- Dándoles un trato especial que asegure la rapidez y éxito de la llamada, permitiendo la identificación del usuario, determinación de la ubicación del usuario, mediante el uso de canales prioritarios y enrutamiento especial.

Servicio de Sistema de Posicionamiento Global (GPS).- (Opcional) Es aplicable para aquellos usuarios que dispongan de un receptor GPS, o bien que el receptor GPS se pueda integrar en la unidad misma y deseen.



integrar la información de posicionamiento al sistema móvil de banda "L" para su uso posterior en las instalaciones del usuario.

Servicio de Radio Comunicación para Flotillas.- (Opcional) La implementación de este servicio será en el modo "Presionar para Hablar (PTT), Este servicio se conectará a las flotillas y despachadoras por medio de la Estación Terrena de Interconexión Central (ETIC).

Servicio de operabilidad con Telefonía Celular.- (Opcional) El sistema puede trabajar con sistemas de telefonía celular, si la Estación Terminal de Usuario (ETU) se encuentra en una área celular, su llamada será atendida únicamente por telefonía celular de móvil a celular y viceversa, en el caso de una llamada fuera del área de cobertura celular el sistema móvil se comunicará hacia el satélite el cual se conectará con la ETIC, la cual se conectará a la Red Pública; esta llamada será transferida al sistema celular, y viceversa.

Servicio de una Central de Datos en Paquete.- (Opcional) Considera la existencia de una central de conmutación de datos por paquetes.

Servicio de Operabilidad con otras Regiones.- (Opcional) Que el sistema sea compatible con sistemas móviles de otras regiones geográficas, con el objeto de evaluar la posibilidad de que las terminales móviles puedan utilizarse en regiones más amplias, con el consecuente impacto en economías de escala y posibilidad de servicio a usuarios de otros sistemas.

Servicio Aeronáutico.- Este tipo de servicio se proporciona a aeronaves suministrando comunicaciones vocales mediante canales de voz.

### 2.3.1.3 Cobertura en Banda "L" MOVISAT-Voz

El servicio Movisat-Voz tienen una cobertura que abarca el sur de los Estados Unidos, la totalidad del territorio Mexicano y 200 millas náuticas de mar Patrimonial, Centro América y el Caribe ver la figura. 2.2

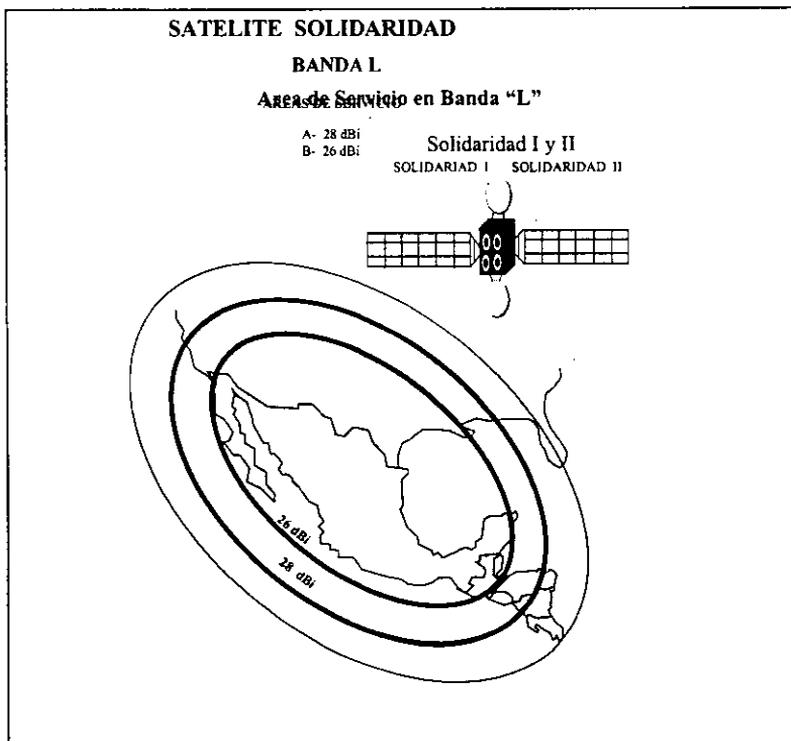


FIGURA 2.2 Cobertura de la Banda "L" de los Satélites Solidaridad

### 2.3.2 Sistema de Comunicaciones Móviles MOVISAT-Datos

Telecomunicaciones de México, Telecomm, con una visión futura y en su afán de proporcionar servicio a través de tecnología satelital pone a la disposición de las empresas que requieren de una comunicación bidireccional constante con unidades de transportación terrestre y/o marítimas el servicio denominado MOVISAT-Datos para la comunicación móvil.

### 2.3.2.1 Infraestructura del Sistema MOVISAT-Datos

La infraestructura con la que se cuenta (figura 2.3), para el establecimiento de los enlaces es la siguiente:

#### Infraestructura Satelital

- Banda "L" del satélite Solidaridad 1

#### Infraestructura Terrestre

- Centro de Control de Satélites
- Sistemas de interconexión a las redes públicas que permiten entregar los mensajes a través de la red Telex, la red de transmisión de datos por paquetes (TELEPAC) y la Red Telefónica Pública
- Terminales Móviles

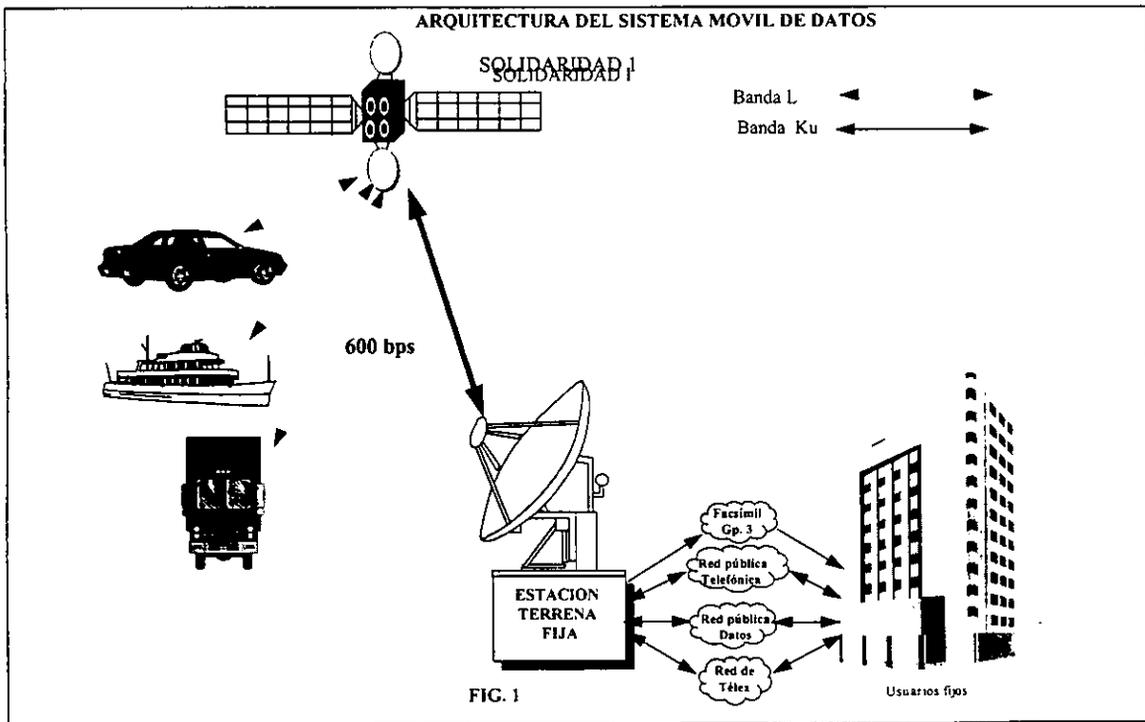


FIGURA 2.3 Arquitectura del Sistema MOVISAT-Datos



### 2.3.2.2 Operación y Servicios

#### OPERACIÓN :

El Sistema MOVISAT-Datos cuenta con tres diferentes modos de operación en los que el sentido de la información puede ser:

\* Móvil a Usuario fijo (empresa). El mensaje se genera por el conductor de la urtidad marítima o terrestre. El mensaje se transmite en Banda "L" hacia el satélite Solidaridad y a su vez, transmitida en Banda "Ku" hacia el centro de Control, el cual recibe, almacena, clasifica y transmite a través de la Red Pública Telefónica, TELEPAC, o de TELEX.

\* Empresa a Móvil. El mensaje que genere las oficinas de la empresa es conducido por la red pública seleccionada hasta el Centro de Control en donde se almacena y transmite al satélite Solidaridad y de ahí hacia una unidad móvil específica o a toda la flota de transporte.

\* Móvil a Móvil. El mensaje se genera en una unidad móvil y tienen como destino otra unidad móvil específica que se encuentre dentro de la cobertura de la Banda "L" del satélite Solidaridad.

#### SERVICIOS:

Servicio de Transferencia de Mensajes. Este tipo de servicio, es un método confiable para la transmisión de datos y mensajes entre EMT's, y usuarios fijos que estén conectados a la red pública o privada, a través del enlace satelital.

Servicio de Llamada de Grupo Aplicada EGC. Es un servicio de Radiodifusión de mensajes el cual se comunica con la estación coordinadora, Estación Terrena Fija (ETF), y se encarga de acceder a diferentes grupos de usuarios empleando las diferentes interconexiones terrestres. Los EGC ofrecen las siguientes aplicaciones:

\* Identificador de grupo único e individual.- El identificador es asignado a una sola móvil (EMT), los usuarios pueden identificar a dicha móvil y solo ésta, puede recibir el mensaje y transmitir a la corporación conectada a la Red Pública o Privada, a través de la ETF.

\* Identificador de grupo.- Este tipo de identificador es asignado y reconocido por varias unidades móviles que pertenezcan a dicha corporación y que podrán recibir y transmitir.

\* Área geográfica definida por coordenadas.- La ETF, tiene la capacidad de mandar una llamada de grupo en una área, y solamente recibirán la llamada los móviles que pertenezcan a dicha corporación.

Servicio de Mensajes de Alertas.- Los mensajes de alerta de desastres son originados por una Móvil Marítima, dirigidas por la ETF al Centro de Coordinación de Rescate Marítimo, estos mensajes son normalmente de alta prioridad. Los mensajes de alerta terrestre son de prioridad normal.

Servicio de Reporte de Datos.- Permite a la EMT transmitir reportes de datos (ej. reporte de posición) y mensajes cortos, tiene la posibilidad de accederla manualmente (usuario).

Servicio de Recolección de Información (Polling).- Lo emplea un usuario fijo para iniciar la transmisión de un Reporte de Datos desde una EMT.

Servicio de Almacenamiento de Llamadas.- Este tipo de servicio, al transmitir una EMT un mensaje y si el usuario fijo no recibe la llamada la ETF almacenará dichos paquetes y los retransmitirá nuevamente a dicho usuario.

Servicio de Prueba de Verificación de Funcionalidad (PVF).- El servicio es empleado por un usuario fijo, verifica que sus unidades móviles estén en un óptimo servicio.

Servicio Aeronáutico.- (Opcional) Este tipo de servicio proporciona comunicaciones de mensajes de datos de usuario, y se llevan a cabo mediante canales de datos de velocidad media, (600 bps). Este tipo de comunicación se genera a través de una unidad Aeronáutica y una estación de monitoreo perteneciente a la Estación Terrena Fija (ETF).

### **Cobertura en Banda "L" MOVISAT-Datos**

El servicio MOVISAT-Datos tienen una cobertura que abarca el sur de los Estados Unidos, la totalidad del territorio Mexicano y 200 millas náuticas de mar patrimonial, Centro América y el Caribe, véase la figura 2.2.

### **2.3.3 OMNITRACS**

El sistema satelital de comunicaciones móviles OMNITRACS fue desarrollado por la compañía Qualcomm de los E.U., y puesto en operación a finales de la década de los 80's. Esta basado a través de satélites domésticos de comunicaciones en banda "Ku". Para la transmisión bidireccional de datos utiliza el esquema de almacenamiento - envío (Store-Forward). Se requiere del uso de una antena con rastreo del satélite.

Cuenta con una topología tipo estrella, donde la Estación Terrena Central transmite y recibe todos los datos, tanto de las terminales móviles como de los usuarios privados. Por lo general, se utiliza un enlace terrestre de voz o datos (Red Pública Telefónica o Red Pública de Datos) para comunicar las oficinas del despachador de la red con la estación terrena central. Aquí se transmiten los datos al satélite, y de éste a la terminal móvil, a su vez, responde enviando los datos a la Estación Terrena Central, donde se envían en forma terrestre a la oficina del despachador de la red. En cierta manera, el proveedor del servicio satelital opera como "carrier" del segmento satelital, requiriendo otro "carrier" para el segmento terrestre. La figura 2-4 muestra el esquema de operación del sistema OMNITRACS.

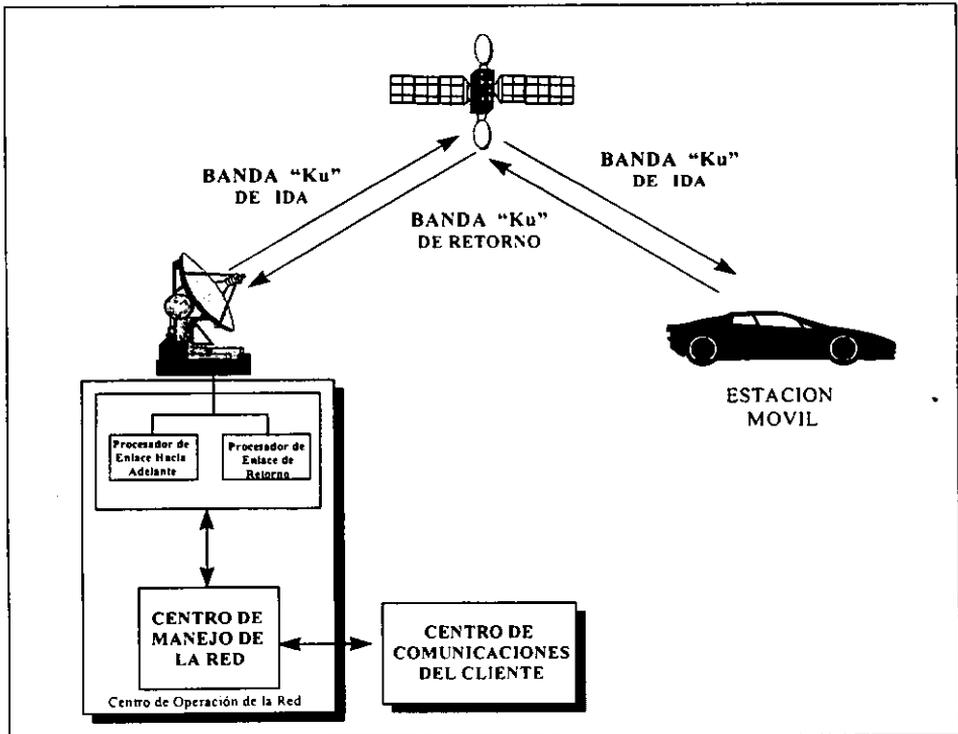


FIGURA 2.4 Arquitectura del Sistema Omnitrac

Uno de los atractivos principales del sistema OMNITRACS es que proporciona el servicio de posicionamiento para vehículos. Aunque el resultado es similar al del sistema GPS, el modo de lograr esto es distinto: GPS obtienen los valores de posicionamiento a partir del uso de 2 satélites al mismo tiempo, de órbita media, mientras que OMNITRACS los obtiene a partir de 2 satélites geoestacionarios. Sin embargo, ambos sistemas afirman una precisión cercana a los 30 metros de error.

La principal aplicación del sistema OMNITRACS ha sido en flotillas de camiones de carga. Dentro de sus ventajas se menciona la necesidad de comunicación breve pero constante entre choferes con el despachador, además de la información de posicionamiento del camión. Para cierto tipo de aplicaciones donde no se requiere voz, el sistema OMNITRACS es suficiente.

En México hay una compañía concesionaria, que ofrece el servicio de OMNITRACS a través del sistema de satélites Mexicanos Solidaridad 1 en banda "Ku" que funciona en la banda de 11-14 GHz. La red de comunicaciones móviles por satélite en la Banda de "Ku" consta de tres principales componentes:

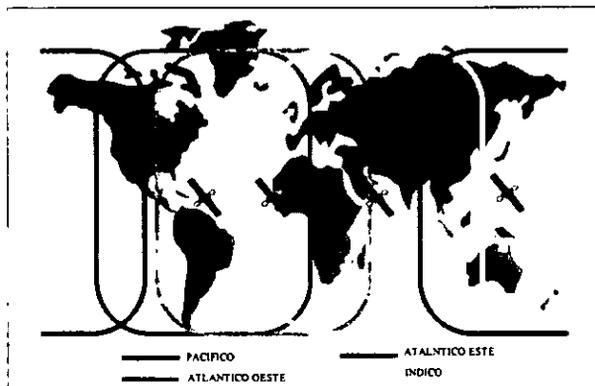
- Un Centro de Explotación de la Red (NOC), encargado de controlar y supervisar la red, siendo el encargado de interconectar a Red Pública Telefónica o Redes Privadas.
- Transpondedor en la banda "Ku" del satélite Solidaridad 1.
- Terminales Móviles y portátiles de transmisión de datos y notificaciones de posición bidireccionales.

#### **Servicios que ofrece OMNITRACS**

La red de comunicaciones por satélite para estaciones móviles, ofrece servicios bidireccionales de transmisión de datos, GPS (Global Position Satellite), llamadas de grupo, cobertura nacional, interconexión a la Red Pública Telefónica o Redes Privadas.

### 2.3.4 Sistema INMARSAT

A partir de enero de 1994 México es miembro del consorcio internacional INMARSAT. El signatario oficial por México ante dicho organismo internacional es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), a través de Telecomunicaciones de México (TELECOMM), donde se concentra y controla la información requerida para su operación en nuestro país.



**FIGURA 2.5 Regiones de Operación INMARSAT**

Debido a la cobertura actual del sistema INMARSAT, México se encuentra dentro de los haces globales de sus satélites. Esta cubierto por los haces de los satélites de las regiones AOR-E y AOR-W, sobre el Océano Atlántico, y del satélite de la región POR sobre el Océano Pacífico. En la figura 2.5 se muestran las regiones mencionadas. Debido a lo anterior, cualquier vehículo que entre al territorio Mexicano, sea marítimo, terrestre o aeronáutico, puede usar el sistema INMARSAT.

Es importante definir los marcos de operación que tendría el sistema INMARSAT en México, referente a aplicaciones, servicios, etc. requerido para su convivencia con el sistema Solidaridad. También es importante definir sobre la conveniencia de instalar una estación de interconexión en México para el sistema internacional INMARSAT. Esto sería importante debido a que se reducirían los costos del tráfico terrestre al usuario nacional.

## **2.4 SISTEMAS MÓVILES POR SATÉLITE CON SERVICIOS INTERNACIONALES**

Los sistemas de comunicaciones móviles vía satélite tienen como finalidad suministrar comunicación de voz o de datos desde usuarios móviles hacia redes de comunicaciones públicas, así como también con redes de comunicaciones privadas de voz o datos. La interconexión entre usuarios móviles, o entre usuario móvil y uno fijo, se realiza a través del satélite y de las estaciones fijas y estaciones móviles que suministren este servicio.

El sistema internacional de comunicaciones móviles que en la actualidad está en funcionamiento es de la Organización Internacional Satelital Marítima (INMARSAT).

### **2.4.1 INMARSAT**

La organización INMARSAT suministrará un servicio de comunicaciones móvil satelital a usuarios marítimos, terrestres y aeronáuticos. Fue establecida en 1979, y la Organización Internacional Marítima jugó un papel importante en su creación. El sistema MARISAT, que era dedicado solamente para servicios de emergencia marítima fue el precursor del sistema INMARSAT. Los satélites MARISAT fueron adquiridos por INMARSAT en 1982. Sus oficinas centrales se encuentran en Londres, Inglaterra. A principio de 1992 entró en operación la segunda generación de satélites INMARSAT, llamada INMARSAT 2.

En el sistema INMARSAT se tienen las Estaciones Terrenas Costeras (ETC), las Terminales Móviles (TM), además el sistema satelital.

La TM puede ser tanto de usuarios marítimos, terrestres o aeronáuticos, los cuales se enlazan por medio del satélite hacia la ETC para que a través de ella se tenga conexión hacia las redes de comunicaciones públicas y viceversa. Las Estaciones Terrenas Costeras se encuentran distribuidas a través de todo el mundo por lo que logran tener una gran interconectividad entre los sistemas de comunicación, además que es un sistema que provee servicios a través de satélites de cobertura global.

La tercera generación de INMARSAT garantiza la operación de sus satélites hasta la primera década del año 2000. Además, los satélites están entre los más versátiles que INMARSAT haya tenido antes.

El primer satélite de esta nueva creación fue lanzado en 1996.

Los nuevos satélites de la tercera generación de INMARSAT serán más grandes y más potentes que sus precursores.

Cada satélite pesará aproximadamente 1900 Kg, además producirán 48 dBW de PIRE.

La tabla 2-1 muestra los parámetros de los satélites que utiliza INMARSAT para prestar el servicio de comunicación móvil satelital.

SATÉLITE	MARISAT	INTELSAT V	MARECS AY B
<b>ETC-TM (BANDA C a L)</b>			
Banda de RX (GHZ)	6.420-6.424	6.4175-6.425	6.420-6.425
Banda de TX (GHZ)	1.537-1.541	1.535-1.5425	1.5375-1.5425
G/T en Rx (dB/°K)	-19.6	-18.6	-17
PIRE en banda L (dBW)	27	33	34
<b>TM-ETC (BANDA L a C)</b>			
Banda de RX (GHZ)	1.6385-1.6425	1.6365-1.644	1.6385-1.644
Banda de TX (GHZ)	4.195-4.199	4.1925-4.200	4.1945-4.200
G/T en Rx (dB/°K)	-17	-15	-13.3
PIRE en banda C (dBW)	18	17.5	15

**TABLA 2-1. Características de los Satélites Utilizados por INMARSAT.**

La finalidad del PIRE es proporcionar el valor de la potencia emitida por el satélite hacia las terminales móviles, y el valor de G/T nos proporciona la relación de la ganancia de la antena a la temperatura de ruido en el sistema para el receptor del satélite en particular.



## 2.4 2 Sistema Satelital MSAT

El Sistema Satelital Móvil Norteamericano desarrollado por AMSC/TMI, y esta en servicio desde 1995, este suministra servicios de voz, datos entre otros utilizando satélites geoestacionarios. La conexión de las terminales móviles a los satélites es por medio de haces en banda "L" (1.5-1.6 GHz). Las Estaciones de Interconexión son elementos que realizan las interfaces de conexión hacia las redes externas del sistema satelital móvil.

En la tabla 2-2 se muestran algunas de las características técnicas y de operación del sistema MSAT.

<b>SATÉLITE</b>	
<b>ETC-TM (BANDA "C" a "L")</b>	
Banda de RX (GHZ)	a) 13.2-13.25 b) 14-14.2
Banda de TX (GHZ)	c) 10.75-10.95 d) 13-13.15 e) 11.7-11.9
G/T en Rx (dB/°K)	-3.6
PIRE en banda L (dBW)	56.6
<b>TM-ETC (BANDA "L" a "C" )</b>	
Banda de RX (GHZ)	1.6315-1.6605
Banda de TX (GHZ)	1.53-1.559
G/T en Rx (dB/°K)	2.7
PIRE en banda Ku (dBW)	36.7

**TABLA 2-2 Técnicas de Operación del Sistema MSAT**

## 2.4.3 Nueva Generación de Sistemas Móviles Satelitales

### GLOBALSTART

Globalstart es un sistema digital de telecomunicaciones basado en una nueva constelación de satélites de órbita baja (LEO) de 700 a 2,000 Km. Que ofrecerá a partir de 1999 servicios de telefonía inalámbrica en áreas poco o no cubiertas actualmente por los sistemas de telecomunicaciones alámbrica o celular. El consorcio Globalstart está integrado por 11 corporaciones multinacionales líderes en el sector de las telecomunicaciones entre ellas por mencionar alguna es Loral Space Communications.

Este sistema contara con una constelación de 48 satélites de órbita baja (LEO) que orbitan a 1,414 Km, en 8 planos de 6 satélites cada uno con un periodo orbital de 113 minutos, tenido una cobertura mundial.

En el funcionamiento desde el equipo terminal se conecta al satélite y posteriormente al nodo (gateway) está ultima son estaciones terrenas satelitales ubicadas en diferentes países uno de ellos en México para ser más exacto en estado de Puebla, que se encarga de comunicar a sus usuarios a las centrales telefónicas, teniendo una flexibilidad de interconexión a redes privadas y publicas a demás con enlaces encriptados.

En la tabla 2.3 se muestra las características de dichos sistemas:

Terminales fijas unimodales	Con antena externa adaptables para telefonía Pública.
Moviles trimodales	Que se combinan con el servicio celular (AMPS/CDMA o TDMA)
Servicios de valor agregado	Transmisión de Datos, Paging , Fax, GPS , Prepago , etc.
Velocidad de transmisión de voz	2400 a 9600 kbps.
Velocidad de transmisión de datos	7,200 kbps
Terminales	Portatiles y a bajo costos

Tabla 2.3 Características generales de la nueva generación los sistemas móviles.



## **IRIDIUM**

Iridium de Motorola es un sistema de comunicaciones móviles que empleara en su red a 66 Satélites de órbita baja (LEO) que están siendo desplegados en 6 planos orbitales a una altura aproximada de 780 Km. estos satélites utilizaran las frecuencias en la parte Móvil en el enlace de bajada 1616-1626.5 MHz. y en el enlace de subida de 1616-1626.5 MHz. en la banda L. En la parte de del enlace de la estación terrena hacia el satélite en la parte del enlace de subida es de 29.10 -29.30GHz. y en la parte de del enlace de bajada es de 19.40 -19.60 GHz. en la banda Ka., para la conmutación satelital será de 23.18-23.38 GHz. en la banda de Ka.

El sistema Iridium contara con un número de 15-20 nodos terrestres para interconectar las redes terrestres, este servicio planea entrar en operación en el año de 1999 con un sistema de satélites para comunicaciones móviles a través del mundo para proporcionar servicios de Voz, Datos, Paging y servicios de radio Localización.

## **Sistema ICO de Comunicación Global**

El consorcio internacional con 47 socios forman el sistema de comunicación satelital denominado ICO, conformado por empresas que eran signatarios de INMARSAT, México a través de TELECOMM participa con el 4 % del capital de ICO.

Este sistema emplea satélites de órbita media ubicados a 10, 355 Km. Contado con 10 satélites desplegados en 2 planos orbitales, inclinados 45 grados operando con las frecuencias en al parte móvil de 1.9 /2.1 GHz y la parte terrestre de 5/7 GHz. En la parte terrestre contara con doce nodos de Acceso Satelital SAN en todo el mundo y uno de ellos se en se instalara en el telepuerto de Tulancingo México para captar él trafico de la región del norte, parte de Sudamérica y el caribe, brindado un servicio de Voz, datos, Fax, y paging entre otros así como cobertura global.

---

## CAPITULO 3

---

### SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES MOVISAT-Voz

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

Desde 1964 muchas naciones han establecido su propio sistema de satélites domésticos consistiendo en uno o más satélites geoestacionarios. Cada satélite cuenta con uno o más subsistemas de antenas que irradian haces regionales cubriendo toda la nación y partes de las regiones vecinas. En 1991 se definieron 19 portadoras o servicios compatibles con el sistema MSAT (Canadá-EEUU) con respecto a los parámetros básicos del sistema y servicios ofrecidos. Lo anterior fue una propuesta inicial que puede modificarse, y permite resolver posibles conflictos en aspectos de interferencia con haces de otros sistemas satelitales.

El sistema MOVISAT-Voz funciona a través del protocolo MSAT utilizado por los dos principales sistemas de comunicaciones móviles en Norteamérica AMSC (EUA) y TMI (Canadá), el cual resuelve los problemas de cobertura en cuanto a conmutación móvil y telefonía rural, ya que hasta el momento es el único en brindar cobertura total a la república mexicana y sus 200 millas de mar patrimonial.

En los años 80's se iniciaron los primeros servicios de comunicaciones móviles por satélite en el ámbito marítimo por el consorcio INMARSAT, siendo a la vez los primeros en dar una cobertura mundial. La finalidad de crear esta organización por los países marítimos fue la de dar asistencia en caso de desastre, seguridad, y para mejorar la eficiencia y administración de los barcos, además de proporcionar servicios de correspondencia con sistemas de comunicaciones públicas.

El sistema de conmutación MOVISAT-Voz, trabaja bajo el estándar MSAT. Dicho sistema es una red satelital de telefonía móvil pública que cuenta con la capacidad de brindar servicio a zonas geográficas remotas e inaccesibles, así como carentes de infraestructura terrestre de comunicación.

### 3.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA MÓVIL DE VOZ (MOVISAT).

Los elementos que forman parte de la infraestructura del sistema MOVISAT-Voz son los siguientes :

- Sistema de satélites solidaridad
- Solidaridad 1 y 2 con un PIRE de 45.5 dbW (en el borde de la huella)
- Centro de Control Operativo de la Red (CCOR)
- Interconexión a la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC)
- Terminales Móviles (Teléfonos Satelitales)

En la figura 3.1 se muestra un diagrama del sistema MOVISAT.

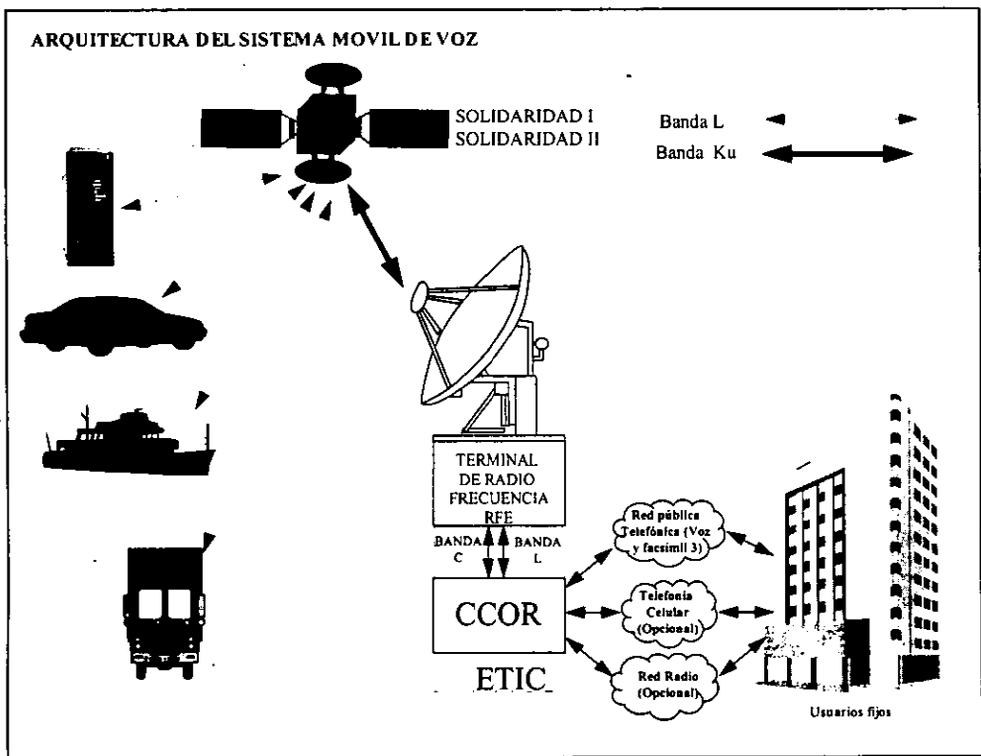


Figura 3.1 Arquitectura del Sistema MOVISAT

### 3.3 SISTEMA DE SATÉLITES SOLIDARIDAD

El sistema Solidaridad, comprende dos satélites híbridos idénticos triaxialmente estabilizados, con una vida mínima esperada de catorce años, y su segmento terrestre asociado con dos estaciones de control (en la Ciudad de México y en Sonora). Debido a las características de sus subsistemas de comunicaciones: tamaño, peso, potencia, área de cobertura y las nuevas tecnologías de las que hace uso, éste es de un sistema satelital complejo y tecnológicamente avanzado. Cada uno requiere cerca de 3.3 KW de potencia para soportar sus operaciones, no sólo de la sección de comunicaciones sino también para las secciones de rastreo, telemetría y mando.

Con la segunda generación de satélites mexicanos Solidaridad se satisface la demanda que ha sido rebasada en cuanto a los servicios prestados por los satélites Morelos, y ampliar el servicio y área de cobertura. Debido al modelo del los satelites Solidaridad, se aumento la potencia transmitida, lo cual trae consigo una mejora en el nivel de la señal recibida por los usuarios del sistema, tanto en banda "C" como en banda "Ku". Además se incluyo un subsistema de comunicaciones móviles, éste consiste de dos transpondedores separados ("Ku"/"L" y "L"/"Ku") compartiendo una antena transmisora/receptora común en 1.5/1.6 GHz de frecuencia, conocida como banda "L". Esta banda es utilizada según acuerdos internacionales exclusivamente para comunicaciones móviles.

La nueva banda "L" proporciona cobertura al Territorio Nacional y sus 200 millas náuticas de mar patrimonial. Debido a que una cara de la estructura cúbica del satélite es usada para el arreglo de antenas de banda "L", existe una gran apertura del haz sin necesidad del despliegue de antenas como en banda "C" ó "Ku", alcanzándose una gran ganancia de antena y ampliando el margen de PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Efectiva).

Algunas características de los satélites Solidaridad 1 y Solidaridad 2 se mencionan en la tabla 3.1.

SATE-LITE	LOCALI-ZACION	BANDA "C"		BANDA "Ku"		BANDA "L"	
		PIRE dBW	G/T dB/K	PIRE dBW	G/T dB/K	PIRE dBW	G/T dB/K
SOLID I	109.2 W	35-40.5	0-2.7	47	2.5	45	-1.5
SOLID II	113.0 W	35-40.5	0-2.7	47	2.5	45	-1.5

Tabla 3.1 Características y localización de los satélites solidaridad 1 y 2

A continuación se mencionan otras características de los satélites Solidaridad :

- Son satélites estabilizados en tres ejes, los satélites con este tipo de estabilización por lo regular cuentan con mayor potencia eléctrica para la alimentación de los subsistemas que conforman el satélite.
- Existe conmutación de banda abordo del satélite en el caso de banda "Ku" a "L" y viceversa.
- Mayor potencia radiada efectiva en las bandas "C" y "Ku".
- Mejor relación en la figura de mérito (G/T) en los receptores de las señales satelitales con respecto a los satélites Morelos.

En noviembre de 1993 Hughes inicio un programa para desarrollar una versión de alta potencia de la línea de satélites avanzados con una estabilidad de masa de tipo HS 60 mismo que puede suministrar hasta 8 kilowatts de energía al sistema de comunicaciones. El resultado del programa dio origen al HS 601 de alto desempeño denominado HS 601 HP.

El satélite HS 601HP esta diseñado en repuesta a la convocatoria para la Licitación Pública Internacional de TELECOMM, hoy en día SATMEX Satélites Mexicanos (compañía privada), el cual se encarga de la operación de los satélites incluyendo MORELOS 3.

El sistema Morelos 3 de servicios fijos con 24 transpondedores en banda C y 24 de alta potencia en banda Ku, contando con una confiabilidad, de desempeño durante su misión de 15 años de vida útil, con la finalidad de sustituir al Morelos 2 que finaliza su vida útil en próximo año. El Morelos 3 se pondrá en órbita en el mes de septiembre del presente año.

### **3.4 TERMINAL DE RADIO FRECUENCIA (RF)**

El equipo de Radio Frecuencia proporciona la interfaz entre los satélites solidaridad y la ETIC, además de controlar las frecuencias a través de pilotos no compensados y controlar la potencia por medio de pilotos compensados. El sistema de radio frecuencia esta constituido principalmente por las antenas, las frecuencias de RF, FI y los sistemas de monitoreo para el estado de las señales.

#### **3.4.1 Repetidor de Ida en Banda "L"**

El repetidor de Ida recibe señales en Banda "Ku" a través de una sección de recepción común, compartida entre el repetidor en Banda "Ku" y el repetidor de ida. Las señales de enlace hacia arriba en Banda "Ku" son recibidas por el LNA del transpondedor en Banda "Ku". La salida del Amplificador de Bajo Ruido (LNA)

es igualmente dividida entre el repetidor de Banda "Ku" y el repetidor de Banda "L" por un híbrido. Tres salidas del LNA se configuran de esta manera para proveer una redundancia de 3 a 1 en la sección de recepción del transpondedor de Banda "L".

Después de la amplificación con el LNA, la señal recibida pasa a través de un filtro pasabanda de 17 MHz, el cual retira las frecuencias destinadas para el repetidor de Banda "Ku". La banda móvil continua de 17 MHz pasada por este filtro y entonces trasladada a una frecuencia intermedia de 248 a 265 MHz por medio del convertidor de bajada de Banda "Ku" a FI. Los convertidores de subida de FI a Banda "L", proveen filtrado de canal, control y ganancia de canal, y conversión de subida para las frecuencias de transmisión en Banda "L". Cuatro convertidores logran una redundancia de 2 a 1 para cada canal. Cada convertidor de subida contiene dos filtros independientes. La canalización de la señal de FI en las cuatro sub-bandas se realiza por medio de filtros SAW (Onda Acústica Superficial).

Los dispositivos SAW fueron elegidos por un alto rechazo fuera de banda, pequeña banda de transición y características lineales de fase. Una vez realizada la canalización, cada nivel de señal de las sub-bandas puede ser ajustado independientemente por medio de una serie de atenuadores de control situados en cada convertidor de FI a Banda "L".

Las señales de las sub-bandas convertidas hacia arriba son combinadas y amplificadas para transmisión por cuatro SSPA's (Amplificador de Potencia de Estado Sólido) operados en fase. La señal de entrada es primero dividida en cuatro entradas separadas y alimentadas a un anillo conmutador R de 6 a 4, formado por SSPA's. Dentro de cada SSPA, cuatro FET's combinados en paralelo logran una potencia de salida de 21.6 W a una Relación de Potencia a Ruido (NPR) de 21.5 dB. Una eficiencia total del amplificador de 24%, minimiza la potencia d.c. necesaria para el PIRE de 45.5 dBW.

Las cuatro salidas de la red de conmutadores R son enrutadas a cuatro filtros pasa bajas. Los filtros pasa bajas rechazan armónicas generadas por los SSPA's. Después, la señal pasa a cuatro diplexores de transmisión donde se usa un filtrado final de salida para reducir los productos de intermodulación y el ruido transmitido que puede caer en la banda de recepción. El diplexor es un filtro coaxial de siete secciones con una respuesta casi elíptica. Las salidas de los diplexores son finalmente alimentadas a los cuatro puertos de entrada de la antena, cada uno de los cuales activa un cuadrante del arreglo en Banda "L". La potencia de los SSPA's es coherente combinada en el campo lejano de la antena para producir el PIRE de transmisión especificado.

Un oscilador maestro de referencia, el cual provee las oscilaciones locales coherentes tanto para los convertidores de subida como para los convertidores de bajada se emplean en el repetidor de banda L para asegurar una exacta traslación de frecuencia. Un oscilador de cristal de 10 MHz ha sido elegido para asegurar las estabildades a corto y largo plazo.

### 3.4.2 Repetidores de Regreso en Banda "L"

El repetidor de regreso funcionalmente realiza la operación inversa del repetidor de ida. Las señales no contiguas de los usuarios móviles son recibidas por el arreglo de transmisión/recepción en Banda "L" y enrutadas hacia el repetidor por el diplexor/combinador. El filtro de recepción del diplexor/combinador es de tipo coaxial de cuatro secciones con respuesta cuasi elíptica. Las salidas de cada uno de los cuatro diplexores se suman en fase por el combinador y enrutadas al filtro pasabanda. El filtro pasabanda es un filtro de función cuasi elíptica de seis secciones. Este ensamble rechaza la señal transmitida en Banda "L", así como otras frecuencias no consideradas para el transpondedor de regreso, de esta manera preserva una excelente linealidad del LNA en Banda "L". El LNA de banda L tiene una figura de ruido de 1.2 dB y una ganancia de 36 dB, lo cual reduce significativamente la contribución de ruido por las etapas posteriores en la trayectoria de la señal. Las señales recibidas son entonces dirigidas hacia los convertidores de bajada L/FI, los cuales independientemente trasladan las cuatro sub-bandas a una FI de 251.5 a 268.5 MHz, las canalizan y fijan una ganancia de canal por medio de un comando terrestre. Esta unidad es muy similar en diseño al convertidor de subida de FI a Banda "L" en el repetidor. Cuatro unidades, cada una con dos sub-bandas logran una redundancia de 2 a 1 para las cuatro sub-bandas. En este punto, las dos sub-bandas están contiguas y son enrutadas al convertidor de subida de FI a Banda "Ku".

El convertidor de subida de FI a Banda "Ku" es similar en diseño al convertidor de bajada de "Ku" a FI en el repetidor de subida. Una vez hecha la conversión de subida para la frecuencia de transmisión en Banda "Ku", el tráfico móvil de 17 MHz es combinado en el canal de 27 MHz de Banda "Ku" y amplificado por el Tubo Amplificador de Onda Viajera (TWTA). Todas las unidades de baja potencia en Banda "L" emplean redundancia 2 a 1, mientras que los SSPA's tienen configuraciones con redundancia de 6 a 4. Otra característica clave en el sistema de Banda "L" es el uso de conversiones simples en frecuencia de Banda "Ku" a FI y de FI a Banda "L". Esta arquitectura minimiza el número de mezcladores en la trayectoria de la señal, mejorando la linealidad del canal y reduciendo la interferencia de señales espurias asociadas con mezcladores adicionales.

### 3.4.3 Convertidor de Bajada Ku/FI

El convertidor de bajada Ku/FI es una unidad integrada y eficiente en potencia que traslada en frecuencia las señales de Banda "Ku" a la entrada en el enlace de ida a frecuencia intermedia, donde filtros SAW determinan el ancho de banda de los convertidores de subida FI/L. El convertidor de bajada tiene 32 dB de ganancia lineal con una figura de ruido menor de 13 dB y punto de intercepción de tercer orden de salida mayor a 22 dBm. Un oscilador de referencia externo común a todas las unidades en banda L se emplea para todas las conversiones de frecuencia con el objeto de eliminar errores entre canales. El convertidor de bajada Ku/FI traslada señales de entrada de 14.248 a 14.265 GHz a señales con frecuencias intermedias de 248 a 265 MHz.

### 3.4.4 Convertidor de Subida FI/L

El convertidor de subida FI/L es una unidad eficiente en potencia, ligera e integrada que provee traslación en frecuencia de FI a la banda de frecuencias de transmisión en banda L. El filtro de canalización de enlace hacia arriba y el control de ganancia también se incluyen en esta unidad.

La separación del espectro de enlace hacia abajo de Banda "L" en cuatro canales no contiguos requiere de dos convertidores de subida ligeramente diferentes en el repetidor para el enlace hacia arriba. La primera unidad, Tipo I, traslada la banda de FI que va de 248 a 264 MHz a la banda que va de 1528 a 1544 MHz utilizando una frecuencia del oscilador local de 1280 MHz. La segunda unidad, Tipo II, usa un oscilador local de 14 MHz más grande que la unidad tipo I (1294 MHz) para trasladar de la banda de FI que va de 250 a 265 MHz a la banda que va de 1544 a 1559 MHz. La relativamente alta frecuencia intermedia elegida permite que sea empleada una sola conversión, mejorando la confiabilidad y mitigando los problemas de canales relativos a las traslaciones duales de frecuencia. Las unidades son blindadas para asegurar un alto aislamiento de FI de enlace y de canal a canal.

Los convertidores de subida proveen 32.5 dB de ganancia, un intervalo de atenuación de 15 dB en pasos de 1 dB y canalización de sub-banda con filtros SAW. Un parámetro a menudo no tomado muy en cuenta cuando se diseñan transpondedores de un sólo canal es la linealidad de las unidades de baja potencia. Los productos de intermodulación generados en estas unidades pueden tener un efecto significativo en la respuesta total del transpondedor. Típicamente, la suma de los productos de intermodulación generados en todas las unidades de potencia están diseñados para estar por abajo de 35 dB del nivel de intermodulación del amplificador de potencia (SSPA o TWTA) degradando la calidad del sistema en menos de 0.15 dB. Esta filosofía conduce al requerimiento de un punto de intercepción de tercer orden alto (>+28 dBm) de los convertidores de FI a Banda "L".

### 3.4.5 Amplificador de Potencia de Estado Sólido para Banda L

El diseño de los SSPA's es un compromiso entre los requerimientos para una excelente linealidad, alta eficiencia de Radio Frecuencia (RF) para minimizar el consumo de potencia y disipación térmica, y una confiabilidad grande para cumplir los 14 años de vida útil. La potencia de RF de salida de los SSPA's es de 21.6 W.

Los SSPA's para la banda L están conectados entre un divisor de potencia y la antena en banda L, los cuatro SSPA's entregan niveles iguales de potencia de RF a la antena. Cada SSPA provee una potencia de salida de RF de 21.6 W y un NPR de 21.5 dB. Cada SSPA se interfaza directamente con los subsistemas de control de potencia, los cuales se pueden controlar individualmente (ON-OFF).

### 3.4.6 Diplexores para Banda L

Cada diplexor para la Banda "L" actúa como la interface común entre la antena, el repetidor de ida y el repetidor de regreso, ya que éstos proveen un aislamiento alto entre las señales de transmisión y recepción.

Cada uno de los cuatro diplexores para la Banda "L" consiste de un filtro pasa bajas, un filtro coaxial de transmisión y un filtro coaxial de recepción. Un combinador de señales de 4 a 1 se emplea para combinar las señales de recepción de los cuatro puertos de recepción de los diplexores. Los filtros pasa bajas previenen cualquier daño de la carga útil en banda C rechazando la cuarta armónica de la frecuencia de transmisión.

Los filtros de transmisión aseguran que el ruido y los productos de intermodulación no se introduzcan en la sección de recepción del transpondedor. Los filtros de recepción se usan para disminuir la potencia de recepción que llega a los LNA's.

### 3.4.7 Amplificadores de Bajo Ruido para Banda L

Siguiendo la red de entrada de Banda "L" y el diplexor, estos amplificadores establecen la figura de ruido del repetidor y el requerimiento G/T del satélite. La arquitectura del repetidor usa dos amplificadores con un esquema de redundancia de 2 a 1.

Los amplificadores tienen una ganancia nominal de 36 dB con una figura de ruido máxima de 1.2 dB. La banda angosta de operación en Banda "L", 1629.5 a 1660.5 MHz permite lograr la figura de ruido y una excelente linealidad.

### 3.4.8 Convertidores de Bajada L/FI

Los convertidores de bajada L/FI son unidades eficientes en potencia, y altamente integradas, las cuales proveen traslación en frecuencia de las señales de enlace de regreso a frecuencia intermedia, canalización, control de ganancia y amplificación de señal.

La separación de espectro del enlace hacia abajo en Banda "L" en cuatro canales no contiguos requiere dos convertidores de bajada ligeramente diferentes en el repetidor para el enlace de regreso y así formar los 17 MHz contiguos del espectro en el enlace alimentador.

La primera unidad de Tipo I, traslada la banda de recepción que va de 1629.5 MHz a 1645.5 MHz a la banda de FI que va de 251.5 a 267.5 MHz usando un oscilador local con una frecuencia de 1378 MHz.

La segunda unidad, Tipo II, usa oscilador local a una frecuencia de 14 MHz más alta que la unidad Tipo I (1392 MHz) para trasladar la banda que va de 1645.5 a 1660.5 MHz a la banda de FI que va de 253.5 a 268.5 MHz. La canalización se obtiene por medio de filtros SAW.

El convertidor de bajada provee 16 dB de ganancia lineal con una figura de ruido de 10 dB y un punto de intercepción de tercer orden mayor que -12 dBm. Un atenuador de paso provee un intervalo de atenuación de 15 dB en pasos de 1 dB.

Un generador de referencia externo se usa para todas las unidades de conversión en frecuencia en el repetidor de Banda "L" con el objeto de eliminar errores de conversión de frecuencia del canal y obtener la estabilidad en frecuencia requerida. Cada entrada de RF del convertidor de bajada empieza con un amplificador y un filtro pasabanda antes de la etapa mezcladora de conversión de frecuencia.

La oscilación local para el mezclador es sintetizada del generador de referencia de la carga útil en Banda "L".

### 3.4.9 Convertidores de Subida FI/Ku

Los convertidores de subida FI/Ku son unidades altamente integradas y eficientes en potencia que trasladan las señales de FI en el enlace de regreso a señales de frecuencia de salida en Banda "Ku". Los convertidores de subida proveen una ganancia lineal de 16 dB con una figura de ruido de 10 dB y punto de intercepción de tercer orden de +13 dBm. Un generador externo de referencia se emplea para todas las unidades de conversión en frecuencia del repetidor de Banda "L" para eliminar errores de las conversiones de frecuencia y de canal a canal.

### 3.4.10 Generador de Referencia de la Carga Útil en Banda L

Las frecuencias de los osciladores locales en todos los receptores y convertidores de la carga útil en Banda "L" son derivados de un sólo generador de referencia de alta coherencia y estabilidad. El generador mantiene coherencia en frecuencia entre unidades eliminando los errores de conversión de frecuencia de canal a canal. En el satélite se tienen dos generadores idénticos de referencia, uno de éstos es de redundancia, cada uno, genera tres diferentes frecuencias de referencia. Estas señales de referencia son distribuidas por una red completamente pasiva la cual proporciona las oscilaciones locales. El generador de referencia produce señales de referencia de 14 MHz, 900 MHz y 1 GHz. De estas frecuencias se derivan seis diferentes frecuencias locales que se alimentan a los convertidores de la carga útil en banda L.

### 3.5 CENTRO DE CONTROL OPERATIVO DE LA RED (CCOR)

El CCOR suministra las funciones para monitoreo, operación y control de la asignación y el uso de los recursos del sistema MOVISAT, con la capacidad para proporcionar la información necesaria para facturar los servicios a los usuarios del sistema, así como la información estadística para la administración, servicios a los usuarios, facturación y estadísticas para la supervisión del comportamiento del sistema. La figura 3.2 muestra un panorama global del sistema del CCOR.

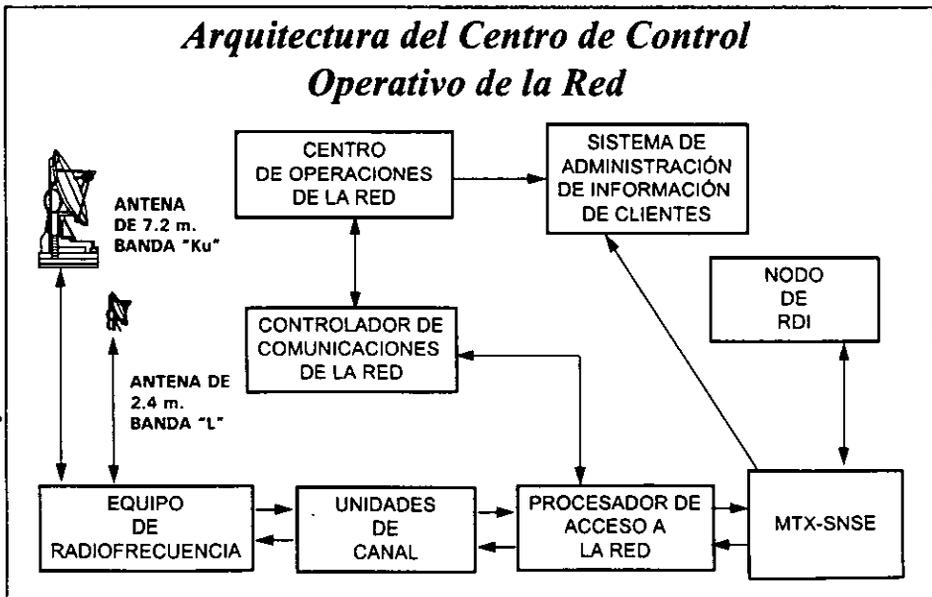


Figura 3.2 Arquitectura del Centro de Control Operativo

La operación y control de la red se efectúa por medio del CCOR. El CCOR efectúa la administración de red doméstica y además la coordinación con administraciones de redes externas (terrestres y satelitales). También es posible interconectarse con otras organizaciones que puedan requerir coordinación o acceso.

En el CCOR, un controlador de comunicaciones interactúa con las terminales y la ETIC para efectuar la administración de los recursos en tiempo real, administración de las redes virtuales y administración de acceso a la red.

El CCOR efectúa funciones de Ingeniería de Sistemas, para la planeación de funciones a largo plazo, tales como: planeación de tráfico, predicción de reconfiguración de la red o cambios en la utilización del sistema. Asimismo realiza las funciones de Ingeniería de Red para cumplir con las necesidades diarias de configuración de la red, tales como definición de número de circuitos, planeación de los recursos satelitales, distribución de frecuencias y configuración de la red.

En el sistema fundamental, las funciones del CCOR están subdivididas en tres categorías: Centro de Control de la Red, Administración de la Red y Servicios al Cliente.

### **3.5.1 Extensión de Dirección Virtual (VAX ft810)**

La VAX es utilizada como base del procesamiento para el Centro de Operaciones de la Red, Controlador de Grupos, Estación Lógica, Subsistema de Señalización y el Sistema Común Software.

La VAX está dividida básicamente en dos Subsistemas, que son el Centro de Control de la Red y el Centro de Operaciones de la Red que a continuación se describen.

#### **3.5.1.1 Centro de Operaciones de la Red (NOC)**

El NOC provee el manejo administrativo de la red y no es considerado parte del tiempo real de las operaciones de la red para establecimiento de llamada. Su software se encuentra residente en un procesador central VAX ft810. El NOC provee las siguientes funciones:

- Administra y controla las funciones del sistema
- Manejo de conteo de fallas
- Configuración de la red
- Manejo de ejecución
- Manejo de seguridad
- Registro de llamadas

El NOC actúa como la ventana dentro del sistema para operaciones del personal. El paquete del tráfico de operaciones diarias es centrado alrededor de la suma de nuevos clientes incluyendo la transmisión de información de cuenta al sistema de manejo de la red.

El NOC también provee la mayoría de las interfaces externas incluyendo la transmisión de información de cuenta para el sistema del manejo de la red.

### **3.5.1.2 Centro de Control de la Red (NCC)**

El NCC es el centro del subsistema del control de la red para el establecimiento de llamadas por medio de conmutación de circuitos (voz, datos y fax), su software esta residente en un procesador central VAX ft810. El NCC es responsable para el establecimiento y desestablecimiento de todas las llamadas de conmutación de circuitos. Si un abonado de la RTPC marca el número de directorio deseado para una estación Terminal de Usuario (MT), requiere del NCC. El NCC determina la membresía de la red del MT llamado (Grupo de Control y Red Virtual) y verifica que el ETU este enlistado operacional y no este disponible actualmente para otra llamada. El NCC determina la capacidad que el satélite requiere para la llamada (Potencia y Ancho de Banda basándose en las características de la llamada del MT) y la cantidad de la capacidad del sistema de tierra necesitado.

Cuando el MT es validado, entonces el satélite y los recursos de la red de tierra son disponibles. El NCC presenta mensajes de una llamada fuera de la banda del canal apropiado de señalización para la llamada al MT.

Un ejemplo del funcionamiento del NCC se describe a continuación. El NCC deshabilita una llamada y manda la ejecución de datos al NOC para ser combinada con la información proveniente del ETI. Una llamada del MT es similar a una llamada originada de la RTPC. El hace la llamada requerida al NCC usando una verificación de acceso fuera de la banda del canal de señalización.

Otra de sus funciones es administrar la asignación de recursos en tiempo real, canales terrestres y satelitales (potencia y espectro), además se encarga del control de ETU como es: comisionamiento, pruebas de desempeño y autorización. También se encarga del establecimiento, monitoreo y terminación de llamadas.

### **3.5.2 Estación Terrena de Interconexión Central (ETIC)**

La Estación Terrena de Interconexión Central está instalada en la Ciudad de México en el mismo lugar que el Centro de Control Operativo de la Red (CCOR), junto con el cual formará el punto concentrador (Hub) de la red del sistema. La capacidad inicial de canales de la ETIC fue del orden de 150 canales, ampliándose para el tercer trimestre de 1998 a 246 unidades de canal y para

finales del mismo año habra otro incremento de otras 96 unidades de canal, resultando 342 unidades de canal. Esta estación estará conectada al CCOR por líneas directas y proporcionará los enlaces con el sistema de satélites.

La Estación Terrena de Interconexión Central (ETIC) deberá transmitir y recibir señales en Banda "Ku".

### **3.5.3 Sistema de Administración y Atención a Clientes (CMIS)**

El CMIS es el que provee a los clientes y también provee servicio con información y asistencia relacionada con los subscriptores. El CMIS se encarga de convertir la información para que la entienda un operador, así como manejable para la red.

El Manejador Central de la Red (NCM), mantendrá y proveerá al CMIS, por medio de una Base de Datos del Cliente, Base de Datos para la Red Virtual, los Estados de las Terminales Móviles, Base de Datos para la Configuración del Grupo de Control y Sistema de Eventos y Detalles de un Registro de Llamadas.

El CMIS dará acceso a la configuración de la Base de Datos del Cliente y Base de Datos de Redes Virtuales con el propósito de crear o mantener sus propias cadenas de comunicación.

El CMIS es operado por el sistema CCOR y provee la información de una base de datos para el CCOR. Esta información incluye la adición de nuevos clientes, redes virtuales, plan de frecuencias, tablas de rutas, configuraciones de equipo y otras informaciones de operación.

## **3.6 SISTEMA DE MULTIPLEXAJE DIGITAL PARA INTERCAMBIO DE TELEFONÍA MÓVIL, SUPER NODO DE TAMAÑO MEJORADO (DMS MTX SNSE)**

El Conmutador Multiplexor Digital DMS MTX SNSE forma parte del CCOR, pero debido a que es tema base para los temas posteriores de este trabajo, se considera por separado del contexto del CCOR.

### **3.6.1 Reseña del sistema DMS**

El sistema DMS se basa en un concepto de familia o de serie, que proporciona una amplia gama de funciones de conmutación y redes digitales. Las técnicas de diseño modular se han aplicado en diferentes familias de productos que sirven al mercado, tales como conmutadores locales, conmutadores de tarifa, conmutadores celulares, conmutadores de redes militares y los que proporcionan servicios comerciales especiales.

La arquitectura del DMS está diseñada para utilizar conceptos modulares en el hardware y software. Cada módulo de hardware tiene su propio microprocesador. Al distribuir módulos controlados por microprocesadores en todo el DMS, la Unidad Central de Procesamiento (CPU) no se tiene que ocupar de muchas funciones que consumen demasiado tiempo, lo cual permite que el CPU tenga más tiempo para realizar funciones de alto nivel.

El sistema DMS es un sistema de conmutación controlado por un programa almacenado, con capacidad para servir virtualmente cualquiera de las aplicaciones locales, de tarifas, o combinación de aplicaciones. Las instrucciones (programas) necesarias para ejecutar tareas de procesamiento de llamadas se almacenan en los procesadores y en diferentes procesadores de distribución. Estos procesadores distribuidos son controlados por una CPU central. La CPU central controla las operaciones del DMS al hacer referencia y ejecutar los programas almacenados necesarios para la tarea de ejecución.

El sistema de conmutación digital DMS requiere que todas las señales analógicas sean codificadas digitalmente antes de entrar al sistema. Los medios que transportan la información digital se basan en una configuración de cuatro alambres (pares de transmisión y recepción) y tienen la capacidad de transmitir y recibir información simultáneamente. Cada medio de cuatro alambres transporta 32 canales de información Multiplexada por Distribución en el tiempo (TDM). El TDM permite la transmisión de 32 señales individuales en una sola ruta.

El DS512 es un enlace de transmisión de fibra óptica desarrollado en los sistemas del SuperNodo DMS y en el SuperNodo de Tamaño Mejorado. Los enlaces del DS512 conectan el Módulo Computarizado con el Conmutador de Mensajes. Un enlace DS512 equivale a 16 enlaces DS-30.

Debido a que todos los medios que entran y salen de la red transportan información digital, el DMS conmuta conexiones vocales y de datos por medio de una red completamente digital. La capacidad de implementar la conmutación por distribución en el tiempo en una red digital mejora considerablemente la flexibilidad de la matriz de conmutación y virtualmente elimina el bloqueo de red y la diafonía.

### **3.6.1.1 Arquitectura del SuperNodo**

El sistema modular DMS, que se muestra en la figura 3.3, esta subdividido en cuatro bloques funcionales principales. Todos los enlaces de comunicación utilizan enlaces de cobre DS30 o de fibra DS512.

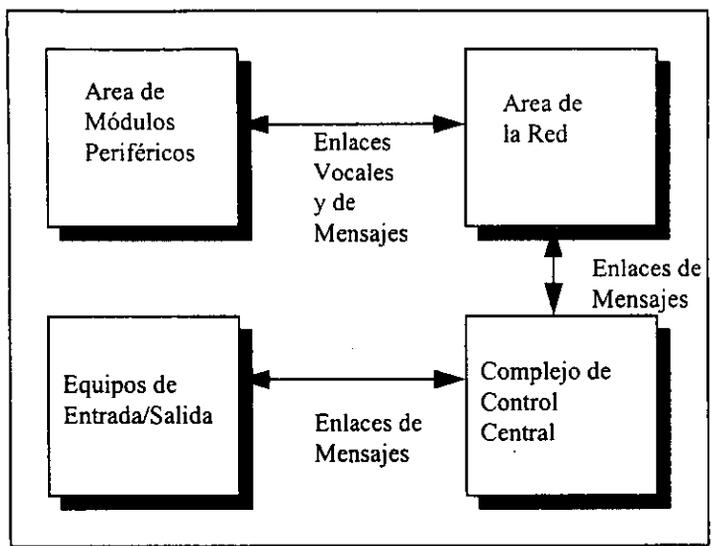


Figura 3.3 Diagrama de bloques de la arquitectura del DMS

### 3.6.1.2 Complejo de Control Central

El complejo de control central (CCC) es el cerebro del conmutador. Tiene la responsabilidad total del control y el funcionamiento adecuado del conmutador y está compuesto por el Núcleo-DMS y el Bus-DMS.

#### 3.6.1.2.1 Núcleo-DMS

Realiza las funciones de computación y de control del sistema. Utilizando un microprocesador Motorola MC68020 de 32 bits de alto rendimiento, administra y controla las llamadas que se mueven por el sistema. El núcleo DMS también proporciona las funciones de almacenamiento de software para el núcleo (es decir, almacenamiento de programas) y los datos de configuración (o sea, el almacenamiento de datos).

Tal como se muestra en la figura 3.4, el núcleo DMS está compuesto por tres componentes principales: el módulo computarizado (CM), la memoria y el módulo de carga del sistema (SLM). Dos de cada uno de estos componentes están equipados ofreciendo redundancia del núcleo. El módulo computarizado realiza las funciones reales de procesamiento del sistema mientras que la memoria proporciona el almacenamiento de programas y de datos en una memoria de acceso aleatorio volátil (RAM). El SLM proporciona el almacenamiento de respaldo del software de datos y programas del sistema.

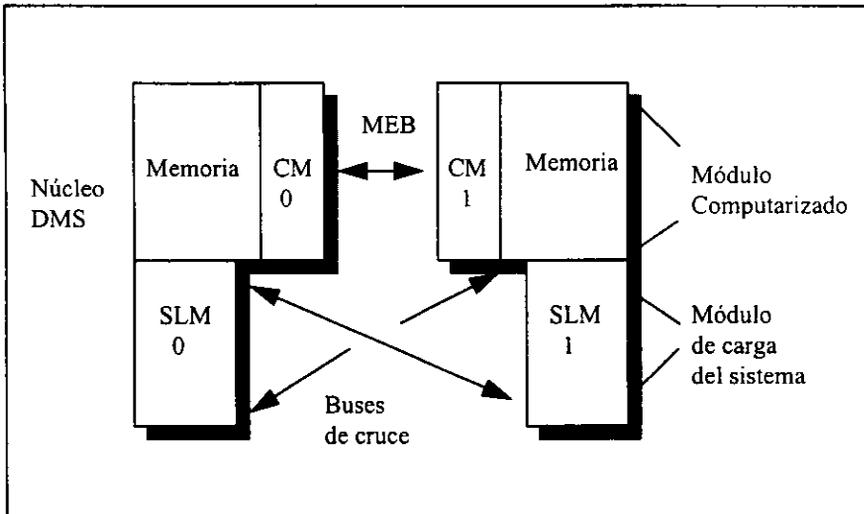


Figura 3.4 Núcleo DMS del SuperNodo

Cada CM procesa la misma información al mismo tiempo (es decir, sincronizada) y un CM está activo mientras que el otro está inactivo. Los buses de cruce proporcionan las comunicaciones entre los CM y los SLM, permitiendo que el CM activo controle ambos SLM. El bus de intercambio hermanado permite que los dos CM aseguren la sincronización del CM y monitoree el estado de cada uno.

El núcleo DMS está interconectado con el siguiente componente del SuperNodo, el bus DMS mediante una interfaz de fibra óptica.

### 3.6.1.2.2 Bus DMS

El bus DMS, al cual también se le llama Conmutador de Mensajes (MS), realiza la función de envío de mensajes del sistema proporcionando el control de los enlaces de mensajes entre el núcleo DMS y los demás bloques funcionales. Dos de cada uno de estos componentes están equipados y proporcionan redundancia del bus DMS. El bus DMS contiene su propio procesador central, la memoria, el circuito de acceso del bus y las unidades de interfaz del puerto. El ducto DMS también contiene las interfaces de reloj del conmutador las cuales pueden configurarse para que funcionen en su propio reloj, o se conecten a una fuente de reloj externa altamente estable. Este reloj proporciona la sincronización del sistema y se distribuye a todos los bloques funcionales dentro del conmutador.

### 3.6.1.2.3 Área de Módulos Periféricos

Tal como se muestra en la figura 3.5, los módulos periféricos (PM) establecen una interfaz entre las líneas de los abonados, las troncales digitales y analógicas y los circuitos de servicio con la red de conmutación. En los sistemas celulares, los abonados no se conectan directamente con un conmutador por consiguiente, no se utilizan las líneas.

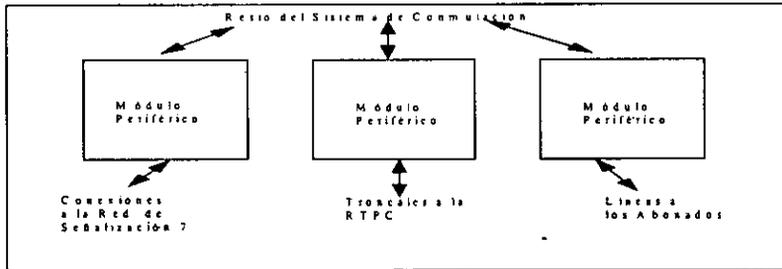


Figura 3.5 Conexiones de Módulos Periféricos

### 3.6.1.2.4 Área de la Red

El área de la red proporciona una ruta conmutada para llamadas vocales y de datos entre los módulos periféricos de entrada y salida. También facilita el paso de mensajes entre el complejo de control central y el área de módulos periféricos.

### 3.6.1.2.5 Enlaces vocales y de mensajes

El enlace vocal es el medio que conecta el área de módulos periféricos con el área de la red. Cada enlace proporciona una ruta de transmisión de doble sentido (cuatro alambres) para los 32 canales de datos multiplexados por distribución en el tiempo. Los enlaces vocales tienen 30 canales asignados para la transmisión de muestras vocales de Modulación por Pulsos Codificados (PCM) y dos canales (canales de señalización) para mensajes de control. Los canales de señalización 0 y 16 (en la actualidad sólo 0 está en uso) sirven para pasar mensajes (a través de la red) hacia y desde el DMS. El formato de transmisión en un enlace vocal se denomina DS-30 frecuentemente pueden ser utilizados indistintamente.

El enlace de mensajes es el medio que conecta el área de Mantenimiento y Administración y el área de la red con el área de Control Central. Cada enlace proporciona una ruta de transmisión de doble sentido (cuatro alambres) para 32 canales de datos multiplexados por distribución en el tiempo. Los enlaces de mensajes asignan los 32 canales para la transmisión de datos de mensajes.

La velocidad de bitios en un enlace vocal o de mensajes en el DMS es de 2.56 Mbps. La tabla 3.2, muestra la forma en que se subdivide la velocidad de 2.56 Mps.

	32	canales/trama
X	10	bitios/canales
	320	bitios/trama
X	8000	tramas/segundo
	2,560,000	bitios/segundo

Tabla 3.2 Cálculo de la velocidad en Bitios del DS30

El protocolo del DS512 se introdujo para utilizar al máximo el uso de fibra óptica en los sistemas basados en el SuperNodo DMS. Los enlaces DS-512 conectan el módulo computarizado y el conmutador de mensajes. El DS-512 tiene el formato siguiente:

- 12 bitios por canal
- 512 canales por trama
- 125 trama useg
- 49.152 Mbps velocidad de transmisión
- 16 DS30 de equivalencia de enlace

### 3.6.1.2.6 Lado P y Lado C

El lado "P" y el lado "C" son terminos utilizados para identificar un lado en particular de un subsistema de hardware.

El lado P, se refiere al lado periférico. Identifica aquel lado de un subsistema cuya interfaz está más cerca de los periféricos (es decir, los controladores de entrada/salida y los módulos periféricos, etc.).

El lado C, se refiere al lado de control central. Identifica aquel lado de un subsistema cuya interfaz está más cerca al control central.

Observe la figura 3.6, el lado P de todos los subsistemas apuntan hacia afuera de los periféricos, mientras que el lado C de todos los subsistemas apuntan en dirección opuesta.

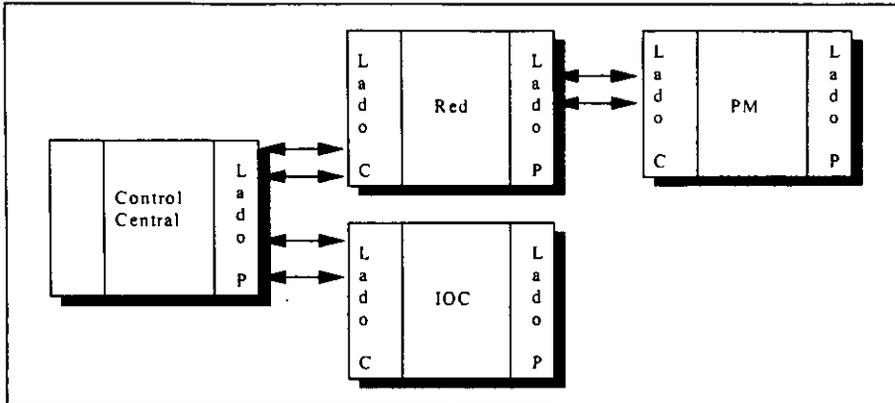


Figura 3.6 Lado P y lado C

### 3.6.1.2.7 Lenguaje del Software

El DMS utiliza el software para controlar el hardware. El sistema de software del DMS está diseñado para ser flexible y eficaz. El lenguaje básico del sistema DMS es "PROTEL" (Procedure Oriented Type Enforcing Language [Lenguaje de Tipo Obligado Adaptado al Procedimiento]). Es un lenguaje computacional de alto nivel diseñado para ser utilizado en sistemas de conmutación. "PROTEL" contiene muchas características que facilitan la implementación de un sistema de software confiable y fácil de mantener.

### 3.6.2 Generalidades del sistema de conmutación DMS MTX SNSE de MOVISAT-Voz

La Estación Terrena de interconexión Central esta asociada con una central pública de conmutación necesaria para la interconexión del sistema móvil satelital con las redes terrestres de telefonía básica. La capacidad inicial mínima deberá ser de 150 circuitos telefónicos, con posibilidad de expansión mínima de hasta de 1200 circuitos, además de manejar el tráfico de 120,000 subscriptores de servicio de telefonía móvil y rural, así como el tráfico de transmisión de datos, facsimil y en su caso, radio-comunicación de flotillas.

El DMS MTX SNSE es un sistema de conmutación para telefonía celular de la compañía Northern Telecom. La compañía Norteamericana Westinghouse fue la que desarrollo el software para utilizar un conmutador celular en el servicio de telefonía móvil satelital.

El DMS-MTX SNSE lleva a cabo todas las funciones de procesamiento de llamadas, conmutación, interfaz, transferencia y otras funciones necesarias en un sistema de conmutación satelital o celular. Basado en el producto SuperNodo DMS de Northern Telecom, el sistema DMS-MTX SNSE utiliza un software de sistema accionado por una base de datos llamadas tablas para controlar los componentes del hardware. El software se desarrollo en un lenguaje llamado "Tipo Reforzado Adaptado al Procedimiento" (PROTEL). El código de computadora PROTEL está diseñado para trabajar con gran eficacia y eficiencia con las computadoras de procesamiento de llamadas. El código fuente del sistema MOVISAT-Voz, se programa bajo lenguaje C.

El código PROTEL en el sistema DMS-MTX SNSE está organizado en módulos que contienen los datos necesarios para llevar a cabo una serie de operaciones. La siguiente lista contiene las descripciones de estas operaciones :

1. Programas de procesamiento de llamadas, estos son programas que dirigen y monitorean el progreso de una llamada a través del sistema. Por lo general, se consideran programas de códigos permanentes y no pueden modificarse.
2. Programas administrativos, estos son programas que permiten efectuar actualizaciones y cambios en la base de datos del sistema. Por lo general, contienen información que pueden manipularse.
3. Programas de mantenimiento, estos son programas que monitorean el funcionamiento del hardware del sistema y tienen la capacidad de hacer pruebas.

Esta infraestructura de software proporciona las características avanzadas del SuperNodo. Está basado en normas públicas, incluyendo la Señalización por Canal Común No.7, la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN), y el protocolo de operaciones en red.

El DMS-MTX SNSE cuenta con dos plataformas de hardware básicas que son el SuperNodo y el SuperNodo de Tamaño Mejorado (SNSE). Nos referiremos únicamente al SuperNodo de tamaño mejorado por ser del tipo utilizado en el sistema de conmutación MOVISAT-Voz.

Los componentes de hardware fundamentales del DMS-MTX SNSE son los siguientes, véase la figura 3.3:

- Controlador de Circuito Digital Interurbano PCM30 (PDTC)
- Periférico Celular Inteligente (ICP)
- Gabinete SNSE
- Equipos de entrada/salida (IOE)
- Procesador de Aplicaciones (AP)

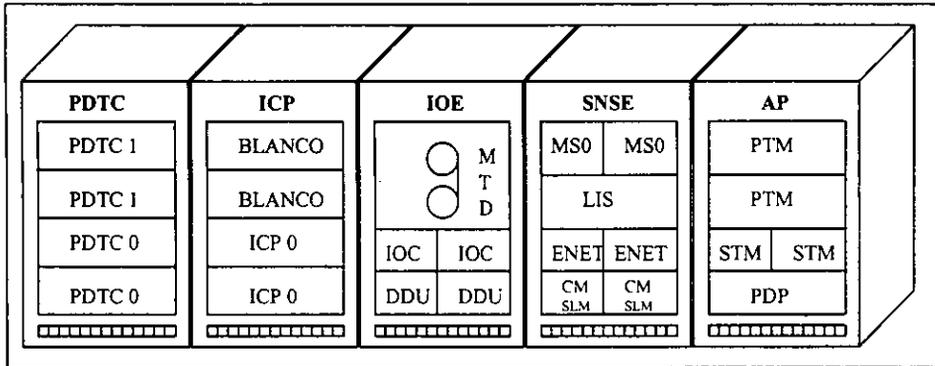


Figura 3.3 Diagrama del Equipo de Conmutación DMS MTX SNSE

### 3.6.2.1 Gabinete del SNSE

El gabinete del SNSE consta de cuatro módulos, que son, el Conmutador de Mensajes (MS), la red mejorada (ENET), el modulo de computo (CM) y el procesador periférico de enlace (LPP). La aplicación del LPP no esta implementada el sistema de conmutación de MOVISAT.

#### 3.6.2.1.1 Gabinete del Conmutador de Mensajes

El Conmutador de Mensajes (MS), concentra y distribuye mensajes a y de diversos nodos, (como el módulo de computo, la matriz de conmutación, el controlador de entrada y salida y el procesador de aplicación) conectado a sus puertos. Los puertos de acceso del bus MS pueden configurarse como interfaces de cobre DS-30 o como interfaces de fibra óptica DS-512.

Cada plano del MS puede manejar 125,000 mensajes por segundo y posee su propio microprocesador de alta velocidad.

Durante las operaciones normales, tanto el MS 0 como el MS 1 están en línea y funcionan en modalidad de carga compartida. Existen dos bases de comunicación dentro de los estantes (T y P) que permiten a todas las tarjetas del Conmutador de Mensajes comunicarse entre sí.

El conmutador de Mensajes está equipado con trece ranuras (slots) para tarjetas y consisten en:

- Adaptadores y controladores de los ductos de comunicación.- Controlan el flujo de mensajes de y a los ductos T y P.
- Tarjeta del Mapeador.- Tarjeta de memoria que mapea una dirección CPU a una física.

- Tarjeta de reloj.- Suministra señales de temporización a todos los subsistemas del DMS-MTX.
- Tarjeta CPU.- Administra y controla el MS.
- Tarjeta de los puertos.- Controlan los enlaces de comunicación a otros subsistemas tales como la ENET, CM, y los estantes de interfaz de enlaces.

## Ductos de Comunicación

### Ducto T

La función principal de los ductos de transacciones de 32 bits (ducto T) es canalizar los mensajes. El ducto T le permite al mensaje llegar a cualquier tarjeta de puerto tal como lo determina la dirección del mensaje.

Existen tres pasos básicos al conmutar un mensaje a través del ducto DMS:

1. Arbitraje.- Determina el acceso al ducto T comparándolo con los otros puertos que desean ser atendidos en el instante.
2. Direccionamiento.- Colocar la información sobre la dirección que contiene el mensaje en el ducto T de manera que el mapeador y el puerto de destino puedan responder si se dirigen a ellos.
3. Transferencia de mensajes.- Sacar la esencia del mensaje de la memoria intermedia de la fuente y colocarlo en el bus T y dentro de la memoria intermedia del puerto de destino.

### Ducto P

El ducto procesador (ducto P), permite que la tarjeta CPU mantenga y controle las tarjetas del MS. Las funciones principales del ducto P son las siguientes:

1. Actualizar las tablas de direcciones
2. Inicializar, configurar y mantener las unidades de puertos
3. Verificar los parámetros del reloj del sistema
4. Leer los "PROM" de identificación de los paquetes de circuitos

### Ducto F

El ducto de transporte de trama (ducto F) es una versión de 8 bits de ancho del ducto T, con la diferencia de que el primero se encuentra dentro de los estantes y suministra los enlaces de mensajería para los paquetes de circuitos de los estantes de interfaz de enlace. Este ducto también está conectado al estante ENET, pero solamente lo utiliza las tarjetas del estante que desempeñan las funciones de las tarjetas LIS.

## Descripción de los paquetes de circuitos

La siguiente es una descripción de algunos paquetes de circuitos (tarjetas) que se utilizan en el MS.

**Tarjeta del procesador MS (NT9X13NA).**- Mantiene y controla el estante MS, cuenta con 16 Mb de "DRAM" y 256 Kb de "EPROM" para sus programas fijos.

**Tarjeta del mapeador (NT9X15AA).**- Es una tarjeta de memoria especializada y se utiliza para traducir direcciones lógicas (números de nodos) a físicas (números de tarjetas y/o puertos). En el cuadro, la tarjeta del mapeador tiene 512 Kb de "DRAM".

**Tarjeta de 4 puertos del MS (NT9X17AD).**- Funciona como el mecanismo de transacción de mensajes principal entre el MS y otros subsistemas de conmutación tales como ENET, CM y los estantes de interfaz de enlaces. Cada puerto corresponde a un transceptor individualmente dirigible del ducto de transacción (ducto T) y puede manejar una ruta de mensaje lógica.

**Tarjeta de 32 puertos del MS (NT9X17BB).**- Permite la terminación de los 16 enlaces DS-30 en una tarjeta trasera, esta tarjeta trasera puede terminar hasta 32 puertos lógicamente independientes.

**Tarjeta de 128 puertos del MS (NT9X17CA).**- Permite la terminación de 128 puertos lógicamente independientes. Se utiliza para actuar como interfaz de una tarjeta trasera del estante ENET.

**Tarjeta trasera de interfaz DS30 (NT9X23AA).**- Ofrece 4 interfaces de enlaces de cobre DS-30 al estante IOC. Es responsable de la conversión del formato DS-30 a TTL y viceversa, así como del formato en serie al paralelo y viceversa.

**Extensor de puertos MS (NT9X25BA).**- Provee una conexión entre la tarjeta de puertos y una tarjeta trasera de interfaz DS-512 o DS-30 que termina en otra tarjeta de puertos. Al compartir de esta manera una tarjeta trasera de interfaz DS-512 o DS-30 puede transportar más datos que una sola tarjeta de puertos por lo tanto, la información de cadenas resulta más económica. Generalmente las cadenas se utilizan para unir los puertos correspondientes a la aplicación de la interfaz ENET.

**Tarjeta del reloj del MS (NT9X53AC).**- Proporciona temporización a todas las redes y los módulos periféricos del conmutador. Existe un reloj de sistema para cada MS. Es un reloj "STRATUM 3" con un desplazamiento

de temporización de +100 Hz. La tarjeta del reloj se denomina reloj combinado porque acomoda 2 frecuencias de transmisión del sistema: la de 10.24 MHz (reloj del sistema) y la de 16.384 MHz (reloj del subsistema).

**Tarjeta de interfaz trasera del reloj (NT9X54AC).**- Trabaja con la tarjeta del reloj. Esta tarjeta trasera ofrece conexiones externas para la tarjeta del reloj, la que puede conectarse directamente con un reloj externo a través de ésta tarjeta trasera. El programa MS designa un par NT9X54AC en un plano como el reloj de sistema maestro y el otro como el dependiente.

**Tarjeta trasera de subtasa DS512 de 2 puertos (NT9X62CA).**- Provee una interfaz entre las tarjetas de puertos del MS y 2 enlaces de fibra óptica. Se utiliza para actuar como interfaz del CM y el ENET.

**Tarjeta del adaptador de velocidad (NT9X73BA).**- Provee la conversión entre el ducto T de 32 bits del MS y el ducto F de 8 bits.

### 3.6.2.1.2 Módulo de Cómputo (CM)

El módulo de cómputo integra 2 planos redundantes de equipos, cada uno de los cuales consiste en un módulo de carga del sistema (SLM) y una Unidad de Procesamiento Central (CPU).

El módulo de cómputo es la fuente de computación y la fuente principal de memoria para las tarjetas administrativas generales dentro del conmutador. Posee 2 planos para ofrecer mayor confiabilidad, con una CPU en cada plano en la modalidad de sincronización normal, las CPU's pasan información entre ellas continuamente a través del ducto de intercambio de acople. En caso de que la CPU falle, la inactiva tomará su lugar y se aislará el lado de falla. Si la falla se puede corregir, el sistema volverá a su modalidad de operación síncrona. Cada CPU se comunica con el resto del sistema a través de los enlaces redundantes con los conmutadores de mensajes (MS).

### Módulo de Carga del Sistema (SLM)

Los módulos de carga del sistema proporcionan el almacenamiento para las cargas y las imágenes de la oficina. Se pueden utilizar 2 módulos de carga del sistema para almacenar otros datos , como por ejemplo, carga de los módulos periféricos.

### Elementos Básicos del Módulo Computarizado

Cada CPU consiste en una tarjeta CPU (NT9MX13), hasta 5 tarjetas de memoria (NT9X14), un ducto de comunicación y una terminal de reposición. La memoria contiene todo el "software" utilizado para el procesamiento. Tanto el

almacenamiento del programa (PS: el "software" básico del sistema operativo) como el almacenamiento de datos (DS: los datos de configuración del usuario) utilizan la misma agrupación de "hardware" de memoria, y se puede obtener acceso a los mismos mediante la tarjeta CPU a través del ducto de comunicaciones.

### **Ducto de Intercambio de Acople**

El ducto de intercambio de acople se utiliza para comparar las direcciones y los datos en los ductos cuando las CPU's están en la modalidad de operación "síncrona". También proporciona un medio para comunicar información en la modalidad "asíncrona" de la CPU activa a la inactiva, como por ejemplo, comandos de mantenimiento, prueba, copia de memoria, etc.

### **Ducto de Comunicaciones "Asíncrono" de 32 Bitios (Ducto A32)**

El ducto A32 es un ducto de comunicaciones "asíncrono" de 32 bitios que proporciona comunicaciones entre los estantes. El ducto A32 suministra un ducto de 32 bitios, direccionamiento de 32 bitios y líneas de control de interrupción y de acceso.

#### **"Asíncrono"**

El término "asíncrono" significa que cada dato se envía con su propia información acerca de la sincronización. Las operaciones del "hardware" están programadas por señales "listas y hechas" en lugar de intervalos de tiempo. Por ejemplo, durante un ciclo de lectura, cuando se coloca una dirección en el ducto de dirección, la tarjeta de memoria que proporciona los datos para dicha dirección debe mandar un acuse de recibo de la tarjeta de la CPU indicando que los datos están disponibles. Durante un ciclo de escritura, la tarjeta de CPU coloca una dirección de una tarjeta de memoria específica y los datos de mensajes deseados en el ducto. La tarjeta de memoria afectada, luego de leer los datos en el ducto, devuelve una señal de acuse indicando que ha procedido con la operación de escritura. Si no se recibe alguna de las señales de acuse, la tarjeta de la CPU esperará a que se termine el tiempo y generará una alarma de registro.

### **• Descripción de los Paquetes de Circuitos**

La siguiente es una descripción de algunos paquetes de circuitos que se utilizan en el CM.

**Tarjeta de la CPU.-** Son los paquetes de circuitos más importantes en el SNSE. Si bien ambas CPU funcionan sincrónicamente, solamente una controla realmente el conmutador. Esta CPU se denomina "activa", mientras que la otra se

designa "inactiva". La CPU de plano activo dirige todo el procesamiento de llamadas y tareas administrativas del SNSE.

Cada CPU tiene su propio reloj para las funciones de sincronización y secuencia de las instrucciones del programa. Para la sincronización, ambas CPU's en el CM están dirigidas por el reloj que se encuentra en la CPU activa.

**Tarjeta de Memoria (NT9X14).**- El CM acepta 5 ranuras de memoria por plano para la tarjeta de memoria de 24 Mb o 96 Mb, rindiendo una capacidad total de 120 Mb o 480 Mb de memoria respectivamente.

Como nivel extra de redundancia, el núcleo DMS distribuirá algunos bloques de memoria como memoria de repuesto. Esta memoria de repuesto le permite a la CPU continuar operando aún si falla una tarjeta de memoria. Si se produjera una falla, el otro plano de la CPU transferirá automáticamente los datos que estaban en los módulos de memoria que fallaron a los bloques de memoria de repuesto. La CPU con el módulo de memoria fallado se tornará inactiva hasta que se reemplace la tarjeta de memoria, pero aún podría controlar el conmutador en caso de que fallara la CPU activa.

### **Controlador de Mensajes**

El objetivo de los controladores de mensajes es poner en memoria intermedia los mensajes entre cada CPU y el MS. Cada controlador de mensajes tiene dos puertos conectados al mismo: uno va al MS 0 y el otro al MS 1 a través de los enlaces del circuito de la interfaz del módulo de cómputo (DMIC) DS512.

Funcionalmente, la CPU activa tiene acceso y control de todos los puertos. El acceso en la CPU opuesta se proporciona mediante un ducto de cruce entre los controladores de mensajes de doble puerto. El ducto de cruce proporciona otro nivel de redundancia.

Los controladores de mensajes se definen de la siguiente manera:

- MC 0 son los puertos que conectan la CPU 0 al MS 0 y al MS 1.
- MC 1 son los puertos que conectan la CPU 1 al MS 0 y al MS 1.
- La interfaz a los MS se proporciona mediante la fibra DS512, pero a una sub tasa de 256 canales (RS256).

Los enlaces de sub tasa se utilizan en diferentes aplicaciones en el conmutador DMS y pueden operar en las siguientes tasas: RS128 (128 canales) y SR256 (256 canales).

## Conectividad de los enlaces CMIC

Los enlaces entre el núcleo DMS y los módulos de ducto DMS son un par de fibra óptica y están diseñados como enlaces primarios (P) y secundarios (S). Los primarios son normalmente los enlaces DS512 conectados entre el plano de la CPU activa y cualquiera de los conmutadores de mensajes. Los enlaces secundarios están conectados entre el plano de la CPU inactiva y cualquiera de los conmutadores de mensajes. La CPU activa envía todos los mensajes a través de los enlaces primarios.

Si se produce una falla en los enlaces primarios, la CPU activa vuelve a asignar un enlace secundario como un "nuevo" enlace primario. La CPU activa luego envía mensajes a través de este "nuevo" enlace primario, utilizando el ducto de cruce del DPMC. El enlace que falla pasará a ser el secundario o al estado cerrado.

**Tarjeta de Puerto (NT9X12) de la CPU.**- Se conocen como controlador de mensaje 0 y 1 del lado "P" (PMC 0 y 1). Cada controlador de mensajes del lado "P" le permite a la CPU respectiva comunicarse con el SLM a través del ducto A32.

### 3.6.2.1.3 Matriz de Conmutación (ENET)

El estante de la matriz de conmutación (ENET) integra 2 planos redundantes de equipo, proporcionando hasta 16000 conexiones de cruce.

La matriz de conmutación proporciona una ruta dedicada para llamadas y datos entre varios módulos periféricos (PM), y proporciona enlaces de comunicación, mediante el conmutador de mensajes, a los PM para otros subsistemas del conmutador.

La ENET es una arquitectura de conmutación de tiempo de etapa única y de no bloqueo que asegura un diseño simple y directo y rutas dedicadas para cada llamada.

El estante simple de la matriz de conmutación configurado para 16000 canales proporciona 14000 canales proporcionables y 2000 canales para envío de mensajes de sistema. Las ventajas de la ENET son las siguientes:

- Permite conexiones múltiples de 64 Kbps para servicios de banda ancha
- La proporción de errores en los bits 10XE-12, la cual ofrece la confiabilidad y rendimiento en los servicios de banda ancha de alta amplitud y una mejorada efectividad en el ordenamiento de datos
- Reduce considerablemente las necesidades de la tarjeta de circuitos, ya que al haber menos conexiones, ofrece mayor confiabilidad y rendimiento

El plano de la ENET puede ser configurado para una gama de interfaces para permitir que la oficina del DMS pueda pasar de una mezcla de interfaces de cobre y fibra a interfaces completamente de fibra.

El estante ENET también proporciona espacio para instalar dos unidades de interfaz de Señalización No. 7.

### **Conceptos básicos de la ENET**

Cada plano del estante ENET tiene su propio procesador, por lo tanto, tiene su propia carga de "software", convertidores de energía y enlaces de mensajes hacia el ducto TMS. La ENET esta agrupada en 2 complejos funcionales: el complejo de procesamiento y el complejo de conmutación.

El complejo de procesamiento proporciona los componentes necesarios para la operación, administración y mantenimiento del estante del ENET.

El complejo de conmutación proporciona las conexiones de cruce necesarias para cada ruta dedicada de voz o de datos a través del estante ENET, el complejo de conmutación realiza las conexiones de cruce, acceso del enlace físico al ducto MS y a los PM's, protocolo en los enlaces, formateo de serie a paralelo y puesta a tiempo del enlace y sincronización.

### **Descripción de los paquetes de circuitos**

La siguiente es una descripción de algunos paquetes de circuitos que se utilizan en la matriz de conmutación:

**Tarjeta del procesador de la ENET (NT9XA3FA),-** Este procesador del estante esta encargado de establecer las conexiones en las tarjetas de punto de cruce, la ejecución de diagnóstico, auditoría informe de los resultados al núcleo DMS, y de apoyar la carga de "software" de la ENET. Utiliza el microprocesador MC68020 y apoya con 4 Mb de "DRAM" en la tarjeta para ser compatible con la carga del "software".

**Tarjeta de mensaje de reloj (NT9X32BA),-** La tarjeta de mensaje y de reloj cumple dos funciones principales. En primer lugar, se utiliza para sincronizar hasta uno de los enlaces de fibra DS512 de entrada desde el ducto DMS. En segundo lugar, se utiliza para el envío de mensajes entre el núcleo del DMS, la ENET y los periféricos.

**Tarjeta trasera DS30 de 16 puertos (NT9X41BA),-** Proporciona conexiones para 16 puertos DS30. Se proporciona esta tarjeta para hacer interfaz con los PM's, tal como el módulo de troncal para mantenimiento, los cuales no utilizan conexiones de fibras.

**Tarjeta trasera de enlace DS30 y de fibra óptica DS512 (NT9X45BA).**- Proporciona conexiones para 3 enlaces de fibra óptica DS512 (1536 canales) y 16 enlaces DS30 o 512 canales para un total 2048 canales en una ranura individual.

**Tarjeta de punto de cruce 4K X 8K (NT9X35FA).**- Las tarjetas de punto de cruce proporcionan la matriz de conmutación para la ENET. Se agregan al conmutador en pares, una en una ranura de tarjetas par y la otra en la ranura de tarjetas impar. Las tarjetas de punto de cruce se deben acoplar juntas para asegurar una matriz sin bloqueo.

Se proporcionan 2 tipos de ductos en cada tarjeta de punto de cruce que proporcionan las siguientes funciones:

- Ducto Horizontal.- Proporciona la ruta de interconexión cruzada entre las tarjetas de punto de cruce. El ducto H esta dividido en secciones de ducto, con cada tarjeta con acceso a una sección de ducto.
- Ducto Vertical.- Proporciona la conexión entre cada tarjeta par y su tarjeta impar. Cada tarjeta recibe 2048 canales desde su tarjeta trasera asociada (4 DS512 o el equivalente) y otros 2048 canales (4 DS512 o el equivalente), a través del ducto B.

### **Envío de Mensajes**

El envío de mensajes en un enlace de fibra DS512 hacia cada estante de la ENET consta de 3 clases de mensajes:

1. Mensajes en banda.- Mensajes enviados hacia el procesador del estante (vía ducto P).
2. Mensajes fuera de banda.- Mensajes enviados hacia el procesador del estante (vía RTIF).
3. Mensajes de módulos periféricos.- Mensajes enviados hacia los módulos periféricos conectados al estante de la ENET.

### **Conmutación del Puerto de Mensajes**

Existe un puerto desde MS 0 y MS 1 en el plano de la ENET para cada procesador de PM. Dado que el PM no puede ser conectado a ambos al mismo tiempo, se le asignará un puerto/enlace primario (es decir, activo) a un MS y un puerto/enlace secundario (es decir, reserva) al otro MS.

El puerto activo es el puerto del MS que se esta utilizando activamente para enviar mensajes, mientras que el punto de cruce de reserva se encuentra en condición de espera (es decir, no es una conexión permanentemente o fija), lista para activarse si ocurriera algún problema en el enlace activo.

### **Encadenamientos de Puertos del MS para la ENET**

Cada módulo periférico (PM) que recibe mensajes tiene que tener un puerto direccionable en el MS, dado que solamente un enlace de fibra DS512 está conectado a cada plano de la ENET desde cada plano del MS, un canal o grupo de canales son asignados para acceso a mensajes para ese PM.

#### **3.6.2.2 Procesador Periférico de Enlace (LPP)**

MOVISAT-VOZ no cuenta con este estante, para interconexión con otro conmutador, ya sea una ETIC de TELECOMM, un conmutador celular, el sistema de conmutación de AMSC o TMI, o cualquier otro sistema de conmutación de interés, por esta razón este tema se trata por separado del contexto del gabinete SNSE. Dicho tema se explica en el siguiente capítulo ya que es una aplicación para el sistema de conmutación del sistema MOVISAT-Voz.

#### **3.6.2.3 Controlador de Troncales Digitales PCM30 (PDTC)**

El controlador de Circuito Digital Inteurbano PCM30 (PDTC) ofrece la posibilidad de utilizar la señalización PCM30 en el conmutador DMS-MTX. El PDTC es un periférico de unidad doble (unidad 0 y unidad 1) diseñado para proporcionar las funciones necesarias para apoyar terminaciones de troncales a la RTPC. Las unidades dobles funcionan en la unidad de reserva. Una unidad esta activa proporcionando las funciones de control y procesamiento necesarias, mientras que la otra está en la modalidad de reserva pudiendo entrar en actividad si ocurriera una falla en la unidad activa.

El PDTC proporciona interfaces para un máximo de 20 enlaces de transmisión T1 del lado periférico a 16 enlaces vocales DS30 del lado de la red o un enlace vocal de fibra óptica DS512. Los enlaces T1's sirven como interfaz entre enlaces digitales directos y troncales digitales o líneas de servicio especiales. Se permite una capacidad total de 480 canales vocales en un PDTC (20 T1's x 24 canales = 480 canales en el lado P que se adapta a los 16 DS30 x 30 canales vocales = 480 canales en el lado C).

El PDTC, actualizado ofrece una capacidad de memoria mejorada para apoyar los requisitos de carga de "software" para señalización internacional R2 en el conmutador DMS-MTX. Los sistemas de señalización R2 son sistemas de Multi Frecuencia Obligada (MFC) en los que los tonos se envían en una dirección y se

envían acuses de recibido de regreso. La información se envía en un protocolo que es específico de acuerdo al país.

El PDTC se aloja en la ETIC donde se encuentra el conmutador y conecta enlaces DS30 desde la red de conmutación a los circuitos digitales interurbanos.

### **Descripción de los Paquetes de Circuitos**

**Tarjeta de Interfaz DS1 (NT6X27).**- Proporciona interfaces de señalización, de datos y vocales de 2 vías entre el sistema satelital y el mundo exterior.

**Tarjeta de Interfaz de Red DS30 (NT6X40AC).**- Contiene la lógica de interfaz para 8 puertos DS30 (plano de red simple), proporcionando además una interface entre el PDTC y el sistema satelital.

**Tarjeta Formateadora de Ducto Vocal (NT6X41AA).**- Contiene la lógica necesaria para combinar ambos planos de la red. Este paquete de circuitos también convierte el ducto vocal de 512 a 16 puertos en serie de 32 canales.

**Tarjeta de Conmutador de Tiempo (NT6X44AB).**- El conmutador de tiempo contiene la lógica de conmutación del PDTC, los convertidores de serie a paralelo y de paralelo a serie del lado periférico y la lógica de retorno de lazo de lado periférico. El conmutador de tiempo habilita cualquier canal del lado de la red para su conexión a cualquier canal del lado periférico.

**Tarjeta Generadora de Tono (NT6X79AA).**- La tarjeta generadora de tono almacena hasta 63 muestras de tono utilizadas por la tarjeta de interfaz de mensajes para la generación de tono.

#### **3.6.2.4 Periférico Celular Inteligente (ICP)**

El Periférico Celular Inteligente (ICP) es un controlador que se basa en el Controlador de Circuito Digital Interurbano ISDN (DTCi).

La comprobada confiabilidad de las características de diseño del ICP y el hecho de que se encuentra ubicado en el complejo MTX ha permitido la transferencia del procesamiento de llamadas y funciones de mantenimiento desde el MTX al ICP.

El ICP se conecta a los modem satelitales por medio de enlaces T1's. El ICP está configurado por dos estantes, la unidad 0 y la unidad 1 apoyando 10 tarjetas DS1 las cuales proporcionan 20 extensiones E1's. Cada extensión apoya hasta 24 canales para un total de 480 (20X24) canales de 64 Kbps en un ICP.

## Descripción de los Paquetes de Circuitos

**Tarjeta Interfaz DS1 (NT6X50).**- En cada puerto del conmutador de tiempo del lado P, un interfaz DS1 conecta el puerto a la parte exterior. Las tarjetas de interfaz DS1 hacen una interfaz con troncales de tipo T1. Se pueden configurar hasta 10 tarjetas de interfaz DS1. Cada extensión T1 contiene 24 canales de 64 Kbps.

**Tarjeta Interfaz de Red DS30 (NT6X40).**- Esta tarjeta proporciona 16 interfaces de enlace DS30. Como cada enlace DS30 contiene 32 canales de duplex completo de 64 Kbps, el periférico tiene a su disposición 512 (16 X 32) canales de 64 Kbps para comunicación. Estos canales se utilizan para conexiones vocales conmutadas de circuitos y para comunicaciones.

### 3.6.2.5 Procesador de Aplicaciones

El procesador de aplicaciones (AP) proporciona al núcleo DMS recursos de computación adicionales y dispositivos de almacenamiento masivo.

Específicamente, el AP puede utilizarse como el servidor de facturación, el cual almacena y teleprocesa los datos de facturación. El equipo de AP incluye un Procesador de Archivos (FP), dispositivos de almacenamiento de disco duro duplicados de 600 megabytes (SD) y una Cinta de Audio Digital de 1300 megabytes para hacer copias de respaldo. El FP se comunica con los dispositivos de almacenamiento a través de una interfaz SCSI.

### 3.6.2.6 Equipos de Entrada /Salida

El equipo de entrada/salida (I/O) del DMS MTX consta de los dispositivos de entrada/salida (IOD) y los controladores de entrada/salida (IOC). Los IOD proporcionan las funciones de registro y control e incluyen dispositivos tales como las terminales del puesto de administración y mantenimiento (MAP), unidades de disco, unidades de cinta magnética y unidades de cinta de audio digital. Los IOC son las unidades que controlan los dispositivos.

---

## CAPITULO 4

---

# ANALISIS DE INTERCONEXION CON SISTEMAS DE REDES DE COMUNICACION

### 4.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo pretende fijar las bases de los protocolos X.25, Señalización No.7 e IS-41, así como los estándares E1, T1 y Señalización R2 Modificada, ya que el tema central de este trabajo es la Interconexión del Sistema de Conmutación DMS MTX de MOVISAT-Voz con redes públicas y/o privadas.

En la interconexión entre centrales telefónicas caso de MOVISAT-Voz y alguna compañía celular (red celular), es necesario el intercambio interactivo de las bases de datos de los usuarios satelitales y celulares llamado "roaming", con la finalidad de verificar si el usuario tiene permitido el uso de las redes citadas. Para hacer posible lo anterior, es necesario contar con el protocolo utilizado en los sistemas celulares llamado IS-41.

El protocolo IS-41 basa su funcionalidad en los protocolos X.25 y Señalización No.7, siendo la Señalización No.7 la más utilizada para -el intercambio de datos.

En cuanto a la interconexión del sistema MOVISAT-Voz con redes privadas, la explicación de los estándares E1's, T1's y el sistema de Señalización R2 Modificada, se hará basándose en la aplicación utilizada en MOVISAT-Voz, para realizar la comunicación dentro de la red satelital, dando paso al capítulo 5, encargado de la Interconexión Física del Sistema de Conmutación DMS MTX con Conmutadores públicos ó privados.

## 4.2 PROTOCOLOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA DMS MTX

El sistema DMS MTX utiliza los estándares telefónicos PCM para multiplexar 32 canales, conocido como E1 (estándar Europeo) y multiplexaje de 24 canales, conocido como T1 (estándar Americano), véase la figura 4.1.

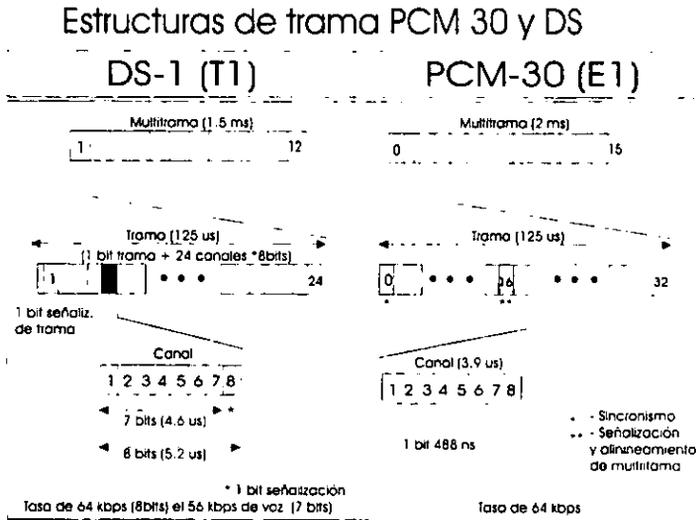


Figura 4.1 Estructura de Tramas Ds-1 y PCM-30

La tabla 4.1, muestra las diferencias que existen entre los sistemas PCM 30+2 y el DS-1.

### Diferencias entre PCM 30 y DS-1

Características	DS-1	PCM 30
Tasa de Muestra	8 kHz	8 kHz
Modulación	8 bits PCM	8 bits PCM
Ley Compresión	$\mu$ 255	A 87.6
Trama	24 ranuras de tiempo (24 canales + bit de señalización de trama)	32 ranuras de tiempo (30 canales + 2 de señalización y sincronía)
Señalización	Bit robado	1 cana dedicado
Tasa de Bit	1.544 Mbps	2.048 Mbps

Tabla 4.1 Diferencias entre PCM-30 y DS-1

#### 4.2.1 Protocolo DS-30 y DS-512

El DS-30 y el DS-512 son protocolos de la compañía de Northern Telecom, por lo tanto son utilizados solamente internamente entre módulos del sistema.

##### Formato DS-30

Los Módulos periféricos que contiene el conmutador y que se encuentran conectados a las redes telefónicas por medio del PDTC, proveen dos caminos (cuatro hilos) los cuales contienen 30 canales de voz y dos canales para el control de mensajes. Debido a esto se emplea el protocolo DS-30 el cual adiciona 2 bits a cada ranura de los 32 canales del PCM 30 uno de ellos supervisa la paridad del canal, y el otro sirve para probar de integridad del enlace.

El canal cero del DS-30 es utilizado para cambio de mensajes entre el núcleo y periféricos, y el canal dieciséis es utilizado para informaciones de mantenimiento.

##### Formato DS-512

El protocolo DS-512, véase la figura 4.2, fue introducido para maximizar la utilidad de la fibra óptica dentro del DMS MTX, el formato del DS512 se presenta a continuación:

- Bits por canal
- Canales por trama
- Trama de 125  $\mu$ seg.
- El canal 0 es utilizado como canal de sincronismo (pulso de trama)
- Opera a 49,512 Mbps (tasa de transmisión a 12 bits)
- Las tasas efectivas son:

10 bits	40,880 Mbps internamente en la central
08 bits	32,786 Mbps usados para información

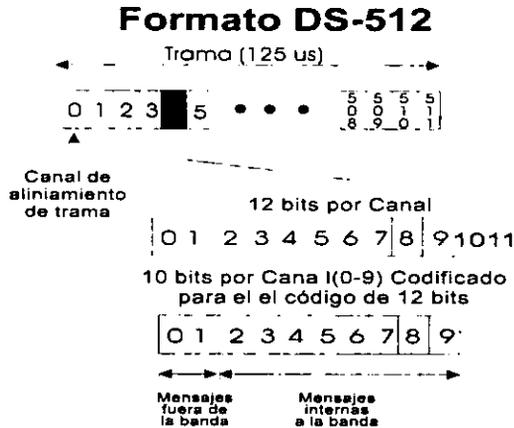


Figura 4.2 Trama del Formato DS-512

Los 10 bits son divididos en dos categorías; interno a la banda y fuera de la banda. El trecho interno a la banda se refiere a los 8 bits que transportan la información de los mensajes. Los otros dos bits son utilizados para transportar la información, tal como el "reset" del sistema.

#### 4.2.2 Conmutación de la Modulación por Código de Pulsos (PCM)

La conmutación analógica por distribución de espacio, es la que establece una trayectoria entre el abonado que llama y el llamado. "Distribución de Espacio" se refiere al hecho de que las trayectorias de voz están físicamente separadas (en espacio). Con la conmutación por distribución de tiempo es posible que varias llamadas, separadas unas de otras en el dominio del tiempo, ocupen una trayectoria común. En la conmutación por distribución de tiempo la voz u otra información que se conmuta es de naturaleza digital, ya sea en PCM; a las muestras de cada llamada se les asignan "ranuras" de tiempo como se mencionó anteriormente. La Conmutación de la Modulación por Código de Pulsos, implica la distribución de dichas "ranuras" de tiempo a los puertos de destino que se desee; los puertos de entrada y salida del conmutador se conectan mediante "vías de alto uso" digitales. En este caso la trayectoria de voz es una "ranura" de tiempo.

## Datos comparativos entre DS's y PCM's

T1=DS-1	= 24 chan. x 8 bits x 8,000 muestras/seg. + 8kbps	1.544 Kbps
E1=PCM-30	(32 voz+1 sinc.+ 1 sig.)chan x 8 bits x8,000 mus/seg.	2.048 Kbps
DS-30	(30 voz+2 control)chan x 10 bits x8,000 mus/seg.	2.560 Kbps
DS-512	(511 voz+1 aliniamiento)chan x 12 bits x8,000 mus/seg.	49.152 Mbps

Tabla 4.2 Comparación entre los Protocolos D's y PCM's

### Conmutación Temporal-Espacial-Temporal

En la Conmutación Temporal-Espacial-Temporal se requiere una memoria en cada puerto de entrada, las memorias deben ser lo suficientemente grandes como para recibir a todos los usuarios simultáneamente. Un procesador con memoria controla el almacenamiento y el envío a la matriz, así como el cierre de las compuertas apropiadas en el intervalo correcto. La distribución propiamente dicha se lleva a cabo en la matriz. En las salidas de la matriz se reconstruye cada vía de salida digital con la ayuda de memorias transitorias, que controla un procesador mediante almacenamiento y envío.

### Conmutación Espacial-Temporal-Espacial

En este tipo de conmutación PCM, la memoria temporal se localiza entre un conmutador espacial de entrada y otro de salida y sólo se requiere capacidad de memoria suficiente para manejar los picos de tráfico. Además se necesita algún tipo de memoria transitoria en cada puerto de entrada para sincronizar la cadencia de la corriente de bits con la de la central digital. Generalmente, este almacenamiento transitorio requiere por lo menos una trama de memoria.

### 4.3 PROTOCOLO X.25

#### 4.3.1 Introducción

El método tradicional de conmutación de paquetes se origina a mediados de los años 60's y se basa en el estándar X.25 aprobado por la CCITT en 1976. Su enfoque inicial fue principalmente la detección y corrección de errores en cada nodo de la red pública, además, el estándar X.25 puede proporcionar al Sistema MOVISAT-Voz la conexión de su conmutador con otros conmutadores, para el intercambio de información entre ellos.

#### 4.3.2 Protocolo X.25

La recomendación de X.25 esta organizado alrededor del concepto de protocolo de capas. El protocolo X.25 emplea las 3 primeras capas del Modelo de Interconexión del Sistema Abierto OSI. La figura 4-3 compara los siete niveles del modelo OSI con las tres capas usadas por X.25.

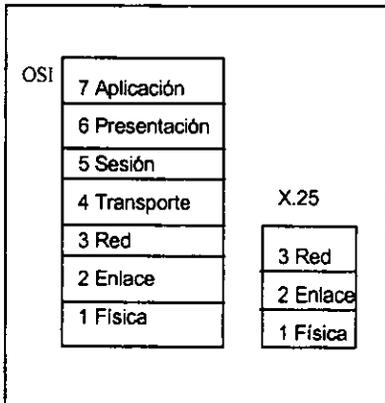


Figura 4.3 Modelo OSI y Estándar de X.25

#### Capa Física.

La capa física provee las señales físicas y conexiones entre ETD y la red de ETCD, en esta capa son usados los estándares V.24 y V.35.

**Equipo Terminal de Datos (ETD):** Es la fuente o el destino de los datos (terminales, computadoras, etc.)

**Equipo de Terminación del Circuito de Datos (ETCD):** Permite que el ETD haga uso del sistema de transmisión. Es el responsable de la transmisión y recepción de bits sobre el medio de transmisión.

Las interfaces ETD/ETCD (estándares) se conocen como protocolos de capa física y tienen 4 características.

- 1.- Mecánicas : Conexión Física
- 2.- Eléctricas : Niveles de voltaje, temporización
- 3.- Funcionales : Funciones de los circuitos de interfaz
- 4.- De procedimientos : Secuencia de eventos para transmitir datos.

### Capa de Enlace de Datos

La capa de enlace de datos es la responsable de mantener el flujo de datos entre el usuario DTE y la red DTCE. La funcionalidad es de verificar si no hay error en los datos y posteriormente la retransmisión de datos. Esta capa emplea el Procedimiento Balance de Enlace de Acceso (PBEA) protocolo, para verificar la conexión física.

La figura 4.4 muestra el paquete de X.25 es transportado junto con la trama PBEA, como la información de campo. El PBEA asegura que los paquetes de X.25 son transmitidos a través del enlace desde el ETD/DTCE. Los campos de trama son removidos y los paquetes son presentados a la capa de red. Los paquetes son separados dentro de tramas. Un paquete de inicio (los paquetes del campo de control) es creado en el nivel de red y entonces insertado dentro de una trama en el cual los campos de control son creados en el nivel de enlace de datos.

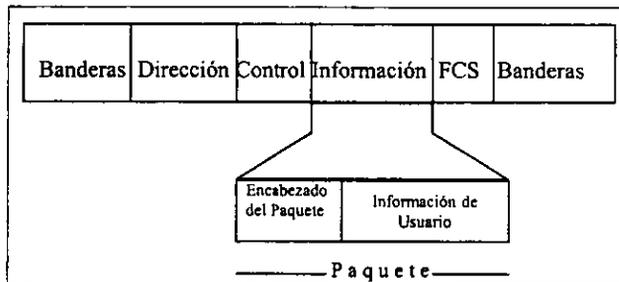


Figura 4.4 Trama y Paquete de X.25

### •Campo de Bandera

Todas las tramas deberán comenzar y finalizar con Campos de Banderas. Las estaciones se encuentran unidas por el enlace de datos, dicho enlace requiere un continuo monitoreo, por medio de la secuencia de las banderas. Las banderas son transmitidas en el enlace entre las tramas para mantener el enlace efectivo.



Si una de las estaciones de recepción detecta una ausencia de banderas, esta estación esperará los siguientes campos como es el comienzo de una trama, una condición de abortar o una condición de canal desocupado. Al encontrar la próxima secuencia de banderas la estación reconoce que la trama está completa.

### **Campo de Dirección**

El Campo de Dirección identifica la primera o segunda estación involucrada en la trama de transmisión o recepción. Esto es usado únicamente para identificar una estación en un enlace de datos y no contiene cualquier dirección de capa, tal como dirección de la red. Una única dirección es asociada con cada estación.

### **Campo de Control**

El Campo de Control contiene los comandos, respuestas y la secuencia de los números usados para mantener la contabilidad del flujo de datos del enlace entre las estaciones. El formato y el contenido del campo de control varía, dependiendo del uso de la trama.

### **Secuencia de Verificación de Trama**

El campo de Secuencia de Verificación de Trama (SVT) es usado para verificar los errores de transmisión entre ETD y DTCE. Este emplea un algoritmo complejo para verificar la información correcta recibida. Si hay un problema de recepción la estación manda un reconocimiento negativo, requiriendo a la estación de transmisión la retransmisión de la trama.

### **Conexión Establecida**

Conexión Establecida puede ser funcional para ambos ETD o DTCE. La estación indica que es capaz de enlazarse por una continua transmisión de banderas. Antes de realizarse el enlace, las estaciones mandaron comandos de desconexión (DISC).

### **Capa de Red de X.25**

La Capa de Red especifica la manera en la cual la información de control y los datos del usuario están estructurados dentro de paquetes. El control de información, incluye información de dirección que está contenido en el campo de inicio de paquete. Permite a la red identificar el destino del ETD. Esto permite un solo circuito físico para soportar comunicaciones para numerosos ETD al mismo tiempo.

Las funciones principales de la capa de red incluyen lo siguiente:

- Administración de las conexiones de la red (a través de canales lógicos) entre la red y el usuario
- Creación y uso de encabezados para el control y paquetes de datos
- Intercambio de paquetes entre el ETD local y el nodo de la red
- Intercambio de paquetes entre el ETD remoto y el nodo de red
- Provee un servicio específico a la red entre las comunicaciones de los ETD

Hay 15 tipos de paquetes diferentes que pueden ser mandados o recibidos por la capa de red, estos tipos de paquetes y propósitos son mostrados en la tabla 4.3

## **Ventajas y Desventajas de la Tecnología Actual de X.25**

### **Ventajas**

- La red X.25 constituye una red altamente segura
- La red X.25 presenta una alta disponibilidad y confiabilidad (99.99%)
- Todos los paquetes enviados a través de la red llegan al nodo destino en el orden en que el nodo fuente los envió
- Los enlaces en cada nodo de conmutación dentro de la red son bien empleados a través de la multicanalización estadística; es decir no se reserva ancho de banda para ningún circuito virtual que no se esté utilizando en ese momento
- Dada la naturaleza de los protocolos de enlace de datos y de transporte, los mecanismos de detección y corrección de errores garantiza una entrega de información libre de errores
- Las tarifas de las redes de conmutación de paquetes son independientes de la distancia entre DTE's local y remota (depende del tipo de servicio, acceso y velocidad, tiempo de conexión y volumen de tráfico)

### **Desventajas**

- Requiere de un procesamiento extra, que limita fuertemente la velocidad
- El análisis de detección y corrección de errores se efectúa en cada nodo de conmutación de la red
- El retardo introducido en cada nodo es del orden de 30 a 200 mseg, y además es acumulativo a través de la red
- La red X.25 está orientada a servicio de conexión lo que le ha impedido ser considerada como dorsal para redes locales de datos

- La orientación X.25 a conexión requiere de un establecimiento de llamada con lo que se crea un circuito virtual y trayectorias que permanecen fijas durante toda la sesión de llamada, con lo que no se alcanza el mejor aprovechamiento del ancho de banda
- La aplicación fundamental de X.25 ha sido hasta ahora solamente a la transmisión de datos

Tipo de paquete	Propósito
Solicitud de Llamada Entrada de Llamada	Establece la llamada entre 2 DTCE
Aceptamiento de Llamada Conexión de Llamada	Confirma que la llamada se estableció
Solicitud de Limpieza Indicación de Limpieza	Limpia una llamada existente entre 2 DTCE
Confirmación de Limpieza	Confirma el borrado de la llamada que es completa
Datos	Contiene datos del usuario
Recepción Lista	Confirmación de datos recibidos
Recepción aun no lista	Para los siguientes datos
Rechazar	Rechaza los paquetes y provee el próximo paquete
Interrupción	Para los datos siguientes
Confirmación de Interrupción	Indica la recepción de los paquetes interrumpidos
Solicitud de Reinicialización Indicación de Reinicialización	Reinicializa los contadores y restablece la llamada entre los DTCE
Confirmación de Reinicialización	Confirma la recepción de la reinicialización de los paquetes
Solicitud de Restablecer Indicación de Restablecer	Limpia todos los canales lógicos después de la inicialización del enlace
Confirmación de Restablecer	Indica que todos SVC son limpiados y todos los PVC son restablecidos
Diagnóstico	Reporte de fallas y causas de suspensión

Tabla 4.3 Tipos de Paquetes

#### 4.4. CONMUTACIÓN DE PAQUETES

La Conmutación de Paquetes es una tecnología en la cual los datos del usuario son segmentos dentro de unidades pequeñas llamados paquetes, y son transmitidos desde el usuario transmisor a usuario receptor sobre un canal de comunicaciones, conocida como Red Pública de Conmutación de Paquetes (PSDN) véase figura 4.5 donde se ilustra un ejemplo de una PSDN.

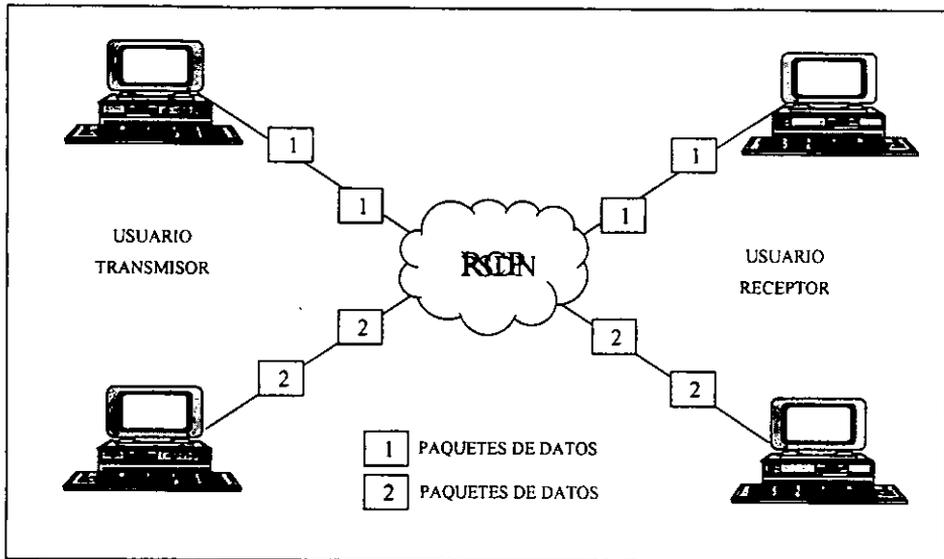


Figura 4.5 Red de Paquetes de Datos

La portadora agrega información adicional a cada paquete de datos, para enrutarlo a través de la red desde un usuario a otro exacta y eficazmente. El tamaño del paquete de datos del usuario es limitado a un número máximo de caracteres, que son de una capacidad de 8 bits, unidades denominadas octetos. Los mensajes del usuario pueden exceder una duración máxima, éstos se dividen en múltiples paquetes siguiendo uno de otro, en orden a través de la red desde el transmisor al receptor.

#### 4.4.1 Componentes de la Red Conmutación de Paquetes

Los 5 componentes mayores de una Red de Conmutación de Paquetes son los siguientes, véase la figura. 4.6.

- Componentes de Acceso Local (CAL)
- Ensamblador / Desensamblador de Paquetes (PAD)
- Nodos de Conmutación de Paquetes (NCP)
- Enlaces de Redes (ER)
- Sistema de Administración de la Red (SAR)

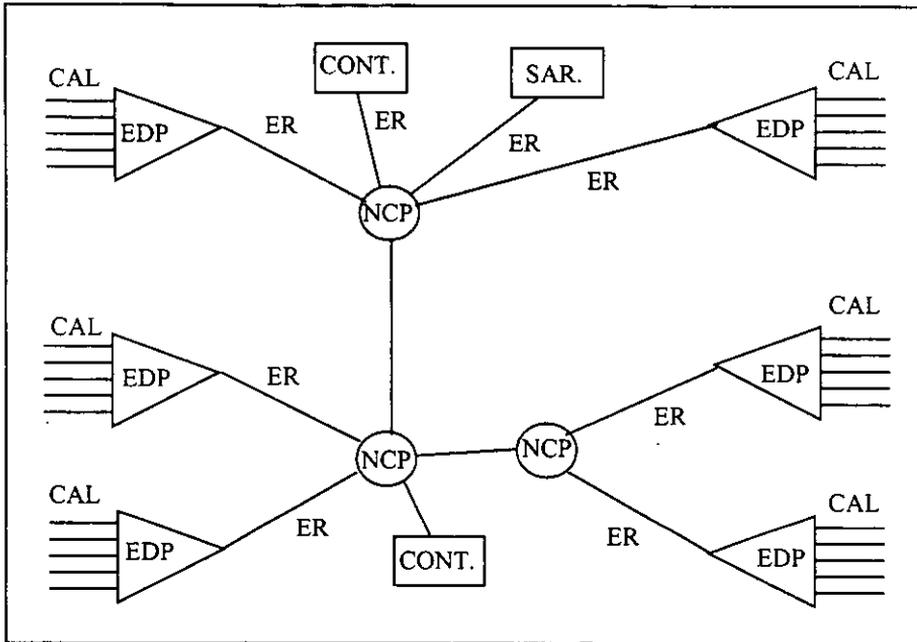


Figura 4.6 Componentes de la Red Pública de Conmutación de Paquetes

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### Ensamblador / Desensamblador de Paquetes (PAD) :

Un Ensamblador y Desensamblador de paquetes (PAD) permite a un usuario el acceso a la red. La función primaria del PAD es asegurar la compatibilidad de los dispositivos del usuario (contenedores y terminales) y de los paquetes de conmutación de red. Los dispositivos de comunicación varían por la manufactura y protocolo empleado, velocidad de operación, código para ensamblar y desensamblar paquetes.

### Componente de Acceso Local

Para transmitir a través de una PSDN, los datos serán generados desde el usuario, y serán enviados a través del PAD. Los tres componentes requeridos para completar esta tarea son:

- Terminal de Datos del usuario final
- Facilidad de Acceso Local (Línea Física)
- Dispositivo de Transmisión del usuario al usuario final (módem)

Nota: Alguno de los equipos de los usuarios son capaces de empaquetar datos, éstos dispositivos no necesitan un PAD para acceder a la red.



Los tres tipos de acceso local de las líneas comunes usados para conmutación de paquetes incluyen lo siguiente :

- Líneas Analógicas de Conmutación
- Canales Lógicos Desocupados
- Canales Digitales Desocupados

El tipo de acceso local de la línea y el paso de operación determina cual ruta es usada para seleccionar la red.

### **Nodo de Conmutación de Paquetes (NCP)**

El Nodo de Conmutación de Paquetes (NCP) es el centro de la red de conmutación de paquetes. La función más importante del NCP es asegurarse que cada paquete sea enrutado a su destino, otras funciones incluyen lo siguiente :

- Almacenamiento de llamadas
- Diagnostico interno de la red
- Soporte de acceso directo al servidor
- Conexiones terrestres al interior de la red

La próxima generación de nodos de conmutación soportarán de 70-3000 paquetes por segundo.

### **Enlace de la Red**

El Enlace de la Red (ER) son los circuitos físicos que conectan a un nodo de conmutación de paquetes con otro. Pueden transmitir con tecnologías diferentes, que pueden emplearse en la red. Las velocidades del Enlace de Red pueden variar desde 9.6 Kbps a 56 Kbps.

Únicamente el empaquetado de datos son transportados por el ER a los nodos de conmutación de paquetes.

### **Sistema de Administración de la Red (SAR)**

El sistema de Administración de la Red (SAR) es el responsable del control y monitoreo de la red de conmutación de paquetes.

La función más importante del SAR es la base de datos de la red y el mantenimiento de la misma. Esta base de datos es la copia maestra de todo el software y configuraciones de cada nodo de la red. La base de datos contiene tablas de enrutamiento y descripción de la interfaz del usuario. En caso de problemas con la red, el SAR puede cargar al nodo una base de datos apropiada, para corregir el problema sin despachar un campo técnico.



Otras funciones del SAR incluyen lo siguiente :

- Acceso de seguridad de verificación / asistencia arreglo de llamada
- Recolección estadístico de los nodos de la red
- Recepción de alarmas en mal funcionamiento de los componentes de la red
- Recolección y almacenamiento de facturación de datos desde los nodos de la red
- Pruebas de diagnósticos de la red
- Acciones correctivas para remediar el mal funcionamiento de la red

La terminal del SAR o estación de trabajo provee una Interface entre un operador humano y la computadora de Administración de la Red. Desde la estación de trabajo el operador de la red puede operar con una amplia variedad de funciones, las cuales son las siguientes:

- Configuración de las interfaces de los usuarios
- Software de inicialización
- Inicialización de pruebas de diagnóstico
- Recepción de reportes de problemas (alarmas desde el paquete de la red)
- Recepción para resultados de las especificaciones de pruebas en el diagnóstico momentos después del término

## **4.5 ESTADO ACTUAL DE LA RED DE TELEPAC DE MÉXICO**

### **4.5.1 Introducción**

Un requisito fundamental para establecer nuevas tecnologías digitales, es conocer las características de la Red de Conmutación Pública de Paquetes de México TELEPAC, principalmente las características actuales de ésta en cuanto a su mecánica (hardware) y programática, ya que con ello será posible establecer la mejor ruta de migración para la evolución de TELEPAC hacia una red de conmutación rápida de paquetes.

### **4.5.2 Estado Actual de la Infraestructura de la Red de Telepac**

Actualmente, la plataforma de mecánica en la cual se sustenta la Red Pública de Transmisión de Datos TELEPAC, está formada principalmente por equipos de marca TELENET, que se utilizan como nodos de conmutación y de comunicaciones dentro de la red, y por equipo PRIME cuyo uso se destina principalmente para el control, monitoreo y contabilidad de la propia red.

Las principales características de la Red TELEPAC de México se enuncian en la tabla 4.4.

Fecha de Instalación	1980
Fecha de Operación	1982
Tipo de Red	Conmutación de Paquetes
Servicios de la Red	Conmutados y Dedicados
Servicios Actuales 1992	633 Circuitos Conmutados 267 Circuitos Dedicados
Número de usuarios	1344
Área de Cobertura de Conexión	Actual 24 ciudades, 1344 puertos Facturas : 100 ciudades
Disponibilidad y Confiabilidad	99.99%
Topología de la Red	Malla
Velocidad de Transmisión	Hasta 64 Kbps. Máxima

Tabla 4.4 Características de la Red Telepac

### Sistema de Administración

Se requiere que el Sistema de Administración cuente con la capacidad para administrar tanto el sistema de Comunicación X.25 (Red de Telepac), como al sistema de Frame Relay (Red de Telepac con cinco nodos), en este sistema se deberá realizar las actualizaciones correspondientes para que pueda operar y además contar con la capacidad para administrar a los dos sistemas de comunicación en el que se irán integrando en forma gradual. Cabe mencionar que en la actualidad no se cuenta con la aplicación de Frame Relay.

#### 4.5.2.1. Nodos de Conmutación y Comunicación

Como procesadores de comunicaciones se tiene el equipo TP/4000 de TELENET, el cual realiza las funciones de conmutación y de concentración. Este dispositivo cuenta con :

- Puertos síncronos (X.25) de 2.4 a 9.6 Kbps
- Puertos asíncronos de 300 a 1.2 Kbps

Estos procesadores se encuentran repartidos en toda la república definiendo los nodos de concentración y de conmutación en los diferentes puntos que conforman la dorsal (backbone) de la red.

Como convertidores de protocolos se utiliza el equipo TP/3325 de TELENET, que es capaz de soportar el protocolo IBM 3780, 2780, BURROUGHS y UNIVAC funcionando también como concentrador, sus principales características son :

- 5 PAD's
- Soporta entradas sincronicas y asincronicas de 300 a 2.4 Kbps.

Los modems utilizados en la red son del tipo V.22 y V.24 bis, éste último maneja el reconocimiento automático de velocidad y compactación de datos.

## **4.6 SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN No. 7**

### **4.6.1 Introducción al Sistema de Señalización No.7**

La señalización por canal común permite que un gran número de circuitos de conversación se controlen por medio de un sólo enlace de señalización, el cuál está separado de los circuitos de conversación.

Si la señalización se realiza por el mismo trayecto que los circuitos de conversación recibe el nombre de señalización asociada. Si sigue otro trayecto separado de los circuitos de conversación recibe el nombre de señalización no asociada.

Un punto de señalización en el cual un mensaje recibido por un enlace de señalización se transfiere a otro enlace de señalización, es decir, un punto en el cual no está ubicada la función Parte de Usuario emisora ni la receptora, es un Punto de Transferencia de Señalización (STP).

**Características principales de señalización no asociada son :**

- a) Una estructura flexible que cumple los requisitos actuales y futuros de transferencia de información en redes de telecomunicaciones o de datos conmutados, para señalización de control de llamadas, de control remoto, de gestión y de mantenimiento.
- b) Una estructura funcional que asegura flexibilidad y modularidad para diversas aplicaciones dentro del concepto total del sistema.



## 4.6.2 Implementación de la Señalización No.7

### Señalización

Para que los componentes de procesamiento de llamadas puedan interactuar entre ellos y para procesar llamadas vocales y de datos, las señales deben pasar entre los componentes de procesamiento. Las señales son utilizadas por las redes de telecomunicación para fines de dirección y encaminamiento. A continuación se citan algunos ejemplos de señales:

1. Señales de Colgado o Descolgado.- Le indican a la red que un usuario está solicitando o terminando el servicio de la red.
2. Dígitos Marcados.- Determina el encaminamiento de la llamada desde el punto de origen a través de la red al punto de destino.
3. Dígitos de la Parte que Inicia la Llamada.- Le informa a la red sobre el origen de una llamada o transacción.

La evolución de la tecnología de las comunicaciones ha dado origen a una creciente demanda de servicios para redes nuevas y mejoradas. Para satisfacer estas y otras necesidades de señalización, las redes inalámbricas utilizan dos tipos diferentes de señalización:

- 1) Señalización por Canal Asociado
- 2) Señalización por Canal Común.

Estos dos tipos de señalización apoyan los siguientes dos componentes de una llamada relacionada con una estación móvil:

- 1) Componente de Señalización.- Contiene las señales de supervisión y dirección utilizadas para controlar el establecimiento, monitoreo y la liberación de la llamada.
- 2) Componente Vocal y de Datos.- Contiene el tráfico entre el iniciador y el receptor de la llamada, sin importar si la llamada es vocal o de datos.

### Señalización por Canal Asociado

En una llamada telefónica tradicional (línea terrestre), el componente de señalización se transmite en el mismo canal que se utiliza para el componente vocal. Este tipo de señalización se denomina Señalización por Canal Asociado. El tráfico de señalización y el tráfico vocal se producen en un canal que se dedica específicamente a esa llamada.

## Señalización por Canal Común

La Señalización por Canal Común es un término genérico de un sistema de telecomunicaciones que utiliza dos rutas separadas para transferencia de información. Un canal se utiliza para voz y otro para señalización

La Señalización por Canal Común permite el uso máximo para voz de las instalaciones troncales entre conmutadores. Al mismo tiempo, la señalización por canal común permite una amplitud de banda adicional para la señalización en una troncal o enlace separado común.

La Señalización por Canal Común es un método de señalización en el cual un solo canal permite, por medio de mensajes etiquetados, información de señalización relativa a varios circuitos y otras informaciones tales como la gestión de la red. Se puede considerar la señalización por canal común como una forma de comunicación de datos que está especificada para varios tipos de transferencia de información y de señalización entre procesadores en las redes de comunicaciones.

La Señalización por Canal Común será aplicable generalmente para señalización entre centrales, independientemente del tipo de medio de transmisión (digital o analógico) usados en la red.

El uso de la Señalización por Canal Común con centrales SPC (Control por Programa Almacenado), es un paso importante hacia la introducción de funciones y facilidades más avanzadas en la red.

## La red de Señalización No.7

Una red de señalización No.7 consta de diferentes componentes de hardware llamados nodos o puntos de señalización. Los siguientes cuatro tipos de nodos se encuentran disponibles en una red de señalización No.7, como se muestra en la figura 4.7 :

- 1) Punto de Señalización (SP)
- 2) Punto de Conmutación de Servicios (SSP)
- 3) Punto de Transferencia de Señalización (STP)
- 4) Punto de Control de Servicio (SCP)

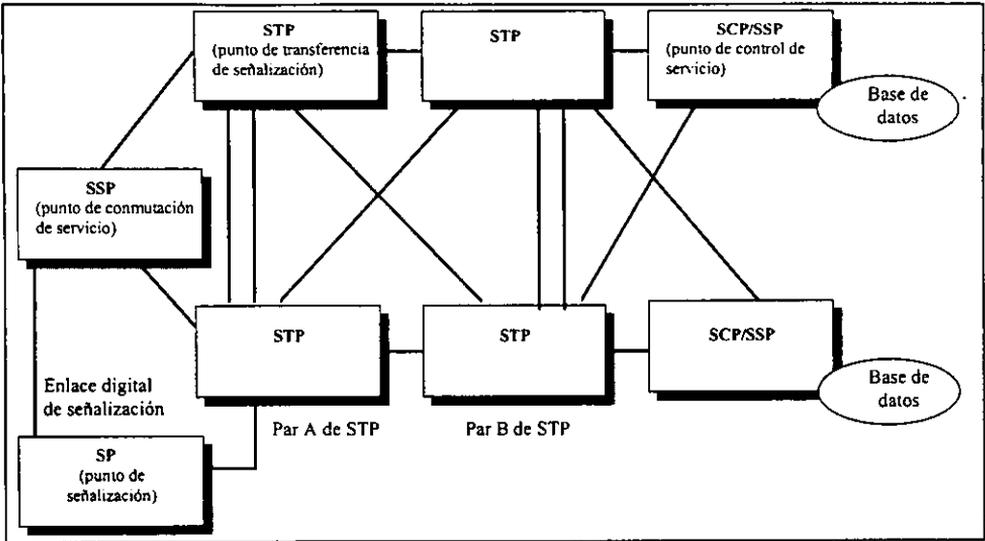


Figura 4.7 Red de la Señalización No.7

### Punto de Señalización

Un Punto de Señalización (SP) es un nodo que origina, termina o transfiere mensajes de señalización.

Un SP proporciona señalización por canal asociado solamente, por lo que no cuenta con el software necesario para llevar a cabo funciones de solicitud. Para llevar a cabo una la solicitud de base de datos, un SP debe entrar en contacto con un Punto de Conmutación de Servicios (SSP) y solicitarle al SSP que lleve a cabo la solicitud para el SP.

### Punto de Conmutación de Servicios

El Punto de Conmutación de Servicios (SSP) genera mensajes de solicitud a las bases de datos de aplicaciones que se encuentran ubicadas en los Puntos de Control de Servicios. Los SSP también tienen capacidad de señalización por canal asociado.

### Punto de Transferencia de Señalización

El Punto de Transferencia de Señalización (STP) transfiere mensajes entre nodos. Sin embargo, no apoya troncales vocales. El STP es el único nodo que puede transferir mensajes. Los STP no son la fuente de origen ni el punto de destino final para mensajes de Señalización No.7.

Para asegurar una confiabilidad absoluta, los STP se instalan en pares iguales en estaciones separadas. Si se generan problemas en un STP, el nodo par transferirá mensajes a todos los puntos conectados de la red.

Un punto local, es el punto de transferencia local principal para tráfico de señalización desde un grupo de SSP que se ha transformado en local.

Un par regional, es cualquier par de STP que proporciona a los pares de STP locales acceso a recursos regionales tales como Puntos de Control de Servicios.

### **Punto de Control de Servicios**

El Punto de Control de Servicios (SCP) es un nodo compatible con subsistemas de servicios de transacción.

La función de un SCP es aceptar solicitudes de indagación de información de un subsistema en la red de Señalización No.7, recuperar la información solicitada de uno de sus subsistemas y enviar un mensaje de respuesta al subsistema que originó la solicitud.

### **Ventajas de la Señalización No.7**

Las ventajas de la Señalización No.7 son las siguientes:

1. Libera espacio en las instalaciones vocales y de datos
2. Las señales pueden desplazarse con mayor velocidad y "mirar hacia adelante" para asegurarse de que los canales de larga distancia y locales están disponibles para el mensaje
3. Mejora el tiempo de "establecimiento de llamadas" (el tiempo que se demora la red en conectar dos terminales o teléfonos)
4. Facilita una amplia gama de nuevos servicios

#### **4.6.3 Estructura de la Red de Señalización No.7**

El conjunto de puntos de señalización y sus enlaces de señalización de interconexión forman la red de Señalización No.7.

El principio fundamental de la estructura de la Señalización No.7, es la división de funciones en partes de transferencia de mensajes (MTP) y una parte de usuario (UP):

- Parte de Transferencia de Mensajes (MTP).- El MTP contiene los mecanismos necesarios para asegurar la transmisión confiable de los mensajes de señalización entre funciones de usuario.
- Parte de Usuario (UP).- El UP facilita el criterio para el manejo de servicios. Los UP individuales van a ser introducidos por un número de servicios ; por ejemplo los procedimientos de operación para señalización entre centrales de la red telefónica (TUP, Parte de Usuario de Telefonía ; ISDN-UP, Parte de Usuario ISDN) y para redes de datos (DUP, Parte de Usuario de Datos). El UP se refiere a cualquier entidad funcional que utilice la capacidad de transporte proporcionado por el MTP.

El libro azul del CCITT referente a Señalización No.7 comprende los siguientes bloques funcionales :

MTP.- Parte de Transferencia de Mensajes

TUP.- Parte de Usuario Telefónico

ISDN-UP.- Parte de Usuario ISDN

DUP.- Parte de Usuario de Datos

SCCP.- Parte de Control de la Señalización de Conexión

TC.- Capacidades de Transferencia

En la figura 4.8 podemos observar los bloques funcionales ya mencionados del CCITT :

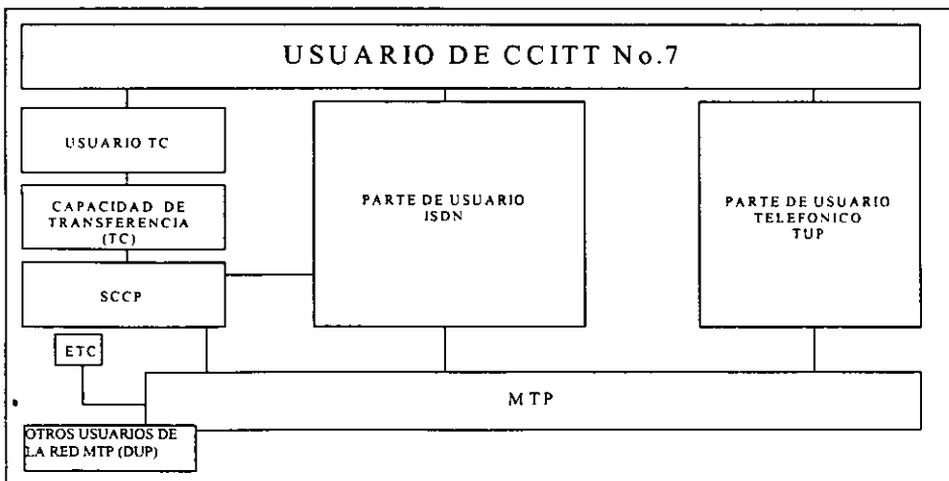


Figura 4.8 Bloques del CCITT No.7

La relación de capas y niveles del CCITT No.7, contra el modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos), se puede observar en la figura 4.9, así como la asignación de protocolos de acuerdo con el modelo OSI, también algunos usuarios del MTP, incluyendo ISDN, ISUP, TUP y SCCP.

Los tres niveles más bajos siguen el modelo OSI mientras que las UP's se encuentran con diferentes formatos. Básicamente el CCITT No.7 se define como sigue :

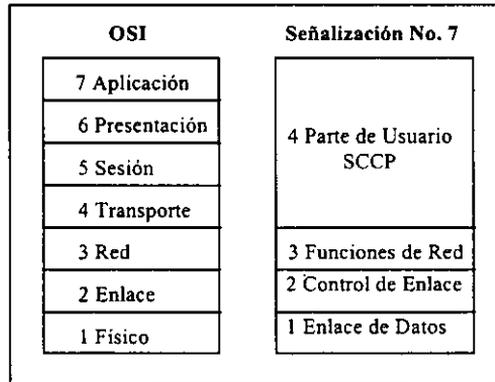


Figura 4.9 Modelo OSI y Señalización No. 7

### MTP (Parte de Transferencia de Mensajes )

El nivel 1 especifica las características funcionales físicas y eléctricas de un enlace de señalización.

El nivel 2 define las funciones y procedimientos para transferencia de mensajes de señalización libre de errores y de forma confiable sobre el enlace.

Esto se realiza con bloques y retransmisión de mensajes. Los mensajes son transmitidos usando unidades de señalización de mensajes (MS) que siguen las convenciones de trama de los procedimientos HDLC (High Data Link Controller). Este tipo de protocolos de bits orientados permite transparencia y unidades de señal variable. Esto es realizado con una única bandera de caracteres 01111110, e inserción de ceros. La inserción de ceros asegura que en el caudal de datos no sea confundido con una bandera de sincronización HDLC; la estación transmisora sobre un enlace insertará un cero (bit estíffin) después de los primeros cinco unos consecutivos en el caudal de datos; la estación receptora aplicara el proceso inverso.

Tres tipos de unidades de señal de mensajes (MSU), son transferidos por la red de señalización:

- a) FISU's Unidades de Señalización de Relleno.- Estas son transmitidas sobre el enlace cuando no hay otras unidades de señal a ser enviadas, básicamente, ellas mantienen la conexión del enlace en la ausencia de tráfico real. Su estructura se muestra en la figura 4.10 :

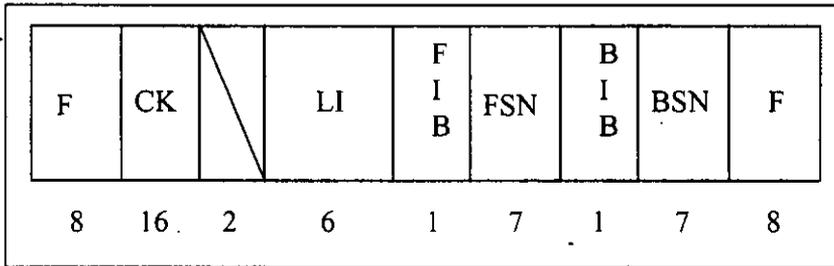


Figura 4.10 Unidad de Señalización de Relleno

DONDE :

- F = Bandera
- CK = Reloj (Verificación de bits)
- LI = Indicador de Longitud
- FIB = Indicador de Bit Adelantado
- FSN = Número de Secuencia Adelantado
- BIB = Indicador de Bit Atrazado
- BSN = Número de secuencia Atrazado

- b) LSSU's Unidades de Señalización del Estado del Enlace.- Estas consisten de la información de estado (establecimiento o liberación de una conexión), verificando alineamiento y funciones relacionadas. Su estructura se muestra en la figura 4.11:

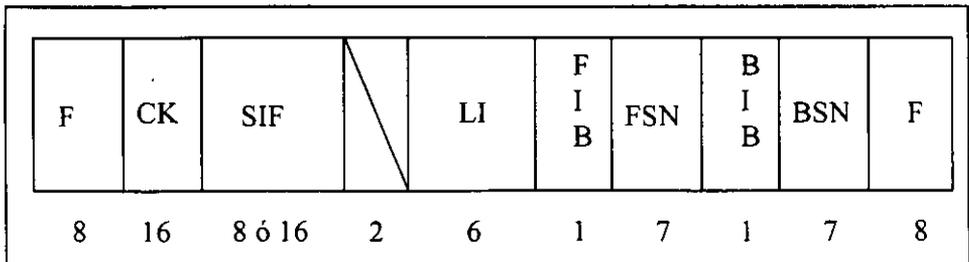


Figura 4.11 Unidad de Señalización del Estado del Enlace

DONDE :

- F = Bandera
- CK = Reloj (Verificación de bits)
- SIF = Campo de Información de Señalización
- LI = Indicador de Longitud
- FIB = Indicador de Bit Adelantado
- FSN = Número de Secuencia Adelantado
- BIB = Indicador de Bit Atrazado
- BSN = Número de secuencia Atrazado

c) MSU's Unidades de Señalización de Mensajes.- Estas verdaderamente llevan el contenido de la señalización del mensaje. Su estructura se muestra en la figura 4.12:

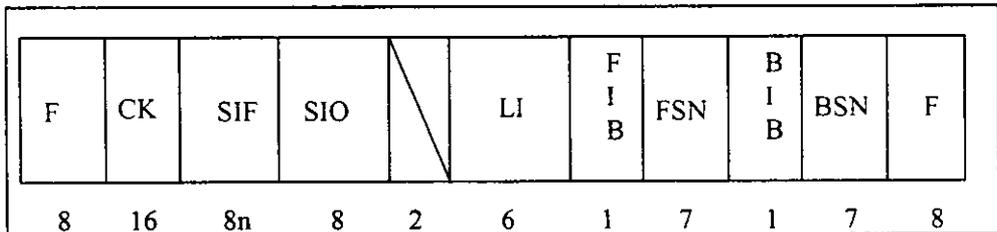


Figura 4.12 Unidad de Señalización de Mensajes

DONDE :

- F = Bandera
- CK = Reloj (Verificación de bits)
- SIF = Campo de Información de Señalización
- SIO = Octeto de Información de Servicio
- LI = Indicador de Longitud
- FIB = Indicador de Bit Adelantado
- FSN = Número de Secuencia Adelantado
- BIB = Indicador de Bit Atrazado
- BSN = Número de secuencia Atrazado

Es importante destacar que el campo de información de señalización esta formado por un número entero de octetos ; comprendido entre 2 y 272, ambos valores inclusive.

El valor 272 permite que una única unidad de señalización de mensajes incluya bloques de información de hasta 268 octetos de longitud acompañados de una etiqueta de encaminamiento.

La capa 3 define las funciones de transporte comunes en la red para todos los enlaces individuales en los circuitos punto a punto. Proporciona el principio para multiplexar varios enlaces lógicos sobre un único enlace físico. En el medio de señalización, esto implica la habilidad de llevar la información del control de la llamada acerca de varias llamadas sobre un canal.

El conjunto de los niveles 1, 2 y 3 constituyen el MTP.

### **Parte de Usuario (UP)**

El modelo OSI especifica las 4 capas más altas para: transporte, sesión, presentación y aplicación. CCITT No. 7 UP corresponde a esas capas, aunque la partición clara sugerida por el modelo OSI no está seguida en los 4 niveles más altos del CCITT No.7. Dichas capas más altas tienen que realizar el contenido y la codificación de la señalización de mensajes. La arquitectura original del CCITT No.7 tuvo algunos protocolos de usuario. Algunos son mencionados a continuación:

1. Mensajes de establecimiento de llamada para: Alerta, Procesamiento de Llamada, Conexión y Establecimiento.
2. Mensajes de desconexión de llamada, como: Desconexión y Liberación.
3. Mensaje de información entre llamadas para: Suspensión, Resumen e Información de Usuario.
4. Mensajes diversos.

### **Un breve resumen de los UP's se desarrolla a continuación:**

a) Partes de Control de la Señalización de Conexión (SCCP).- El SCCP facilita el principio para el control de conexiones de señalización lógico en la red del CCITT No.7 y transfiere las unidades de señalización de datos a través de la red CCITT No.7. Proporciona funciones de enrutamiento que permiten a los mensajes de señalización ser enrutados a un punto de señalización.

En el mejoramiento de las funciones de traslación, el SCCP también facilita un manejo de funciones. La combinación del MTP y la SCCP es llamada "Parte de Servicio de Red". Esta parte de servicio de red corresponde con las capas 1, 2 y 3 del Modelo OSI.

b) Parte de Usuario Telefónico (TUP).- El TUP define las funciones necesarias de señalización telefónica para control de la señalización de llamadas telefónicas internacionales.

c) Parte de Usuario de Datos (DUP).- Esta parte de usuario define los protocolos para controlar circuitos entre centrales, usados sobre

llamadas de datos, también como para las facilidades de registro y cancelación de llamadas de datos.

- d) Parte de Usuario ISDN (ISDN-UP).- Esta parte de Usuario abarca funciones requeridas para proporcionar facilidades de usuario de servicio conmutado para aplicaciones de voz y datos en una ISDN (también para aplicaciones en redes de datos de circuitos conmutados, telefonía dedicada y en redes mixtas analógico-digital).
- e) Capacidad de Transferencia (TC).- Las TC's facilitan el principio de operación de centrales y responde vía un diálogo. Facilita el principio de establecer comunicaciones de circuitos no relacionados entre dos nodos en la red de señalización. TC's consiste de dos elementos:
  - 1) Parte de aplicación de capacidades de transferencia (TCAP).
  - 2) Parte de servicio intermediario (en estudio).

#### **4.7 PROTOCOLO DE COMUNICACION IS-41 ( Estándar Intermedio-41 )**

El Estándar Intermedio (IS-41) es usado para la transmisión de datos entre conmutadores celulares, ya sea del mismo proveedor o entre diferentes proveedores.

El IS-41 es el estándar que facilita la movilidad para usuarios visitantes (Roamers) en una red celular, o bien para establecer una red entre diferentes proveedores.

Existen dos modalidades de protocolos IS-41 para establecer comunicación entre conmutadores, y son las siguientes :

- Protocolo IS-41 implementado con X.25: Soporte para enlace de datos usando el protocolo CCITT X.25 en 19.2 Kbps (Con interfaz RS232) o 56 Kbps (Con interfaz V.35).
- Protocolo IS-41 implementado con señalización No.7: Soporte para enlace de datos usando el estándar del CCITT No.7.

Los estándares de red IS-41 fueron introducidos por CTIA (Asociación Industrial de Telecomunicaciones Celulares) en diversos años, con sus respectivas revisiones y capacidades adicionales en cada revisión.

El protocolo IS-41, permite la comunicación confiable entre conmutadores, existiendo tres tipos de llamadas de red, que son las siguientes:

1. Intersistemas de Entrega de Celdas (Handoff)
2. "Roaming " Automático
3. Entrega de la llamada (Call Delivery)

### **Intersistemas de Entrega de Celdas (Handoff)**

Un Intersistema de Entrega de Celdas (Handoff), ocurre cuando un suscriptor dentro de un 'roam' solicita servicio de otra área sin pérdidas de privilegios de llamada. El sistema debe tener conexión IS-41 para soportar intersistemas de entrega de celdas.

Los Intersistemas de Entrega de Celdas (Handoff) se clasifican en 3 categorías:

- Entrega de Celdas Hacia Delante (forward)
- Entrega de Celdas Atrás (back)
- Entrega de Celdas para Terceros (to third)

### **Intersistemas de Entrega de Celdas Hacia Delante (Handoff Forward)**

El Intersistema de Entrega de Celdas Hacia Delante, es un intersistema de Entrega de Celdas de servicio de origen de un MSC (Centro de Conmutación Móvil) a un MSC destino. Una troncal de Entrega de Celdas (handoff) es asignada para una transmisión de voz entre el servicio de origen MSC y el MSC de destino.

### **Intersistemas de Entrega de Celdas Atrás (Handoff Back)**

El Intersistema de Entrega de Celdas Atrás (Handoff Back), es un Intersistema de Entrega de Celdas (Handoff) de servicio de origen MSC a un MSC de destino, en el cual el servicio MSC de destino, es el servicio previo MSC para la llamada.

### **Intersistemas de Entrega de Celdas para Terceros (Handoff to Third)**

El intersistema de Entrega de Celdas para Terceros (Handoff to Third), es un Intersistema en el cual minimamente una Entrega de Celdas (Handoff), tiene ocurrencia permanente y otra Entrega de Celdas Hacia Delante (Handoff Forward) es realizado. La minimización del camino puede hacerse por la desasignación del troncal de Entrega de Celda (Handoff) entre el servicio previo MSC, el servicio MSC de origen y la asignación del troncal de Entrega de Celdas (Handoff) entre el servicio previo MSC y el servicio MSC de destino.

## Operación y Administración del Handoff

El tipo de supervisión utilizado por troncales de Intersistemas de Entrega de Celdas (Handoff), es por medio de una Red de troncales y es muy importante asegurarse que esto suceda por una interface con suficiente capacidad. Previo para los mensajes IS-41, las troncales de red usados para señalización de llamada, son basados sobre el tránsito de bits A/B para proveer información acerca de cuando la llamada esta empezando y cuando la llamada ha finalizado.

En conformidad con el IS-41, el tipo de supervisión usada por la red de troncales es opcional. Este tipo de supervisión ignora todos los troncales de señalización y no envía ningún troncal de señalización, como es especificado por el IS-41.

La operación del protocolo IS-41, es la capacidad de originación en cualquier sitio dentro de la red para la estación del suscriptor celular. Esta capacidad requiere que el servicio MSC/VLR (Centro de Conmutación Móvil/Registro de Localización del Visitante) y el HLR (Registro de Localización de Casa) sea conectado a la red directamente o indirectamente.

Los requerimientos de la red solo para una Estación del Suscriptor Celular (CSS) será una red válida de introducción (Roamer), el VLR obtiene el perfil CSS y tiene notificado el HLR para la localización actual de la Estación del Suscriptor Celular (CSS). Algunos de estos requerimientos tienen que ser conocidos, el CSS es capaz de originar llamadas y tiene todas estas capacidades teniendo además un sistema de casa (Home).

Los mensajes tienen para esta funcionalidad lo siguiente:

- Notificación de inscripción
- Cancelación de inscripción
- Solicitud de calificación/solicitud de perfil de servicio
- Directividad de calificación/directividad de perfil de servicio

### Notificación de Inscripción:

La Inscripción es el proceso que es usado para informar a la red de una localización de CSS. La inscripción puede pasar de 4 formas:

- Inscripción Autónoma
- Inscripción de Origenación Establecida
- Inscripción de Terminación Establecida
- Inscripción de Bajo Poder

### **Inscripción autónoma:**

La Inscripción Autónoma ocurre cuando el CSS es instruido a registrar, por un mensaje alto de transmisión sobre el canal de control. Si un CSS 'roams' esta dentro de una área de inscripción automática, el VLR para el servicio del área verifica esta base de datos para determinar si el CSS esta actualmente registrado.

Si el CSS no esta inscrito en el VLR, entonces el VLR creará una entrada basado en el software del sistema y enviara un mensaje para notificar la inscripción del HLR.

Si se establece el mensaje de la notificación de inscripción, el HLR podría validar el CSS, y se establecerá que la información relacionada para el VLR ya este establecida, si solicita regresar el CSS a su perfil en la respuesta de la notificación de inscripción.

Si alguna vez recibe el VLR respuesta de notificación, la inscripción establecerá que el VLR del CSS ya esta dentro con su perfil.

Si el CSS es un suscriptor no válido, entonces el VLR no mantendrá la base de datos de entrada y el HLR no mantendrá su localización.

### **Inscripción de Origen Establecida:**

La Notificación de Inscripción pudiera también ser enviada estando establecido el origen. Esto pasa cuando un CSS entra a un sistema nuevo y origina una llamada antes de que esta se registre. El mensaje para este tipo de registro es diferente que para un registro autónomo.

Cuando el CSS origina una llamada, la inscripción MSC verifica si un VLR entrante esta presente en el VLR de la base de datos. Si no hubiera un VLR entrante, entonces el VLR envía un mensaje de petición de calificación para el HLR, solicitando del perfil del CSS y la información válida.

Si se establece el mensaje de respuesta solicitado para la calificación, el VLR sirviendo al MSC establecerá la entrada del VLR.

### **Inscripción de Terminación Establecida:**

La Inscripción de Terminación Establecida es muy similar a la Inscripción de Origen Establecida. El mensaje solicitado para calificar se contesta y después el mensaje de la notificación de inscripción es enviado con un tono exitoso del SCC para el canal de voz (VCH). La inscripción de terminación del establecimiento ocurrirá solamente cuando la liberación de la llamada este hecha y el VLR no tenga entrada para el CSS.



## Entrega de Llamada (Call Delibery)

La Liberación de la Llamada, es la capacidad de la terminación del CSS entrante a la red cuando viaja al lado saliente de su área (home). Esta capacidad requiere que la originación MSC (usualmente la casa del MSC) del HLR, y el servido MSC este conectado en la red. El proceso de la liberación de llamada es iniciada en la originación MSC, que es usualmente el de casa (home).

Cuando una llamada viene del CSS , el proceso de verificación, ejecuta el proceso de comparación de la llamada entrante en la base de datos del VLR local para ver si el CSS tiene una entrante VLR y en la base de datos del VLR local. Si no es exitoso el proceso de comparación entonces la petición de mensaje de inscripción es enviada al HLR, solicitando la localidad del CSS y el Número de Directorio Local Temporal (TLDN) para enrutar la llamada al CSS. Cuando el HLR recibe el mensaje, este determina la localidad del CSS del registro anterior y envía un mensaje de solicitud de rutina para el servicio MSC solicitando un TLDN. Cuando el servicio MSC recibe el mensaje de la solicitud de rutina, este designa un TLDN para el CSS y este regresa en el resultado del mensaje la solicitud de rutina para el HLR.

### 4.7.1 Implementación de IS-41 empleando el Protocolo X.25

El crecimiento de las comunicaciones de datos ha hecho que la red de conmutación de paquetes, ofrezca una gran variedad de posibilidades, a continuación se mencionan algunas :

- Conectividad con otros equipos
- Interfaces con la red pública de datos
- Independencia de soluciones de propiedad de un solo vendedor

### Implementación de IS-41 empleando la Capa de Enlace de Datos X.25

La Capa de Enlace de Datos, es empleada para conectar dos puntos (punto a punto de la red), requerido para el Handoff. Los datos son enviados por cuatro hilos, fullduplex, en una transmisión síncrona, por medio de troncales de 24 canales directamente conectados a dos conmutadores.

El DMS-MTX usa las tablas NX25, MPC, y MPCLINK para establecer la conexión de la capa 2 de X.25.

### Implementación de IS-41 empleando la Capa de Red de X.25

La Capa de Red de X.25 provee una interfaz con la red de conmutación de paquetes (PSDN) con el propósito de mandar mensajes entre los nodos de X.25.

La implementación de la Capa de Red de X.25 emplea una conexión (Circuito Virtual de Conmutación CVC) con una sola configuración de enlace. Al iniciar el establecimiento de llamada desde el conmutador (DMS-MTX) con cualquier otro en la red de conmutación de paquetes, previo formato de solicitud de llamada, el paquete es generado y mandado a través de la red. Este paquete contiene la dirección de la red de paquetes fuente y destino. Si el conmutador destino acepta la solicitud de llamada, este envía un paquete de conexión de llamada al conmutador de origen.

El Protocolo de capa 3, provee comunicaciones a través de la PSDN a 9.6 Kbps o 19.2 Kbps (interfaz RS-232), o 9.6 Kbps, 19.2 Kbps o 56 Kbps (interfaz V.35).

#### **4.7.2 Hardware para Implementar Estándar Intermedio 41 (IS-41), empleando Señalización No. 7**

La Red MOVISAT-Voz no cuenta con la implementación de la Señalización No.7, ni como medio de señalización con la Red Telefónica Pública Conmutada, ni bajo el ambiente del Estándar Intermedio 41 (IS-41), para el intercambio de información de las bases de datos entre conmutadores.

Cabe mencionar que para que el sistema MOVISAT-Voz pueda emigrar a la Señalización No.7, se requiere realizar una actualización de "Software" en el conmutador DMS MTX, conocido en Northern Telecom como "Software" MTX-03 o bien MTX-06, capaces de manejar la Señalización No.7.

El propósito de este punto es mencionar la implementación del Estándar Intermedio 41 por medio de la Señalización No.7, dejando fuera este tipo de protocolo para la señalización con la RTPC ó cualquier otra red.

##### **4.7.2.1 Características del equipo de Conmutación DMS para Implementar Señalización No. 7**

#### **Unidades de Aplicaciones Específicas (ASU)**

Las Unidades de Aplicaciones Específicas (ASU), constan de una tarjeta Procesadora General de Enlace, una tarjeta delantera de aplicaciones específicas y tarjetas traseras para dichas aplicaciones. A continuación se presenta una lista de las ASU que se pueden proporcionar:

1. Unidad de Interface del Enlace (LIU7).- Proporciona una interface de enlace 7 del Sistema de Señalización.
2. Unidad de Interface de "Ethernet" (EIU).- Proporciona un mejoramiento a la administración de los conmutadores al proporcionarle una interface a

la Red de Área Local (LAN). De esta manera se proporciona acceso entre productos disponibles comercialmente, tales como computadoras, estaciones de trabajo e impresoras. La tarjeta de aplicaciones específicas es la NT9X84 y la tarjeta trasera de aplicaciones específicas es la NT9X85.

3. Unidad de Interface de la Red.- Proporciona acceso canalizado de la red al Procesador de Enlace Periférico (LPP).

### **Configuración Física de la LIU**

Las Unidades de Interface de Enlace (LIU), se ubican en el estante de la LIS del LPP y en el estante de la ENET del SNSE. Por cada SNSE hay hasta 14 LIU. Existe una configuración de dos ranuras compuestas por tres tarjetas:

1. Procesador General de enlace NTEX22AA
2. Terminal de Señalización (ST) NT9X76
3. Tarjeta Posterior de la Interface V.35 o NT9X78 ó NT9X77

La tarjeta procesadora general de enlace (NTEX22) proporciona procesamiento de mensajes para enlaces de datos de señalización relacionados a una interface para cada uno de los ductos F. Las dos interfaces de ductos F están duplicadas y son completamente independientes. Esto garantiza que, en caso de que se produzca una falla en el ducto F, la tarjeta del procesador general de enlaces todavía pueda obtener acceso al otro ducto F.

La tarjeta terminal de señalización NT9X76 proporciona detección y corrección de errores como también funciones de control de flujo y alineamiento. Esta tarjeta lleva a cabo todas las funciones del nivel dos del protocolo de la parte de transferencia de mensajes (MTP).

Las tarjetas de interface V.35 se pueden utilizar como interface física entre una LIU7 y un enlace de datos de señalización.

La tarjeta de interface V.35 ofrece la interface física para un enlace de datos de señalización V.35 que termina en una LIU7. La tarjeta NT9X77 puede funcionar en una configuración de Equipos de Terminal de Datos (DTE) o en una configuración de Equipos de Comunicación de Datos (DCE).

Cuando se configuran en la modalidad DTE, la tarjeta NT9X77 recibe señales de reloj de un módem o unidad de datos y puede operar a 2.4 Kbps, 4.8 Kbps, 9.6 Kbps, 19.2 Kbps, 56 Kbps o 64 Kbps.



NT9X77AA/78AA La tarjeta posterior de interface V.35 proporciona una interface entre la terminal de señalización y la línea digital.

**4.7.2.3 Implementación de la Señalización No.7 por Medio del Protocolo IS-41.**

La configuración y hardware que se requiere para implementar el protocolo IS-41 en el Conmutador de MOVISAT-Voz, es en esencia el mismo que para una configuración de Señalización No.7 , como se explico en el punto 4.7.2.2.

**Requerimientos para el estante LMS para implementación del protocolo IS-41:**

La figura 4.14 muestra las tarjetas utilizadas en el estante LMS :

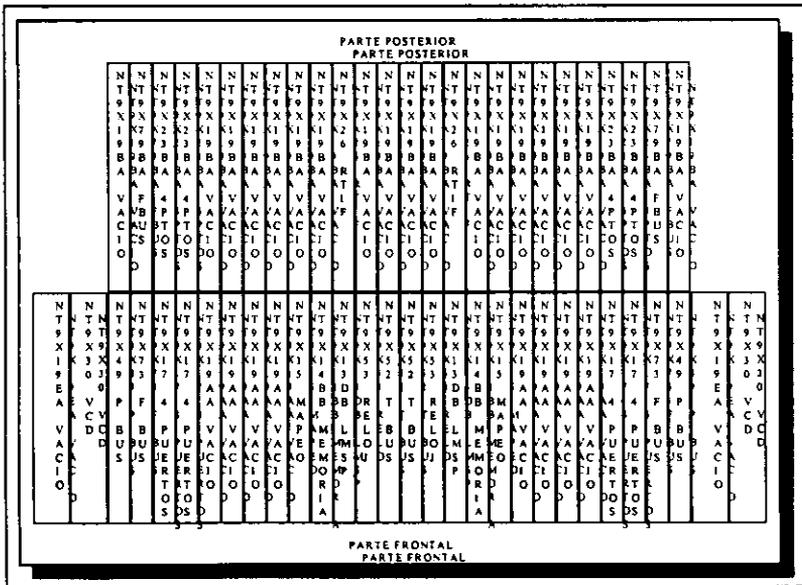


Figura 4.14 Tarjetas del Estante de Conmutación de Mensajes (LMS)

**Tarjetas Frontales:**

- NT9X13DB Tarjeta Procesadora del LMS. Ejecuta la operación de los CPU, también comunica el ducto P con otras tarjetas y también con tarjetas posteriores del LMS, y además el CPU contiene dos Megabytes de memoria.
- NT9X14BB Tiene seis Megabytes de memoria.
- NT9X15 Tarjeta mapeadora, convierte las direcciones lógicas a direcciones físicas para referencia y ponerlas en las tablas de mapeo que asocian las direcciones lógicas y físicas.

NT9X17	Tarjeta de cuatro puertos que transmite mensajes a la tarjeta posteriores NT9X23.
NT9X30	Tarjeta convertidora de potencia 5V.
NT9X49	Tarjeta terminadora de ducto P.
NT9X52	Tarjeta de acceso a rutas de mensajes para el ducto T.
NT9X53	Tarjeta del sistema de reloj, provee el reloj para los enlaces DS-30.
NT9X73BA	Tarjeta adaptadora de ducto F, se encuentra en dos o tres ranuras del estante LIU y también ejecuta la velocidad de translación.

### **Tarjetas Traseras:**

NT9X23BA	Tarjeta posterior de cuatro puertos y provee la interface física para los enlaces DS-30 para ser usados entre el LMS y el ducto DMS.
NT9X26	Es una interface de terminal remota que puede reinicializar a la tarjeta del LMS cuando la señal recibida este fuera de banda.
NT9X79BA	Tarjeta posterior de extensión de ducto F, provee interface física para el cableado del ducto B.

### **Trama del Ducto de Transporte (Bus)**

Una Trama del Ducto de Transporte (Bus F) es un bit alto del ducto que proporciona datos de comunicación entre un LMS y la Señalización No.7 en el LIU7. El ducto F es un cable plano y es conectado para el LMS vía la tarjeta frontal NT9X23.

Dos ductos F están implementados en un LPP. Cada ducto F es dedicado para cada uno de los LMS como sigue:

Ducto F 0 es dedicado para el LMS 0

Ducto F 1 es dedicado para el LMS 1

### **El Ducto F consiste de las siguientes funciones:**

#### **Tap**

Un "Tap" es un ducto de acceso de punto, dicho TAP se localiza en la tarjeta de adaptador de velocidad (NT9X73) para un LMS, o bien en la tarjeta del procesador general de enlace (NTEX22) para las dos ranuras del LIU7.

## Medio

Una estructura "Medio" es el ducto F la cual consiste de tarjetas frontales, tarjetas posteriores y cables de interconexión que enlazan todos los componentes del ducto F. Los componentes del ducto F son distribuidos por todas partes del LPP, con las tarjetas delanteras y las tarjetas traseras que forman parte del estante LMS y el enlace con el LIS.

### 4.7.2.4 Implementación del Estante de Interfaz de Enlace con el Protocolo IS-41.

#### Unidad de Interface de Enlace 7 (LIU7)

La unidad de Interface de Enlace 7 (LIU7), es un módulo periférico que procesa los mensajes que entran y salen del LPP. La interface de enlace actual de Señalización No.7 esta proporcionada por esta área funcional del sistema. El LMS interactua con el LIU para proporcionar capacidad de comunicación entre el enlace de Señalización No.7 y el Conmutador. La LIU es conectada en el sistema redundante del LMS y asociado al LPP. Como se muestra en la figura 4.15 :

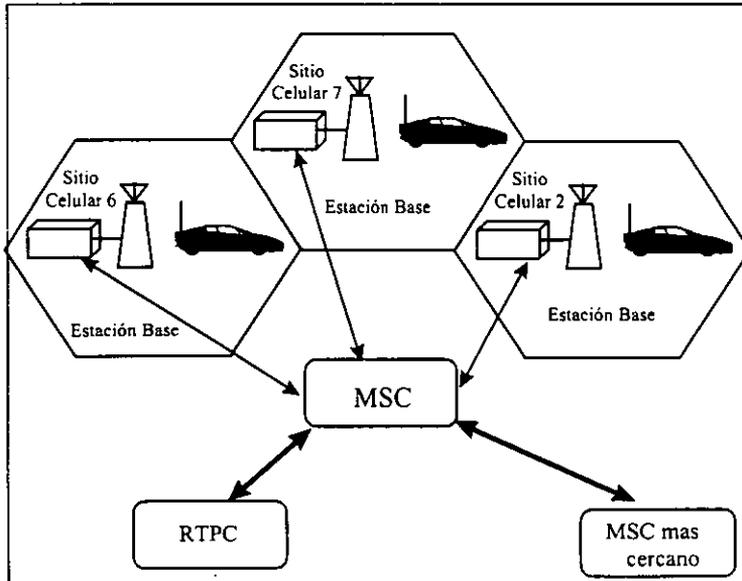


Figura 4-15 Tarjetas del Procesador de Enlace Periférico (LPP)



La LIU representa los siguientes mensajes de la señalización No.7 :

- Soporte del Protocolo de Señalización No.7
- Verificación de error sobre la entrada de mensajes de Señalización No.7
- Acopla mensajes de salida de Señalización No.7
- Determina el destino de la salida de mensajes
- Ruta de mensajes de Señalización No.7 para otros enlaces de señalización vía el LIM
- Rutas de entrada de mensajes de Señalización No.7 para la corrección de direcciones internas

El LIU está compuesto por dos tarjetas frontales y una tarjeta trasera, que son las siguientes :

1. Procesador de Enlace General (LGP) (NTEX22). Proporciona ambos procesamientos de mensajes para que estos estén asociados por una señalización de enlace de datos y una interface para cada dos ductos F.
2. Terminal de señalización (NT9X76). Proporciona detección de error, corrección y funciones de control. Estas tarjetas tienen dos procesadores y representan todas las funciones del nivel 2 del MTP.
3. Tarjetas posteriores (NTEX26AA o NT9X77AA). Proporcionan la interface física para la señalización de enlace de datos.

NTEX26AA	Usada para acceso canalizado (Unidad de Interface de la Red).
NT9X77AA	Usada para conectividad por V.35.
NT9X96AA	Tarjeta Controladora F-bus del LIS. La tarjeta controladora NT9X96AA sirve como bus de transporte (ducto-F) del LIS junto con la tarjeta NT9X48.
NT9X98	Tarjeta trasera de interface LIS

La NT9X98 ejecuta las siguientes funciones :

- 1) Proporciona una interface de enlace entre el DMS-Bus y la tarjeta controladora NT9X96.
- 2) Proporciona el subsistema de reloj de los cuales la tarjeta trasera de reloj y el reloj F-bus son liberados.

### Conectividad por V.35

El acceso a la canalización es un camino para adquirir enlace de señalización para un LIU7, pero existe otro camino llamado conectividad V.35.

Para implementar V.35, se requiere la tarjeta NT9X77AA. La LIU usa acceso canalizado o V.35, basado en el tipo de tarjeta que esta tenga.

Cuando la conexión V.35 es usada para la señalización de datos ocurre lo siguiente :

1. Un enlace de señalización entra al PDTC del lado saliente
2. El PDTC envía el enlace de señalización a través de la red
3. La red envía fuera el enlace de señalización un segundo continuo, especificado en el PDTC sobre una ranura de tiempo dentro de un Multiplexor
4. Las rutas del enlace de señalización del Multiplexor para el LIU7 vía conexión V.35.

---

## CAPITULO 5

---

### INTERCONEXION DEL SISTEMA MOVISAT-Voz CON LA RED CELULAR Y CON REDES PRIVADAS

#### 5.1 INTRODUCCION

En el presente capitulo se explicarán conceptos básicos del sistema celular, ya que en este capitulo se tratará la interconexión física del sistema MOVISAT-Voz con redes públicas y privadas, por lo que el sistema celular será utilizado para explicar la interconexión del sistema MOVISAT-Voz con una red pública. Esto dará paso al análisis de dos posturas importantes a nivel ingeniería para el sistema MOVISAT-Voz, siendo la primera, el respaldo que MOVISAT pueda hacer a un sistema celular para beneficio de sus usuarios, y la segunda, es el respaldo de un sistema celular para la red MOVISAT, para el beneficio de los usuarios satelitales, sin perder de vista que este último caso teóricamente resultaría más económico para el usuario de MOVISAT.

También se explicará brevemente el nivel de interconexión física de MOVISAT con la RTPC.

Por último se citara un ejemplo de interconexión física de MOVISAT con una red privada en el ámbito de un PBX.

Estos tres puntos pretenden abarcar los niveles de interconexión física de la Red MOVISAT-Voz, sin detallar en el ámbito de programación en el conmutador DMS MTX SNSE.

#### 5.2 CONCEPTOS BASICOS DE UNA RED CELULAR

A continuación se citan algunos conceptos de uso dentro de red celular, donde el MSC puede ser como se describe a continuación:

- Unidad móvil del usuario (**CS**)
- Central de Conmutación Celular (**MSC**), y puede ser:

1. **MSC-H**: Central de Conmutación Celular de origen del abonado, por donde la RTPC enruta sus ligaciones.



2. **MSC-V:** MSC responsable por el área que la Cs está visitando, en el caso que el Cs este fuera del área de su MSC-H.
  3. **MSC-G (Gateway):** MSC que hace el puente de la llamada de la RTPC para la Cs.
  4. **MSC-S (Serving):** MSC que esta sirviendo (controlando) al usuario en el momento.
  5. **MSC-O (Originating):** MSC que recibe la llamada a ser transmitida al CS.
  6. **MSC-A (Anchor):** MSC que controla el inicio de la llamada de una CS, durante toda la ligación.
  7. **MSC-T (Target):** MSC elegido para ser el destino del Handoff intersistémico.
- **Registrador de Localización de Domicilio (HLR).**- Base de datos donde reside la principal parte de los datos de una Cs, y pueden ser:
    1. **HLR Integrado**, cuando su localización es junto a la MSC-H
    2. **HLR Centralizado**, cuando no queda junto a la central. En ese caso, puede atender a más de una MSC.
  - **Registrador de Localización de Visitante (VLR).**- Base de datos que guarda información sobre los CS's que están en la condición de visitantes (roamer).
  - **Centro de Autenticación (AUC).**- Base de datos que guarda la información de validación y seguridad de las CS's.

### 5.2.1 Frecuencias de Operación del Sistema Celular.

Las frecuencias de operación de los sistemas celulares asignadas para los sistemas de acceso de telefonía inalámbrica son las siguientes:

1850-1990 MHz  
440-450 MHz  
485-495 MHz  
3.4-3.7 GHz

## 5.3 MODO CELULAR

La red celular consiste de una red de conmutación conectada a la RTPC. Estos conmutadores remedian la operación, donde las llamadas son enrutadas hacia la RTPC o al MSC, estas son terminadas y conectadas a los usuarios. Es decir que la llamada termina en el Centro de Conmutación Móvil Celular (MSC) el cual controla y conecta directamente a las células, así como a las células circundantes y define la región de cobertura del MSC conectado, dependiendo del tipo de llamada, como pueden ser: Móvil-RTPC, Móvil-Móvil y RTPC-Móvil, como se muestra en la figura 5.1.

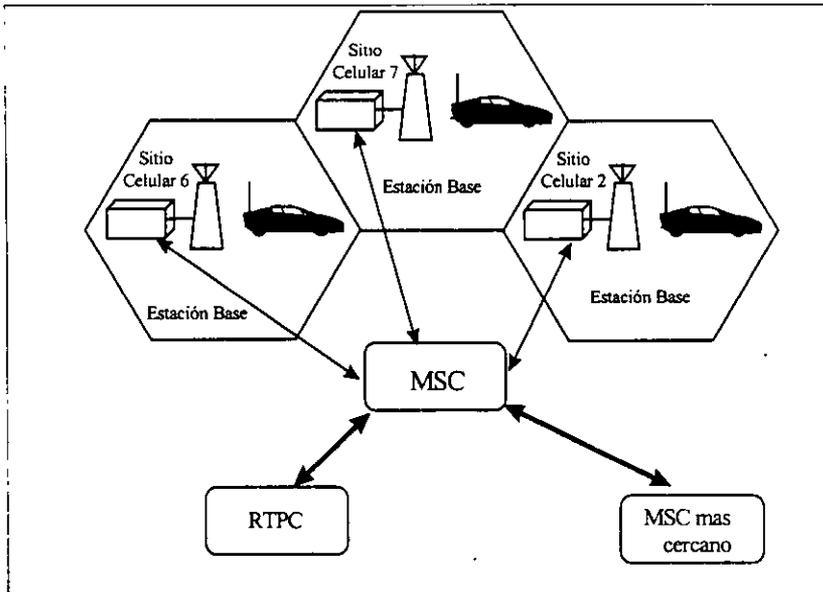


Figura 5.1 Red Celular

Las regiones adyacentes a la célula son controladas por diferentes MSC. Estas células contienen estaciones base que proveen enlaces de microondas del teléfono móvil celular y transporta en una distancia corta la información en troncales T1 hacia el MSC. La potencia de una móvil, por medio del teléfono celular, verifica la preasignación de los canales de control y selecciona el canal con mayor recepción de potencia, el cual se conecta al MSC, a través de los canales de control de la estación base, si el teléfono móvil está registrado en la base de datos del Registro de Localización de Hogar del MSC, este contiene información, así como las características del suscriptor (servicio) como, llamada de espera o conferencia de llamadas. Si el móvil está registrado como un Roamer en un MSC "visitante", el MSC visitante solicita al MSC hogar, su base de datos para poder ofrecer servicio de Roaming al usuario móvil celular, entonces las características de la móvil estarán contenidas en la base de datos del Registro de Localización del Visitante del MSC. Todas las llamadas de la RTPC, son automáticamente enrutadas al MSC hogar, el cual las enviara al MSC visitante.

A una solicitud de respuesta de iniciación de llamada, el servidor MSC, asignara un canal de voz libre al teléfono móvil residente en la célula. La transmisión y recepción de los canales de voz contienen suficiente ancho de banda (20 KHz.) permitiendo la transmisión de voz, estados de control de datos o Supervisión de Tonos de Audio (SAT) y Señales de Tono.

Como un teléfono móvil requiere cambio de información, al cambiar entre células, se requiere un proceso de entrega de llamada (Handoff), como se muestra en la figura 5.2.

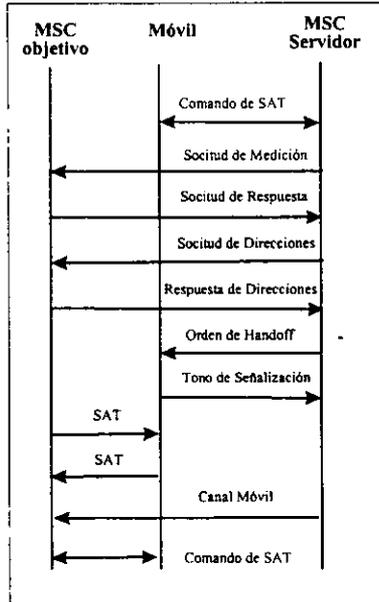


Figura 5.2 Establecimiento de una Llamada por Medio de la Entrega de Celdas (Handoff)

Uno de los tonos SAT (Supervisión de los tonos de Audio) es generado por el teléfono móvil, estos son recibidos por el MSC con menor potencia, que la predeterminada por el umbral de Handoff, el MSC envía un mensaje de Solicitud de Medición al MSC objetivo ó más cercano por medio de un enlace de datos (IS-41). Estos comandos incluyen información respecto al servicio de las celdas y canales del teléfono móvil. El MSC objetivo recibe todos los reportes de recepción, potencia de las células próximas a la conexión con el teléfono móvil, el MSC objetivo controla a todas las células próximas a la célula de la móvil y registra y reporta el nivel de potencia del SAT recibido. El MSC objetivo recibe y lee todos los reportes y responde con un mensaje de Solicitud de Resultado de Dirección de Retorno, sugiriendo la calidad de la señal de un potencial en la célula objetivo. El MSC servidor entonces determina que MSC objetivo contiene la célula con la recepción mas fuerte, así este manda al MSC objetivo un mensaje (Asignación de Dirección) para indicar que fuente, célula destino y la identificación del teléfono móvil. El MSC servidor aprovecha este proceso para buscar un canal específico de voz en una troncal entre dos MSC para establecer una conexión entre la RTPC y el MSC objetivo a través del MSC servidor. El MSC objetivo responde con un mensaje ( Resultado de Dirección de Retorno), que incluye una

asignación de canal de voz para un teléfono móvil y un SAT de solicitud. El MSC servidor libera estos estados de información de la móvil en porciones de control de este canal de voz y la móvil entonces reconoce con un tono y regresa a él en un nuevo canal.

La célula objetivo comienza a mandar un SAT en el nuevo canal de voz, después de la transmisión del mensaje (Resultado de Dirección de Retorno), así los tonos del teléfono móvil transmiten un SAT indicando a la célula objetivo que la entrega de celdas (Handoff) fue exitoso, el MSC objetivo manda un mensaje sobre un enlace IS-41 al MSC servidor. A la recepción de este mensaje, el MSC servidor conmuta hacia RTPC comunicando desde la célula servidor al MSC objetivo. El MSC objetivo, permite la comunicación de voz plena a través de la célula objetivo al teléfono móvil. La comunicación ocurrirá en un canal de voz celular hasta la próxima entrega de celdas (Handoff) ó una noticia de pérdidas del SAT.

El nivel 1 de operación en telefonía celular, requiere interfaces de señalización a los centros de comunicación móvil (MSC) en redes celulares. Esta interfaz de señalización propone sistema de Señalización No.7. Se propone la interfaz de señalización IS-41, empleando el sistema de Señalización No.7 en la operación del MSC con el CCCM.

Entrega de llamada por medio de la entrega de celdas (Handoff), permite al que origina la llamada en el sistema celular, que sea entregada su llamada al CCCM en la parte conocida como entrega de celdas (Handoff). Cuando la cobertura celular se desvanece y es notado por el MSC, una entrega de celdas (Handoff) solicita la medición, y es hecha a través del protocolo IS-41 al rededor de la célula, que contiene la llamada de operación.

Si la célula contiene a la llamada que se encuentra al final (orilla) de la cobertura, el CCCM lo considera como célula vecina, por lo que el CCCM responde con una verificación dentro del rango requerido para permitir la entrega de celdas (Handoff). De esta manera el sistema celular continuará con las llamadas de entrega de celdas (Handoff) para redes terrestres vecinas, hasta que el tiempo de la señal del sistema sea reportada insuficiente, en este caso, la entrega de celdas (Handoff) será realizada al CCCM. Una vez que la entrega de celdas al CCCM, la llamada continúa hasta la terminación, a través del CCCM desde un proceso de entrega de celdas (Handoff).

El nivel 2 de operación en telefonía celular, requiere troncales dedicadas de voz entre el CCCM y el MSC en una red celular. El sistema celular debe proporcionar dichas troncales E1's en el MSC, para que el CCCM opere de acuerdo con las interfaces de señalización descrita anteriormente y soportar el nivel 1 de operación en el sistema celular.

La operabilidad en telefonía celular con los niveles 1 y 2 es aplicable en la Estación Terrena de Interconexión Central (ETIC). Por lo que se requiere de interfaces de Señalización No.7 que soportarán el nivel 1, de operación en la telefonía celular.

#### **5.4 MODO DE MOVISAT**

Muchas de las aplicaciones para MOVISAT, incluyen comunicaciones marinas, aire, rural, fax y datos; caso difícil para comunicaciones celulares. La Red MOVISAT consiste de la Estación Terrena de Interconexión Central, que soporta todos los canales de comunicación de las Terminales Móviles, vía los sistemas de satélites Solidaridad 1 y 2; permitiendo las comunicaciones a la RTPC a través del conmutador terrestre DMS MTX que opera similar a un MSC. En un sistema celular todas las asignaciones son administradas por el controlador de comunicaciones de la red (NCC).

La funcionalidad de todos los procesos, así como el mantenimiento de todos los controles son mostrados en la figura 5.3.

Figura.- Establecimiento de Llamada Terminal Móvil a RTPC

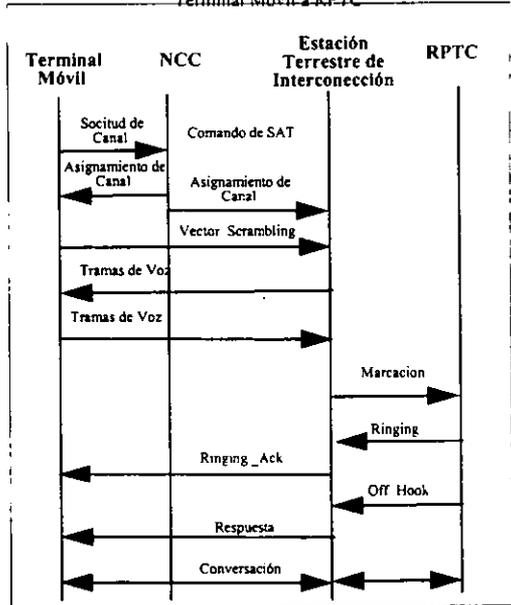


Figura 5.3 Establecimiento de Llamada de la MT a la RTPC

Cuando la MT se enciende se deberá encontrar un canal de control. Antes que la terminal móvil pueda acceder al sistema, esta deberá leer y actualizar los datos del sistema de información por medio del canal de control, el cual incluye información de congestión, así como configuración de la información del haz.

En este punto, la terminal móvil esta lista para hacer y recibir llamadas telefónicas. La estructura de MOVISAT es similar a la del sistema celular, porque ambas contienen por separado el canal de control y canales de voz, con información de "Roaming", pasando por el canal de control y la información de la llamada de entrada multiplexada sobre el canal de voz, la principal diferencia entre el sistema MOVISAT con un sistema celular, radica en que los canales de voz (modem's satelitales) cubren todo el país, eliminando la necesidad de llamada por medio de la entrega de celdas (Handoff).

Cuando una terminal móvil inicia una llamada como se muestra en la figura 5.4, los dígitos de la llamada son enviados con la identificación de la terminal móvil al NCC, solicitando un canal de voz. El NCC valida la identificación del número y el asignamiento del canal de voz. La terminal móvil, entonces manda un mensaje de seguridad y un vector "scrambling" a la ETIC para verificar la continuidad en las bases de datos evitando acciones de fraude. En este punto la ETIC marca el número a través de la RTPC recibiendo respuesta de la misma,

incluyendo los "rings", ocupado o mensajes. La ETIC manda la respuesta a la MT, la cual pasa al usuario desde la MT en un modo de voz, el estado de descolgado, responde desde la RTPC a la ETIC, provocando un cambio de estado llamado "en conversación" por lo que la conversación continua hasta que sea liberada cualquiera de las dos partes.

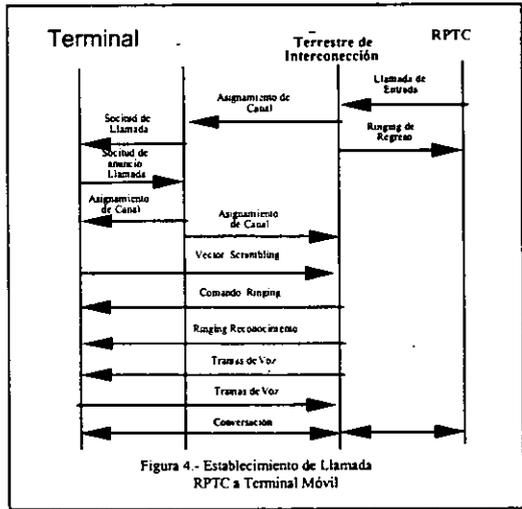


Figura 5.4 Establecimiento de Llamada de la RTPC a la MT.

Cuando una llamada de la RTPC es enrutada a la ETIC, la ETIC regresa un tono de llamada al abonado y solicita un canal desde el NCC, la cual válida el número de identificación de la MT y determina el canal de control. La NCC entonces verifica la habilitación de la MT, para mandar un anuncio a la MT, el NCC valida la MT basado en esta respuesta y asigna el canal de voz a ambos MT y a la ETIC. La MT regresa el canal de voz y manda el vector "scrambling" y un mensaje de seguridad de acceso a la ETIC para verificar y permitir la comunicación no fraudulenta. Después la MT conmuta a un modo de voz y de la ETIC al usuario, la MT reconoce la recepción del "ring" a la ETIC, y a su vez el usuario responde al teléfono, las tramas de voz son enviadas a la ETIC con una señal descolgado, estableciendo la conexión de voz entre los dos usuarios, la conversación continúa hasta que la llamada se libera en cualquiera de las partes cuando ambos determinan que los usuarios han colgado, una señal de enganche (on Look) es mandada en el canal de control de voz solicitando la terminación de llamada.

## 5.5 RESPALDO CELULAR PARA MOVISAT

El respaldo de un sistema celular para la red MOVISAT, sería de gran utilidad ya que los costos de uso de la infraestructura celular son más económicos que en telefonía satelital, por esta razón en este punto se plantea la opción de que un usuario satelital utilice la red celular siempre que este dentro de la cobertura celular, y así pueda cambiar a la red satelital cuando tenga establecida una llamada y se pierda la cobertura celular.

### 5.5.1 Nivel 1

Una vez que la terminal móvil intenta operar en MOVISAT; Si todos los intentos de operar fallan en el canal de control o MOVISAT rechaza el servicio basado en el estado de la terminal móvil u operación errónea, automáticamente la terminal móvil conmuta a la operación celular. Si la MT intenta hacer una llamada telefónica y no puede obtener un canal de voz, este automáticamente conmutará al modo celular e intentará la misma llamada telefónica sobre la red celular. Finalmente si la MT tiene el privilegio de "roaming" y notifica perdidas de acceso al canal de control, esta intentará encontrar un nuevo canal, y si no existe, este se registrará en la red celular. Una vez en el sistema celular, la MT puede continuamente monitorea las señales de control de MOVISAT y posteriormente atenderá los registros en MOVISAT si un canal de control este presente.

### 5.5.2 Nivel 2

El registro y el pre-registro son posibles entre estos dos sistemas, ya que el DMS MTX que aparenta ser un MSC dentro de una red celular. Cuando se usa MOVISAT, el HLR piensa que la MT esta en un VLR, cuando la comunicación con el satélite sé esta perdiendo, el "transeiver" celular atiende un registro autónomo, el cual es recibido por el MSC y este mandado al HLR. El HLR previamente registra a la MT con un VLR, en el DMS MTX del MSC residente, permitiendo todas las llamadas; Las llamadas telefónicas serán enrutadas en el MSC y el DMS MTX. El HLR trata toda la operación como si fuera un celular móvil que viaja dentro de la cobertura de un MSC a otro.

Si una MT con "roaming" dentro de la cobertura celular inicia una llamada telefónica, el MSC determinará la cobertura de la Red. Si la llamada celular comienza a debilitarse en una llamada entrante, el proceso de entrega de celda (Hadnoff), regresará a MOVISAT para ser iniciada en dicha red.

Mientras la parte satelital de la MT está registrada en MOVISAT, la parte celular de la MT no puede registrarse independientemente en un MSC disponible. Esto ocasionaría que el HLR creyera que una MT fraudulenta trata de acceder a la red celular desde el concepto del HLR.

Si la MT está registrada en un VLR (DMS MTX) y otra MT esta tratando de usar el mismo número de identificador de móvil para registrarse en otro MSC, en este caso el HLR del MSC, puede cancelar ambos registros mientras que comienza el registro en la red MOVISAT-Voz. El intercambio de celdas (Handoff) entre MOVISAT y una red celular es imposible, debido a que la red celular no tiene idea de donde esta localiza la MT ó con cual célula establecerá el registro.

## 5.6 MOVISAT COMO RESPALDO PARA CELULAR.

Este modo permite a un usuario celular, fortalecer su medio de comunicación ya que un usuario celular si puede realizar el proceso de entrega de celdas (Handoff) con una red satelital, siempre y cuando el área de cobertura celular se degrade ó pierda, como ya se explico con anterioridad.

### 5.6.1 Nivel 1

Este nivel permite analizar el área de cobertura de una MT con "roaming", para cuando dicha cobertura se degrade pueda cambiarse a otro sistema, este usa el mismo principio como en el modo satelital, excepto que el servicio celular tiene prioridad, la cobertura celular deberá estar periódicamente en pruebas para determinar la capacidad de pre-registro, esta idea se explico en el punto anterior existiendo la diferencia de que la MT atenderá el registro sobre un MSC antes que reporte al DMS MTX.

### 5.6.2 Nivel 2

La operabilidad celular permite en este modo unir la llamada de entrega de celdas (Handoff), desde que las llamadas de un MSC interno tienen traslape de cobertura, al ocurrir una llamada celular puede caerse, y no permitir el Handoff a MOVISAT; considerando los bordes de las células del MSC, presentan una situación donde una terminal móvil (MT) gradualmente sale de una cobertura, consecuentemente el MSC está equipado con canales intercelulares que proveen al Handoff desde los bordes de las células cuando la cobertura celular se está desvaneciendo y otra célula no puede recibir el "Handoff". El canal de mayor potencia cruza la referencia de cada borde de la célula tal que los canales se consideran aceptables a los niveles de potencia del MSC, estos son usados por la célula para cubrir una gran distancia desde el servicio de la célula, evitando cualquier posible conexión durante el proceso de "Handoff".

El diagrama mostrado en la figura 5.5 indica el proceso de "Handoff"; esto es una combinación de "Handoff" de MSC a MSC (figura 5.2) y la actualización de llamada de RTPC a MT (figura 5.4). Este proceso sucede en conveniencia a la MT que está recibiendo una nueva llamada telefónica en MOVISAT-Voz, mientras que el MSC servidor que es el que esta entregando el "Handoff" a un MSC de mayor

emisión (MOVISAT-Voz). Todo puede ser terminado con un solo número telefónico compartido entre las redes celulares y MOVISAT, por medio de un protocolo 1S-41 que sirve para empezar a compartir a otras células u otro MSC cercano, donde quiera que se degraden los tonos SAT que pertenecen a un "Handoff"; Todos los MSC requieren ser configurados (datafilled) en petición al DMS MTX, donde se está llevando a cabo un "Handoff" que es atendido en el DMS MTX, donde regresará un valor mínimo permitido por el MSC, sin considerarlo como pérdida de llamada. En estos términos la entrega al MSC celular colindante de alta prioridad, si el valor nominal es fuerte, funcionara la MT y MOVISAT, actualizando la llamada para asignar un canal de voz satelital. Cuando la ETIC recibe este canal, este manda un resultado de regreso de dirección al MSC servidor (celular) para solicitar que la porción celular de la MT cambie de canal, este nuevo canal es asignado por la ETIC, acomodando de una forma transparente con el MSC servidor; para verificar la información manda un vector de interrupción, y la ETIC solicita la activación de la troncal de voz del MSC Servidor para permitir la conexión desde el canal de voz de MOVISAT a la RTPC a través del MSC; después la MT y la ETIC intercambian tramas de voz, conmutando al modo de voz permitiendo la conversación, por lo que el "Handoff" es completo.

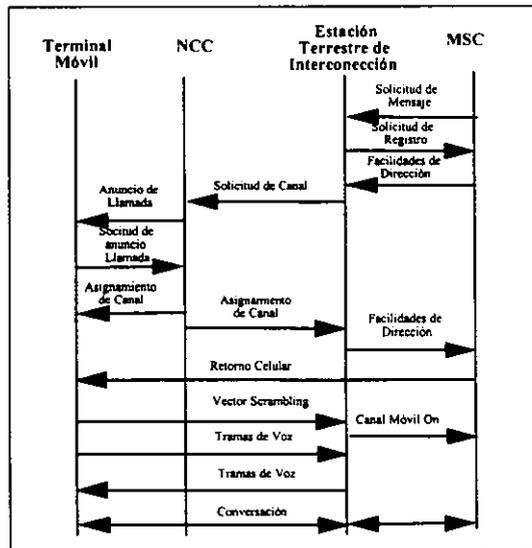


Figura 5.5 Entrega de Llamada "Handoff" de Sist. Celular a MOVISAT

### 5.7 MOVISAT COMO RESPALDO PARA CELULAR, PRINCIPALMENTE PARA HLR

Este modo es similar a MOVISAT como respaldo para sistema celular excepto por el "roaming" en un MSC visitante. Si el usuario desea seguir contando con la cobertura celular, la MT monitorea esta localización siempre y cuando cuente con el "roaming".

Si la MT sale del HLR durante una llamada telefónica, el HLR hace una petición de "Handoff" al VLR, y el HLR hará también una petición de "Handoff" a MOVISAT, si el nivel 2 de operación con telefonía celular esta implementado. Si registramos en el VLR para completar la llamada, el servicio inmediatamente se transferirá a MOVISAT, éste modo tiene funciones únicas de "roaming", pero opera similar como un estándar celular como modo prioritario de la duración de una llamada.

### 5.8 COBERTURAS DE LOS SISTEMAS MOVISAT-Voz Y RED CELULAR

Existen demasiadas zonas muertas dentro de la cobertura celular, por esta razón la figura 5.6 muestra la gran diferencia que existe entre estos dos sistemas de comunicación móvil.

Aún cuando los nichos de mercado entre estos sistemas de comunicación móvil son diferentes, el sistema de comunicación móvil satelital resulta ser un complemento para la telefonía celular.

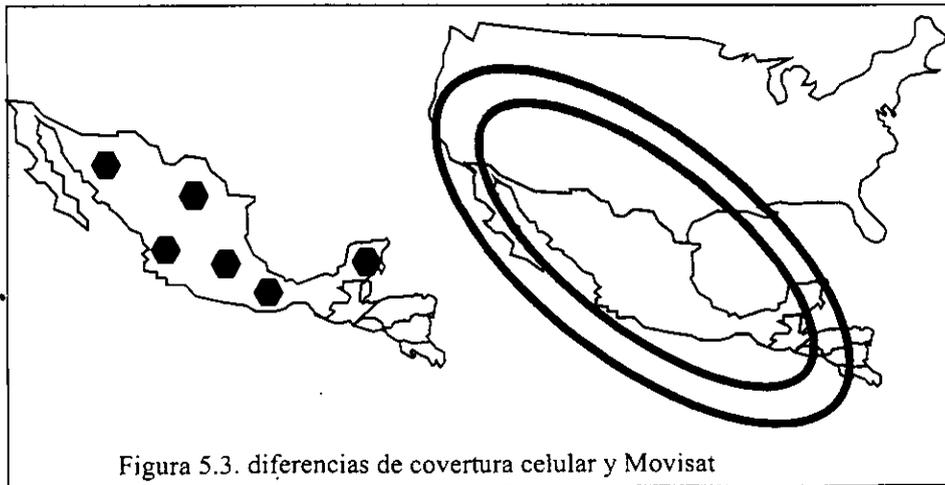


Figura 5.6 Diferencia de Coberturas entre los Sistemas Móviles Celulares y el Sistema MOVISAT-Voz

### 5.9 INTERCONEXION DE MOVISAT-VOZ A LA RED TELEFONICA PUBLICA CONMUTADA

Las necesidades de interconexión en los sistemas de comunicación son primordiales, ya que en la actualidad se requiere que las redes se encuentren interconectadas para ofrecer un mejor servicio de comunicación entre los usuarios, así como escoger la red de su preferencia, también es el caso para los prestadores de servicio.

En general el método de enrutamiento de llamadas desde el origen al destino, pasando por uno o varios nodos de conmutación intermedios. Es decir la forma en que debe procesarse la llamada a través de las diferentes posibilidades en la red. El enrutamiento de Movisat-Voz para llevar acabo la comunicación de los usuarios es empleando la red telefónica publica por medio de 6 enlaces E1's dos de ellos conectados a una central de trafico local, dos a una central de trafico de Larga Distancia Nacional y los últimos dos conectados a una central de trafico de Larga Distancia Internacional y Mundial. La configuración mínima a futuro de Movisat debe ser con la jerarquía de una central con capacidad de enrutamiento con siete enlaces E1 como se muestra en la figura 5.7.

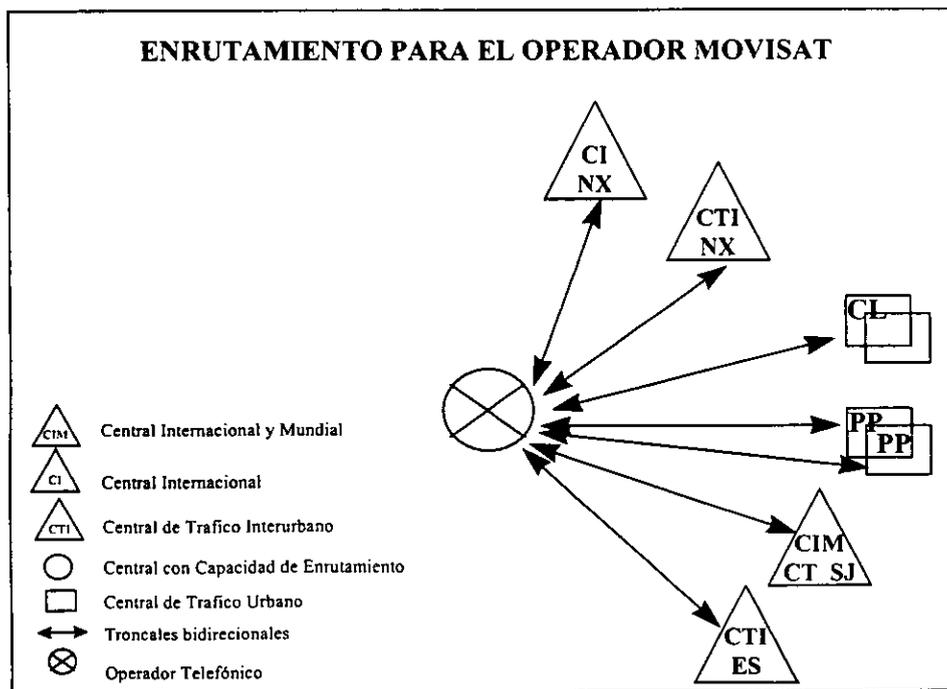


Figura 5.7 Estructura de un Centro con Capacidad de Enrutamiento (CCE)

En las redes telefónicas, la información de señalización de cada llamada se maneja sobre la misma trayectoria que se usa a menudo para comunicación de voz, la señalización consiste en la generación y transmisión de la información que sirve para establecer una llamada, enrutándolo por la red hasta su destino.

Dicha interconexión se lleva a cabo por enlaces E1's configurados bidireccionales (troncales entrantes y troncales salientes) suministrados por la Red Telefónica Pública Conmutada empleando el estándar de la CCITT (señalización R2) para el caso de México es R2 modificada. Estos E1's se conectan al DMS-MTX por medio del PDTC empleando una tarjeta, la cual convierte el PCM-30 a un protocolo DS-30 y ejecuta conmutaciones DS0 dentro de la ENET, haciendo una conmutación espacial -temporal -espacial en la que convierte de DS0 a DS30 y posteriormente pasa al periférico ICP teniendo la función de convertir el DS-30 en DS-1 ( T1), debido a que la portadora maneja ley A (Rec. G732 del CCITT) por lo que se requiere hacer un cambio de leyes ya que el T1 maneja ley  $\mu$  (Rec. G.733 del CCITT) y así entregarlos a los abonados móviles por medio del sistema de radio.

Para llevar a cabo todo este proceso, un abonado telefónico que observe hacia el interior de una red telefónica verá una especie de árbol con varias ramas, que constituyen los enlaces. En cada punto de ramificación existen múltiples elecciones. Suponga que el abonado que llama desea comunicarse con un abonado distante en particular. Para alcanzar a ese abonado, se establece una conexión utilizando una elección en cada punto de ramificación. La llamada se encamina a través de este laberinto, el cual se conoce como red telefónica, mediante el número telefónico. Este número es el que activa el conmutador o los conmutadores en los puntos de ramificación del laberinto, en realidad el número telefónico realiza dos operaciones importantes; 1) enruta la llamada y 2) activa los aparatos necesarios para el cargo correspondiente de la llamada en el cual se encuentra el identificador del abonado y el identificador de la central. Los identificadores de la central de Movisat-Voz son los siguientes:

Identificador de la Central	Identificador del abonado
150	XXXX
151	XXXX

A partir del primero de enero de 1997 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes normaliza la comunicación de las centrales Locales con 8 dígitos, el último dígito es el Plan de Numeración Área NPA, en el caso de la ciudad de México la comunicación entre centrales es 5 + identificador de la central + identificador del abonado, así también, la normalización indica que todas las centrales envíen el Identificador Automático de Abonado ANI, empleándose para fines de facturación y como servicio para identificar el que llama.

## 5.10 INTERCONEXION DE MOVISAT CON REDES PRIVADAS

### NECESIDADES

En las áreas institucionales, empresariales e industriales requieren comunicación en lugares remotos y de difícil acceso, sea el caso del ejercito, una plataforma petrolera, estaciones costeras, flotillas de barcos, empresa aeronáuticas u otra aplicación, que solo requieran comunicación en su propia red, (medios de conmutación entre ellos los EPBAX) y versatilidad en el plan de numeración, a demás ofrecer privacidad a su propia red.

### CONSIDERACIONES TIPICAS DEL EPBAX

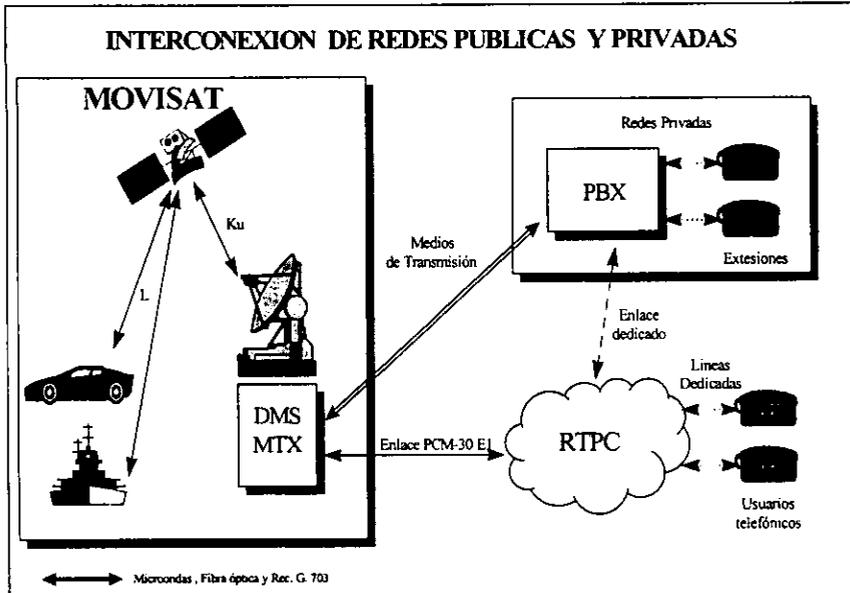
La responsabilidad principal del planificador y administrador de telecomunicaciones empresariales, industriales e institucionales es la elección y posterior mantenimiento del sistema (o sistemas) EPBAX. En casi todos los casos se elegirá una central electrónica, que usan un principio de conmutación Multiplexaje por División de Tiempo (TDM), existen muchas ventajas en este tipo de conmutación, menor tamaño, bajo consumo de energía, ahorro en mucha circuitería común y adaptabilidad, entre algunas de sus características más comunes:

1. Llamadas de extensión a extensión con marcación mínima de tres dígitos.
2. Llamadas de extensión a troncal:
3. Llamadas de troncal a extensión
4. Troncales de enlace, éstas troncales son circuitos uní o bidireccionales para interconectar dos sistemas PBX o centrales.

### REQUERIMIENTOS DE INTERCONEXIÓN

Para llevar acabo una interconexión en los sistemas de PBX con el sistema Movisat-Voz los usuarios deben de cumplir con lo siguiente, tener troncales de enlace en su PBX como lo marca en punto 4 antes mencionado, enlaces PCM-30 (E1), con la recomendación de la CCITT de señalización R2 Modificada, cumplir con la recomendación G.703 del CCITT y acopladores de impedancia de 75 a 120 ohms. La conexión pueden realizarse utilizando los siguientes medios de transmisión: Enlace de Microondas, Fibra Optica utilizado la RTPC con circuitos no conmutados y Cable Coaxial. La figura 5.8 muestra un diagrama de interconexión con las redes públicas y/o privadas.

La identificación de los usuarios se lleva acabo mediante un plan de numeración ajeno a la Red Telefónica Publica Conmutada logrando así una adecuación en los números con un mínimo de dígitos, sin causar conflictos con otras redes garantizando la privacidad de una red totalmente cerrada.



**Figura 5.8 Diagrama de Interconexión con Redes Públicas y Privadas**

## CONCLUSIONES Y APORTACIONES

En los primeros tres capítulos de este trabajo de tesis, se presentaron las bases necesarias para comprender la filosofía de la telefonía móvil satelital, denominada MOVISAT-Voz.

Los últimos capítulos presentan el análisis del objetivo principal que se planteo al inicio de este trabajo de tesis.

De acuerdo a lo antes mencionado, se exponen las siguientes conclusiones y aportaciones:

### CONCLUSIONES:

Conforme al tema principal de este trabajo referente a la interconexión, y atendiendo los cambios y necesidades de interconexión entre redes de comunicación basadas en la comunicación de voz, la interconexión con redes públicas y/o privadas, se considera que todos sistemas de conmutación que cumpla con los requerimientos de las recomendaciones del CCITT referentes al estándar Europeo PCM- 30+2 digital, y la recomendación R2 Modificada, pueden realizar la interconexión con el sistema MOVISAT-Voz.

Después de haber analizado la mejor propuesta de los diferentes operadores de larga distancia, el sistema de conmutación DMS MTX puede establecer la interconexión con alguno de estos operadores para cursar el tráfico satelital por sus redes, esto podrá aplicarse para cuando el usuario satelital quiera establecer una llamada con algún usuario de la red terrestre.

Dicha interconexión pudiera beneficiar directamente al usuario satelital, siempre y cuando los costos por minuto de un operador sean mas atractivos para MOVISAT, ya que tiene un contrato con la RTPC (TELMEX).

Actualmente MOVISAT-Voz cuenta con seis enlaces E1's para enrutar el tráfico terrestre hacia la RTPC, faltando un E1, para cumplir con la categoría de un Centro con Capacidad de Enrutamiento (CCE), tal como lo indica la SCT para operadores telefónicos.

Debido al comportamiento y arquitectura de interconexión de la red MOVISAT con la RTPC se considera como operadores celulares. De acuerdo a los operadores serán asignados bajo la norma de operadores locales, por lo que MOVISAT, adquiere la categoría de un operador local.

La interconexión de MOVISAT-Voz con redes celulares beneficia a los usuarios satelitales, ya que el costo por el uso del recurso satelital es más elevado que el uso de la infraestructura en la red celular, por esta razón se consideran la implementación del enlace IS-41 entre dichas redes, haciendo notar que la cobertura en un sistema celular es muy limitada en comparación con la red MOVISAT-Voz.

Un usuario que establezca una llamada desde un sistema celular, puede realizar el proceso de Entrega de Celdas (Handoff) hacia la red satelital, pero el caso inverso no se puede realizar, más sin embargo el beneficio del sistema celular se basa en ofrecer servicio en áreas urbanas, si un usuario satelital intenta realizar una llamada, la comunicación pudiera no resultar debido a los obstáculos que se presentan en las ciudades, como es el caso de edificios, entre otros, que interrumpen la línea de vista del usuario al satélite.

La migración de los sistemas de comunicaciones para soportar Señalización No.7, no excluye a la Red MOVISAT-Voz, por esta razón la consideración del cambio de Señalización R2 Modificada a Señalización No.7, cada vez es más latente, por lo que implica realizar una fuerte inversión para adquirir el "Software" adecuado para el sistema de Conmutación DMS MTX. Básicamente, esto refiere al cambio de la plataforma de software BCS35 residente en el sistema de conmutación, por la versión MTX-03 ó MTX-06.

Por otra parte, el impacto dentro de la red MOVISAT-Voz también se debe considerar, ya que el programa fuente de la Red MOVISAT-Voz no fue diseñado para soportar la versión de software MTX-03 ó MTX-06, por esta razón la inversión no solamente esta enfocada al sistema de conmutación, si no también requiere de cambios importantes dentro de la estructura de la red satelital.

El Estándar Intermedio 41, no solamente serviría a MOVISAT-Voz para el intercambio de datos con algún operador celular, si no también para realizar "roaming" entre redes satelitales como es el caso de MOVISAT-Voz, TMI de Canadá ó AMSC de Estados Unidos.

Si alguna red privada requiere los servicios que ofrece MOVISAT-Voz, necesita implementar la interconexión entre el conmutador de MOVISAT-Voz y el conmutador de su red, ya sea por medio de un enlace de fibra óptica ó un enlace de microondas.

MOVISAT-Voz ofrece ventajas para los usuarios privados dentro de su red, como es el caso de un plan de marcación y numeración propio, sin tener que acceder a la RTPC por medio de MOVISAT-Voz.

Otra ventaja es la de dar jerarquías dentro de la red privada, esto quiere decir que si los altos ejecutivos de dicha red quieren recibir llamadas de algunos

usuarios específicos de su red, se pueda hacer, o bien restringir privilegios, como es el caso de llamadas de Larga Distancia Nacional, Internacional ó Mundial. Estas son solo algunas de las ventajas que el sistema MOVISAT-Voz ofrece a las redes privadas.

## **APLICACIONES:**

El principal objetivo del sistema MOVISAT-Voz es ofrecer servicio de voz y datos a usuarios móviles con una cobertura nacional y 200 millas náuticas de mar patrimonial, dichas aplicaciones son Terrestres, Marítimo, Aéreo y Fijo en las que se están desarrollando diferentes proyectos a continuación se citan algunos;

El caso de telefonía Rural que se consideraba como un servicio no muy rentable para las compañías telefónicas. Actualmente existen empresas concesionarias que prestan éste servicio, con telefonía celular y trunking con altos costos de instalación por la infraestructura terrestre de interconexión a la Red Publica Telefónica Conmutada, así como el mantenimiento, aunado con la dificultad de cubrir comunidades por lo difícil de su geografía, resultando prácticamente imposible comunicarlas.

El sistema MOVISAT-Voz mediante las frecuencias de Banda "L" empleando el sistema por medio de los satélites solidaridad es factible instalar una red telefónica Rural con terminales móviles, no importando el área geográfica de la región y garantizando la comunicación local, larga distancia nacional, internacional y mundial. Actualmente se están instalando terminales en áreas rurales, mostrando una gran respuesta.

Otra aplicación primordial sería para industrias petroleras en las que requieren la información de sus plataformas petroleras, tanto de voz y datos para un control efectivo de sus plantas y uno de los medios para esto es emplear MOVISAT-Voz el cual ha demostrado ser un medio factible y seguro en áreas costeras, y por su cobertura a 200 millas náuticas de mar patrimonial.

Otra de ellas sería dependencias de gobierno ó de la iniciativa privada, en las que contienen alto tráfico y demanda de servicios de comunicación en diferentes puntos del país por lo que requieren de una integración con MOVISAT-Voz, creando así una red privada en la que tendrían una comunicación privada con su propio plan de numeración, por lo que deben de cumplir con los requerimientos citados en el capítulo 5.

## **TENDENCIAS FUTURAS:**

La interoperabilidad entre MOVISAT-Voz y América del Norte MSAT provistos por los sistemas AMSC "Estados Unidos" y TMI "Canadá" pueden ser interconectados utilizando el protocolo IS-41 ya que MOVISAT-Voz pertenece a la tecnología MSAT en la que se interconectaría como un sistema celular con una capacidad del "Roaming".

Se tendría una gran ventaja para operar una red Satelital internacional en la cual se reducirían los costos de llamadas de larga distancia para el caso de usuarios satelitales que utilicen dicha red.

## **RED RADIO (NET RADIO):**

El sistema MOVISAT-Voz puede ofrecer el servicio de comunicaciones de Red Radio, similar a radio "trunking". Con esta aplicación el sistema MOVISAT-Voz soportaría el servicio de voz de presiona y habla, simultáneamente a todos los miembros de la misma red. Este servicio permite al usuario móvil MT, operador ó un despachador, hablar y ser escuchado por todos los que pertenezcan a la red particular, en adición a esta red, también pueden incluirse 2 tipos de despachadores uno de ellos esta integrado a una red de red radio terrestre y puede ser conectado por una interfaz V.32. El otro despachador es el que interacciona por medio de la Red Telefónica Pública Conmutada. Los servicios que ofrece Red Radio son los siguientes: Circuitos de Comunicación de Voz, Datos y Fax, prioridades de emergencia (interrupción), tipo de comunicación, red Radio, modo privado. El mercado de este sistema esta orientado a sistemas de seguridad, ejercito, policía, flotillas transportistas, etc.

Por último, el sistema MOVISAT-Voz puede ofrecer un servicio de transmisión de datos, que consiste en conectar un Concentrador, el cual puede almacenar datos y retransmitirlos. Dicha conexión puede ser implementada a la red de datos entre otras.



## GLOSARIO

ASU	Unidades de Aplicaciones Especificas
AUC	Centro de Autenticación
AMSC	Sistemas de Comunicaciones Móvil Americano
AP	Procesador Aplicaciones
CTU	Centro de Trafico Urbano
CI	Centro Internacional
CTI	Centro de Trafico Interurbano
CIM	Centro Internacional y Mundial
CCE	Centro con Capacidad de Enrutamiento
CSS	Estación del Suscriptor Celular
CM	Modulo de Computo
CCOR	Centro de Control Operativo de la Red
C	Frecuencias en el rango de 3 a 6 GHz
CCIRR	Comité Consultivo Internacional de Radio y Frecuencia
CCITT	Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía
C/No	Relación Señal a Ruido
DMS-MTX	Sistema de Multiplexaje Digital -
DUP	Parte de Usuarios de Datos
DS-30	Protocolo de Comunicaciones propio de Nortel de 10 bits
DS-512	Protocolo de Comunicaciones propio de Nortel de 12bits
EIU	Unidad de Interfaz de Ethernet
ETD	Equipo Terminal de Datos
ETCD	Equipo de Terminación del Circuito de Datos
ER	Enlace de la Red
ETIC	Estación Terrena de Interconexión Central
ENET	Red del Super Nodo de Tamaño Mejorado
FI	Frecuencia Intermedia
FISU	Unidad de Señalización de Llenado
G/T	Figura de Mérito
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
HDLC	Control de Enlaces de Datos de Alto Nivel
HAND OFF	Entrega de Llamada o de Celda
HLR	Registro de Localización de Casa
INMARSAT	Organización Internacional de Telecomunicaciones Marítimas por Satélite
ISDN	Red Digital de Servicios Integrados
ICP	Periférico Celular Inteligente



---

ISDN-UP	Parte de Usuario ISDN
IS-41	Estándar Intermedio 41
INTELSAT	Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite
Ku	Frecuencias en el rango de 12 a 14 GHz.
L	Frecuencias en el rango de 1.5 a 1.6 GHz
LPP	Procesador Periférico de Enlace
LNA	Amplificador de Bajo Ruido
LIS	Estante de Interfaces de Enlace
LIU	Unidad de Interfaces de Enlace
LAN	Red de Area Local
LPG	Procesador de Enlace General
MOVISAT-Voz	Sistema Móvil Telefónico Satelital
MOVISAT-Datos	Sistema Satelital Móvil de Datos
MPCLINK	Enlace PCM
MS	Conmutador de Mensajes
MFC	Multifrecuencia
MTP	Parte de transferencia de Mensajes
MSU	Unidades de Señalización de Mensajes
MSC	Centro de Conmutación Móvil
MT	Terminal Móvil
NCC	Centro de Control de la Red
NNPR	Relación de Potencia a Ruido
NCP	Nodo de Conmutación de Paquetes
OMNITRACS	Interconexión de Sistemas Abiertos
OSI	Organización de Sistemas Abiertos
PCM	Modulación por Pulsos Codificados
PM	Módulos Periféricos
PROTEL	Lenguaje de tipo Obligado adaptado al procesamiento
PSDN	Red Pública de Conmutación de Paquetes
PAD	Ensamblador y Desensamblador de Paquetes
PDTC	Controlador de Troncales Digitales PCM-30
PBX	Termino genérico utilizado para referirse a los conmutadores telefónicos Privados
PIRE	Potencia Efectiva Radiada
RTPC	Red Publica Telefónica Conmutada
RF	Radio Frecuencia
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio
SAW	Onda Acústica Superficial



---

SSPA	Amplificador de Potencia de Estado Sólido
SLM	Modulo de Carga del Sistema
SNSE	Super Nodo de Tamaño Mejorado
SVT	Secuencia de Verificación de Trama
SAR	Sistema de Administración de la Red
SP	Punto de Señalización
SSP	Punto de Conmutación de Circuitos
STP	Transferencia de Señalización
SCP	Punto de Control de Servicios
SSCP	Parte de Control de la Señalización de Control
SAT	Supervisión de Tonos de Audio
TELEPAC	Red de transmisión de Datos por Paquetes
TWTA	Tubo de Amplificador de Onda Viajera
TDM	Multiplexaje por División de Tiempo
TLDN	Numero de Directorio Local Temporal
TC	Capacidades de Transferencia
TUP	Parte de Usuario Telefónico
UP	Parte de Usuario
VLR	Registro de Localización de Visitante
VCH	Canal de Voz
X.25	Protocolo de transmisión de datos del CCITT



---

## BIBLIOGRAFIA

"Sistema Celular", Northern Telecom, Julio de 1995.

"Protocolo Estándar Intermedio 41", Northern Telecom, Febrero de 1996.

"DMS MTX International Maintenance", Northern Telecom, Junio de 1997.

Roger L. Freeman, "Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones", LIMUSA, México, D.F.

Becerra Turrubiarres, Jorge A. "Interconexión de Redes y Sistemas de Comunicaciones Móviles Vía Satelite en México a través de los Satélites Solidaridad". Tesis de Maestría CICESE, 1994.

Rivera Flores, J. Mario. "Análisis Teórico Experimental de la Compatibilidad Electromagnética del Segmento en Banda L del Sistema Solidaridad". Tesis de Maestría CINVESTAP, 1995.

González Cervantes, Alberto. "Sistema de Señalización CCITT No. 7 y la RDSI". Tesis de Licenciatura IPN, 1995.

Parsons, J. David. "The Mobile Radio Propagation Channel". Editorial HALSTED PRESS. 1992.

SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transportes de los Satélites Solidaridad Y y II, 1991.

Herrera Pérez, Enrique. "Fundamentos de Ingeniería Telefónica". Editorial LIMUSA. 1989.

Barrera Mendieta, J.M., ¿ Que es X.25 ?, TELEDATO Año XX. Número 56, Diciembre 1992.

"Solidaridad CDRL, Critical Design Review". Hughes Communication International 1992.

"Technical Reference Book of Solidaridad Satellite System" Hughes Communication International. 1990.

Baranowsky, Patrick . "MSAT and Cellular Hybrid Networking". Westinghouse Electric Corporation, Baltimore. 1993.