

9  
20j



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**



**ARQUITECTURA Y FUNCIONALIDAD DE LA TELEFONIA DIGITAL**

**T E S I S**  
**Que para obtener el Título de**  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
**p r e s e n t a n**

**BRAVO SAENZ JORGE SERGIO**  
**LOPEZ OVANDO JOSE ENRIQUE**  
**LOPEZ ROCHA JORGE**  
**NAVA MENDOZA JUAN CARLOS**  
**Asesor: Ing. José Luis Rivera López**

**Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.**

**1994**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAINE KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

Arquitectura y Funcionalidad de la Telefonía Digital

que presenta el pasante: Jorge Sergio Bravo Sáenz  
con número de cuenta: 8125377-9 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :  
Jorge López Rocha, José Enrique López Ovando, Juan Carlos Nava Mendoza

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 25 de Enero de 1994

PRESIDENTE	<u>Ing. Luis B. Sol González</u>
VOCAL	<u>Ing. José Luis Rivera López</u>
SECRETARIO	<u>Ing. Jorge Buendía Gómez</u>
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Ma. de Lourdes Maldonado López</u>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Juan González Vega</u>

*[Handwritten signatures and dates]*  
28/01/94  
27/1/94



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES - CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

Arquitectura y Funcionalidad de la Telefonía Digital

que presenta el pasante: José Enrique López Ovando  
con número de cuenta: 7321673-9 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :  
Juan Carlos Nava Mendoza, Jorge Sergio Bravo Sáenz, Jorge López Rocha

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlan Izcalli, Edo. de Mex., a 25 de Enero de 1994

PRESIDENTE Ing. Luis B. Sol González

VOCAL Ing. José Luis Rivera López

SECRETARIO Ing. Jorge Buendía Gómez

PRIMER SUPLENTE Ing. Ma. de Lourdes Maldonado López

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Juan González Vega

*[Handwritten signatures and dates]*  
28/01/94  
27/1/94



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

Arquitectura y Funcionalidad de la Telefonía Digital

que presenta el pasante: Jorge López Rocha  
con número de cuenta: 8212230-8 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con:  
José Enrique López Ovando, Juan Carlos Nava Mendoza, Jorge Sergio Bravo Sáenz

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 25 de Enero de 1994

PRESIDENTE Ing. Luis B. Sol González

VOCAL Ing. José Luis Rivera López

SECRETARIO Ing. Jorge Buendía Gómez

PRIMER SUPLENTE Ing. Ma. de Lourdes Maldonado López

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Juan González Vega

*[Handwritten signatures and dates]*  
28/01/94  
27/1/94



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVANZADA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE  
EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:  
Arquitectura y Funcionalidad de la Telefonía Digital

que presenta el pasante: Juan Carlos Nava Mendoza  
con número de cuentas: 7920567-2 para obtener el TÍTULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con:  
Jorge Sergio Bravo Sáenz, Jorge López Rocha, José Enrique López Ovando

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 25 de Enero de 1994

PRESIDENTE Ing. Luis B. Sol González  
VOCAL Ing. José Luis Rivera López  
SECRETARIO Ing. Jorge Buendía Gómez  
PRIMER SUPLENTE Ing. Ma. de Lourdes Maldonado López  
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Juan González Vega

*[Handwritten signatures and dates]*  
28/01/94  
27/1/94

**Con amor y respeto a mis padres :**

**Como un testimonio de eterno agradecimiento por la confianza y apoyo que siempre me brindaron y por el cual he finalizado mi carrera profesional , que es para mí la mejor de las herencias.**

**Con cariño para todos y cada uno de mis hermanos :**

**Rogelio, Cristina, Gabriel y especialmente para Lety, que aunque no está presente, su recuerdo y memoria siempre estuvieron y estarán en mi corazón.**

**A Susy :**

**Por el apoyo, confianza y dedicación que me ha brindado, demostrandome así su amor.**

## **Reconocimiento :**

**Con agradecimiento al CECAP Alcatel-Indetel, Ing. Oscar Arrieta, Ing. Fernando Guerra, Ing. José Luis Rivera L. por la invaluable oportunidad que me brindaron para culminar mi carrera.**

**A Asesoramiento y tecnología en Microcomputación S.A. de C.V. , por permitirme combinar el trabajo con el estudio durante la elaboración de esta tesis.**

**A mis profesores, familiares y amigos especialmente a Angélica, y a todas aquellas personas que me apoyaron en la realización de esta obra y durante el desarrollo de mi carrera.**

**Juan Carlos**

In memoriam a sus grandes esfuerzos realizados  
en mi preparación personal y profesional.

Mi abuelita:

Mi madre:

Mi padre:

Eva Ovando  
Vázquez

Luz María G.  
Ovando

Enrique López  
Cruz

Por el reconocimiento a la gran  
nobleza de sus sacrificios y esfuerzos  
en mi preparación personal y profesional.

Mi tía y madre:

Esperanza Gutiérrez Ovando

A una gran mujer, mi esposa:

María Concepción Martínez Mendez

Por el estímulo que siempre ha inyectado  
a mi vida, por el ejemplo de gran fuerza de  
voluntad en la consecución de sus objetivos.

A mis hijos:

Enrique Omar López Martínez  
Hugo Alberto López Martínez

Por el tiempo que les robé y  
por ser ellos un motivo para  
superarme profesionalmente.

A mis tíos:

Marcela Gutiérrez Ovando  
José Domingo Gutiérrez Ovando  
Dr. Eln C. Esquina Ovando

Porqué también cada uno de ellos  
aportó, en su momento, su esfuerzo  
en el trascender de mi vida.

A mis hermanos:

Gerardo Broissin Ovando  
Julio C. Broissin Ovando

Porqué a la culminación de éste  
esfuerzo, logremos unirnos más.

A todos, quiénes de una ú otra forma se esforzaron en  
mi realización personal:

Gracias.....

## PROLOGO

La presente obra, es un trabajo introductorio al nuevo sistema de comunicación, Llamado Telefonía Digital la cuál tiene su máxima evolución en la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI); enfocado a las facilidades y servicios que para ésta tecnología nos proporciona el Sistema 12 de Alcatel-Indetel.

La tesis se divide en cinco capitulos:

- Capitulo 1. Telefonía Digital
- Capitulo 2. Planes Fundamentales de Telefonía
- Capitulo 3. Arquitectura y Fundamentos de la RDSI
- Capitulo 4. Requerimientos Funcionales de la RDSI
- Capitulo 5. Configuración de la Red Nacional

El capitulo 1 nos habla principalmente acerca de las técnicas que hacen posible la transmisión y conmutación de señales digitales, como son: Modulación por Codificación de Pulsos (PCM) y Multiplexación por División de Tiempo (TDM). El segundo capitulo se refiere a especificaciones técnicas normalizadas que reciben el nombre de Planes Fundamentales de Telefonía, establecidas internacionalmente por el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT). El capitulo 3 explica brevemente en forma conceptual el término RDSI, las facilidades y ventajas que ésta proporciona. En el capitulo 4 se trata sobre los requerimiento funcionales hardware y software de la Telefonía Digital basada en el Sistema 12. En el último capitulo nos habla acerca de las ventajas y servicios de la RDSI, además de los proyectos y avances a nivel nacional.

## INDICE

	Pag.
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Capitulo 1      Telefonía Digital</b>	
1.1. Introducción	3
1.2. Señales analógicas y digitales	4
1.2.1. Señal analógica	4
1.2.2. Señal digital	4
1.3. Transmisión digital	5
1.4. Modulación por Codificación de Pulsos (PCM)	6
1.4.1. Muestreo	6
1.4.2. Cuantificación	7
1.4.3. Codificación	8
1.5. Códigos de transmisión	8
1.5.1. No retorno a cero (NRZ)	9
1.5.2. Inversión de marcas alternas (AMI)	9
1.5.3. Alta densidad bipolar exceso 3 (HDB3)	10
1.6. Multiplexación por División de Tiempo (TDM)	11
1.6.1. Estructura de la trama de 32 canales	12
1.7. Sincronización	13
1.7.1. Sincronización de bits	13
1.7.2. Sincronización de la trama	14
<b>Capitulo 2      Planes Fundamentales de Telefonía</b>	
2.1. Introducción	16
2.2. Plan Fundamental de Conmutación	17
2.2.1. Terminología	17
2.2.2. Estructura urbana	19

2.2.3. Estructura suburbana	21
2.2.4. Estructura interurbana	23
2.2.5. Estructura internacional	26
2.3. Plan Fundamental de Numeración	29
2.3.1. Terminología	29
2.3.2. Numeración de abonado	30
2.3.3. Prefijos de acceso al servicio de Larga Distancia Automática	35
2.3.4. Servicios especiales	36
2.3.5. Larga distancia atendida por operadora	37
2.3.6. LADA por cobrar (Servicio 800)	38
2.3.7. Servicio 800 nacional	38
2.3.8. Numeración de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)	39
2.4. Plan Fundamental de Señalización	40
2.4.1. Introducción	40
2.4.2. Lineamientos generales de señalización	41
2.4.2.1. Niveles de señalización	42
2.4.3. Señales de abonado	43
2.4.3.1. Impulsión decádica	43
2.4.3.2. Doble Tono de Multifrecuencia	44
2.4.3.3. Señales acústicas	45
2.4.4. Señales de línea	47
2.4.4.1. Señales de línea de abonado	47
2.4.4.2. Señales de línea entre centrales	48
2.4.4.3. Señales de línea de corriente directa ( dos hilos )	50
2.4.4.4. Enlace a cuatro hilos	51
2.4.5. Señales de registro	52
2.4.6. Señalización internacional	54
Capítulo 3      Arquitectura y Fundamentos de la RDSI	
3.1. Introducción	56
3.2. La RDSI y su evolución	57
3.2.1. Tipos de redes	59
3.3. El concepto de Red Digital de Servicios Integrados	61
3.4. Servicios de la RDSI en Sistema 12	63

3.5. Requerimientos y transmisión de la RDSI	66
3.6. Modelo de Referencia OSI (Mod. de Interconexión de Sist. Abiertos)	67
3.7. Sistema de Señalización por Canal Común (CCSN7)	68
3.7.1. Objetivos y campos de aplicación	69
3.7.2. Red de señalización	70
3.7.3. Modos de señalización	71
3.7.4. Composición y estructura del protocolo	72
3.7.5. Mensajes de señalización	73
Capitulo 4      Requerimientos Funcionales de la RDSI	
4.1. Introducción	76
4.2. Características generales del Sistema 12	76
4.2.1. Transmisión digital	76
4.2.2. Modularidad en la construcción	77
4.2.3. Control distribuido	77
4.2.3.1. Ventajas del control distribuido	78
4.2.4. Facilidades telefónicas principales de abonado del Sistema-12	78
4.3. Hardware del Sistema 12	79
4.3.1. Arquitectura	79
4.3.2. Red de Conmutación Digital	81
4.3.2.1. Elemento de Conmutación Digital	81
4.3.2.2. Estructura de la Red de Conmutación Digital	84
4.3.3. Elemento de Control	91
4.3.3.1. Procesador de Control Terminal (TCPB)	92
4.3.3.2. Interfaz Terminal TERA	94
4.3.4. Módulos terminales	97
4.3.4.1. Módulo de abonados Analógicos (ASM)	97
4.3.4.2. Módulo de Troncales Digitales (DTM)	98
4.3.4.3. Módulo de Circuitos de Servicio (SCM)	98
4.3.4.4. Módulo de Reloj y Tonos (CTM)	99
4.3.4.5. Módulo de Señalización por Canal Común (CCSM)	100
4.3.4.6. Módulo de Mantenimiento y Periféricos (M&PM)	100
4.4. Software del Sistema 12	102
4.4.1. Máquinas Virtuales	102

4.4.2. Mensajes	103
4.4.3. Máquinas de Mensajes Finitos (FMM)	104
4.4.3.1. Información general	104
4.4.3.2. Ventajas de utilizar FMM's	105
4.4.3.3. Tipos de FMM's	106
4.4.3.4. Estructura de una FMM	108
4.4.3.5. Arreglo de una FMM	109
4.4.4. Máquinas de Soporte del Sistema (SSM)	113
4.4.4.1. Procedimiento de interfaz	114
4.4.4.2. Procedimiento de interrupción	115
4.4.4.3. Procedimiento de reloj	115
4.4.4.4. Manejadores de eventos	115
4.4.5. Interfaces genéricas	116
4.4.6. Base de Datos	117
4.5. Requerimientos para la RDSI	119
4.5.1. Concentrador ICON, RDSI	121
4.5.1.1. Accesos básicos y de velocidad primaria	121
4.5.2. Concentrador RDSI	124
4.5.2.1. Hardware ICON	126
4.5.3. Módulo de Troncales RDSI (ITM)	131
4.5.3.1. Funciones del circuito terminal de troncales RDSI	134
4.5.3.2. Funciones del elemento de control terminal (TCE)	135
4.5.3.3. Alarmas	135
4.5.4. Módulo de Abonados RDSI (ISM)	136
4.5.4.1. Interfaces	137
4.5.4.2. Interface de red de conmutación	138
4.5.4.3. Interface del módulo de reloj y tonos	139
4.5.4.4. Interface de la fuente de poder	140
4.5.5. Módulo de Conmutación por Paquetes (PSM)	140
4.5.5.1. Conmutación de paquetes	140
4.5.5.2. Protocolos y señalización para RDSI	141
4.5.6. Descripción del PSM	142
4.5.7. ACE para abonados RDSI	146
4.5.8. Módulo de Canal Común (CCSM)	147
4.5.8.1. Parte de transferencia de mensaje	148

4.5.8.2. Funcionamiento general	149
4.5.8.3. Organización funcional del CCSM	150
4.5.8.4. Bloques funcionales	151
<b>Capítulo 5</b> Configuración de la Red Nacional	
5.1. Introducción	153
5.2. Ventajas que presenta RDSI para los usuarios	154
5.2.1. Ventajas de servicio	155
5.2.2. Ventajas económicas	155
5.3. RDI, la evolución natural hacia la RDSI	157
5.4. Casos de tráfico	158
5.5. Plan estratégico para la introducción de RDSI en México	160
5.5.1. Fase I, Servicios PRE-RDSI	160
5.5.2. Fase I, Servicios a ofrecer	161
5.5.2.1. Servicios portadores	161
5.5.3. Teleservicios	162
5.5.4. Servicios suplementarios	163
5.5.5. Conclusiones Fase I, PRE-RDSI.	163
5.6. Fase II, Servicios RDSI	164
5.6.1. Servicios a ofrecer	165
5.6.2. Servicios de valor agregado	165
5.6.3. Descripción de actividades	166
Conclusiones	168
Bibliografía	169

## INTRODUCCION

Dentro de un Sistema de Telecomunicaciones existen estrechas relaciones entre la red, aparatos terminales y servicios. Mientras la red y los aparatos terminales representan equipo hardware, los servicios son productos software que permiten llegar a acuerdos para agilizar comunicaciones y procedimientos para el intercambio de información. Es por ello que los servicios se basan en especificaciones técnicas normalizadas tambien llamados "Planes Fundamentales de Telefonía", establecidas Internacionalmente por El Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT) .

La cooperación entre empresas de diferentes países, la descentralización del desarrollo , la demanda de nuevos servicios como son: transmisión de datos en grandes volúmenes y a altas velocidades, videotexto, facsímil, videoconferencia y otros servicios de telefonía ,asi como contar con información veraz y oportuna , se han convertido en el factor más importante para el desarrollo y evolución de la Telefonía Digital., requiriendose una infraestructura mundial que garantice el intercambio de información .

El futuro inmediato de esta evolución parece indicar que la llamada Red Digital de Servicios Integrados, y los sistemas de control totalmente distribuido basado en redes de conmutación con control desde sus extremos constituye la solución ideal.

El concepto de control desde sus extremos, se refiere a los diversos elementos de control individuales asociados a diferentes puertos de red que son capaces de establecer simultáneamente caminos digitales a través de la red sin requerir controlador de la red central.

Aunque la base de su Arquitectura permanecerá sin sufrir cambio alguno, nuevos módulos hardware serán incorporados teniendo cada uno de ellos una función específica dentro del Sistema, sumándose una nueva gama de facilidades telefónicas al usuario final.

## INTRODUCCION

---

**La RDSI es proyecto telefónico que tiene como finalidad principal proporcionar todos y cada uno de los servicios al usuario final en una sola red, eliminando los altos costos de administración, operación y mantenimiento.**

## CAPITULO I TELEFONIA DIGITAL

### 1.1 INTRODUCCION

Anteriormente la red telefónica usada, consistía de conmutaciones analógicas conectadas por sistemas de transmisión analógicas.

Debido a que en las redes de larga distancia, el ruido de transmisión reducía la calidad de la red a niveles inaceptables, las compañías telefónicas iniciaron una búsqueda de sistemas que pudieran transmitir datos sin introducir ruido. Una solución para este problema fué la introducción de transmisión digital dentro de las redes telefónicas analógicas, con lo que la red telefónica fué lentamente evolucionando hacia la red híbrida.

Esta red telefónica híbrida consiste de:

- Sistemas de transmisión digital basado en un formato de trama de 32 canales PCM.
- Puntos de conmutación analógica conectando conversaciones en una forma analógica.
- Un convertidor de analógico a digital en el nivel de troncales de cada central.

Ya que los sistemas de transmisión digital tienen la habilidad de eliminar los ruidos de transmisión completamente, la calidad de la señal pudo mejorarse. Sin embargo el costo global de la red híbrida fué muy alto (convertidores A/D en cada punto de conmutación). Para mejorar la relación costo-eficiencia, la administración telefónica ha tratado de eliminar los convertidores intermedios A/D. Por lo tanto se ha desarrollado un conmutador TDM (Multiplexación por División de Tiempo). Esto abrió camino para la introducción de nuevas redes telefónicas con mejores relaciones costo-eficiencia, las cuales consisten de:

- Centrales digitales
- Sistemas de transmisión digital

Esta red es llamada "Red Digital Integrada" (IDN), y es la mejor solución costo-eficiencia para las redes modernas digitales.

## 1.2.- SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES

La fig. 1.1. nos muestra dos ejemplos de estas señales.

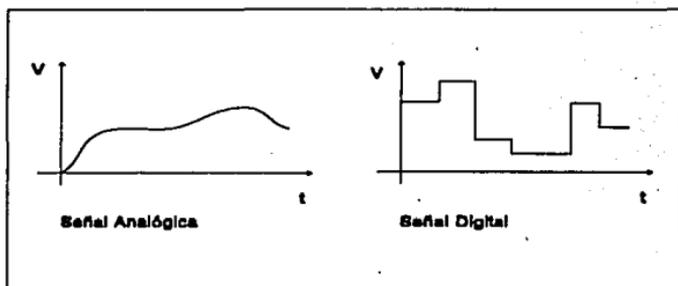


Fig. 1.1. Señales analógicas y digitales.

### 1.2.1. Señal analógica

Una señal electrónica se llama **analógica** si su amplitud puede tener un número infinito de valores.

### 1.2.2. Señal digital

Una señal electrónica se llama **digital** si puede tener un número limitado de valores discretos.

La condición para tener una señal digital, es que esta debe ser representada por dígitos. Esto significa que la señal digital puede tener más de dos valores.

Las señales digitales están frecuentemente representadas por dígitos binarios. Si la señal tiene únicamente dos estados, entonces puede ser representada por un dígito binario. Si se requieren más niveles se añaden más dígitos.

### 1.3. TRANSMISION DIGITAL

La transmisión digital difiere de la transmisión analógica en que no interesa la reproducción fiel de la forma de onda del mensaje, sino más bien detectar la presencia de un pulso para analizar dos ó más pulsos espaciados en forma cercana y medir su amplitud o su posición en el tiempo.

En la fig 1.2. se observa porque la transmisión digital es preferida a la analógica. Cuando un ruido se suma a la señal analógica, es difícil de regenerar la señal original, esto es diferente para las señales digitales.

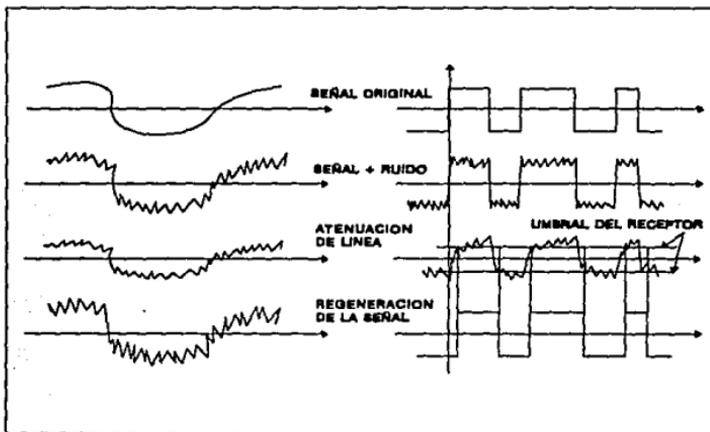


Fig. 1.2. Ventajas de la transmisión digital.

Como una señal digital, especialmente una de dos estados tiene un número finito de niveles, podemos fácilmente regenerar la señal original a enviar sin pérdida de información ú otros inconvenientes, tales como cruce de voz ( diafonía ) distorsión, etc. los cuales son típicamente para transmisión analógica.

Los problemas de la transmisión analógica se incrementan con la longitud de la línea. La calidad de la transmisión digital es casi independiente de la longitud de las líneas, así que, removiendo en alguna regeneración los efectos de diafonía y distorsión, etc. como resultado. se puede establecer que la calidad de la voz es la misma al final de la trayectoria.

## 1.4-MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS ( P C M )

La **MODULACION** es la alteración sistemática de una onda portadora de acuerdo con el mensaje (señal moduladora ) y puede ser tambien una codificación.

La novedad es el uso de sistemas digitales para la transmisión de voz, datos, fax, información visual codificada, etc. por la red telefónica, gracias a la introducción de los sistemas de transmisión por medio de la modulación por codificación de pulsos ( P.C. M. ), en las redes de enlace.

La modulación debe ser un proceso reversible, de tal manera que el mensaje pueda ser recuperado en el receptor por medio de la operación complementaria de Demodulación.

### 1.4.1. Muestreo

Con la ayuda del **MUESTREO**, las señales que varían continuamente pueden ser transmitidas sobre portadoras pulsadas fig. 1.3.

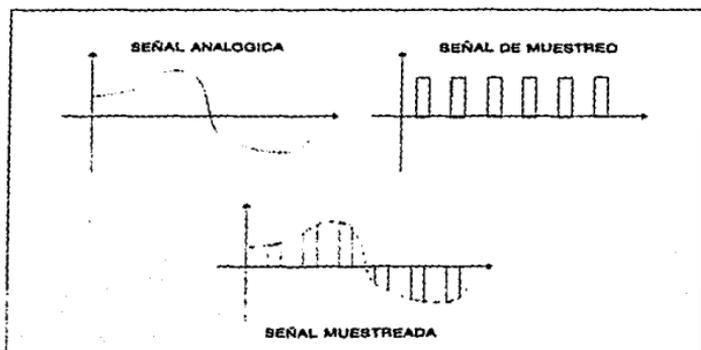


Fig. 1.3. Muestreo.

La teoría del muestreo establecerá las condiciones necesarias para transmitir los valores muestra en vez de enviar la señal en forma continua. Esto es **MODULACION DE PULSOS**.

La ventaja de enviar información con pulsos cortos, es que en los tiempos entre pulsos sucesivos puede enviarse información de otras señales por el mismo canal de transmisión.

Los mensajes sujetos a muestreo son limitados en tiempo y por ello no pueden ser de banda limitada, las frecuencias espurias se pueden eliminar incrementando la frecuencia de muestreo creando así bandas de seguridad en el espectro de la onda muestreada, estas se emplean para permitir la reconstrucción del mensaje por medio de filtros pasa bajas con un mínimo de mutilación de alta frecuencia.

Para tener un cierto margen de seguridad, la frecuencia de muestreo para aplicaciones telefónicas ha sido estandarizada a  $f_s=8$  kHz, dando un intervalo de 125 microseg. entre muestras sucesivas.

El criterio de muestreo de Nyquist; especifica que existe una relación entre la frecuencia de muestreo ( $f_s$ ) y la frecuencia máxima ( $f_{max}$ ) para que no exista un traspase en las muestras de frecuencia.

$$f_s - f_{max} = f_{max}$$

$$\text{ó} \quad f_s = 2 f_{max}$$

Si  $f_s$  es menor que  $f_{max}$ , una buena reconstrucción de la señal será imposible.

#### 1.4.2. Cuantificación

Los valores muestra se redondean o cuantifican al valor discreto predeterminado más próximo. Para poder usar la transmisión digital, cada valor de la muestra tendrá que ser representado por un código. Dado que el número de códigos es limitado, los valores de la amplitud serán redondeados al valor más cercano, el cual puede representarse por un código.

Hay 2 métodos principales para cuantizar una señal lineal:

- Cuantización lineal.
- Cuantización no lineal.

### **Cuantización lineal**

Cada rango total de valores de voltaje que pueden ser manejados es subdividido en un número de subrangos (quantum) de voltaje iguales. Cada rango corresponde a una combinación de código. En ese momento la codificación de cualquier voltaje situados entre los límites más bajo y más alto de un subrango, es codificado con el mismo código.

En el momento de decodificar, un código es representado por un voltaje que corresponde a la mitad del subrango. Esto resulta en una cierta cantidad de ruido adicionado a la señal original llamado, ruido de cuantificación.

Este ruido es el mismo tanto para valores pequeños como valores grandes de entrada, lo que significa que la razón señal ruido (SNR) será peor para señales pequeñas.

### **Cuantización no lineal.**

Los niveles de cuantización son seleccionados de modo logarítmico. Este modo de cuantización se desarrolló para obtener una relación "señal a ruido", de un valor constante para cualquier valor de la señal.

### **1.4.3. Codificación**

Una vez cuantizada, la muestra de entrada está limitada a una cierta cantidad de valores discretos, el cual será representado a través de impulsos binarios (impulsos con dos niveles). Dichos valores serán representados mediante códigos.

## **1.5. CODIGOS DE TRANSMISION**

Los códigos de transmisión que se desarrollan para transmitir señales digitales deberán tener las siguientes características:

- El promedio de componentes de corriente directa (CD) introducido en la línea deberá ser de 0 V CD ya que esto incrementará enormemente la distancia a ser cubierta por el sistema.
- El bit de reloj debe ser enviado hacia el receptor, usando un reloj distribuido por separado o teniendo transiciones frecuentes en la señal.

#### 1.5.1. No retorno a cero (NRZ)

En este código de transmisión un cero puede ser por una tensión negativa y un uno por una tensión positiva.

Sin embargo las desventajas son :

- Componentes de CD largos.
- El bit de reloj no esta presente en la cadena de datos.

Este código es extremadamente simple no requiriendo hardware adicional. Normalmente será usado para cortas distancias de transmisión en un medio ambiente con un sistema de distribución de reloj separado, por ejemplo, en una central.

#### 1.5.2. Inversión de Marcas Alternas (AMI)

El Código AMI se desarrolló para uso en transmisión a largas distancias. El propósito de este código es reducir el continuo nivel de CD en la línea a cero volts.

En este código un cero será representado por cero volts y un uno por un potencial alternando positivo ó negativo. Al invertir la dirección de marcas consecutivas, el promedio de componente de CD en la línea cae a cero volts. Como resultado, este código es conveniente para transmisión a largas distancias.

Sin embargo un problema no está aún resuelto: Este código no transmite el sistema de reloj. El receptor debe reconocer y seleccionar la razón de reloj de entrada explorando por transiciones en la cadena de bits de entrada. Si se tiene una

serie de bits que son iguales a cero, el receptor ya no puede reconocer la razón de reloj porque se tiene un continuo nivel de CD ( 0 volts) en la línea.

### 1.5.3. Alta Densidad Bipolar Exceso en 3 ( HDB3 )

Este código inserta pulsos de violación cuando más de 3 ceros llegan sucesivamente. El lado transmisor inserta los pulsos, los cuales pueden ser detectados por el receptor. El lado receptor eliminará estos pulsos de nuevo.

Los pulsos de violación son insertados dependiendo del número de pulsos que han pasado, y dependiendo del signo del último pulso (después de inserción). El número de pulsos que han pasado puede ser par o impar. El signo del último pulso puede ser positivo o negativo. Los pulsos ha insertarse son:

		NUMERO DE PULSOS	
		INPAR	PAR
ULTIMO PULSO	- POSITIVO	___ P	N__ N
	- NEGATIVO	___ N	P__ P

Cuando el número de pulsos que han pasado es impar, entonces únicamente el cuarto bit se cambiará a un pulso positivo o negativo. Este pulso es en la misma dirección que el anterior pulso. Esto es necesario ya que de otro modo el receptor no puede detectar este pulso como un pulso de violación. Este principio no puede ser usado cuando ha pasado un número par de pulsos, ya que de otra forma, cuando tenemos una serie muy larga de ceros, se insertarían siempre pulsos en la misma dirección. Esto es peligroso, ya que podría generarse una componente de CD. Por esta razón se insertarán 2 pulsos de violación. Uno en la primera posición de estos 4 ceros y el otro en la última posición. Ambas son en la misma dirección, pero opuestas al último pulso. Si ahora se tiene una larga serie de ceros, se tendrán alternativamente 2 pulsos positivos y 2 negativos. Un ejemplo de este es el código HDB3 .Esto da como resultado, que éste código sea de muy buena calidad, requiriendo algún circuito Hardware extra responsable de insertar y retirar los pulsos de violación.

En la fig. 1.4. se muestran los diferentes codigos.

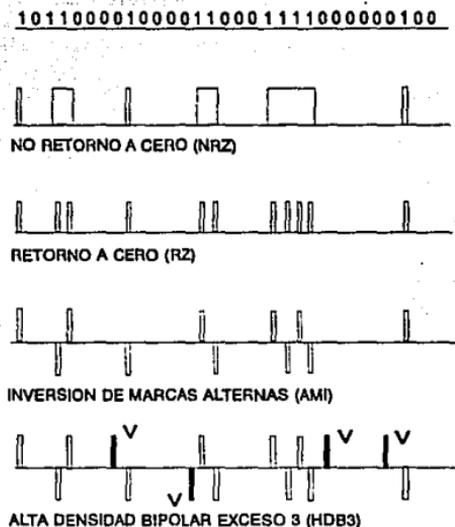


Fig. 1.4. Códigos de transmisión

## 1.6. MULTIPLEXACION POR DIVISION DE TIEMPO (TDM)

Un sistema **TDM**, es un sistema de transmisión, en el cual un número de comunicaciones están multiplexados en una portadora al asignar a cada comunicación un espacio específico de tiempo. En el espacio de tiempo asignado, se transmite el "valor momentáneo" de la señal.

Para usar un sistema TDM, cada señal analógica debe prepararse, convirtiendo la señal continua en muestras, generadas a intervalos regulares. Se usará un modulador para generar las muestras. En el lado de recepción de la portadora, la cadena de bits debe ser demultiplexada, lo que deberá ser realizado por:

- Análisis del alineamiento: el canal cero de la cadena de bits contiene un patrón específico de bits (sincronización del reloj en el lado receptor).

- Colocar las diferentes muestras de 8 bits de los canales en registros (buffers) individuales.
- Convertir las muestras de 8 bits en las señales analógicas originales.

Un demodulador será usado para generar estas señales analógicas.

### 1.6.1. Estructura de la trama de 32 canales

Usando un sistema TDM, un número de comunicaciones puede ser combinado en una portadora. Cada comunicación está representada por una serie de muestras, cada una de las cuales se representa en la forma de un código digital. En Europa ha sido estandarizado y aceptado por la CCITT un sistema TDM de 32 canales. Cada canal tiene 8 bits. Esta estructura es llamada trama (frame) y tiene 256 bits. Una llamada es asignada a un canal en una trama semejante. Esto significa que se pueden enviar 8 bits en cada trama. Como una señal de abonado es muestreada cada 125 microseg ( $f_s=8000\text{hz}$ ), un abonado debe de ser capaz de enviar 8 bits cada 125 microseg y la duración de un canal es de;  $125 \text{ microseg} / 32 = 3.906 \text{ microseg}$ .

La velocidad de transmisión (bit rate) de la cadena del PCM es de 256 bits en 125 microseg, lo cual corresponde a 2.048 Mbits/seg. La asignación de los canales en la estructura de la trama se puede ver en la fig. 1.5.

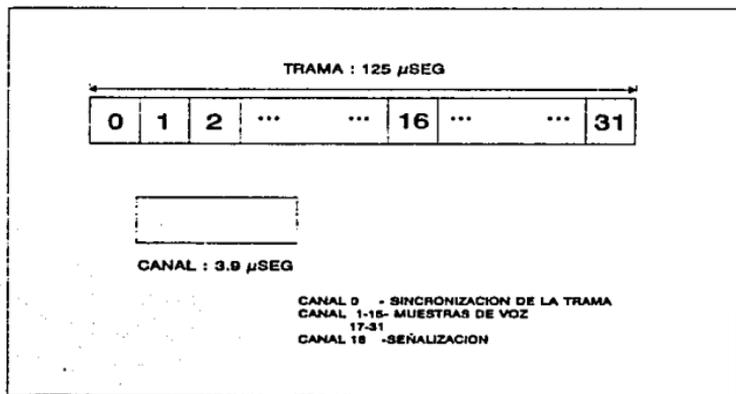


Fig. 1.5. Estructura de la trama de 32 canales.

- Canal 0: sincronización de la trama (alineación).
- Canal 16: señalización.
- Canales 1-15 y 17-31: voz y datos.

De un total de 32 canales, únicamente 30 pueden ser usados para señales de voz. Esta es la razón por la que esta estructura es llamada estructura de la trama de 30 canales. Cada canal usado para señales de voz contiene 8 bits, de los cuales el primero es usado como bit de signo y los otros siete de magnitud codificados. En cada trama el mismo número de canal será dado al mismo abonado.

## 1.7. SINCRONIZACION

En una línea de transmisión digital, un número muy grande de bits pasa por cualquier punto, a una velocidad aproximada de 2 Mbits/seg.

Para poder interpretar la información en el lado receptor, es necesaria la sincronización.

### 1.7.1. Sincronización de bits

El primer problema que se encuentra es el de la sincronización de bits. El receptor verá la información de entrada a razón de 2048 Khz. Si los datos son explorados en la transición entre dos bits, es muy probable que la información sea errónea. La información debe ser leída a la mitad del bit.

Como resultado, el primer problema será como encontrar la mitad del bit, en otras palabras:

## SINCRONIZACION DE BITS.

La sincronización de bits puede ser logrado en 2 formas:

- Enviar el reloj de bits a todos los puntos donde el PCM es recibido. Esto requerirá una especial conexión de reloj (distribución de reloj).

- Introducir bastantes transiciones en la información para sincronizar a un nivel de bit.

### 1.7.2. Sincronización de la trama

Ahora que los bits de entrada pueden ser reconocidos, los bits tienen que ser montados en grupos de 8, representando una muestra de voz de una cierta comunicación. Aquí se requiere una referencia identificando cierto punto de la trama:

#### SINCRONIZACION DE LA TRAMA.

Esta sincronización de la trama es obtenida por repetición de un patrón fijo en el canal 0 de cada trama.

Si el receptor no está sincronizado (ejem. al tiempo de encendido), éste primero tratará de ejecutar sincronización de bits mirando la transición en la información de entrada y usando la transición para anarrar al receptor en el patrón de entrada correcto.

Después de la sincronización de bits, el receptor iniciará la exploración del patrón fijo, el cual es esperado en el canal 0. Usando la estructura de la trama de 32 canales, el canal 0 de cada trama es usado para la alineación (sincronización de la trama).

El patrón **A0011011** es usado por las tramas pares y el patrón **BICDEFGH** es usado para tramas impares.

Para alineación de trama, se usan 8 bits. Estos son los bits del 2 al 8 del canal 0 de las tramas pares que contiene la alineación principal, y el bit 2 del canal 0 de las tramas impares ver fig. 1.6.

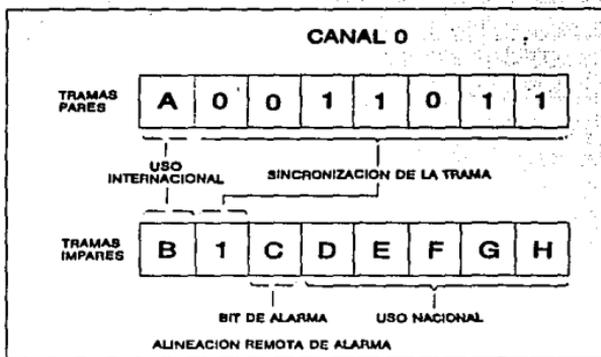


Fig. 1.6. Sincronización de la trama.

En cada trama el primer bit del canal 0 es reservado para uso internacional (bit A y B). Estos bits son puestos a 1 cuando no se usan (en tanto no estén especificados).

Los bits D E F G H de cada trama impar, son reservados para uso nacional y no tienen significado en un enlace internacional, ellos son entonces puestos a uno.

El bit C de cada trama impar es usado como bit de alarma del enlace; sera puesto a 1 para informar a la central originante en caso de que el enlace entre la central originante, y la terminante esté fuera de alineación. Como consecuencia el enlace será puesto fuera de servicio.

## CAPITULO 2 PLANES FUNDAMENTALES DE TELEFONIA

## 2.1. INTRODUCCION

Para que la Planta Telefónica pueda cumplir con el objetivo de establecer llamadas al operar como sistema, propiciando la interconexión de equipos de diferentes proveedores y tecnologías, es necesario contar con un conjunto de normas técnicas, las cuales reciben el nombre de Planes Fundamentales.

Los argumentos para contar con Planes Fundamentales está basada en:

- La condición de "Sistema" que tiene la Planta Telefónica para garantizar la adecuada interrelación de los equipos.
- La diversidad de proveedores a nivel mundial para homologar y homogeneizar las características de operación de los equipos.
- El avance tecnológico que promueve una adecuación constante del funcionamiento de la Planta Telefónica.
- El proporcionar una base para optimizar económicamente la Planta Telefónica.

Estos procesos se muestran, en forma de bloques, en la figura 2.1.

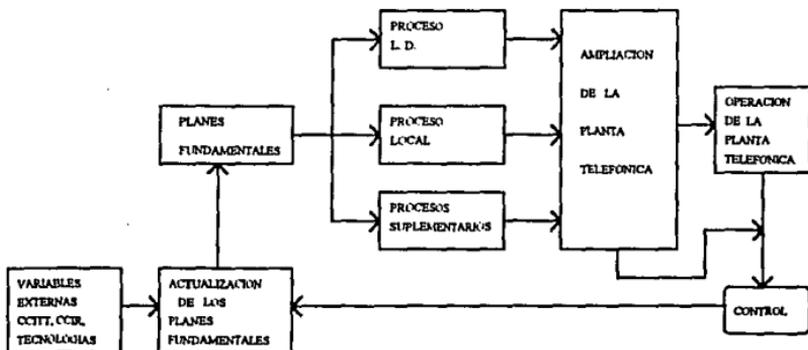


Fig. 2.1 Proceso de los Planes Fundamentales.

## 2.2 PLAN FUNDAMENTAL DE CONMUTACION

### 2.2.1 Terminología

**Central Local (CL).** Es la central automática que realiza la conexión directa entre los abonados pertenecientes a una misma área urbana.

**Unidad Remota de Línea (URL).** Es el equipo accesorio de una Central Local Digital que tiene las siguientes funciones:

- Conexión, Operación, Supervisión y Concentración de líneas de abonados distantes.
- Conversión Analógica/Digital de la señal de voz.

**Central Tandem (CT).** Central Automática que se encarga de controlar el tráfico que se origina ó termina en Centrales Locales, subordinadas a ella.

**Central automática de Larga Distancia (CALD).** Es la encargada de cursar tráfico interurbano originado ó terminado en Centrales subordinadas a ella, las cuales pueden ser CT ú otras CALD's.

**Central Mixta (CM).** Es la Central Digital que ejecuta las funciones de CL y de Central de Tránsito, ya sea Tandem y/o CALD simultáneamente.

**Paso de concentración (PACO).** Paso de selección, cuyas funciones son:

- Optimizar el manejo del tráfico de L.D. originado en la red local hacia su CALD superior.

**Paso de Dispersión (PADIS).** Paso de selección, cuyas funciones son:

- Optimizar el manejo de tráfico LD terminado en la población en que se encuentra.
- Distribuir el tráfico LD terminado en una población, a las diferentes Centrales Locales.

Los dos conceptos descritos anteriormente, se muestran en la figura 2.2.

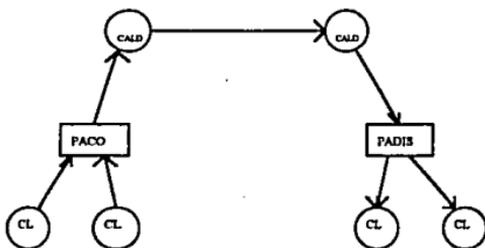


Fig. 2.2 Concepto de Paco y Padis.

**Enrutamiento.** Es la trayectoria que sigue el tráfico telefónico para el establecimiento de llamadas entre dos centrales.

**Troncal.** Es el medio de comunicación entre centrales. Estos son de los siguientes tipos:

- Para controlar el tráfico entre una CL y :
  - Otra CL.
  - Una CT.
  - Su correspondiente CALD.
- El ocupado para controlar el tráfico entre las posiciones L.D. y su CALD que le corresponde.
- Para manejar el tráfico entre dos CT.

**Circuito.** Enlace por el cual se establecen llamadas telefónicas de LD entre dos posiciones.

**Congestión.** Condición en la que se encuentra un grupo de órganos telefónicos, en la que es imposible establecer mas llamadas por ellos.

**Vía de Alto Uso.** Grupo de troncales que tienen la posibilidad de desbordar tráfico. Se calculan con alto grado de congestión.

**Vía Final.** Grupo de troncales que tienen la última posibilidad de canalizar tráfico. Se calculan con bajo grado de congestión.

**Red Jerárquica.** Es un sistema que agrupa, bajo una estructura de mas de dos niveles prioritarios, a las centrales que componen la red telefónica. Cualquier categoría puede realizar funciones de otras inferiores, si es así requerido.

**Oficina Terminal (OT).** Es la central que proporciona servicio automático en una población. También se le conoce como Central Local.

**Oficina Terminal Aislada (OTA).** Se le llama así, a la única Central que proporciona servicio automático en una población.

**Oficina Terminal Urbana (OTU).** Cada una de las OT's recibe éste nombre, cuando la población está servida por dos ó mas centrales.

**Oficina Terminal Suburbana (OTS).** Es la OT que da servicio a los abonados localizados en los alrededores de cierta área metropolitana.

**Centro de Zona (CZ).** Es la Central de Larga Distancia que se encarga de manejar el tráfico de las Oficinas Terminales.

**Centro de Area (CA).** Es la Central de Larga Distancia que se encarga de manejar el tráfico de al menos un Centro de Zona, distinto a ella misma. Este tráfico puede ser de tránsito ó producto del desborde de las vías de alto uso de los CZ controlados.

**Centro Regional (CR).** Es la Central de Larga Distancia que se encarga de manejar el tráfico de al menos un Centro de Area, distinto a ella misma.

**Centro Internacional (CI).** Es la Central de Larga Distancia encargada de comunicar a la Red Nacional con las redes telefónicas de otros países. Esta puede ser exclusiva para tráfico internacional ó manejar tráfico nacional en forma simultánea.

**Centro Suburbano (CS).** Central Automática que controla tráfico originado ó terminado en OTS's subordinados a ella.

### **2.2.2 Estructura Urbana**

**Jerarquías.** En las redes urbanas se considera el empleo de un nivel jerárquico de tránsito, llamado Centro Tandem, el cual es utilizado como elemento de

optimización en el control del tráfico en la red troncal y por lo tanto, su aplicación depende de una economía en la inversión.

Este Centro Tandem funciona de la siguiente manera:

- Maneja tráfico que no justifique vía directa.
- Maneja tráfico de desborde entre dos centrales.
- Enruta el tráfico de Centrales Electromecánicas.

**Enrutamientos.** Las centrales existentes en una Red Urbana, se enlazan directamente por troncales (red malla), cuando no tienen una Central Tandem. En las redes multicentrales con Tandem, se opera bajo el concepto de Rutas Alternas, utilizando las Vías de Alto Uso y Finales.

En las poblaciones que tienen un Tandem, para enlazar a dos centrales OTU's, se opera como sigue:

**Primero.** Se ofrece el tráfico directo sobre la Vía de Alto Uso.

**Segundo.** Se desborda tráfico a través de la Vía Final con el Tandem.

Este tipo de enrutamiento se muestra en la figura 2.3.

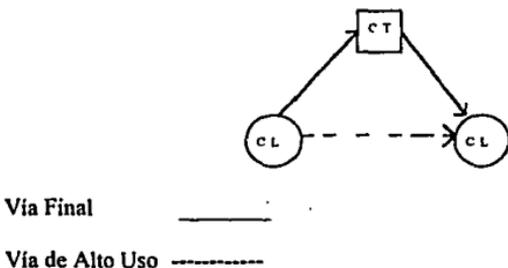


Fig. 2.3 Enrutamiento con una CT.

En las poblaciones con más de una Central Tandem, el enrutamiento entre dos Centrales, es como sigue:

**Primero.** Ofrecer tráfico sobre la Vía Directa.

**Segundo.** Ofrecer tráfico a través del Tandem que controla a la central destino.

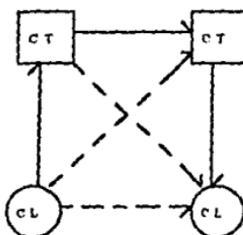
**Tercero.** Ofrecer tráfico a través del Tandem propio de la central .

Si se usa la tercera alternativa, el enrutamiento desde el Tandem hacia la central destino será:

**Primero.** Por Vía Directa.

**Segundo.** A través del Tandem que controla a la central destino.

Este enrutamiento se muestra en la figura 2.4.



Vía Final \_\_\_\_\_

Vía de Alto Uso - - - - -

Fig. 2.4 Enrutamiento con más de una CT.

### 2.2.3 Estructura Suburbana

**Jerarquías.** En las redes suburbanas, se considera el empleo de un nivel jerárquico llamado Centro Suburbano (CS), como un elemento de optimización en el manejo del tráfico en la red troncal.

Este Centro Suburbano realiza las siguientes funciones:

- Maneja tráfico de tránsito entre OTS's que no justifiquen Vía Directa.
- Maneja el tráfico de desborde entre dos OTS's que tienen Vía Directa de Alto Uso, pero que tienen ocupadas sus troncales.
- Enruta el tráfico desde y hacia la red urbana y red interurbana correspondiente.

**Enrutamiento.** Cuando no se tiene un CS en las redes suburbanas, los enlaces son troncales entre todas las OTS's (red malla).

En las redes suburbanas que cuentan con un CS, el plan de enrutamiento para enlazar dos centrales (OTS's), es el siguiente:

**Primero.** Ofrecer tráfico sobre la Vía de Alto Uso Directa.

**Segundo.** Se desborda tráfico a través de la Vía Final con el Centro Suburbano.

Cuando no se justifica la Vía de Alto Uso, el tráfico entre las dos OTS's, se maneja en su totalidad por el CS.

Este tipo de enrutamiento se describe en la figura 2.5.

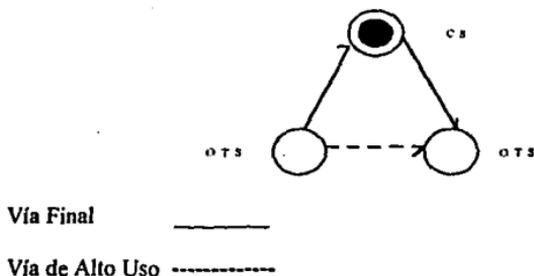


Fig. 2.5 Enrutamiento con un CS.

En poblaciones con más de un CS, el enrutamiento entre dos OTS's será:

**Primero.** Ofrecer tráfico sobre Vía Directa

**Segundo.** Ofrecer el tráfico a través del CS que controla la OTS destino.

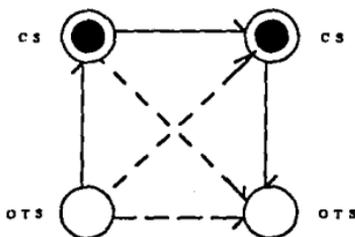
**Tercero.** Ofrecer tráfico a través del CS propio de la central de origen.

Si se usa la tercera alternativa, éste enrutamiento desde CS hacia la central destino es:

**Primero.** Por Vía Directa.

**Segundo.** A través del CS que controla a la central destino.

Véase la figura 2.6.



Vía Final \_\_\_\_\_

Vía de Alto Uso -----

Fig. 2.6 Enrutamiento con más de un CS.

Para el manejo del tráfico urbano correspondiente, las centrales suburbanas lo harán a través del CS, el cual se enlazar a :

- La CALD de la red urbana correspondiente, cuando ésta última no contiene un Tandem.
- El Tandem de la red urbana correspondiente.
- El Tandem con facilidad de enlace de la red urbana correspondiente que contiene mas de un tandem.

Para manejar LD las Centrales Suburbanas podrán hacerlo con su CS ó directamente a la CALD, cuando no exista CS.

#### 2.2.4 Estructura Interurbana.

**Jerarquía de la Red de Larga Distancia Nacional.** Se considerán tres niveles jerárquicos:

Centro Regional



Centro de Area



Centro de Zona



Enrutamientos:

**Centro de Zona.** Un Centro de Zona enruta su tráfico a otro Centro de Zona, en base al siguiente plan:

- Primero. Ofrecer el tráfico a la vía directa entre los dos Centros de Zona.
- Segundo. Desbordar el tráfico a través del Centro de Area distantes.
- Tercero. Desbordar el tráfico a través del CR distante.
- Cuarto. Desbordar el tráfico a través del CR propio.
- Quinto. Desbordar el tráfico a través del CA propio.

La figura 2.7 describe éste enrutamiento.

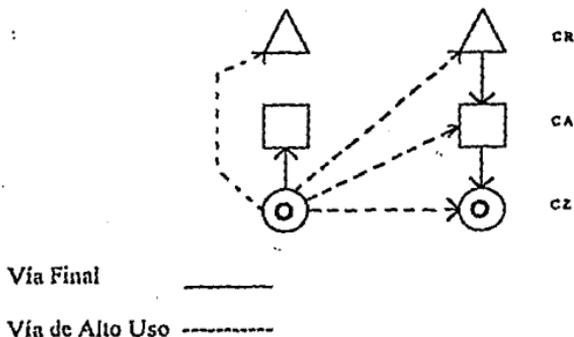


Fig. 2.7 Enrutamiento de un CZ.

**Centro de Area.** Un Centro de Area, enruta su tráfico a un Centro de Zona que el no controla, a partir del siguiente plan:

- Primero. Ofrece su tráfico a la vía directa con el Centro de Zona.
- Segundo. Desborda el tráfico a través del Centro de Area distante.
- Tercero. Desborda el tráfico a través del Centro Regional distante.
- Cuarto. Desborda el tráfico a través del Centro Regional propio.

El enrutamiento se describe en la figura 2.8

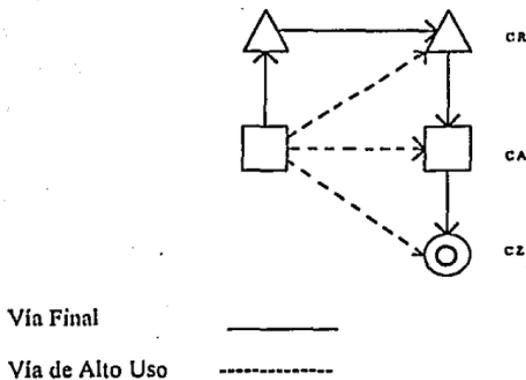


Fig. 2.8 Enrutamiento de un CA.

**Centro Regional.** Un Centro Regional enruta su tráfico a un Centro de Zona que él no controla, a partir del siguiente plan:

- Primero. Ofrecer el tráfico a la vía directa con el Centro de Zona.
- Segundo. Desborda el tráfico a través del Centro de Área distante
- Tercero. Desborda el tráfico a través del Centro Regional distante.

Este enrutamiento se ilustra en la figura 2.9

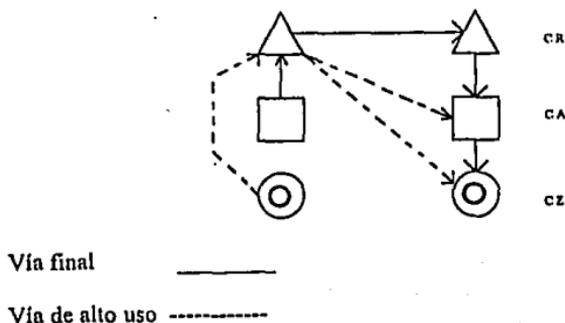


Fig. 2.9 Enrutamiento de un CR

**Enrutamiento General.** El enrutamiento general entre las jerarquías del plan, integra los conceptos descritos en forma parcial anteriormente.

Esto se muestra en la figura 2.10.

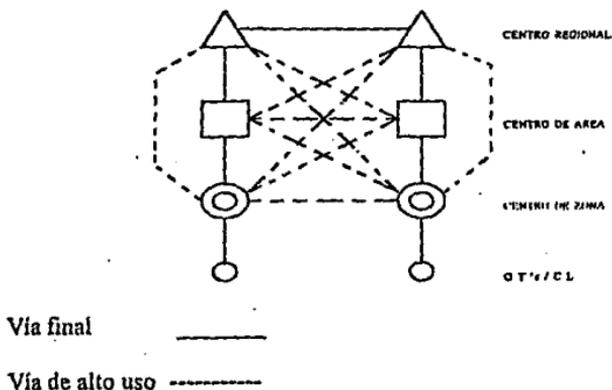


Fig. 2.10 Enrutamiento General

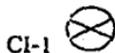
### 2.2.5 Estructura Internacional.

**Jerarquía Internacional.** La red internacional, considera la utilización de dos tipos de jerarquía, dependiendo de si la llamada es a Estados Unidos y Canadá ó si es al resto del mundo.

**Estados Unidos y Canadá.** Se cuentan con dos jerarquías en las que se consideran doce Centros Internacionales:

CENTRO INTERNACIONAL

VIA FINAL



MÉXICO  
REYNOSA  
CD. JUÁREZ

SAN ANTONIO  
SAN ANTONIO  
EL PASO

NOGALES  
TIJUANA

SAN DIEGO  
SAN DIEGO

CI-2 

MONTERREY  
CHIHUAHUA  
HERMOSILLO  
GUADALAJARA  
COLIMA  
PUEBLA  
ACAPULCO

REYNOSA  
CD. JUAREZ  
NOGALES  
NOGALES  
CD. JUÁREZ  
MÉXICO  
MÉXICO

Resto del Mundo. Se cuenta con dos CI's para manejar éste tipo de tráfico:

#### CENTRO INTERNACIONAL

CI-1 

MEXICO  
TULANCINGO

**Enrutamiento Internacional.** El tráfico internacional se enruta dentro de la red nacional, igual que el tráfico interno del país, hasta llegar al CI.

**Enrutamiento de CI-2.** Para el enrutamiento de tráfico a Estados Unidos y Canadá, se acepta el siguiente plan desde un CI-2:

**Primero.** Ofrecer el tráfico sobre la vía con el Centro Internacional CI-1.

**Enrutamiento de CI-1.** Para el enrutamiento del tráfico a Estados Unidos y Canadá, desde los CI-1, se tiene el siguiente plan:

**Primero.** Ofrecer el tráfico sobre la vía con el Centro Internacional correspondiente.

Para enlaces con Estados Unidos y Canadá, el tráfico internacional de las Regiones se enrutará como se muestra en la tabla 2.1.

REGION	CENTRO INTERNACIONAL
CELAYA	CD. JUAREZ
COATZACOALCO	MEXICO
CORDOVA	MEXICO
CULIACAN	NOGALES
CHIHUAHUA	CD. JUAREZ
GUADALAJARA	NOGALES
HERMOSILLO	NOGALES
MERIDA	MEXICO
MEXICO	MEXICO
MONTERREY	REYNOSA
OAXACA	MEXICO
PUEBLA	MEXICO
TIJUANA	TIJUANA

Tabla 2.1

Para el enrutamiento del tráfico al resto del mundo, se plantean dos posibilidades: Que el tráfico se termine en el CI distante, ó que se utilice un centro de tránsito (CIX) para establecer las llamadas. En ambos casos, la salida de México ó Tulancingo será a base de una vía final. Esto se muestra en la figuras 2.11 y 2.12.

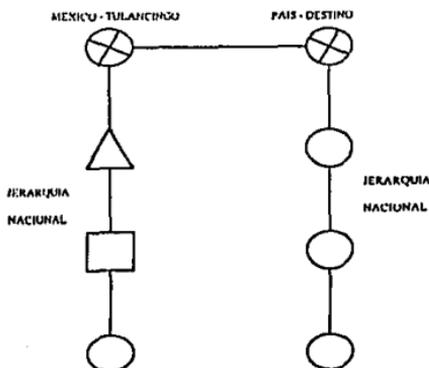


Fig. 2.11

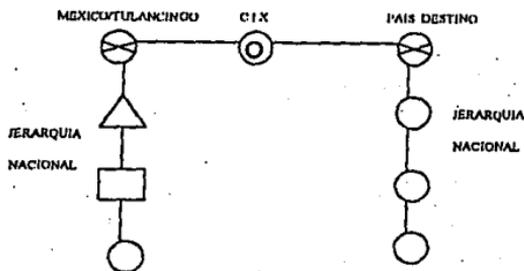


Fig. 2.12

## 2.3 PLAN FUNDAMENTAL DE NUMERACION

### 2.3.1 Terminología

**Usuario.** Persona que emplea la red telefónica para comunicarse con otra persona ó máquina.

**Abonado.** Persona moral ó física que mediante contrato con la compañía, dispone de dispositivo terminal (por ejemplo teléfono) dentro de sus instalaciones, para acceder y usar la red telefónica.

**Código de acceso.** Combinación de dígitos y/o signos que establece la dirección de cada abonado, servicio y facilidad que se puede acceder a través de la red telefónica.

**Número de Abonado.** Combinación de dígitos que identifican a cada entidad conectada a la red telefónica.

**Número Internacional ó Mundial.** Este número comprende la clave Internacional / Mundial y el número Nacional de la entidad que se desea acceder.

**Clave Internacional ó Mundial.** Dígito ó combinación de dígitos que identifican al país de destino. También se le conoce como indicativo de país.

- \***Internacional.** Relativo al tráfico hacia Norteamérica (EE.UU y Canadá).
- \***Mundial.** Relativo al tráfico hacia el resto del mundo.

**Numero Nacional.** El número Nacional está formado por la Clave Lada y el Numero Local.

**Clave Lada.** Dígito ó combinación de dígitos que identifican a cada una de las zonas de numeración consideradas en la red nacional, donde cada zona puede tener una ó más RU's.

**Número Local.** Número que ha de marcar un abonado para comunicarse con otro, conectado a la misma RU. A éste número se le llama número de directorio (ND) y está compuesto por la serie de central y el número interno de central.

**Serie de Central.** Dígito ó combinación de dígitos que identifica a un conjunto de 10,000 abonados pertenecientes a un cierto nodo de conmutación local.

**Número Interno de Central.** Combinación de cuatro dígitos que identifica cada abonado dentro del conjunto de abonados pertenecientes al nodo de conmutación local.

### 2.3.2 Numeración de Abonado

**Número Internacional/Mundial.** El CCITT recomienda que en ningún caso éste número exceda de doce dígitos, comprendiendo la Clave Internacional/Mundial y el Número Nacional. México tiene la Clave Internacional "52" como indicativo de país, por lo tanto puede llegar a tener un número de hasta 10 dígitos para identificar a sus abonados a nivel nacional. En el presente plan se considera un número nacional cerrado a ocho dígitos, por lo que se conservan dos dígitos de reserva, para su uso posterior y una numeración local abierta que podrían ser a cinco, seis ó siete dígitos.

$$NI = 52 + NN \text{ (ocho dígitos)}$$

La estructura del Número Internacional se muestra en la tabla 2.2.

NUMERO INTERNACIONAL (DIEZ DIGITOS)	
CLAVE INTERNACIONAL (DOS DIGITOS)	NUMERO NACIONAL (OCHO DIGITOS)
52	A B C d e f g h

Tabla 2.2

**Número Nacional.** Este número es cerrado a ocho dígitos (ABCDEFGH) y está compuesto de Clave Lada y el Número Local (Numeración Abierta). Como se estructura en la tabla 2.3.

NUMERO NACIONAL (OCHO DIGITOS) A B C D E F G H		
CLAVE LADA (UNO, DOS O TRES DIGITOS)	NUMERO LOCAL (SIETE, SEIS O CINCO DIGITOS)	
	SERIE DE CENTRAL (TRES, DOS O UN DIGITO)	NUM INTERNO DE LA CENTRAL (CUATRO DIGITOS)

Tabla 2.3

**Clave Lada.** Parte del número Nacional que nos permite identificar a cada red, zona de numeración ó RU que se considera en la red nacional y se compone por uno, dos ó tres dígitos, dependiendo del número de centrales locales que cubran. Véase la tabla 2.4.

NUM DIGITOS DE LA CLAVE LADA	NUM DE CENTRALES LOCALES (OTs) CUBIERTAS.
3 (ABC)	1 A B
2 (AB)	1 A 80
1 (A)	1 A 800

Tabla 2.4

Una determinada Clave Lada solo se asignará a un Centro de Zona en particular, por lo tanto, no podrá ser compartida por dos ó mas CZ's diferentes.

Si la demanda lo requiere un cierto CZ podrá tener mas de una Clave Lada.

**Número Local (Número de Directorio).** Es el que identifica a los abonados que pertenecen a una misma RU, pudiendo estar formado por 5, 6, ó 7 dígitos (Numeración Abierta). Esta formado por dos partes: Serie y Número Interno de Central. Tal como se muestra en la tabla 2.5.

NUM DE DIGITOS DEL ND	NUMERO LOCAL	
	SERIE DE CENTRAL	NUMERO INTERNO DE CENTRAL (e f g h)
7	S1 S2 S3	X1 X2 X3 X4
6	S1 S2	X1 X2 X3 X4
5	S1	X1 X2 X3 X4

Tabla 2.5

El número de dígitos de la serie de Central depende del número de centrales que se prevean en la RU. La serie de Central solamente contendrá los dígitos 1 al 8 en la primera posición S1. (Tabla 2.6)

NUMERO DE DIGITOS DE LA SERIE DE CENTRAL	NUMERO DE CENTRALES
1 (D)	1 A 8
2 (CD)	1 A 80
3 (BCD)	1 A 800

Tabla 2.6

El uso de los dígitos 0 y 9 como primer dígito no está permitido en la serie de Central S1, ya que son asignados para identificar a servicios especiales y para los prefijos de acceso a Lada.

Para el servicio Suburbano, el dígito 8, se deberá utilizar como primer dígito S1 de las series de centrales que cubren el servicio Suburbano en aquellas RU's con numeración local a seis ó siete dígitos. El número interno de central siempre está compuesto de cuatro dígitos: X1, X2, X3 y X4. (Tabla 2.7)

NUMERACION SUBURBANA							
A	B	C	D	E	F	G	H
C1	8	S2	S3	X1	X2	X3	X4
C1	C2	8	S2	X1	X2	X3	X4

Tabla 2.7

**Casos y Ejemplos de Estructuración.** Se consideran tres casos de estructura del Número Nacional, los cuales son función directa de la cantidad de centrales que se quieran identificar en cada RU. (Véase tabla 2.8).

CASOS	A	B	C	D	E	F	G	H
I	C1	S1	S2	S3	X1	X2	X3	X4
II	C1	C2	S1	S2	X1	X2	X3	X4
III	C1	C2	C3	S1	X1	X2	X3	X4

Tabla 2.8

\*Para el servicio Suburbano se considera el dígito 8 para S1.  
Ejemplo de estructura tipo: Véase la tabla 2.9.

C A S O S	POBLACION  (1987)	NUMERO NACIONAL (CERRADO A OCHO DIGITOS)		
		CLAVE  LADA	NUMERO	LOCAL
			SERIE DE CENTRAL	NUM. INTERNO DE CENTRAL
I	MEXICO, D.F.	5	511	1 2 3 4
II	GUADALAJARA, JAL.	36	1R	5 6 7 8
III	ACAPULCO, GRU.	748	2	9 0 1 2

Tabla 2.9

**Cobertura Rural.** De proporcionarse el servicio telefónico automático a las poblaciones rurales y tomando en cuenta que de asignarse una serie de central a cada una de ellas, la capacidad de la numeración sería rápidamente rebasada, se optó por las soluciones descritas a continuación:

**Población que se Automatiza como Abonado Remoto de una OT Existente.** Esta población tendrá el número de serie de la OT a la cual se conecta. Como se indica en la figura 2.13.

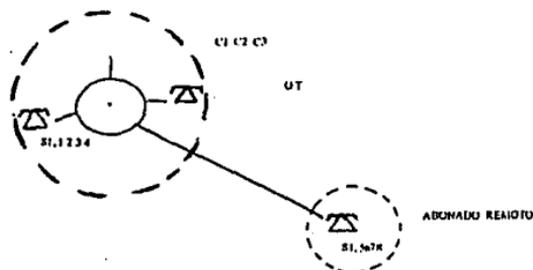


Fig. 2.13 Población como abonado remoto

**Población que se Automatiza, Introduciendo una Central Rural de Baja Capacidad en ella.** El tratamiento de éstas poblaciones será como el de una OTA, asignándole un número local de cinco dígitos, con capacidad de 10,000 números. (Fig. 2.14).

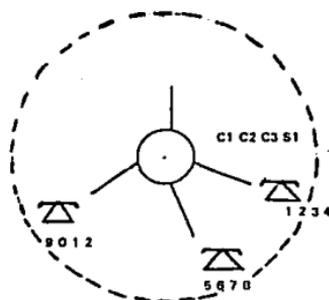


Fig. 2.14 Población con una Central Rural de baja capacidad

Población que se Automatiza, con el Enlace a un Nodo de Conmutación Especial para el Servicio Rural mediante Concentradores. -Por cada clave lada, se asigna la serie 1YXXX para un conjunto de "N" poblaciones (N=10). El dígito "Y" se llama subserie y permitirá identificar a cada población dentro del conjunto "N".

Este tipo de estructura se muestra en la figura 2.15.

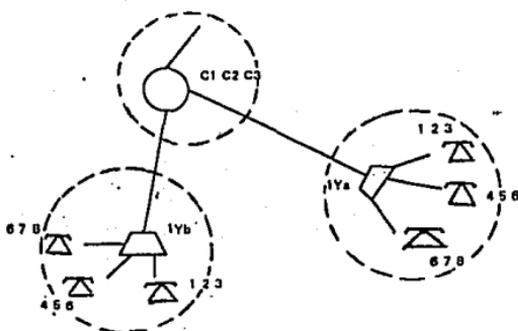


Fig. 2.15 Población con enlace a un nodo de conmutación especial

### 23.3 Prefijos de Acceso al Servicio de Larga Distancia Automática (LADA).

Para enlaces LADA, se marca el prefijo 9T (T= 1,-----,0), que corresponde a la aplicación y tipo de llamada que se quiera efectuar, seguido del número de abonado (Nacional ó Internacional/Mundial). Véase la tabla 2.10.

LLAMADA		MARCACION	
APLICACION	TIPO	PREFIXO DE ACCESO (B T) * NUMERO DE ABOGADO	
NACIONAL	TEL. A TEL.	81	* OCHO DIGITOS (NACIONAL)
	PERS. A PERS.	82	
INTERNACIONAL (NORTEAMERICA)	TEL. A TEL.	96	* DIEZ DIGITOS (NORTEAMERICA)
	PERS. A PERS.	98	
MUNDIAL (RESTO DEL MUNDO)	TEL. A TEL.	98	* NUM. DE DIGITOS DEL PAIS DE DESTINO
	PERS. A PERS.	99	

Tabla 2.10

Los prefijos 90, 93, 94, y 97 son de reserva.

### 2.3.4 Servicios Especiales

Para los servicios denominados Especiales, se digitan el código de acceso de dos dígitos con el formato "OX", en donde X= 1,2,---,9 y 0.

La tabla 2.11 nos muestra los Servicios Especiales y su Código de Acceso.

CODIGO DE SERVICIOS ESPECIALES	
CODIGO	APLICACIONES
01	INFORMACION NACIONAL: NUMERO DE ABONADOS EN OTRAS CIUDADES
02	SERVICIO LARGA DISTANCIA NACIONAL ( VIA OPERADORA )
03	HORA EXACTA, PROPORCIONADA CON GRABADORA
04	INFORMACION LOCAL DE NUMEROS NO INCLUIDOS EN EL DIRECTORIO
05	SERVICIO DE QUEJAS
06	RADIO PATRULLAS Y CRUZ VERDE
07	INFORMACION GUBERNAMENTAL
08	EN POBLACIONES FRONTERIZAS CON EE.UU. SE UTILIZA PARA SERVICIO TOLL. EN ALGUNAS CENTRALES (TAXI) PARA EL MANEJO DEL TRAFICO DE SUS AGENCIAS. EN LA R.U DEL DISTRITO FEDERAL, PARA PATRULLAS
09	SERVICIO DE LARGA DISTANCIA INTERNACIONAL ( VIA OPERADORA )
00	USADO PARA PRUEBAS DE TIMBRE DEL APARATO TELEFONICO

Tabla 2.11

### 2.3.5 Larga Distancia Atendida por Operadora

Aunque la mayoría de la cobertura de la Red Telefónica está automatizada, en ocasiones se necesita la atención de una operadora, por ejemplo, para las comunicaciones L.D. con aquellas poblaciones que no tengan equipo automático ó bien si el abonado lo cree conveniente.

**Tráfico LD Automático (LADA) Asistido por Operadora.** Se podrá solicitar la asistencia de una operadora, cuando se necesite comunicación con una persona específica (persona a persona). Se utilizarán los prefijos de acceso y dependiendo de la aplicación, 92,96,99, Nacional, Internacional y Mundial, respectivamente.

### 2.3.6 Lada por Cobrar (Servicio 800)

La opción "LADA por cobrar", les permite a los abonados suscritos a ella, la posibilidad de aceptar llamadas LD con cargo a ellos. Lo anterior puede mejorar la comunicación de los abonados comerciales con sus clientes foráneos, bien para efectos de venta, como de servicio.

La cobertura de la opción "LADA por cobrar", puede abarcar el ámbito nacional, internacional ó mundial, conforme a los recursos técnicos-administrativos en la red telefónica.

El formato de los códigos para acceder el servicio "LADA por cobrar" consta de la clave LADA especial (CLE) "800" y un identificador de suscriptor "800" (IS800). Su estructura se muestra en la Tabla 2.12

CLE	1 5 800
800	1 .....la 1 2

Tabla 2.12

Para acceder al servicio "800", se marcará un prefijo de acceso (9T), dependiendo de la aplicación considerada.

### 2.3.7 Servicio 800 Nacional

El formato de código de acceso al servicio "800" nacional (SN 800) es congruente con el formato del número nacional, es decir, tiene una logitud máxima de ocho dígitos, incluyendo la clave lada especial "800". El formato de marcación se muestra en la Tabla 2.13

PA	CLE 800	15 800 NACIONAL
91	800	1 1 1 1 1 1 2 3 4 5

Tabla 2.13

### 2.3.8 Numeración de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

El CCITT considera que la numeración de la RDSI puede desarrollarse a partir de la numeración de la red telefónica, por lo que recomienda utilizar como identificación inequívoca de la RDSI de un determinado país, la clave internacional ó mundial de este Plan Fundamental.

El número RDSI está formado por una secuencia de dígitos con una longitud máxima de -- dígitos y consta del número RDSI internacional y subdirección RDSI, como se muestra en el formato de la Tabla 2.14

NUMERO R D S I			
CLAVE INTERNACIONAL	NUM R D S I INTERNACIONAL		SUB DIRECCION R D S I
	CLAVE LADA	NUMERO LOCAL	

Tabla 2.14

## 2.4 PLAN FUNDAMENTAL DE SEÑALIZACION.

### 2.4.1 Introducción.

El objetivo del plan fundamental de señalización es determinar las características y utilización de señales susceptibles por los equipos que forman la planta telefónica durante un periodo de tiempo amplio, y así, con la introducción de nuevos sistemas evitar modificaciones en la planta telefónica. Considerando la estructura, los enrutamientos y transmisión de señales establecidas en los planes de conmutación y transmisión.

La señalización establecida en este plan, es aquella que se efectúa entre:

Abonado - Central  
Central - Central

La introducción de nuevos parámetros y facilidades relacionadas con las técnicas de conmutación y transmisión digitales se llevará a cabo paulatinamente.

### Terminología.

- La señalización es el intercambio de información en la red telefónica, por medio de la cual es posible establecer y controlar las comunicaciones telefónicas.
- Red telefónica, conjunto de centrales telefónicas (nodos de conmutación) y troncales o circuitos (enlaces) interconectados para dar servicio de telefonía a los aparatos telefónicos (abonados) conectados en ella.
- Sistemas de señalización. Protocolo que establece el significado, secuencia, temporización y características eléctricas de las señales entre equipos.

### FUNCIONES DEL PLAN DE SEÑALIZACION

- |              |  |
|--------------|--|
| Supervisión. | Detección de las condiciones y/o cambios de las facilidades del sistema. |
| Selección.   | Identificación y localización de las facilidades del sistema.            |

**Operación.** Utilización eficiente de las facilidades del sistema para llevar a cabo funciones de mantenimiento, control, facturación, y en general información sobre establecimiento o no de las llamadas.

**Tipos de Señales.** La ejecución de las funciones anteriores se realiza mediante el empleo de tres tipos de señales, dependiendo de las características de la información que se requiere transmitir.

Estas son:

**Señales Acústicas:** Información que permite al abonado detectar las condiciones y/o cambios de estado de la red telefónica.

**Señales Numéricas:** Información que permite al abonado y a los equipo, efectuar la identificación y localización de las facilidades de la red telefónica.

**Señales de línea:** Información que permite al abonado y a los equipos, ocupar, supervisar y liberar las facilidades de la red telefónica.

#### **2.4.2 Lineamientos Generales de Señalización.**

**Sistemas de Señalización del CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico).** Los sistemas de señalización normalizados por el CCITT han sido desarrollados según las necesidades y la tecnología de las telecomunicaciones.

**Requerimientos del sistema de señalización.** La extensión y la estructura de la red, influye en el número y la longitud de los enlaces. A su vez, esto repercute en las exigencias planteadas al sistema de señalización en cuanto al alcance y a la cantidad de señales.

Para caracterizar un sistema de señalización debemos considerar:

- Aplicación
- Tipos de señales
- Principios de señalización
- Transferencia de señales

- Trayectoria de señalización
- Banda de frecuencias
- Cantidad de frecuencias
- Clase de corriente
- Duración de las señales
- Nivel de las señales

El sistema de señalización debe satisfacer los requerimientos de seguridad de servicio, velocidad de señalización y rentabilidad, requeridos por la administración a lo largo de toda la red.

#### 2.4.2.1 Niveles de Señalización.

Niveles de señalización. Desde el punto de vista de señalización, la red de TELMEX esta estructurada en los siguientes niveles.

**Nivel de abonado.** Define las "Señales de Abonado" que permite el intercambio de información entre abonados y central. Su realización se efectúa mediante el uso de:

- Señales numéricas. Se transmiten desde el aparato hacia la central, mediante la acción conocida como marcar.
- Señales acústica. Se transmiten desde la central hacia el aparato telefónico, por medio de tonos o mensajes grabados.

**Nivel de línea.** Define las "Señales de Línea" que permiten la ocupación, supervisión y liberación de la red telefónica. su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo línea, entre el abonado y la parte de conexión de la central, así como entre centrales a través de sus repetidores.

Las señales de línea son en base a señales de corriente continua o frecuencial vocal y son interpretadas en base a su duración, dirección, sucesión y estado eléctrico.

**Nivel de Registro.** Define las "Señales de Registro" que permiten el intercambio de información de origen y destino entre centrales, su realización se efectúa mediante el uso de señales numéricas entre registros ubicados en la parte de control de las centrales.

Las señales numéricas utilizan códigos de multifrecuencia, generados y supervisados por la parte de control de la central.

### 2.4.3 Señales de Abonado.

La operación de "marcar" en los aparatos telefónicos se puede llevar a cabo, a través de los siguientes medios:

- Disco dactilar
- Teclado de impulsos
- Teclado de frecuencias

#### 2.4.3.1 Impulsión Decadica

La marcación hecha por los aparatos de disco dactilar o de teclado de impulsos se le conoce como "Impulsión decadica". Los impulsos emitidos deberán tener las siguientes características:

- a) Por cada dígito marcado se producirá una cantidad de impulsos equivalentes, cada grupo de impulsos se le conoce como "Tren de Impulsos".
- b) La pausa interdígital ( $T_p$ ) es el intervalo de tiempo entre cada tren de impulsos y debiera tener una duración mínima de  $T_p = 300$  mseg; para que cada elemento receptor de la central pueda diferenciar entre dos trenes.
- c) Velocidad y relación abre-cierre ( $T_a$ - $T_c$ ) de los impulsos emitidos por el aparato telefónico.

A continuación se muestra la figura 2.16 de cararterísticas de este tipo de señales.

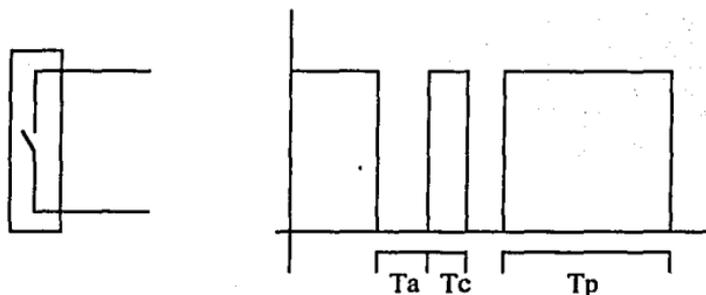


Figura 2.16

Los valores de los impulsos recibidos en la central difieren del punto anterior ya que se ven afectados por las condiciones eléctricas y mecánicas del aparato telefónico y de la línea de abonado.

#### 2.4.3.2 Doble Tono de Multifrecuencia.

Doble Tono de Multi-Frecuencias (DTFM). Es aquella que la marcación es hecha por los aparatos de teclado de frecuencias, en la cual la información numérica está compuesta por la emisión simultánea de dos frecuencias dentro de la banda de voz.

Las frecuencias emitidas por el aparato telefónico deberá tener las siguientes características:

- La desviación entre cada frecuencia emitida, con la frecuencia nominal debe de ser menor al 1.8%.
- Los productos de distorsión debe estar a un nivel cuando menos 20 db abajo de las frecuencias fundamentales.
- El nivel de transmisión de cada frecuencia deberá ajustarse a las condiciones establecidas en el "plan de transmisión" para líneas de abonado.

d) La duración de la emisión de las dos frecuencias que componen un dígito y de la pausa interdígital debiera ser:

PARAMETRO		VALOR
Dígito	T <sub>d</sub>	> 40 mseg
Pausa Interdígital	T <sub>p</sub>	>= 40 mseg

Los valores recibidos de las frecuencias por la central varían, ya que se ven afectados por las condiciones eléctricas y mecánicas de la línea del abonado.

#### 2.4.3.3 Señales acústicas.

Las señales acústicas permiten a la central informar al abonado, de los distintos estados o solicitudes del sistema para que proceda a efectuar las acciones pertinentes. En estas señales se tiene los siguientes tipos:

- Tonos
- Repique ( corriente de llamada )
- Mensajes grabados

#### Tonos.

Estas señales se envían al abonado una vez que éste ha levantado su microteléfono. Las señales consideradas son : Invitación a marcar, llamadas, ocupado, congestión, intervención, llamada de espera e información especial.

Los tonos emitidos deberán tener las siguientes características que muestran la figura 2.17.

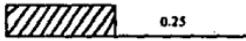
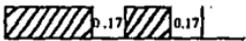
DENOMINACION	CADENCIA	CICLO
Invitación a marcar	$\pi$ 	continuo
Llamada	$\pi$ 	3 seg
ocupado	$\pi$ 	0.5 seg
Congestión	$\pi$ 	0.5 seg
Intervención	$\pi$ 	1.01 seg
Llamada en espera	$\pi$ 	11 seg
Información especial	$f2/f3/f4$ 	2.05 seg

Figura 2.17

PARAMETRO	VALOR	TOLERANCIA	
Frecuencias	f1	425 Hz	+ - 25 Hz
	f2	950 Hz	+ - 50 Hz
	f3	1400 Hz	+ - 50 Hz
	f4	1800 Hz	+ - 50 Hz

### Repique.

Repique (corriente de llamada). Esta señal se utiliza para informar al abonado llamado (B) que tiene una llamada entrante, dicha señal deberá tener las siguientes características, que se muestran a continuación.

Frecuencia	25 Hz +- 5
Voltaje	90 Vrms +- 5

### Mensajes Grabados.

Estos mensajes se envían al abonado, para informarle en forma explícita de los distintos estados del sistema o solicitudes de acción al abonado; y se clasifican en dos tipos de mensajes:

- Mensajes de servicio.- se proporcionan con cargo al abonado.
- Mensajes informativos.\_ se proporcionan sin cargo al abonado.

Ambos tipos de mensajes deberán tener las siguientes características que se indica.

PARAMETRO	VALOR
Duración	12 seg. max
Emisión	una sola vez

#### 2.4.4 Señales de Línea

Las señales de línea se intercambian tanto entre un abonado y su central, como entre centrales, por lo que se tiene dos grupos de señales de línea:

- a) Señales de línea de abonado.
- b) Señales de línea entre centrales.

##### 2.4.4.1 Señales de línea de abonado:

- Línea de abonado libre. Teléfono colgado que presenta un circuito abierto con una diferencia de potencial de 24 ó 48 v.cc, según central conectado.

- **Toma.** Se envía cuando el abonado descuelga su teléfono para iniciar el proceso de una llamada, teléfono descolgado que presenta un circuito cerrado a corriente continua.
- **Desconexión.** Se envía cuando el abonado A cuelga su teléfono, pasando así al estado de línea de abonado libre.
- **Contestación.** Se envía cuando el abonado B descuelga su teléfono para contestar una llamada entrante, pasando así al estado de conversación, cuyas características eléctricas son iguales a la de señal de toma.
- **Reposición.** Se envía cuando el abonado B cuelga su teléfono, pasando así al estado de "línea de abonado libre".
- **Recontestación.** Se envía cuando el abonado B cuelga su teléfono después de haber enviado una reposición, pasando nuevamente al estado de conversación.
- **Interrupción calibrada.** Señal que envía el abonado mediante la pulsación del botón " R ", cuando éste se encuentra en estado de conversación y desea retenerlo para poder utilizar las facilidades del sistema (llamada en espera, consulta, etc. ).
- **Inversión de polaridad.** Señal que envía la central de origen hacia el abonado A para accionar el teléfono de alcancía o cualquier equipo auxiliar conectado a él; una vez que el abonado B efectúa la contestación de la llamada. La inversión de la polaridad en los hilos deberá permanecer durante el estado de conversación; además de las señales descritas anteriormente, la señal debe activar el dispositivo limitador de tiempo de alcancía. Este dispositivo efectúa el cobro de cada 180 + - 5 seg. con la indicación de un mensaje grabado.

#### 2.4.4.2 Señales de Línea entre Centrales.

Las señales de línea utilizadas en la red de TELMEX permite ocupar, supervisar y liberar los enlaces entre centrales. Se clasifican en dos grupos en función de su dirección. Las cuales son:

- a) Señales hacia adelante
- b) Señales hacia atrás

- **Señales hacia adelante:** Se emiten por el lado saliente de la central hacia el lado entrante de la central siguiente, con la cual está interconectada.
- **Señal hacia atrás:** Se emiten desde el lado entrante de la central hacia el lado saliente de la central precedente con la cual está interconectada. Su aplicación se realiza tanto en el servicio automático como en el servicio semiautomático mediante el método de sección por sección.

**Descripción funcional de las señales hacia adelante.**

SEÑAL	DESCRIPCION
Toma.	Se envía para iniciar el proceso de señalización entre centrales.
Desconexión	Se envía para ordenar la liberación de la conexión al lado entrante, y da la orden de terminación al tasador correspondiente al abonado A.
Ofrecimiento	Se envía cuando una operadora desea intervenir al abonado B ocupado.
Cancelación de oferta	Se envía cuando una operadora termina parcialmente o totalmente la intervención.
Re llamada	Se envía cuando una operadora llama al abonado B que ha colgado y que fué intervenido previamente.

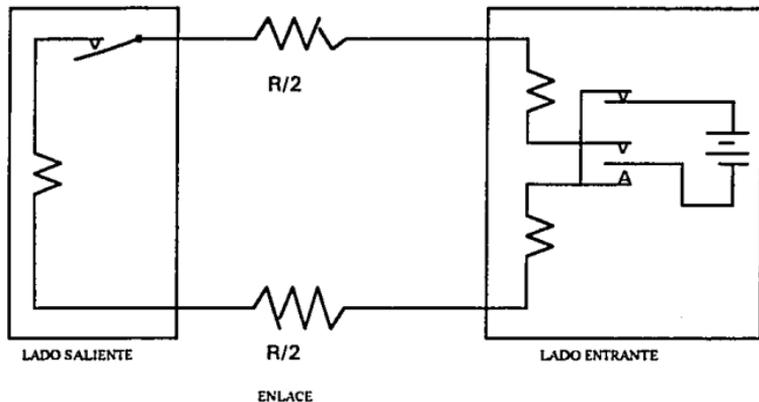
**Descripción funcional de las señales hacia atrás.**

SEÑAL	DESCRIPCION
Contestación	Se envía para indicar que el abonado B contestó y da la orden de arranque al tasador correspondiente al abonado A.

Reposición	Se envía para indicar que el abonado B colgó antes que el abonado A.
Bloqueo	Se envía para indicar que no se puede utilizar el enlace por causa de falla, congestión ó mantenimiento.
Recontestación	Se envía para indicar que el abonado B contestó despues de haber enviado una señal de reposición.
Liberación de abonado	Se envía a la operadora en el momento en que cuelga el abonado B.
Invitación a marcar	Se envía como reconocimiento a la señal de toma y para indicar que el lado entrante está listo para recibir señales numéricas.
Tasación	Se envía durante el estado de conversación para hacer avanzar el tasador del abonado A.

#### **2.4.4.3 Señales de línea de Corriente Directa ( dos hilos ).**

Se conoce también como enlaces en bucle y es utilizado enlaces cortos de señalización cuya ejecución se efectúa mediante señales de corriente directa. Este enlace está constituido por un par físico que entrelaza el lado saliente con el lado entrante de las centrales correspondiente como se muestra en la fig. 2.18.

**Figura 2.18**

Sus características principales son:

- Comparado con otros medios el alcance de señalización es menor, debido a la resistencia total de la línea de transmisión.
- No existen problemas de desbalance en la línea. Debido al bucle formado.
- Difícilmente afectado por interferencias externas, cuando el acoplamiento de impedancias es correcto.
- Su aplicación es para la red urbana.

#### 2.4.4.4 Enlace a cuatro hilos.

Es utilizado cuando es necesario proporcionar un mayor alcance de señalización, cuya ejecución se efectúa mediante señales de frecuencia dentro de banda. Este sistema está constituido por un sistema de transmisión tal como radioenlaces ó cable especial, como se muestra en la figura 2.19.

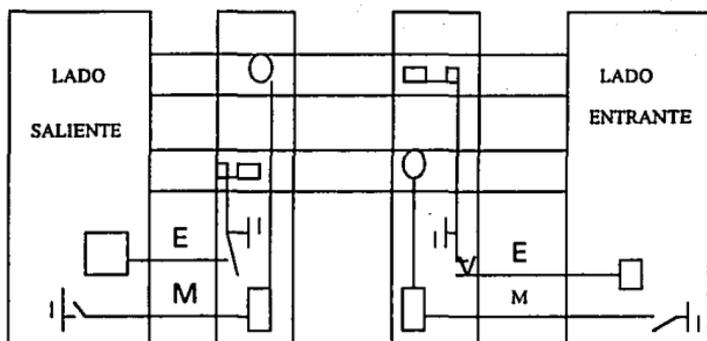


Figura 2.19

Los hilos E y M para señalización son la interfaz de señalización en el sistema de transmisión. Su aplicación es a la red interurbana.

#### 2.4.5 Señales de Registro.

Las señales de registro se denominan también señales de multifrecuencia (MFC). Las señales de registro se intercambian entre el emisor de código del lado saliente y el receptor de código del lado entrante. En base a un código formado por la combinación de dos frecuencias entre seis. Este principio permite reducir el tiempo de ocupación de la central de tránsito. El código de MFC permite al sistema obtener 15 señales hacia adelante y 15 señales hacia atrás, mediante la utilización de dos grupos de frecuencias, cada uno con una combinación de dos frecuencias entre seis como se muestra en la siguiente tabla.

SEÑALES ADELANTE	1380	1500	1620	1740	1860	1980
SEÑALES ATRAS	1140	1020	900	780	660	540
1	X	X				
2	X		X			
3		X	X			
4	X			X		
5		X		X		
6			X	X		
7	X				X	
8		X			X	
9			X		X	
10				X	X	
11	X					X
12		X				X
13			X			X
14				X		X
15					X	X

Uso de los significados de las señales MFC. Tanto las señales de avance como de mando tienen significados primarios, secundarios o terciarios, donde cada uno puede tener las 15 señales que permite el código.

La agrupación y la nomenclatura con la cual se identifican estos significados se muestran a continuación.

SIGNIFICADO	SEÑAL AVANCE	SEÑAL MANDO
- Primario	I	A
- Secundario	II	B
- Terciario	III	C

**Señales de avance.** El uso de estas señales esta en función de su significado primario, secundario o terciario se muestra en la tabla. Cada significado puede tener 15 señales como se muestra en la siguiente tabla.

SIGNIFICADO	SEÑAL AVANCE	USO
- Primario	I-1 a I-15	Información de destino (B)
- Secundario	II-1 a II-15	Categoría de origen (A)
- Terciario	III-1 a III-15	Información de origen (A)

**Señales de mando.** El uso de las señales de mando en función de su significado primario, secundario o terciario se muestra en la siguiente tabla. Cada significado puede tener 15 señales. Actualmente dados los requerimientos de señalización de la red telefónica, únicamente se usan las primeras seis señales, la siguiente tabla muestran su uso.

SIGNIFICADO	SEÑAL MANDO	USO
- Primario	A-1 a A-6	Solicitud de información de destino.
- Secundario	B-1 a B-6	Estado de la línea
- Terciario	C-1 a C-6	Solicitud de información de origen

#### 2.4.6 Señalización Internacional.

Los centros internacionales son los puntos de conversión de señalización del sistema nacional al sistema internacional y viceversa; a través del lado saliente internacional o lado entrante internacional según corresponda.

Los sistemas utilizados para el manejo del tráfico internacional son:

- Sistema R1
- Sistema R2
- Sistema CCITT No. 5

Se utiliza para la explotación automática y semiautomática de circuitos unidireccionales y bidireccionales en una zona internacional, pueden funcionar con cualquiera de los sistemas normalizados por el CCITT. En la red de TELMEX, el sistema R1 es utilizado para el manejo de tráfico 95 y 96 automático y semiautomático con Estados Unidos, Canadá y algunas islas del Caribe.

Sistema R2 Puede utilizarse como sistema de señalización internacional en el interior de regiones internacionales y está especificado para la explotación unidireccional en sistemas de transmisión analógica-digital y para la explotación bidireccional en sistemas de transmisión digital. Puede funcionar con cualquiera de los sistemas normalizados por el CCITT. En la red de TELMEX es utilizado para el manejo de tráfico 98 y 99 automático en los países centroamericanos, con los cuales se tienen enlaces a través de sistemas terrestres de microondas y que pertenecen a la misma zona de numeración mundial.

Sistema CCITT No.5. Es adecuado para línea abierta, cable submarino, enlaces de microondas y vía satélite. En la red de TELMEX es utilizado para el manejo de tráfico 98 y 99 automático y semiautomático con Europa, Sudamérica, y aquellos otros países con los cuales se tienen enlaces vía satélite.

**CAPITULO 3      ARQUITECTURA Y FUNDAMENTOS DE LA RDSI****3.1 INTRODUCCION.**

Como resultado de la transferencia, cada vez mayor, de información para las actividades en todos los ordenes de la vida social y económica del hombre moderno, se hizo necesario contar con un sistema mucho mas perfeccionado de telecomunicaciones al lado de los servicios tradicionales de telefonía, télex y telegrafía.

La respuesta a tal problemática fue la alianza de las telecomunicaciones con la computadora.

La relación que existe entre la computadora y las comunicaciones en la actualidad, no fue tan estrecha en sus inicios. Ambas tomaron rumbos separados, y lo único que las unía entonces, eran las tecnologías nuevas adoptadas, que se iban introduciendo en el campo de la electrónica. Conforme transcurre el tiempo, las comunicaciones han venido recurriendo cada vez mas a las técnicas de computador, necesarias para la transmisión y conmutación digital.

El denominador común de la computadora y de las comunicaciones se reflejaba en la tecnología de circuitos integrados, en la década de los años 60's. A lo largo de este período, en las computadoras se lograron avances al tener éstas objetivos múltiples, ya fueran en programas individuales ó en un conjunto de ellos. En las comunicaciones, la transmisión digital mediante la técnica del PCM marcó el camino a seguir hacia lo que hoy puede ser una red digital integrada.

También en esta década, en varios centros mundiales de investigación se empezaron a desarrollar prototipos de centrales que realizarán la conmutación digital de la señal telefónica, con la idea de que la numeración de la conmutación, así como la transmisión, permitan integrar varios servicios de comunicaciones.

A principio de los 70's se alcanzó la comunicación de datos mediante el uso del facsímil, empleando para su fin la técnica de integración a grande escala. La telefonía por su parte, incorporó en su equipo la conmutación por división de espacio, y la computación trabajó con procesamiento centralizado. Casi, para finalizar esta década, el rumbo que siguieron las comunicaciones fue directamente hacia la digitalización, por las ventajas que ésta presenta. Así, los sistemas de conmutación y transmisión digital están siendo implementados en las redes telefónicas analógicas existentes en todo el mundo, transformandolas en digitales.

Por otra parte, la telefonía empieza a conmutar su información a través de la técnica de división de tiempo, a la vez que se empieza a formar una red de transmisión digital en varios países. También surge el video y otro tipo de servicios, que vienen a conformar en los años 80's, lo que puede ser una red de comunicación integrada.

Es preciso observar que la evolución de la comunicación vocal y de datos hacia la comunicación de textos, gráficas y video, vienen siendo impulsadas por el progreso en la tecnología de fibras ópticas, además del gran desarrollo alcanzado en la tecnología de circuitos integrados digitales, para circuitos lógicos de computadora y memoria, aplicada en transmisión digital y sistemas de conmutación.

Es obvio que mientras mas avances se logren en la tecnología, se estrecharán mas los lazos comunes entre la computadora y las comunicaciones, además se entrará mas rapidamente a una nueva era de la telecomunicación, basada inicialmente en la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

### **3.2 LA RDSI Y SU EVOLUCION.**

La RDSI se basará en redes digitales integradas (RDI) para telefonía y evolucionará a partir de éstas redes incorporando progresivamente funciones adicionales y características de otras redes especializadas, como son las redes de datos con conmutación de circuitos y las redes de datos con conmutación de paquetes, a fin de tener en cuenta los servicios actuales y los nuevos.

Una ventaja básica de una RDI es que el equipo de conversión de analógico a digital, en las centrales de conmutación, es innecesario cuando se integran enlaces digitales en un conmutador digital.

Las RDI son rentables y constituyen un medio fiable de transmisión de tráfico de voz y datos. La RDI servirá de elemento principal y esqueleto de la RDSI. Una RDSI es una RDI a la que se han añadido los servicios orientados al abonado.

Actualmente se consideran tres fases de evolución de la RDSI:

La primera fase será la red telefónica digital. Dicha red evolucionará a partir de la red telefónica analógica por la implementación progresiva de la transmisión y de la conmutación digital. Esta fase está en proceso y es realizada en algunos países,

mediante el cambio lento de la red telefónica analógica en una digital. Dicha red telefónica digital suministra, además de beneficios económicos, técnicos y operativos para telefonía, un importante pre-requisito para la RDSI, el acoplamiento a 64 Kbit/s

En la segunda fase, la red telefónica digital es incrementada en su capacidad de acceso para otros servicios suministrados al usuario u otras redes especializadas. Por ello se requieren puntos de interconexión de los usuarios con la red, llamados interfaces RDSI usuario/red. Mediante éstas interfaces, otros servicios no telefónicos, pueden netrar a la red telefónica digital y convertirla en una red multiservicios. En esta fase, la RDSI es básicamente una red telefónica digital y, por lo tanto la velocidad de transmisión es de 64 Kbit/s

En la tercera fase podemos definir la RDSI con acoplamiento de 64 Kbit/s, sin embargo, es deseable manejar también servicios que requieran mas de 64 Kbit/s, tales como transmisión de programas de sonido y movimientos de imágenes (televisión, teléfono visual, etc..). Por otro lado, podrían estar otros servicios que requieran menos de 64 Kbit/s. Aún cuando para telefonía es necesario tomar en cuenta velocidades menores de 64 Kbit/s.

Cada nueva fase incorporará la fase anterior. Así, cuando esté implementada la fase 3, todos los requisitos de las fases 1 y 2 se habrán implementado. Como se puede ver en la figura 3.1.

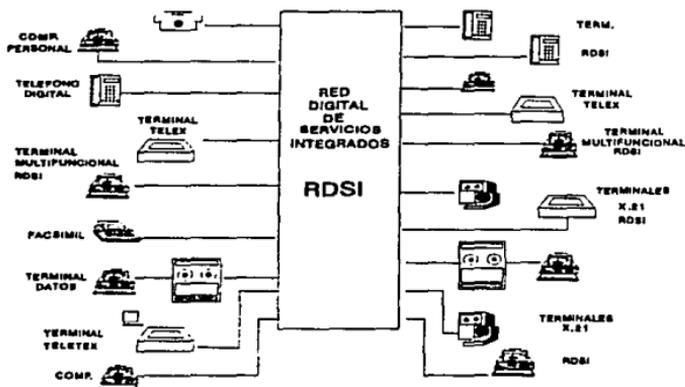


Fig. 3.1 Comunicación de Sistemas Abiertos en la RDSI.

### 3.2.1 Tipos de Redes

Para explicar el término de servicios integrados, es necesario en primer lugar tratar los servicios ofrecidos por las redes existentes.

Las redes de telecomunicaciones existentes se desarrollaron para admitir simples comunicaciones por voz, usando la transmisión analógica mediante pares de hilos de cobre. Las redes tradicionales se diseñaron para encaminar mensajes analógicos, pero no para transmitir flujos de datos. Por todo ello, las redes especializadas se desarrollaron para la comunicación de datos. Como resultado, diferentes tipos de redes de telecomunicaciones ofrecen servicios a los distintos tipos de usuarios. En la mayoría de los países, éstas redes están controladas por la compañía telefónica correspondiente.

Las diferentes tipos de redes, se muestran en la figura 3.2.

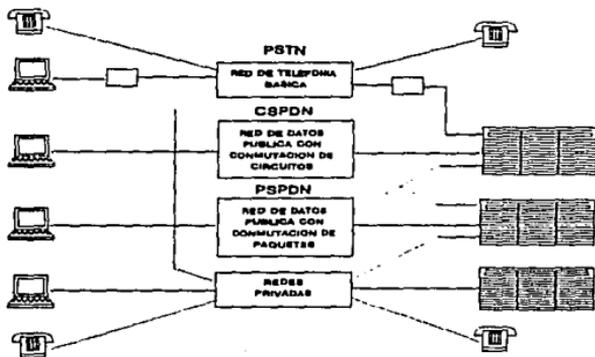


Fig. 3.2 Diferentes Tipos de Redes Actuales.

#### La Red Telefónica Pública con Conmutación (RTPC)

La Red Telefónica Pública con Conmutación (RTPC) es una red de conmutación de voz, que interconecta dos abonados. Dado que se trata de una red conmutada por circuitos, todos ellos permanecen asignados durante la totalidad de la llamada. Está interconectada en todo el mundo, lo que la convierte en la mayor Red Pública.

La RTPC se puede usar también para transferir datos desde un usuario a otro. Ambos usuarios requieren modems para convertir los datos digitales en señales analógicas, que pueden transferirse mediante la RTPC. Por ejemplo, el terminal de un abonado puede comunicarse con un ordenador mediante una conexión de RTPC conmutada por circuito.

### **Red Pública de Datos Conmutada por Circuitos (RPDCC)**

La Red Pública de Datos Conmutada por Circuitos (RPDCC) proporciona un trayecto único a través de la red para transferir datos. Aunque sea una red conmutada por circuitos, no se utiliza para la transmisión de voz, se emplea únicamente para transferir datos. Un ejemplo de ésta red es la Red de Téléx.

Entre las desventajas de transmitir datos mediante un circuito, se incluyen la ineficacia y la poca fiabilidad. Es ineficaz porque el transporte de datos solo se produce durante un período de tiempo relativamente pequeño del tiempo total de ocupación del circuito. Es poco fiable porque las redes conmutadas por circuito no facilitan ni la comprobación de datos ni los mecanismos de corrección.

### **Red Pública de Datos Conmutada por Paquetes (RPDCP)**

La Red Pública de Datos Conmutada por Paquetes (RPDCP) se dedica a la transferencia de datos. Las redes conmutadas por paquetes no enlazan físicamente a dos usuarios mediante una cadena de circuitos asignados. En vez de transmitirse como un flujo de datos continuo, Los datos se envían en paquetes de un usuario al otro a través de la red. De esta manera se ocupa el enlace físico únicamente durante la transmisión del paquete. El objetivo que se persigue es la máxima eficiencia de la red y un bajo costo de transmisión.

### **Red Privada**

La red privada se configura a las necesidades de un usuario específico, generalmente es de tamaño pequeño y tiene limitado el número de destinos. Una red privada es una red conmutada por circuitos. Un ejemplo de red privada lo constituye una LAN (Red de Area Local), que proporciona acceso a un ordenador

central a todos los usuarios de una compañía que tengan un terminal. En la figura 3.3 se muestra un esquema del número de servicios que ofrecen las compañías telefónicas a sus abonados terminales.

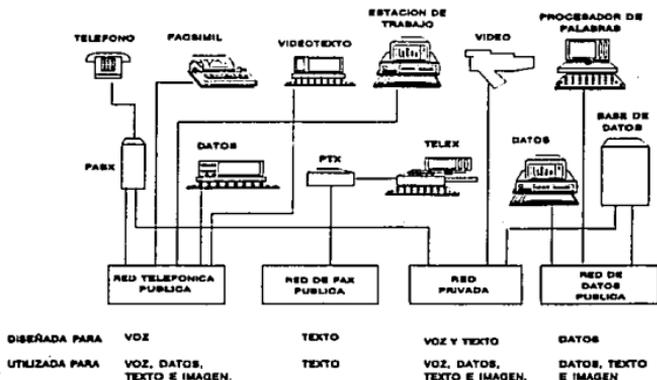


Fig. 3.3 Servicios Ofrecidos por las Compañías Telefónicas

Es obvio que un usuario único necesita estar conectado a varias redes para tener acceso a los diferentes tipos de servicios ofrecidos por cada red.

### 3.3 EL CONCEPTO DE RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

El concepto de Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), se puede definir como una red que partiendo de la red telefónica digital irá evolucionando, proporcionando vías digitales de extremo a extremo que sirvan para una amplia gama de servicios de voz, datos, facsimil y video, a los cuales podrán acceder los usuarios por medio de un número reducido de interfaces normalizadas.

La RDSI pretende integrar las comunicaciones telefónicas de voz y las comunicaciones de datos entre ordenadores en una sola red digital. Esto se podrá lograr gracias a la capacidad de la RDSI de integrar servicios de datos y voz en una sola línea. Por ejemplo, un usuario puede hablar por teléfono, transmitir/recibir datos y transmitir imágenes de video a la vez. El término de servicios integrados significa que se ofrecen varios servicios en la misma línea.

Con la RDSI se integrarán todas las redes existentes y todos los servicios en una red digital global. Se desarrollarán estándares internacionales para regir la transmisión de varios tipos de datos por ésta red. Habrá interfaces estándares para que cualquier abonado pueda acceder a la red de la RDSI.

La clave de la RDSI radica en la posibilidad de llegar hasta el abonado telefónico individual con una variedad de servicios no vocales, además del propio servicio telefónico.

El objetivo principal de la RDSI es combinar la economía y flexibilidad proporcionada por una red de telecomunicación única, capaz de manejar nuevos servicios aún sin considerar.

Anteriormente, al introducirse un nuevo servicio de datos, se establecían redes separadas, fuera por una administración ó por una compañía explotadora. Ahora bien, con la proliferación actual de este tipo de servicios ya no tiene sentido utilizar una red distinta para cada uno, surgiendo así la idea de una RDSI.

Aunque la expansión de los servicios de datos sea mucho mas rápida que la del servicio telefónico, en la mayoría de los países desarrollados, el número de abonados a tales servicios es del orden del uno al dos por ciento del número de abonados telefónicos. Este porcentaje sin duda crecerá considerablemente, pero la telefonía seguirá siendo el principal servicio, por lo menos en el futuro previsible. Por lo tanto, una condición básica para la introducción de la RDSI es que el costo de su implantación no repercuta apreciablemente sobre el costo del servicio telefónico básico. Dado el volumen de las inversiones en el equipo existente no integrado, la implantación total requerirá seguramente muchos años.

La RDSI soporta aplicaciones diversas, como las conexiones conmutadas y no conmutadas.

En una RDSI, las conexiones conmutadas comprenden enlaces con conmutación de paquetes.

En la medida en que sea posible introducir nuevos servicios en una RDSI, deberán disponerse de modo que sean compatibles con las conexiones digitales conmutadas a 64 Kbits/s.

Una RDSI contendrá inteligencia para asegurar las características de servicio, las funciones de mantenimiento y gestión de la red.

La estructura de la red, se muestra en la figura 3.4.

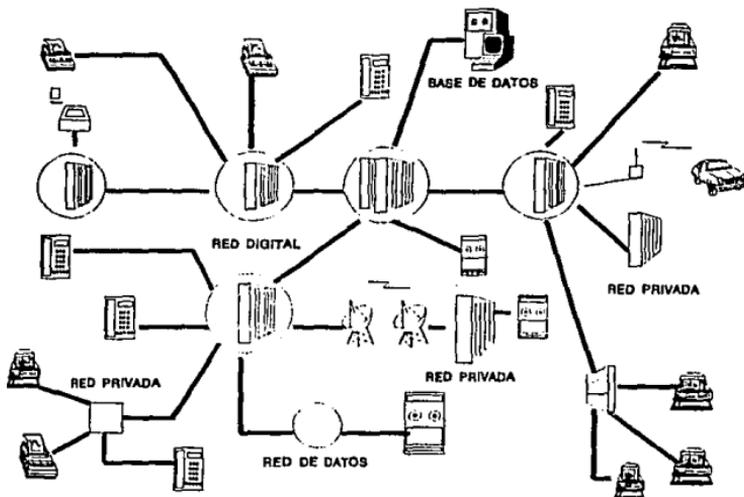


Fig. 3.4 La RDSI en el Futuro

### 3.4 SERVICIOS DE LA RDSI EN SISTEMA 12

Cuando la red evolucione hasta su etapa final como RDSI se manifestarán una multitud de beneficios y aplicaciones para el usuario y la administración, los cuales serán:

- Un usuario de RDSI tendrá acceso a la red por medio de un par de hilos y que pueda tener los siguientes equipos en casa ú oficina:
  - Teléfono
  - Facsimil
  - Videotex
  - Una computadora
  - Una impresora (Teletex)
  - Etc.

Cualquiera de éstos equipos puede trabajar simultáneamente via la red pública y obtener mas de un servicio a la vez.

- Una red única que utiliza equipo común para todos los servicios, resulta muy eficiente y de costo efectivo en términos de operación, mantenimiento, pruebas y administración.
- Los interfaces físicos de enlace son universales y por tanto son minimizados.
- El abonado dispone de dos canales digitales de alta velocidad (64 Kbits/seg.) para transmisión simultánea de voz y datos, y adicionalmente un canal de señalización de 16 Kbits/seg. que también puede emplearse para transmitir información de telemetría (alarmas domésticas, medidores, etc)
- La calidad de la transmisión resulta sensiblemente mejorada en aspectos de niveles de ruido, tasa de errores y otros aspectos eléctricos y de servicios.
- Los abonados pueden utilizar todo tipo de terminales existentes y de uso corriente, los cuales pueden tener acceso a la RDSI a través de adaptadores de terminal normalizados (para protocolos X.21, X.25, V.24).
- El incremento en tráfico y uso de todos los nuevos servicios aumentará los ingresos de la administración y con ello podrá hacer un uso más efectivo de los recursos.

Es importante mencionar las facilidades con que cuenta el abonado y la administración, antes y después de la transición hacia la RDSI. Entre las facilidades mas relevantes (red con centrales Sistema 12), se pueden mencionar las siguientes:

- Línea para aparato de disco, teclado (DTMF) ó combinado.
- Restricción de llamada
- Abonado ausente.
- Línea directa
- Línea PBX/grupo PBX.
- Marcación abreviada.
- Servicio de despertador
- Consulta y transferencia.
- Llamada en espera.
- Conferencia.
- Rellamada automática.

- Identificación de llamada maliciosa.
- Administración de abonados.
- Administración de enrutamientos.
- Comunicación hombre-máquina.
- Mediciones estadísticas.
- Tarificación.
- Programas de diagnóstico.

Las facilidades suplementarias que ofrece la RDSI son, entre otras:

- Identificación de línea llamada y llamante.
- Marcación directa (DID).
- Subdireccionamiento.
- Transferencia de información de tarificación.
- Señalización de usuario a usuario.
- Enrutamiento incondicional.
- Número secreto.
- Observación de llamada.
- Prioridad.
- Manejo de claves.
- Llamada sin cargo.
- Clases de línea.
- Grupos exclusivos de abonados.
- Asignación automática de clase privilegiada.
- Negociación de parámetros de control de flujo.
- Selección rápida.
- Identificación de red de tránsito (X.75)
- Identificador de llamada (X.75).

La cantidad y diversidad de facilidades, a disposición del usuario, abren un panorama muy amplio de aplicaciones individuales, que podrán ser desarrolladas para satisfacer las necesidades mas exigentes de abonados residenciales, empresas y administraciones.

Algunos ejemplos de aplicación, son servicios tales como, telemetría, correo electrónico, teletexto, transferencia electrónica de fondos, y numerosos servicios de datos como, acceso a sistemas de inventario, sistemas de reservación, comunicación de procesadores de palabra y muchos otros.

### 3.5 Requerimientos y Transmisión de la RDSI.

Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), es una red en la cual a través de una sola línea de abonado se proporciona a los usuarios, los servicios de comunicación de voz, datos, textos, imágenes, etc. Se define a la RDSI como una red de propósito general con conectividad digital total (de extremo a extremo). Que pueda soportar una amplia variedad de servicios, con un conjunto limitado de tipo de conexión e interfaces de usuario.

Así pues para poder lograr la integración total de los servicios es necesario que:

1. La RDSI evolucione a partir de la Red Digital de Integración (DSN).
2. Los nuevos servicios introducidos en la RDSI sean compatibles con los sistemas de conmutación de 64 kbits/s en la medida de lo posible.
3. La RDSI debe tener la capacidad para proporcionar las facilidades que el servicio demande, para mantenimiento y administración de la red.
4. Contar con estructura jerárquica de protocolos, para la realización de los distintos tipos de acceso a la red.
5. La evolución hacia la RDSI debe poder lograrse utilizando la planta y equipo de la red ya existente.

#### 3.5.1 Principios Funcionales

La RDSI está basada en el desarrollo de las siguientes tecnologías:

- Transmisión digital
- Conmutación digital

**Transmisión digital** Una parte esencial en la evolución de una red digital integrada es la extensión de enlaces digitales a la red de abonados; es decir, no es suficiente que la conmutación y transmisión interna de la red sea digital, ya que para proporcionar el amplio rango de servicios digitales planeado para RDSI, el enlace entre la red y el abonado debe ser digital.

La transmisión digital, es la transmisión de pulsos digitales entre dos puntos en un sistema de comunicación, interconectados con un enlace físico, tal como un cable coaxial o bien fibra óptica y en donde la fuente de información original puede ser en forma digital o pueden ser señales analógicas que deben ser convertidas a pulsos digitales antes de la transmisión y convertidas nuevamente a la forma analógica en el receptor.

**Conmutación digital** La conmutación digital actual que se usa en telefonía es la conmutación de circuitos basada en la transmisión sincrónica a 64 kbits/s, tomando en cuenta los conmutadores troncales, tándem y locales, y los concentradores o unidades de conmutación remota que pueden estar asociados al conmutador remoto asociado. La señalización central-subscritor se realiza mediante las técnicas telefónicas tradicionales.

### 3.6 Modelo de referencia OSI (Modelo de Interconexión de sistemas Abiertos).

La diversidad de las redes, han impuesto la necesidad de unificar criterios para hallar una solución armónica y eficiente, dando como resultado recomendaciones (estándares) de uso universal.

OSI toma las funciones comunes de comunicación que se encuentran en todos los sistemas, las define de manera precisa, les adjudica una jerarquía especial y las agrupa en siete niveles distintos. Cada nivel usa a los niveles inferiores para comunicarse con su mismo nivel pero en otro equipo, y a cada nivel agrega o quita información dependiendo de que nivel se trate.

**Nivel 1 Capa Física**

Este nivel esta relacionado con el medio físico por medio del cual se transmite la información.

**Nivel 2 Capa de Enlace de Datos**

Este nivel se refiere a las técnicas utilizadas para colocar la información en el medio físico.

**Nivel 3 Capa de Red**

Determina la forma de direccionamiento y entrega de la información.

**Nivel 4 Capa de Transporte**

Este nivel provee la confiabilidad, transparencia del flujo de la información entre los usuarios, asegura que la información que se envió a cierto usuario haya llegado completa y con la veracidad que se merece.

**Nivel 5 Capa de Sesión**

En este nivel es donde se lleva a cabo toda la administración de las comunicaciones.

**Nivel 6 Capa de Presentación**

Este nivel nos provee con un formato común para la presentación de los datos y un lenguaje especial para mensajes, para lograr una total transparencia entre los usuarios.

**Nivel 7 Capa de Aplicación**

Este nivel es el más completo ya que permitirá una total transparencia entre los usuarios de diferentes equipos de red.

### **3.7 Sistema de señalización por canal común CCSN 7 (CCITT 7).**

El sistema de señalización No. 7 también llamado señalización por canal común se ha desarrollado principalmente para el intercambio de información de señalización entre centrales, y solo puede utilizarse si ambas centrales, origen y destino son controladas por computadoras (centrales controladas por programa almacenado) cualquier evento de tratamiento de llamada (señalización de línea) o cualquier elemento de información de señalización (señalización de registro) es convertida en un mensaje de información mediante este programa. Este mensaje de información es transmitido mediante un canal de señalización especial a la central de destino. El procesador de dicha central recibirá la información contenida en el mensaje y ejecutará la acción correspondiente al tratamiento de la llamada.

Por tanto el sistema de señalización CCITT No 7 puede considerarse como un sistema, de comunicación de datos especializado para transferir diversos tipos de información en forma confiable entre procesadores en redes de comunicación (en secuencia correcta y sin pérdida o duplicación, incluyendo detección y corrección de errores en cada enlace de señalización). Como se muestra en la siguiente figura 3.5.

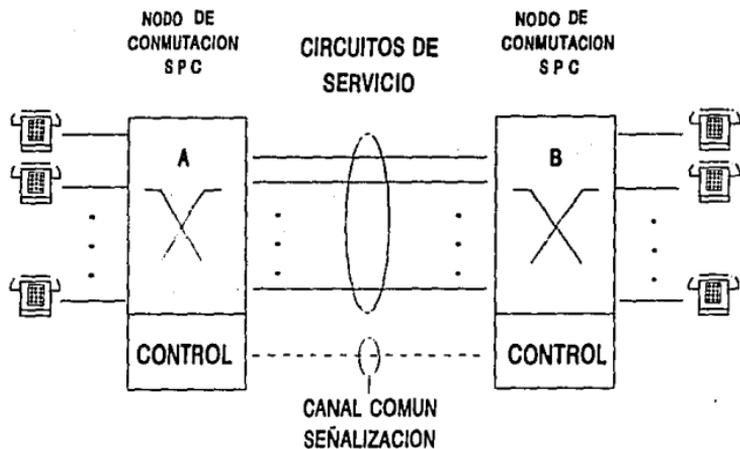


Figura 3.5

Para este cometido la señalización por canal común CCITT No 7 utiliza un canal digital unico de 64 kbits/s para transmitir información de señalización relativa a una multiplicidad de circuitos, usando tramas de mensajes etiquetados. Dicho canal utilizado entre dos centrales constituye una trayectoria común de transferencia de información de señalización de todas las conexiones de troncales existentes entre las centrales de que se le de el termino de señalización por canal común.

### 3.7.1 Objetivos y Campos de Aplicación.

El objetivo perseguido por con el CCITT No 7 es ofrecer un sistema de señalización por canal común normalizado internacionalmente y de aplicación general con cinco características primarias.

- Primeramente, esta optimizado para redes digitales de telecomunicación, con centrales controladas por programa almacenado que utilicen canales digitales de 64 kbits/s.

- En segundo lugar, su diseño satisface las exigencias presentes y futuras de transferencia de información para control de llamadas, gestión por control remoto y mantenimiento. Esto es el mantenimiento de centrales pequeñas puede ser efectuado de manera remota desde un Centro de Servicio de Red (NSC). En este caso la información puede transmitirse mediante las funciones de transferencia proporcionadas por la señalización por canal común.
- Tercero, proporciona un medio disponible para transferir información en la secuencia correcta, sin pérdida ni duplicidad de la misma, esto es el sistema transporta los mensajes en una forma virtualmente libre de errores por lo que es bastante seguro.
- Cuarto, la señalización CCITT No 7 es adecuada para operaciones con canales analógicos y a velocidades inferiores a 64 kbits/s.
- Finalmente es utilizado con eficacia en enlaces terrestres punto a punto y vía satélite.

### 3.7.2 Red de Señalización.

Se compone de alguna cantidad de nodos de conmutación y procesamiento, los cuales están interconectados por enlaces de datos. Los cuales se denominan Puntos de Señalización (SP).

Un punto de señalización en el cual se genera un mensaje es llamado, Punto de Señalización de Origen (OSP) y contiene a la parte de usuario originante.

Un punto de señalización hacia el cual se envía un mensaje es llamado punto de destino (DSP) y contiene a la parte de usuario destinataria.

Un punto de señalización en el cual un mensaje recibido a través de un enlace de señalización es transferido a otro enlace, sin intervención de las partes de usuario, es llamado punto de transferencia de señalización (STP).

Una ruta de señalización es una trayectoria predeterminada y definida por un conjunto de vías de señalización que conducen los mensajes desde un punto de señalización de origen hasta un punto de señalización de destino, como se muestra en la figura 3.6.

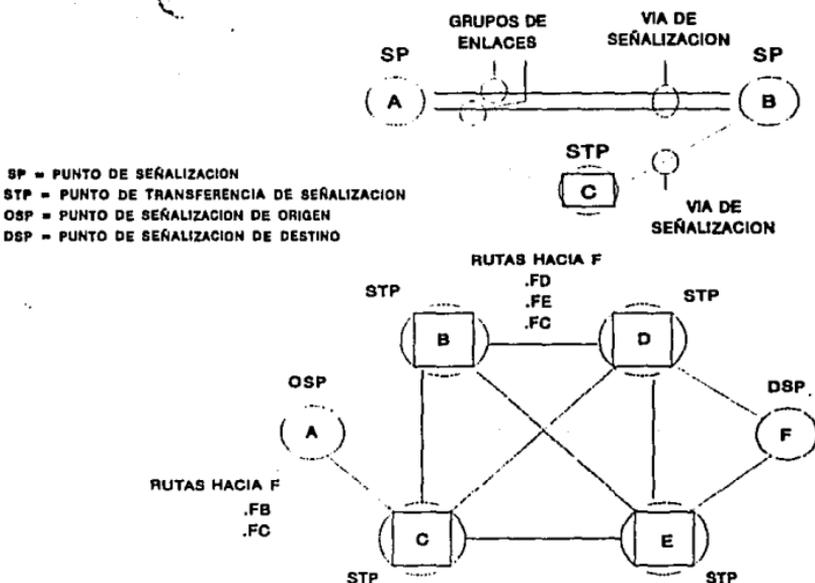


Figura 3.6 Puntos de Señalización.

### 3.7.3 Modos de Señalización.

**Modo de señalización** se refiere a la asociación que existe entre la trayectoria tomada por un mensaje de señalización y la relación de señalización a la cual pertenece el mensaje.

**Modo asociado.** Los puntos de señalización están directamente conectados por medio de enlaces de señalización. Por tanto, la información concerniente a una relación de señalización en particular, es enviada sobre el enlace de señalización que conecta directamente al punto de origen con el destino.

**Modo no-asociado de señalización,** dos puntos de señalización no tienen que estar directamente conectados por un enlace. La información de señalización puede ser enviada a través de uno o más puntos de señalización.

**Modo cuasiasociado**, es un tipo especial de señalización del modo no-asociado donde la ruta tomada por un mensaje en un momento dado, es fija.

### 3.7.4 Composición y estructura del protocolo.

La red de señalización No 7 se comporta como una red especializada de comunicación de datos. Tomando como base el modelo OSI, el canal común de señalización descansa en una estructura funcional de cuatro niveles, como se aprecia en la siguiente figura.

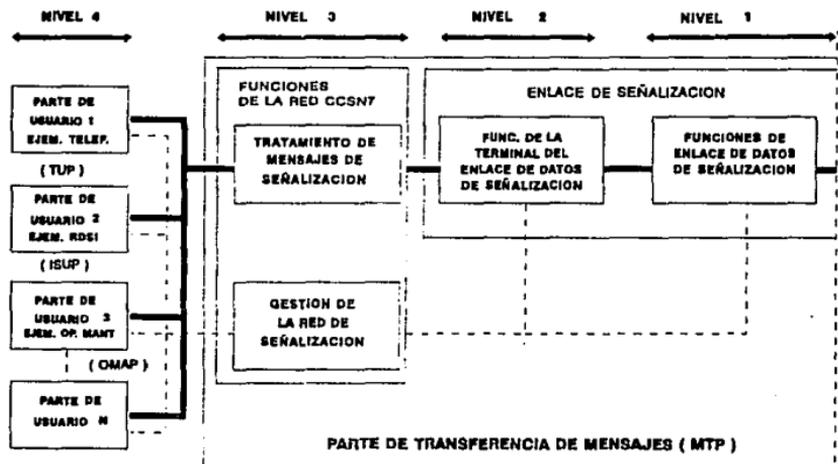


Figura 3.7.

Nivel 1. Define las características eléctricas y funcionales de un enlace de datos de señalización y los medios para acceder al mismo.

Nivel 2. Define las funciones y procedimientos para la transferencia de mensajes por un determinado enlace de datos de señalización, así como, el control de dicha transferencia.

Nivel 3. Define las funciones para el control de direccionamiento de los mensajes, así como, el estado y reconfiguración de la red de señalización.

Nivel 4. Consta de las diferentes partes de usuario, en donde cada una de ellas define las funciones y procedimientos del sistema de señalización que son particulares a una cierta aplicación o tipo de usuario.

### 3.7.5 Mensajes de Señalización.

Las partes de usuario de la señalización No. 7 crearán un mensaje y pedirán la transmisión de dichos mensajes hacia su destino correcto. Esto requerirá actividades de enrutamiento del mensaje hacia la siguiente central.

La estructura de una unidad de mensaje de señalización está normalizada por el CCITT, y consta de :

- Una bandera de inicio ( 01111110 ), la cual será usada como un separador de mensajes.
- Un campo de 16 bits, usado para los procedimientos de control de errores, el cual consta a su vez de :
  - ( 7 bits ) Numero de secuencia hacia adelante
  - ( 1 bit ) Bit de indicación hacia adelante
  - ( 7 bits ) Numero de secuencia hacia atrás
  - ( 1 bit ) Bit de iniciación hacia atrás
- A fin de detectar errores en la información, al mensaje se le agrega una secuencia de verificación de trama. Esta secuencia de 16 bits contiene el resultado de un cálculo matemático realizado sobre la información misma.
- La parte de información del mensaje contiene la información actual para ser enviada hacia su destino. Dependiendo del tipo de unidad de señalización, existen tres diferentes contenidos pueden ser localizados en esta parte de información.

BANDERA	8 BITS
NUMERO DE SECUENCIA HACIA ATRAS	7
BIT INDICADOR HACIA ATRAS	1
NUMERO DE SECUENCIA HACIA ADELANTE	7
BIT INDICADOR HACIA ADELANTE	1
INDICADOR DE LONGITUD	6
	2
OCTETO DE INFORMACION DE SERVICIO	8
ETIQUETA DE ENRUTAMIENTO	} n = 8
CAMPO DE INFORMACION DE SEÑALIZACION	
SECUENCIA DE BANDERA	16
BANDERA	8

**Figura 3.8 Formato de la unidad de mensajes de Señalización.**

**Tipos de Unidades de Mensaje de Señalización (MSU).** Existen tres tipos de unidades de mensajes de señalización, los cuales son:

1. La mayoría de las unidades de mensajes de señalización transportarán datos provenientes de las partes de usuario. Estas unidades de señalización se dividen en dos partes. La primera parte es el campo de información de señalización, el cual contiene la información enviada por el usuario, junto con la información de enrutamiento. La longitud de este campo es variable y dependerá del tipo de mensaje; esta longitud debe ser un múltiplo de 8 bits. La segunda parte es el octeto de información de servicio, indica la parte de usuario relacionada la cual se encargará del mensaje.
2. Las unidades de estado del enlace transportan información relacionada al estado de los enlaces de señalización. En este caso, el campo de información contiene un comando de uno o dos bytes. Se utilizan estas MSU para:

- a) Control de Flujo, en caso de congestión se enviará una indicación especial en el campo de la MSU, hasta que la congestión haya desaparecido.
  - b) Inicializar el Enlace, son utilizadas para controlar la fase de arranque del enlace.
- 3) El enlace de señalización continuamente enviará unidades de mensaje de señalización (MSU) entre dos puntos de señalización, aún si no hay información de usuario disponible para ser transmitida. En este caso se envían MSUs vacías, es decir no contienen información de usuario. Estas unidades son llamadas MSUs de relleno.

El campo de información es precedido, en los tres casos, por un indicador de longitud, el cual indica la cantidad de bytes ocupados por dicho campo de información junto con el octeto de información de servicio de la parte de usuario del mensaje.

## **CAPITULO 4 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA RDSI**

### **4.1. INTRODUCCION**

El Sistema 12 es un sistema completamente digital, desarrollado para redes de telefonía pública y de transmisión de datos.

Se emplea una transmisión digital a través de todo el sistema de conmutación; la señal analógica, de las líneas de abonados, es convertida a digital en las entradas de la central y nuevamente de digital a analógica en la salida.

El Sistema 12 puede usarse como una central local, tándem o toll y puede ser fácilmente adaptada para trabajar con cualquiera de los sistemas de señalización existentes o proyectados.

Además, es económico en un amplio rango de configuraciones de centrales, conteniendo desde 100 hasta 100,000 mil líneas de abonados ó de 120 a 60,000 mil troncales.

### **4.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL S-12**

#### **4.2.1. Transmisión digital**

La transmisión digital tiene varias ventajas:

- **Economía.** El avance de la tecnología asegura que el equipo digital sea más barato que el equivalente analógico
- **Confiabilidad.** Los elementos de conmutación digital eliminan los efectos de desgaste mecánico de los elementos analógicos.
- **Mejoramiento en la calidad de transmisión.** El equipo de transmisión digital tiene una mayor inmunidad al ruido y a la interferencia entre llamadas.

- Integración de la transmisión de voz y de datos.

#### 4.2.2. Modularidad en la construcción

El hardware y el software están divididos en módulos funcionales pertenecientes a distintos niveles, completamente independientes entre sí. Las interfaces entre los módulos están definidos claramente y normalizadas.

Este principio de construcción por bloques da como resultado un sistema de estructura muy flexible y que hace posible:

- Introducir nueva tecnología y nuevos servicios sin hacer cambios en la arquitectura del sistema.
- Extender instalaciones existentes sin reorganizar el equipo ya presente .
- Extender instalaciones existentes con equipo basado en nuevas tecnologías.

#### 4.2.3. Control distribuido

Las funciones de control del sistema, son atendidos por procesadores distribuidos en todo el sistema y divididos en dos niveles de control (fig. 4.1.).

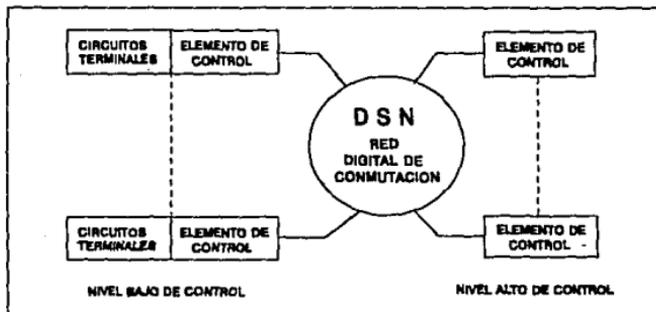


Fig. 4.1 Control distribuido.

El control de nivel bajo es manejado por microprocesadores asociados a pequeños grupos de circuitos terminales, que son llamados Elementos de Control Terminal.

El control de nivel alto es manejado por un conjunto de microprocesadores, los cuales son responsables del manejo de la llamada, operación y mantenimiento, etc; y son llamados Elementos de Control Auxiliar (contienen software de uso más general).

Los microprocesadores se comunican entre sí usando mensajes claramente definidos, los cuales son transmitidos sobre la misma red de conmutación digital usada para la transmisión de voz y datos.

#### **4.2.3.1. Ventajas del control distribuido**

- La capacidad de procesamiento puede ser adaptada al tamaño y a los servicios de cada central y no es necesario un cambio del sistema de control durante su vida útil.
- Los mensajes que son intercambiados entre los dos niveles de control, pueden ser normalizados de manera que tengan un alto nivel funcional, lo que da como resultado, que las funciones de control en el nivel más alto, se mantengan tan generales que son casi independientes del sistema.
- Al contrario del caso de Centrales de Control Centralizado, no existe una unidad de control que podría causar un paro total en la central, las fallas en un procesador solo reducen la capacidad del sistema.

#### **4.2.4. Facilidades telefónicas principales de abonados de S-12**

- Uso de teléfono de botones cuya señalización se envía en forma de pulsos o codificada en tonos de frecuencia.
- Marcación abreviada.
- Exclusión de servicios ó de ciertos tipos de llamadas especiales (Llamadas de salida ó internacionales).

- Despertador.
- Redireccionamiento de llamada a: el operador; un mensaje grabado ú otro número telefónico.
- Línea directa: conexión inmediata a un número programado ó línea directa con retardo (10 segundos generalmente en los que el abonado tiene oportunidad de realizar una llamada normal).
- Prioridad. Bajo condiciones normales ó en condiciones especiales (como en casos de emergencia por ejemplo).
- Llamada maliciosa. En caso de llamada maliciosa se obtiene una lista en la central del abonado llamado, detallando fecha, hora, número del abonado llamado y número del abonado que llama. Si la llamada maliciosa viene de otra central, se imprime la identidad del circuito de troncales de entrada.
- Recibo detallado.
- Retención para consulta. Llamada a una tercera persona sin que la conexión con la segunda parte se pierda.
- Llamada en conferencia. En la versión estándar del S-12 se permite a un máximo de 5 abonados interconectados, de tal manera que todos puedan hablar entre sí.
- Transferencia de llamada. Si un número se encuentra ocupado en una llamada y quiere entrar otra, la llamada entrante se transfiere a un número previamente establecido.

### 4.3. HARDWARE DEL SISTEMA 12

#### 4.3.1. Arquitectura

La fig. 4.2. muestra una visión general del hardware y el software que se utiliza en una versión simplificada de una llamada local. Esta figura es general en una configuración del Sistema 12 y se conoce como "Diagrama de Araña".

El corazón del diagrama de araña es la Red de Conmutación Digital (DSN), la cual transporta información proveniente de un módulo a otro módulo y que puede ser; muestras de voz, tonos, patrones de prueba, etc.

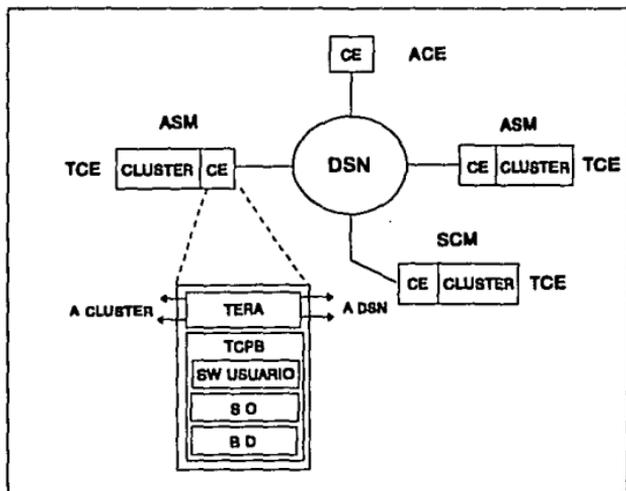


Fig. 4.2. Diagrama de araña.

Todos los módulos conectados a la DSN se pueden clasificar dentro de dos tipos:

1. Elemento de Control Auxiliar (ACE).

Contiene solamente interfaz terminal (TERA) y Tarjeta de Procesador de Control Terminal B (TCPB). Módulo utilizado solamente como soporte software.

2. Elemento de Control Terminal (TCE).

Contiene un TERA y un TCPB, así como conexiones hacia una parte de circuitos terminales o "CLUSTER" asociado al módulo. Esto es hardware extra (una ó más tarjetas) que es diferente para cada módulo.

### 4.3.2. Red de conmutación digital

Una red de conmutación es un arreglo de conmutadores cuya función es proveer interconexiones temporales entre cualquiera de sus  $n$  entradas hacia cualquiera de sus  $m$  salidas.

En el Sistema 12 la red se conoce como **Red de Conmutación Digital (DSN)**.

#### 4.3.2.1. Elemento de conmutación digital

##### Arquitectura general

La unidad funcional básica de la DSN es una tarjeta impresa la cual contiene 16 puertos de conmutación. El nombre de dicha tarjeta es **Elemento de Conmutación Digital (DSE)**. Cada puerto del DSE está dividido en un lado de recepción y un lado de transmisión, los cuales sirven a una cadena serial de 4096 Kbits/s, que pueden ser de entrada ó salida, de 32 canales de 16 bits por canal, con lo que se tiene un enlace PCM bidireccional (figs. 4.3.).

Las funciones básicas de una tarjeta DSE son:

- 1- Hacer una conexión.
- 2- Mantener una conexión para la transferencia de datos.
- 3- Liberar una conexión.

Para crear una trayectoria a través de la DSN se debe hacer una cadena de conexiones a través de una ó más tarjetas DSE. La definición de una conexión en un DSE es la siguiente:

Puerto x a Puerto y  
Canal a a Canal b

- Puerto x a Puerto y . Conmutación en espacio (x, y pueden ser cualquier número entre 0 y 15). Conmutación física de un puerto a otro.

- Canal a a Canal b. Conmutación en tiempo (a y b pueden ser cualquier número entre 1 y 31). Esto no es una conmutación física, por lo que para tomar un canal se debe esperar hasta que exista un espacio en el tiempo asociado.

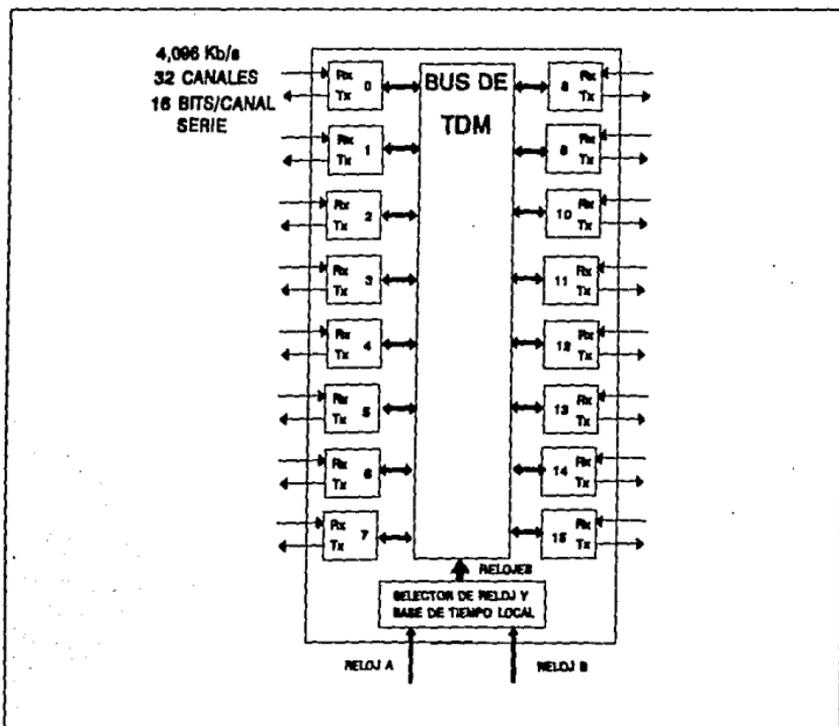


Fig. 4.3 Elemento de Conmutación Digital (DSE).

El lado receptor revisa continuamente los canales de entrada para verificar cuándo se debe establecer ó liberar una conexión. Para saber qué bits corresponden a cada canal, el puerto receptor se sincroniza por medio del canal 0 cuyo contenido es un patrón de sincronización.

Canal 0 - 0000 0000 1011 0000

Una vez el patrón de sincronía es detectado, el puerto cuenta los bits para saber en cuál canal se encuentra y después del canal 31 el patrón de sincronía es revisado nuevamente.

El lado transmisor puede recibir una palabra de cualquier receptor dentro del DSE. Almacena la palabra en un buffer de salida y la pone en un enlace PCM de salida en el momento y canal correctos.

Toda comunicación entre canales receptores y transmisores es hecha vía un sistema de bus común, que se conoce como Bus Multiplexado por División de Tiempo (Bus TDM).

Las partes principales de un bus TDM son: Bus de datos (16 líneas), Bus de puertos (4 líneas) y Bus de canales (5 líneas).

Existen algunas limitaciones en cuanto a conexiones, debido a que no todos los canales son usados para el mismo propósito.

Las conexiones posibles són:(C - canal, P - puerto, X y Y un número de puerto entre 0 y 15).

- C1...C15, C17...C31 pueden ser conmutados de:

$$\begin{matrix} P x & a & P y \\ C a & a & C b \end{matrix}$$

- Canal 16 es utilizado para informar al TCPB cuando algo no funcionó correctamente en la DSN y puede ser utilizado para conmutar datos desde:

$$\begin{matrix} P x & a & P y \\ C16 & a & C16 \end{matrix}$$

- Canal 0 es utilizado para sincronización y mantenimiento y es conmutado automáticamente desde:

$$\begin{matrix} P x & a & P x+8, x-8 \\ C0 & a & C0 \end{matrix}$$

### **Principio de trabajo del DSE**

El control de una trayectoria es llevado a cabo exclusivamente por lógica hardware. Esto significa que no existe un procesador dentro de la DSN.

Cada puerto de recepción revisa continuamente los dos primeros bits de la cadena de bits da cada canal entrante. Estos bits son conocidos como Bits de Protocolo.

Estos bits de protocolo dirán al puerto de recepción qué hacer con el contenido de ese canal en particular. Los cuatro formatos posibles son:

- 1- Para hacer una conexión.  
01 - Select
- 2- Para mantener una conexión.  
10 - Escape Utilizado para comunicación entre procesadores (TCPB).  
11 - Spata Utilizado para voz y datos en el manejo de la llamada.
- 3- Para liberar una conexión.  
00 - Idle Dos veces para liberar la conexión.  
Enviado continuamente en los canales libres.

#### **4.3.2.2. Estructura de la red de conmutación digital**

La DSN consiste de:

- 1- Conmutadores de Acceso (AS)
- 2- Grupo de conmutación

La diferencia entre ambos es sólo de nombre, físicamente són una misma tarjeta.

La DSN esta dividida en:

- GRUPO = 8 tarjetas de DSE
- ETAPA = 16 grupos para las etapas 1 y 2
- PLANO = 3 etapas (mínimo 2, máximo 4 planos)

#### 1- Conmutadores de acceso.

Todas las terminales (líneas, troncales, circuitos de servicio,...) tienen acceso a la DSN vía un TERA que está conectado a un par de "Conmutadores de Acceso".

Un conmutador de acceso es un DSE de 16 puertos, de los cuales cuatro puertos están asignados para conexiones con los grupos de conmutación (puertos 8-11).

Los 12 puertos restantes pueden ser asignados a módulos (fig. 4.4.).

- Puertos 0-7 : Conexiones de ASM (usuarios de bajo tráfico)
- Puertos 0-3 : Conexión de DTMs, SCMs, ASMs de alto tráfico  
(los puertos 4-7 no son conectados ya que estos son módulos de alto tráfico)
- Puerto 8 : Plano 1 de los grupos de conmutación
- Puerto 9 : Plano 2 de los grupos de conmutación
- Puerto 10 : Posible plano 3 de grupos de conmutación
- Puerto 11 : Posible plano 4 de grupos de conmutación
- Puertos 12-15: Conexión de ACEs, CTMs, DFMs, P&Ls.

#### 2- Grupo de conmutación

El "Grupo de Conmutación" es una red modular de conmutación multiplano, en la cual, cada plano puede tener desde una hasta tres etapas de conmutación.

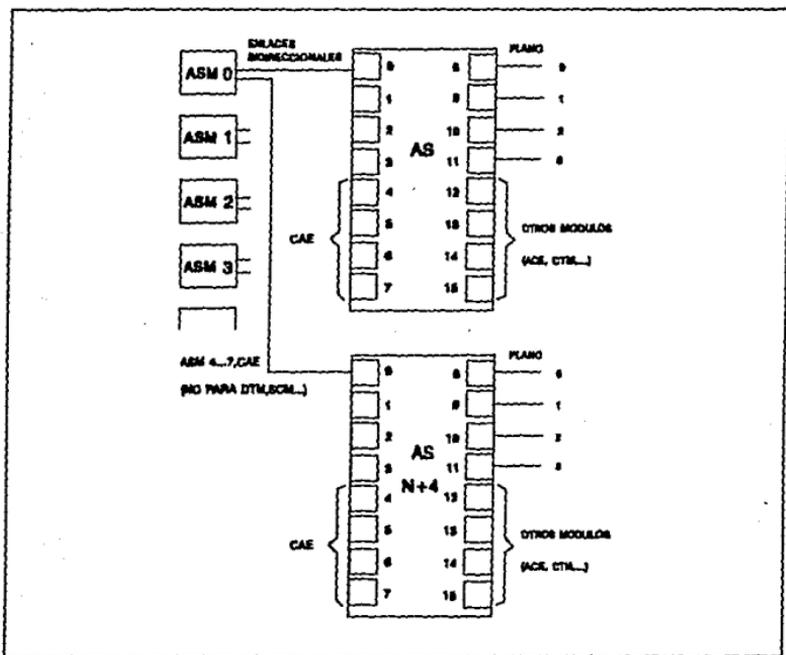


Fig. 4.4. Conexión de conmutadores de acceso.

El grupo de conmutación tiene dos variables: El número de PLANOS y el número de ETAPAS por plano.

- Variación del número de planos; si fuera necesario, el número de planos podría llegar a ser de dos, tres y hasta cuatro, dependiendo del tráfico soportado por las terminales (módulos).
- Variación del número de etapas; el número de etapas por plano y el número de elementos de conmutación equipado en cada etapa es determinado por el número de terminales conectadas.

En un Plano cada uno de los enlaces PCM entrantes tiene acceso a todos los posibles enlaces PCM de salida , ya sea por medio de la conexión de una, de dos ó de tres etapas.

El propósito del "Grupo de Conmutación" es que, dentro de la central, un módulo cualquiera pueda acceder a otro módulo cualquiera vía la DSN.

Para ir de un módulo A a un módulo B, deberá existir una trayectoria que entre a la DSN desde el módulo A y salga de la DSN por el módulo B.

El punto donde la trayectoria regresa se conoce como punto de reflexión. .

#### a) Direccionamiento en la red

El diseño de la DSN asegura que cualquier TERA tenga una dirección constante en la red, vista desde cualquier DSE de la etapa 3. De este modo, cada TERA tiene una dirección formada por las direcciones de los puertos de entrada de la trayectoria desde el TERA hasta la etapa 3.

La dirección de red (NA),es un número de cuatro dígitos "DCBA".

Dz Cy Bx Aw

donde:

z = Número de puerto (0-15) en la etapa 3

y = Número de puerto (0-7) en la etapa 2

x = Número de puerto (0-3) en la etapa 1; En esta etapa existe la posibilidad de pasar vía uno de los dos conmutadores de acceso. Por lo tanto el índice "x" es algo especial.

Puertos 0 y 4 tienen la dirección 0

Puertos 1 y 5 tienen la dirección 1

Puertos 2 y 6 tienen la dirección 2

Puertos 3 y 7 tienen la dirección 3

w = Número de puerto del conmutador de acceso (0-7)  
y (12-15)

**b) Establecimiento de la trayectoria en hardware**

Una trayectoria simplex a través de DSN se genera desde un TERA hasta otro TERA por medio de una secuencia de comandos de selección para establecimiento de trayectoria (comandos "SELECT").

Cada etapa de conmutación requiere uno de los comandos de selección para establecer una trayectoria a través de cada etapa.

El número de comandos depende de la profundidad de penetración de la trayectoria en la DSN.

El Punto de Reflección puede ser situado en cualquiera de las cuatro etapas (Conmutador de Acceso y tres etapas del Grupo de Conmutación en el plano).

**c) Tipos de comandos de selección (fig. 4.5).**

**1- Búsqueda Libre (Free Search).**

Los comandos de selección de búsqueda libre son utilizados antes de que la trayectoria alcance su punto de reflexión .

**-SELECCIONA CUALQUIER PUERTO DE NUMERO BAJO (8-11), CUALQUIER CANAL.**

Utilizado en el AS para seleccionar algunos de los puertos que van hacia los planos. Si sólo están equipados dos planos, los puertos 10 y 11 no pueden ser seleccionados.

**-SELECCIONA CUALQUIER PUERTO (8-15), CUALQUIER CANAL.**

Utilizado en las etapas 1y 2 para continuar con la búsqueda libre.

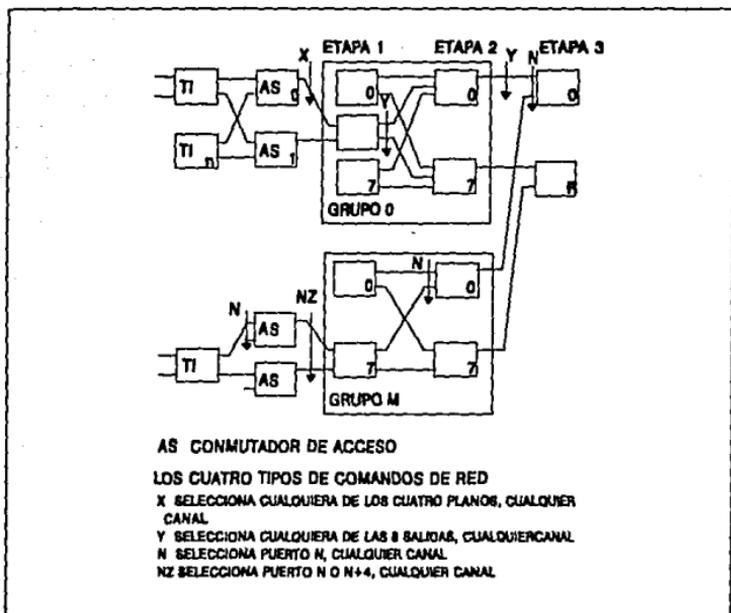


Fig. 4.5. Tipos de comandos de red.

## 2-Búsqueda dirigida.

Desde el momento en que la etapa del punto de reflexión es alcanzada, termina la búsqueda libre y comienza lo que se conoce como búsqueda dirigida. Ahora en lugar de "cualquier puerto" un número específico de puerto deberá ser buscado de acuerdo a la NA del módulo destino.

-SELECCIONA PUERTO P (0-15), CUALQUIER CANAL.

Utilizado en cada etapa de la búsqueda dirigida, excepto en la etapa 1 del Grupo de Conmutación.

-SELECCIONA PUERTO P ó P+4 (0-3), CUALQUIER CANAL.

Específicamente utilizado en la etapa 1 del Grupo de Conmutación durante la búsqueda dirigida dado que el mismo módulo puede ser alcanzado por medio de dos AS.

Los puertos 0 y 4 del DSE de la etapa 1 nos guían a un mismo módulo, al mismo tiempo que el 1 y el 5 dan acceso a otro, el 2 y el 6 a otro y por último el 3 y el 7 a uno diferente.

El número de palabras de selección puede ser determinado por una comparación de ambas NAs (DCBA) de los módulos de origen y destino.

Tomemos a dos módulos cuyas direcciones sean D1 C1 B1 A1 (origen) y D2 C2 B2 A2 (destino):

- Si  $D1 \neq D2$

El punto de reflexión está en la etapa 3 del Grupo de Conmutación y serán necesarias 7 palabras de selección (3 para búsqueda libre y 4 para búsqueda dirigida de acuerdo a la dirección dada por D2 C2 B2 A2.

- Si  $D1 = D2$   $C1 \neq C2$

El punto de reflexión estará en la etapa 2 del Grupo de Conmutación y se requerirá de 5 palabras de selección (2 para búsqueda libre y 3 para búsqueda dirigida de acuerdo a la dirección dada por C2 B2 A2.

- Si  $D1 = D2$   $C1 = C2$   $B1 \neq B2$

El punto de reflexión se encuentra en la etapa 1 del Grupo de Conmutación y se necesitará de 3 palabras de selección (1 para la búsqueda libre y 2 para la búsqueda dirigida de acuerdo a las direcciones dadas por B2 y A2.

- Si  $D1 = D2$   $C1 = C2$   $B1 = B2$   $A1 \neq A2$

El punto de reflexión se encuentra en el AS y se requerirá de 1 palabra de selección de acuerdo a la dirección dada por A2.

- Cuando D1 C1 B1 A1 es idéntico a D2 C2 B2 A2 el punto de reflexión permanece en el AS nó en el TERA.

Para establecer una trayectoria dúplex, se necesita que se envíe una segunda cadena de comandos de selección, solo que en sentido opuesto.

#### 4.3.3 Elemento de control (CE)

Un CE puede caer dentro de dos categorías (fig. 4.6).

- 1) TCPB + TERA para un Elemento de Control Auxiliar (ACE).
- 2) TCPB + TERA + conexiones del "CLUSTER" para un Elemento de control Terminal (TCE).

TCPB= Procesador de Control Terminal B

TERA = Interfaz terminal

Al conjunto de un TERA y un TCPB (sin marcar diferencia alguna entre (ACE y TCE) se le conoce como ELEMENTO DE CONTROL (CE).

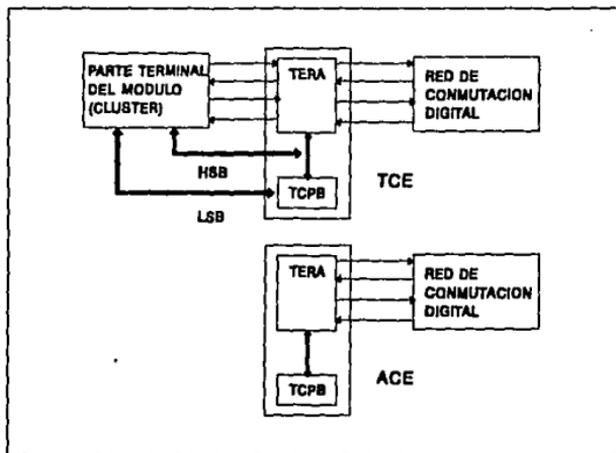


Fig. 4.6. Diferencia entre ACE y TCE.

#### **4.3.3.1. Procesador de Control Terminal (TCPB).**

Forma el cerebro del TCE, contiene un procesador V-30. Puede direccionar 1 Mbyte de memoria, la cual se encuentra en la misma tarjeta TCPB. Tiene también bus multiusuario ( multimaster bus) que puede ser usado como interfaz hacia otros procesadores si el módulo lo requiere.

##### **a) Configuración de la memoria del procesador.**

Su mapa de memoria está dividido en tres partes de aplicación software.

1- Base de Datos.- Esta parte contiene los datos necesarios para el módulo.

2.- Sistema Operativo.- Esta parte proporciona soporte a las tareas del usuario.

3.- Software de usuario.- Contiene programas llamados Máquina de Mensajes Finitos (FMM) y Máquina de Soporte de Sistema (SSM).

ROM (Memoria de solo lectura) de mínimo 16 kByte.

Se tiene prevista la protección de escritura en memoria. Este mecanismo permite la protección de memoria en bloques de 1 kByte.

Protección contra la inconsistencia de datos por medio de un código, que se conoce como código Hamming (código que tiene la posibilidad de corregir un bit erróneo y de detectar dos bits erróneos).

##### **b) Posibilidades de comunicación.**

Las figs. 4.7. y 4.8. muestran el direccionamiento de la tarjeta TCPB.

El decodificador de direcciones de memoria habilitará la memoria adecuada. Las posibles memorias son: RAM en la tarjeta misma, RAM fuera de la tarjeta (TERA, Cluster) ó ROM.

El decodificador de E/S habilitará los puertos de entrada/salida que se encuentren en la tarjeta o fuera de ella.

Controla el "Bus de Alta Velocidad" (HSB) que es el enlace de comunicación entre el TERA y el TCPB.

Se puede comunicar con la parte "cluster" vía HSB ó LSB (Bus de baja velocidad).

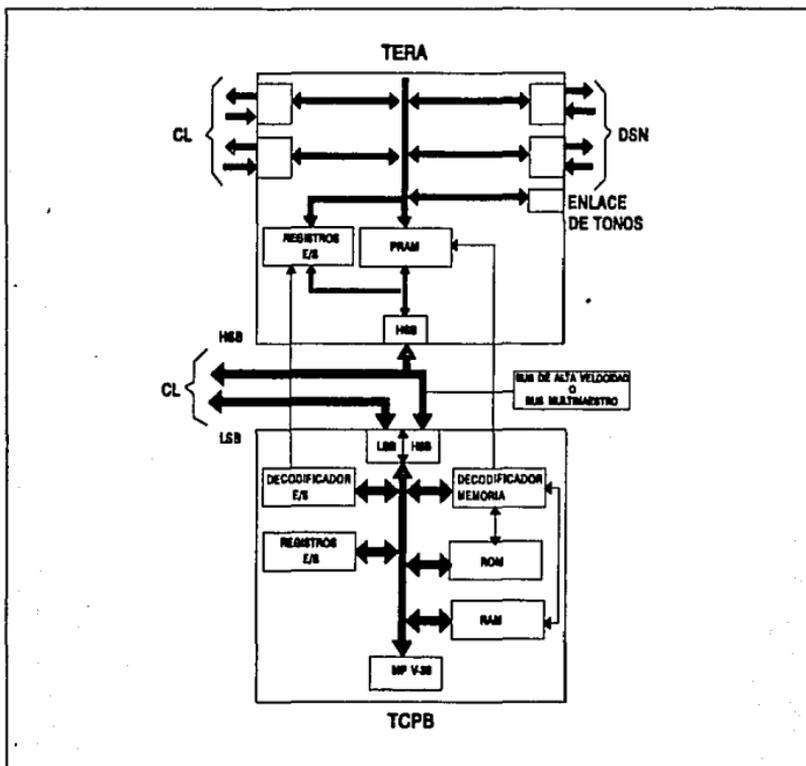


Fig. 4.7. Direccionamiento del TCPB.

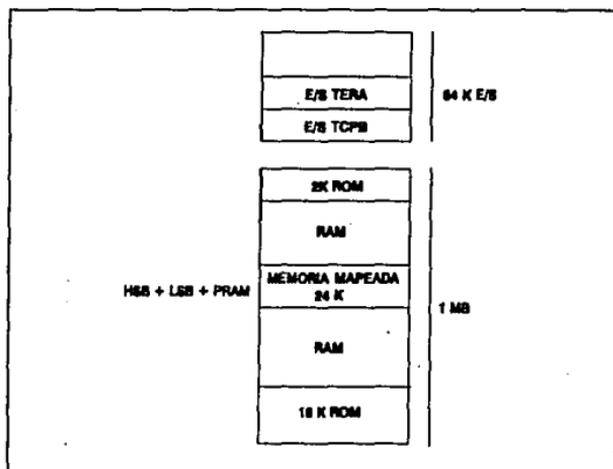


Fig. 4.8. Mapa de memoria del TCPB.

#### 4.3.3.2 .Interfaz Terminal ( TERA).

- Pasa la información serie proveniente del Cluster hacia la red y/ó viceversa.
- Contiene memoria RAM (llamada RAM de paquetes = PRAM), en donde el TCPB puede leer/escribir para comunicarse con otros módulos a través de la DSN ó también con su Hardware asociado.
- La conexión paralela con el TCPB es el HSB ya mencionado.

#### a) Diagrama de bloques del TERA.

El TERA tiene 4 pares de puertos (fig. 4.9.), cada uno de los cuales se constituye por un puerto de Transmisor (Tx) y uno Receptor (Rx), además, tiene un puerto receptor adicional.

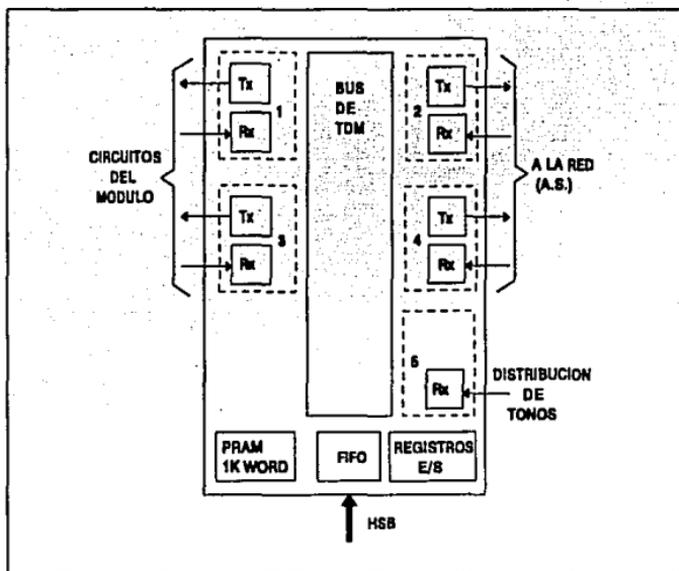


Fig. 4.9. Interfaz Terminal (TERA).

Cada puerto recibe o transmite una trama PCM de 4.096 MHz y cada uno de ellos está implementado en un circuito integrado individual.

Anteriormente se mencionó que los canales 0 y 16 tienen propósitos especiales:

- El canal 0 : Es usado para sincronización y mantenimiento.
- El canal 16: Es usado para mantenimiento dentro de la red de conmutación.

Para el TERA esto sigue siendo válido del lado de la red (pares de puertos 2 y 4), pero del lado del "cluster" (puertos 1 y 3) se tiene:

- El canal 0: Es usado para sincronización y manejo de alarmas provenientes del "cluster" (CL).
- El canal 16: Es usado para envío de comandos hacia el "cluster".

**b) Subdivisión de los puertos del TERA**

- Los pares de puertos 1 y 3 son usados para la conexión del módulo, si existe una parte "cluster".
- Los pares de puertos 2 y 4 son usados para la conexión con la red.
- Un puerto receptor adicional (puerto 5), recibe tonos, mensajes grabados y hora del día, provenientes del Módulo de Reloj y Tonos (CTM) "A" ó "B".

El TERA emplea un bus Multiplexado por División de Tiempo (TDM) para comunicación interna, semejante al de los DSE.

**c) Principales acciones del TERA.**

Todas las acciones que el TERA puede efectuar involucran al bus TDM.

- Conmutación de palabras de SPATA desde el canal de un puerto de recepción de TERI hasta el canal de un puerto de transmisión: "CONEXION DIRECTA".
- El TCPB puede escribir paquetes en la PRAM y activar al TERA para que consecutivamente envíe palabras desde la PRAM hacia un canal de un puerto de transmisión: ENVIO DE PAQUETES.
- El TERA puede recibir palabras consecutivas (provenientes de la DSN o del "cluster") desde el canal de un puerto de recepción, en un buffer de la PRAM: RECEPCION DE PAQUETES.
- Enviar una palabra desde una localidad específica en la PRAM a un canal de puerto de transmisión de TERA (esto se repetirá en cada trama: "ENVIO DE LOCALIDAD").
- Recibir una palabra de un canal en un puerto de recepción de la PRAM, y repetirlo en cada trama: "PUESTA EN RAM".

#### 4.3.4. Módulos terminales

En el Sistema 12 las diferentes tareas de la central (manejo de líneas de abonado, troncales digitales, etc.), són realizadas por módulos específicos.

Cada módulo terminal, consta de dos partes; circuitos terminales y TCE.

La fig 4.10. muestra un diagrama a bloques simplificado del Sistema 12 .

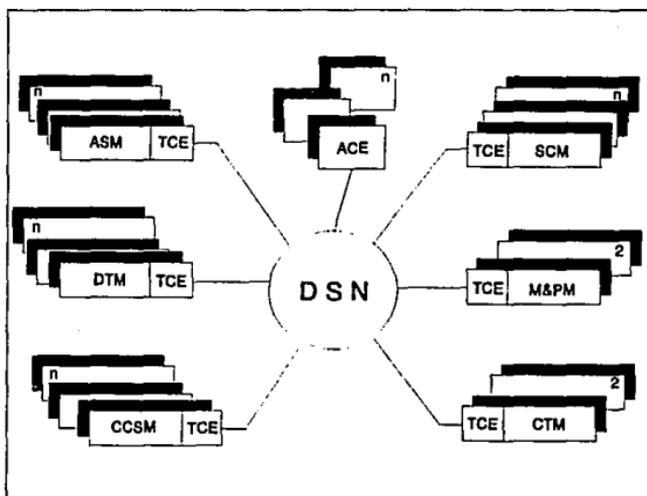


Fig. 4.10.

##### 4.3.4.1. Módulo de Abonados Analógicos (ASM)

Maneja las líneas de abonados analógicos.

Cada ASM consta de hasta 16 tarjetas de Circuito de Líneas (ALCB) on capacidad de 8 líneas por tarjeta, es decir, cada ASM sirve a 128 abonados. La codificación, decodificación y filtrado, es parte de las funciones de las ALCB.

Cada módulo se equipa con una tarjeta de corriente de llamada (RNGA) y se conectan dos módulos juntos usando el principio de Control Doble (Cross-over). Esto es para que en caso de falla del elemento de control de un módulo, los circuitos de este módulo sean manejados por la parte de control del módulo asociado.

Una tarjeta TAUA (Unidad de Pruebas Avanzadas), se equipa para 4 ó 8 ASM's dependiendo del tráfico de la central, con el fin de realizar pruebas a las líneas de abonado.

#### **4.3.4.2. Módulo de Troncales Digitales (DTM)**

Actúa como una interface entre los diferentes formatos de troncales.

El módulo consta de una tarjeta DTRE (Tarjeta de Troncales Digitales) con capacidad para manejar hasta 30 troncales, y que tiene las siguientes funciones:

- Conversión de velocidad de 2048 Kb/s a 4096 Kb/s (conversión de 8 16 bits) y viceversa.
- Conversión de código HDB3 ó AMI a NZR y viceversa.
- Capacidad de recibir diferentes formatos de señalización (CAS, CCM, ILC7).
- Capacidad de operar en diferentes configuraciones de red.

#### **4.3.4.3. Módulo de circuitos de servicio (SCM)**

El módulo SCM se emplea para:

- Detección de señales DTMF (Multifrecuencia de Tonos Dobles), desde aparatos de botonera.
- Recepción y envío de señales MF, para troncales.
- Facilidad de conferencia a través de una tarjeta SCB.

SCB ( Puente de conferencia simplificado). Permite celebrar simultáneamente 6 conferencias ó funciones de hasta 5 usuarios cada una.

Un SCM que maneja señalización consta de las siguientes tarjetas (además del TCE):

2 MFF (Filtro de Multifrecuencia)  
2 MFPP(Procesador de Multifrecuencia)

Una variante de este módulo que permite las llamadas en conferencia, consta de las siguientes tarjetas:

1 MFF  
1 MFPP  
1 SCB

Dos módulos SCM se equipan como mínimo por central.

#### 4.3.4.4. Módulo de Reloj y Tonos (CTM).

Este módulo controla la frecuencia del reloj principal de la central .

Se utiliza para generar:

- Un reloj de 8.192 MHz.
- Todos los tonos audibles (de invitación a marcar, ocupado, etc) y proporciona una temporización de tiempo real.
- Hora del día.
- Mensajes grabados (opcional).

Procesa las señales para probar las líneas de abonados y las troncales. Y para mayor seguridad el módulo se encuentra duplicado.

#### 4.3.4.5. Módulo de Señalización por Canal Común (CCSM)

La señalización por canal común es una solución ideal para señalización. Proporciona una alta capacidad de intercambio de información y una amplia red para todos los usuarios interesados.

El módulo realiza todas las funciones de niveles 1, 2 y 3 para Señalización por Canal Común, según lo define el modelo OSI. Se comunica con el nivel 4, situado en módulos como el DTM y ASM, a través de la red.

Los eventos están codificados en binario dentro de mensajes, los cuales poseen una "etiqueta Telefónica Normalizada", la cual indica el destino, origen e identidad de circuito del mensaje de señalización.

Los mensajes se envían a través de enlaces de datos de señalización.

Los enlaces de señalización conectados al CCSM pueden ser de dos tipos:

- Canales de 64 Kb/s en un sistema PCM de 2Mb/s, establecidos por computadora a través de la red.
- Un enlace de datos (Datalink) conectado directamente por medio de un módem.

Un CCSM completamente equipado consta de las siguientes tarjetas:

- 1 CHCR (Control Común de Canales)
- 8 PROA (Tarjeta de Protocolo)

Cada PROA puede atender dos trayectorias bidireccionales, por lo tanto un CCSM puede atender hasta 16 canales bidireccionales.

#### 4.3.4.6. Módulo de Mantenimiento y Periféricos (M&PM)

El módulo M&P ejecuta tres funciones principales:

- Control de carga del SW (parcial ó total) desde la memoria (disco ó cinta), para distribuirla a los procesadores de la central.

- Proporciona una interfaz para los dispositivos de entrada/salida.
- Coordina el mantenimiento y las acciones de recuperación en caso de falla.

En una central de S-12 , se equipan dos de estos módulos en una configuración activo/alerta, esto significa que cuando un módulo falla, el otro entrará en actividad, evitando las interrupciones en el sistema.

Cada módulo M&P consta de dos submódulos:

- Módulo de defensa (DMF), que coordina el mantenimiento y las acciones de recuperación.
- Módulo de Periféricos y Carga (P&L), que controla la carga del SW y provee de una interfaz para los dispositivos de entrada/salida y la memoria de alta capacidad (unidades de disco, cinta, etc), además controla la comunicación Hombre-Máquina.

Cada una de estas dos partes del módulo tiene su propia parte "Cluster" y su propio elemento de control. Sin embargo para reducir el tráfico en la red, la comunicación entre el DMF y el P&L se maneja por medio de una Memoria de Puerto Doble (DPM).

## 4.4 SOFTWARE DEL SISTEMA 12

El especial interés durante el desarrollo del software del Sistema 12 fué :

- modularidad de Arquitectura
- independencia Hardware

A fin de llevar a cabo lo anterior, se ha aplicado un número de técnicas y principios software:

- La división del software en niveles de acuerdo al concepto de máquina virtual , ( cuatro niveles ).
- El uso de Mensajes claramente definidos y estandarizados para comunicación entre los módulos software.
- La introducción de Máquinas de Mensajes Finitos ( FMMs ) y de Máquinas de Soporte del Sistema ( SSMs ).
- La introducción, donde sea posible, de interfaces genéricas entre los subsistemas software.
- El concepto de Base de Datos para realizar programas y datos independientes unos de otros.
- El uso de lenguajes de programación adecuados.

### 4.4.1 MAQUINAS VIRTUALES

El software está estructurado en niveles, con máquinas virtuales ( MVs ) en cada nivel. Todo el software localizado bajo un nivel se comportará como una MV.

Una MV es una unidad utilizada por unidades de mayor orden, a fin de efectuar funciones específicas. Las ventajas más importantes con éste tipo de MVs son :

- los cambios hardware sólo afectan al software que opera directamente sobre el hardware concerniente.

- el software a niveles mayores es más fácil de construir y mantener debido a que no es necesario conocer los detalles a niveles menores.

Otro tipo de MV se obtiene usando un lenguaje de programación de alto nivel -- por ejemplo, ( CHILL=CCITT High Level Language ). El programador se enfrenta con una máquina que entiende instrucciones en CHILL, pero que el microprocesador sólo entiende código máquina. En éste caso la MV consiste del microprocesador más un compilador fuera de línea. El uso de un lenguaje de alto nivel resulta no sólo en codificar y probar más rápido sino también hacer al software independiente del procesador sobre el cual corre (véase la figura 4.11).

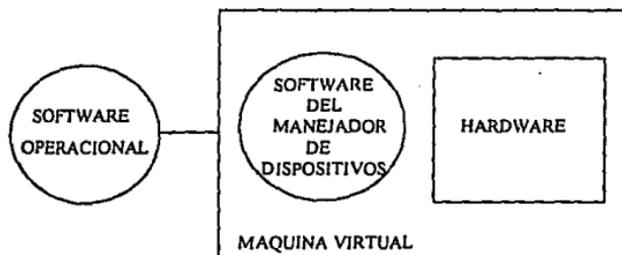


FIG 4.11 Concepto de Máquina Virtual

#### 4.4.2 MENSAJES

La comunicación entre los módulos software ( FMMs , SSMs ) se realiza usando mensajes claramente definidos y estandarizados.

En el Sistema 12 un mensaje posee las siguientes características :

- Un mensaje debe definirse antes de poder usarse . Esto es, alojarle un número, un nombre, una prioridad y una lista de parámetros ( que contienen la información ).

- Cuando un mensaje tiene que enviarse, es puesto en un campo de datos de 64 bytes llamado pila de mensajes (PILA\_MENS). Cada unidad de control posee un contenedor de pilas de mensajes . Cuando un módulo software desea enviar un mensaje, éste se aloja para sí mismo un apuntador a una pila de mensajes vacante . El apuntador se usa para escribir el mensaje dentro de la pila de mensajes, y entonces el apuntador se envía al receptor dónde se utiliza para leer el mensaje.

Existen dos tipos principales de mensajes dependiendo si el receptor está definido o no : mensajes dirigidos y mensajes básicos. Un mensaje dirigido es enviado sin ambigüedad a un proceso en el Sistema, pero un mensaje básico debe enrutarse en forma diferente.

#### 4.4.3 MAQUINAS DE MENSAJES FINITOS

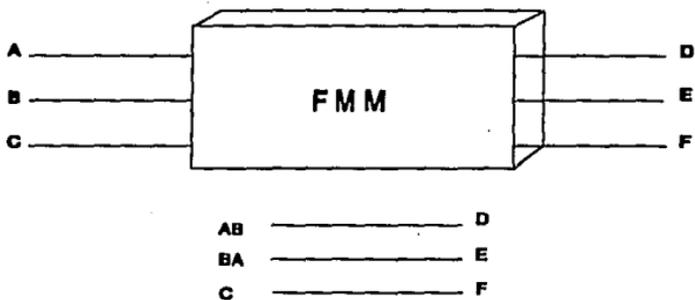
##### 4.4.3.1 Información general

Las máquinas de mensajes finitos ( FMM ) son los módulos funcionales básicos dónde se construye el software . Una FMM es un módulo software que está relacionado a una función definida y que posee las siguientes características :

- Sólo se comunica con otras FMMs usando mensajes.
- Visto desde afuera, una FMM se comporta como una caja negra cuya estructura interna es desconocida para el resto del Sistema . Su comportamiento funcional está definido completamente por la secuencia de mensajes que recibe y envía.
- Contiene un grupo de estados ( estados de espera ) y permite transiciones entre ellos . Por cada estado sólo puede enviarse un número limitado de mensajes como respuesta a los mensajes recibidos. Todos los mensajes no permitidos en algún estado son rechazados.
- Se define una acción por cada combinación de estado y mensaje recibido . La acción puede dar como resultado la generación y transmisión de mensajes o bien que la FMM alcance un nuevo estado . La FMM entonces espera recibir un nuevo mensaje que resultará en una nueva acción.

#### 4.4.3.2 Ventajas de utilizar FMMs

- **Confiabilidad.** Ninguna FMM puede utilizar datos pertenecientes a otra FMM. Todos los mensajes ilegales se rechazan.
- **Prueba Simple.** Las FMMs se prueban simulando los mensajes que pueden recibir y por medio del chequeo de la secuencia de mensajes que genera.
- **Libre modificación del software.** Es posible hacer modificaciones nuevas sin cambiar las FMMs existentes u otros módulos.
- **Flexible configuración del Sistema.** La mayoría de las FMMs operan independientemente de la unidad de control en la cual están trabajando.



La función de una FMM es definida sin ambigüedad por la secuencia de mensajes de entrada más los correspondientes mensajes de salida

FIG 4.12 Máquina de Mensajes Finitos

#### 4.4.3.3 Tipos de FMMs

El programa por sí mismo es llamado la definición del proceso. La ejecución del proceso junto con su información asociada es llamado un proceso y la información asociada es llamada datos del proceso.

Si un usuario ejecuta el programa y se aloja una nueva área de datos del proceso para ese usuario, entonces esta FMM se referirá como la creación de un proceso. En el momento en que el usuario no necesite ya más el proceso, regresará el área de datos del proceso a la agrupación común. Esta acción se refiere como la terminación de un proceso.

Si un usuario ejecuta un programa y usa un área de datos del proceso ya existente y que es utilizada por todos los demás usuarios, pero nunca al mismo tiempo, entonces esta FMM se le referirá como una FMM monoproceto. En general las FMMs de monoproceto efectúan funciones como análisis de dígitos o identificación del abonado llamado.

Las FMMs multiproceto se usan cuando los datos tienen que ser retenidos por algún tiempo. Como ejemplo podemos referirnos a las FMMs de control de llamada. Desde el descuelgue hasta el momento en que todos los dígitos marcados son recibidos, las FMMs tendrán que memorizar la clase de línea, la clase del servicio de abonado, el resultado del análisis del prefijo, etc. En éste caso el usuario es "una llamada". En otros casos el usuario podría ser una alarma o un trabajo de operador.

Una FMM monoproceto trata sólo con un usuario a la vez, recibe una pregunta, efectúa alguna ó algunas funciones y da una respuesta, entonces espera al siguiente usuario.

Una FMM multiproceto es capaz de tratar con diferentes usuarios a la vez. Toda la información concerniente a un usuario específico se guarda en áreas separadas para cada usuario. Para coordinar la creación y terminación de los procesos para los diferentes usuarios, se ha añadido una parte supervisora en la FMM. Esta parte supervisora consiste de un cuerpo del proceso y un área de datos del proceso. La parte supervisora de la FMM se llama el proceso supervisor y las partes del usuario son llamadas procesos de aplicación.

Las FMMs están implantadas como máquinas de estados finitos . Estas máquinas pueden estar en un número limitado de estados predefinidos .

Después de la inicialización, las FMMs estarán en algún estado inicial donde sólo podrán recibir cierto número de mensajes. Dependiendo del mensaje que reciban, la FMM efectuará ciertas tareas, transmitirá algunos mensajes y terminará en algún otro estado, donde esperará un siguiente mensaje. De ésta forma ciertas partes del código se ejecutarán y otras partes no, dependiendo unicamente de la secuencia y contenido tal de los mensajes , como se ve en la figura 4.13.

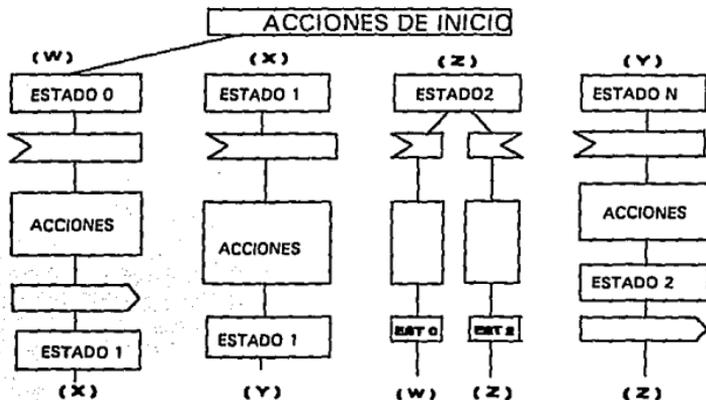


FIG 4.13 FMM como una Máquina de Estados Finitos

En la figura la FMM contiene un grupo de estados, en cada estado la FMM puede recibir sólo ciertos mensajes . La recepción de un mensaje válido provoca la ejecución de alguna acción que puede resultar en el envío de otro mensaje. El estado puede cambiar.

#### 4.4.3.4 Estructura de una FMM

Existen 2 tipos de FMMs :

- FMMs monoproceso
- FMMs multiproceso

##### FMM monoproceso

Una FMM monoproceso tiene sólo un proceso definido. Consiste por lo tanto de una parte : la parte supervisora . Solamente un proceso puede existir en una FMM monoproceso. Esta supervisa las funciones y operación de la FMM ( véase la figura 4.14).

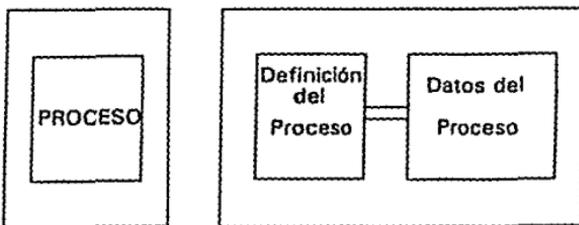


FIG 4.14 FMM Monoproceso

##### FMM multiproceso

Una FMM multiproceso contiene dos definiciones de proceso : definición del proceso supervisor y definición del proceso de aplicación . Estas definiciones son llamadas : parte supervisora y parte de aplicación ( véase figura 4.15).

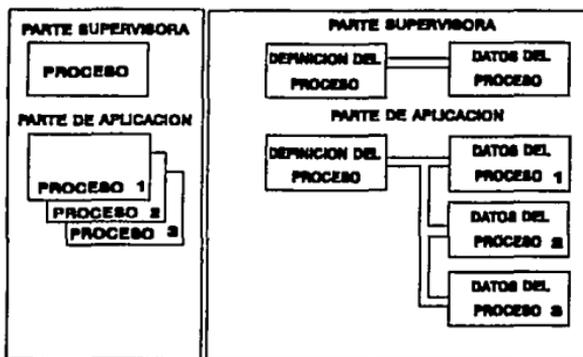


FIG 4.15 FMM Multiproceso

En la parte de aplicación pueden coexistir muchos procesos . Los procesos utilizan la misma definición de proceso pero los apuntadores apuntan a diferentes campos de datos ( cada proceso tiene su propio campo de datos ). Cuando un proceso deja de existir debe liberar sus apuntadores ( campos de datos ). Todos los procesos de una FMM multiproceso en su parte de aplicación deben de ser establecidos por la misma parte supervisora de la FMM.

La parte supervisora de una FMM tiene sólo un proceso . Este proceso supervisa las funciones y operación de la FMM. Cuando se requiere, la parte supervisora puede ordenar el establecimiento de un proceso de aplicación, y supervisa este establecimiento. La supervisión también incluye la detección de sobrecarga, el almacenamiento y el reporte de estadísticas. La parte supervisora administra todos los recursos que son alojados para la FMM.

#### 4.4.3.5 Arreglo de una FMM

Dentro de un módulo FMM se tienen dos definiciones :

- **Definición de Código :** contendrá las instrucciones a ser ejecutadas por la máquina.

- **Definición de datos** : incluye la descripción de los datos necesarios para la ejecución del proceso. Son necesarias algunas declaraciones de variables para hacer la descripción de datos.

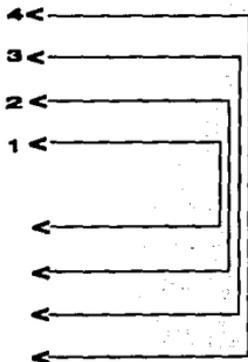
### Localización de datos y código dentro de una FMM

El arreglo global de un listado de una FMM es :

```

DEFINE FMM USING DESCRIPTOR
AAAAAAXX;
  H_SFMM :
  SUPERVISOR_MODULE;
  G_S_FMM :
  SUPERVISOR_PROCESS;
    Q_01_EXAMPLE :PROC( );

      END
    Q_01_EXAMPLE;
  END
  G_S_FMM;
END
  H_S_FMM;
END
FMM;
    
```



, donde :

- 1) Es el nivel de procedimiento
- 2) Es el nivel del proceso
- 3) Es el nivel del módulo
- 4) Es el nivel de FMM

La definición de datos puede encontrarse en los niveles 1, 2 y 3. La definición de código puede encontrarse en los niveles 1 y 2.

**Listado fuente en CHILL**

Este listado contiene el código fuente CHILL de entrada. El código fuente es una salida desde el procesador multipol, el que expande instrucciones del lenguaje multipol en CHILL. En este listado las declaraciones multipol se indican como comentario y se siguen por su expansión en CHILL. El código fuente se escribe de acuerdo a un esqueleto predefinido para asegurar que los arreglos de los listados sean idénticos. Cada página de listado contiene un encabezado con la siguiente información :

- fecha y hora de compilación
- número de página
- nombre del módulo
- nombre del procedimiento o proceso actual

**Listado de referencia cruzada**

Este listado es una secuencia ordenada alfabéticamente de todos los símbolos (variables o nombres de procedimientos ) definidos. Cada símbolo posee una o más líneas de información en donde se indica su tipo y el número de declaración en el cual fué definido. También se especifican los siguientes atributos.

- Cuando el símbolo es de modo no compuesto, se indica el tamaño.
- Si el símbolo es de modo compuesto, se indican el tamaño y el arreglo de memoria.
- Si el símbolo es una literal simple, se indica su valor
- Si el símbolo es un proceso o procedimiento, se indican el tamaño de la pila y los niveles anidados

En todos los casos esta información se sigue por una lista de números de declaraciones en donde se utiliza el símbolo.

### Listado ensamblador

Este listado contiene las instrucciones CHILL en forma expandida , es decir, para cada declaración CHILL ( junto con su número de línea y de declaración ) se proporciona la siguiente información :

- El arreglo de los registros utilizables, que son los registros que no contienen información importante por lo que pueden utilizarse en las siguientes instrucciones.
- La traducción de todas las instrucciones CHILL a lenguaje ensamblador. Para cada instrucción de lenguaje ensamblador se proporciona la correspondiente dirección de memoria y su código máquina equivalente.
- Una subexpresión común implica el uso múltiple de una variable CHILL. El compilador asigna el valor de la primera ocurrencia de la subexpresión en un registro . Otras ocurrencias de la subexpresión sólo usan el contenido del registro optimizando así el uso del compilador.

### Referencia cruzada del listado ensamblador

Esta referencia proporciona una lista de los nombres de los procedimientos y procesos en la misma secuencia en que aparecen en el código CHILL fuente. Se proporciona el direccionamiento de inicio y terminación del proceso ó procedimiento.

### Resumen de información de la pila

Este resumen también contiene una lista de los nombres de los procesos y procedimientos , pero la información es diferente :

- Los niveles de anidación, donde el nivel 1 es el más alto

- El tamaño del registro de activación, que es el número de bytes reservados en la pila para almacenar variables locales, datos temporales y la dirección de regreso a un procedimiento (apuntador de instrucciones).
- El tamaño máximo que puede tener la pila en el punto de llamada de cada procedimiento o proceso.
- Una lista abreviada de las propiedades que el proceso o procedimiento puedan tener.

#### 4.4.4 MAQUINAS DE SOPORTE DEL SISTEMA (SSM)

Como regla general todos los módulos software están implantados como FMMs y están escritos en lenguaje de alto nivel CHILL.

Apesar de las ventajas, existen algunos inconvenientes :

- La comunicación utilizando mensajes es relativamente lenta.  
El método formalizado por el cual se hace la comunicación causa una cierta sobrecarga en el procesador. Existe entonces un límite para definir cuantos mensajes pueden enviarse por unidad de tiempo en el sistema.
- Los programas escritos en lenguaje de alto nivel producen más códigos máquina y por lo tanto los programas se efectúan más lentamente que si fueran escritos directamente en código máquina. Programas con un elemento altamente repetitivo ( por ejemplo, rastreadores ) pueden ahorrar tiempo considerable si fuesen escritos directamente en códigos máquina.

Estos contratiempos llevaron a la requisición de implantar módulos de programas usados frecuentemente, utilizando una técnica diferente que el de las FMMs .

Estos nuevos módulos son llamados máquinas de soporte del sistema SSM ( véase la figura 4.16). Una SSM puede consistir de hasta 4 diferentes tipos de programas:

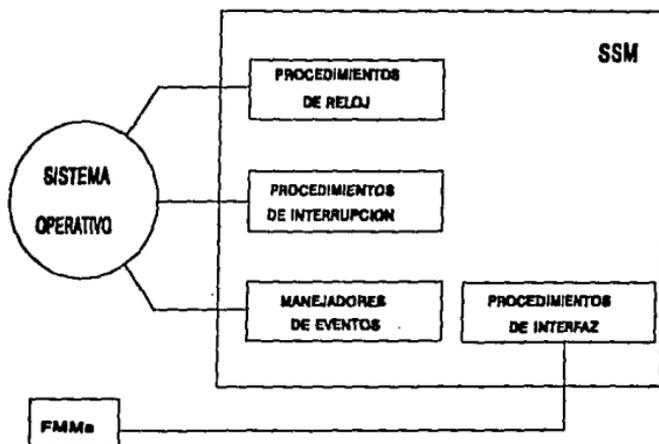


FIG 4.16 Máquina Soporte del Sistema

#### 4.4.4.1 Procedimientos de interfaz

Un proceso en una FMM puede requerir un proceso de interfaz por medio del uso de un "llamado a procedimiento". Después de que se ejecuta, el control se regresa al proceso.

Los procedimientos de interfaz pueden considerarse como una extensión de una FMM. Los procedimientos pueden enviar mensajes y si esperan una respuesta inmediata ( control forzado ) pueden esperar y recibir mensajes. Los procedimientos pueden comunicarse con otras partes de la misma FMM utilizando datos de la SSM .

Los procedimientos pueden usar facilidades del sistema operativo.

#### 4.4.4.2 Procedimientos de interrupción

Los circuitos periféricos utilizados para comunicación con el sistema ( discos, cintas, vdu, etc. ) provocan interrupciones de circuitos periféricos cada vez que algún dato o datos van a transferirse del equipo pertinente al sistema.

Un procedimiento de interrupción para cada tipo de periférico provee del manejo del equipo pertinente. Cuando ocurre una interrupción de circuito, el sistema operativo comenzará el procedimiento de interrupción pertinente.

Los procedimientos de interrupción pueden enviarse mensajes pero no recibirlos.

#### 4.4.4.3 Procedimientos de reloj

Son procedimientos que corren regularmente . Son más frecuentemente utilizados para el rastreo de circuitos telefónicos. Estos son activados por el sistema operativo, al cual le regresan el control después de haber sido utilizados.

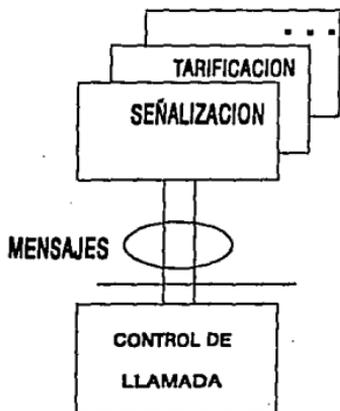
#### 4.4.4.4 Manejadores de eventos

Todo trabajo que no requiera una inmediata ejecución se transfiere a los manejadores de eventos. Un manejador de evento se activa por el sistema operativo, al cual le regresa el control después de haber sido utilizado. El trabajo más usual es construir y enviar mensajes sobre la base de datos provistos por los procedimientos de interrupción o de reloj.

Las SSMs normalmente, pero no necesariamente, se escriben en código máquina. El uso de SSMs llevan a una reducción de la modularidad del sistema y se usan entonces solamente cuando es necesario tener requerimientos en tiempo real del sistema. Para mantener algún grado de modularidad, ninguna SSM tiene permitido comunicarse con otra SSM.

## 4.4.5 INTERFACES GENERICAS

La interfaz de mensajes de las FMMs es un prerequisite para la conexión de software, para que puedan añadirse nuevos módulos software sin cambiar los ya existentes ( véase la figura 4.17).



Las interfaces genéricas se definen por un grupo estandarizado de mensajes. (Sobreprovisión de mensajes).

Ejemplos de interfaces genéricas :  
 control de llamada - señalización  
 control de llamada - tarificación  
 mantto - manejadores de dispositivos

FIG 4.17 Interfaces Genéricas

Sin embargo, si un módulo nuevo requiere que nuevos mensajes sean enviados por FMMs ya existentes, esto da como resultado un cambio inevitable en el software existente. La idea de tener una sobreprovisión de mensajes en la interfaz para que en futuros cambios o añadiduras puedan éstos preverse y acomodarse.

## 4.4.6 BASE DE DATOS

Todos los datos semipermanentes ( DSP ) están agrupados en una base de datos.

Una base de datos es un conjunto de datos interrelacionados los cuales están :

- Almacenados independientemente de los programas de usuario . El acceso es indirecto y se hace vía una interfaz estándar, los usuarios no saben donde están almacenados los datos.
- Los datos están arreglados de tal forma que el usuario pueda obtenerlos en forma óptima. Esto implica que muchos métodos de acceso estén definidos y que el mejor sea utilizado en cada caso.
- Almacenados en forma duplicada sólo si muchos usuarios los requieren.

El concepto de acceso indirecto significa que los aspectos de seguridad sean transparentes para los programas y los datos pueden entonces desarrollarse independientemente uno del otro. El software que separa la información de los programas de usuario se agrupa dentro de su propio subsistema software llamado subsistema gestión de la base de datos ( SGBD ).

La base de datos en el Sistema 12 es distribuida, en otras palabras, los datos contenidos en la base de datos están divididos en unidades de control individuales , ( véase la figura 4.18).

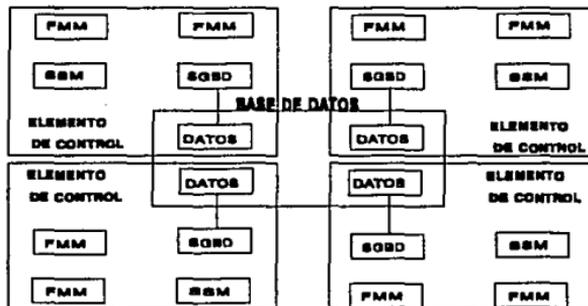


FIG 4.18 Sistema Base de Datos

Esto se hizo con el objeto de colocar los datos tan cerca de los usuarios cómo sea posible ( es más rápido direccionar datos que están almacenados en la misma unidad de control que en otro ).

El Sistema 12 utiliza un sistema de base de datos relacional. Es decir, que todas las estructuras de datos son convertidas para almacenarse en tablas bidimensionales llamadas relaciones ( véase la figura 4.19) , en donde cada renglón en una relación se denomina tupla, y cada columna se denomina dominio.

RELACION A

NUMERO DE DIRECTORIO	TIPO DE ABONADO	NO. DE EQUIPO	TIPO DE MARCACION
5-18-99-61	Conmutador	2000	DISCO
5-18-99-62	NORMAL	2001	DISCO
· · ·	· · ·	· · ·	· · ·
5-18-99-99	ALCANCIA	2039	BOTONERA

Tupla de la  
Relación A

Dominio D1  
de la Relación A

**FIG 4.19** Tabla Bidimensional de Tuplas y Dominios

## 4.5. REQUERIMIENTOS PARA RDSI

El diseño de las centrales que hoy en día están brindando servicio fue pensado de tal forma que no fuera necesario crear una nueva generación de centrales al incluir la funcionalidad de RDSI.

La modularidad de arquitectura y control distribuido del SISTEMA 12 es muy conveniente para la introducción de RDSI dentro de las redes de telecomunicaciones ya existentes. De tal forma que nuevos módulos pueden ser incluidos al SISTEMA 12 para proporcionar un rango completo de servicios sin cambiar la arquitectura básica de la central o afectar al hardware existente.

Para introducir los servicios de la RDSI en forma gradual y ascendente, con una pequeña inversión inicial, se pensó en introducir primeramente unidades remotas (llamadas CONCENTRADORES RDSI). Los cuales proporcionan los Accesos Básicos necesarios a los abonados, los concentradores están conectados a la central madre del SISTEMA 12 vía un Acceso Primario (PRA), terminando en el módulo de troncales (ITM) o vía la interfase interna al módulo de abonados (ISM).

Estos requerimientos básicos se muestran en la figura 4.20.

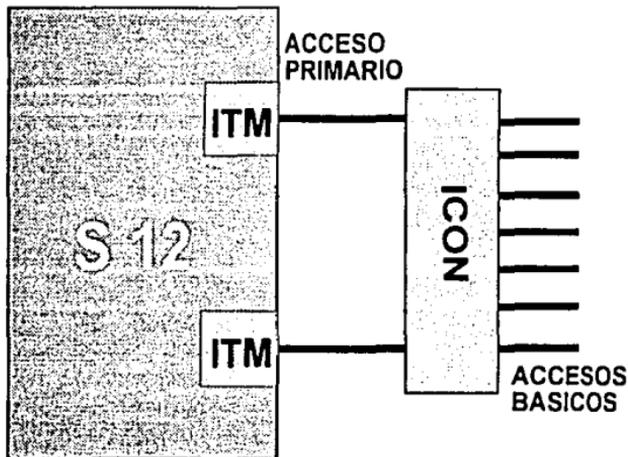


FIG 4.20 Requerimientos Básicos

La figura 4.21 muestra los módulos más importantes necesarios para la implementación de RDSI en el sistema 12, la red digital de conmutación (DSN) seguirá siendo el centro de partida la cual transportará información proveniente de un módulo y enviará la información hacia otro módulo. Esta información puede ser, muestras de voz, datos, alarmas, tonos, patrones de prueba, etc.

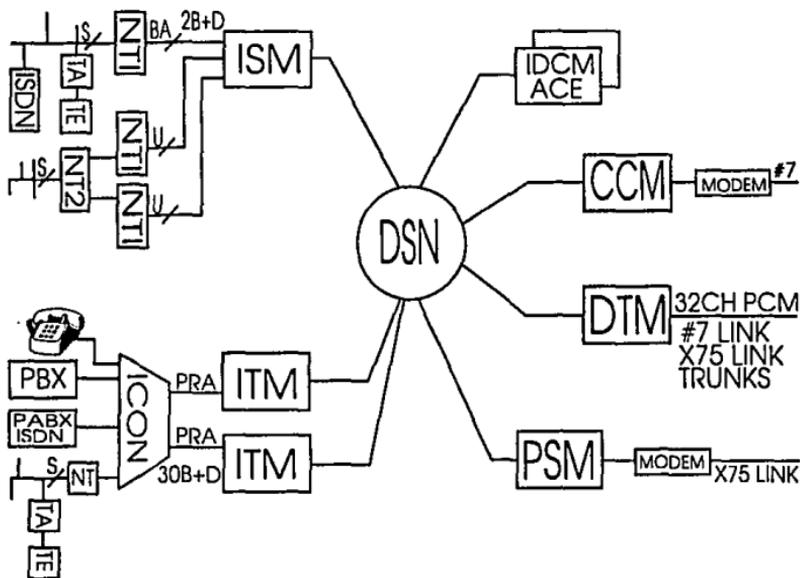


FIG 4.21 Configuración S-12 RDSI

## 4.5.1 CONCENTRADOR (ICON) , RDSI

### 4.5.1.1 Accesos Básicos y de Velocidad Primaria

El lanzamiento de la Red de Servicios Integrados será una evolución de la Red Digital Integrada para aplicaciones de telefonía básica, la cual ofrece

conectividad digital de extremo a extremo para soportar una gran variedad de servicios a los que el usuario tiene acceso mediante un conjunto limitado de interfaces normalizadas usuario-red.

El acceso a la RDSI, se establecerá mediante 2 tipos de interfaces: Accesos Básicos y Accesos de Velocidad Primaria.

**Acceso Básico:** Es una interfase (estandarizada por la CCITT) en el nivel de línea, que soporta el acceso usuario-red. En la figura 4.22 se muestra un diagrama de éste tipo de accesos, cuyas características principales son:

- Permite la conexión a 4 hilos de hasta 8 terminales al nivel de un punto de referencia llamado Interfase "S".
- Define un punto de referencia, Interfase "U" hacia la red pública.
- Posee un circuito de conversión de 2 a 4 hilos, llamado Terminación de Red Transparente (NT1).
- La información se transmite a través de un sistema de 3 canales (2B+D), de los cuales el canal D (16Kbps), es usado para el empaquetamiento y señalización de datos, y los 2 canales B (64Kbps) para la conmutación de circuitos de voz o datos ó para la conmutación de paquetes de datos, la velocidad de transmisión global es de 144 Kbps.
- La distancia entre la Central y la terminación de red (NT) está limitada a 10 km.
- Puede tener una Terminación de Red Inteligente (NT2). Este caso se presenta como consecuencia de que solo 2 usuarios (de los 8 conectados) pueden

mantener conversación en forma simultánea. La NT2 es un bloque hardware que usa un conmutador o un PABX al nivel de la interfase "S" que permite una extensión en el número de terminales conectadas.

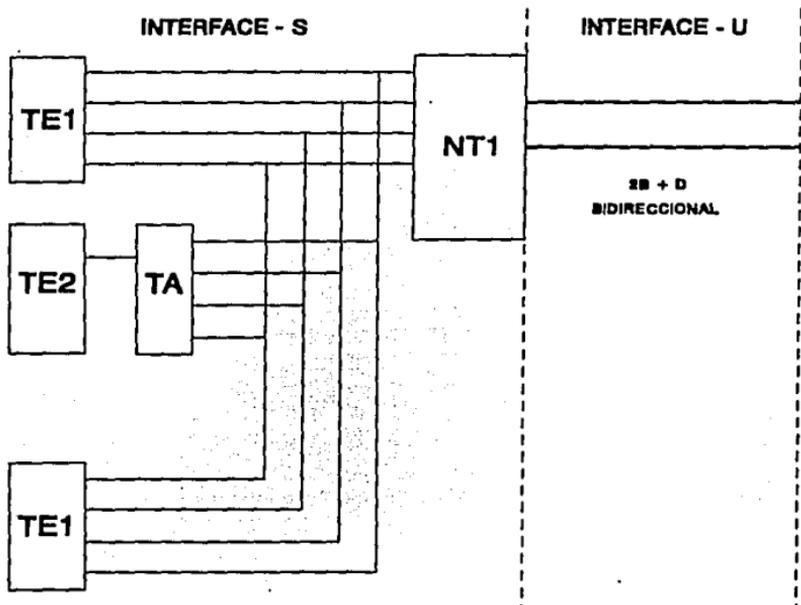


FIG 4.22 Acceso Básico

**Acceso de Velocidad Primaria:** Empleado para dar el acceso de los usuarios a la red, posee las siguientes características:

- Se encuentra soportado por enlaces PCM de Primer Orden (2,048Kbps).

- Emplea 30 canales B (1-15 y 17-31) para conmutación de paquetes ó circuitos, y un canal D (canal 16) para la señalización y empaquetamiento de datos. Ambos canales B y D transmiten a 64Kbps.
- La velocidad binaria global es de 2,048 Kbps.
- La distancia entre la central y el usuario final es prácticamente ilimitada debido al sistema PCM empleado.
- Es usado para conectar principalmente elementos remotos como son PABX DIGITALES, CONCENTRADORES y REDES DE AREA LOCAL. La figura 4.23 muestra las configuraciones básicas de un acceso de velocidad primaria (PRA).

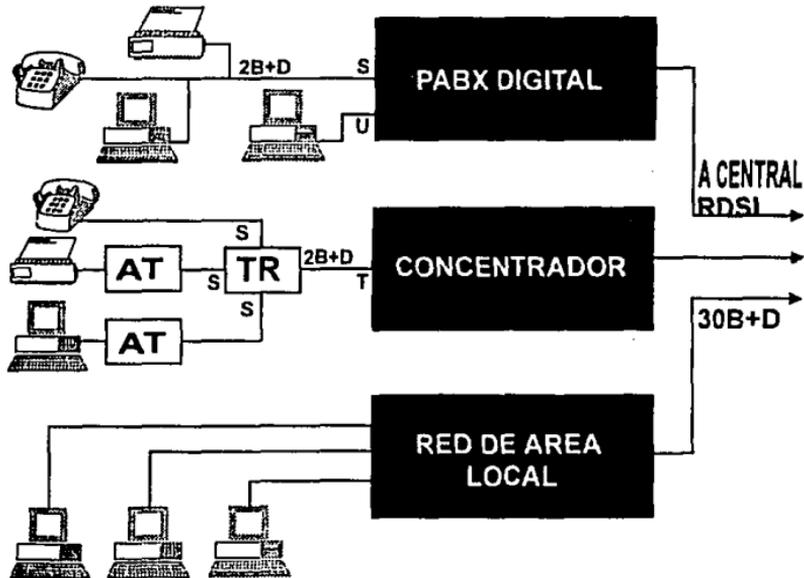


FIG 4.23 Acceso de Velocidad Primaria

#### 4.5.2 CONCENTRADOR RDSI

El Concentrador RDSI o comúnmente llamado ICON es un elemento de gran importancia en el inicio de la RDSI. La función primaria de éste dispositivo es la conexión y concentración de abonados tanto analógicos como abonados RDSI (accesos básicos) hacia una central RDSI, a través de 1 ó 2 enlaces primarios (enlaces PCM).

El ICON puede ser considerado como una extensión de un central RDSI. El uso de enlaces de velocidad primaria entre el ICON y la central RDSI hacen posible que la distancia entre ambos sea prácticamente ilimitada. Por otro lado, el uso de accesos básicos para la conexión de los abonados RDSI y/o analógicos limita la distancia entre ellos a 10 km máximo.

El número máximo de abonados RDSI que se puede conectar al ICON es 64 en el caso de tener equipado un solo enlace PCM, y 128 si se tienen 2 PCM's. Mediante la reducción del número de conexiones RDSI, es posible conectar abonados analógicos, en cuyo caso estaríamos hablando de un ICON con una configuración mixta. El máximo número de abonados analógicos será de 256 independientemente de que se tengan 1 ó 2 enlaces PRA.

La figura 4.24 muestra el medio ambiente de un ICON ilustrando una combinación de abonados analógicos y abonados RDSI conectados al ICON, y la conexión de éste a la central RDSI por medio de 1 ó 2 enlaces PCM. De esta forma se tendrán 3 tipos de accesos : Accesos Básicos, Accesos de Velocidad Primaria y Accesos Analógicos; consecuentemente, el hardware del Concentrador debe ser el apropiado para el manejo de éstos accesos y ha sido dividido en 3 bloques principales:

- Un bloque terminal para abonados Analógicos.
- Un bloque terminal para abonados RDSI.
- Un bloque terminal para enlaces PCM.

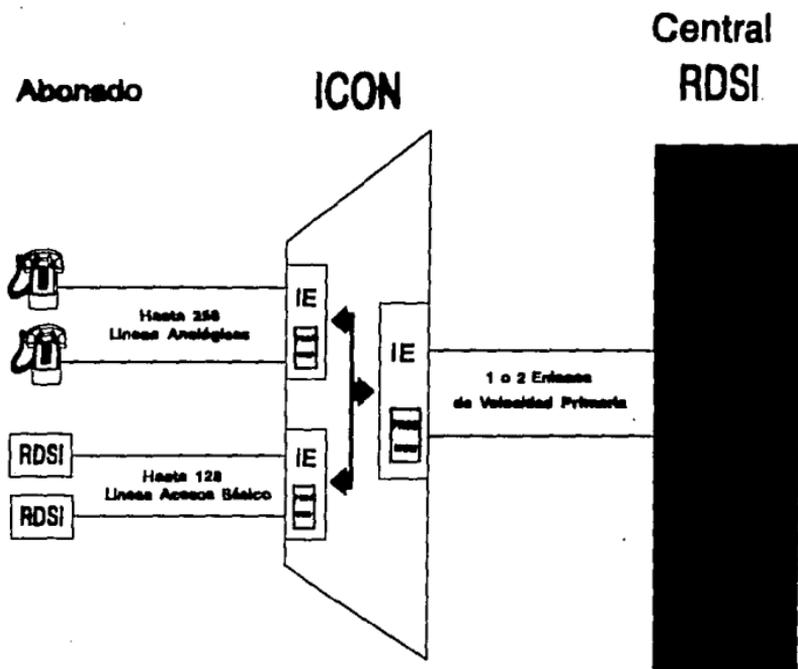


FIG 4.24 Concentrador RDSI (ICON)

Por otro lado, es necesario el uso de interfases para permitir la comunicación entre los abonados y la central madre RDSI a través de los bloques del ICON ya mencionados. Como consecuencia de esto, la CCITT ha definido puntos de referencia, cada uno con sus características propias, y se les ha asociado una interfase apropiada teniendo cuidado de sus características. En la figura 4.25 se muestran éstos puntos de referencia con sus interfases funcionales a lo largo de un tipo de conexión Acceso Básico. Debe notarse que solo se han ilustrado 2 bloques del ICON: la parte terminal Acceso Básico y la parte terminal en el Acceso Primario.

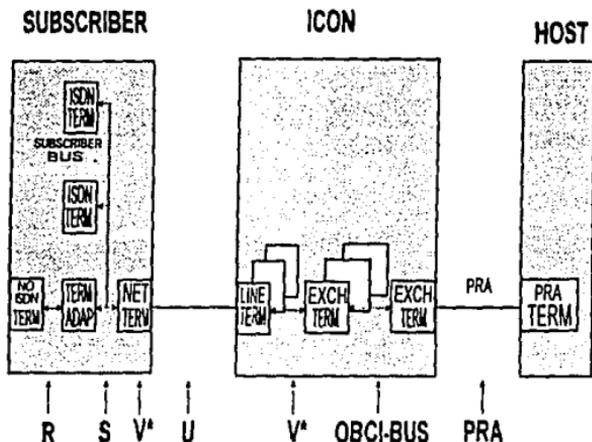


FIG 4.25 Interfaces funcionales en el ICON

#### 4.5.2.1 Hardware del ICON

Existen 3 tipos de circuitos de interfase de comunicación externa en el ICON:

- Circuitos de interfase Acceso Primario (Hacia la Central RDSI).
- Circuitos de interfase Acceso Básico (Hacia los abonados RDSI).
- Circuitos de interfase Abonados Analógicos (Hacia los abonados analógicos).

Estos bloques son conocidos como elementos de interfase (IE). Un Elemento de Interfase puede ser considerado como un nodo en una red local que opera independientemente de los demás (ver figura 4.24).

Cada elemento de interfase (IE) debe tener las siguientes partes hardware:

1. Circuitos de interfase de conexión externa a un abonado analógico, un abonado RDSI ó a la central RDSI.
2. Circuitos de interfase para comunicarse con otros IE's. Su propósito es establecer la comunicación entre los elementos de interfase contenidos dentro del ICON. Esta función es realizada por el OBCI (On Board Controller Interfase) y a través de 2 enlaces, los cuales constituyen el Bus-OBCI. Este bus representa la red local del ICON.
3. Procesador con dispositivos periféricos y memoria. Este procesador proporciona, en cada IE, capacidad de manejo de mensajes del abonado a la Central, de Central a abonado y de los mensajes internos.

#### **Elemento de Interfase Acceso Básico**

Este elemento de interfase (figura 4.26) cuenta con las siguientes tarjetas:

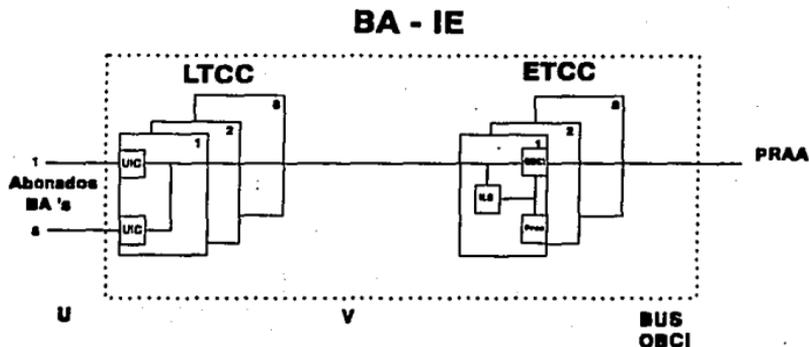
**LTCC:** Circuito de terminación de línea RDSI, el cual contiene 8 interfases U (Accesos Básicos).

**ETCC:** Circuito de terminación de Central RDSI. Atiende los 8 Accesos Básicos de la tarjeta LTCC. Una tarjeta ETCC controla una LTCC y el número máximo de ETCC's está restringido a 8; de esta manera tendremos un máximo de 64 abonados RDSI en un solo enlace PRA. La conexión entre las tarjetas LTCC y ETCC es mediante una conexión serial del tipo V\*. Los mensajes son manejados por el procesador vía la interfase ILC (Controlador de enlace RDSI). En la tarjeta ETCC existen 8 circuitos ILC (uno por cada abonado).

Algunas de las funciones más importantes de la tarjeta LTCC son:

- Transmisión y recepción de canales 2B+D.
- Funciones de control de transmisión (Capa 1 del modelo OSI): sincronización, activación y desactivación.
- Conversión de 2 a 4 hilos con cancelación de eco.

- Ecuación de la señal recibida.
- Protección de sobre-voltaje.



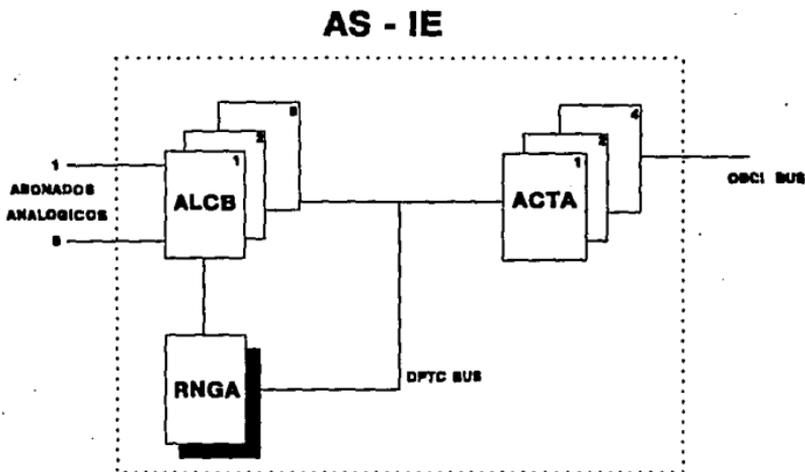
**FIG 4.26** Elemento de interfase acceso básico

#### Elemento de interfase hacia un abonado analógico

Este elemento cuenta con las siguientes tarjetas: (Figura 4.27)

- **ALCB:** Circuito de línea analógica, con capacidad para 8 líneas.
- **ACTA:** Controlador de línea analógico, para el manejo de 8 tarjetas ALCB's y una tarjeta de timbrado. Contiene un generador de tonos de hasta 32 tonos diferentes y 6 receptores de DTMF.
- **SRNA:** Circuito de timbrado simplificado, que genera la corriente de timbrado para 8 tarjetas ALCB's. Como la capacidad máxima de tarjetas ACTA's a ser equipadas es de 4, tendremos:

$4 \text{ (ACTA)} * 8 \text{ (ALCB/ACTA)} * 8 \text{ (ABONADOS/ALCB)} = 256 \text{ Abonados Analógicos.}$



#### Elemento de interfase hacia la central RDSI.

El elemento de interfase hacia la central RDSI contiene las siguientes tarjetas (figura 4.28):

- **PRAA:** Terminación de enlace de Acceso de Velocidad Primaria. Esta tarjeta maneja el enlace PCM y tiene una interfase hombre-máquina para las funciones de manejo y supervisión de alarmas, recepción de alarmas externas y activación de alarmas de salida y contiene un subsistema de reloj y memoria no volátil.

- **LTEA:** Equipo de terminación de línea. Esta tarjeta contiene el circuito de transmisión del enlace PCM (uno por enlace PCM); regenerador de enlace PCM, supervisión de línea, bastidor de pruebas. Contiene además un circuito auxiliar para la conexión múltiple de ICON's a un centro de prueba.

## IE - A CENTRAL

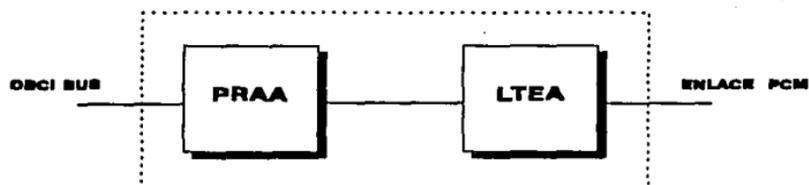


FIG 4.28 Elemento de interfase hacia la central RDSI

En la siguiente ilustración podemos observar un diagrama a bloques completo del Concentrador RDSI (ICON) con todos sus componentes (ya descritos). Cabe mencionar que se muestran dos enlaces PCM hacia la Central RDSI.

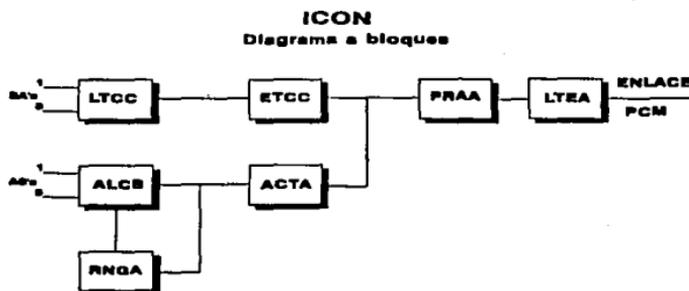


FIG 4.29 Estructura general del ICON

## 4.5.3 MODULO DE TRONCALES RDSI (ITM)

El Módulo de Troncales RDSI, es uno de los módulos principales en una central RDSI Sistema 12.

Un ITM permite una comunicación bidireccional, a través de un acceso de velocidad primaria (PRA), entre grandes usuarios y una central RDSI Sistema 12.

Estos grandes usuarios pueden ser PABX RDSI (Centrales Privadas Automáticas RDSI) ó Concentradores RDSI (ICON's). La figura 4.30 muestra dos configuraciones de ITM.

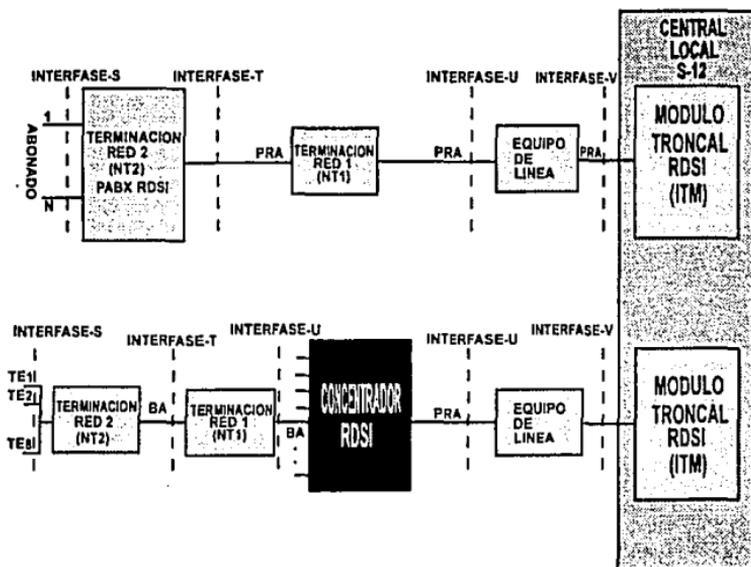


FIG 4.30 Módulo de Troncales RDSI

La conexión entre un ITM y sus usuarios comprende de un enlace PCM de 32 canales a una velocidad de 2,048 Kbps, con un formato de canales de acuerdo a las recomendaciones de la CCITT. Los canales, cada uno operando a 64 Kbps, se distribuyen como sigue:

- 30 canales B duplex (1-15 y 17-31) empleados para transferencia de voz y datos.
- Un canal D duplex (canal 16) para señalización.
- Un canal duplex (canal 0) para sincronización, temporización y control de trama.

La transmisión hacia una central RDSI S-12 usa el código HDB3 (alta densidad bipolar exceso 3) y es convertido dentro del ITM a código NRZ (no retorno a cero), empleado en centrales Sistema 12.

El ITM desarrolla funciones de la capa 1, 2 y 3 del modelo OSI, las cuales se distribuyen como sigue:

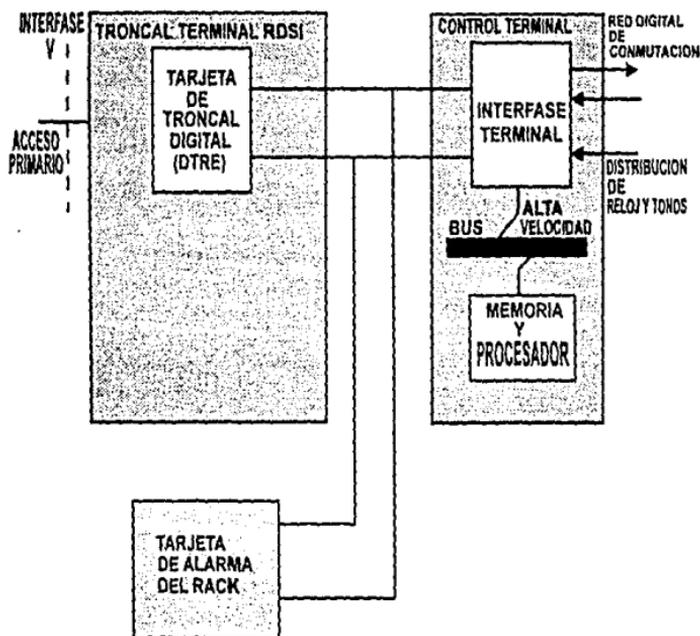
a) La tarjeta de troncales digitales desarrolla:

- Conexión física (capa 1)
- Señalización (capa 2)
- Parte de las funciones de prueba y mantenimiento de línea

b) El Elemento de Control Terminal (TCE) desarrolla (señalización de capa 3), funciones de prueba y mantenimiento de línea.

El ITM solo soporta conmutación de circuitos.

En la figura 4.31 podemos observar la estructura del Módulo de Troncales RDSI.



**FIG 4.31** Estructura general del ITM

El ITM se compone de un circuito Terminal de Troncales RDSI (ITT) y un Elemento de Control Terminal (TCE).

El ITT a su vez, se compone de una Tarjeta de Troncales Digitales. El ITT puede tener también una tarjeta de Alarmas de Rack (Rack Alarm PBA), la cual es compartida con otros ITT's en el mismo Rack.

El TCE comprende de una Interfase Terminal (TI), un Procesador y Memoria.

#### 4.5.3.1 Funciones del Circuito Terminal de Troncales RDSI

El ITT opera bajo el control del TCE y en respuesta a las condiciones de interfase del enlace de velocidad primaria RDSI. Las funciones del ITT son desarrolladas únicamente por la tarjeta de Troncales Digitales, como son:

- Proporcionar una interfase y una terminación de línea adecuada para el enlace PRA.
- Desarrollar una conversión bidireccional entre los códigos de transmisión HDB3 y NRZ.
- Desarrollar una conversión entre los formatos externos e internos manejados por el PCM.
- Desarrollar una sincronización de trama y una retemporización de la cadena de bits entrante.
- Detectar alarmas.
- Establecer trayectorias cerradas en los canales para propósitos de prueba.

Para la mayoría de las aplicaciones de la tarjeta de Troncales Digitales, los canales son enrutados (en ambas direcciones) a través de la misma tarjeta sin cambiar la información básica transportada. De éste modo, cualquier canal del enlace PCM puede ser conectado a cualquiera de los 2 enlaces PCM hacia el TCE.

En la práctica, sin embargo, el canal 0 es reservado para funciones de sincronización, mientras que el canal 16 es empleado para transmitir información de señalización.

La información de señalización canal D es transportada por el canal 16 y la tarjeta de Troncales Digitales extrae (en modo de recepción) o inserta (en modo de transmisión) ésta información.

#### **4.5.3.2 Funciones del Elemento de Control Terminal (TCE)**

El TCE monitorea y controla las operaciones del ITT. También almacena el software necesario para sus funciones y conecta el ITT a la Red Digital de Conmutación de la Central (DSN).

El control del ITM es desarrollado por el TCE, a través de canales específicos en los enlaces PCM. Las funciones principales del TCE son:

- Conectar el ITM a la DSN
- Proporcionar trayectorias de conmutación a través de la DSN.
- Supervisar y controlar la operación del ITM.
- Desarrollar operaciones controladas de software
- Evaluar condiciones de alarmas.
- Desarrollar pruebas de diagnóstico.

Las señales de reloj usadas por el ITM son generadas por el TCE, usando las señales de reloj recibidas del módulo de Reloj y Tonos (CTM).

#### **4.5.3.3 Alarmas**

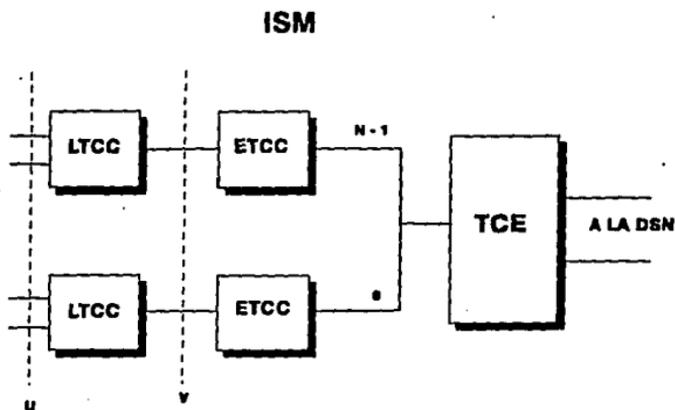
Dentro del ITM, el patrón de la cadena de bits entrante es revisada para detectar irregularidades y señales de alarma enviadas por el usuario distante. El ITT es el responsable de detectarlas y de transmitir las al TCE para procesarlas. En modo transisor, el ITM puede enviar señales de alarma (en la cadena de bits transmitida) a los usuarios remotos.

Las condiciones de alarma, detectadas en el ITT, son preprocesadas antes de ser tomadas por el TCE. Si es necesario, el TCE reporta las alarmas al Módulo de Mantenimiento y Periféricos (MPM) a través de la DSN. El software del MPM decide si las alarmas recibidas deben ser desplegadas en el Panel Maestro de Alarmas o reportadas via impresora y VDU.

## 4.5.4 MODULO DE ABONADOS RDSI (ISM)

El ISM es el módulo, en Sistema 12, encargado del manejo de llamadas de abonados digitales para su conexión a través de la Red de Conmutación Digital (DSN) de una central local RDSI Sistema 12.

En la figura 4.32 se muestra la Arquitectura de el ISM para accesos básicos.



**FIG 4.32 Módulo de Abonados RDSI**

Esta Arquitectura se encuentra en correspondencia con el modelo OSI para redes de comunicación:

- La tarjeta LTCC sustenta la capa 1 (conexión física).
- La tarjeta ETCC sustenta la capa 2 (funciones de señalización) y algunas de las funciones de la capa 3 (conmutación de paquetes).
- El TCE sustenta funciones de la capa 3 (señalización).

Las tarjetas LTCC y ETCC han sido descritas ya en la parte explicativa del Elemento de Terminación Acceso Básico. Teniendo las mismas características de funcionamiento, no se dará mayor explicación de las mismas en éste apartado.

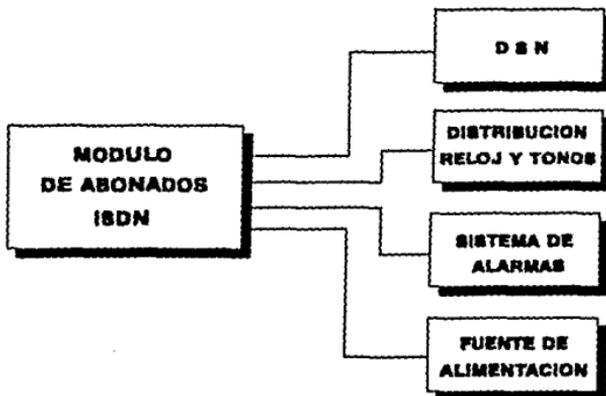
Como todos los módulos del Sistema 12, también el ISM se encuentra conectado al DSN a través de un Elemento de Control Terminal (TCE), el cual posee básicamente las mismas características de los TCE's de los demás módulos del Sistema 12.

#### 4.5.4.1 Interfases

El ISM realiza la interfase entre la parte del abonado (interfase externa) y el Sistema 12 (interfase interna).

La interfase externa es la interfase U descrita anteriormente.

Las interfases internas se muestran en la figura 4.33



**FIG 4.33 Interfases internas del ISM**

## 4.5.4.2 Interfase de Red de Conmutación

El Módulo de abonados RDSI está conectado a conmutadores de acceso (AS) de la DSN a través del TCE. El TCE posee una Interfase Terminal (TI), la cual proporciona la interfase hacia la DSN. El TI es el encargado de habilitar la comunicación entre el ISM y los demás módulos conectados a la DSN, mediante el envío y recepción de datos o mensajes entre procesadores. El ISM se conecta, entonces, a través del TI a un par de AS ( $i$  e  $i+1$ ), los cuales a su vez establecen la conexión del ISM a la etapa de grupo de conmutadores.

Las señales y datos que pasan entre la DSN y el ISM son enviados sobre enlaces de datos seriales. La conexión del módulo a la DSN se hace mediante 2 enlaces bidireccionales (uno por AS), los cuales operan a 4,096 kbps. Los bits de datos que viajan a través de éstos enlaces son arreglados en palabras de 16 bits, las cuales a su vez son agrupadas en un formato de trama que contiene 32 palabras por trama. Esta trama es repetida continuamente (a 8 khz) para hacer una cadena de datos seriales. Las 32 palabras de datos en cada trama son tratadas como 32 canales de datos independientes (ver figura 4.34).

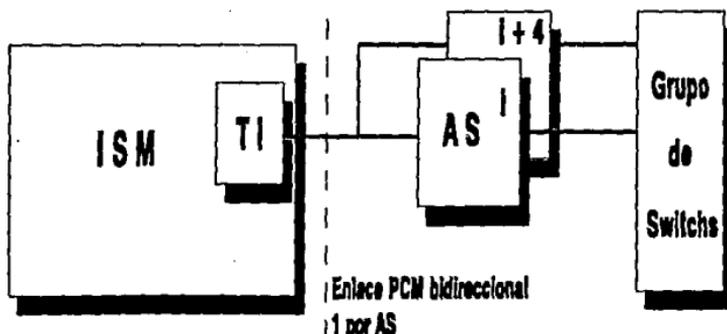


FIG 4.34 Interfase de red de conmutación

#### 4.5.4.3 Interfase del Módulo de Reloj y Tonos

La fuente de reloj para los enlaces PCM (4,096 kbps) y para el control de la temporización interna se hace mediante ésta interfase a través de un reloj de 8.192 Mhz. Por seguridad se requieren de 2 enlaces de reloj por ISM; un circuito selector de reloj se encarga de tomar la señal de reloj de cualquiera de éstos enlaces, de tal manera que si el reloj seleccionado falla, debe conmutar hacia el otro enlace.

Los tonos del abonado, mensajes grabados e información de la hora del día, comparten un enlace unidireccional (a 4,096 kbps). Se tendrán también 2 enlaces por seguridad (ver figura 4.35).

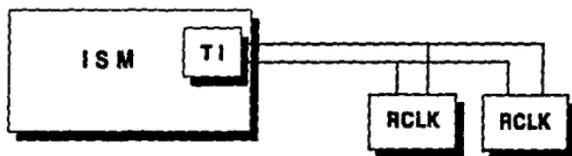


FIG 4.35 Interfase del CTM

#### 4.5.4.4 Interfase de Alarmas

La interfase entre el ISM y el Sistema de Alarmas se realiza a través del TCE del ISM y utiliza 2 tarjetas de alarmas de Rack. No debe perderse de vista que la omunicación entre módulos se realiza a través de la DSN (figura 4.36).

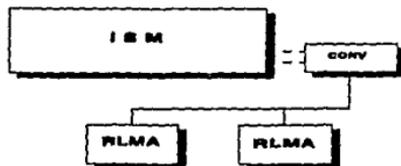


FIG 4.36 Interfase de alarmas

#### **4.5.4.5 Interfase de la Fuente de Poder**

Aunque realmente no es una interfase, es necesario una fuente de poder para alimentar a las tarjetas del ISM y para la alimentación hacia la línea del abonado.

#### **4.5.5 MODULO DE CONMUTACION POR PAQUETES (PSM)**

El módulo es usado para procesar paquetes de datos donde es insuficiente o no existe la facilidad de procesamiento de paquetes en el módulo de origen o de destino, tal es el caso de :

- Un módulo de troncal digital (DTM) recibiendo un paquete de una línea de troncal digital.
- Un módulo de abonados RDSI (ISM) que no tiene la capacidad de procesamiento de paquetes, o donde su capacidad limitada ya está siendo usada por otros canales de accesos básicos.
- Un módulo de troncal RDSI (ITM), el cual está procesando paquetes en otro canal del acceso primario.

##### **4.5.5.1 Conmutación de paquetes**

Así como entre un abonado y la central, existe una conexión permanente por medio de un circuito de conmutación, entre centrales también existen circuitos de enlace. Este enlace puede temporalmente ser establecido entre dos usuarios, en tal caso, una conexión del circuito de conmutación será proporcionada. Sin embargo, si tal enlace se usara para enviar unidades separadas de datos (mensajes), cada uno trayendo una dirección de destino, mensajes sucesivos podrían ser enviados sobre el mismo enlace.

En éste caso los mensajes son llamados "PAQUETES". Con el fin de minimizar los retardos y matener limitada la cantidad de espacio requerida, el tamaño promedio de un paquete será típicamente de 128 bytes.

#### **4.5.5.2 Protocolos y Señalización para RDSI**

##### **a) Protocolo Q.931**

- Corre en el canal D del acceso básico así como en el canal D del acceso primario.
- Es usado para hacer el requerimiento ó la liberación del canal B.
- Pertenece al nivel 3 del modelo OSI.

##### **b) Protocolo X.25**

- Corre en el canal B entre la terminal de paquete y el PSM, cuando una conexión de conmutación de circuitos se ha establecido.
- Es una negociación entre el usuario y la central de conmutación de paquetes con el objetivo de establecer una conexión conmutada por paquetes.
- Los paquetes en sí están incluidos en el protocolo X.25.

##### **c) Protocolo Interno de Paquetes (IPP)**

- Este protocolo fué especialmente diseñado para transportar internamente en la central mensajes provenientes o dirigidos a enlaces X.25, No.7 ó RDSI.
- Los mensajes IPP son manejados con una mayor velocidad por el sistema operativo que los otros mensajes.

##### **d) Protocolo X.75**

- Realiza la señalización entre centrales para una conexión de conmutación de paquetes.
- Es usado entre centrales RDSI y entre centrales RDSI y de conmutación de paquetes.

##### **e) Señalización por Canal Común (CCS)**

- También llamado señalización No.7

- Realiza la señalización entre centrales para una conexión de conmutación de circuitos.
- Usado entre centrales SISTEMA 12 y SISTEMA 12 RDSI y entre centrales SISTEMA 12 RDSI.

En la figura que a continuación se presenta, se muestran los diferentes protocolos de señalización requeridos en una central SISTEMA 12 con aplicación de RDSI.

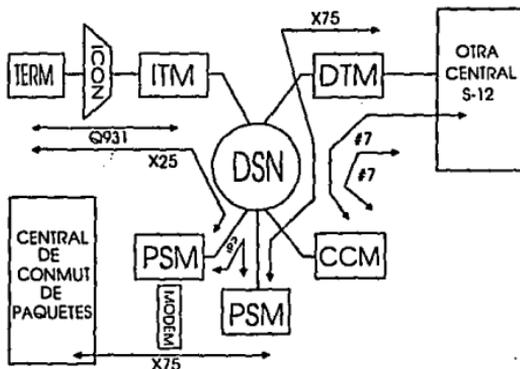


FIG 4.37 Protocolos y Señalización

#### 4.5.6 DESCRIPCIÓN DEL PSM

El PSM es un elemento de control terminal (TCE) que forma parte del sistema 12 y se conecta hacia la red digital a través de la interfase terminal (TERI). Internamente, el PSM está configurado con bus multi-maestro, como se indica en la figura 4.37, con 2 maestros que son el TCPB y la tarjeta común (COMC). El TCE puede soportar el protocolo de conmutación X.25 así como el X.75, la cantidad de memoria es por lo menos de 640 Kbytes y comparte 256 Kbytes con la tarjeta común. La tarjeta común se interconecta como maestro hacia un segundo bus, el bus simple, donde las tarjetas de protocolo son conectadas a éste.

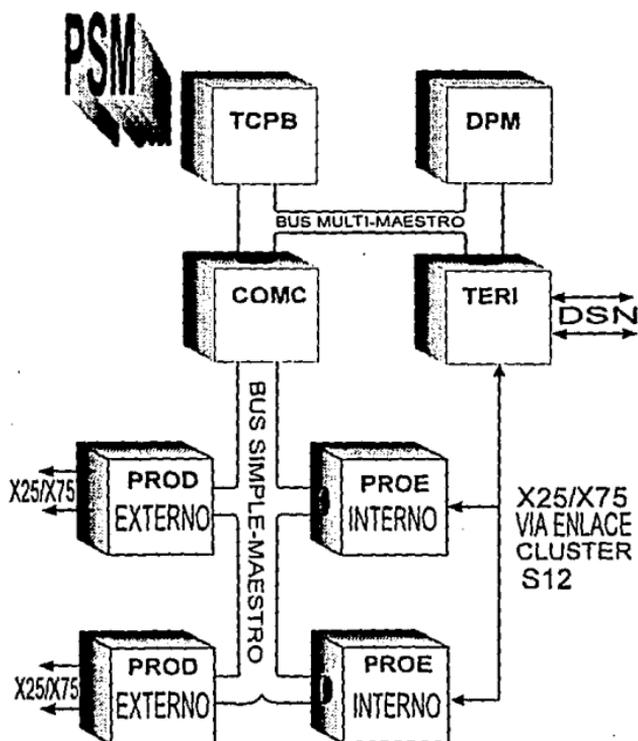


FIG 4.38 Diagrama a bloques del PSM

El DPM que aparece en la figura, no pertenece propiamente al PSM, sin embargo, con él queremos resaltar que el módulo se conecta a la tarjeta de Memoria de Doble Puerto (DPM). Esta tarjeta proporciona una trayectoria de comunicación de alta velocidad en ambos sentidos entre los procesadores del módulo de periféricos y defensa. La trayectoria de comunicación que proporciona la DPM permite a los procesadores la transmisión de datos software hacia la red de conmutación digital.

Cada tarjeta de protocolo contiene 2 interfases X.25/X.75, en la configuración estándar el módulo se conecta al mundo externo vía 8 interfases-modem. Alternativamente, con el uso de otra variante, el módulo se puede conectar a la red vía 8 enlaces internos. Estos enlaces pueden luego ser conmutados por caminos de 64 kbps hacia, por ejemplo, un DTM o un ITM.

Cualquier combinación de enlaces internos y externos, con una modularidad de 2 y máximo de 8, puede ser formada usando una mezcla de variantes de tarjetas de protocolo.

Cuando los paquetes de datos de una localidad remota son recibidos por un modem, éste decodifica los tonos de audio y coloca los datos resultantes en la tarjeta de protocolo correspondiente del PSM. La tarjeta ejecuta todas las funciones de protocolo de conmutación de paquetes de la capa 1 y 2.

Después de ser recibidos por la tarjeta de protocolo con interfase modem, los paquetes son puestos en un bus maestro a una tarjeta común (COMC), ésta tarjeta multiplexa los paquetes de un total de 8 y los coloca, por medio de un bus de alta velocidad multi-maestro, al TCE. El TCE del PSM ejecuta las funciones de protocolo de la capa 3. Posteriormente, los paquetes son puestos, usando un protocolo de paquetes interno (IPP), por medio de la DSN a su destino dentro de la central.

Si los paquetes dentro de la central son transmitidos usando el protocolo X.25/X.75, éstos son enrutados vía la red (DSN) al TCE del PSM, entonces los paquetes son procesados en el orden inverso al descrito anteriormente.

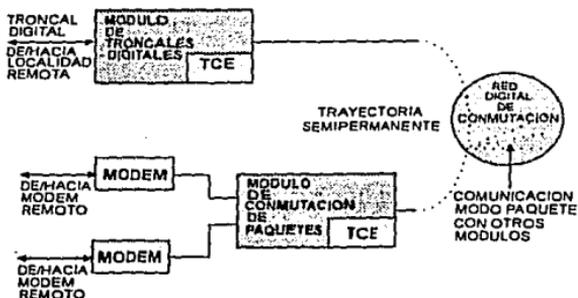


FIG 4.39 Conexiones del PSM

Cuando los paquetes de datos de una localidad remota son recibidos por un módulo de troncal digital (DTM), éstos son apuntados vía una trayectoria retenida en la DSN al PSM. Después de ingresar al PSM, los paquetes de datos son alimentados por el PSM y un enlace PCM de 32 canales a una tarjeta de protocolo con una interfase de enlace PCM en el PSM.

Después de ser recibidos, los paquetes de datos son alimentados por el bus maestro a la tarjeta COMC dentro del PSM, ésta tarjeta multiplexa los paquetes de datos de hasta 8 y los alimenta, por medio del bus multi-maestro al TCE del PSM.

El TCE ejecuta las funciones de la capa 1 y 2. Los paquetes de datos son posteriormente alimentados, usando IPP por medio de la red a su destino dentro de la central.

#### **Funciones de la tarjeta COMC**

La función principal de ésta tarjeta es proporcionar una interfase entre el procesador TCE y hasta 8 tarjetas de protocolo. La información entre el procesador y la tarjeta COMC es enviada a través del bus de alta velocidad (multi-maestro) del TCE. Por otro lado, la información entre las tarjetas COMC y de protocolo es enviada por una memoria de acceso aleatorio de puerto doble (DPRAM) y el bus maestro, los cuales son controlados por un procesador de la tarjeta COMC.

#### **Funciones de la tarjeta de protocolo**

La función más importante de la tarjeta de protocolo con una interfase de modem es enrutar la información X.25/X.75 entre la tarjeta COMC y la TER1. La tarjeta tiene otras funciones tales como :

- Proporcionar una interfase con o sin modem.
- Proporcionar una interfase con 4 Mbit del enlace de circuitos.
- Servir de Interfase con la COMC a través del bus maestro.

### **Funciones del elemento de control terminal**

Las señales de reloj usadas por el PSM son generadas por el TCE, el cual a su vez usa las señales de reloj recibidas del módulo de reloj y tonos (CTM). El control del PSM es ejecutado por el TCE, por medio del bus multi-maestro. Entre las funciones típicas de éste TCE podemos citar :

- Control de llamadas de conmutación de paquetes.
- Conectar el PSM a la DSN.
- Facilitar trayectorias de conmutación a través de la DSN.
- Proveer conexiones virtuales a través del PSM para comunicación de paquetes internos.
- Supervisar y controlar la operación del PSM.
- Realizar operaciones de control de software.
- Evaluar condiciones de alarmas.
- Ejecutar pruebas de diagnóstico.

### **4.5.7 ACE PARA ABONADOS RDSI**

La cantidad de información de clase de línea se ha explotado con la introducción de la RDSI y el espacio de memoria en el ITM ha probado ser muy limitado para el cupo de ésta información. Por ésta razón, un nuevo tipo de ACE ha sido diseñado: el IDCM-ACE (ISDN Data Control and Manipulation ACE).

Los abonados RDSI(es decir, abonados que tienen facilidades RDSI para los cuales datos extra son proporcionados tomando en cuenta los datos puramente telefónicos) tienen sus datos RDSI juntos en éste ACE. Información de control es intercambiada entre éste ACE y el ITM con el fin de determinar el abonado RDSI originante y el destinatario. Estos ACEs están organizados en subgrupos, cada uno controlando hasta 3500 abonados.

La FMM traductor (XLAT) es el módulo software de control en ese ACE, está diseñado como una FMM de mono-proceso y se activa cada vez que el módulo de control de llamada necesita una información de abonado en el ACE.

Los principales trabajos de ésta FMM son:

- Proveer la información extra con respecto a la clase de servicio.
- Proporcionar información de baja penetración (Información de facilidad), también para el caso de abonados analógicos.
- En un ambiente ISM, es posible guardar toda la información involucrada a nivel TCE.

Para abonados RDSI, la información de la clase de servicio y la información de facilidad, se localizan siempre en el mismo subgrupo. La información de abonado en el ACE se divide en 3 secciones :

- 1) Información de abonado originante.
- 2) Información común (originante y terminante).
- 3) Información de abonado terminante.

#### 4.5.8 MODULO DE CANAL COMUN (CCSM)

Cuando hablamos del módulo de Señalización por Canal Común (CCSM) no podemos pasar por alto hablar primero del sistema de señalización No.7, por ésta razón hemos decidido dar una explicación general del sistema y al mismo tiempo explicar conceptos que serán usados posteriormente en la descripción propiamente del módulo.

El sistema de señalización No.7 es un sistema orientado a mensajes, lo cual significa que toda la información es colocada en uno o más mensajes No.7. Este puede ser dividido en dos partes diferentes :

- **Parte de transferencia del mensaje (MTP) :** Es capaz de transportar información sin errores entre dos puntos finales.

- **Partes de usuario :** Existen diferentes partes de usuario, cada una con una función específica. Por ejemplo, la parte telefónica del usuario (TUP) es la responsable para el manejo de la señalización. Otros ejemplos son la parte de usuario RDSI (ISUP), la parte de usuario de tarificación (TAXUP), etc.

#### 4.5.8.1 Parte de transferencia del mensaje

La parte de transferencia es dividida en tres niveles funcionales, el nivel 1, 2 y 3. Desde éste punto de vista, las partes de usuario estarán situadas en el nivel 4 como puede apreciarse en la figura 4.40.

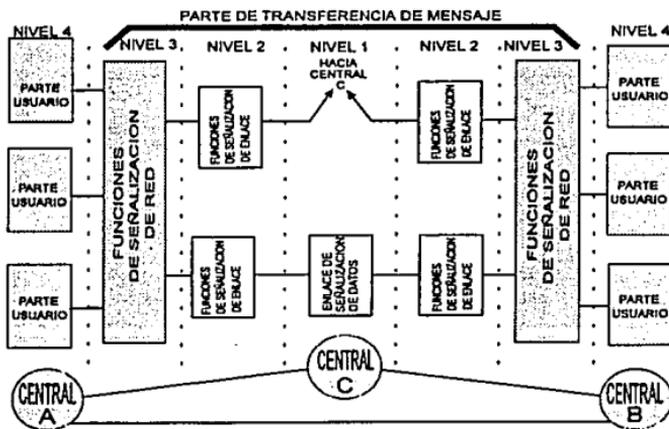


FIG 4.40 Niveles en la señalización No.7

El nivel 1 (Funciones de señalización de enlace de datos) define las características físicas, eléctricas y funcionales del sistema de transmisión. Normalmente, en un ambiente digital son usados enlaces de 64 kbps.

El nivel 2 (Funciones de señalización de enlace) define las funciones y procedimientos para la transferencia de mensajes de señalización sobre un enlace

individual. Un mensaje liberado por niveles más altos es transmitido sobre un enlace de señalización en una o más unidades de señal.

El nivel 3 (Funciones de señalización de red) define las funciones que son independientes de la operación del propio enlace. Estas funciones consisten de dos partes :

a) Función de manejo del mensaje

Estas funciones dirigen cada unidad de señal al enlace o parte de usuario apropiados y se compone de tres partes :

- La función de discriminación del mensaje recibe todas las unidades de señal entrantes y decide cuando la unidad de señal es para una parte de usuario local o para algún otro destino.
- La función de distribución del mensaje recibe todas las unidades de señal locales de la función de discriminación y las libera a la parte de usuario correcta.
- La función de enrutamiento del mensaje recibe todas las unidades de señal para algún otro destino y las envía a su destino correcto. En éste enrutamiento una selección debe ser hecha de entre todas las posibles conexiones al punto de destino.

b) Función de manejo de señalización de red

Controla el mensaje enrutado y la configuración de red. Si un enlace es tomado fuera de servicio, el enrutamiento del mensaje tiene que ser adaptado a la nueva situación.

#### 4.5.8.2 Funcionamiento general

La figura 4.41 nos da una visión general de la manera en que trabaja el sistema No.7. Una parte de usuario en la central A quiere enviar información a la parte de usuario en la central B. No existe conexión de señalización directa entre la central A y la central B. Por lo tanto, la información será enrutada a través de la central C. La central originante (A) es llamada el punto originante, la central destino (B) es

llamada el punto de destino y la central intermedia es llamada el punto de transferencia de señalización.

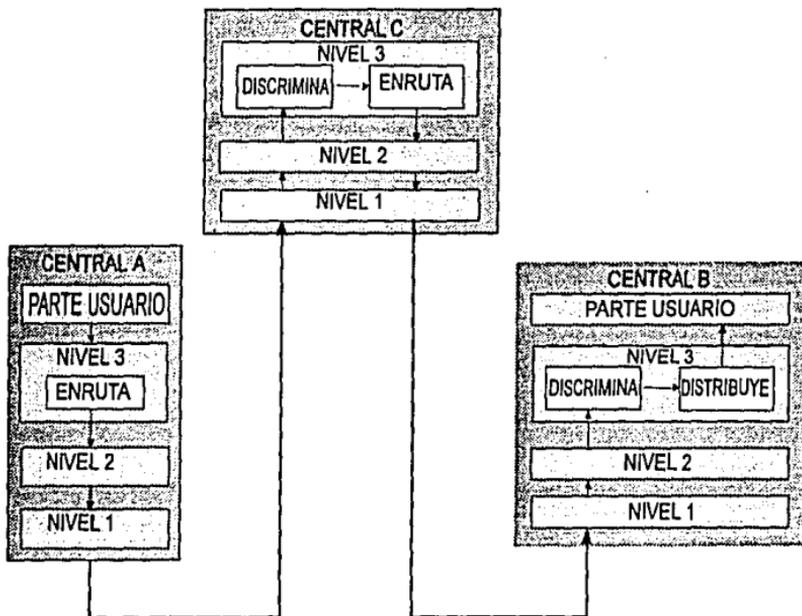


FIG 4.41 Funcionamiento general del sistema de señalización No.7

#### 4.5.8.3 Organización funcional del CCSM

El CCSM es diseñado para las funciones de la parte de transferencia de mensaje (MTP) del sistema No.7. Las funciones más comunes son :

- **Enrutamiento :** Una parte de usuario que desea transmitir un mensaje, lo liberará al CCSM. Cada módulo puede conectarse a 16 enlaces de señalización

a través de una troncal digital. Cuando el mensaje es recibido en la otra central, la función del CCSM de ésta central consiste en encontrar si el mensaje ha alcanzado su punto de destino o éste debería ser transmitido a otra central.

- Manejo de errores : Cuando un mensaje es enviado de un CCSM a otro por la troncal digital, existe un chequeo de error para estar seguro que el mensaje enviado está libre de errores. Cuando un error es detectado, una petición de retransmisión es enviada al CCSM que envió el mensaje.

#### 4.5.8.4 Bloques funcionales

En la figura 4.42 podemos ver el diagrama a bloques del CCSM. Aquí se muestra la parte de circuitos (cluster part), la cuál contiene de 1 a 8 tarjetas de protocolo A (PROA). Cada tarjeta de protocolo puede manejar dos enlaces de señalización, ésto significa un total de 16 enlaces si se equipa totalmente el módulo.

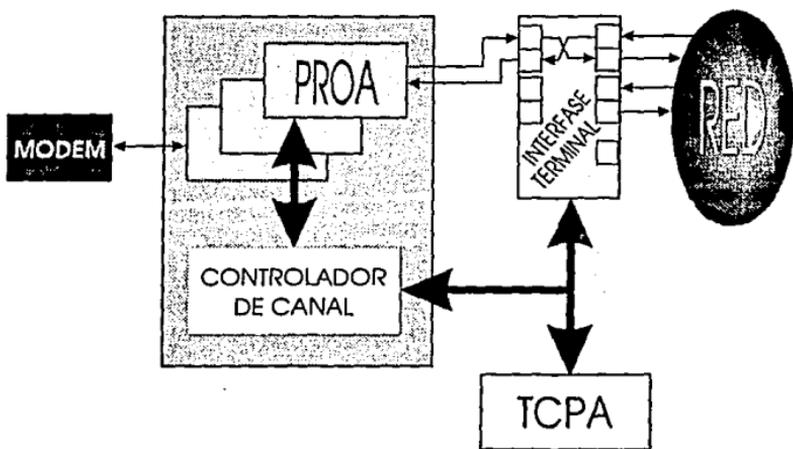


FIG 4.42 Diagrama a bloques del CCSM

La tarjeta de protocolo para señalización por canal común implementa las funciones del nivel 2. Esta reconoce y genera banderas para indicar el comienzo de un mensaje. Eventualmente el dato es adaptado para prevenir duplicidad de banderas. Checa las tramas del enlace de señalización para evitar errores durante la recepción. Además, ésta tarjeta controla la transmisión y recepción (y eventualmente, la retransmisión). Los dos enlaces conectados a cada tarjeta PROA pueden ser conmutados por vía de un enlace permanente sobre una troncal digital o como segunda posibilidad, vía modem a un destino remoto. La conexión permanente se establece durante la inicialización del CCSM. Si un mensaje es puesto en la PROA del CCSM, éste será transmitido por ésta vía a la central remota. Este tipo de conexión es ilustrada en la figura 4.43.

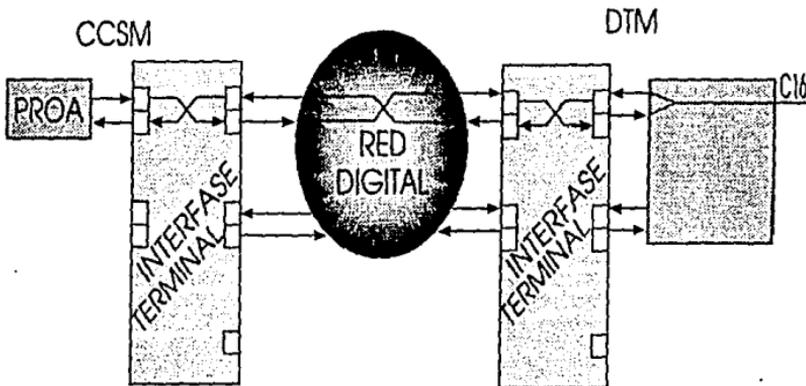


FIG 4.43 Conexión de un enlace No.7 sobre una troncal digital

La tarjeta de control de canal (CHCR) recolecta resultados de las diferentes tarjetas de protocolo y envía órdenes al hardware de las tarjetas PROA. Las tarjetas de protocolo están interconectadas por medio de un bus multi-maestro, el cual está también conectado al CHCR. La tarjeta forma una interfase entre las tarjetas PROA y el procesador (TCPA). Todos los mensajes recibidos en las tarjetas de protocolo son pasados por vía del controlador de canal y vía el bus multi-maestro al TCPA y viceversa. El software situado en el procesador TCPA atiende las funciones de enrutamiento (nivel 3).

## TEMA 5. CONFIGURACION DE LA RED NACIONAL

### 5.1. Introducción.

Debido al acelerado desarrollo en la necesidad de comunicación de las empresas, al creciente volumen de información que manejan y altos índices de eficiencia requeridos, las redes de telecomunicaciones han tenido que evolucionar rápidamente, todas estas necesidades tienen como consecuencia la utilización de la red telefónica analógica para la transmisión de datos con la ayuda de modems y a construir redes especializadas para cada requerimiento, por lo que han aparecido redes de datos por conmutación de circuitos y de paquetes.

La década de los 90's plantea un reto importante para las administraciones telefónicas y particularmente para México, en el sentido de incorporar eficientemente a sus necesidades la continua evolución y diversificación de tecnologías, servicios y aplicaciones.

Para con los usuarios, la administración tiene el compromiso de cubrir adecuadamente la incesante demanda de nuevos servicios como son : transmisión de datos en grandes volúmenes y altas velocidades, videotex, fax, videoconferencia y nuevos servicios en telefonía.

Todas las necesidades anteriores han planteado la siguiente incógnita. Es posible proporcionar todos los servicios que ya se dan en la actualidad y los que se den posteriormente, con una sola red ?.

Debido al progreso acelerado de la tecnología en los últimos años , ha sido necesario plantear dentro del marco Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico ( CCITT ), una definición para las especificaciones generales de una red de carácter universal, la Red Digital de Servicios Integrados ( RDSI ) ;

" La característica principal de una RDSI es la de asegurarse, en el seno de una red, una amplia gama de aplicaciones telefónicas y no telefónicas. Un elemento clave de la integración de servicios dentro de una RDSI, es el suministro de una serie de servicios por medio de un conjunto de tipos de conexiones y de definiciones de interfaces usuario-red múltiples ".

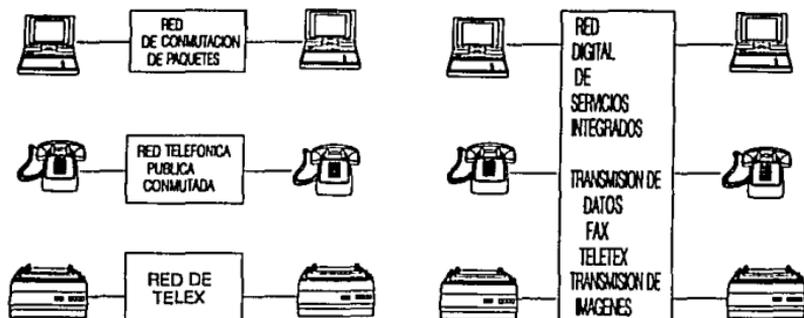


FIG 5.1 Integración de redes

## 5.2. Ventajas que presenta RDSI para los usuarios.

Un punto importante que se presenta cada vez que un nuevo servicio se ofrece a un grupo de usuarios, es : Que ventaja se obtienen con este nuevo servicio ? , partiremos indicando cual es la función principal de la RDSI.

La función de una RDSI es procurar servicios de comunicaciones a sus usuarios, no limitandose a un simple medio de comunicaciones, por el contrario, es ofrecer funciones complejas para el tratamiento de información, que permitan un manejo de altos volúmenes de tráfico, así mismo, calidad; confiabilidad y rapidez para el envío de la información con la característica de que el medio utilizado para su transporte es totalmente digital

Ya con la función de RDSI bien definida, indicaremos cuales son algunas nuevas ventajas, para esto se dividirá en dos grupos :

### 5.2.1. Ventajas de servicio.

- La transmisión de señales se realiza en " Transmisión a 4 Hilos " en forma local, suprimiendo todo acoplamiento eléctrico a nivel del equipo terminal o de red.
- Aprovechar la capacidades de las interfaces RDSI, para asociar a la función de telefonía un servicio de datos. Esto permite distintas posibilidades, una de ellas es asociar los dos canales de forma física dejando que cada uno conserve su individualidad o en otra configuración se pueden concebir servicios multimedia, asociando el servicio telefónico a uno o varios servicios de datos ya sea en una terminal que reúna los dos servicios o una terminal telefónica acoplada a un equipo de datos.
- En cuanto a la calidad de servicios de telefax, el canal B permite la transmisión de información a mayor velocidad, por lo que una hoja de fax se transmitirá en un tiempo de 5 a 10 segundos; esto es un factor muy importante cuando se manejan grandes volúmenes de documentación o difusión hacia distintos usuarios.
- El servicio de teletexto, esta destinado a sustituir al servicio de telex, el cual es el primer servicio de información escrito ( 1,500,000 abonados en el mundo ). El servicio de teletexto ofrece velocidades 20 veces superiores a los utilizados en el telex, el teletexto es un servicio totalmente automatizado que basa su operación en transferencia de información de la memoria de una terminal a la memoria de otra terminal; ahora RDSI es una plataforma ideal para este tipo de servicios.

### 5.2.2. Ventajas económicas.

#### Redes Independientes.

- **Mayores costos :** La necesidad de diversos equipos y conectores para cada aplicación y tipo de red eleva los costos por compra de equipo, operación y mantenimiento.

- **Subutilización de las redes** : La gran diferencia en el funcionamiento de las diversas redes provoca a menudo que no se utilicen todas las funciones complementarias.
- **Procedimientos de utilización complejos** : La necesidad de contar con diferentes procedimientos de acceso a cada red y relaciones con cada proveedor de servicios, constituye una fuente constante de conflictos usuario-proveedores.
- **Relación con diversos proveedores de servicio** : La diversidad de aplicaciones que el usuario requiere le obligan a mantener relaciones de negocios con cada tipo de proveedor por lo que respecta a la facturación y mantenimiento.

#### **RDSI.**

- **Menores costos** : La posibilidad de disponer de servicios tan diversos, como telefonía, videoconferencia, transmisión de datos a través de un solo acceso RDSI, reduce considerablemente la inversión en equipos, así como en la operación de mantenimiento de los mismos.
- **Alta eficiencia** : La ventaja de contar con una sola red para todos los servicios y el hecho de tener una conectividad completamente digital, asegura la explotación completa de toda la gama de servicios que esta puede ofrecer y los que en el futuro se desarrollen.
- **Procedimiento de utilización más sencillos** : El hecho de que el usuario tenga contacto con un solo proveedor de servicios, para todas sus aplicaciones le simplifica enormemente sus procesos de utilización de los equipos y atención de fallas.
- **Relación con un solo proveedor de servicio** : Para los usuarios el tener contratados todos sus servicios de telecomunicaciones con un solo proveedor es una gran ventaja ya que sus costos de inversión y gastos de administración, operación y mantenimiento se reducen considerablemente. Por lo que respecta a la facturación esta es más rápida y eficiente.

Para la administración el hecho de instalar diferentes tipos de redes para cada servicio aumenta considerablemente sus costos de inversión, así como sus gastos de

operación y mantenimiento. Además de incrementar las necesidades de personal especializado en cada tipo de red. De otra manera con una RDSI, la empresa se asegura la optimización de sus inversiones y reducción significativa en sus gastos de administración, operación y mantenimiento, así como la simplificación administrativa de los procesos de contratación, atención de usuarios y facturación.

### 5.3 RDI, La Evolución natural hacia RDSI.

Cuando se tomó la decisión de iniciar el proyecto RDI, se concibió como una red constituida con tecnologías completamente digitales y una etapa inicial de la Red Digital de Servicios Integrados, para esto, se instalaron centrales digitales, medios de transmisión a base de fibra óptica y radios digitales.

Así mismo la RDI tomó el compromiso de atender rápida y eficientemente las necesidades de telecomunicaciones y crear la infraestructura requerida capaz de ofrecer los nuevos servicios suplementarios con múltiples ventajas de economía, disponibilidad, confiabilidad y eficiencia, para los grandes usuarios. Estas son algunas ventajas tecnológicas con las cuales cuenta actualmente la RDI.

## VENTAJAS TECNOLOGICAS DE RDI

### CONMUTACION

CENTRAL DIGITAL	100 %
SCC No. 7	40 %
TUP	40 %

### TRANSMISION

RED TRONCAL DIGITAL	100 %
FIBRA OPTICA	100 %
ANILLOS DE FIBRA OPTICA	SI
CENTRO DE CONTROL DE LA RED	SI
SINCRONIZACION DE LA RED	SI

FIG 5.3 Ventajas Tecnológicas de RDI

Por otra parte, desde el inicio de actividades de la RDSI, el número de usuarios y servicios que se atienden se ha incrementado notablemente, hasta alcanzar las cifras que se muestran a continuación :

Usuarios en servicio	865
Troncales analógicas en servicio	6863
Troncales digitales en servicio	48271
Líneas de alta calidad de servicio	11829
Enlaces privados locales (64 Kbps)	119
Enlaces privados nacionales (2 Mbps)	803
Enlaces (64 Kbps)	308
Enlaces (2 Mbps)	178
Enlaces privados internacionales (64 Kbps)	166
Enlaces privados internacionales (2 Mbps)	22
Cruces fronterizos (64 Kbps)	14
Cruces fronterizos (2 Mbps)	26

#### 5.4 Casos de tráfico.

El conjunto de los casos de tráfico aplicables son mostrados en la figura siguiente .:

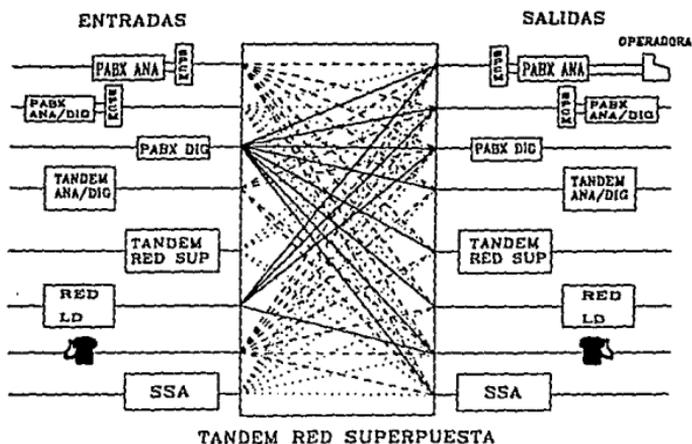


FIG 5.4 Casos de Tráfico del TDM , RDI

La relación entre las entradas y salidas que se observaron en la figura anterior, forman los siguientes casos :

- 1.- Conmutador analógico via SPCM.
- 2.- Conmutador analógico o digital via SPCM con marcación directa.
- 3.- Conmutador digital con o sin marcación directa.
- 4.- Tandem analógico.
- 5.- Tandem digital.
- 6.- Tandem de red superpuesta.
- 7.- Red de larga distancia.
- 8.- Abonados de Tandem de red superpuesta.
- 9.- Central autónoma de baja capacidad.

La tabla 5.1 muestra los casos de tráfico permitidos a través de un tandem de la red superpuesta.( RDI )

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		PABX ANA SPCM	PABX ANA/DIG SPCM	PABX DIG	TANDEM ANA	TANDEM DIG	TANDEM RED/SUP	RED LD	ABONADO TANDEM RED/SUP	SSA	
1	PABX ANA SPCM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2	PABX ANA/DIG SPCM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	PABX DIG	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4	TANDEM ANA	X	X	X	NA	NA	NA	NA	X	X	
5	TANDEM DIG	X	X	X	NA	NA	NA	NA	X	X	
6	TANDEM RED/SUP	X	X	X	NA	NA	NA	NA	X	X	
7	RED LD	X	X	X	NA	NA	NA	NA	X	NA	
8	ABONADO TANDEM RED/SUP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9	SSA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

TABLA 5.1 Tráfico permitido

Por los motivos anteriores se considera que RDI, tiene múltiples ventajas como plataforma de lanzamiento de nuevos servicios a través de la RDSI.

### 5.5. Plan estratégico para la introducción de la RDSI en México.

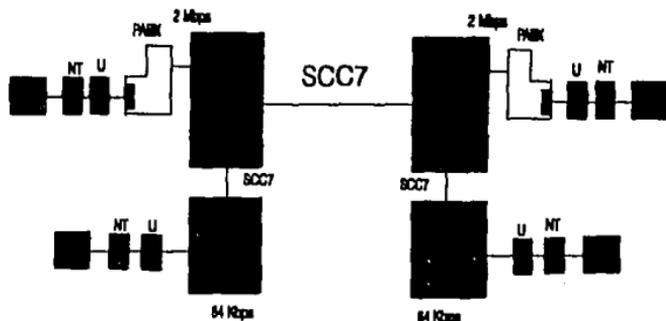
Dada la complejidad y múltiples actividades que comprende la introducción de una RDSI, es necesario detallar un plan estratégico que permita evolucionar de la mejor manera la planta actual hacia una RDSI.

#### 5.5.1. Fase I, Servicios PRE-RDSI

Esta etapa comprende el inicio de actividades necesarias para la puesta en marcha de el proyecto y ofrecer comercialmente enlaces conmutados a 64 Kbps.

Dada la importancia de proporcionar estos servicios a nuestros grandes usuarios a la brevedad posible y que la planta de RDI cuenta con infraestructura para

disponer comercialmente en el corto plazo de servicios PRE-RDSI, en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, se propone iniciar de inmediato las actividades necesarias para ofrecer este servicio :



## SERVICIOS PRE-RDSI A TRAVÉS DE UN ENLACE DE 64 Kbps CONMUTADO

TABLA 5.2 Servicios PRE-RDSI

### 5.5.2. Fase I, Servicios a ofrecer.

En esta fase de proyecto se ofrecerán los siguientes servicios :

#### 5.5.2.1 Servicios portadores.

- Servicio portador modo circuito a 64 Kbps sin restricción.
- Servicio portador modo circuito a 64 Kbps para audiofrecuencias.

La tabla siguiente indica las características y atributos de cada servicio :

ATRIBUTO	64 kbps SIN RESTRICCIÓN	64 kbps PARA AUDIOFRECUENCIA
Velocidad	64 Kbps	64 Kbps
Tipo	Datos Digitales	Voz / Audio
Sentido	Bidireccional	Bidireccional
Configuración	Punto a Punto	Punto a Punto
Establecimiento	Llamada a Llamada	Llamada a Llamada
Protocolo	D	D

TABLA 5.3 Atributos de Servicio

### 5.5.3 Teleservicios

Para esta primera fase se proponen los siguientes teleservicios :

- Telefonía 300-3400 Hz
- Telefax grupo III
- Teletex
- Videotex
- Audiovideotex

Nota : En algunos servicios se deberá trabajar con protocolo canal D.

#### 5.5.4 Servicios Suplementarios

- **Presentación de llamada :** Para llamadas de entrada a un abonado, el es informado de la llamada incluso si los recursos estan saturados.
- **Identificación de llamada :** Permite al usuario conocer el número de origen y esto facilita tener mayor información de gestionar sus comunicaciones, por lo que puede atender con mayor prontitud alguna llamada importante proveniente de otra persona, máquina de mensajes, servidor, etc.
- **No identificación de llamada :** Permite que un usuario no envíe su identificación a otro abonado.

#### 5.5.5 Conclusiones Fase I Pre-RDSI

Esta Fase I del proyecto de RDSI tendrá un desarrollo de tal manera que asegurará la continuidad y evolución de los servicios de comunicaciones avanzadas. Además, formará la base para el ofrecimiento de la totalidad de servicios RDSI a los usuarios que así lo requieran, más sin embargo ya en la Fase I se comercializarán una serie de servicios que en la actualidad tienen gran demanda y no han podido ser atendidos. Otra característica sobresaliente de esta fase es el adquirir la experiencia necesaria como administración telefónica para desarrollar, implementar, comercializar y operar los servicios de comunicaciones de más alto avance tecnológico. La Fase I tiene además otra característica de gran importancia, consiste en construir una infraestructura básica y necesaria para la explotación de servicios RDSI, con la propiedad de que en la mayoría el equipamiento empleado será el mismo en las diversas etapas de evolución de RDSI, permitiendo así una óptima utilización de todos los recursos utilizados.

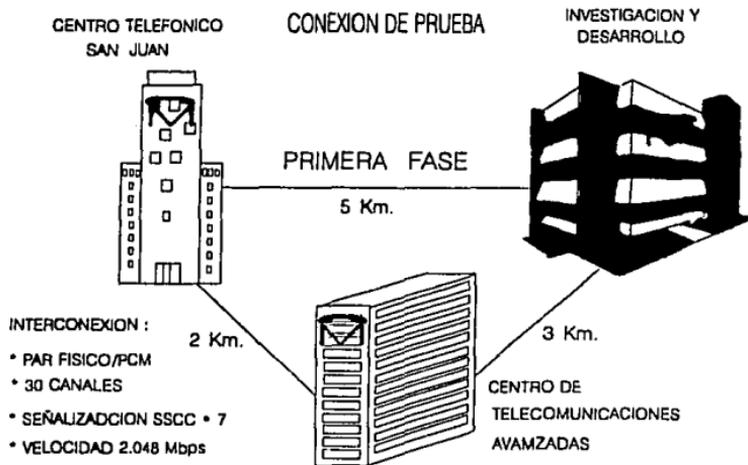


FIG 5.5 RDSI, Primera Fase

## 5.6 Fase II Servicios RDSI

Esta etapa del proyecto comprende la preparación de la planta telefónica para proporcionar servicios RDSI a través de accesos primarios y básicos.

REQUERIMIENTOS	ACCESO A 64 Kbps (equipamiento)	ACCESO A 2 Mbps (equipamiento)	DISPONIBILIDAD
Señalización No. 7	En Central Parte Usuario de Telefonía (TUP)	En Central Parte Usuario de Telefonía (TUP)	SI
Tarjeta abonado a 64 Kbps	En Central	En PABX	SI
Interface "U"	En Central	En PABX	SI
Equipos Terminales	Usuario	Usuario	SI

FIG 5.6 Requerimientos Fase II

### 5.6.1 Servicios a ofrecer

#### ACCESOS BASICOS A TRAVES DE CONCENTRADORES REMOTOS

Consiste en ofrecer accesos básicos "2B+D" a través de un concentrador remoto RDSI. Este tipo de acceso comprende dos canales B duplex de 64 Kbps para voz y datos, además, de un canal D duplex de 16Kbps para señalización y opcionalmente transmisión de paquetes de baja velocidad.

#### ACCESOS PRIMARIOS PARA LA CONEXION DE PABX DIGITALES

Consiste en ofrecer accesos primarios "30b+D" desde una central para la conexión de PABX RDSI, este acceso comprende 30 canales duplex de 64Kbps para voz y datos, además de un canal duplex de 64 Kbps para señalización. Este acceso tiene una velocidad total de 2048 Kbps.

### 5.6.2 Servicios de valor Agregado

- **ENLACE CONMUTADO A 64 Kbps** : Enlace conmutado de alta velocidad que permite la transmisión de datos, imágenes, textos, etc.
- **Señalización usuario a usuario** : Permite intercambiar información entre dos abonados para proporcionar facilidades adicionales.
- **Subdireccionamiento** : Ofrece una capacidad de direccionamiento adicional e independiente del plan de numeración.
- **Identificación de la línea que llama** : Para llamadas entrantes, se informa el número del abonado llamante.
- **Marcación directa entrante** : Un abonado perteneciente a un PABX, teniendo esta facilidad, puede ser llamado, sin la intervención de la operadora.

### 5.6.3 Descripción de actividades

- **Sincronización** : todas las centrales que proporcionen servicios RDSI, deberán estar sincronizadas de acuerdo al plan estratégico de sincronización de TELMEX.
- **Especificaciones SCC No. 7 (ISUP)** : Con objeto de ofrecer toda la gama de servicios de una RDSI, es necesario contar con especificaciones nacionales para la ISUP.
- **Especificaciones RDSI** : Permitir la integración completa de centrales, PABX, interfaces, terminales de red y terminales RDSI.
- **Normalización de equipos** : Todos los proveedores de equipos deberán adoptar las especificaciones nacionales para canal común (TUP/ISUP) y RDSI.
- **Definición de la RDSI Nacional e Internacional (TUP/ISUP)** : Esta actividad comprende la definición de las centrales que integrarán la RDSI nacional e internacional.
- **Prueba de la "Parte de Usuario de Servicios Integrados (ISUP)"** : Consiste en realizar las pruebas en maqueta de la especificación nacional.
- **Interfaces "U","S", terminales de red y terminales RDSI** : Probar en colaboración con los proveedores todos los equipos para asegurar que cumplen con las normas nacionales y pueden ofrecer todos los servicios.
- **Pruebas** : En esta etapa del proyecto deberán probarse exhaustivamente todos los equipos y servicios que proporciona una RDSI.
- **Estudio de Mercado** : Consiste en detectar la demanda de nuevos servicios que pueden ofrecerse a través de una RDSI.
- **Equipamiento de PRA y BRA** : Equipar las centrales RDSI y los concentradores con los accesos primarios y básicos, respectivamente, necesarios para el lanzamiento del proyecto .

- **Capacitación** : Adquirir los conocimientos necesarios de las áreas de Ingeniería, Operación, Mantenimiento y Ventas que permitan administrar adecuadamente la red y ofrecer una alta calidad de servicio.
- **Estrategías de comercialización** : Preparar las políticas de comercialización con las cuales se venderá el servicio.
- **Procedimiento de facturación** : Preparar el Sistema de facturación para cada uno de los servicios RDSI.
- **Comercialización** : Esta etapa comprende el lanzamiento del servicio RDSI a los usuarios.

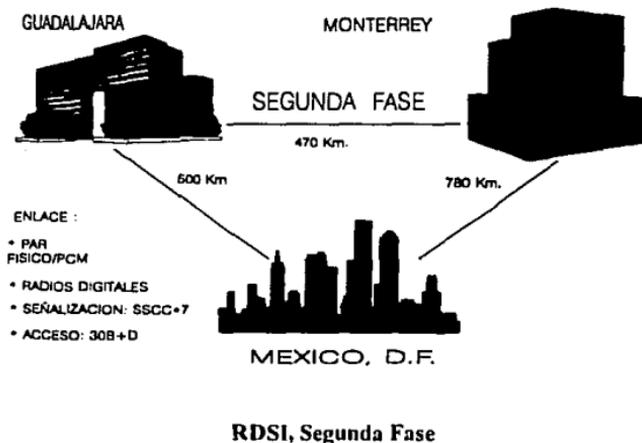
En esta fase se consolida la evolución de la planta telefónica hacia una red completamente digital la cual permitirá integrar todos los servicios en una Red Digital de Servicios Integrados.

## CONCLUSIONES

La conclusión de este proyecto tiene como objetivo "Garantizar a los grandes usuarios una solución integral a sus requerimientos de telecomunicaciones a través del ofrecimiento de servicios de telefonía y transmisión de datos a altas velocidades, incluyendo nuevos servicios de valor agregado con un alto grado de disponibilidad y confiabilidad".

Además, México debe preparar el escenario que le permita contar con una infraestructura a la altura de las mejores administraciones telefónicas a nivel mundial con la finalidad de enfrentar exitosamente la próxima apertura comercial del país en el área de telecomunicaciones.

## CONEXION INTERURBANA



BIBLIOGRAFIA

**R.J BERT MURPHY**

"Telecommunication Network Tecchnical Introduction"

Ed. Hawar W. Sam & Company

**C. ALLERBORG**

"ISDN MD110 and the World of ISDN"

Ed. Ericsson Business Communication

Ingeniero **FRANCISCO ARTEAGA**

"RDSI Arquitectura y Equipo de Conmutaciòn

Ed. Alcatel Indetel

**CLOST, M. AND VOMSCHEID, A.**

"Main Characteristics of the ISDN"

**ACKZELL, L.**

"Evolution of the ISDN"

**PO CHEN**

"How to make the most of ISDN'S new Lapd Protocol"

**CAPACITACION TECNOLOGICA DIGITAL**

"Red ISDN"

Ed. Telmex S.A. de C.V.

**BARTEE, T.**

"Digital Communications"

**FREEMAN ROGER, L-**  
**"Telecommunication System Engineering , Analog and Digital Network Design"**  
**Ed. Jhon Wiley & Sons,Inc.,New York**

**WILLIAM STALLINGS**  
**"ISDN an Introduction "**  
**Computer Science**  
**Maxwell Macmillan International Editions**