



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**



5  
2ej

**“R. D. S. I. EN SISTEMA 12”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A N :**

**JOSE LUIS BARBOSA PACHECO  
ANGELICA MARIA GALVAN SANCHEZ  
VICTOR MANUEL NEGRETE MONTEJO  
MARTIN SERENO TORRES JIMENEZ**

**ASESOR :**

**ING. JOSE LUIS RIVERA LOPEZ**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**1994**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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. 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:

"R.D.S.I. en Sistema 12"

que presenta el pasante: José Luis Barbosa Pacheco,  
con número de cuenta: 8209428-9 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con:  
Angélica María Galván Sánchez, Víctor Manuel Negrete Montaña, Martín Sereno Torres.

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 9 de Diciembre de 1973

PRESIDENTE Ing. Luis B. Sol González  
VOCAL Ing. José Luis Rivera López  
SECRETARIO Ing. Jorge Buendía Gómez  
PRIMER SUPLENTE Ing. No. de Lourdes Maldonado López  
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Juan González Vega



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA 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:

"R.O.S.I. en Sistema 12".

que presenta la pasante Angélica María Galván Sánchez.

con número de cuentas 7906747-4 para obtener el TÍTULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista.

; en colaboración con:

José Luis Barbosa Pacheco, Martín Sereno Torres Jiménez, Víctor Manuel Negrete

Montejo.  
Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN 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 9 de Diciembre de 1993

PRESIDENTE Ing. Luis B. Sol González

VOCAL Ing. José Luis Rivera López

SECRETARIO Ing. Jorge Ruandío Gómez

PRIMER SUPLENTE Ing. Mo. de Lourdes Maldonado López

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Juan González Vega



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



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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:  
"R.D.S.I. en Sistema 12"

que presenta el pasante: Victor Manuel Negrete Montejo  
con número de cuenta: 7421558-4 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con:  
Angélica María Galván Sánchez, Martín Sereno Torres Jiménez, José Luis Barbosa

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios <sup>Pacheco</sup> 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 9 de Diciembre de 199<sup>3</sup>

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA 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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE  
EXÁMENES PROFESIONALES

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

AT'Ni: 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:  
"R.D.S.I. en Sistema 12"

que presenta el pasante: Martín Sereno Torres Jiménez  
con número de cuenta: 8205946-4 para obtener el TÍTULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista; en colaboración con:  
Angélica María Galván Sánchez, Victor Manuel Negrete Montejo, José Luis Barbosa  
Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios <sup>Pacheco</sup> para  
ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos  
nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE.  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 9 de Diciembre de 1993

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	_____

<b>INDICE</b>	<b>Página</b>
<b>PROLOGO</b>	<b>I</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>III</b>
<b>CAPITULO 1. PRINCIPIOS DE TELEFONIA</b>	
1.1. INTRODUCCION	1
1.2. SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES	1
Señal Analógica	2
Señal Digital	3
1.3. TRANSMISION DIGITAL	4
1.4. MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS (PCM)	6
Muestreo	6
Cuantificación	8
Codificación	9
1.5. CODIGOS DE TRANSMISION	9
No Retorno a Cero (NRZ)	10
Inversión de Marcas Alternas (AMI)	10
Alta Densidad Bipolar Exceso en 3 (HDB3)	10
1.6. MULTIPLEXACION POR DIVISION DE TIEMPO (TDM)	12
Estructura de la Trama de 32 Canales	13
1.7. SINCRONIZACION	14
Sincronización de Bits	14
Sincronización de la Trama	15
<b>CAPITULO 2. PLANES FUNDAMENTALES DE TELEFONIA</b>	
2.1. INTRODUCCION	17
2.2. PLAN FUNDAMENTAL DE CONMUTACION	17
Terminología	18
Estructura Urbana	20
Estructura Suburbana	21
Estructura Interurbana	23
Estructura Internacional	27
2.3. PLAN FUNDAMENTAL DE NUMERACION	29
Terminología	30
Aparatos Telefónicos	31
Numeración del Abonado	32
Numeración de la RDSI	38
2.4. PLAN FUNDAMENTAL DE SEÑALIZACION	39
Terminología	40
Niveles de Señalización	40
<b>CAPITULO 3. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS</b>	
3.1. INTRODUCCION	54
3.2. EVOLUCION	55
Típos de Redes	58
3.3. SERVICIOS	60
3.4. REQUERIMIENTOS Y TRANSMISION	64
Tranmisión y Conmutación Digital	68

<b>3.5. MODELO DE INTERCONEXION DE SISTEMAS ABIERTOS (OSI)</b>	<b>70</b>
Estructura	70
<b>3.6. SEÑALIZACION POR CANAL COMUN Nº. 7 (CCSN7)</b>	<b>75</b>
Red de Señalización CCSN7	77
Modos de Señalización	79
Composición y Estructura del Protocolo	80
Etiquetado de los Mensajes de Señalización	83
<b>CAPITULO 4. IMPLEMENTACION DE RDSI EN SISTEMA 12</b>	
<b>4.1. INTRODUCCION</b>	<b>90</b>
<b>4.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SISTEMA 12</b>	<b>91</b>
<b>4.3. HARDWARE DEL SISTEMA 12</b>	<b>95</b>
Arquitectura	95
Red Digital de Conmutación	98
Elemento de Control (CE)	103
Módulos Terminales	104
<b>4.4. TECNICAS Y PRINCIPIOS DEL SOFTWARE</b>	<b>111</b>
Máquinas Virtuales	111
Mensajes	113
Máquinas de Mensajes Finitos (FMM)	113
Máquinas de Soporte del Sistema (SSM)	119
Procedimientos de Interfase	120
Interfases Genéricas	121
Base de Datos	122
<b>4.5. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA RDSI</b>	<b>124</b>
Concentrador de RDSI (ICON)	128
Módulo de Troncales RDSI (ITM)	135
Módulo de Abonados RDSI (ISM)	139
Módulo de Conmutación de Paquetes (PSM)	144
SACE para Abonados RDSI	150
Módulo de Canal Común (CCSM)	151
<b>CAPITULO 5. EQUIPAMIENTO Y DISTRIBUCION</b>	
<b>5.1. DIMENSIONAMIENTO</b>	<b>157</b>
Dimensionamiento del Concentrador (ICON)	157
Dimensionamiento del Módulo de Conmutación de Paquetes (PSM)	160
Dimensionamiento del Módulo para Troncales RDSI (ITM)	163
Dimensionamiento del ACE para Datos RDSI (IDMACE)	163
Dimensionamiento del ACE para Operación y Mantenimiento (IOMACE)	163
Dimensionamiento del ACE para Señalización N.7 (SACEN7O)	163
Dimensionamiento del Módulo de Abonados RDSI (ISM)	164
Dimensionamiento del Módulo por Canal Común (CCSM)	166
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>173</b>

## PROLOGO

El estado actual de las telecomunicaciones en México y en el mundo, así como sus expectativas a corto, mediano y largo plazo, crean la necesidad de elaborar trabajos que difundan los adelantos tecnológicos en ésta importante rama y que a su vez, motiven estudios más profundos y dedicados que contribuyan de igual manera al desarrollo de las telecomunicaciones.

Este trabajo es un intento por dar a conocer uno de los nuevos desarrollos en el campo de la telefonía, para tal efecto presentamos la implementación de la Red Digital de Servicios Integrados (R.D.S.I.) en el sistema 12, ya que de alguna manera todos los participantes estamos en contacto, colaborando al desarrollo y difusión del mismo en México. La R.D.S.I. en sistema 12 es el enfoque principal del presente trabajo, pero antes de entrar propiamente en el tema, queremos proporcionar primero los elementos necesarios para la comprensión del mismo.

Para lograr nuestro objetivo, en el capítulo uno, presentamos conceptos fundamentales de telefonía que van desde el conocimiento de las señales analógicas y digitales hasta la Codificación por Modulación de Pulsos (PCM) que es empleada en la transmisión de información.

El segundo capítulo es de especial interés no sólo a los estudiosos de las telecomunicaciones, sino de todos aquellos que se preguntan ¿Cómo están organizadas las centrales telefónicas en México?, ¿A través de cuantas centrales pasa una llamada antes de alcanzar el destino?, ¿Cómo se asigna la numeración en una central? y ¿Qué tipos de señalización se está usando entre centrales?. La respuesta a todas éstas preguntas las encontramos en el capítulo dos, el cual presenta los planes fundamentales de conmutación, numeración y señalización. Estos planes son un conjunto de normas técnicas que permiten operar como sistema y facilitar la interconexión de equipos de diferentes proveedores.

El capítulo tres proporciona el concepto y las características de la R.D.S.I., comenzando con la evolución de la red telefónica nacional hacia una red totalmente digital y posteriormente integrar todas las redes de telecomunicaciones existentes para formar propiamente la R.D.S.I. que es el objetivo inmediato de la administración telefónica. En el mismo capítulo se exponen los servicios ofrecidos con ésta nueva tecnología y las ventajas que se presentan al implantarla, así como los métodos de transmisión y los requerimientos para llevar a cabo ésta. Podemos

encontrar también la estructura y principios del modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI), además contiene también una explicación amplia y detallada de los sistemas de señalización utilizados en la red.

Después de haber tratado los temas básicos para la comprensión del presente trabajo, en el capítulo cuatro entramos de lleno a la implementación de la R.D.S.I. en el sistema 12; el cual es un sistema completamente digital, desarrollado a partir de 1976, para redes de telefonía pública y de transmisión de datos. En el capítulo comenzamos por definir las características hardware y software del sistema 12. La característica fundamental del sistema 12 parte del principio de que el hardware y el software están divididos en módulos funcionales pertenecientes a distintos niveles. Para terminar con este capítulo se listan los requerimientos funcionales para la implementación de R.D.S.I. usando módulos diseñados para este fin y pertenecientes al sistema 12.

El quinto y último capítulo, presenta la reglas de dimensionamiento y el equipo necesario, resultante de éstas, que se utilizan para la implementación de la R.D.S.I. en centrales de sistema 12, en base a los datos de tráfico y especificaciones de la central.

## INTRODUCCION

La implantación de los conceptos y técnicas de la RDSI en el sistema 12 se ha realizado gracias al diseño y tecnología avanzada con que fue concebido. La arquitectura totalmente distribuida, procesamiento distribuido, flexibilidad para agregar módulos hardware y software y comunicaciones internas por circuitos o paquetes; son las características del sistema 12 que permiten la fácil y rápida implantación de éstos nuevos servicios telefónicos.

La historia de las comunicaciones se ha visto alterada continuamente con la aparición de nuevas y más complejas necesidades provocadas por el natural desarrollo tecnológico de los últimos tiempos.

El uso cotidiano del teléfono parecía satisfacer por completo los requerimientos de comunicación del hombre; sin embargo, con la cada vez mayor cantidad de información a ser transmitida se buscaron nuevos medios que facilitaran esa labor con un alto grado de eficiencia y rapidez. De ésta forma, aparecieron las redes de telecomunicaciones con usos específicos, de acuerdo a los requerimientos, con la tarea de transmitir ya no tan sólo voz, sino también datos o paquetes de datos.

Las redes de datos por conmutación de circuitos o paquetes, las redes privadas, etc., son ejemplo de ello.

En los últimos años, la evolución técnica de las telecomunicaciones ha sido influenciada por tres factores claves: la introducción de circuitos digitales, la conmutación por programa almacenado y la técnica de señalización por canal común. Esto ha facilitado la integración de señales de voz y datos sobre la misma red elevando la calidad de servicio, reduciendo el costo, agilizando y sofisticando el control de las llamadas.

A nivel empresarial, la década de los 90's plantea nuevos retos y oportunidades para las administraciones telefónicas (particularmente para Teléfonos de México) en el sentido de incorporar a su planta, la continua evolución y diversificación de tecnologías, servicios y aplicaciones, así como el incesante crecimiento de los usuarios de las diversas redes existentes. Para con los usuarios, la administración tiene el compromiso de cubrir adecuadamente la creciente demanda de nuevos servicios como son: transmisión de datos en grandes volúmenes y a altas velocidades, videotexto, fax, videoconferencia y nuevos servicios de telefonía.

Asimismo, es importante para la empresa prepararse adecuadamente para atender rápida y eficientemente éste nascente mercado y competir con los diferentes proveedores de redes, sin perder de vista el enorme compromiso adquirido a raíz de la próxima apertura comercial.

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) resulta ser la solución al problema de manejar diferentes redes para tantos usos individuales. Su característica esencial de integrar todas las redes de telecomunicaciones existentes y por desarrollarse en una sólo red, la hacen una poderosa herramienta de comunicación a todos los niveles: desde simples usuarios telefónicos hasta los llamados "grandes usuarios", empresas, y demás usuarios que requieran tener acceso a servicios especializados.

La RDSI, calificada como la Red del Siglo XXI, se constituye como una evolución de una Red Digital Integrada (RDI) para funciones de telefonía a la que progresivamente se le incorporan otras funciones adicionales y características de otras redes especializadas, como la de datos (con conmutación de circuitos y conmutación de paquetes).

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) es un vehículo para el transporte simultáneo de voz digitalizada y de diversos tipos de tráfico de datos sobre los mismos caminos de transmisión y por las mismas centrales digitales. Esta red común que integra la telefonía con servicios no telefónicos se basa en los principios siguientes:

- Comunicación totalmente digital de terminal a terminal.
- Protocolo de señalización común para el acceso de los abonados (voz y datos).
- Sistema de señalización único y muy potente entre centrales.

Los requisitos fundamentales que permitirán la realización de la RDSI comprenden la definición y aceptación universal de los siguientes conceptos:

- Un modelo de referencia de interfases y protocolos escalonados para efectuar el intercambio de información de una manera confiable. Para asegurar la confiabilidad del intercambio de información se emplea el modelo de referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI).

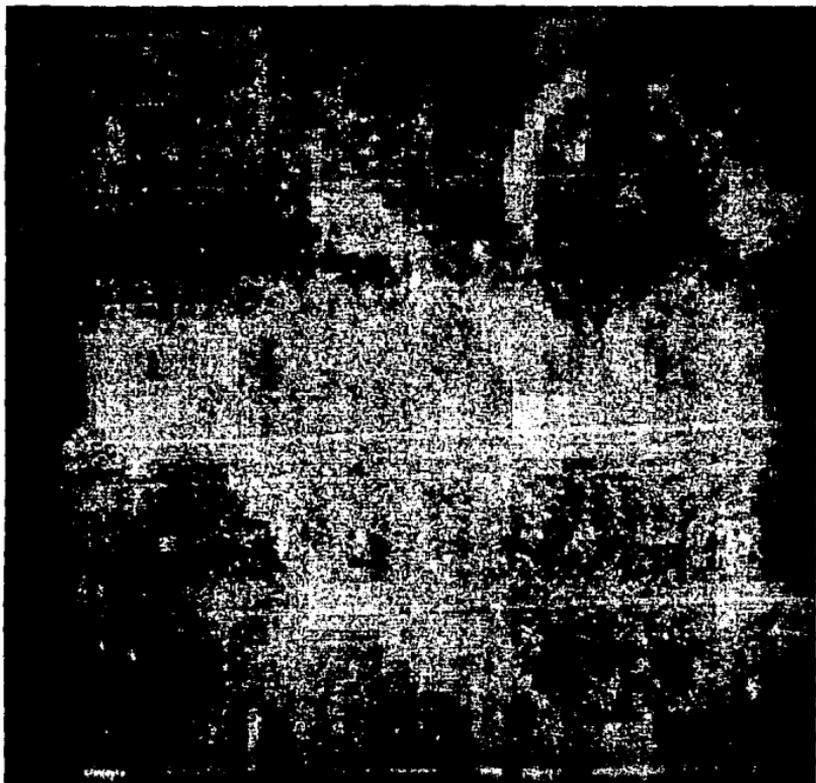
- Las características de transmisión para voz, datos y señalización dentro de la red y para el acceso de abonados. La transmisión de voz, datos y señalización dentro de la red tiene las siguientes características: Sistema de transmisión digital PCM de primer orden (2048 Kbps y 32 canales), la velocidad básica del canal es 64 Kbps y el protocolo de señalización usado es CCITT No.7. Por otra parte, la transmisión entre abonado y central RDSI tiene las características de : Dedicación de canales B y D para transmisión de voz, datos y señalización y canal fundamental B operando a 64 Kbps para datos conmutados por circuitos y por paquetes.
- Las especificaciones de las interfases para permitir el acceso a la RDSI y a la red de los diferentes tipos de terminales de abonado. Para éste fin, el CCITT ha definido dos tipos de accesos de abonado a la RDSI llamados: Acceso Básico y Acceso de Velocidad Primaria. Los interfases básicos y bloques de protocolo funcionales que permiten el acceso del abonado a la RDSI comprenden: Equipo terminal tipo 1 (TE1), equipo terminal tipo 2 (TE2), adaptador de terminal (TA), terminación de red tipo 1 (NT1), terminación de red tipo 2 (NT2), terminación de línea (LT) y terminación de central (ET).
- Las características de la línea del abonado para conectarlo a la RDSI.
- El tipo de plan de numeración para identificar el tipo de servicio ó terminal de los abonados.
- El plan de tarificación para los diversos servicios RDSI.
- Las estructuras de protocolos y configuración de red para interactuar con redes y equipos existentes.

El hecho de que el hardware y el software estén divididos en módulos funcionales de distintos niveles e independientes entre sí y que las interfases usadas para conectar éstos módulos estén normalizadas, facilita la introducción de una nueva tecnología sin hacer cambios en la arquitectura del sistema.

El hecho de que las centrales sistema 12 conectadas a la red telefónica ya sean totalmente digitales, permite fácilmente la implementación de la RDSI añadiéndole algunos módulos.

# CAPITULO 1

## PRINCIPIOS DE TELEFONÍA



## 1.1. INTRODUCCION

La telefonía digital ha venido a reemplazar en la actualidad, a la telefonía analógica, la cual estaba basada para su funcionamiento en los equipos electromecánicos del pasado.

Este cambio a sido posible gracias a la computación y a la codificación de las señales en forma binaria, lo cual permite el manejo de la información con extraordinaria rapidez, a través de un recurso técnico conocido como Modulación por Codificación de Pulsos (P.C.M.), que opera en la transmisión y transcripción de la información en forma digital, esto es, empleando una serie de dígitos binarios.

Las ventajas más importantes que ofrece el empleo de los sistemas digitales sobre los sistemas analógicos son:

- Menor sensibilidad a la distorsión e interferencia.
- Conmutación más fácil de instrumentar .
- Diferentes tipos de señales pueden ser tratadas como señales idénticas en conmutación y transmisión.
- En un enlace digital P.C.M. se pueden transmitir varios canales telefónicos por un mismo circuito, ya que se utilizan 30 canales por un par de hilos telefónicos.
- El equipo digital ocupa solamente el 25% del espacio convencional.

## 1.2. SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES

Cuando hablamos de señales electrónicas podemos decir que son de dos tipos, las Analógicas y Digitales.

## SEÑAL ANALÓGICA

En las señales llamadas analógicas, tenemos que al ser procesadas electrónicamente se comportan en forma análoga al fenómeno físico original (ver fig.1.2.1).

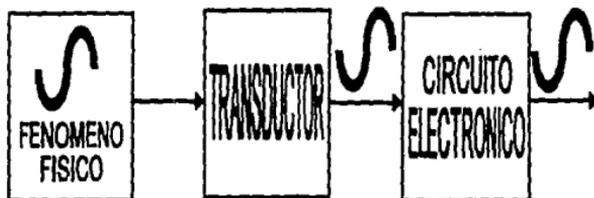


Figura 1.2.1. Señal analógica

En una señal analógica los valores de ésta están limitados, al transductor para su empleo ó transmisión.

Ejemplo de una típica señal analógica es aquella que proviene del micrófono de un aparato telefónico.(ver fig.1.2.2).

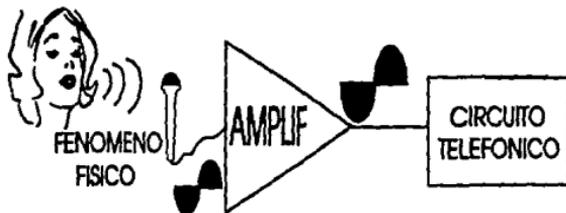


Figura 1.2.2. Señal analógica

Esta señal se transportará a través de unas líneas; sin embargo, en su trayectoria influirán una serie de factores tales como ruido, interferencia, atenuación, etc., que la deformarán deteriorando la información contenida en ella. Para evitar esto, se emplean amplificadores en el trayecto de la señal, los cuales no son muy eficientes puesto que al amplificar la señal, también el ruido y las interferencias pueden ser amplificadas, si no se cuenta con otros dispositivos que las filtren. Debido a esto, fué necesario buscar un método de transmisión más eficiente.

Podemos decir que, en términos generales una señal analógica es aquella que para cada instante  $t$  tiene un valor determinado, por lo tanto tendremos un número infinito de valores en la señal, así como características propias como son la amplitud, la frecuencia y el periodo (Como se muestra en la figura 1.2.3).

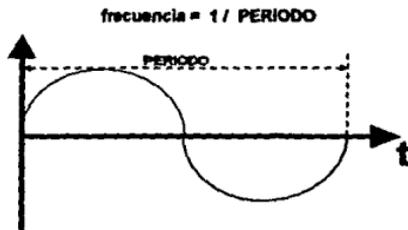


Figura 1.2.3. Señal analógica

## SEÑAL DIGITAL

La señal digital o más propiamente el término digital está asociado principalmente con los dispositivos digitales los cuales emplean señales que son continuas en un determinado periodo de tiempo y están limitadas a un conjunto de valores discretos permitidos. Esto significa que la señal digital se construye con un número finito de valores, es decir, sólo dos estados uno (1) ó cero (0), (vease la figura 1.2.4).

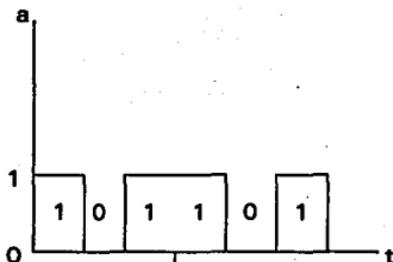


Figura 1.2.4. Señal digital

### 1.3. TRANSMISION DIGITAL

Con el invento del primer telégrafo se inicia el uso de señales digitales para la transmisión de mensajes.

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 pulsos para analizarlos y medir su amplitud o su posición en el tiempo.

De manera fundamental el objetivo de un sistema de transmisión digital, es transmitir la información en un lapso preestablecido con un mínimo de errores. Así, la velocidad de señalización y la probabilidad de error juegan un importante papel en la transmisión digital.

Es normal pensar de una señal digital como en algo que es una hilera de pulsos rectangulares de amplitudes discretas, y en efecto, ésa es a menudo la forma en que viene de una fuente de datos.

En la figura 1.3.1. se observa porqué la transmisión digital es preferida a la analógica.

Cuando un ruido se suma a la señal analógica, es difícil de regenerar la señal original; ésto es diferente para las señales digitales.

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

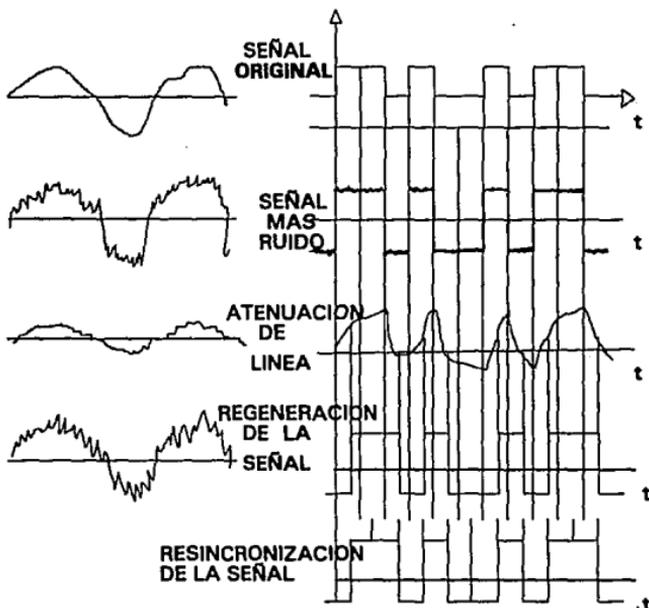


Figura 1.3.1. Transmisión digital

## 1.4. MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS (PCM)

La modulación es la alteración sistemática de una onda portadora de acuerdo con el mensaje (señal moduladora) y puede ser también 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 (PCM) en las redes de enlace. Todo esto ha sido una de las razones para la introducción de la conmutación digital.

La modulación de pulsos es un proceso discontinuo o discreto, en el sentido de que los pulsos aparecen sólo en ciertos intervalos de tiempo. Por eso la modulación de pulsos se adapta mejor a los mensajes que son discretos por naturaleza. Con la ayuda del muestreo las señales que varían continuamente pueden ser transmitidas sobre portadoras pulsadas.

En la modulación codificada, ocurre una transformación digital, por medio de la cual el mensaje se cambia de un lenguaje simbólico a otro. Si el mensaje es originalmente una función continua del tiempo, debe ser muestreado y digitalizado (cuantificado) antes de ser codificado.

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.

### MUESTREO

Con la ayuda del muestreo, las señales que varían continuamente pueden ser transmitidas sobre portadoras pulsadas.

En los sistemas de audio la señal es transportada en forma continua a lo largo de una portadora, aunque se puede emplear un número finito de puntos discretos para transmitir la misma señal.

La modulación de pulsos se refiere a la transmisión de los valores muestra en vez de enviar la señal en forma continua.

La señal de voz está limitada a un rango de entre 300 a 3400 Hz, y la señal de muestreo (portadora) es una señal pulsante con una frecuencia de 8 kHz.

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 producto de ruido o parásitas 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  $f_s=8\text{kHz}$ , dando un intervalo de 125  $\mu\text{s}$  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 ( $f_{\text{max}}$ ) para que no exista un traslape en las muestras de frecuencia :

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

ó

$$f_s = 2 f_{\text{max}}$$

Si  $f_s$  es menor que  $f_{\text{max}}$ , una buena reconstrucción de la señal será imposible (ver fig 1.4.1).

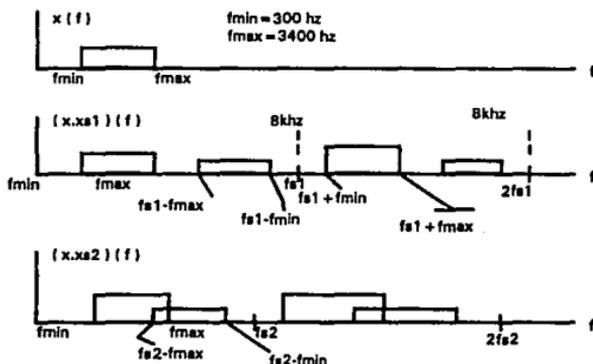


Figura 1.4.1. Banda de voz muestreada

## CUANTIFICACION

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 dos 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 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.

Quantización no lineal: Se desarrolló para obtener una relación "señal a ruido" de un valor constante para cualquier valor de la señal. Los niveles de cuantización tienen que ser seleccionados de un modo logarítmico. Los niveles de ruido altos pueden ser permitidos para señales muestreadas con un nivel alto así como también para señales con un nivel pequeño.

Para lograr ésta cuantificación se emplean 2 curvas:

- Curva de la ley "A", usada en Europa.
- Curva de la ley " $\mu$ ", usada en E.U.A.

### **CODIFICACION**

Después del proceso de cuantización cada una de las muestras de la señal tiene ya asignado un determinado valor el cual será representado a través de impulsos binarios (impulsos con dos niveles). Dichos valores serán representados mediante códigos. Existen muchos códigos diferentes pero los más usados son mencionados a continuación.

### **1.5.CODIGOS DE TRANSMISION**

Para enviar señales digitales se han desarrollado los códigos de transmisión. Los buenos códigos de transmisión tendrán las siguientes características:

- El promedio de componentes de corriente directa (CD) introducido en la línea debe ser de 0V CD ya que ésto incrementará enormemente la distancia a ser cubierta por el sistema. Este problema es únicamente encontrado para transmisión de larga distancia mayor a un km.
- El bit de reloj debe ser enviado hacia el receptor, usando un reloj distribuido por separado o teniendo transiciones frecuentes en la señal.

Los siguientes códigos son usados frecuentemente.

## **NO RETORNO A CERO (NRZ)**

En éste código de transmisión un cero puede ser por un voltaje negativo y un uno por un voltaje positivo. Sin embargo las desventajas son :

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

Este código es extremadamente simple no requiriendo hardware adicional. Esto normalmente será usado para cortas distancias de transmisión, por ejemplo, dentro de una central telefónica con un sistema de distribución de reloj separado.

## **INVERSION DE MARCAS ALTERNAS (AMI)**

Ya que el código NRZ no es conveniente para transmitir a largas distancias (alta componente de CD), se ha desarrollado el código AMI para uso de transmisión en largas distancias, el propósito de éste código es reducir el continuo nivel de CD en la línea a cero volts.

En éste código un cero será representado por cero volts y un uno por un potencial alternado 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, éste 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.

Para resolver éste problema, otro código a sido desarrollado, llamado alta densidad bipolar exceso en 3 (HDB3).

## **ALTA DENSIDAD BIPOLAR EXCESO EN 3 (HDB3)**

Este código inserta pulsos de violación cuando más de 3 ceros llegan sucesivamente. El lado transmisor inserta éstos pulsos, los cuales son detectados y eliminados por el receptor.

Los pulsos de violación son insertados dependiendo del número de pulsos que han pasado, y dependiendo del signo del último pulso (después de la 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 a insertarse son:

		NUMERO DE PULSOS	
		IMPAR	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; ésto es necesario ya que de otro modo el receptor no puede detectar éste 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 éste 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 figura 1.5.1. se muestran los diferentes códigos de transmisión.

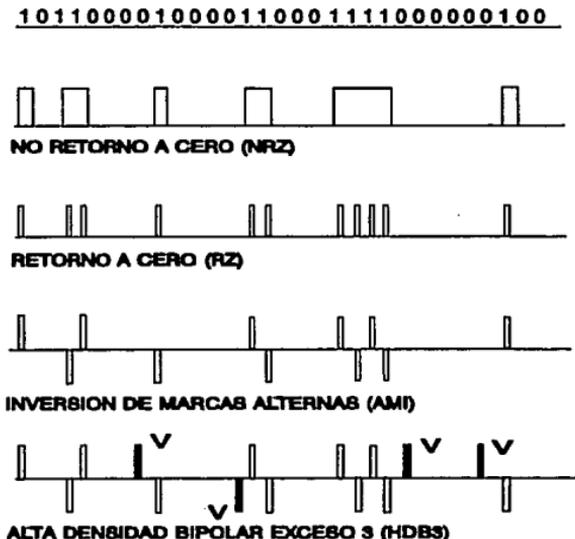


Figura 1.5.1. Códigos de transmisión

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

Problemas de transmisión fueron encontrados en los años treinta con la introducción de la comunicación a larga distancia. Aunque los amplificadores (repetidores analógicos) permitían a los sistemas de transmisión compensar la atenuación, las transmisiones a larga distancia eran aún de muy mala calidad.

Esta mala calidad fué causada por la transmisión de ruido adicionada en la comunicación. Esos cambios de amplitud son entonces amplificados en cada etapa de amplificación hasta que son claramente audibles.

Las compañías de telecomunicaciones comenzaron a buscar un nuevo sistema de transmisión que eliminara la transmisión de ruido. La telefonía digital permitió combinar nuevas técnicas de multiplexación por división de tiempo (TDM) y el uso de la transmisión digital, en la cual cada muestra de voz fué representada por un código binario. Esto resultó en un bajo costo de los sistemas de transmisión y una importante reducción de ruido.

### ESTRUCTURA DE LA TRAMA DE 32 CANALES

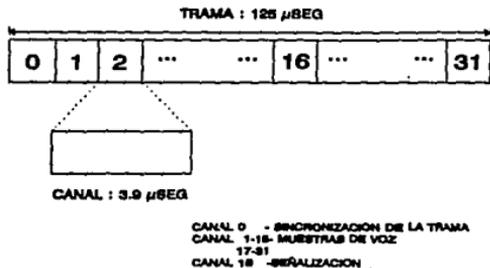
Usando un sistema TDM, un gran número de comunicaciones puede ser combinado en una portadora. Cada comunicación está representada por una serie de muestras, cada una de las cuales se representa en la forma de un código digital. En Europa ha sido estandarizado y aceptado por el Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT) un sistema TDM de 32 canales. Cada canal tiene 8 bits. Esta estructura es llamada trama y tiene 256 bits. Una llamada es asignada a un canal en una trama semejante. Como una señal de abonado es muestreada cada 125  $\mu$ seg ( $f_s=8000$ hz), un abonado debe de ser capaz de enviar 8 bits cada 125  $\mu$ seg y la duración de un canal es de:

$$\frac{125\mu}{32} = 3.906\mu\text{seg}$$

La velocidad de transmisión de la cadena del PCM es de 256 bits en 125  $\mu$ seg, lo cual corresponde a 2.048 Mbits/seg.

De un total de 32 canales, únicamente 30 pueden ser usados para señales de voz. Esta es la razón por la que ésta 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.

La estructura de la trama y la asignación de los canales se muestra en la figura 1.6.1.



**Figura 1.6.1. Estructura de la trama**

## 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.

### SINCRONIZACION 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 cómo encontrar la mitad del bit.

La sincronización de bits puede ser lograda en 2 formas:

- Enviar la señal de reloj a todos los puntos donde el PCM es recibido. Esto requerirá una conexión especial de reloj (distribución de reloj).
- Introducir bastantes transiciones en la información para sincronizar a un nivel de bit.

### SINCRONIZACION 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. 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 (por ejemplo, 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 amarrar 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).

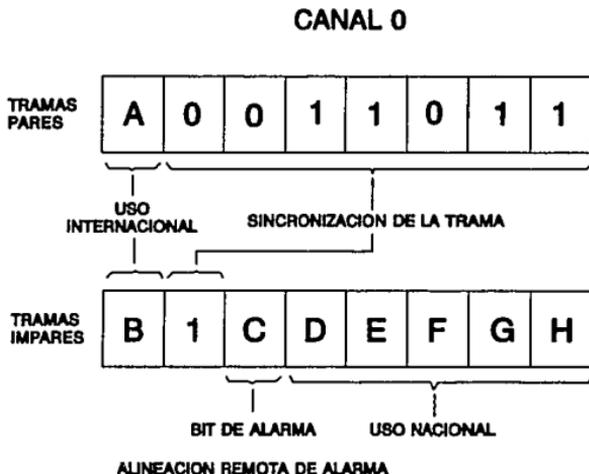
El patrón A0011011 es usado por las tramas pares y el patrón B1CDEFGH es usado para tramas impares.

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 figura 1.6.2)

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, éstos son entonces puestos a 1.

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



**Figura 1.6.2. Tramas impares**

# CAPITULO 2

## PLANES FUNDAMENTALES DE TELEFONÍA



## 2.1. INTRODUCCION

Los planes fundamentales son un conjunto de normas técnicas que le permiten a la planta telefónica cumplir con su objetivo de establecer llamadas al operar como sistema, propiciando la interconexión de equipos de diversos proveedores y tecnologías en el marco de las políticas de calidad de servicio de TELMEX.

La condición de "sistema" que tiene la planta telefónica para garantizar la adecuada interrelación de los equipos, el compromiso de garantizar una calidad de servicio adecuada para el establecimiento de llamadas y el mantenimiento de conversaciones inteligibles, así como la automatización del servicio local y larga distancia para identificar abonados y permitir la comunicación hombre-máquina y máquina-máquina, hacen necesario la existencia de los planes fundamentales como una base sobre la que ha de girar el sistema telefónico. Además, no debe perderse de vista la diversidad de proveedores a nivel mundial que han de homologar y homogeneizar las características de operación de los equipos y el avance tecnológico, que promueve una constante adecuación del funcionamiento de la planta telefónica.

Son 5 los planes fundamentales: plan fundamental de conmutación, plan fundamental de numeración, plan fundamental de señalización, plan fundamental de transmisión y el plan fundamental de sincronización. Para propósitos del presente trabajo se han de mencionar sólo los planes fundamentales de conmutación, numeración y señalización.

## 2.2. PLAN FUNDAMENTAL DE CONMUTACION

El objetivo del plan fundamental de conmutación es determinar la estructura del servicio automático a nivel urbano, interurbano e internacional con el fin de optimizar el flujo de tráfico a través de sus enrutamientos, y de adecuar el grado de congestión permitida de acuerdo

a las políticas económicas y de servicio de TELMEX para cursar las llamadas.

Deben mencionarse las siguientes premisas para el plan fundamental de conmutación :

- Se considera como horizonte de vigencia del plan el año 2000.
- Se considera la red jerárquica como la más adecuada para manejar el tráfico en un sistema telefónico.
- El número máximo de niveles jerárquicos que puede tener la red de larga distancia en el lapso de tiempo comprendido es de tres.
- Las normas que considera este plan, consideran exclusivamente el servicio automático.

## **TERMINOLOGIA**

**Central Local (CL):** Central automática que realiza directamente conexión entre abonados pertenecientes a la misma área urbana.

**Unidad Remota de Líneas (RSU):** Equipo opcional de una central local digital que ha de desarrollar la conexión, operación, supervisión y concentración de líneas de abonados distantes y de la conversión analógica/digital de la señal de voz.

**Central Tándem (CT):** Central automática que maneja tráfico de tránsito originado o terminado en centrales locales, subordinadas a ella.

**Central Automática de Larga Distancia (CALD):** Central automática que cursa tráfico de tránsito interurbano originado o terminado en centrales subordinadas a ella, las cuales pueden ser centrales locales u otros CALD.

**Central Mixta (CM):** Central digital que ejecuta las funciones de central local y de central tandem ó CALD, simultáneamente.

**Paso de Concentración (PACO):** Paso de selección cuya función principal es optimizar el manejo de tráfico Larga Distancia (L.D.) originado en la red local hacia su CALD superior.

**Paso de Dispersión (PADIS):** Paso de selección cuya función principal es optimizar el tráfico L.D. terminado en la población en la que se encuentra mediante su distribución a las diferentes centrales locales.

**Enrutamiento:** Definición de la trayectoria que ha de seguir el tráfico telefónico para establecer llamadas entre dos centrales.

**Troncal:** Enlaces urbanos a dos o cuatro hilos dependiendo del medio de transmisión, para el manejo de tráfico entre centrales.

**Circuito:** Enlace por el cual se establecen llamadas telefónicas de larga distancia entre dos poblaciones.

**Congestión:** Estado de un grupo de órganos telefónicos, durante el cual todos están ocupados y no es posible manejar más llamadas por ellos.

**Vía de Alto Uso:** Grupo de troncales o circuitos dimensionados para operar con alta utilización, los cuales en estado de congestión desbordan tráfico sobre otra vía predeterminada.

**Vía Final:** Grupo de troncales o circuitos dimensionados para operar con baja utilización y sin opción de desbordar tráfico.

**Red Jerárquica:** Sistema que agrupa bajo una estructura de más de dos niveles prioritarios a las centrales que componen la red telefónica.

**Oficina Terminal (OT):** También conocida por central local, proporciona servicio automático en una población. Una población puede tener una sola central local para su servicio. En éste caso la central recibe el nombre de Oficina Terminal Aislada (OTA). Si existen dos o más centrales locales en una misma población, se le conoce como red urbana o red multicentral, y a cada una de ellas se le da el nombre de Oficina Terminal Urbana (OTU).

**Oficina Terminal Suburbana (OTS):** Oficina terminal que da servicio a los abonados localizados en los alrededores (suburbios) de una área metropolitana atendida por una red urbana.

**Centro de Zona (CZ):** Central de larga distancia que maneja el tráfico de las Oficinas Terminales (OT).

**Centro de Area (CA):** Central L.D. que maneja el tráfico de al menos un centro de zona distinto a ella misma.

**Centro Regional (CR):** Central L.D. que maneja el tráfico de tránsito de al menos un centro de área distinto a ella misma.

**Centro Internacional (CI):** Central de L.D. que comunica a la red nacional con redes telefónicas de otros países. Puede ser exclusivamente para tráfico internacional o proporcionar simultáneamente tráfico nacional.

**Centro Suburbano (CS):** Central automática que maneja tráfico de tránsito originado o terminado en OTS.

## **ESTRUCTURA URBANA**

Se considera en las redes urbanas el empleo de un nivel jerárquico de tránsito llamado centro tándem, el cual se utiliza como elemento de optimización en el manejo del tráfico en la red, por lo que su aplicación dependerá de una economía en la inversión.

En redes multicentrales con tándems, se utiliza el concepto de rutas alternativas, operando a base de vías de alto uso y finales. Toda vía de alto uso tendrá asignada una vía sobre la cual desbordará tráfico; ésta vía puede ser de alto uso o final.

En las poblaciones que tienen un tándem, el plan de enrutamiento para enlazar a dos centrales OTU será como sigue (ver figura 2.2.1):

1. Ofrecer el tráfico sobre la vía directa.
2. Ofrecer el tráfico a través del tándem que controla a la central destino.
3. Ofrecer el tráfico a través del tándem propio de la central.

Si se usa esta última alternativa, el enrutamiento desde el tándem a la central destino será:

1. Por vía directa.
2. A través del tándem que controla a la central destino.

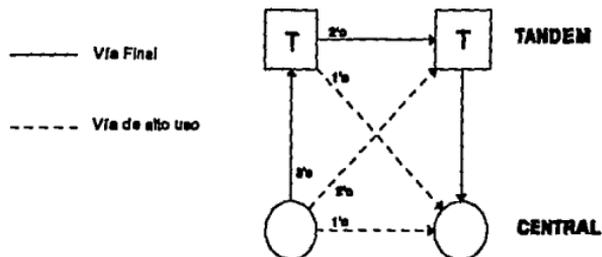


Figura 2.2.1. Plan de enrutamiento en una red urbana.

Las vías de alto uso se dimensionarán con un valor de congestión que optimice el costo de enlaces directo y alternativo, en función del volumen de tráfico que requiera canalizar. Esta congestión variará del 0.5% y 30% de probabilidad de que no se pueda manejar una llamada y por lo tanto sea desbordada.

Las vías finales serán dimensionadas para una congestión máxima de 0.5% de probabilidad de que se pierda una llamada.

La probabilidad máxima de encontrar congestión entre dos OTU no deberá exceder de 3%.

Para enlazar a dos centrales analógicas, no es permitido el uso de más de dos tandems. Para el caso de centrales digitales se manejará el tráfico en base al principio de red superpuesta en el cual se crearán dos redes separadas con el objeto de reducir al mínimo las conversiones analógica/digital. Ambas redes se enlazarán por medio de un tandem digital. Para el manejo de tráfico de larga distancia, las centrales urbanas podrán hacerlo a través de su propio CALD o mediante el uso de centrales PADIS o PACO.

## ESTRUCTURA SUBURBANA

Se considera el empleo de un nivel jerárquico de tránsito llamado centro suburbano, el cual se utiliza como un elemento de optimización en el manejo de la red.

El plan de enrutamiento entre dos OTS (figura 2.2.2) para una estructura urbana con dos centros suburbanos será como sigue:

1. Ofrecer el tráfico por vía directa.
2. Ofrecer el tráfico por medio del CS que controla a la central destino.
3. Ofrecer el tráfico a través del CS propio de la central.

Si se usa ésta tercera alternativa, entonces el enrutamiento desde el CS será:

1. Por vía directa.
2. A través del CS que controla a la central destino.

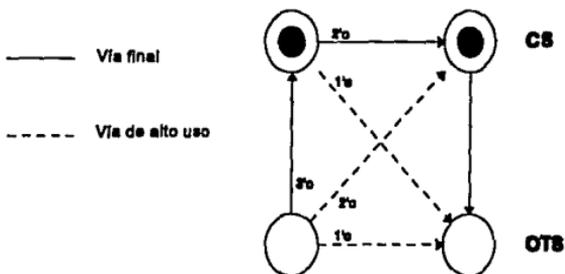


Figura 2.2.2. Plan de enrutamiento en una estructura suburbana

Para el manejo de tráfico urbano, las centrales suburbanas podrán hacerlo a través del CS, el cual se enlazará a:

- El CALD de la red urbana correspondiente cuando ésta última no contiene un tándem.
- El tándem de la red urbana correspondiente.

Para el manejo de tráfico de L.D., las centrales suburbanas podrán hacerlo a través del CS o directamente a su CALD.

### **ESTRUCTURA INTERURBANA**

En la red de larga distancia de Teléfonos de México S.A., se consideran tres niveles jerárquicos para sus centros de conmutación:

**CENTRO REGIONAL (CR)**

**CENTRO DE AREA (CA)**

**CENTRO DE ZONA (CZ)**

De ésta manera, todo centro de conmutación automática de larga distancia forzosamente deberá tener asignada una jerarquía de las definidas anteriormente; sin embargo, éstas jerarquías podrán cambiar en forma ascendente a medida que la evolución de las poblaciones del país así lo requieran. Esto implica que todo CALD tenga al menos la jerarquía de centro de zona.

Un CALD con nivel jerárquico de centro de área debe manejar tráfico de tránsito de al menos un centro de zona distinto a él mismo. El CALD con jerarquía de centro de área también tendrá la jerarquía de centro de zona.

Un CALD con nivel jerárquico de centro regional debe manejar tráfico de tránsito de al menos un centro de área.

#### **Plan de enrutamiento para un centro de zona**

Un centro de zona enruta su tráfico a otro centro de zona mediante el siguiente plan (ver figura 2.2.3).

- A. Ofrecer el tráfico a la vía directa entre los dos centros de zona.
- B. Desbordar el tráfico a través del centro de área distante.
- C. Desbordar el tráfico a través del centro regional distante.
- D. Desbordar el tráfico a través del centro regional propio.
- E. Desbordar el tráfico a través del centro de área propio.

El enrutamiento hacia un centro de área será a partir del punto (B) y hacia un centro regional lo será a partir del punto (C).

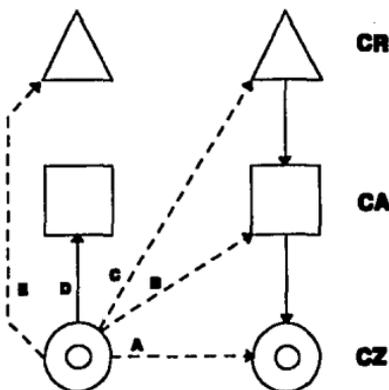


Figura 2.2.3. Plan de enrutamiento: centro de zona.

#### Plan de enrutamiento para un centro de área

Un centro de área enruta su tráfico, a un centro de zona que él no controla (por pertenecer a otra área), a partir del siguiente plan (figura 2.2.4):

- Ofrecer su tráfico a la vía directa con el centro de zona.
- Desbordar el tráfico a través del centro de área distante.
- Desbordar el tráfico a través del centro regional distante.
- Desbordar el tráfico a través del centro regional propio.

El enrutamiento hacia un centro de área será a partir del punto (B) y hacia un centro regional lo será a partir del punto (C).

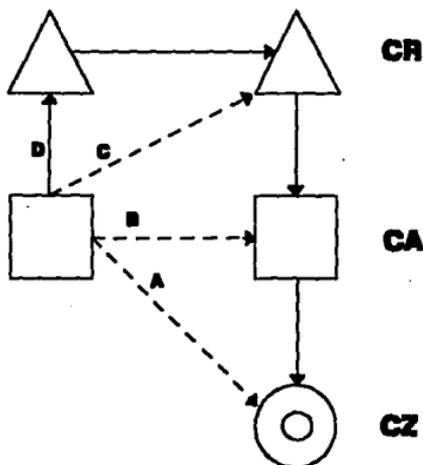


Figura 2.2.4. Plan de enrutamiento: centro de área.

#### Plan de enrutamiento para un centro regional

Un centro regional enruta su tráfico a un centro de zona que él no controla a partir del siguiente plan (Figura 2.2.5):

- A. Ofrecer el tráfico a la vía directa con el centro de zona.
- B. Desbordar el tráfico a través del centro de área distante.
- C. Desbordar el tráfico a través del centro regional distante.

El enrutamiento a un centro de área distante será a partir del punto (B).

Para un centro de zona que pertenezca a la región, se puede ofrecer el tráfico por un enlace directo (D) con desborde al centro de área correspondiente (E).



Los enlaces finales empleados serán dimensionados para una congestión fija máxima de 1% de probabilidad de que se pierda una llamada. La probabilidad máxima de encontrar congestión entre dos OT nunca será mayor al 8% en el caso máximo, a través de las vías finales de éste plan general.

## ESTRUCTURA INTERNACIONAL

La red internacional de TELMEX contempla la utilización de dos tipos de jerarquías, dependiendo si la llamada es a Estados Unidos y Canadá, o si es al resto del mundo.

### Estados Unidos y Canadá

Se cuenta con dos jerarquías en las que se localizan doce centros internacionales, los cuales se enlistan a continuación:

Centro Internacional	Vía Final
México	San Antonio
Reynosa	San Antonio
Cd. Juárez	El Paso
Nogales	San Diego
Tijuana	San Diego
Monterrey	Reynosa
Chihuahua	Cd. Juárez
Hermosillo	Nogales
Guadalajara	Nogales
Celaya	Cd. Juárez
Puebla	México
Acapulco	México

### Resto del mundo

Se cuenta con dos centros internacionales para manejar éste tipo de tráfico:

CI-1 México

CI-1 Tulancingo

### Enrutamiento Internacional

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

Para enlaces a Estados Unidos y Canadá, el tráfico internacional de las regiones se enruta y enrutará de acuerdo a la siguiente tabla:

Región	Centro Internacional
Celaya	Cd. Juárez
Cortacoacalcos	México
Córdoba	México
Culiacán	Nogales
Chihuahua	Cd. Juárez
Guadalajara	Nogales
Hermosillo	Nogales
Mérida	México
México	México
Monterrey	Reynosa
Oaxaca	México
Puebla	México
Tijuana	Tijuana

Para el enrutamiento del tráfico al resto del mundo se plantean dos posibilidades: que el tráfico se termine en el CI distante (figura 2.2.7.), ó que se utilice un Centro de Tránsito (CIX) para establecer llamadas (figura 2.2.8). En ambos casos la salida de México o Tulancingo será a base de una vía final.

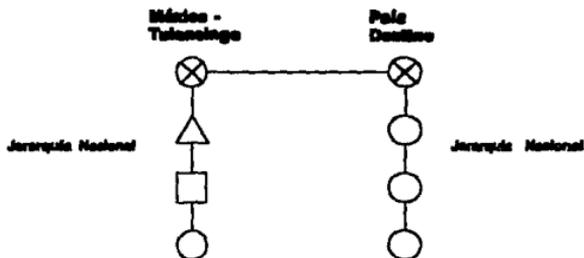


Figura 2.2.7. Enrutamiento Internacional a través de un CI.

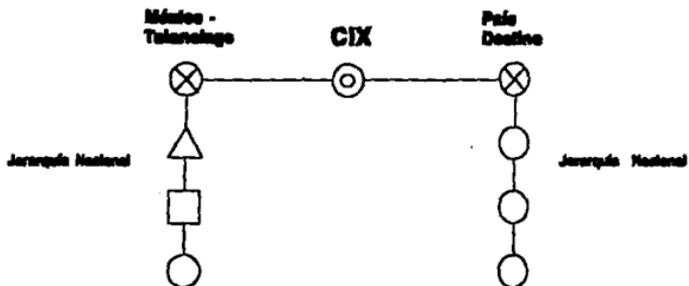


Figura 2.2.8. Enrutamiento internacional por un CIX.

### 2.3. PLAN FUNDAMENTAL DE NUMERACION

El objetivo del plan fundamental de numeración es la estructuración, asignación y administración de códigos de identificación que permitan acceder a los abonados, servicios y facilidades de la red TELMEX, contemplando un período suficientemente grande para minimizar las modificaciones en la planta telefónica y garantizar su crecimiento. Cada abonado, servicio y facilidad debe tener una única identificación a nivel nacional e internacional.

Deben tenerse en consideración las siguientes premisas para el plan:

- Se considera el año 2000 como vigencia del plan.
- Se toma como referencia la cobertura geográfica de las jerarquías del plan fundamental de conmutación.
- La introducción de la RDSI será gradual y progresiva.

## TERMINOLOGIA

**Usuario:** Persona que usa la red TELMEX para su comunicación con otra persona o máquina.

**Abonado:** Persona física o moral que mediante contrato con TELMEX dispone de un dispositivo terminal (como un teléfono) dentro de sus instalaciones para acceder a la red TELMEX.

**Facilidad:** Cualquier servicio que la red TELMEX ofrece al usuario además del servicio básico de telecomunicación.

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

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

**Número Internacional o Mundial:** Número que ha de marcar o solicitar el abonado de la red para acceder al abonado, servicio o facilidad de otro país. Comprende de la clave internacional/mundial y el número nacional destino.

**Clave Internacional o Mundial:** También conocida como Indicativo de país, es la combinación de dígitos que identifican al país de destino.

**Número Nacional:** Número que ha de marcar o solicitar el abonado de una cierta red urbana para acceder a otro abonado, servicio o facilidad de la red nacional, pero perteneciente a una red urbana distinta de donde se origina la llamada. Comprende de clave lada y número local.

**Clave Lada (C.L.):** Dígito o dígitos que identifican a cada una de las zonas de numeración consideradas en la red nacional, donde cada zona puede tener una o más RU.

**Número Local:** Conocido por Número de Directorio (ND), identifica a cada abonado conectado a la misma RU. Comprende de serie de central y número interno de la central.

**Serie de Central:** Dígito(s) que identifica(n) a un conjunto de 10000 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 mismo nodo de conmutación local.

**Número de Abonado RDSI:** Combinación de dígitos que identifican a cada entidad conectada a una RDSI.

**Subdirección RDSI:** Sucesión de dígitos que ofrece una capacidad de direccionamiento adicional distinta y fuera del plan de numeración RDSI y que se transfiere a las instalaciones del abonado. Se considera una longitud máxima de 32 dígitos.

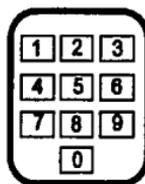
### APARATOS TELEFONICOS

El acceso a abonados, servicios y facilidades de la red TELMEX se realiza mediante la marcación de dígitos y signos. Existen dos tipos de dispositivos telefónicos para las funciones de marcación: aparato telefónico con emisión de impulsos y aparato telefónico con emisión de doble tono multifrecuencia.

Para el aparato telefónico con emisión de impulsos sólo se consideran los dígitos 1 - 9 y 0. Este tipo de dispositivos pueden ser de disco dactilar ó de teclado. La disposición de los dígitos se muestra en la figura 2.3.1.



A) DISCO DACTILAR



B) TECLADO DE IMPULSOS

**Figura 2.3.1.** Disposición de dígitos: Aparato de impulsos.

Para el aparato telefónico con emisión de Doble Tono Multifrecuencia (DTMF), se consideran los dígitos 1 - 9 y 0, los símbolos (\*), (#), así como la letra (R), conforme a la disposición mostrada en la figura 2.3.2.

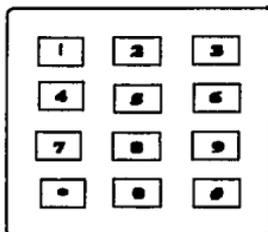


Figura 2.3.2. Disposición de dígitos: Aparato de DTMF.

Para facilitar el servicio "LADA por cobrar", S-800, se considera el uso de letras en los aparatos telefónicos. En este caso, la asignación queda como sigue:

1 -	6 - MN
2 - ABC	7 - PRS
3 - DEF	8 - TUV
4 - GHI	9 - WXY
5 - JKL	0 - OQZ

#### NUMERACION DEL ABONADO

Para la numeración de abonados se considera una cierta cobertura geográfica, la cual debe delimitarse de acuerdo a los siguientes puntos:

- Coincidencia con la cobertura geográfica de las jerarquías del plan de conmutación.

- Cuando el punto anterior sea impráctico, los límites se establecerán siguiendo aspectos geográficos como carreteras, elevaciones de terrenos, ríos, lagos, etc.
- Requerimientos de tasación
- Configuración de la red instalada.

### Número Internacional/mundial

El número internacional/mundial no debe excederse de 12 dígitos, comprendiendo la clave internacional/mundial y el número nacional. Así, México tiene asignada la clave internacional 52 como indicativo de país, por lo que a nivel nacional podemos llegar a tener 10 dígitos para la identificación de abonados. En el presente plan se considera una numeración nacional cerrada a 8 dígitos, teniendo 2 dígitos de reserva y una numeración local abierta que puede ser a 5 , 6 ó 7 dígitos. La estructura del número internacional/mundial se muestra en la tabla 2.3.1.

NUMERO INTERNACIONAL (DIEZ DIGITOS)	
CLAVE INTERNACIONAL (**) (Ocho dígitos)	NUMERO NACIONAL (Ocho dígitos)
52	A B C d e f g h

\*\* Clave internacional para México.

Tabla 2.3.1. Número internacional/mundial

### Número nacional

El número nacional es cerrado a ocho dígitos (A,B,C,D,E,F,G,H) y se forma de clave LADA y número local, como se muestra en la tabla 2.3.2.

A B C D E F G H NUMERO NACIONAL (ocho dígitos)		
NUMERO LOCAL (siete, seis o cinco dígitos)		
Clave LADA (C) (uno, dos o tres dígitos)	Serie de Central (S) (tres, dos o un dígito)	Número interno de Central (X) (cuatro dígitos)

Tabla 2.3.2. Número nacional

La clave LADA puede estar formada de uno, dos o tres dígitos dependiendo del número de centrales locales cubiertas. De ésta manera, si la clave LADA es a 3 dígitos, se pueden cubrir hasta 8 OT, si es a 2 dígitos, se pueden cubrir hasta 80 OT y si la clave LADA es a 1 dígito se cubren hasta 800 centrales OT.

Una determinada clave LADA no puede ser compartida por dos o más centros de zona; debe ser asignada a un solo CZ, aunque éste puede tener más de una C. L., dependiendo de la demanda.

Las claves LADA asignadas a servicios específicos se denominan Claves LADA Especiales (CLE); un caso de CLE es el 800, la cual está asignada para el servicio "LADA por cobrar".

El número local identifica a los abonados que pertenecen a una misma RU, pudiendo estar formado por 5, 6 ó 7 dígitos (numeración abierta) y se forma de serie de central y número interno de la central, como se muestra en la tabla 2.3.3.

Núm. de dígitos del Número de Directorio	NUMERO LOCAL			
	Serie de Central			Número Interno de Central
7	S1	S2	S3	X1 X2 X3 X4
6	S1	S2		X1 X2 X3 X4
5	S1			X1 X2 X3 X4

Tabla 2.3.3. Número local.

El número de dígitos de la serie de central depende del número de centrales que existan en la RU; así, tenemos que si la serie de la central tiene un solo dígito, se tendrán de 1 a 8 centrales, si tiene dos dígitos, tendremos de 1 a 80 y finalmente, si tenemos una serie de central con 3 dígitos, se tendrán de 1 a 800 centrales. La serie de central solo puede tener los dígitos 1 al 8 en la posición S1, debido que el 0 y 9, como primer dígito tienen funciones especiales; el 0 identifica a los servicios especiales y el 9 para los prefijos de acceso al servicio de LADA.

Para el servicio suburbano se deberá utilizar el dígito 8 como primer dígito de las series de las centrales que se encuentran operando en aquellas RU con numeración local a seis o siete dígitos.

El número interno de central siempre será a 4 dígitos.

#### **Regiones de numeración nacional**

De acuerdo a la distribución de los centros regionales, considerados en el plan de conmutación, las regiones geográficas de numeración se asignan de la siguiente manera:

<b>Region de Numeración</b>	<b>Centro Regional</b>
1	Chihuahua, Monterrey, Mexico
2	Puebla, Córdoba
3	Guadalajara
4	Celaya
5	México
6	Culiacán, Hermosillo, Tijuana
7	México
8	Monterrey
9	Oaxaca, Coahuila, Mérida
0	RESERVA

### Prefijos de acceso al servicio LADA

Para llamadas de larga distancia automática debe marcarse el prefijo 9T (T = 0,1,2,...,9) correspondiente al tipo de llamada y a la aplicación que se requiera acceder, seguido del número de abonado ya sea nacional o internacional/mundial. Los formatos de marcación para el servicio LADA se muestran en la siguiente tabla.

LLAMADA		MARCACION
APLICACION	TIPO	PREFIJO DE ACCESO (9T) + NUMERO DE ABONADO
Nacional	Teléfono a Teléfono	91 + Ocho dígitos ( Nacional )
	Persona a Persona	92
Internacional ( Norteamérica )	Teléfono a Teléfono	95 + Diez dígitos ( Norteamérica )
	Persona a Persona	96
Mundial ( Resto del Mundo )	Teléfono a Teléfono	98 + Núm. de dígitos del País de
	Persona a Persona	99 Destino

Los prefijos 90, 93 94 y 97 se encuentran en reserva.

Tabla 2.3.4. Servicio LADA.

### Servicios especiales

Para acceder a los servicios especiales se marca el código de acceso de dos dígitos con el formato 0X, en donde X=1,2,...,9 y 0. La asignación de códigos se muestra en la tabla 2.3.5.

CODIGO	APLICACION
01	Información Nacional: Número de abonados en otras ciudades.
02	Servicio Larga Distancia Nacional (Vía operadora). (*)
03	Hora Exacta proporcionada con grabación. (*)
04	Información local de números no incluidos en el directorio. (*)
05	Servicio de quejas. (*)
06	Radio Patrulla y Cruz Verde.
07	Información Gubernamental. (**)
08	En poblaciones fronterizas con E.E.U.U. se utiliza para servicio AB toll. En algunas centrales OTA's para manejo de tráfico de sus agencias (Zona).
09	Servicio de Larga Distancia Internacional vía operadora. (*)
00	Usado para pruebas de timbre del aparato telefónico. (***)

(\*) Se proporciona en toda población con servicio automático.

(\*\*) Se proporciona sólo en la R.U. de la Ciudad de México.

(\*\*\*) Para la Ciudad de México se utiliza el Código 001

Tabla 2.3.5. Servicios especiales.

### Servicio LADA por cobrar (servicio 800)

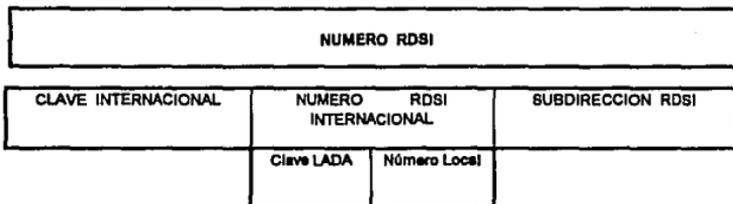
Esta opción permite a los abonados suscritos a ella, la posibilidad de aceptar llamadas de larga distancia con cargo a ellos. La cobertura de éste servicio puede extenderse no solo a nivel nacional sino también al ámbito internacional o mundial.

El formato de marcación del servicio LADA por cobrar consta de la clave LADA especial 800 seguido de un identificador de suscriptor. Para acceder el servicio, tendrá que marcarse un prefijo de acceso 9T dependiendo de la aplicación considerada. De ésta forma, a nivel nacional se marcará 91-800, a nivel internacional (Norteamérica) se marcará 95-800, y a nivel resto del mundo se usará 98-800. En todos los casos se marcará al final el número del suscriptor.

## NUMERACION DE LA RDSI

La numeración de la red digital de servicios integrados puede desarrollarse a partir de la numeración de la red telefónica, por lo que la CCITT recomienda usar como identificación de la RDSI de un determinado país, la clave internacional o mundial del mismo.

El número RDSI está formado por el número RDSI internacional y subdirección RDSI, como se muestra en la tabla 2.3.6.



**Tabla 2.3.6. Número RDSI.**

El subdireccionamiento no forma parte del plan de numeración; de ser necesario, el abonado llamante enviará el subdireccionamiento en la fase de establecimiento de la conexión, pero será transparente para RDSI TELMEX.

El número RDSI se asigna al punto de referencia "T" o "S" (figura 2.3.3) pero solamente identificará una interfase física o bien una virtual.

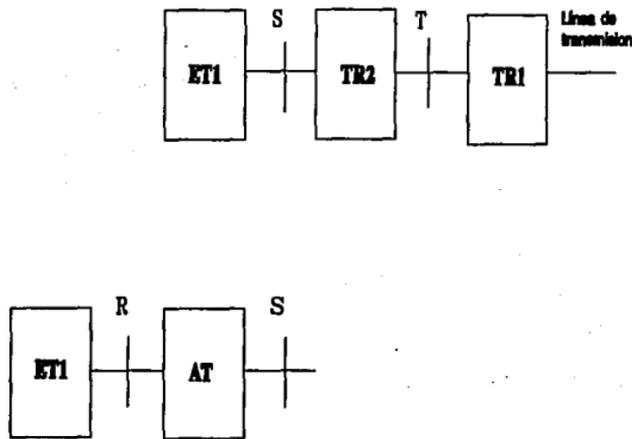


Figura 2.3.3. Número RDSI

## 2.4. PLAN FUNDAMENTAL DE SEÑALIZACION

La automatización del servicio telefónico requiere el empleo de señales susceptibles de ser entendidas por los equipos que integran la planta telefónica para lograr el establecimiento de las comunicaciones.

El objetivo del plan de señalización es determinar las características y utilización de éstas señales durante un lapso de tiempo suficientemente grande, evitando al mínimo las modificaciones en la planta telefónica.

## **TERMINOLOGIA**

**Señalización:** Es el intercambio de información en la red telefónica, por medio del cual es posible establecer y controlar las comunicaciones telefónicas. La señalización se efectúa entre abonado y central y entre centrales.

**Red Telefónica:** Conjunto de nodos de conmutación (centrales telefónicas) y enlaces (troncales ó circuitos) interconectados para dar servicio de telefonía a los abonados (aparatos telefónicos) conectados a ella.

**Sistema de Señalización:** Protocolo que establece el significado, secuencia, temporización y características eléctricas de las señales entre equipos.

**Tipos de señales:** En el proceso de establecimiento de las comunicaciones intervienen 3 tipos de señales: señales acústicas, señales numéricas y señales de línea.

**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 equipos, 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.

**Tasación:** Registro de datos básicos para efectuar el cómputo de la llamada.

**Punto de Tasación:** Lugar dentro de la cadena de conmutación donde se capturan los datos para efectuar la tasación.

## **NIVELES DE SEÑALIZACION**

Desde el punto de vista de la señalización, existen tres niveles de señalización:

- **Nivel de Abonado:** Define las "señales de abonado" que permiten el intercambio de información entre abonado y central. Para ello emplea señales numéricas y acústicas.
- **Nivel de Línea:** Define las "señales de línea" que permiten la ocupación, supervisión y liberación de la red telefónica.
- **Nivel de Registro:** Define las "señales de registro" que permiten el intercambio de información de origen y destino entre centrales.

### **Señales de Abonado**

Emplea dos tipos de señales: Numéricas y Acústicas.

#### **1. Señales numéricas.**

La operación de "marcar" en los aparatos telefónicos se puede realizar por medio de los siguientes medios:

- Disco dactilar.
- Teclado de impulsos.
- Teclado de frecuencias.

La marcación hecha por el disco dactilar y el teclado de impulsos se le denomina "Impulsión decádica". Los impulsos emitidos deberán tener las siguientes características principales:

- Por cada dígito marcado se producirá una cantidad de impulsos (tren de impulsos) equivalente. Por ejemplo, para el dígito 4 se envían cuatro impulsos.
- La pausa interdigital entre cada tren de impulsos deberá tener una duración mínima de 300 mseg.

Para la marcación hecha por los aparatos de teclado de frecuencias, conocida como "DTMF" (Doble Tono de Multi-Frecuencias), la información numérica está compuesta por la emisión simultánea de dos frecuencias dentro del rango de voz. La distribución en el teclado se muestra en la figura 2.4.1. Los dígitos A, B, C y D se tienen en reserva.

FRECUENCIA (HERTZ)	F5	F6	F7	F8
	1208	1336	1477	1633

F1	697	1	2	3	▲
F2	770	4	5	6	■
F3	852	7	8	9	□
F4	941	*	0	#	▶

Figura 2.4.1. Distribución de frecuencias DTMF.

La duración de la emisión de las dos frecuencias que identifican un dígito debe ser mayor a 40 mseg., y la pausa interdígital deberá ser mayor o igual a 40 mseg.

## 2. Señales acústicas.

Las señales acústicas permiten a la central informar al abonado de los distintos estados o solicitudes del sistema con el fin de que proceda a realizar las acciones pertinentes. Se tienen los siguientes tipos de señales acústicas:

- **Tonos:** Se envían al abonado una vez que éste ha levantado su microteléfono. Las señales consideradas son: invitación a marcar, llamada, ocupado, congestión, intervención, llamada en espera e información especial.
- **Repique:** Se utiliza para informar al abonado llamado (B) que tiene una llamada entrante.
- **Mensajes Grabados:** Se mandan al abonado para informarle en forma explícita de los distintos estados del sistema ó solicitudes de acción al abonado. Se dividen en mensajes de servicio (se proporcionan con cargo al abonado), y mensajes informativos (se proporcionan sin cargo al abonado).

## Señales de línea

Este tipo de señales se intercambian entre central y abonado y entre centrales; por consiguiente, tendremos señales de línea de abonado y señales de línea entre centrales.

1. Señales de línea de abonado. A continuación se mencionan las señales de éste tipo más comunes.

- Toma: Señal enviada cuando el abonado llamante (abonado A) descuelga su teléfono para iniciar el proceso de una llamada.
- Desconexión: Se envía cuando el abonado A cuelga su teléfono para terminar una llamada.
- Contestación: Se envía cuando el abonado llamado abonado (B) descuelga su teléfono para contestar una llamada entrante, pasando así al estado de conversación.
- Reposición: Se envía cuando el abonado B cuelga su teléfono para concluir una conversación.
- Recontestación: Se envía cuando el abonado B descuelga su teléfono después de haber enviado una "reposición".

2. Señales de línea entre centrales. Este tipo de señales permiten ocupar, supervisar y liberar los enlaces entre centrales. Se clasifican en dos grupos en función de su dirección, los cuales son:

- 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.
- Señales hacia atrás: Se emiten desde el lado entrante de la central hacia el lado saliente de la central precedente, con la cual está interconectada.

En la figura siguiente (figura 2.4.2.) se muestran los dos tipos de señales.



Figura 2.4.2. Señales de línea entre centrales.

**a. Señales hacia adelante:**

- Toma (Ocupación): Se envía para iniciar el proceso de señalización entre centrales.
- Desconexión: Se envía para ordenar la liberación de la conexión al lado entrante cuando el abonado A, por ejemplo, cuelga o cuando existe una falla en el proceso de señalización.
- Señales de operadora para tráfico semiautomático, como: Ofrecimiento (cuando un abonado, en estado de conversación es intervenido por una operadora), cancelación de oferta (cuando la operadora termina parcial o totalmente su intervención), y rellamada (cuando una operadora llama al abonado B que ha colgado y que fue intervenido previamente).

**b. Señales hacia atrás:**

- Contestación: Se envía para indicar que el abonado B contestó.
- Reposición: Se envía para indicar que el abonado B colgó antes que el abonado A. La emisión de ésta señal arranca la supervisión de tiempo del proceso de recontestación por parte del abonado B.
- Bloqueo: Se envía para indicar que no se puede utilizar el enlace por causas de falla, gestión ó mantenimiento.

- **Desconexión Forzada:** Se envía para indicar que no se cuenta con información numérica suficiente o que se detectó una falla durante el proceso interno del lado entrante. Como respuesta, el lado saliente envía la señal de desconexión.
- **Desbloqueo:** Se envía como reconocimiento a la señal de desconexión y para indicar que la conexión se ha liberado en el lado entrante.
- **Invitación a marcar:** Se envía como reconocimiento a la señal "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, con un periodo de acuerdo a la tarifa correspondiente.

### **Señales de registro**

La red con que opera TELMEX trabaja con un sistema de señalización de registro, basado en las recomendaciones del sistema R2 de la CCITT y han sido ajustadas de acuerdo a los requerimientos nacionales. Las señales de registro también se denominan señales de DTMF.

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 una combinación de dos frecuencias entre seis, el cual se basa en el principio de extremo-extremo (cuando el lado saliente envía al lado entrante de la central de tránsito solo la información necesaria para iniciar el enrutamiento) y/o enlace-enlace (cuando el lado saliente envía al lado entrante inmediato, toda la información de registro relativa a la conexión) con secuencia obligada, es decir, que el lado saliente no puede emitir ninguna otra señal si no ha recibido el acuse de recibo de la primera señal enviada.

El sistema permite el empleo de 15 señales hacia adelante (señales de avance) y 15 señales hacia atrás (señales de mando), mediante la utilización de dos grupos de frecuencias, cada uno de los cuales con una combinación de dos frecuencias entre seis (Tabla 2.4.1).

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

La agrupación y la nomenclatura con la cual se identifican éstos significados se muestra en la tabla 2.4.2.

SEÑALES (*) HACIA ADELANTE	1380	1500	1620	1740	1860	1980
SEÑALES (*) HACIA ATRÁS	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

Tabla 2.4.1. Señales MFC

SIGNIFICADO	SEÑAL DE AVANCE	SEÑAL DE MANDO
PRIMARIO	I	A
SECUNDARIO	II	B
TERCIARIO	III	C

Tabla 2.4.2. Señales de Avance y de Mando.

1. Señales de avance. El uso de señales de avance en función de su significado primario, secundario o terciario se define en la tabla 2.4.3. Cada significado puede tener 15 señales.

SIGNIFICADO	SEÑAL AVANCE	DE	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)

Tabla 2.4.3. Señales de avance.

2. Señales de mando. El uso de las señales de avance en función de su significado primario, secundario o terciario se muestra en la tabla 2.4.4. Cada significado tiene 15 señales. Actualmente, dados los requerimientos de la red telefónica, únicamente se usan las primeras seis señales.

SIGNIFICADO	SEÑAL DE 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

Tabla 2.4.4. Señales de mando.

## 3. Uso de las señales de avance:

1. Información de destino (Abonado B). Se utilizan para transmitir información de destino necesaria para establecer la conexión. La señalización MFC debe empezar siempre con una señal de avance primaria 1 (Ver tabla 2.4.5.).

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACIÓN
1	A) Dígito 1	Dígitos del número del abonado llamado; se utilizan para transmitir la información necesaria para establecer la conexión. Cuando se envían como primer dígito, dichas señales representan el primer dígito del número local llamado.
2	A) Dígito 2	
3	A) Dígito 3	
4	A) Dígito 4	
5	A) Dígito 5	
6	A) Dígito 6	
7	A) Dígito 7	
8	A) Dígito 8	
9	A) Dígito 9 B) Acceso al Sistema LADA C) Indicación de tránsito	Como los dígitos 1,...,8, excepto como primer dígito. Como primer dígito se utiliza para tener acceso al sistema interurbano, seguido de una "T" (T=1,...,0) el cual nos determina el tipo de tráfico y el punto de tasación. Como primer dígito después del punto de tasación nos da la indicación de que el siguiente centro es de tránsito. Como tercer dígito precedido de un código "9T", nos indica: En tráfico nacional el primer dígito de la clave LADA; en tráfico hacia Estados Unidos el primer dígito del código NPP; en tráfico hacia el resto del mundo, el primer dígito del código del país.
10	A) Dígito 0 B) Acceso al Servicio Especial	Como los dígitos 1,...,8, excepto como primer dígito. Como primer dígito se utiliza para tener acceso al servicio especial seguido por un dígito "X" (X=1,...,0) el cual nos indica el tipo de servicio especial requerido.
11	A) Reserva * Acceso al servicio de operadores de interceptación	Cuando el abonado llamado tiene el servicio de abonado interceptado y el equipo requiere acceder el servicio de interceptación que se encuentra localizado en la vía final.
12	A) Reserva * Indicación de tránsito	Después del punto de tasación para indicar que el siguiente centro es de tránsito.
13	A) Reserva * Selección Individual	Se usa para elegir un punto de conmutación específico (selección individual) y tener acceso al equipo de mantenimiento.
14	A) Reserva	
15	A) Reserva	

\* Significado en reserva.

Tabla 2.4.5. Información de destino.

II. Categoría de origen (Abonado A). De acuerdo a los requerimientos técnico-administrativos, el grupo II se subdivide en:

II<sub>6</sub>. - Categoría de Tasación.

II<sub>3</sub>. - Categoría de llamada (extradígito).

II<sub>6</sub>. Categoría de tasación. Se utiliza en llamadas interurbanas para informar al punto de tasación sobre el tipo de tasación que debe recibir el abonado que llama (Tabla 2.4.6). Las señales de éste subgrupo se envían en respuesta a la señal A6 procedente del punto de tasación.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACIÓN
1	A) Reserva	
2	A) Abonado Normal	Abonado normal con acceso a todos los servicios, excepto los códigos 91+ABC+0X (X=1,2,3) registrados para la operadora (Categoría II, -1)
3	A) Alcancia	Teléfono de alcancia con tráfico 02 y 09 por cobrar y debe ser enrutado a posiciones de operadora sin identificación.
4	A) Tiempo y Costo	Abonado que permanentemente ha solicitado dicho servicio. Esta señal indica que debe tomarse al analizador de tarifas en el punto de tasación correspondiente.
5	A) Reserva (*)	Equipo ATME en la red urbana y debe ser enrutado sólo a otro equipo ATME; esta categoría permite el uso de números de abonado normal o claves de servicio especiales para ATME.
6	A) Equipo de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento, y en caso que el abonado esté bloqueado u ocupado, retener los pesos de selección. Dicha categoría debe indicar al equipo de tasación que la llamada es sin cargo.
7	A) Compartido 2	Identificación del abonado No. 2 en líneas compartida.
8	A) Compartido 3	Identificación del abonado No. 3 en líneas compartida.
9	A) Compartido 1	Identificación del abonado No. 1 en líneas compartida.
10	A) Reserva (*)	Posición de operadora sin posibilidad de ofrecimiento si el abonado llamado se encuentra ocupado
11-15	A) Reserva	

(\*) Significado en reserva

Tabla 2.4.6. Categoría de tasación.

II<sub>3</sub>. Categoría de Llamada. Se utiliza en llamadas urbanas e interurbanas para informar a la central de destino o al punto de tasación sobre el tratamiento que debe recibir la llamada (Tabla 2.4.7). Las señales de éste subgrupo se envían como respuesta a la señal A3 procedente de la central destino ó como respuesta a la señal C3 procedente del punto de tasación.

SERIAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Operadora con posibilidad de ofrecimiento	Posición de operadora que tiene posibilidad de ofrecimiento si el abonado llamado se encuentra ocupado (retención de los pasos de selección en la Central Local de Destino).
2	A) Abonado Normal	Abonado normal sin posibilidad de ofrecimiento si el abonado llamado se encuentra ocupado y acceso a todos los servicios excepto los códigos 91+abc+0X (X=1,2,9) registrados para la categoría II, -1.
3	A) Reserva	
4	A) Reserva	
5	A) Equipo ATME	Equipo ATME y debe ser enrutado sólo a otro equipo ATME; esta categoría permite el uso de números de abonado normal o claves de servicio especiales para ATME.
6	A) Equipo de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento y, en caso de que el abonado esté bloqueado u ocupado, retener los pasos de selección. Dicha categoría debe indicar al equipo de baseción que la llamada se sin cargo.
7	A) Reserva	
8	A) Reserva Operadora de Intercepción (*)	Operadora que requiere acceder a un abonado que ha solicitado el servicio de abonado interceptado.
9 - 15	A) Reserva	

(\*) Significado en reserva

Tabla 2.4.7. Categoría de llamada.

III. Información de Origen (Ab. A). Se utilizan para transmitir la información de identidad del número del abonado que llama (Tabla 2.4.8).

SERIAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Dígito 1	Dígitos del número del abonado que llama; la primer señal corresponde al primero, segundo o tercer dígito de acuerdo al formato de envío de dígitos. La primera y restantes señales de la identidad del abonado que llama se solicitarán con la señal C - 1.
2	A) Dígito 2	
3	A) Dígito 3	
4	A) Dígito 4	
5	A) Dígito 5	
6	A) Dígito 6	
7	A) Dígito 7	
8	A) Dígito 8	
9	A) Dígito 9	
10	A) Dígito 0	
11 - 14	A) Reserva	
15	A) Fin de Numeración	Indica que la identidad del número del abonado que llama ha sido enviada y que el resto de información que será enviada será la identidad del abonado llamado, lo que implica que el registro de salida debe prepararse a recibir señales del grupo "A".

Tabla 2.4.8. Información de origen.

## 4. Uso de las señales de mando:

A. Petición de Información de Destino (Tabla 2.4.9). Se utilizan para solicitar la información de destino necesaria para la conexión y como señal de acuse de recibo de las señales de Información de destino (I).

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACIÓN
1	A) Enviar señal del Grupo I Próximo dígito	Reconocimiento de cualquier señal del grupo "1" y solicitud del próximo dígito de la identidad del abonado llamado.
2	A) Enviar señal del Grupo I Primer dígito	Reconocimiento de cualquier señal del grupo "1" y solicitud del primer dígito transmitido de la identidad del abonado llamado.
3	A) Enviar señal del Grupo II, y cambio a recepción del grupo B	Reconocimiento de la recepción del último dígito del abonado llamado, solicitud de la categoría de llamada del abonado que llama y cambio para recepción de señales del grupo "B". En ausencia de una señal de avance, la señal A-3 debe enviarse como un impulso de 180 ~ 40 msag.
4	A) Congestión	Reconocimiento de cualquier señal del grupo "1" y para indicar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Congestión de pasos de selección</li> <li>• Congestión de circuitos</li> <li>• Desconexión por temporización</li> <li>• Detección de fallas</li> </ul> En todos los casos, salvo alguna excepción, la señal 4 ocasiona: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una re-selección y, si no hay éxito</li> <li>• Envío de la señal A-4</li> <li>• Envío del tono de ocupado, congestión o un mensaje grabado al abonado que llama si la condición de habla se ha establecido en la dirección de mando</li> <li>• Desconexión de la cadena de circuitos hacia adelante y de todo el equipo que no sea necesario para las funciones descritas.</li> </ul> En ausencia de una señal de avance, debe enviarse la señal A-4 como un impulso de 180 ~ 40 msag. La excepción a que se hace referencia es cuando la llamada ha sido originada por un equipo de mantenimiento (Categoría II - B)
5	A) Reserva	
6	A) Enviar señal del Grupo II y cambio a recepción del Grupo C	Reconocimiento de cualquier señal del grupo "1", solicitud de la categoría de llamada del abonado que llama y cambio para recepción de señales del grupo "C". La señal A-6 se envía cuando se ha recibido: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-9 como primera señal; A-6 es reconocimiento de la sexta señal recibida del grupo I.</li> <li>• 1-0 como primera señal; A-6 es reconocimiento de la segunda señal recibida del grupo I.</li> </ul>

Tabla 2.4.9. Petición de información de destino.

B. Estado de la línea (Tabla 2.4.10). Se utilizan para indicar a la central de origen el estado de la línea del abonado llamado y también como señal de acuse de recibo de las señales de categoría de origen (II). Estas señales siempre van precedidas de la señal de mando A3 ó C3.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACIÓN
1	A) Abonado libre con tasación	Todo registro de salida que recibe la señal "B-1" debe establecer condiciones de habla para que el abonado que llama pueda escuchar el tono de llamada y condiciones de tasación si la categoría del abonado que llama es con cargo.
2	A) Abonado ocupado	Todo registro de salida que recibe la señal "B-2" ocasiona la liberación de la cadena de circuitos hacia adelante y si la condición de habla se ha establecido, envío del tono de ocupado al abonado que llama. Si la llamada fue originada por una operadora (Categoría II, -1), retener la conexión para que se pueda realizar el ofrecimiento. Si la llamada fue originada por un equipo de mantenimiento (Categoría II-6) deben retenerse los pasos de selección.
3	A) Reserva + Abonado interceptado	Al recibir el punto de tasación esta señal, se debe hacer reelección y anular la llamada por vía final hacia el servicio de operadores de Intersección, generando un nuevo ciclo de señales comenzando con "1-11" como primera señal más los dígitos que solicitan los centros siguientes.
4	A) Bloqueo	Todo registro de salida que recibe la señal "B-4" ocasiona la liberación de la cadena de circuitos hacia adelante y el envío del tono de ocupado al abonado que llama. En general, la señal B-4 se envía como reconocimiento del grupo " II " en los siguientes casos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando la línea solicitada está supervisada por operadores</li> <li>• Cuando el abonado llamado se encuentra en estado de bloqueo</li> <li>• Cuando el abonado llamado se encuentra en proceso de reposición</li> <li>• Cuando el abonado llamado se encuentra en proceso de marcación</li> </ul>
5	A) Abonado libre sin tasación	Se usa para establecer llamadas sin tasación a ciertos números de servicio público.
6	A) Reserva	Abonado que ha solicitado el servicio de identificación de llamadas maliciosas, la señal indica que debe retenerse el enlace desde la central de origen o solicitar la información del abonado que llama, para lo cual ésta señal debe ser interpretada en el origen en forma idéntica a la señal "A - 6".

(\*) Significado en reserva

Tabla 2.4.10. Estado de la línea.

C. Petición de información de origen (Tabla 2.4.11). Se utilizan para solicitar la información de identidad del abonado que llama y también como señal de acuse de recibo de las señales de información de origen (III).

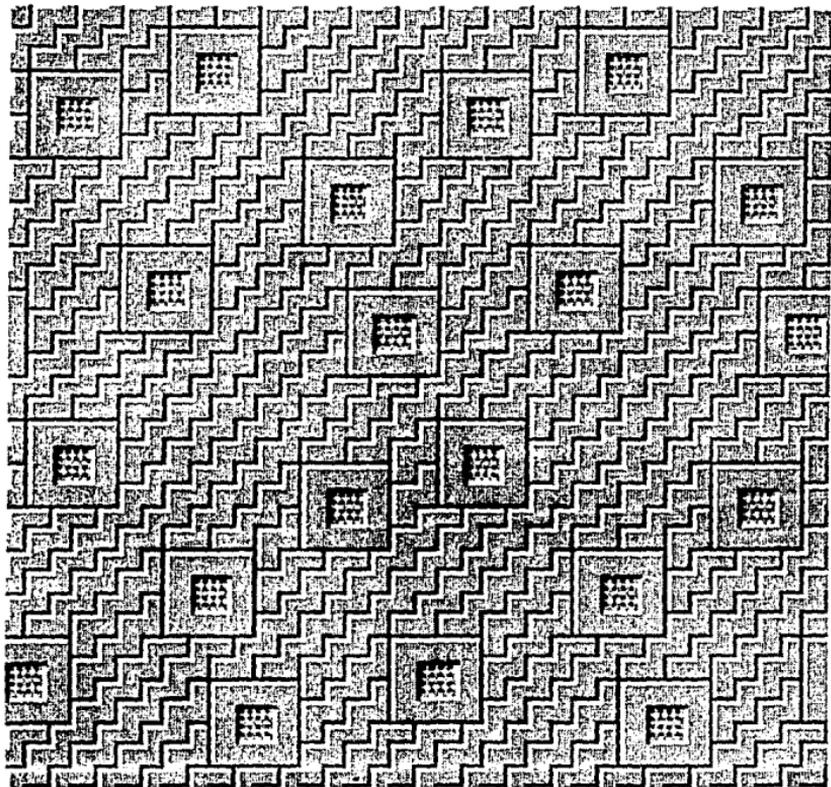
SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Enviar señal del grupo III Próximo dígito.	Como primera señal se utiliza para el reconocimiento de cualquier señal del grupo " II " y solicitud del primero, segundo o tercer dígito (según el formato de envío de dígitos) del abonado que llama. Reconocimiento de cualquier señal del grupo " III ", y solicitud del próximo dígito de la identidad del abonado que llama. La recepción de la señal " III-15 " cambia el significado de la señal "C-1" por el de: Enviar dígito N+1, donde N es el último dígito reconocido por la señal "A-8".
2	A) Enviar señal del grupo I, primer dígito y cambio a recepción del grupo B	Reconocimiento de cualquier señal del grupo " III ", solicitud del primer dígito transmitido de la identidad del abonado llamado y cambio para recepción de señales del grupo A.
3	A) Enviar señal del grupo II y cambio a recepción del grupo B	Reconocimiento de cualquier señal del grupo " III ", solicitud de la categoría de llamada del abonado que llama y cambio para recepción de señales del grupo B.
4	A) Congestión	Esta señal tiene el mismo significado que la señal " A-4 "
5	A) Enviar señal del grupo I, próximo dígito y cambio a recepción del grupo A	Reconocimiento de cualquier señal del grupo " III ", solicitud del mismo dígito de la identidad del abonado llamado y cambio para recepción de señales del grupo A.

Tabla 2.4.11. Petición de información de origen.

CAPITULO

3

RED DIGITAL DE SERVICIOS  
INTEGRADOS



### 3.1. INTRODUCCION

El inicio de la historia de las telecomunicaciones podemos identificarlo aún antes de la invención de la escritura, previo a las primitivas redes de mensajeros y señales de humo o tambores, a las cuales les siguieron los correos con la escritura, el telégrafo con la electricidad, el teléfono, la radio, el télex, la televisión, hasta llegar a las actuales redes especializadas de telemetría, transmisión de datos, televisión por cable etc. Una característica interesante y curiosa ha sido que generalmente la introducción de nuevas tecnologías o la demanda de nuevos servicios lleva aparejada la necesidad de crear una nueva red, con nuevos parámetros de diseño y con la consiguiente duplicación de recursos, inversiones y esfuerzos.

Con el gran salto tecnológico de las últimas décadas, el incremento en el uso de técnicas digitales y el crecimiento enorme de los volúmenes de información que se almacenan y se transmiten, surge la conveniencia económica y la posibilidad técnica de crear una red nueva, flexible, de gran capacidad de transporte, que evolucione a partir de las redes existentes aprovechando su gran penetración mundial (como en el caso de la red telefónica), y sea capaz de integrarlas, y adaptarse dinámicamente a la incorporación de futuros servicios.

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) es una red, generalmente desarrollada a partir de una Red Digital Integrada (RDI) de telefonía, que proporciona una conectividad digital de extremo a extremo que admite una amplia gama de servicios, incluyendo los servicios de voz y datos, a los que tienen acceso los usuarios por medio de un conjunto limitado de interfaces estándar usuario-red multipropósito.

La RDSI pretende integrar las comunicaciones telefónicas de voz y las comunicaciones de datos entre ordenadores en una sola red digital. Por ejemplo, un usuario puede hablar por teléfono, transmitir/recibir datos y transmitir imágenes de video a la vez.

Se desarrollarán estándares internacionales para regir la transmisión de varios tipos de datos por esta red.

Habr  interfases estándares para que cualquier abonado pueda acceder a la red de la RDSI.

Podemos decir entonces, que la RDSI cumple con tres puntos principales, los cuales son:

- La RDSI es una red mundial pública de telecomunicaciones que proporcionará una conectividad digital de extremo a extremo.
- La RDSI utilizará interfases de usuario estándares y se implementar  como un conjunto de conmutadores o de nodos digitales.
- La RDSI est  destinada a controlar una gran variedad de servicios y señales, integra, voz, datos, imagen y facsímil en una sola red digital.

### **3.2. EVOLUCION**

La RDSI es una red proyectada que evolucionará en el transcurso de los años venideros. La evolución de la RDSI se producirá en tres fases graduales, cada una con requisitos diferentes:

#### **1. La fase de acceso integrado requiere:**

- Acceso de voz y datos a las centrales locales mediante un solo interfaz.
- Centrales locales de conmutación digital con funciones de RDSI.
- Nuevos terminales y adaptadores (equipo telefónico del abonado) de la RDSI.

#### **2. La fase de central interna requiere:**

- Funciones de la RDSI entre centrales.
- Redes de Señalización por Canal Común CCITT #7 sin ninguna información en los canales D de la RDSI.
- Transmisión de información en los canales D de la RDSI a través de los enlaces CCITT #7.
- Transporte digital entre centrales con acceso a Redes Conmutadas de Paquetes (RCP).

### 3. La fase de red internacional requiere:

- Servicios de RDSI entre las redes y resto del mundo.

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 muestra en figura. 3.2.1.

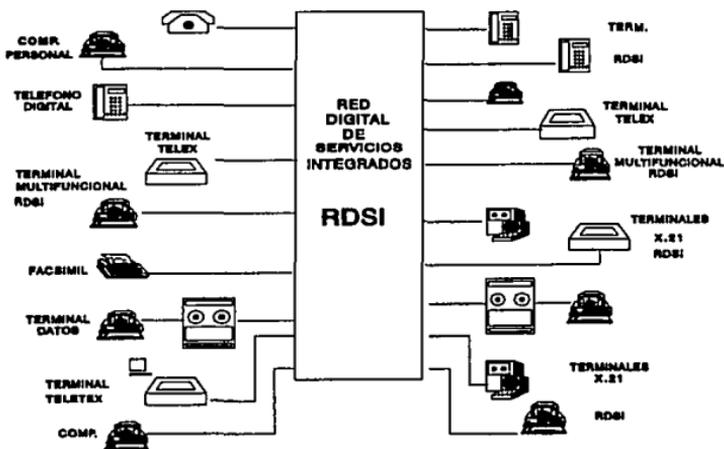


Figura 3.2.1. Comunicación de sistemas abiertos en la RDSI.

## TIPOS DE REDES

Para explicar el término "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, estas redes están controladas por la compañía telefónica correspondiente, así se muestra en la figura 3.2.2 .

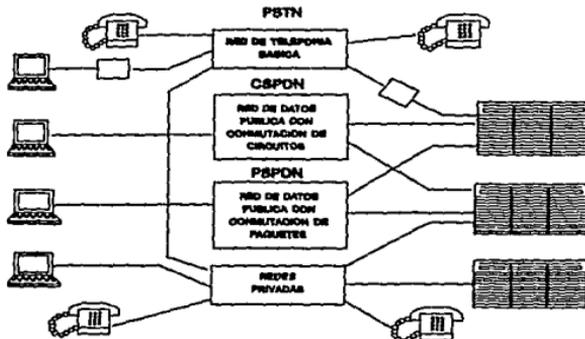


Figura 3.2.2. Diferentes tipos de redes

### Red Telefónica Pública de Conmutación

La Red Telefónica Pública de Conmutación (PSTN) 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 duración total de la llamada. Está interconectada en todo el mundo, lo que la convierte en la mayor red pública.

La PSTN 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 PSTN. Por ejemplo, el terminal de un abonado puede comunicarse con una computadora mediante una conexión de PSTN conmutada por circuito.

### **Red Pública de Datos Conmutada por Circuitos**

La Red Pública de Datos Conmutada por Circuitos (CSPDN) 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 esta red es la red de télex.

Entre las desventajas de transmitir datos mediante un circuito se incluyen la ineficacia y la poca fiabilidad. Es ineficaz porque el transporte de datos sólo 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**

La Red Pública de Datos Conmutada por Paquetes (PSPDN) 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 Red de Zona Local (LAN), que proporciona acceso a una computadora central a todos los usuarios de una compañía que tengan un terminal. En la figura 3.2.3, se aprecia un resumen del número de servicios que ofrecen las compañías telefónicas a sus abonados.

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.

El objetivo de la RDSI es integrar todas las redes en una red completa, lo que permite a un usuario, mediante un terminal de RDSI, para tener acceso a todos los servicios. Por tanto, el término servicios integrados significan tener acceso a muchos servicios desde la misma red.

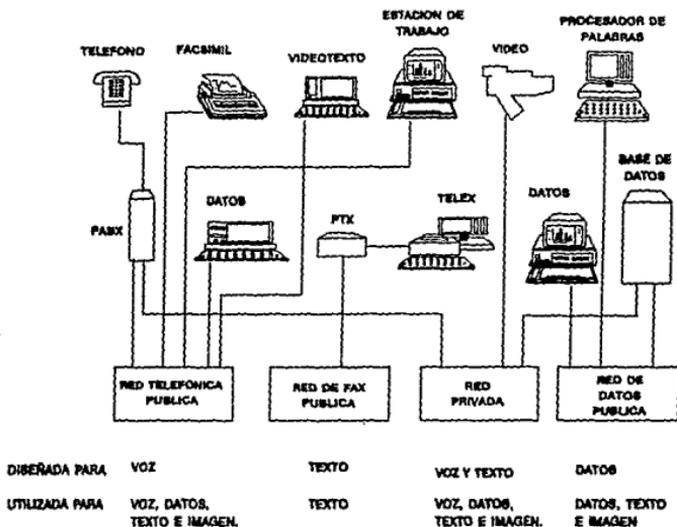


Figura 3.2.3. Servicios ofrecidos por las compañías telefónicas

### 3.3. SERVICIOS

Un usuario de RDSI tendrá acceso a la red por medio de un par de hilos y con los siguientes equipos en casa u oficina.

Teléfono.

Facsimile

Videotex

Una Computadora

Una Impresora (Teletex)

Etc.

Cualquiera de estos equipos pueden trabajar simultáneamente vía la red pública y obtener más de un servicio a la vez.

Quando 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:

- 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 interfases físicos de enlace son universales y por tanto minimizados.
- El abonado dispone de dos canales digitales de alta velocidad (64 Kbit/seg.) para transmisión simultánea de voz y datos, y adicionalmente un canal de señalización de 16 Kbit/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, ruido, tasa de errores y otros aspectos eléctricos y de servicios.

- Los abonados pueden utilizar todo tipo de terminales existentes y de uso corriente, las cuales pueden tener acceso a la RDSI a través de adaptadores de terminal normalizados (para protocolos X.21, X.25).
- 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 más relevantes (red con Centrales Sistema 12), se pueden mencionar las siguientes:
  - Línea para aparato de disco, teclado (DTMF) o combinada.
  - Restricción de llamada.
  - Abonado ausente.
  - Línea directa.
  - Línea PBX/ grupo PBX.
  - Marcación abreviada.
  - Servicio de despertador.
  - Consulta y transferencia.
  - Llamada en espera.
  - Conferencia.
  - Reclamada 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 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 más exigentes de abonados residenciales, empresas y administraciones.

Algunos ejemplos de aplicación son servicios tales como telemetría, correo electrónico, tele-escritura, 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. Esto se muestra en la figura.3.3.1.

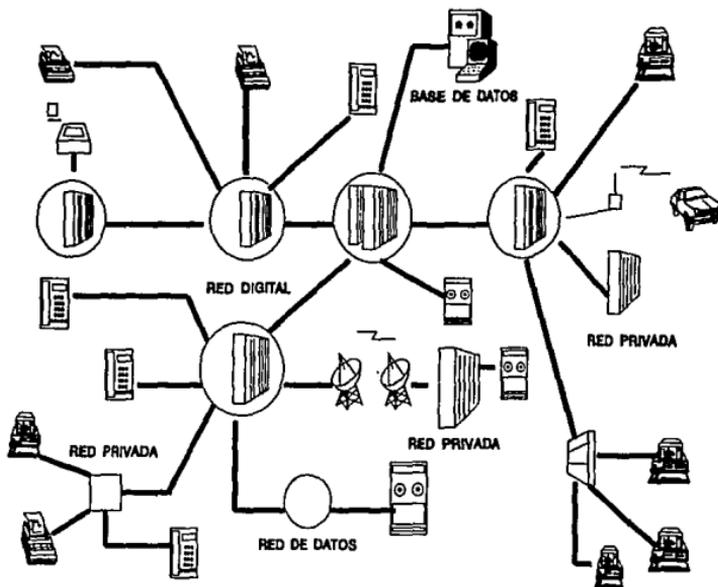


Figura 3.3.1. La RDSI en el futuro.

### **3.4. REQUERIMIENTOS Y TRANSMISION**

Nuestra sociedad actual está haciéndose cada vez más dependiente de los medios de comunicación para desarrollarse y poder llevar a cabo sus actividades.

En los últimos años, han surgido necesidades de transmisión por medios digitales y se ha iniciado por este medio la prestación de servicios de transmisión de datos de terminal a terminal, permitiendo que el usuario contrate circuitos dedicados de diferentes anchos de banda, evitando así la conversión de señales digitales en señales analógicas ó viceversa.

Dada la baja utilización de los circuitos dedicados se desarrollaron redes separadas de transmisión de datos por medio de la técnica de conmutación de paquetes, que abaratan substancialmente el costo relativo de este servicio.

Como una respuesta para incrementar la eficiencia de los sistemas de telecomunicación, el CCITT, que es el organismo internacional de regulación y normalización, ha establecido los estándares de la Red Digital de Servicios Integrada, que están siendo aplicados en forma generalizada por la industria de las telecomunicaciones, por los usuarios, proveedores y prestadores del servicio.

Estos estándares que se definieron con la participación de los especialistas más conocidos a nivel internacional, incrementan la eficiencia de la red telefónica para el manejo de las transmisión simultánea de voz y de datos, produciendo entre otros los siguientes beneficios:

- Se reconoce por primera vez que los servicios de voz y datos deben ser manejados en forma integrada y por consiguiente deberán tener un tratamiento común de la información digital, independientemente de la forma en que se genere (voz, datos, textos ó imágenes).
- Se logra la posibilidad de prestar los servicios de voz y datos que actualmente se ofrecen a nivel mundial, en forma significativamente más barata, lográndose una economía de escala al integrar dichos servicios.

- Se desarrolla una red a través de la cual se pueden conectar, bajo el mismo estandar multiples equipos, mediante una conectividad universal.
- Se permite el desarrollo de nuevas aplicaciones al garantizar un enlace digital en 64 kbits/seg punto a punto, así como al ampliarse la capacidad de transmisión de información de dos canales telefónicos separados, a un enlace digital con una capacidad total de 14 kbits/seg, que es más del doble.

Por lo anterior podemos tomar como una definición operativa de la RDSI la siguiente;

Esta consiste básicamente en ofrecer al usuario conectividad digital de terminal a terminal a través de un enlace denominado básico de dos canales de 64 kbits y un canal de 16 kbits o múltiplos de este enlace . La utilización de esta conexión básica de RDSI permite al usuario múltiples ventajas entre las que destacan las siguientes:

- El poder optimizar el uso de una multiplicidad de redes separadas como son teléfono, télex, datos y utilizar una sola red para sus comunicaciones.
- El contar con facilidades avanzadas de telefonía como, aparatos ejecutivos, información del número que llama, llamadas en espera, recordatorio automático, rellamada, información del costo de la llamada, optimización de enrutamiento, control de costos por extensión y facilidades de PBX sofisticado, entre otras.
- La utilización de terminales especiales que conjunten, entre otras aplicaciones, las funciones de una computadora personal con un teléfono y un facsimile.

La arquitectura de la RDSI esta soportada en cinco principios que la hacen más potente que cualquier otra red.

- El primero se refiere a los interfases estandarizados abiertos, lo cual significa uniformizar redes, sistemas y equipos terminales dentro de un ambiente de múltiples productos a fin de que todos ellos sean compatibles y se facilite el acceso a la información que el usuario requiera, es decir, tener una red abierta a una posibilidad universal de conexión.

- El segundo principio se refiere a la inteligencia distribuida, lo cual implica ubicar la inteligencia donde tenga más sentido, ya sea en la red o en los equipos terminales, trabajando coordinadamente para proporcionar un nivel de capacidades que no sería posible de otra forma.
- El tercer aspecto comprende la administración integrada de la red lo cual implica que el usuario define, monitorea y modifica, en tiempo real, los servicios que utiliza, a fin de proporcionar una mayor flexibilidad y control en el manejo de los recursos de comunicación.
- Los interfaces de usuarios únicos, son el cuarto aspecto de soporte de la RDSI y se refieren a un conjunto limitado de interfaces consistentes, eficientes y lógicos para acceder a los múltiples servicios, aplicaciones y funciones de control de red, algunos desarrollados por el CCITT y algunos por razones comerciales.
- El quinto y último principio de la RDSI es la conectividad universal para integrar voz, datos e imagen tan funcional y eficientemente como la telefonía actual. Esto significa que cualquier abonado podrá disponer en cualquier terminal y acceso de cualquier aplicación que desee en cualquier punto de la red.

Esta arquitectura de red proporcionará las siguientes capacidades:

- Incrementa la eficiencia de la red al cursar múltiples informaciones en forma simultánea tales como telefonía, télex, datos y correo electrónico, integrando una economía de escala, ya que los diversos servicios ofrecidos compartirán una red única optimizando así los recursos de la misma.
- Unifica el suministro estandarizado de equipo por los diversos proveedores de la industria eliminándole al usuario los problemas de compatibilidad entre marcas.
- Integra voz, datos, textos e imagen en una sola red en forma simultánea.
- Mejora la administración de la red, en lo que respecta a operación, mantenimiento y alta y baja de facilidades tanto en la parte del prestador de servicios como en la parte del usuario.

- Proporciona una alta velocidad en el manejo de información, lo cual redundará en mayor capacidad, precisión y eficiencia de los recursos involucrados.
- Proporciona múltiples facilidades adicionales, como la identificación del abonado que llama, en donde el usuario podrá conocer quien le llama y podrá, opcionalmente, contestar o no la llamada. Esta facilidad tendrá además gran aplicación en identificación de llamadas maliciosas y repercutirá positivamente en la privacidad del usuario.

En base a estos principios, en los países avanzados se están dando los pasos para el establecimiento de una RDSI en el corto plazo.

Básicamente las etapas que se están siguiendo son las siguientes:

- Establecer las pruebas de laboratorio para validar las interfaces técnicas. Paralelamente a esto se realizan los estudios de mercado.
- Prueba piloto a través de la cual se cuantifican los beneficios que obtendrán los abonados al utilizar una RDSI.
- Implantación comercial.

Actualmente existen alrededor de 35 pruebas piloto en 10 países en los que están participando los principales proveedores de los equipos de telecomunicación y ya en los países como EUA, Alemania, Canadá y Francia se comercializó durante 1988.

Esta tendencia mundial considera introducir los estándares de RDSI en forma gradual buscando que las nuevas facilidades convivan con las facilidades existentes de manera impuesta por muchos años.

Sin embargo, conforme aumente su penetración, aumentará su atractivo para el usuario así como su eficiencia económica hasta lograr la total integración.

## TRANSMISION Y CONMUTACION DIGITAL

Las señales analógicas se codifican en señales PCM y se utiliza la multiplexación por división de tiempo. Se pueden transportar gran cantidad de llamadas entre centrales mediante un cable PCM, con lo que se emplean menos cables. Sin embargo, en cada central analógica, tiene que haber un equipo de transmisión para realizar las conversiones de analógico a digital y la multiplexación y demultiplexación.

El equipo especial de transmisión y la conversión de analógico a digital no son necesarios cuando la central es digital.

La conversión de analógico a digital se produce únicamente en el nivel de abonado y no en el nivel de enlace. Dado que las personas reciben e interpretan entradas analógicas, se debe realizar siempre este paso para ofrecer servicio de voz. Sin embargo, la conversión de analógico a digital hace bastante difícil el transporte de datos. El paso siguiente es trasladar la conversión de analógico a digital de la central al emplazamiento del abonado. Se puede hacer entonces un trayecto digital total entre dos abonados.

Actualmente, si un abonado quiere utilizar su terminal para voz y datos, debe tener una salida digital y una salida analógica. La digital se emplea para datos y la analógica para voz. Con una terminal de RDSI, la conversión de analógico a digital se produce en el emplazamiento del abonado y no en la central.

El término conectividad digital de extremo a extremo hace referencia al hecho de que la transmisión desde un usuario a otro es una transmisión totalmente digital. Esto significa que la comunicación del abonado a la central, la conmutación en la central y la transmisión entre centrales son digitales. Por lo tanto, se puede efectuar un trayecto por medio de la red que sea apropiado tanto para datos como para voz.

La figura 3.4.1. muestra una descripción conceptual de la RDSI desde el punto de vista de un usuario o abonado. El usuario tiene acceso a la RDSI por medio de un interfaz local y una vía de transmisión digital. En cualquier momento, la vía transmisión dirigida al emplazamiento del usuario tiene una capacidad fija pero el tráfico en la vía puede variar por encima del límite de capacidad. Un usuario puede acceder a los servicios conmutados por circuitos y conmutados por paquetes, así como a otros servicios, en una mezcla dinámica de tipos de señal y de velocidades de transmisión.

En cualquier momento, la vía de transmisión dirigida al emplazamiento del usuario tiene una capacidad fija pero el tráfico en la vía puede variar por encima del límite de capacidad. Un usuario puede acceder a los servicios conmutados por circuitos y conmutados por paquetes, así como a otros servicios, en una mezcla dinámica de tipos de señal y de velocidades de transmisión.

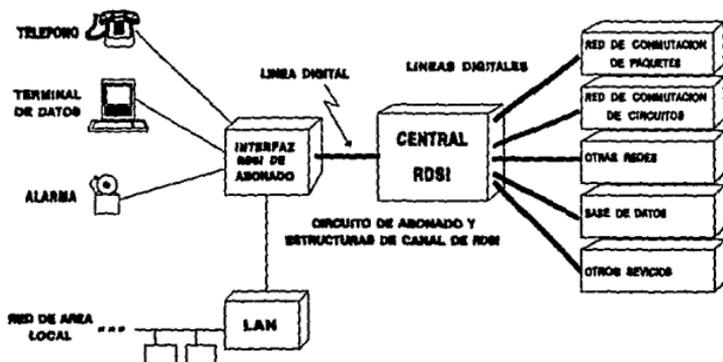


Figura 3.4.1. R D S I

Para ofrecer estos servicios, la RDSI requiere señales de control bastante complejas que dan instrucciones de cómo seleccionar los datos multiplexados en el tiempo y ofrecer los servicios requeridos. Estas señales se multiplexarán también en la misma vía de transmisión digital.

Un aspecto importante de la interfase de usuario es que el abonado puede, en cualquier momento, emplear una capacidad inferior a la máxima de la vía de transmisión y que se le tarifique según la capacidad en vez de por tiempo de conexión, en forma similar en que los abonados reciben y se les facturan los servicios públicos (agua, electricidad, etc.) hoy en día.

La figura 3.4.1 muestra algunas categorías de usuario que pueden utilizar una conexión de RDSI como, por ejemplo, un teléfono, una terminal de datos, una CPA, telemetría (alarma), red de área local.

La red RDSI proporciona el acceso para la conmutación de circuitos y de paquetes. La conmutación de paquetes es un desarrollo reciente en telefonía.

### **3.5. MODELO DE INTERCONEXION DE SISTEMAS ABIERTOS (OSI)**

#### **ESTRUCTURA**

El modelo OSI sirve como estructura a los estándares relativos a las comunicaciones de ordenador y definen la funcionalidad que deben proporcionar las redes.

OSI toma las funciones comunes de comunicaciones que se encuentran en todos los sistemas, las define de manera precisa, les adjudica una jerarquía especial y las agrupa en siete niveles distintos.

#### **MODELO DE REFERENCIA OSI.**

APLICACION  
PRESENTACION  
SESION  
TRANSPORTE  
RED  
ENLACE DE DATOS  
FISICO

Aunque la RDSI no depende directamente de la OSI, es importante comprender el modelo OSI cuando se trata la RDSI. El modelo OSI tiene siete niveles funcionales.

Los tres primeros niveles se encargan únicamente de la transferencia de mensajes entre dos redes. No se ocupa del contenido de los mensajes.

- El nivel físico (nivel 1) se ocupa del enlace físico entre dispositivos y de la manera en que los bits pasan de un dispositivo a otro. El nivel físico se encarga de los aspectos mecánicos, eléctricos y funcionales de la conexión física. El estándar físico más comúnmente utilizado hoy en día es el interfaz RS-232 que conecta un dispositivo digital a un modem. El nivel físico soporta todas las funciones realizadas por los niveles superiores.
- El nivel de enlace de datos (nivel 2) intenta hacer que el enlace físico sea fiable y proporciona los medios para activar, mantener y desactivar el enlace. La detección de errores y el control son los servicios principales facilitados por el nivel de enlace de datos a los niveles superiores.
- El nivel de red (nivel 3) proporciona la transferencia de datos entre entidades de transporte y releva al nivel de transporte (nivel 4) del conocimiento relativo a la transmisión de datos y la tecnología de conmutación empleada para conectar sistemas.

El nivel de red es el responsable también de establecer, mantener y terminar conexiones a través de la instalación intermedia de comunicaciones. El ejemplo más conocido de protocolo es el X.25 estándar que se utiliza para comunicarse a través de las redes de datos públicas.

Los niveles de transporte del 4 al 7 en el modelo OSI, se conocen generalmente como los niveles superiores. Los protocolos en estos niveles son de extremo a extremo, de usuario a usuario y no se encarga de los detalles de los equipos de comunicaciones subordinados. Sin embargo, estos niveles se ocupan del contenido del mensaje.

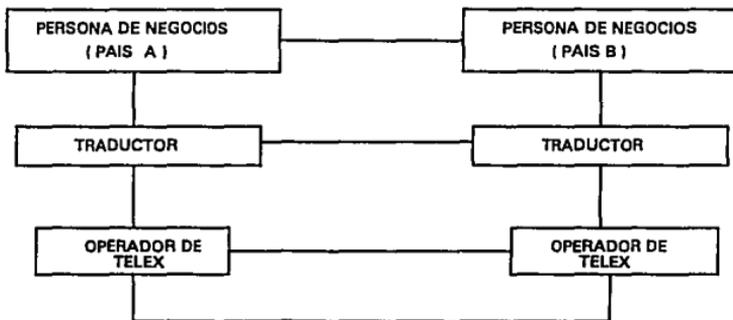
El nivel de transporte (nivel 4) proporciona un mecanismo fiable para la central de datos entre procesos en diferentes sistemas y sirve como enlace entre el usuario y los equipos de comunicaciones.

El nivel de sesiones (nivel 5) establece, gestiona y termina conexiones (sesiones) entre las aplicaciones de comunicaciones.

El nivel de presentación (nivel 6) se ocupa de la sintaxis de los datos intercambiados entre entidades de aplicación con el fin de resolver las diferencias de formato y representación de datos. .

El nivel de aplicaciones (nivel 7) proporciona los medios para que los procesos de aplicaciones accedan al entorno OSI.

La figura 3.5.1. muestra una analogía humana de las funciones de los niveles de protocolo. En este ejemplo se utiliza tres niveles. El nivel superior de protocolo esta representando por los empresarios que se encuentran en los países A y B y que se comunican mediante mensajes por télex. En estos dos países no se habla el mismo idioma.



**Figura 3.5.1.** Analogía humana de protocolo de pares.

Los traductores pueden comunicarse porque hablan el idioma del país A y el idioma del país B. Las operadoras de télex son las responsables de la transferencia física de los mensajes de télex.

El nivel superior (empresario) hace el uso de los niveles inferiores (el traductor y la operadora de télex). El contenido del mensaje únicamente tiene significado para el nivel superior. Los niveles inferiores, aunque no se interesen por el contenido, se aseguran de que el mensaje se transfiere correctamente.

El empresario se puede comparar con los niveles 4-7 de OSI. El traductor y la operadora de télex se pueden comparar con los niveles 1-3 de OSI.

#### **Transmisión de datos con encabezamiento.**

La figura 3.5.2 introduce un concepto importante que concierne al modelo OSI. El modelo OSI expone la comunicación de datos a través de una red usando niveles pares de protocolo. Un nivel par de protocolo es un nivel que es idéntico a un nivel del sistema con el que se está comunicando. Por ejemplo, el nivel par de protocolo del nivel de transporte en el lado A es el nivel de transporte en el lado B.

Así mismo, la figura muestra que se incorpora un encabezamiento a la unidad de datos en cada nivel de la red. Por ejemplo, un encabezamiento añadido por el protocolo de nivel 3 del lado A, tiene únicamente sentido para el protocolo de nivel 3 del lado B. Los niveles inferiores utilizan el encabezamiento de nivel 3 como datos, mientras que los niveles superiores no ven el encabezamiento en absoluto.

En el ejemplo anterior, el usuario envía un mensaje a través del nivel de aplicaciones (el máximo nivel). En este punto se añade un encabezamiento, que puede ser un número de mensajes, una información de fecha/tiempo, etc. (en la figura 3.5.2 los encabezamientos se representan mediante bloques negros y los datos mediante bloques blancos). El nivel siguiente, el nivel de presentación (nivel 6), contempla todos estos caracteres como datos.

Cada nivel de protocolo añade un encabezamiento que se convierte en pares de datos que ha de transmitir el nivel inferior a él. Cuando la transmisión se presenta al nivel par de protocolo en la siguiente máquina, se elimina el encabezamiento apropiado y se interpreta. De este modo, los niveles inferiores no ven el encabezamiento.

Los niveles del 1 al 3 tienen niveles pares de protocolo en cada nodo o punto de la red. Los niveles del 4 al 7 únicamente tienen pares en los dos extremos de la comunicación y de la red.

- Nivel físico.
- Nivel de enlace de datos.
- Nivel de red.

Los niveles 4 a 7 los facilita el usuario en vez del sistema de conmutación y la red.

- Nivel de transporte.
- Nivel de sesiones
- Nivel de presentación.
- Nivel de aplicaciones.

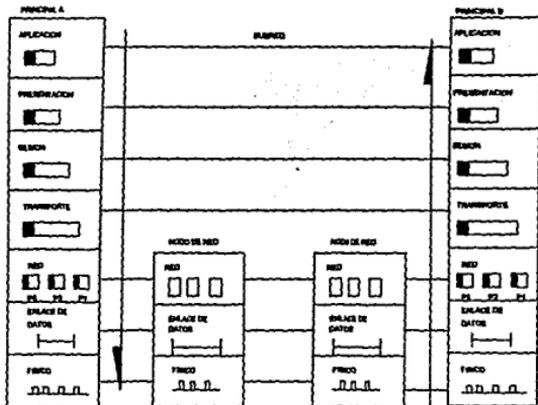


Figura 3.5.2 Transmisión de datos con encabezamiento.

### 3.6. SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMUN N° 7. (CCSN7)

El sistema de señalización por canal común CCITT N° 7 es un sistema adoptado internacionalmente para señalizar entre centrales (señalización de red).

Es un sistema optimizado para operar en redes digitales de telecomunicaciones, conjuntamente con Centrales Controladas por Programa Almacenado (SPC).

En este sistema, la información de señalización de un número de canales de voz o de datos ocupa un canal separado de transmisión, el cual es común o compartido por los diferentes canales de voz y de datos.

Esto difiere de la Señalización Asociada al Canal (CAS) en donde cada circuito de voz lleva sus propios mensajes de señalización.

Las redes CCSN7 transportan la información de señalización sobre troncales digitales, empleando canales dedicados de 64 Kbit/seg dentro de la trama del enlace de 2048 Kbits/seg.

Para la RDSI, el sistema CCSN7 puede considerarse como una red de paquetes incrustada y que es parte integral de la RDSI. Así se muestra en la figura 3.6.1.

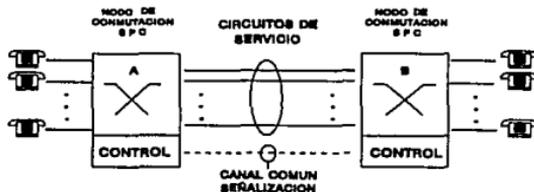


Figura 3.6.1. Señalización por canal común.

La red de señalización CCSN7 es una red totalmente separada de la red de conversación.

El sistema utiliza enlaces de señalización para transferir mensajes de señalización entre centrales u otros nodos en la red de telecomunicación.

Los eventos telefónicos (toma, contestación, liberación, etc.) están codificados en código binario formando mensajes que contienen una etiqueta que indica el origen, el destino y la identidad del circuito concernido.

Cada enlace corrige los errores de transmisión y mantiene la secuencia correcta de los mensajes.

Por tanto el sistema de señalización CCSN7 puede considerarse como un sistema, de comunicación de datos especializado para transferir diversos tipos de información en forma confiable entre procesadores en redes de telecomunicación (en secuencia correcta y sin pérdida o duplicación, incluyendo detección y corrección de errores en cada enlace de señalización), como se muestra en la figura 3.6.2.

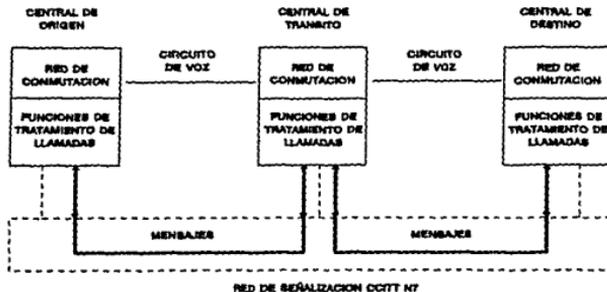


Figura 3.6.2. Señalización por canal común.

## RED DE SEÑALIZACIÓN CCSN 7

La red de señalización por canal común se compone de un número de nodos de procesamiento y conmutación que están interconectados por medio de enlaces de datos de señalización.

Los nodos de procesamiento y conmutación se denominan Puntos de Señalización (SP).

Los puntos de señalización son nodos que tienen la capacidad para generar o recibir mensajes de señalización. Un SP en el cual se genera un mensaje, es decir, la ubicación de la función de la parte de usuario fuente, se denomina Punto de Señalización de Origen (OSP).

Un SP al cual está destinado el mensaje, es decir, la ubicación de la función de la parte receptora, se denomina Punto de Señalización de Destino (DSP).

Un punto de señalización en el cual un mensaje recibido sobre un enlace de señalización se transfiere a otro punto de señalización se denomina Punto de Transferencia de Señalización (STP).

El sistema de señalización CCSN7 cubre los requerimientos de señalización para control de llamadas en servicios de telecomunicación tales como los servicios telefónicos y de transmisión de datos.

Puede emplearse también como un sistema de transporte confiable para otros tipos de transferencia de información entre centrales y centros especializados en redes de telecomunicación, como por ejemplo para propósitos de mantenimiento y administración de la red.

El sistema se aplica normalmente con redundancia de los enlaces de señalización e incluye funciones para desviación automática del tráfico de señalización hacia rutas alternativas en caso de falla de los enlaces, como se ve en la figura 3.6.3.

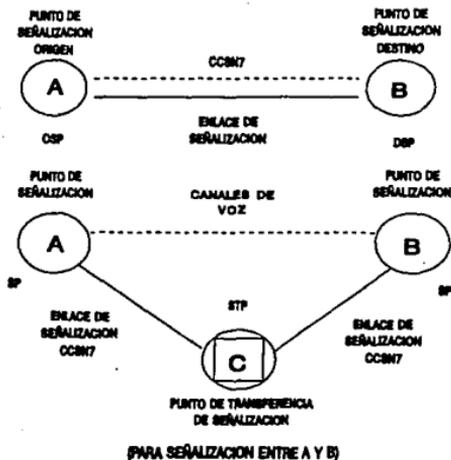


Figura 3.6.3. Red de señalización CCSN7.

El sistema CCSN7 utiliza enlaces de señalización para transportar los mensajes de señalización entre dos puntos de señalización.

Un número de enlaces de señalización que interconectan directamente dos puntos de señalización constituyen un conjunto o vía de enlaces de señalización.

Los canales de señalización dentro de una vía deberán tener las mismas características de velocidad (grupo de enlaces).

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 (DSP). (Ver figura 3.6.4).

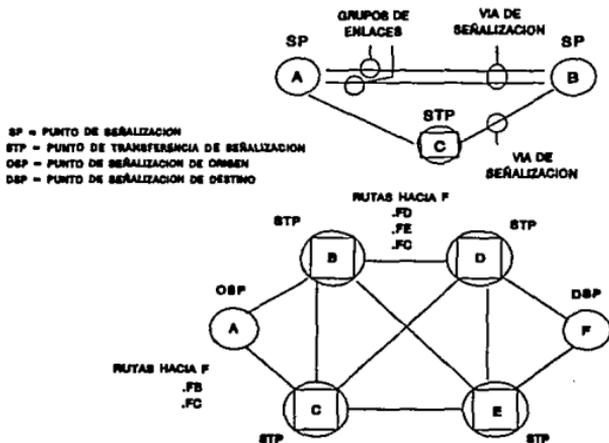


Figura 3.6.4. Red de señalización CCSN7.

## MODOS DE SEÑALIZACIÓN

La asociación entre la ruta tomada por un mensaje de señalización y la relación a la cual se refiere el mensaje se conoce como modo de señalización.

Por ejemplo, en el modo asociado de señalización, los mensajes correspondientes a una relación particular entre dos puntos de señalización adyacentes son transportados sobre una vía que interconecta directamente a estos puntos de señalización.

En el modo de señalización no asociado los mensajes correspondientes a una relación de señalización particular son transportados por medio de dos o más vías de enlaces haciendo tránsito a través de uno o más puntos de señalización diferentes a los de origen y destino de los mensajes.

Un caso particular del modo no asociado es el llamado cuasi asociado en donde la ruta de señalización que toma el mensaje a través de la red de señalización está predeterminada y es, en cierta manera, fija. Así se ilustra en la figura. 3.6.5.

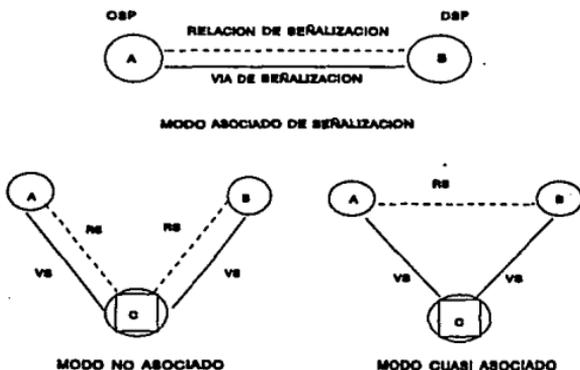


Figura 3.6.5. Tipos de señalización.

## COMPOSICION Y ESTRUCTURA DEL PROTOCOLO

La red de señalización CCSN7 se comporta como una red especializada de comunicación de datos.

Bajo este concepto, el sistema CCSN7 está definido por niveles funcionales (de acuerdo al sistema OSI) y por protocolos de comunicación los cuales son:

- NIVEL 1: Interfase mecánico y eléctrico

El nivel 1 define las características físicas, eléctricas y funcionales del enlace de datos de señalización así como los medios para accederlo.

- NIVEL 2: Terminal del enlace de datos (control del enlace)

El nivel 2 define las funciones y procedimientos relacionados con la transferencia de mensajes de señalización sobre un enlace individual de datos de señalización (Nivel 1).

Las funciones de nivel 2 en conjunto con un enlace de datos de señalización del nivel 1 actuando como transporte, proporcionan un enlace de señalización para transporte confiable de mensajes de señalización entre dos puntos.

- NIVEL 3: Funciones de la red CCSN7

El nivel 3 define las funciones y procedimientos para la transferencia de mensajes a través de la red CCSN7, estas funciones son:

1. Tratamiento de mensajes de señalización.

Discriminación, distribución y enrutamiento de los mensajes hacia el enlace de señalización o hacia la parte de usuario que corresponda.

2. Gestión de red CCSN7.

Monitoreo del estado de las facilidades de la red CCSN7 y ejecución de los procedimientos adecuados para reenrutamiento de mensajes y/o reconfiguración de la red.

- NIVEL 4: Parte de usuario

El nivel 4 define las funciones y procedimientos específicos para la aplicación de una parte de usuario en particular (telefonía, datos, RDSI, etc.). Utiliza la capacidad de transporte de los niveles 1 a 3.

Los niveles funcionales 1, 2 y 3 conforman lo que se denomina Parte de Transferencia de Mensajes (MTP) del sistema CCSN7, y es básicamente la función que sirve como transporte, permitiendo la transferencia confiable de mensajes de señalización entre las localidades de las funciones de los usuarios bajo comunicación.

EL término usuario se refiere a cualquier entidad funcional que utiliza la capacidad de transporte proporcionada por la parte de transferencia de mensajes MTP, las partes de usuario constituyen elementos paralelos en el nivel funcional 4 del CCSN7. Así se muestra en las figuras 3.6.6 y 3.6.7.

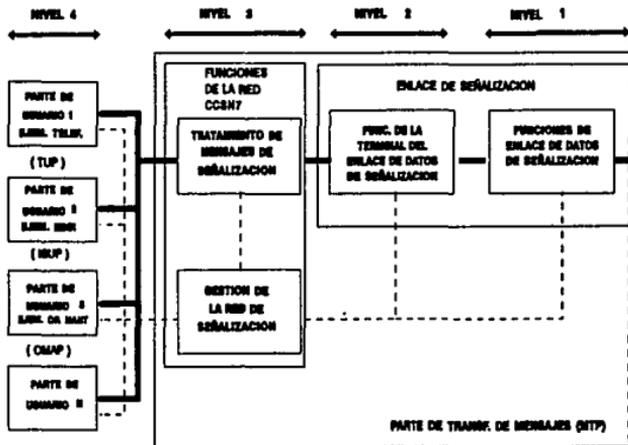


Figura 3.6.6. Estructura del CCSN7.

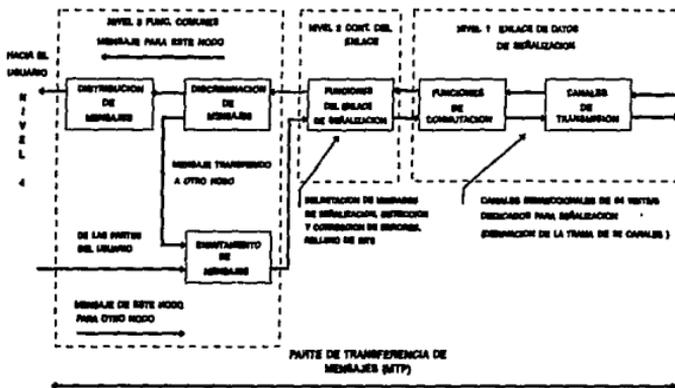


Figura 3.6.7. Enrutamiento de mensajes CCSN7.

## ETIQUETADO DE LOS MENSAJES DE SEÑALIZACION

La información de señalización entre nodos de la red CCSN7 se transfiere en forma de mensajes.

Los mensajes pueden llevar cualquier tipo de información codificada en binario, relacionada con el procesamiento de llamadas, mantenimiento de la red, gestión de la red y otras.

Cada mensaje contiene una etiqueta. La parte del mensaje que se usa para enrutamiento se denomina etiqueta de enrutamiento, la cual incluye:

- Indicaciones explícitas de los puntos de origen y de destino del mensaje (se ha establecido que cada punto de señalización en la red tiene un código de identificación de acuerdo a un plan de codificación explícito).

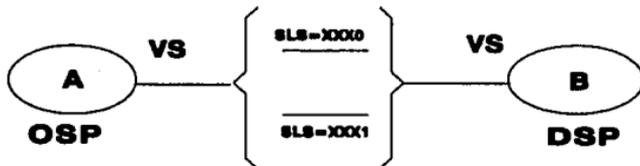


### Etiqueta Normalizada.

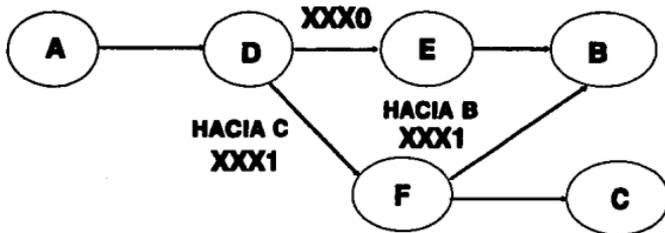
El campo de 4 bits para selección del canal de señalización (SLS), permite realizar el reparto de carga de tráfico entre canales de señalización.

Pueden existir dos casos:

- Reparto de carga entre canales pertenecientes a la misma vía de señalización.



- Reparto de carga entre canales que no pertenecen a la misma vía de señalización.



### Etiqueta de Gestión de Red

El campo de 4 bits indica el código del canal de señalización (SLC) que conecta los puntos de destino y de origen con el que tiene relación el mensaje (referente a gestión y prueba de mantenimiento de la red).

### Etiqueta Telefónica

El campo de 12 bits identifica el Circuito de Conversación (CIC) entre aquellos que conectan directamente las partes de usuario de telefonía (TUP) de origen y destino. La asignación del CIC a cada circuito se efectúa en base a la aplicación y tipo de trayecto (2048 Kbps, 8448 Kbps, etc.). La estructura del CIC es como se indica:

<b>5</b>	<b>7</b>
<b>No. DE SISTEMA</b>	<b>Nº. DE CANAL DE CONVERSACION</b>
<b>L K J I H</b>	<b>G F E D C B A</b>

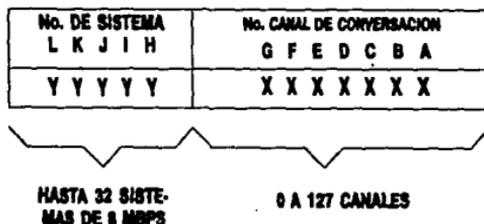
1. Para un sistema PCM de 2048 Kbps, el código de identificación de circuito dentro de la etiqueta telefónica se asigna como sigue:

<b>No. DE SISTEMA</b>	<b>No. DE CANAL DE CONVERSACION</b>
<b>L K J I H</b>	<b>G F E D C B A</b>
<b>Y Y Y Y Y</b>	<b>O O X X X X X</b>

**HASTA 32 SISTEMAS**  
**PCM DE 2048 Kbps**

**0 A 31 CANALES**

2. Para un sistema MUX DIGITAL de 8448 Kbps la codificación sería:



El sistema CCSN7 transfiere sus mensajes de señalización en forma de paquetes, los cuales están contenidos en tramas de información llamadas unidades de señalización.

Las unidades de señalización son arreglos de información binaria de longitud variable que además de los mensajes de señalización contienen información para el control de la transferencia de estos mensajes a través del enlace de señalización.

**Existen tres tipos de unidades de señalización:**

- Unidad de Señalización de Mensajes (MSU).
- Unidad de señalización del estado del enlace.
- Unidad de señalización de relleno.

**Unidad de Señalización de Mensajes (MSU)**

Es una unidad que se utiliza para transportar un mensaje de señalización a través de la red. Esto se ilustra en la figura 3.6.9

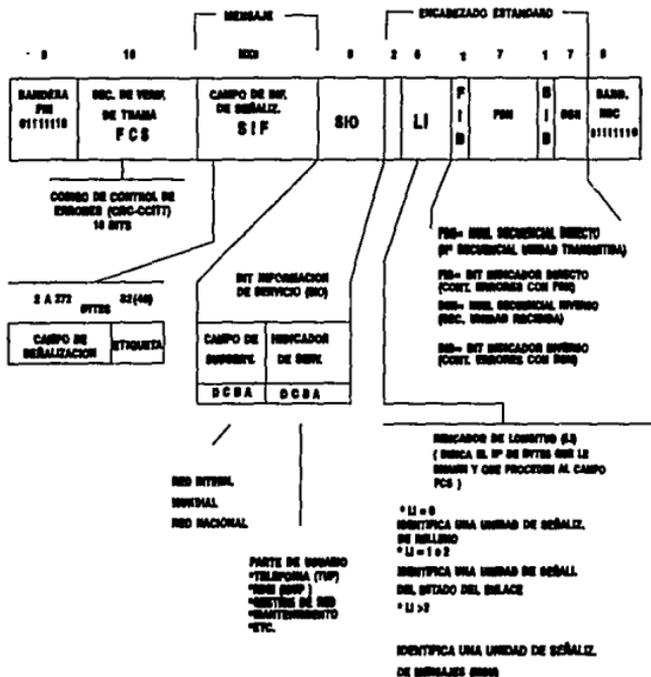


Figura 3.6.9. Formato de señalización de mensajes (MSU).

### Unidad de señalización del estado del enlace

Es una unidad que contiene información sobre el estado del enlace de datos de señalización y de sus nodos asociados.

### Unidad de señalización de relleno

Es una unidad que se utiliza para mantener la sincronía del enlace de señalización cuando no se transmiten datos.

La estructura básica de una unidad de señalización CCSN7 es similar a la trama del nivel del "protocolo de alto nivel para control de enlaces de datos" (HDLC). La figura 3.6.10. muestra ambas.

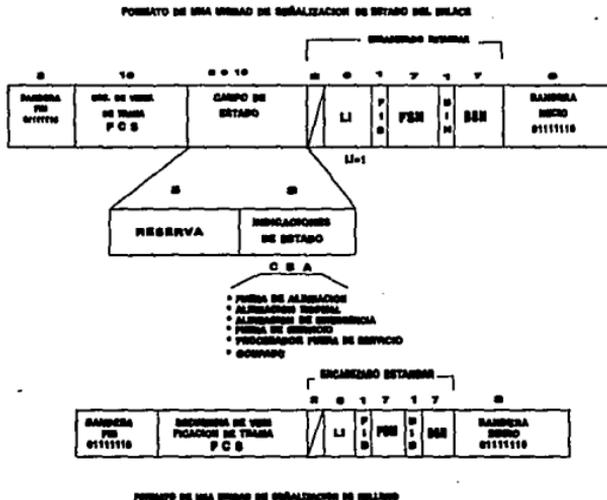
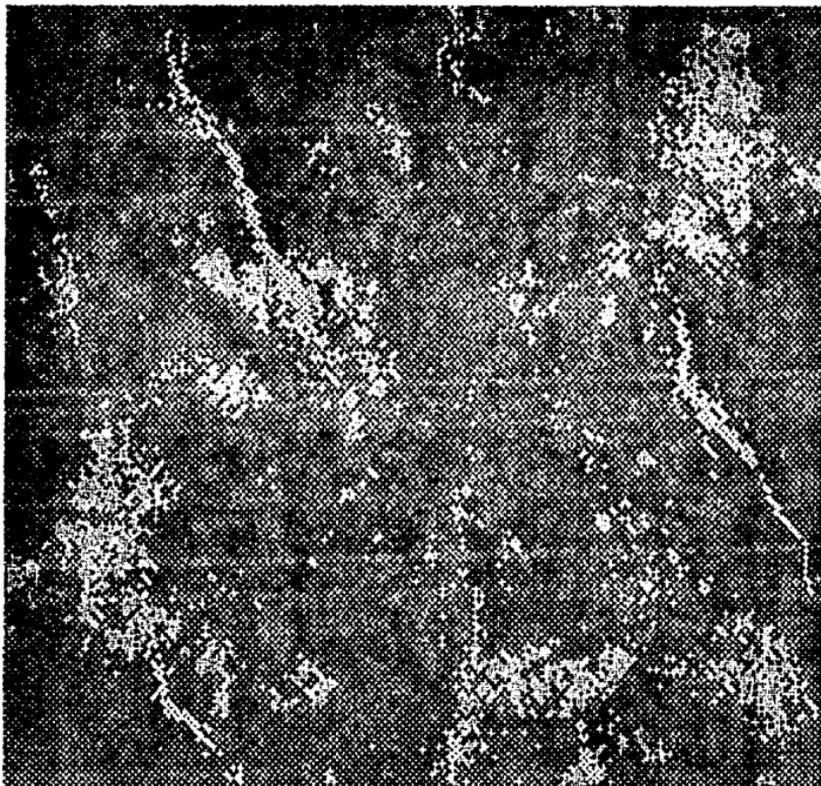


Figura 3.6.10. Formato de una unidad de señalización del estado del enlace y formato de una unidad de señalización de relleno.

# CAPITULO 4

## IMPLEMENTACIÓN DE RDSI EN SISTEMA 12



## 4.1. INTRODUCCION

El Sistema 12 es un sistema completamente digital, desarrollado a partir de 1976, 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, tandem o toll y puede ser fácilmente adaptada para trabajar con cualquiera de los sistemas de señalización existentes o proyectados.

Comprende un amplio rango de configuraciones de centrales, conteniendo desde 100 hasta 100,000 líneas de abonado o de 120 a 60,000 troncales.

Actualmente existen diferentes redes de telecomunicaciones tales como:

- Redes telefónicas públicas.
- Redes telefónicas privadas.
- Red pública de telex.
- Red pública de datos.
- Redes de área local.

La idea básica de la RDSI es hacer una super red que contemple todas las necesidades de las redes que anteriormente se mencionaron y que se encuentran actualmente en operación. Las centrales sistema 12 conectadas a la red telefónica son digitales, gracias a ésto, la RDSI puede fácilmente ser implementada añadiéndole algunos módulos.

La RDSI es un medio para el transporte simultáneo de voz digitalizada y de diversos tipos de tráfico de datos sobre los mismos medios de transmisión y por las mismas centrales digitales. Esta red que integra la telefonía con servicios no telefónicos se basa en los principios de :

- Comunicación totalmente digital de terminal a terminal.
- Protocolo de señalización único y para el acceso de los abonados (voz y datos).
- Sistema de señalización único y muy potente entre centrales.

Los abonados que ya están conectados a una central, hasta ahora no han explotado la capacidad total de los servicios ofrecidos. Nuestras llamadas telefónicas requieren un ancho de banda de aproximadamente 4 KHz, mientras que una línea no mayor de 6 Km, puede ser usada para un ancho de banda de 100 KHz. Cuando insertamos algunas terminaciones digitales entre la central y las terminales de los usuarios, se puede alcanzar una velocidad de 144 Kbps.

Un usuario conectado a las centrales sistema 12 con facilidad de RDSI puede tener en su casa un teléfono, facsimile, videotexto, una computadora, una impresora, etc.

Los dispositivos cualquiera de los antes numerados pueden trabajar simultáneamente a través de la red pública a una velocidad de 64 Kbps.

## **4.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL SISTEMA 12**

La transmisión digital tiene varias ventajas, entre las más importantes podemos citar :

- 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 que realizaban esta misma función.

- Mejoramiento en la calidad de transmisión . El equipo de transmisión digital tiene una mayor inmunidad al ruido y a la interferencia entre llamadas que un equipo analógico.
- Integración de la transmisión de voz y datos . La conmutación digital es un requerimiento indispensable para la introducción de la RDSI.

El hardware y el software están divididos en módulos funcionales pertenecientes a distintos niveles, completamente independientes entre sí y las interfases usadas para conectar los módulos están claramente definidas y normalizadas, de tal manera que cualquier módulo puede usar esta interfase.

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

- La introducción de una 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.

Las funciones de control del sistema, son atendidos por procesadores distribuidos en todo el sistema y divididos en dos niveles de control, como puede observarse en la figura 4.2.1.

El control de nivel bajo es manejado por microprocesadores asociados a pequeños grupos de circuitos terminales (por ejemplo terminales de líneas de abonado, terminales de troncales, etc.) los cuales son llamados Elementos de Control Terminal (TCE).

El control de nivel alto es manejado por un conjunto de microprocesadores que son responsables del manejo de la llamada, operación y mantenimiento, etc. Estos procesadores contienen el software de la central de uso más general y son conocidos como Elementos de Control Auxiliar (ACE).

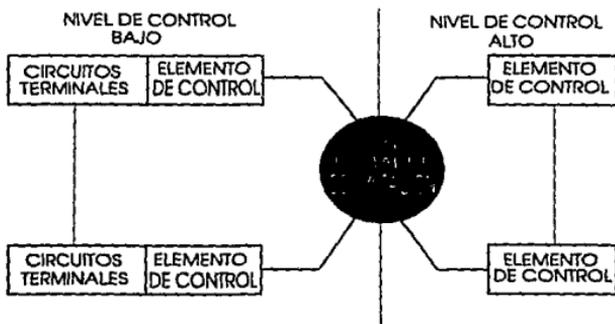


Figura 4.2.1. Control distribuido.

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.

El control distribuido ofrece muchas ventajas tanto funcionales como de organización, más específicamente podemos citar las siguientes :

- 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. De tal manera que nuevos procesadores de mayor capacidad pueden ser añadidos de acuerdo con los requerimientos y los desarrollos tecnológicos.
- 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. Las funciones específicas relacionadas con una terminal particular son atendidas por sus procesadores asociados a ellas. Esta es una gran ventaja cuando se requiere introducir nuevos sistemas de señalización y servicios, como ha sido probado cuando se incorporó la RDSI en el sistema 12.

- 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 provocará disturbios relativamente pequeños en algunos abonados o troncales, o reducir la capacidad de manejo de tráfico hasta que un procesador quede libre y atienda la falla.

Actualmente cuando un cliente (abonado) contrata un servicio telefónico y la central a la que está conectado es una central sistema 12, el sistema le proporcionará las siguientes facilidades y servicios :

- Uso de teléfono de botones cuya señalización se envía en forma de pulsos o codificada en tonos de frecuencia.
- Marcación abreviada.
- Exclusión de servicios o de ciertos tipos de llamadas especiales (Llamadas de salida o internacionales).
- Despertador.
- Redireccionamiento de llamada a la operadora, a un mensaje grabado u otro número telefónico.
- Línea directa. Es una conexión inmediata a un número programado o línea directa con retardo. Este retardo es de 10 segundos generalmente en los cuales el abonado tiene oportunidad de marcar otro número antes de que comience la marcación del número programado.
- Prioridad. Con esta facilidad es posible dar más prioridad de establecer una llamada a unos abonados que a otros, bajo condiciones normales o en condiciones especiales (por ejemplo, en casos de emergencia).
- 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 y el número del abonado llamante no se puede obtener, en su lugar, se imprime la identidad del circuito de troncales de entrada.
- Recibo detallado.

- **Retención para consulta.** Durante una conversación una de las partes puede llamar a una tercera persona sin que la conexión con la segunda parte se pierda.
- **Llamada en conferencia.** Una llamada en conferencia significa que al menos tres abonados mantengan una conversación. En la versión estándar del S-12 se permite a un máximo de 5 abonados intercomunicados, 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 alternativo previamente establecido.

Durante la selección de los componentes de las tarjetas, se ha puesto un especial interés a la fiabilidad, costo, fácil mantenimiento y reparación. Los principales tipos de componentes que encontramos en el sistema son :

- **Circuitos Integrados.** Los circuitos integrados son TTL, los cuales satisfacen los requerimientos de velocidad y tamaño.
- **Circuitos estándar de Larga Escala de Integración (LSI).**
- **Circuitos LSI sobre pedido.**
- **Componentes discretos.**

### **4.3. HARDWARE DEL SISTEMA 12**

#### **ARQUITECTURA**

Todas las funciones realizadas por el sistema 12 son grabadas y agrupadas en módulos separados e interrelacionados para llevar a cabo la función total del sistema. La figura 4.3.1. muestra el diagrama a bloques del sistema 12. 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.

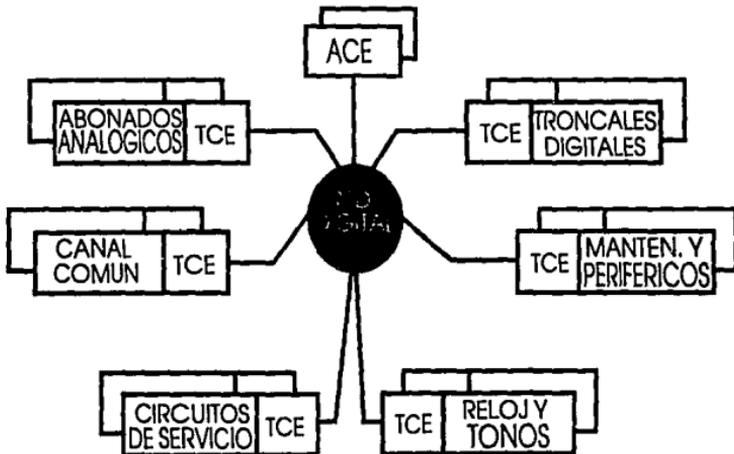


Figura 4.3.1. Diagrama a bloques del sistema 12.

Todos los módulos se encuentran conectados a la DSN. Cuando una llamada es procesada, algunos módulos son activados de acuerdo con la función a realizar. El intercambio de información entre módulos se realiza usando la misma red digital que se usó cuando se estableció la conversación. Para asegurar un acercamiento de la circuitería de soporte, todos los módulos están construidos lo más cercanos a la red de conmutación. Estos circuitos forman una terminación para la red y son llamados Elementos de Control Terminal (TCE). El hardware es construido de igual forma para todos los módulos, es decir, éste controla el módulo y posee una interfase estándar a través de la red de conmutación.

Debido a que los TCE utilizan esta interfase, nuevos módulos pueden ser añadidos, nuevos tipos de terminal pueden ser usados, y terminales obsoletas pueden ser cambiadas, sin provocar disturbios a la operación de la red o de otros módulos.

El sistema 12 incluye los siguientes bloques funcionales:

- **DSN.** La Red Digital de Conmutación habilita a los abonados para conversar, interconecta los módulos e intercambia información entre ellos.
- **ACE.** El Elemento de Control Auxiliar contiene el mismo hardware que la unidad de control del módulo y provee capacidades de procesamiento extra donde se requieran.
- **ASM.** El Módulo de Abonados Analógicos sirve como una interfase entre las líneas analógicas y la central. Este convierte las señales analógicas a señales digitales y señales digitales provenientes de la central a señales analógicas.
- **DTM.** El Módulo de Troncales Digitales sirve como una interfase entre la central y las líneas de troncal digital hacia otra central. Este convierte las señales para reconocer el tipo de troncal empleada.
- **SCM.** El Módulo de Circuitos de Servicio recibe tonos codificados de aparatos de teclas y de circuitos de multifrecuencia (MFC). En el caso de señales de MFC el módulo debe generar las señales MFC a la salida. Añadiendo una tarjeta apropiada (puente de conferencia) el módulo puede proporcionar la facilidad de llamada en conferencia.
- **CTM.** El Módulo de Reloj y Tonos genera las señales de tiempo para las centrales, todos los tonos y los distribuye.
- **M&P.** El Módulo de Mantenimiento y Periféricos conecta el almacenamiento externo y el equipo para la comunicación hombre-máquina para la central.
- **CCSM.** El Módulo de Señalización por Canal Común maneja los mensajes recibidos y controla la transmisión de los mensajes de salida sobre un canal común conectado a un DTM.

## RED DIGITAL DE CONMUTACION

La red digital de conmutación es la parte medular de la arquitectura del sistema 12. La red conecta todos los módulos conjuntamente en la central. Maneja muestras de voz, señalización interna, comunicación entre las unidades de control, tonos digitales codificados y señales de prueba. En la figura 4.3.2 podemos observar la topología de la red.

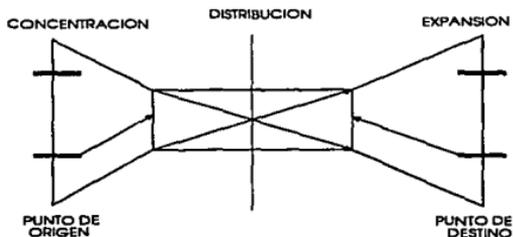


Figura 4.3.2. Topología de la red.

La red está compuesta de conmutadores, los niveles de profundidad dentro de la red están dados por etapas como puede verse en la figura 4.3.3



Figura 4.3.3. Etapas de la red.

Abonados, troncales y otras terminales están agrupadas en módulos, los cuales están conectados a la DSN al primer conmutador de acceso (etapa 0). Un par de conmutadores de acceso puede conectarse a un máximo de 8 módulos. Por ésta razón, la cantidad de etapas de conmutadores que tendremos en la central estará en relación directa a la cantidad de abonados o troncales.

Con el fin de proporcionar más tráfico, parte de la red a sido multiplicada con otras tres etapas idénticas llamadas planos. En la figura 4.3.4 se muestra la estructura completa de la red y de los grupos de conmutadores.

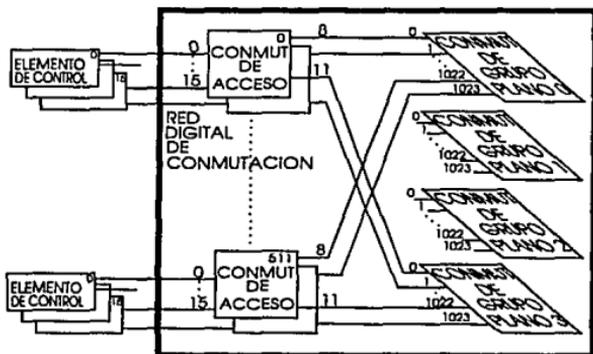


Figura 4.3.4. Estructura general.

### Estructura de la red

La DSN consiste de :

- Conmutadores de Acceso
- Grupo de conmutación

La diferencia entre ambos es sólo de nombre, físicamente son una misma tarjeta. La red está compuesta como sigue :

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

### **Conmutadores de acceso**

Todas las terminales (líneas, troncales, circuitos de servicio,etc.) tienen acceso a la DSN vía un TERI 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.

- Puertos 0-7 : Conexiones de ASM (usuarios de bajo tráfico).
- Puertos 0-3 : Conexión de DTMs, SCMs, ASMs 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, M&P.

### **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.

El grupo de conmutación tiene como 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 o tres etapas.

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

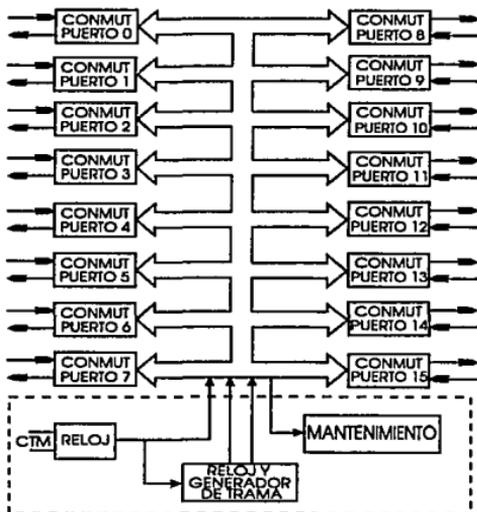


Figura 4.3.5. Diagrama a bloques del elemento de conmutación.

### **Elemento de conmutación digital**

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 bits/s, que pueden ser de entrada o salida, de 32 canales de 16 bits por canal, con lo que se tiene un enlace PCM bidireccional (ver figura 4.3.5).

Las funciones básicas de una tarjeta DSE son:

- Establecer una conexión.
- Mantener una conexión para la transferencia de datos.
- Liberar una conexión.

Para crear una trayectoria a través de la DSN se debe hacer una cadena de conexiones a través de una o más tarjetas DSE.

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

Una vez que el patrón de sincronía es detectado, el puerto cuenta los bits para saber en cual 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.

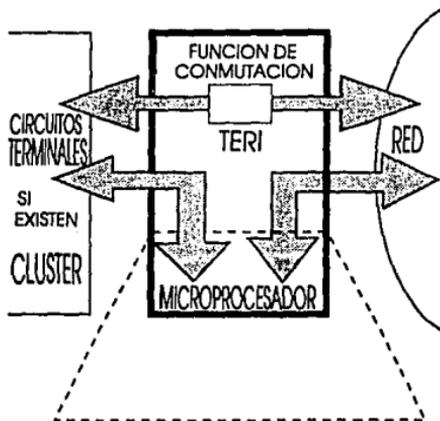
Toda comunicación entre canales receptores y transmisores es hecha vía un sistema de bus común, que se conoce como Bus Multiplexado por División de Tiempo (Bus TDM).

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

## ELEMENTO DE CONTROL (CE)

El software del sistema 12 es llevado a cabo por microprocesadores con su memoria cada uno de ellos. La interacción entre estas funciones de software y el hardware externo es realizada por un tipo de conmutador (no es igual al DSE), llamado Interfase Terminal (TERI).

El microprocesador y la TERI forman un Elemento de Control (CE) como se ilustra en la figura 4.3.6.



**Figura 4.3.6. Elemento de control.**

Las funciones de la tarjeta de interfase se listan a continuación :

- Es el mensajero de los eventos hardware ocurridos en la circuitería terminal (por ejemplo, el descuelgue de un abonado) y con la ayuda del software.

- Permite enviar órdenes del software a la circuitería terminal (por ejemplo, dar corriente de timbrado a un abonado llamado).
- Establecer comunicación entre dos procesadores a través de la red.
- Por un comando proveniente del procesador, la TERI establece una vía por la red para permitir, por ejemplo, dos enlaces de voz durante una conversación.

Existen dos tipos de CE dependiendo si tienen circuitería conectada a él o no :

- TCE. El Elemento de Control Terminal, está físicamente conectado a una terminal formando un módulo. Un TCE controla muchas de las funciones del módulo y proporciona una interfase entre las terminales y la red, además funciona como memoria para el almacenamiento del software y los datos.
- ACE. El Elemento de Control Auxiliar, no está físicamente conectado a alguna terminal. Un ACE solamente se comunica a través de la red y es usado para las funciones de manejo de llamada y supervisión de la central. En general un ACE contiene datos que son usados por la central en conjunto. Los módulos terminales consultan estos datos a través de la red para obtener información genérica.

Todos los elementos de control tienen el mismo hardware, el cual puede ser dividido en partes principales tales como :

- Microprocesador.
- Memoria.
- Buses de control.
- Interfase terminal.

## **MODULOS TERMINALES**

Cada módulo terminal del sistema 12 consiste de los circuitos terminales y el TCE. Los circuitos terminales están conectados al TCE de dos maneras :

- Terminales no pareadas (cross over). Para éstos módulos las dos líneas PCM del TCE son enrutadas a un grupo de circuitos terminales como se muestra en la figura 4.3.7.

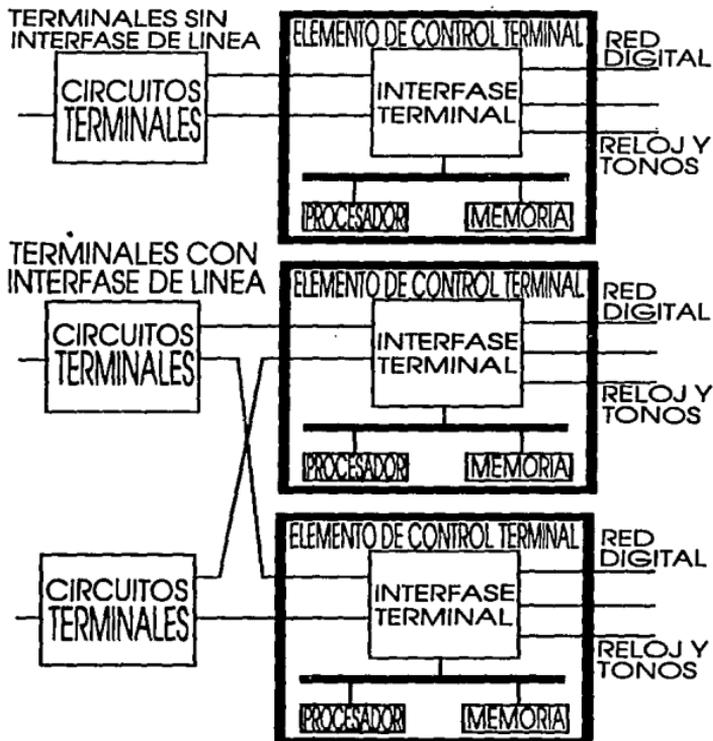


Figura 4.3.7. Interconexión del TCE y sus circuitos.

- Terminales pareadas (cross over). Estos módulos se encuentran conectados en pares, en operación normal cada TCE controla sus circuitos terminales, pero cuando una falla ocurre en el TCE, en la central o en los conmutadores, el otro módulo asegurará el control de ambos módulos. Los TCE son similares en todos los módulos ya que, como sabemos, controlan la operación del módulo y conecta los circuitos terminales a la red.

### **Módulo de abonados (ASM)**

Cada módulo ASM tiene el control de hasta 128 líneas de abonados analógicos, es equipado con un circuito de timbrado. Dos módulos de ASM están siempre conectados por razones de seguridad.

Cada ASM contiene como máximo 16 tarjetas de circuito de línea cada una conteniendo 8 líneas. Por lo tanto, además del TCE tenemos las siguientes tarjetas :

- 16 tarjetas de circuito de línea ALCB.
- 1 tarjeta de circuito de timbrado RNGA.
- 1 unidad de acceso para prueba TAUA.

Para realizar pruebas externas, cada línea de abonado está conectada al circuito de línea y a la TAUA por medio de un bus.

Una TAUA es equipada en cada gabinete con líneas analógicas para examinar las líneas en sí, examinar las señales analógicas recibidas, examinar las señales analógicas enviadas y examinar cómo la central maneja estas señales analógicas.

Las líneas de abonado están conectadas al módulo de abonados en dos grupos de 64. Las señales de voz de cada abonado son convertidas de analógicas a digitales por medio de un circuito codificador/decodificador para cada canal. Cada grupo está concentrado en un enlace PCM de 32 canales a la TER1 y luego a la red digital.

En condiciones normales, un abonado es controlado por su propio procesador, pero en caso de falla o una sobre carga de software en el propio TCE, el otro procesador del par puede tomar el control de los 128 abonados del módulo que falló.

De lo anterior se desprende que en el caso de "cross over" un elemento de control terminal puede controlar hasta 256 terminales de abonado.

### **Módulo de troncales digitales (DTM)**

Un módulo de troncales digitales lleva a cabo las funciones relacionadas con el enlace PCM entre centrales. Desde este punto de vista, 30 troncales (equivalentes a 30 canales), son atendidos.

Un canal PCM de un DTM puede ser usado para :

- Voz, por medio de la DSN al DTM para una llamada saliente.
- Voz, para una llamada de tránsito.
- Tonos de MFC, provenientes o enviados a un módulo de circuitos de servicio (SCM).
- Paquetes de datos, enviados o recibidos por el módulo de conmutación de paquetes (PSM).
- Datos por conmutación de circuitos y conexiones de voz, provenientes o enviados al módulo de troncales para RDSI (ITM).
- Mensajes de señalización por canal común, generados por el módulo de señalización por canal común (CCSM).

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

Lleva a cabo la recepción de señales Multifrecuencia de Tonos Dobles (DTMF), desde aparatos con teclas.

Recibe y envía las señales MF hacia las troncales digitales.

Con una tarjeta adicional, el Puente de Conferencia Simplificado (SCB), proporciona la facilidad de conferencia. Con esta facilidad se permite celebrar simultáneamente conferencias o funciones de hasta 5 usuarios cada una.

Además del TCE, el módulo consta de dos tarjetas de filtro (MFF) y dos tarjetas de procesador (MFP) y, si se requiere, dentro del mismo módulo o en lugar de dos tarjetas (una de filtro y una de procesador), se puede equipar un SCB.

### Módulo de reloj y tonos (CTM)

El CTM (figura 4.3.8) controla la frecuencia del reloj principal de la central. El módulo también genera todos los tonos audibles, proporciona un reloj de tiempo real, mensajes hablados y procesa las señales para la prueba de abonados y troncales. Por razones de seguridad, el módulo se equipó duplicado por si uno de ellos llegara a fallar.

Además del TCE, un módulo de reloj y tonos contiene las siguientes tarjetas:

- 1 reloj central CCLA.
- 1 control de referencia del reloj RCCA.
- 1 generador de señales digitales DSGA.
- 1 analizador de señales de prueba TSA.
- 1 distribuidor de reloj y tonos CLTD.

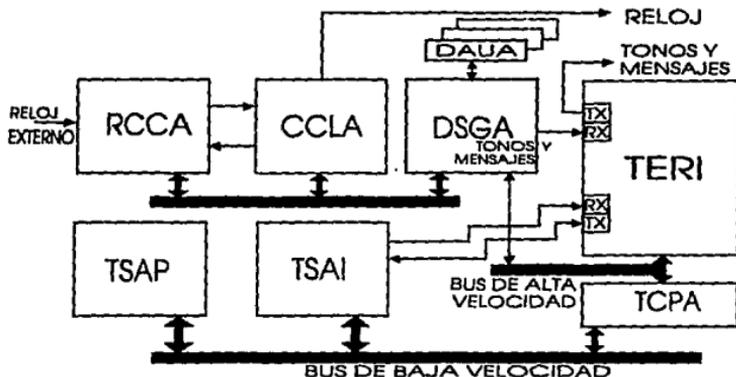


Figura 4.3.8. Módulo de reloj y tonos.

### **Módulo de mantenimiento y periféricos (M&P)**

Cada módulo de M&P consta de dos módulos :

- Existe un módulo de defensa, también llamado de mantenimiento, en éste el procesador coordina las actividades de mantenimiento, controla las rutinas de diagnóstico de pruebas y lleva a cabo el procesamiento de las alarmas.
- El otro módulo contenido en el M&P es el de periféricos y carga, el cual controla el transporte de carga de y hacia otros módulos, de y hacia los equipos de entrada/salida y controla la comunicación hombre-máquina.

Existe un mapa de memoria de 256 Kbytes común entre los dos procesadores, la cual es proporcionada por la tarjeta de memoria de doble puerto (DPM). La DPM permite la interacción del control y los datos, sin hacer uso de la red, con lo cual se acelera la velocidad de los procesos y liberar de tráfico a la DSN para que pueda aprovecharse por otros módulos.

Cada módulo de M&P puede controlar hasta 4 unidades de disco. Todo el software está almacenado en los discos. Cuando un programa de un CE requiere una parte de software almacenada en el disco, el sistema operativo localiza la parte deseada en el disco y la transfiere al CE. También cuando un CE necesita ser cargado o recargado con sus programas, éstos son tomados del disco.

Cada módulo de M&P puede controlar hasta 8 unidades de cinta. Una copia de respaldo del software de la central, todos los cálculos hechos, el resultado de las mediciones y las estadísticas son almacenados en las unidades de cinta magnética. Cuando el sistema tiene que ser cargado con nuevo software o cuando se inicializa la central, se descarga la información de la cinta magnética y ésta se transfiere a los discos de los módulos de M&P. Una vez que los discos han sido cargados, el software será transferido a cada uno de los elementos de control de la central.

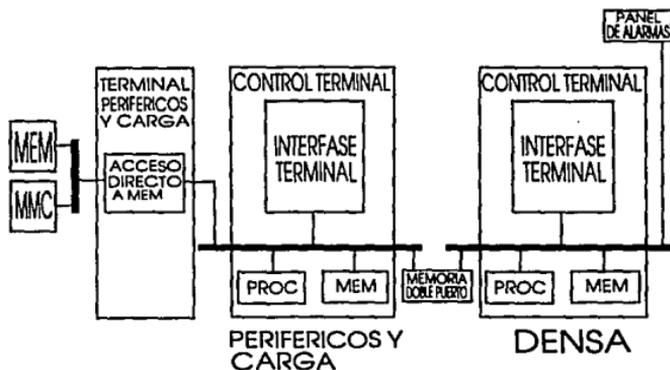


Figura 4.3.9. Módulo de mantenimiento y periféricos.

### Módulo de señalización por canal común (CCSM)

Este módulo es el encargado de realizar el intercambio de información usando la señalización No.7 para aplicaciones de telefonía nacional e internacional y es totalmente digital la transmisión.

El CCSM realiza todas las funciones del nivel 1,2 y 3 para la señalización por canal común como se define en el modelo OSI. Este establece la comunicación y recibe por medio de mensajes a través de la DSN los usuarios de nivel 4 (partes de usuario) que están situados en otros módulos como el DTM, ASM, ITM, etc.

Los eventos están codificados en binario en mensajes, los cuales son enviados por medio de enlaces de datos de señalización. Los enlaces de señalización están conectados al CCSM y pueden ser de dos tipos :

- Canales de 64 kbps de un sistema PCM de 2 Mbps, conmutados a través de la DSN.
- Conexión directa de los enlaces por vía de un modem.

El módulo usa la misma interfase (TCE) que todos los demás módulos. Adicionalmente, en el módulo se equipan :

- 1 tarjeta de control de canal común CHCR.
- 8 tarjetas de protocolo PROA/B.

#### **4.4. TECNICAS Y PRINCIPIOS DEL SOFTWARE**

La modularidad de la arquitectura y la independencia del hardware tanto como sea posible, fueron las principales premisas planteadas durante el diseño del software para el sistema 12.

Con el fin de lograr las anteriores premisas, durante el desarrollo del software, se han aplicado técnicas y principios tales como :

- 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 (FMM) y de Máquinas de Soporte del Sistema (SSM).
- 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.

#### **MAQUINAS VIRTUALES**

El software está estructurado en niveles, con Máquinas Virtuales (VM) en cada nivel. Todo el software localizado bajo un nivel se comportará como una VM. En la figura 4.4.1 se ilustra el concepto general de una máquina virtual.



Figura 4.4.1. Concepto de máquina virtual.

Una VM es una unidad utilizada por unidades de mayor orden, a fin de efectuar funciones específicas. Las ventajas más importantes con este tipo de máquinas virtuales son :

- Los cambios hardware sólo afectan al software que opera directamente sobre el hardware que lo contiene.
- 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 VM 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 este caso la máquina virtual consiste de un microprocesador más un compilador fuera de línea.

El uso de un lenguaje de alto nivel tiene la ventaja no sólo en codificar y probar más rápido sino también hacer al software independiente del procesador sobre el cual corre.

## MENSAJES

La comunicación entre los módulos software ( FMM, SSM) 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 usarlo. Esto es, alojarle un número, un nombre, una prioridad y una lista de parámetros que contengan la información.
- Cuando un mensaje tiene que enviarse, es puesto en un campo de datos de 64 bytes llamado pila de mensajes. 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 a 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 es enviado al receptor donde se utiliza para leer el mensaje. Dependiendo de si el receptor está definido o no, existen 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.

## MAQUINAS DE MENSAJES FINITOS (FMM)

Las máquinas de mensajes finitos son los módulos funcionales básicos donde 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 FMM y la comunicación es 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.

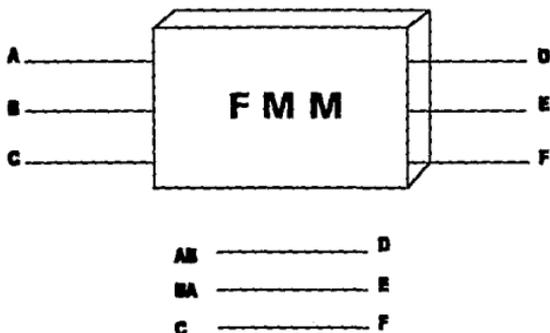


Figura 4.4.2. Máquina de mensajes finitos.

El hecho de utilizar máquinas de mensajes trae consigo ventajas muy importantes, entre las cuales podemos citar :

- **Confiabilidad.** Ninguna FMM puede utilizar datos pertenecientes a otra FMM. Todos los mensajes que no pertenecen a la FMM son rechazados.

- Prueba Simple. Las FMM 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 FMM existentes u otros módulos.
- Configuración flexible del sistema. La mayoría de las FMM operan independientemente de la unidad de control en la cual están trabajando, pudiéndose entonces reconfigurarse en diferentes elementos de control como se requiera.

### **Tipos de FMM**

El programa en sí mismo es conocido como la definición del proceso. La ejecución del programa 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 es conocida como una FMM multi-proceso. La acción de crear una nueva área de datos se le conoce 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 a 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 a esta FMM se le referirá como una FMM mono-proceso. En general las FMM de mono-proceso efectúan funciones como análisis de dígitos o identificación del abonado llamado.

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

Una FMM mono-proceso trata sólo con un usuario a la vez, recibe una pregunta, efectúa alguna o algunas funciones y proporciona una respuesta, posteriormente espera al siguiente usuario.

Una FMM multi-proceso 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 FMM están implantadas como máquinas de estados finitos. Estas máquinas pueden estar en un número limitado de estados predefinidos.

Después de la inicialización, las FMM 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 esta forma ciertas partes del código se ejecutarán y otras partes no, dependiendo únicamente de la secuencia y contenido de los mensajes tal como se puede apreciar en la figura 4.4.3.

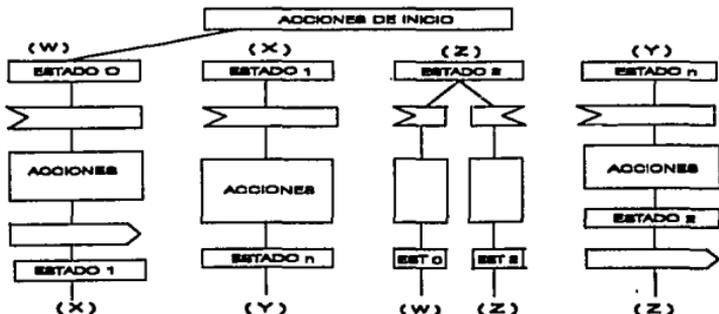
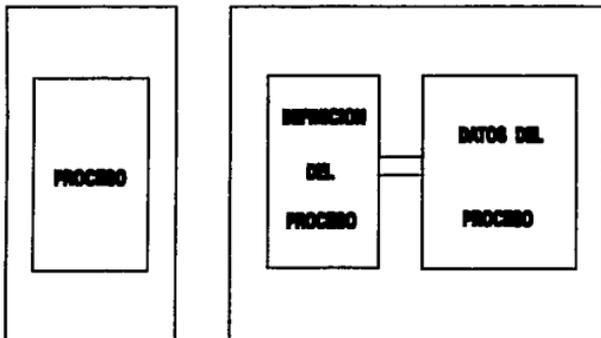


Figura 4.4.3. FMM como máquina de estados finitos.

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.

#### **FMM mono-proceso**

Como puede verse en la figura 4.4.4, una FMM mono-proceso tiene sólo un proceso definido. Consiste por lo tanto de una parte : la parte supervisora. Solamente un proceso puede existir en una FMM mono-proceso. Esta supervisa las funciones y operación de la FMM.



**Figura 4.4.4. FMM mono-proceso.**

#### **MMF multi-proceso**

Una MMF multi-proceso contiene dos definiciones de proceso, las cuales son: definición del proceso supervisor y definición del proceso de aplicación. Estas definiciones son llamadas parte supervisora y parte de aplicación (ver figura 4.4.5).

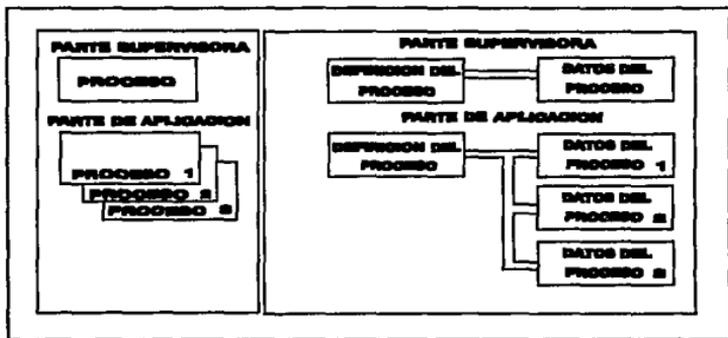


Figura 4.4.5. FMM multi-proceso.

En la parte de aplicación pueden coexistir muchos procesos. Los procesos utilizan la misma definición de proceso pero los apuntadores señalan 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 multi-proceso 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.

## MAQUINAS DE SOPORTE DEL SISTEMA (SSM)

Como regla general todos los módulos software están implementados como FMM y están escritos en lenguaje de alto nivel CHILL, el cual es un lenguaje dedicado al desarrollo de software para telefonía.

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. Por lo tanto, existe un límite para la cantidad de mensajes que pueden enviarse por unidad de tiempo en el sistema.
- Los programas escritos en lenguaje de alto nivel producen más código máquina y por lo tanto son ejecutados más lentamente que si fueran escritos directamente en código máquina. Los programas con rutinas que son muy repetitivas, por ejemplo rastreadores, pueden ahorrar mucho tiempo de ejecución si fuesen escritos directamente en código máquina.

Estas desventajas condujeron a los diseñadores a la necesidad de implementar módulos de programas usados frecuentemente, utilizando una técnica diferente que el de las FMM. Estos nuevos módulos son conocidos con el nombre de Máquinas de Soporte del Sistema (SSM). En la figura 4.4.6 puede verse el diagrama a bloques de una máquina de este tipo. Una SSM puede consistir de hasta 4 diferentes tipos de programas.

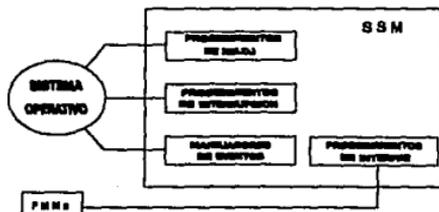


Figura 4.4.6. Máquina de soporte del sistema.

## **PROCEDIMIENTOS DE INTERFASE**

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

Los procedimientos de interfase 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.

### **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 que provocó la interrupción al sistema.

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

Los procedimientos de interrupción pueden enviarse mensajes pero no recibirlos.

### **Procedimientos de reloj**

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

### **Manejadores de eventos**

Los procedimientos de interrupción y los procedimientos de reloj, son ejecutados con las interrupciones deshabilitadas, por lo tanto, es importante que éstos utilicen el menor tiempo que sea posible para realizar su función.

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 provista por los procedimientos de interrupción o de reloj.

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

### INTERFASES GENERICAS

La interfase de mensajes de las FMM es un prerrequisito para la conexión de software, para que puedan añadirse posteriormente nuevos módulos software sin cambiar los ya existentes (ver figura 4.4.7).



Figura 4.4.7. Interfases genéricas.

Sin embargo, si un módulo nuevo requiere que nuevos mensajes sean enviados por FMM ya existentes, esto da como resultado un cambio inevitable en el software existente. La idea es tener una buena provisión de mensajes en la interfase para que en futuros cambios o añadiduras puedan éstos tenerse presentes y acomodarse.

## BASE DE DATOS

Todos los datos semipermanentes 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 interfase estándar, los usuarios no saben donde están almacenados los datos.
- 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 redundante siempre y cuando muchos usuarios los requieran.

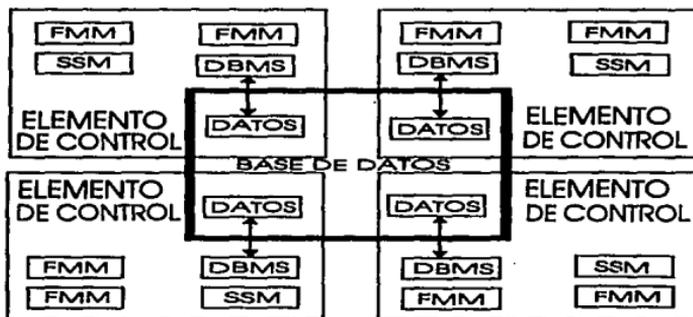


Figura 4.4.8. Sistema de base de datos.

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 Manejador de la Base de Datos (DBMS).

La base de datos en el sistema 12 es distribuída, en otras palabras, los datos contenidos en la base de datos están divididos en unidades de control individuales ( ver la figura 4.4.8).

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

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 (como se muestra en la la figura 4.4.9), 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
5-15-88-80	COMPUTADOR	2000	DISCO
5-15-88-81	NORMAL	2001	DISCO
...	...	...	...
5-15-88-89	ALCANCIA	2009	BOTONERA

Tupla de la relación A

dominio D1 de la rel. A

Figura 4.9. Ejemplo de una base de datos.

#### 4.5. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA RDSI

La presente revolución en las telecomunicaciones hace esencial que las centrales diseñadas y que se encuentran brindando servicio telefónico, estén preparadas para usarse en un ambiente RDSI. Esta facilidad elimina la necesidad de una nueva generación de centrales a mediano plazo.

La arquitectura modular y control distribuido del sistema 12 es muy conveniente para una gradual introducción de RDSI dentro de las redes de telecomunicaciones existentes. El sistema cuenta con una red digital de conmutación conectada por una interfase estándar a una serie de módulos, de tal manera que nuevos módulos pueden ser añadidos al sistema 12 para proporcionar un rango completo de servicios sin cambiar la arquitectura básica de la central o afectar al hardware existente.

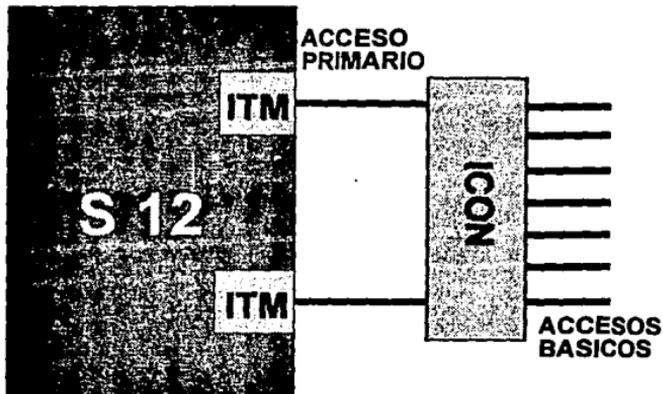


Figura 4.5.1. Requerimientos básicos.

Para introducir los servicios de la RDSI en un país, con una pequeña inversión inicial, unidades remotas (llamadas CONCENTRADORES RDSI) son usadas en el campo. Proporcionando Accesos Básicos (BA) 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 RDSI (ITM) o vía la interfase interna al Módulo de Abonados RDSI (ISM). Inicialmente esos productos permiten a la administración de teléfonos mejorar sólo pocas centrales sistema 12 para proporcionar los servicios RDSI a una gran parte del país. Estos requerimientos básicos se muestran en la figura 4.5.1.

La figura 4.5.2 muestra en general, los módulos más importantes necesarios para la implementación de RDSI en el sistema 12, el corazón del diagrama de araña es la red digital de conmutación (DSN) 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.

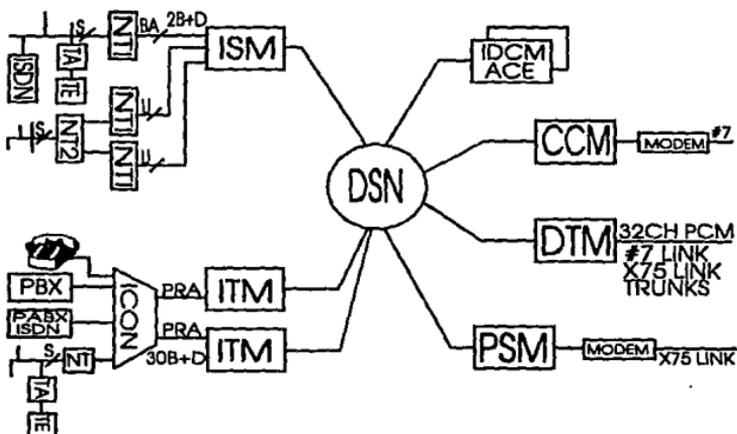


Figura 4.5.2. Configuración S-12 RDSI.

## CONCENTRADOR DE RDSI (ICON)

### Accesos básicos y de velocidad primaria

La RDSI es una red que ha evolucionado de la Red Digital Integrada (RDI) 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 el CCITT) en el nivel de línea, que soporta el acceso usuario-red. En la figura 4.5.3. se muestra un diagrama de este 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 transmisión de información se hace a través de un sistema de 3 canales llamado 2B+D, de los cuales un canal, (canal D), es usado para el empaquetamiento y señalización de datos, y 2 canales (canales B) para la conmutación de circuitos de voz o datos o para la conmutación de paquetes de datos. El canal D transmite a 16 Kbps, los canales B a 64 Kbps y 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 sólo 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.

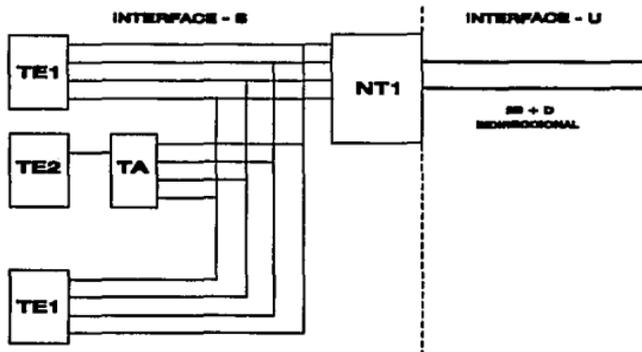


Figura 4.5.3. Acceso básico.

**Acceso de Velocidad Primaria:** Empleado normalmente para permitir el acceso de los usuarios a la red con gran cantidad de información, 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 o 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 PABX Digital, concentradores y redes de área local. La figura 4.5.4 muestra las configuraciones básicas de un acceso de velocidad primaria.

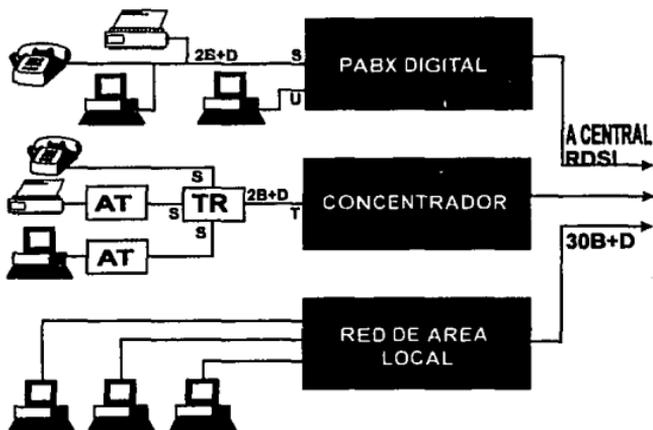


Figura 4.5.4. Acceso de velocidad primaria.

### Concentrador RDSI

Una de las partes esenciales en una RDSI, es el Concentrador RDSI o comúnmente llamado ICON. La función primaria de este dispositivo es la conexión y concentración de abonados tanto analógicos como abonados RDSI (accesos básicos) hacia una central RDSI, a través de 1 o 2 enlaces primarios (enlaces PCM).

El ICON forma parte de una RDSI, y a su vez, puede ser considerada 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. 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 o 2 enlaces PRA.

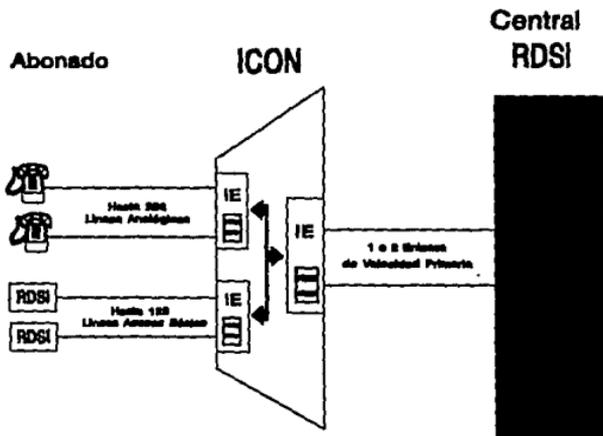


Figura 4.5.5. Concentrador RDSI (ICON).

La figura 4.5.5 muestra un esquema del ICON y su medio ambiente. En ella se ilustra una mezcla 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 al ICON: accesos básicos, accesos de velocidad primaria y accesos analógicos; consecuentemente, el hardware del concentrador debe ser el apropiado para el manejo de estos 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.

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.

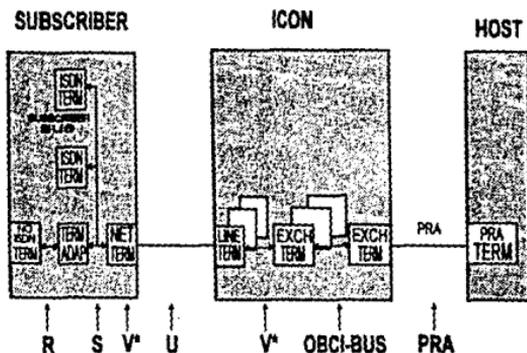


Figura 4.5.6. Interfases funcionales en el ICON.

En la figura 4.5.6 se muestran éstos puntos de referencia con sus interfaces funcionales a lo largo de un tipo de conexión acceso básico. Debe notarse que sólo se han ilustrado 2 bloques del ICON: la parte terminal acceso básico y la parte terminal en el acceso primario.

### **Hardware del ICON**

Como se mencionó anteriormente, existen 3 tipos de circuitos de interfase sobre los cuales el ICON se comunica al exterior:

- 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 4.5.5).

Cada elemento de interfase debe tener las siguientes partes hardware:

1. Circuitos de interfase de un tipo específico para la conexión al exterior hacia un abonado analógico, hacia un abonado RDSI o hacia la central RDSI.
2. Circuitos de interfase para comunicarse con otros IE. 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 4.5.7) cuenta con las siguientes tarjetas:

**LTCC:** Circuito de terminación de línea RDSI, el cual contiene 8 interfaces 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 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.

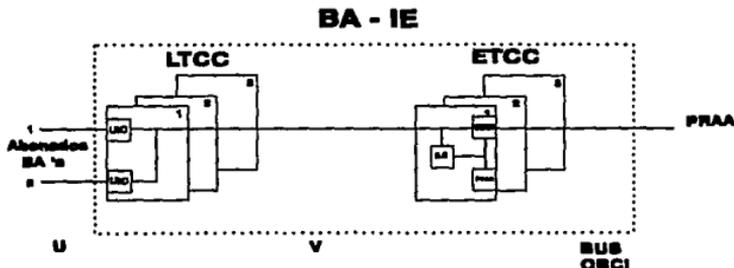


Figura 4.5.7. Elemento de interfase acceso básico.

### Elemento de interfase hacia un abonado analógico

Este elemento de interfase (figura 4.5.8) cuenta con las siguientes tarjetas:

- ALCB: Circuito de líneas analógica, con capacidad para 8 líneas.
- ACTA: Controlador de línea analógico, para el manejo de 8 tarjetas ALCB 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. Como la capacidad máxima de tarjetas ACTA a ser equipadas es de 4, tendremos:

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

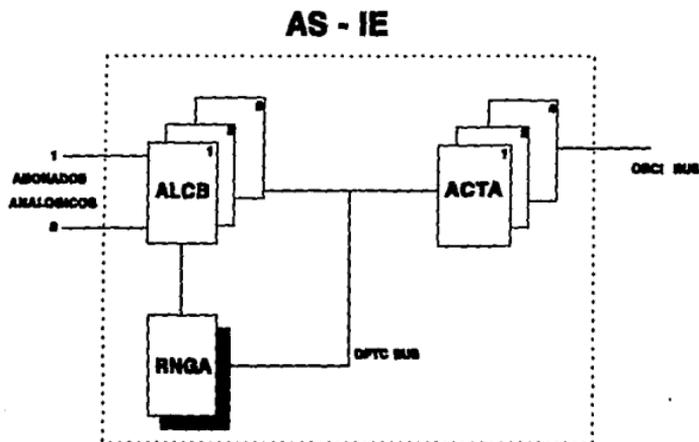


Figura 4.5.8. Elemento de interfase acceso analógico.

### Elemento de interfase hacia la central RDSI

El elemento de interfase hacia la central RDSI contiene las siguientes tarjetas (figura 4.5.9):

- 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 a un centro de prueba.

#### IE - A CENTRAL

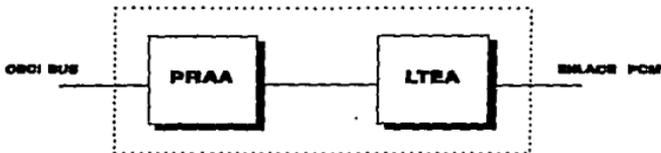


Figura 4.5.9. Elemento de interfase hacia la central RDSI.

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.

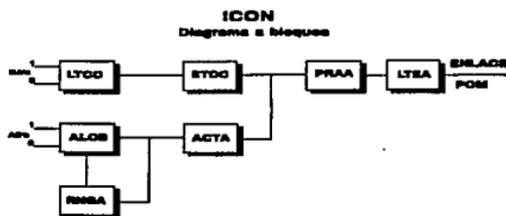


Figura 4.5.10. Estructura general del ICON.

### MODULO DE TRONCALES RDSI (ITM)

El módulo de troncales RDSI, es uno de los módulos principales que hacen una central RDSI sistema 12.

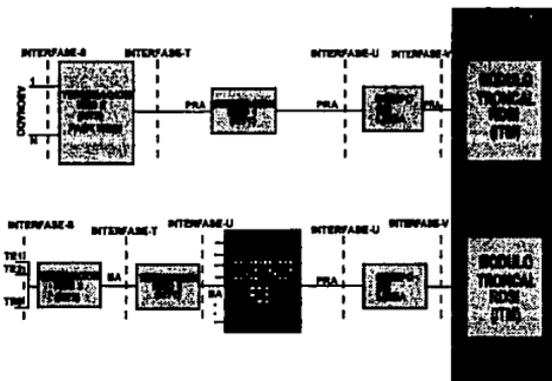


Figura 4.5.11. Módulo de troncales RDSI.

Un ITM permite una comunicación bidireccional, a través de un acceso de velocidad primaria entre grandes usuarios y una central RDSI sistema 12. Estos grandes usuarios pueden ser PABX RDSI (Centrales Privadas Automáticas RDSI) o concentradores RDSI (ICON). La figura 4.5.11 muestra dos configuraciones de ITM.

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 del 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 sistema 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:

1. La tarjeta de troncales digitales desarrolla:

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

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

En la figura 4.5.12 podemos observar la estructura del módulo de troncales RDSI.

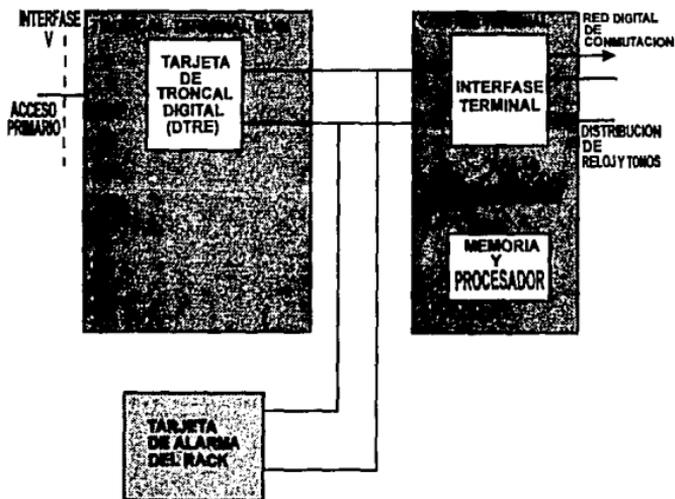


Figura 4.5.12. Estructura general del ITM.

El ITM se compone de un circuito Terminal de Troncales RDSI (ITT) y un elemento de control terminal.

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

El TCE se compone de una Interfase Terminal (TI), un procesador y memoria.

### **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 este 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) esta información.

### **Funciones del elemento de control terminal**

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.

### **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 detectar esas condiciones y de transmitir al TCE para procesarlas adecuadamente. En modo transmisor, 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 a través de la DSN. El software del módulo de mantenimiento decide si las alarmas recibidas deben ser desplegadas en el Panel Maestro de Alarmas (MPA) o reportadas via impresora y VDU (Video Display Unit).

### **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 de una central local RDSI sistema 12.

En la figura 4.5.13 se muestra la arquitectura del ISM para accesos básicos.

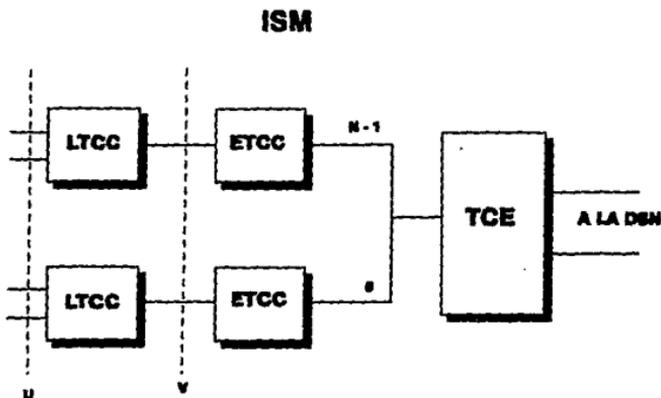


Figura 4.5.13. Módulo de abonados RDSI.

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 a la DSN a través de un elemento de control terminal, el cual posee básicamente las mismas características de los TCE de los demás módulos del sistema 12.

### 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 4.5.14

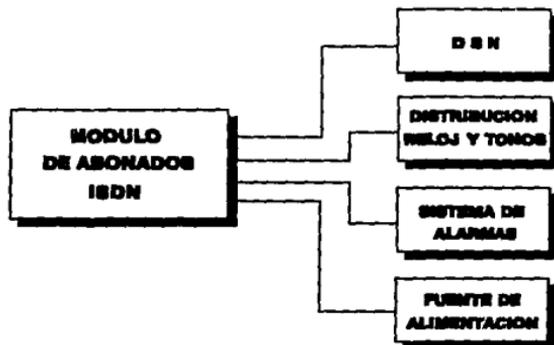


Figura 4.5.14. Interfases internas del ISM.

### 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+4), 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 estos 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 4.5.15).

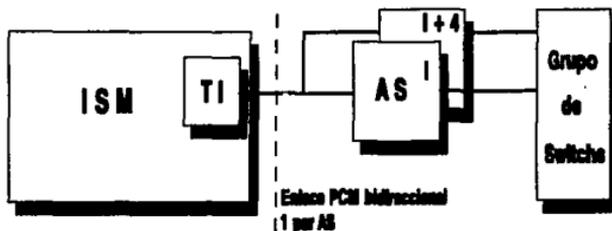


Figura 4.5.15. Interfase de red de conmutación.

#### 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 esta 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 estos 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 4.5.16).

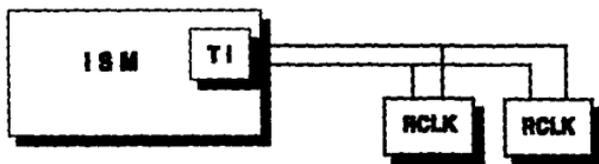


Figura 4.5.16. Interfase del CTM.

#### 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 gabinete. No debe perderse de vista que la comunicación entre módulos se realiza a través de la DSN (figura 4.5.17).

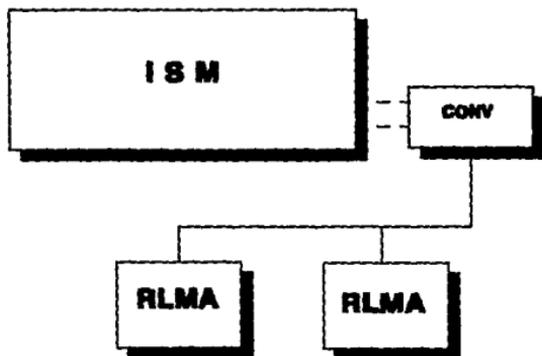


Figura 4.5.17. Interfase de alarmas.

### **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.

### **MODULO DE CONMUTACION DE 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.

### **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 este 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.

### **Protocolos y señalización para RDSI**

#### **1. 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.
2. 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.
3. 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 o RDSI.
  - Los mensajes IPP son manejados con una mayor velocidad por el sistema operativo que los otros mensajes.
4. 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.
5. 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.

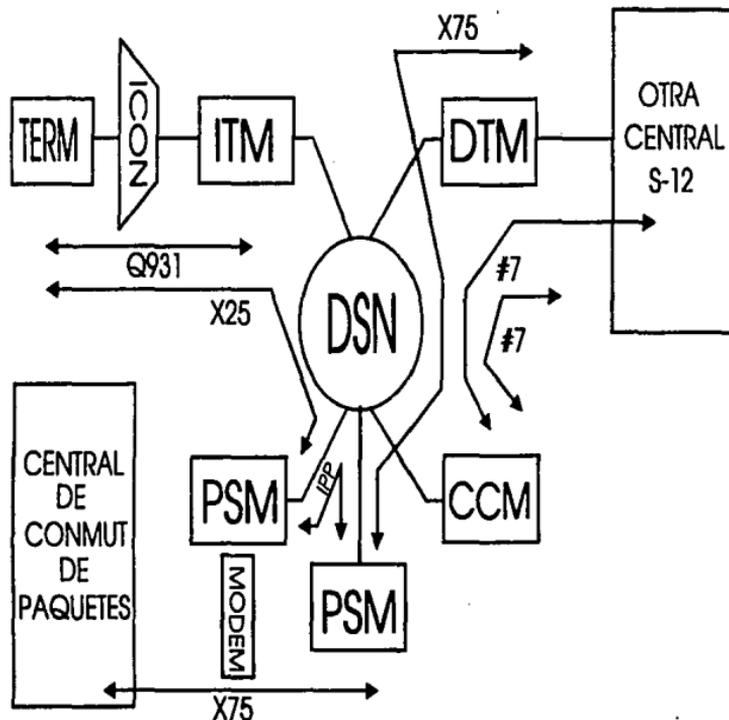


Figura 4.5.18. Protocolos y señalización.

### Descripción del PSM

El PSM es un elemento de control terminal que forma parte del sistema 12 y se conecta hacia la red digital a través de la interfase terminal. Internamente, el PSM está configurado con bus multi-maestro, como se indica en la figura 4.5.19, 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.

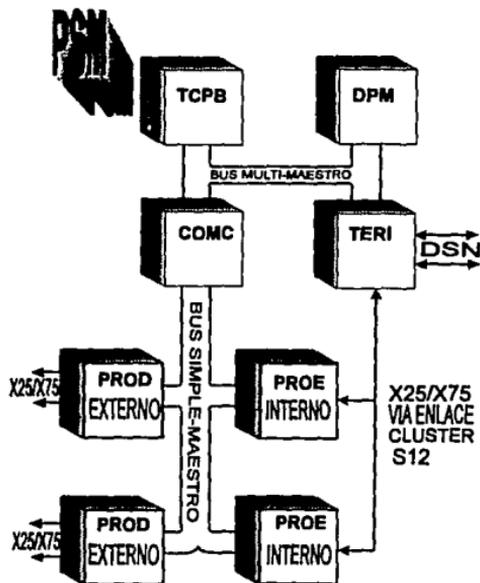


Figura 4.5.19. Diagrama a bloques del PSM.

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, 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. La figura 4.5.20 ilustra claramente este proceso y el que a continuación se describirá.

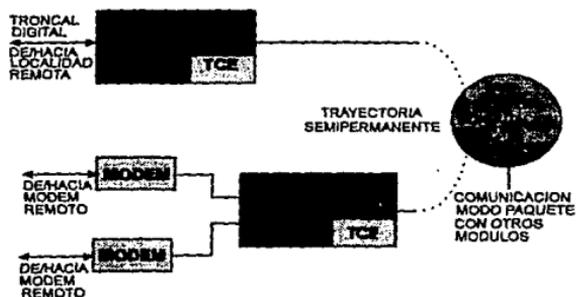


Figura 4.5.20. Conexiones del PSM.

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, esta 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 esta tarjeta es proporcionar una interfase entre el procesador TCE y hasta 8 tarjetas de protocolo. La información entre este 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.25X.75 entre la tarjeta COMC y la TERI. 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. El control del PSM es ejecutado por el TCE, por medio del bus multi-maestro. Entre las funciones típicas de este 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 interna.
- Supervisar y controlar la operación del PSM.
- Realizar operaciones de control de software.
- Evaluar condiciones de alarmas.
- Ejecutar pruebas de diagnóstico.

### **SACE 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 esta información. Por esta 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 este ACE. Información de control es intercambiada entre este 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 monoproceso y se activa cada vez que el módulo de control de llamada necesita una información de abonado en el ACE.

Los principales trabajos de esta 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.

#### **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 :

1. Parte de transferencia del mensaje (MTP) : Es capaz de transportar información sin errores entre dos puntos finales.
2. 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.

### Parte de transferencia del mensaje

La parte de transferencia es dividida en tres niveles funcionales, el nivel 1, 2 y 3. Desde este punto de vista, las partes de usuario estarán situadas en el nivel 4 como puede apreciarse en la figura 4.5.21.

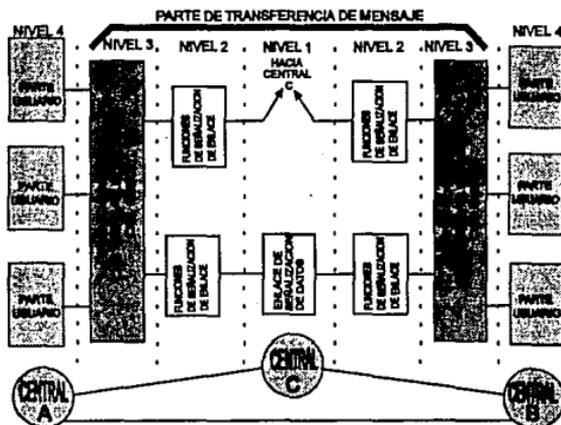


Figura 4.5.21. Niveles en la señalización No.7.

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 :

1. Función de manejo del mensaje. Estas funciones dirigen cada unidad de señal al enlace o parte de usuario correspondientes y se compone de tres partes :

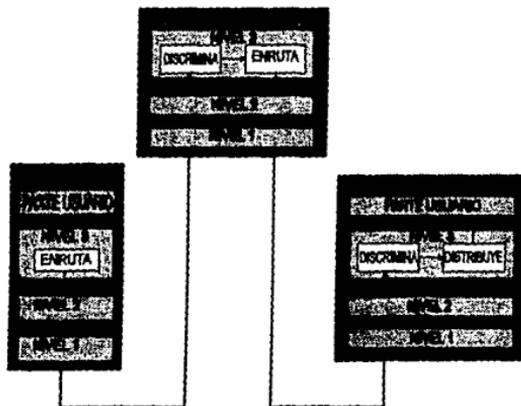
- La función de discriminación del mensaje recibe todas las unidades de señal entrantes y decide cuando la unidad de señal es para una parte de usuario local o para algún otro destino.
- La función de distribución del mensaje recibe todas las unidades de señal locales de la función de discriminación 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.

2. 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.

### **Funcionamiento general**

La figura 4.5.22 nos da una visión general de la manera en que trabaja el sistema de señalización No.7. Una parte de usuario en la central A requiere 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.



**Figura 4.5.22.** Funcionamiento general del sistema de señalización No.7.

### **Organización funcional del CCSM**

El CCSM fué diseñado para las funciones de la parte de transferencia de mensaje (MTP) del sistema de señalización 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 esta 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.

### Bloques funcionales

En la figura 4.5.23 podemos ver el diagrama a bloques del CCSM. Aquí se muestra la parte de circuitos (cluster part), la cuál contine 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.

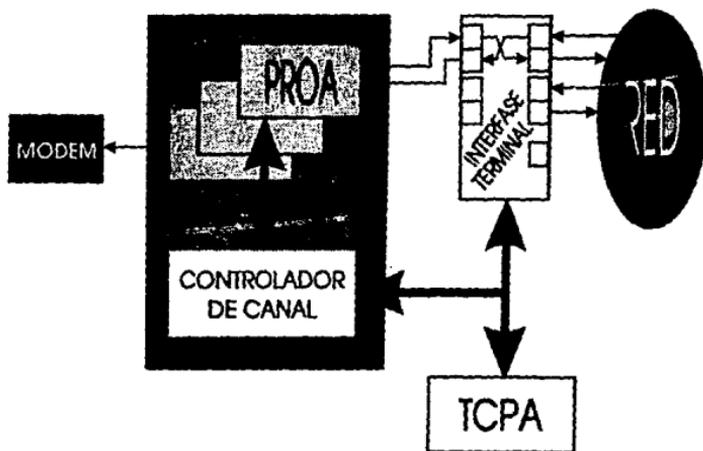
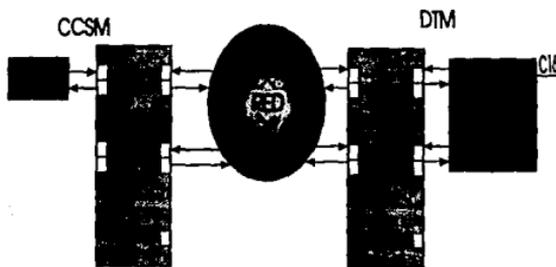


Figura 4.5.23. Diagrama a bloques del CCSM.

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, esta 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 esta vía a la central remota. Este tipo de conexión es ilustrada en la figura 4.5.24.

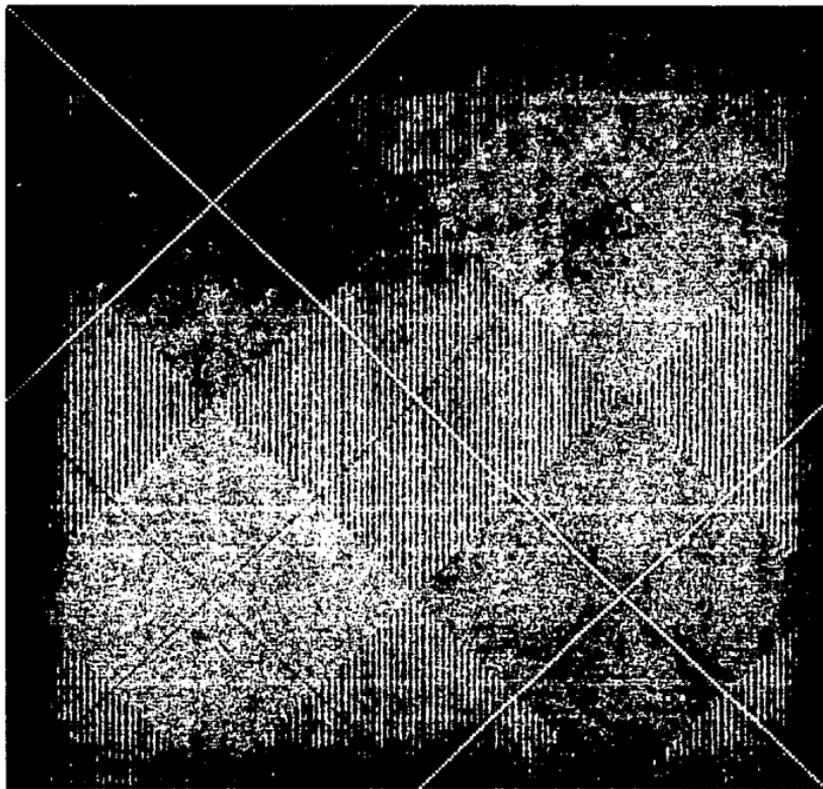


**Figura 4.5.24.** Conexión de un enlace No.7 sobre una troncal digital.

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).

CAPITULO  
5

EQUIPAMIENTO Y  
DISTRIBUCIÓN



## 5.1. DIMENSIONAMIENTO

### DIMENSIONAMIENTO DEL CONCENTRADOR (ICON)

Antes de pasar al dimensionamiento del ICON es necesario saber las características más importantes de éste, a saber :

- La capacidad máxima del ICON es de 128 Accesos Básicos (2B+D)
- 8 accesos básicos están equipados en 1 LTCC (Circuito de terminación de línea) + 1 ETCC (Circuito de terminación de central).
- 64 accesos básicos son alimentados por un convertidor tipo 8 + 1 convertidor tipo 21.
- El enlace hacia la central principal (HOST) se hace por medio de la tarjeta de Acceso Primario (PRA) la cual utiliza una vía de comunicación 30B+D.
- El número de tarjetas de acceso primario depende del tráfico en los accesos básicos. Normalmente 1 PRA puede ser suficiente, sin embargo, por razones de seguridad el cliente puede equipar 2 PRA.
- Por cada PRA en el ICON un módulo de troncales para RDSI (ITM) se requiere en la central principal.
- Todo el tráfico manejado por el ICON es conmutado por medio de la central principal.

### Cálculos

#### 1. ICON por localidad física :

$$BAI = \left[ \frac{BAI}{128} \right]$$

2. Total de ICON :

$$ICON_t = \sum_i ICON_i$$

3. Tarjetas LTCC por localidad :

$$LTCC_i = \left[ \frac{BA_i}{8} \right]$$

4. Total de tarjetas LTCC :

$$LTCC_t = \sum_i LTCC_i$$

5. Total de tarjetas ETCC :

$$ETCC_t = LTCC_t$$

6. Accesos primarios por ICON :

$$PRA = 1$$

\* Esta cantidad se equipa por cada 64 BA. Por razones de seguridad se recomienda poner 2.



## 7. Convertidor tipo 8 :

$$CONVT\ 8 = \sum_i \left[ \frac{LTCCI}{8} \right]$$

## 8. Convertidor tipo 21 :

$$CONVT\ 21 = CONVT\ 8$$

En la figura 5.1.1 se muestra el gabinete en donde se aloja el equipo dimensionado, el gabinete equipado a su máxima capacidad, puede contener hasta 4 grupos de 64 abonados analógicos o 32 líneas RDSI, dando un total de 256 líneas analógicas ó 128 líneas RDSI.

#### **DIMENSIONAMIENTO DEL MODULO DE CONMUTACION DE PAQUETES (PSM)**

La interfase X.25 es usada en redes públicas de datos para conectar terminales en modo paquete.

El equipo disponible en el sistema 12 que es usado para esta función es el módulo de conmutación de paquetes (PSM) el cual consta del elemento de control terminal, la tarjeta comun (COMC) y hasta 4 tarjetas de protocolo (PROD o PROE).

Una tarjeta de protocolo (PROD o PROE) contiene 2 enlaces X25.

En la figura 5.1.2 podemos ver el gabinete donde se aloja este equipo, este mismo gabinete puede ser aprovechado para equipar en él módulos de troncales digitales (DTM).

**Cálculos**

1) Tarjetas de protocolo :

$$PROD / E = \left[ \frac{Nk}{2} \right]$$

Donde Nk : Número de enlaces requeridos  
Para conmutación de paquetes  
X.25 ó X75.

2) Cantidad de módulos :

$$PSM = \left[ \frac{PROD / E}{4} \right] + 1$$

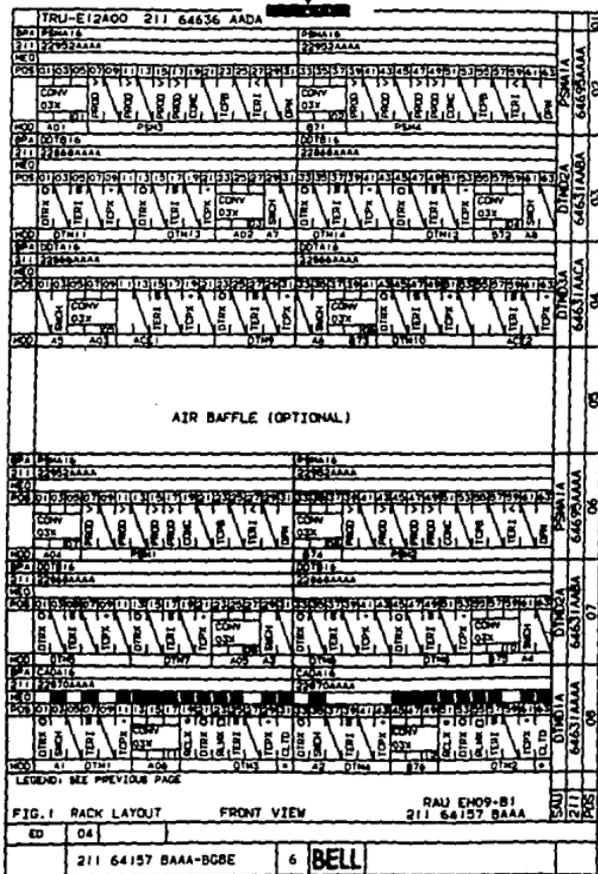


Figura 5.1.2. Gabinete para PSM.

**DIMENSIONAMIENTO DEL MODULO PARA TRONCALES RDSI (ITM)**

Por cada acceso primario, un módulo de troncales digitales es dimensionado :

$$ITM = PRA$$

**DIMENSIONAMIENTO DEL ACE PARA DATOS RDSI (IDCMACE)**

Un par de ACE de este tipo pueden manejar 3500 abonados con facilidades de baja penetración. Un 30% de las líneas pueden ser tomadas por omisión como líneas con facilidades de baja penetración.

$$IDCMACE = \left[ \frac{\sum BA}{3500} \right] \times 2$$

**DIMENSIONAMIENTO DEL ACE PARA OPERACION Y MANTENIMIENTO (IOMACE)**

$$IOMACE = 2$$

**DIMENSIONAMIENTO DEL ACE PARA SEÑALIZACION N.7(SACEN70)**

$$CCS + OMUP.ACE = 2$$

(SACEN 70)

CCS : Señalización por canal Común.

OMUP : Parte de Usuario de Operación y Mantenimiento.

El dimensionamiento de este ACE no depende del tráfico y sólo actúa en funciones de administración y mantenimiento de los enlaces de señalización N7. El ACE tiene una capacidad de mapeo de hasta 255 rutas.

El SACEN70 puede equiparse en cualquier gabinete que tenga espacios para alojarlo.

### DIMENSIONAMIENTO DEL MODULO DE ABONADOS RDSI (ISM)

El módulo de abonados digitales (ISM) maneja los accesos básicos (BA). Un ISM puede manejar hasta 64 BA, con hasta 8 terminales asociadas a cada BA.

El módulo trabaja en "cross over" a otro módulo formando un par. El cross over permite a un ISM manejar los 128 BA del par. Por lo tanto, si un módulo falla, los 64 BA que pertenecen a éste, podrían continuar enviando y recibiendo llamadas a través del otro módulo del par.

La tarificación es duplicada en ambos miembros del par. Por esta razón, no existe pérdida del cobro si un módulo del par falla, excepto en las llamadas que se encontraban en fase de conversación en el momento de la falla. El módulo consta de 8 tarjetas LTCC más 8 tarjetas ETCC además del TCE.

### Cálculo

1) Tarjetas de control :

$$LTCC = \left\lceil \frac{BA}{8} \right\rceil$$

$$ETCC = LTCC$$

En la figura 5.1.3 se muestra el gabinete donde puede ser equipado el ISM, este gabinete es de una nueva tecnología, en la cual los gabinetes son más genéricos, por ejemplo en el módulo que aparece como V03MT podemos equipar las tarjetas LTCC y ETCC y en el V03MC se equipa el procesador.



## 2) Módulo ISM :

$$ISM = \left[ \frac{LTCC}{8} \right]$$

**DIMENSIONAMIENTO DEL MODULO DE SEÑALIZACION POR CANAL COMUN (CCSM)**

Para el dimensionamiento de los módulos de CCM en la central, debemos realizar antes una serie de cálculos de tráfico y para llegar a éste último paso necesitamos datos importantes respecto a las características de funcionalidad del CCM como son :

- Los CCM se están comunicando con otros CCM y DTM a través de una vía virtual de la red, por medio de un Protocolo Interno de Paquetes (IPP).
- El máximo número de enlaces de señalización por CCM es de 16. Claro que esto dependerá de la configuración Hardware de la central.
- El máximo número de CCM que podemos equipar en una central es de 30.
- El promedio de la longitud del mensaje es de 13 bytes efectivos más 7 bytes de encabezado, dando un total de 20 bytes por mensaje.
- La capacidad de procesamiento es de 320 mensajes por segundo a un 60% de carga del procesador y trabajando a una velocidad de 8 MHz. Utilizando un procesador con una velocidad de 4 MHz y trabajando a un 60% de carga, la capacidad de procesamiento es de 140 mensajes por segundo.
- El número de mensajes manejados por llamada es de 6.

**Tráfico por ruta**

El número total de mensajes por segundo para cada ruta *i* se determina como sigue :

$$M_i = \frac{\text{Trafico\_Total\_por\_ruta\_i}}{\text{Promedio\_de\_tiempo\_de\_ocupación}} \times \text{número\_de\_mensajes\_por\_llamada}$$

Donde :

- $M_i$  = Número de mensajes por segundo para la ruta  $i$ .
- El tráfico total No.7 por la ruta  $i$  es la suma del tráfico de voz No.7 entrante y saliente.
- El número de mensajes por llamada es 6.

Por lo tanto :

$$M_i = \frac{T(N7i)}{CHT} \times 6$$

- El tráfico en OAMUP por ruta debe ser añadido.
- Debido a la dificultad para estimar este tráfico, se toma como el 5% del número calculado de  $M_i$ .

#### Número de enlaces por ruta

La carga en un enlace que trabaja a 64 Kbps es considerada como máximo de 20%, por lo tanto, la capacidad de un enlace está dada como :

$$\left[ \frac{64000 \text{ bits / seg} \times 0.2}{8 \text{ bits / byte} \times 20 \text{ bytes / mensaje}} \right] = 80 \text{ mensajes / segundo}$$

En una llamada, se generan mensajes hacia adelante y mensajes de regreso, por lo tanto, tenemos una capacidad total para un enlace de 160 mensajes por segundo.

De ésta manera, el número de enlaces de señalización para la ruta  $i$  será dado como :

$$L_i = \left\lceil \frac{1.05 X M_i}{160} \right\rceil$$

Donde :

160 = Capacidad de un enlace digital en mensajes/segundo.

1.05 = Tomando 5% como el tráfico OAMUP.

Para un enlace analógico trabajando a 4800 bits/segundo el número de enlaces de señalización está dado por :

$$L_i = \left\lceil \frac{1.05 X M_i}{V} \right\rceil$$

Donde:

$$V = \left\lceil \frac{0.6 X 4800}{20 X 8} \right\rceil = 18$$

0.6 = Carga del enlace de señalización.

4800 = Velocidad del enlace.

8 = 8 bits/byte.

20 = Promedio de la longitud del mensaje en bytes.

Por lo tanto :

$$L_i = \left\lceil \frac{1.05 X M_i}{18} \right\rceil$$

### Porcentaje de carga en el CCM por enlace

La carga total posible en el CCM es tomada como 100%, por lo tanto, el porcentaje de carga ocupada por un enlace particular de la ruta 1 conectado a un CCM será :

$$P_i = \frac{\text{Carga por enlace en la ruta } i}{\text{Capacidad del CCM}} \times 100\%$$

Esta misma fórmula expresada en número de mensajes por segundo queda como :

$$P_i = \frac{\frac{\text{Carga total sobre la ruta } i}{\text{número de enlaces en la ruta } i}}{\text{Capacidad del CCM}} \times 100\%$$

$$P_i = \frac{\text{Carga total sobre la ruta } i}{\text{Número de enlaces en la ruta } i \times \text{Capacidad del CCM}} \times 100\%$$

$$P_i = \frac{100}{\text{Número de enlaces en la ruta } i} \times \frac{\text{Carga total sobre } i}{\text{Capacidad del CCM}} \%$$

$$P_i = \frac{100}{L_i} \times \frac{\text{Carga total sobre la ruta } i}{\text{Capacidad del CCM}} \%$$

$$P_i = \frac{100}{L_i} \times \frac{1.05 \times M_i}{320} \%$$

$$P_i = \frac{105}{320} \times \frac{M_i}{L_i} \%$$

**Asignación de enlaces al CCM**

- Los enlaces de señalización deben ser distribuidos sobre por lo menos 2 CCM por razones de seguridad.
- Como la carga total en el CCM está calculada al 100%, la suma de todos los porcentajes de carga (Pi) para un CCM debe ser menor ó igual al 100%.
- Se pueden conectar enlaces a un CCM hasta que se alcance el 100% de carga o el número de enlaces por CCM se sature.
- Uno o dos enlaces pueden ser conectados a una tarjeta de protocolo, de pendiendo de los requerimientos de tráfico.
- Para enlaces de señalización digitales, el número de tarjetas de protocolo por módulo es determinado por :

$$PRO(M) = \left\lceil \frac{L(M)}{2} \right\rceil$$

Donde :

L(M) = Número de enlaces por CCM.

El número total de tarjetas de protocolo entonces estará dado por :

$$PRO = \sum PRO(M)$$

- Por CCM, una tarjeta de Control de Canal Común (CHCR) tiene que ser equipada.
- El número de módulos CCM dimensionados por central, debe ser siempre par.

$$CCM = \left\lceil \frac{PRO}{8} \right\rceil$$

\* El resultado redondearlo al siguiente número par.

La distribución de las tarjetas de protocolo en el CCM, se realizará siguiendo las reglas de equipamiento que a continuación se describen :

- En el caso de centrales que van a ser dimensionadas por primera vez, las PRO deberán ser distribuidas en todos los CCM equipados.
- En el caso de centrales que se requieren extender, las PRO deben ser distribuidas de acuerdo con las siguientes reglas :
  1. Si la extensión requiere CCM adicionales, y los existentes no están completamente equipados, primero se llenan los existentes a su máxima capacidad y posteriormente distribuimos las tarjetas de protocolo en los CCM nuevos.
  2. Si requerimos CCM y los existentes están completamente equipados, las PRO serán distribuidas en los CCM adicionales, sin cambiar la distribución del equipo existente.
  3. Si no se requieren CCM adicionales y se requieren PRO, las PRO adicionales serán distribuidas en los CCM existentes.

En la figura 5.1.4 se ilustra el gabinete donde se aloja el CCM, éste gabinete tiene capacidad para equipar solamente 2 CCM, pero se puede aprovechar para equipar troncales digitales , circuitos de servicio y elementos de control auxiliar.



---

**BIBLIOGRAFIA**

1. SYSTEM 12. ISDN SYSTEM DESCRIPTION.
2. INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK TRUNK MODULE.
3. PLANES FUNDAMENTALES. TELEFONOS DE MEXICO S.A.
4. FI - ICON. D. Deloddere.
5. SYSTEM OVERVIEW. (ELC/ISDN)  
730 00435 4560-VHBE
6. ACTUALIZACION S-12 ALIC-ELC
7. CCITT Nr7 COMMON CHANNEL SIGNALLING (INTRODUCTION)  
770 00438 0590-VHBE
8. FUNCTIONAL DESCRIPTION (ELC)  
770 00435 2120-VHBE
9. ICON  
211 89857 AAAA-DS
10. INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK INTRODUCTION  
(FUNCTIONAL DESCRIPTION)  
770 00438 0621-VHBE
11. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS EN TELMEX
12. INTRODUCCION A LA TELEFONIA DIGITAL  
730 00 438 0310 VMES ALCATEL INDETEL. ED. 2
13. PALABRAS Y ONDAS.  
MC. GRAW HILL AUTOR A.H.W. BECK
14. MODELOS Y SISTEMAS ELECTRONICOS  
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA UAM AUTOR EDUARDO MIGUEL

15. SEMINARIO DE RDSI A TELMEX  
ALCATEL INDETEL 1988.
16. LA INFRAESTRUCTURA PARA LA RDSI EN MEXICO  
AUTOR DR. ALFREDO PEREZ DE MENDOZA 1990.
17. SEÑALIZACION POR CANAL COMUN CCITT N 7  
ALCATEL INDETEL AUTOR ING. BUMARO OBREGON 1989.
18. RDSI  
AUTOR TELEDATA TECHNOLOGY S.A. DE C.V.
19. PULSE CODE MODULATION  
BELL TELEPHONE MFG. CO.
20. LAS REDES DIGITALES DE SERVICIOS INTEGRADOS  
CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DE IPN.  
AUTOR CARLOS E. HIRSCHGANIEVICH.
21. PROTOCOLOS E INTERFACES DE COMUNICACION EN LA RDSI  
AUTOR ING. F. ARTEAGA 1989.
22. LIBRO AZUL CCITT  
ED. 1988.