



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGON**

**REDES DE TELECOMUNICACIONES  
(FUNDAMENTOS Y APLICACIONES)**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
**P R E S E N T A:**  
ROSA LAURA RAMIREZ GUZMÁN

SAN JUAN DE ARAGON ESTADO DE MÉXICO 2005.

m. 344367



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

A MI MADRE  
ROSA LINDA GUZMÁN CHIMEO

QUIEN ME DIO VIDA, CONVIRTIÉNDOSE EN LA MUJER MAS HERMOSA DEL MUNDO. POR CREER Y DARME TODA SU CONFIANZA, AMOR Y COMPRESIÓN AL ESTAR CONMIGO, EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS, PARA ENSEÑARME A LUCHAR HASTA ALCANZAR MIS METAS, GRACIAS A MI MADRE SOY HOY LO QUE SOY.

"HE AQUÍ UNA DE NUESTRAS METAS ALCANZADAS"

A MI PADRE  
GONZALO RAMÍREZ RAMÍREZ

GRACIAS POR ENSEÑARME A SER UNA PERSONA CON CRITERIO Y VALIENTE PARA SABER QUE EN LA VIDA HAY QUE LUCHAR POR LO QUE QUIERES, CON TUS OBSERVACIONES ME HICISTE FUERTE, MAS DE LO QUE PENSABA.

"MUCHAS CRACIAS PADRE"

A MI HERMANO  
CARLOS EDUARDO RAMÍREZ GUZMÁN

POR DARME ALEGRIA, CARIÑO, APOYO Y SOBRE TODO MUCHOS CONSEJOS AL VIVIR CONMIGO EXPERIENCIAS INOLVIDABLES, QUE ME IMPULSARON A SER CADA DIA MEJOR. COMPARTO CONTIGO ESTE LOGRO

"MI AMIGO INIGUALABLE"

A MIS ABUELOS  
SEVERINA, LUZ Y FILADELFO

POR BRINDARME AMOR Y APOYO DURANTE TODO EL TRANSCURSO DE MI CARRERA.

A MIS TÍOS  
NORMA, JESÚS, VELIA, RUBINO, HORTENSIA, ALBA, NICOLAS, ARTURO,  
GUADALUPE Y NOEMÍ

POR GUIARME EN EL CAMINO DEL ESTUDIO, HACIENDO MAS PLACENTEROS MIS DÍAS AL COMPARAR CONMIGO CADA UNA DE MIS EXPERIENCIAS VIVIDAS, COMO LA QUE HOY VIVO.

A MIS PRIMOS  
ROBERTO, PATRICIA, OSCAR, MIGUEL, OSIEL, LUIS, OMAR, DANIEL, BALEN,  
SHAÍ Y ANGEL

POR LA SINCERIDAD DE SUS PALABRAS Y LAS PELEAS CONTINUAS DE LOS PARTIDOS  
DE FOOT BALL.

“LE VOY A PUMAS”

A ARMANDO MEZA MONDRAGÓN

POR: CUIDARME, RESPETARME, APOYARME, CONSENTIRME, TENERME PACIENCIA,  
DARME TERNURA, SER MI PSICÓLOGO Y AMIGO, PERO SOBRE TODO POR AMARME TANTO.

A MI ASESOR BENITO BARRANCO

# Índice.

	<b>Página</b>
<b>Introducción</b> .....	2
<b>Capítulo I. Características De las señales</b> .....	3
1.1 Definición de comunicaciones.....	4
1.2 Tipos de información.....	7
1.3 Ancho de banda .....	8
1.4 Ancho de banda del canal telefónico.....	9
1.5 Conversión de la señal de voz analógica a digital.....	10
1.6 Señales de datos.....	11
1.7 Señales de video.....	14
<b>Capítulo II. Red de Acceso y transporte</b> .....	17
2.1 Arquitectura de la red de acceso.....	18
2.2 Arquitectura de la RNSP.....	24
2.3 Elementos de la red de acceso.....	29
2.4 Soluciones tecnológicas de acceso.....	41
2.5 Tecnologías de la red de transporte.....	49
2.6 Tecnología PCM.....	49
2.7 Tecnología PDH.....	53
2.8 Tecnología SDH.....	61
2.9 Tecnología WDM.....	67
<b>Capítulo III. Conmutación</b> .....	71
3.1 Central telefónica.....	72
3.2 Conmutación Digital.....	75
3.3 Comunicación Hombre-Maquina.....	79
3.4 Principio de supervisión.....	80
3.5 Aplicaciones.....	80
3.6 RDSI.....	82
3.7 Telefonía celular.....	89
3.8 Comunicaciones inalámbricas.....	94
3.9 Modo de transferencia asíncrono.....	97
3.10 Circuito y conexiones virtuales ATM.....	100
3.11 Modelo de referencia ATM.....	101
<b>Capítulo IV. Aplicación de las comunicaciones en redes de cómputo.</b>	
.....	106
4.1 ¿Qué es una red de computo.....	107
4.2 Modelo OSI.....	110
4.3 Funcion de las capas del modelo OSI.....	112
4.4 Protocolos de Comunicación.....	114
4.5 Redes LAN.....	117
4.6 Redes WAN.....	123
4.7 Aplicaciones de redes.....	129
<b>Conclusiones.</b>	
<b>Glosario.</b>	
<b>Bibliografía</b>	

---

## Introducción

Es muy conocido que el sector de las telecomunicaciones se encuentra bajo cambios sustanciales, motivados por las demandas de usuarios residenciales, empresariales y corporativos por nuevos y mejores servicios derivados de los rápidos avances en la tecnología digital y por las crecientes necesidades de una comunicación global.

Hoy en día las telecomunicaciones son consideradas como parte integral del desarrollo socioeconómico de un país que tiene como objeto aumentar la productividad industrial de un país y mejorar el nivel de vida de la población.

Los operadores de las empresas de telecomunicaciones tienen la responsabilidad de planear implementar y operar nuevas infraestructuras de red y de asegurarse que los servicios ofrecidos se mantengan en concordancia con las necesidades de rápido cambio que exige el mundo actual.

Conocida la historia de la comunicación humana y analizados sus aspectos actuales, llega el momento de resumir su importancia económica, cultural y social. Al ampliar nuestros horizontes personales, los medios de comunicación han introducido nuevos factores y estimuladas nuevas aspiraciones. Toda clase de noticias, tendencias e ideas se entrecruzan con ritmo acelerado, debilitando los moldes de las sociedades estáticas. A este primer efecto se agrega otro, de orden económico. Al reducir las distancias entre los centros mercantiles, las comunicaciones aumentan la velocidad y eficacia de las transacciones, acentuando la interdependencia de las economías nacionales.

Así nació la necesidad de crear un concepto de redes para los diferentes servicios como Voz, Videos y Datos y sus diferentes aplicaciones. Esto como consecuencia lógica ha cambiado el concepto de la red pública conmutada (RTPC) a uno nuevo llamado red de telecomunicaciones.

Esta red de telecomunicaciones aun en la actualidad tiene características que no han evolucionado tan rápidamente, esto es, su red de cableado externo de las centrales a los usuarios y que equivalen a un 50% de las inversiones de un operador local.

Los proveedores de equipos de telecomunicaciones están desarrollando una nueva arquitectura de redes que permitan una fácil evolución de las actuales redes las cuales garanticen la calidad de servicio. Además de incluir otras ventajas como el uso eficiente de los dispositivos instalados, escalabilidad y la habilidad de implementar nuevas tecnologías y protocolos de señalización para llamadas y servicios distintos.

La justificación que sustenta este trabajo parte de las inquietudes personales surgidas en el proceso de formación, en las prácticas profesionales y servicio social realizado, creando una serie de interrogantes que al realizar la presente tesis dará respuestas a ellas, incrementando los conocimientos del Area.

---

# **Capitulo I.**

## **Características De las señales**

## 1.1 Definición de comunicación

La palabra comunicación se deriva del latín "comunicare" que significa impartir, transmitir. La comunicación es generalmente entendida como la " Actividad asociada con la distribución o el intercambio de información". La comunicación puede ser en un sentido como el caso de un anuncio o en dos sentidos como en una conversación.

## Definición de Telecomunicaciones

Telecomunicaciones es el término utilizado para referirse a la tecnología de comunicación a distancia. Es la tecnología de Transporte que transfiere mensajes entre usuarios de información, es la tecnología de Acceso que conecta islas de usuarios con la red de Transporte y es la tecnología Inteligente que hace posible que la información creada por cualquiera, pueda ser usada donde sea sin retardo.

Un sistema de telecomunicaciones está compuesto por 3 elementos básicos que son:

- Transmisor
- El medio de transmisión
- Receptor

Sobre estos elementos, la información que puede ser voz, datos o video puede ser transportada de un lugar a otro.

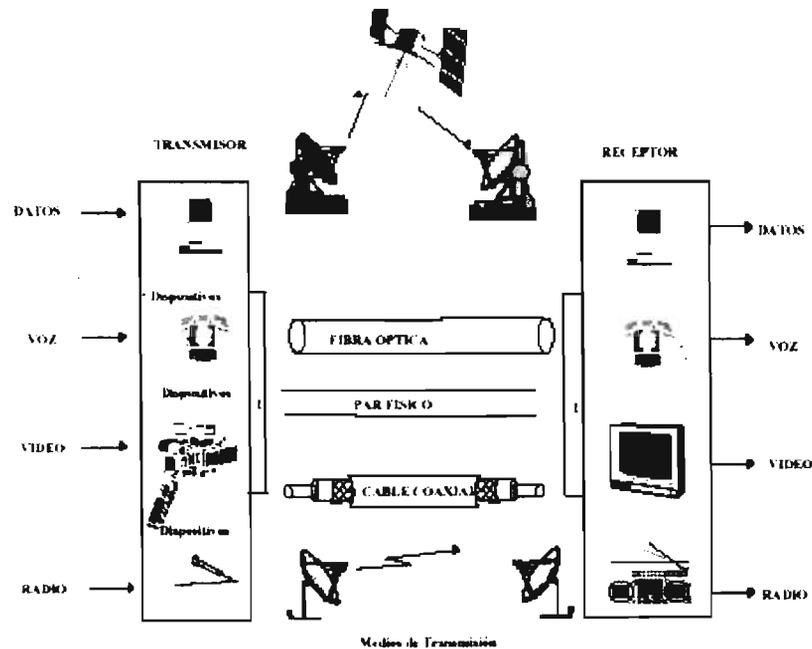


Figura 1

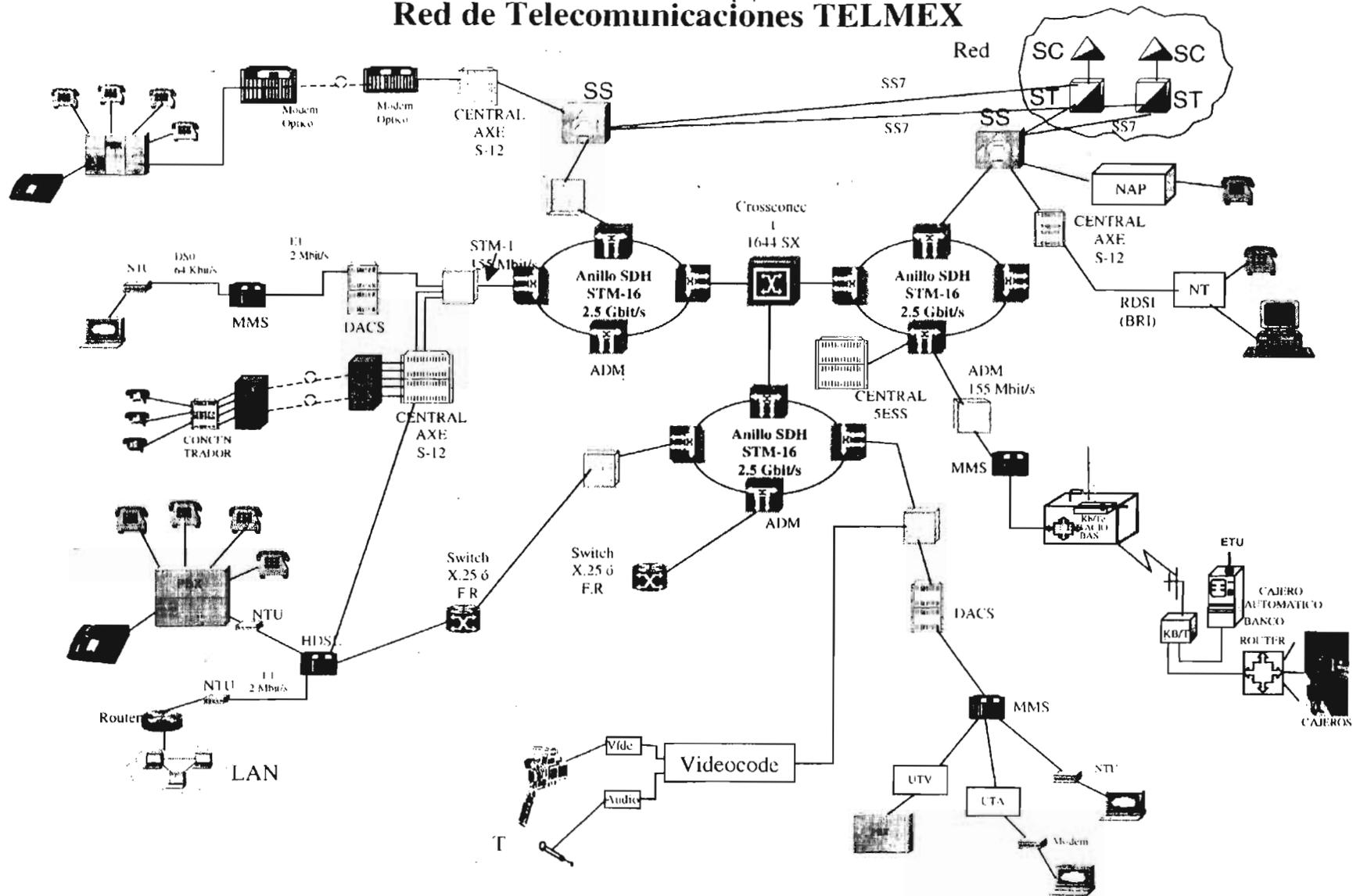
---

## Modelo de red

Con el objeto de facilitar el estudio de las redes de Telecomunicaciones, analizaremos el modelo de red planteado en el esquema de la RED DE TELECOMUNICACIONES DE TELMEX que se muestra a continuación, que nos permite visualizar de una manera sencilla, a las diferentes tecnologías y equipos que conforman a una moderna red de Telecomunicaciones, dicho modelo divide ala red en las siguientes estructuras.

Bloque de red	Descripción
Equipos Terminales de Usuario	Es el equipo situado en las instalaciones del cliente, por medio del cual utiliza algún servicio de la red de telecomunicaciones por ejemplo (Teléfono, FAX, MODEM's, PADS routers, PBX, etc.)
Red de Acceso	Es la estructura encargada de proveer la conexión física entre una empresa operadora de Telecomunicaciones y sus clientes, es la parte de la red de Telecomunicaciones con la que el cliente tiene contacto directo. En la red de acceso se encuentran tecnologías tales como XDSL (Lineas digitales de abonado), PDH (Jerarquía digital Plesio-crona), acceso por fibra óptica (Módem óptico), accesos por radio (Kbtel, minilinks, etc.), nodos de red de conmutación de paquetes (X.25, Frame Relay, etc.), redes celulares o sistemas PCS (GPS, GSM, etc.)
Red de Conmutación	La red de conmutación es la encargada de establecer y conmutar los circuitos físicos para poder transportar voz o conmutar paquetes para datos, los equipos en la red de conmutación de circuitos están basados en la técnica SPC (Stored Control Program) tales como AXE, S-12, 5ESS, los equipos de conmutación de paquetes de datos pueden ser switches X.25, Frame Relay y ATM.
Red de transporte	La red de transporte es la encargada de interconectar a los nodos de la red de conmutación y a los nodos de la red de acceso, por medio de enlaces de alta calidad y gran capacidad, dentro de la red de transporte se encuentran las tecnologías SDH (Jerarquía digital Sincrona, PDH (Jerarquía Digital Plesio-crona) y WDM (Multiplexión por Longitud de onda)
Red Inteligente	La llamada red inteligente se encuentra asociada con la red de conmutación, la red inteligente es la encargada de proporcionar los servicios de No. 800(Freephone), No. 900, ello se consigue por medio de enlaces que utilizan un sistema de señalización por canal común SS7.

P-4  
**Red de Telecomunicaciones TELMEX**



---

La demanda de transmisión de la información se incrementa año con año por esto se han desarrollado diferentes sistemas de transmisión de información. A continuación se presenta una breve cronología de estos sistemas.

- **1875 Señales de telegrafía**
- **1900 Señales de Telefonía**
- **1925 Señales de Radio**
- **1950 Señales de Televisión y Facsímil**
- **1975 Satélites, Telex, Conmutación en paquetes, Voz digital, Datos y TV por cable**
- **1980 Info-hogar, Redes privadas, Video conferencia, Telemetría Procesadores de palabras, Banca-Hogar, Telecorreo, Video Fijo y Teletexto**
- **1990 Color F AX, Internet Campus -Enseñanza ISDN 4.**

La comunicación de datos se ha convertido en la parte fundamental de la computación. Las redes globales reúnen diversos temas, como las condiciones atmosféricas, la producción industrial y agrícola, el tráfico aéreo, información científica de todo tipo. El intercambio de información entre redes de datos juega el papel principal para el desarrollo de las Telecomunicaciones. Internet hoy en día es una plataforma importante de comunicación e intercambio de información. TELMEX está comercializando el servicio de Prodigy Internet, Prodigy Turbo con acceso RDSI e Internet plus, donde se proporciona el equipo de cómputo.

Se requieren verdaderas carreteras para transportar estas informaciones, estamos viviendo la era de las **Supercarreteras de la Información**. En este tema describiremos las principales características de las señales de voz, datos y video.

## **1.2 Tipos de información.**

La información que se entrega a un sistema de comunicación puede ser:

- Voz.
- Datos.
- video.

Cada una de ellas proviene de su propia fuente, por ejemplo del teléfono proporciona señales eléctricas de voz, la computadora proporciona señales eléctricas de datos y la cámara de video proporciona señales eléctricas de video. Estos dispositivos pueden convertir la información en una señal eléctrica de tipo analógico o de tipo digital.

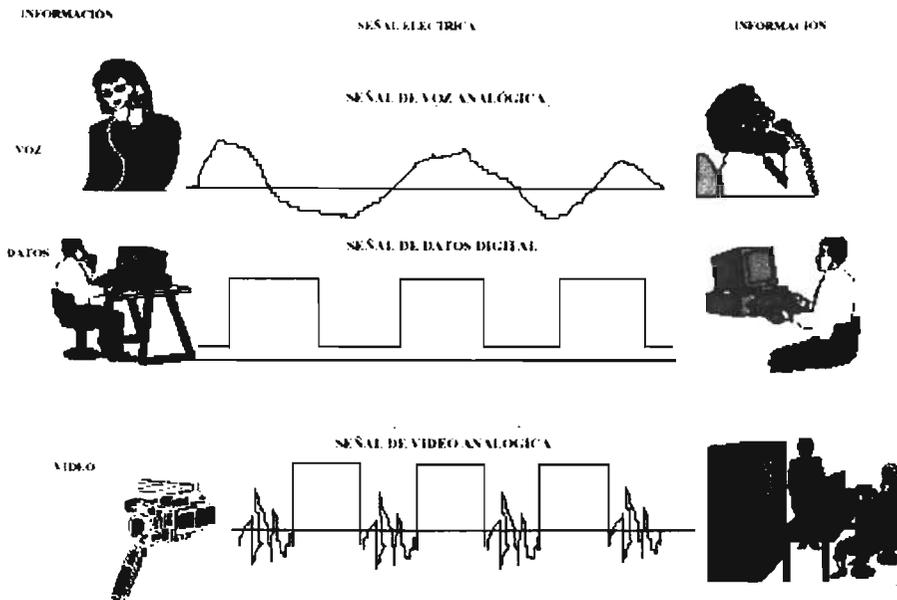


Figura 1.2

Las señales de Voz, Datos y video tienen sus propios anchos de banda, BER permitido, normas y recomendaciones. En este tema se revisarán las características de estas señales.

### 1.3 Ancho de banda.

Es el rango de frecuencias eléctricas que un dispositivo puede manejar. La cantidad de ancho de banda que un canal es capaz de conducir le indica las clases de comunicaciones que pueden ser transportadas por el mismo, por ejemplo: El ancho de banda de las señales audibles es de 20 a 20,000 Hz, el oído humano es capaz de percibir este ancho de banda pero, los dispositivos que manejan señales de audio no todos alcanzan este ancho de banda, un canal telefónico maneja entre 300 y 3400 Hz, (se consideran 4 KHz), pero un sistema de alta fidelidad maneja frecuencias cercanas a las del oído humano.

El ancho de banda se representa en los ejes de coordenadas. Sobre el eje de la abscisa se coloca la frecuencia y en las ordenadas la respuesta de la señal. A continuación se presenta el ancho de banda del oído humano.

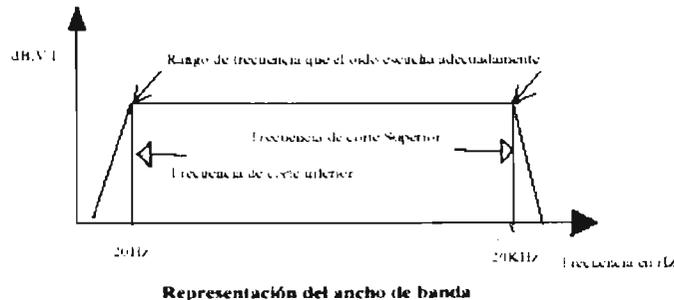


Figura1.3

La gráfica indica que la respuesta o el nivel de salida es bueno en el rango de 20 a 20,000 Hz, pero fuera de este rango la señal de salida se pierde rápidamente. La salida puede estar dada en Decibeles, Volts o Amperes. Las señales de audio o voz son señales acústicas producidas por las cuerdas vocales y son percibidas por el oído humano.

### 1.4 Ancho de banda del canal telefónico

El teléfono es un dispositivo capaz de convertir la señal acústica en señal eléctrica. Un canal telefónico (incluye: audífono, micrófono y conductor), tiene un ancho de banda de 300-3400Hz (se considera como 4 KHz (4000 Hz)).

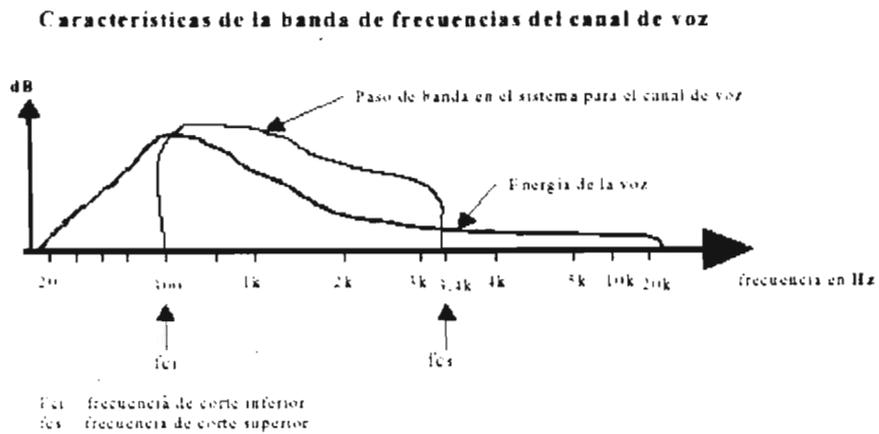


Figura 1.4

## 1.5 Conversión de la señal de voz analógica a digital.

Los micrófonos y los audífonos en los aparatos telefónicos manejan señales de audio analógica, por lo que para transportarse en una red digital tienen que llevarse a cabo un proceso de conversión analógica a digital, la conversión de la señal se realiza por medio de la técnica de modulación de pulsos codificados (PCM). Esto es la señal analógica se modula en forma digital. La modulación o conversión se realiza en 4 etapas: **Filtrado, Muestreo, Cuantificación y Codificación.**

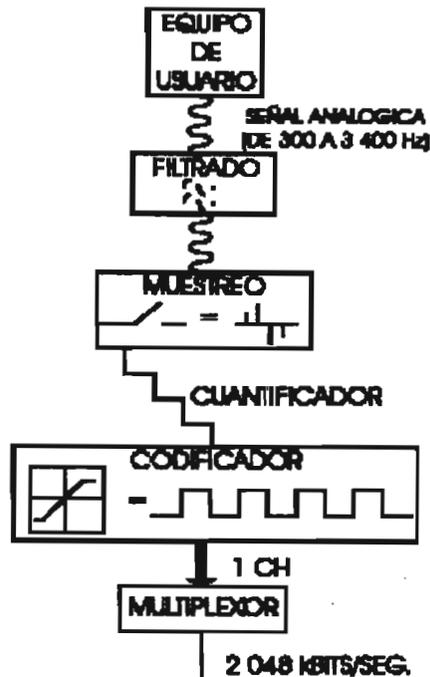


Figura 1.5

### Filtrado

Un filtro es un dispositivo capaz de dejar pasar un determinado rango de frecuencias. Para nuestro caso se debe permitir pasar frecuencias de voz de entre 300 y 3400 Hz. El ancho de banda de un canal telefónico es considerado de 0 a 4 000 Hz.

### Muestreo

Consiste en tomar muestras de la señal analógica. Para lo cual, existe un teorema (Nyquist) que establece que para realizar un muestreo y no perder características de la señal, las muestras tomadas, deben ser al menos 2 veces el valor de la frecuencia filtrada. Por lo tanto la frecuencia de muestreo es de 8 KHz.

### Cuantificador

Cuantificar es medir. En nuestros sistemas; es el valor representativo en volts para cada una de las muestras. La cuantificación que se realiza no es lineal, sino escalonada, se pueden tener hasta  $2^8 = 256$  posibles valores de cuantificación (entre valores positivos y negativos) el número 8 es el número de bits con que se codifica una muestra.

### Codificador

Codificar: Circuito utilizado para convertir muestras analógicas de voltaje en un código de datos digitales binarios, (una muestra = 8 bits) en base a la ley A en el estándar europeo.

---

## Canal

CH = Chanel = Canal. Típicamente lo podríamos definir como lo que el cliente renta a la compañía de Teléfonos, para el caso de una línea telefónica analógica se renta un canal telefónico con ancho de banda de 300 a 3400 Hz, para el caso de una línea digital se renta un canal digital de 64 Kbit/s que es el resultado de multiplicar.

$$8 \text{ bits} \times 8000 \text{ Hz}(1/\text{seg}) = 64000 \text{ bit/s} = 64 \text{ Kbit/s}$$

que es la velocidad de transmisión requerida para transmitir un canal telefónico en forma digital.

64 Kbit/s es el valor jerárquico mínimo dentro de las tecnologías de multiplexión digital por lo cual se le asigna el valor jerárquico de nivel 0.

Comercialmente hoy en día en TELMEX a este canal de 64 Kbit/s se conoce como Lada enlace de 64 Kbit/s, anteriormente se conocía como DS0

## Multiplexor

Multiplexar o multicanalizar: Es el procedimiento en el que se juntan y transmiten X cantidad de señales por un mismo medio de transmisión. Para nuestro caso, el multiplexor digital de primer orden, agrupa 32 canales digitales, 30 para información (voz y datos), uno para sincronía (canal 0) y el otro para señalización (canal 16). Al unir estos 32 canales son enviados en 125 microsegundos \*. Debido a que cada uno entra al multiplexor con una velocidad de 64 Kbits/seg. a la salida se obtiene:

$$64 \text{ Kbit/s} \times 32 \text{ canales} = 2048 \text{ Kbit/s}$$

64 Kbits/seg. multiplicados por 32 canales nos proporciona una velocidad de 2048 Kbits/seg, a esto se le conoce como sistema E1 (primer orden).

Comercialmente este acceso a esta velocidad de transmisión se conoce como Lada enlace E1

\* El tiempo que se ocupa en muestrear los 32 canales resulta de:

$$T = 1/8000 \text{ Hz.} = 125 \mu\text{seg.}; \text{ donde:}$$

T = tiempo  
1 = Un muestreo de 32 canales y  
8000 = Frecuencia de muestreo

**Nota:** Es importante saber que como el multiplexado ocupa un tiempo (125  $\mu$ seg.) para enviar a los 32 canales, este multiplexado es llamado **T.D.M. ( Time División Multiplex) Multiplexado por División de Tiempos.**

## 1.6 Señales de datos

Los datos se almacenan en medios magnéticos o electrónicos conocidos como memoria. Estos datos son procesados por las computadoras y los convierten en información para toma de decisiones o para determinados cálculos. La transferencia de estos datos entre computadoras distantes se ha vuelto una necesidad constante. Los datos pueden estar almacenados en archivos estos archivos pueden entonces contener textos, programas ( software) datos numéricos, entre otros.

Los Faxes son dispositivos que convierten información escrita en señales digitales los transmiten por la línea telefónica y el fax receptor convierte los datos en texto escrito.

**Podemos definir a los datos como la unidad mínima de expresión o de información sin orden ni sentido ya la información como el conjunto de datos organizados que expresan una idea o un concepto.**

Un ejemplo de una transferencia de datos entre computadoras, puede ser textos tecleados desde computadora y transferidos a otra, esto es, las personas se pueden comunicar por medio de sus teclados y pantallas. El teclado convierte los caracteres en un código ASCII (American Standard Code for Information Interchange) y los transmite a otra computadora. La computadora receptora recibe el código y lo convierte en un código de 8 segmentos, y lo presenta en pantalla o en código para la impresora si los caracteres van a ella.

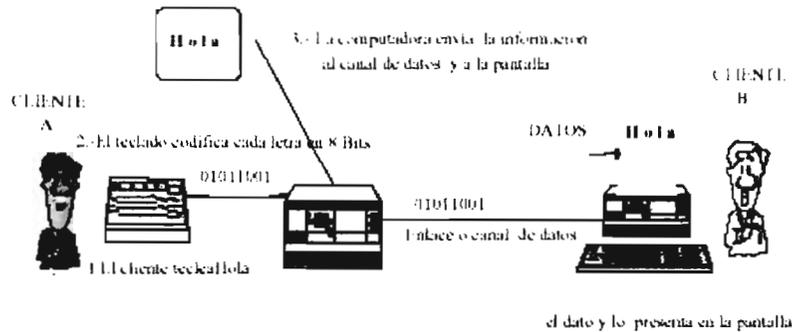


Figura 1.6

La conversión de los datos puede ser desde el teclado o estar almacenados en forma magnética en discos duros, o flexibles o en discos compactos. El intercambio de información puede ser de una computadora central, terminales PC o estaciones de trabajo.

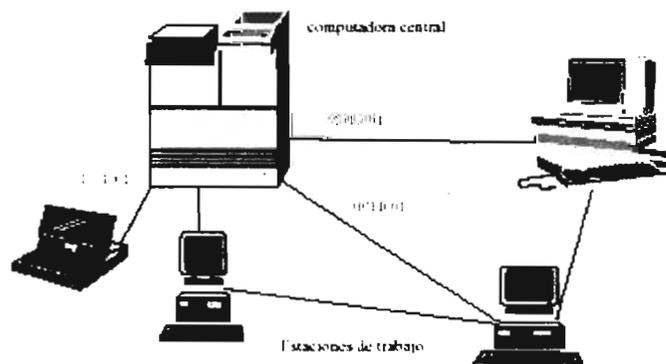


Figura 1.7

## Bit

Bit es una contracción de **B**inary **d**igi**T**. Es la unidad de datos(o de información) que una computadora puede procesar, representando ya sea alto o bajo, si o no, o 1 ó 0. Es la unidad básica en comunicaciones de datos. La señal digital solo puede tomar dos valores. Un "1" que en una señal eléctrica puede representar un voltaje alto ( 5 Volts) o un "0" que en una señal eléctrica representa un voltaje bajo (0 Volts por ejemplo) ( en caso de lógica positiva y viceversa para lógica negativa).

## Bit rate

### Velocidad de bit

El bit rate o velocidad de bit es el número de bits de datos transmitidos en un segundo a través de un medio de transmisión. Así por ejemplo, el bit rate de una línea privada analógica es de 9600 bit/s, El bit rate de un Lada enlace de 64Kbit/s, (conocido anteriormente como DS0) es de 64000 bits/s.

El bit rate de un Lada enlace E1 es de 2048000 bits/s .

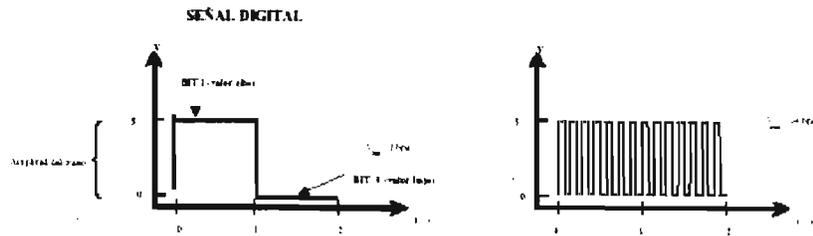


Figura 1.8

Los fax son dispositivos capaces de cambiar información almacenada en hojas de Papel a datos binarios, esto lo hace explorando la hoja de papel con un haz de luz.

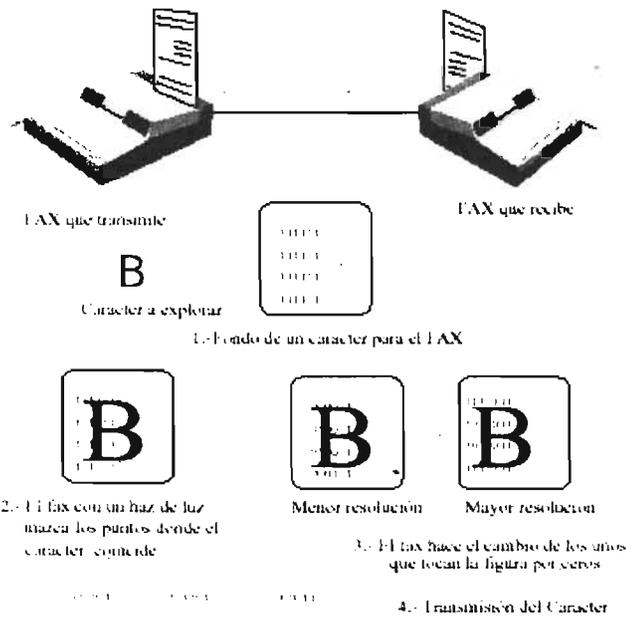


Figura 1.9

Existen otras informaciones que son discretas, pero que no llevan información alfanumérica, puede ser alarma contra incendio o de robo. Un dispositivo de alarmas discretas genera un pulso de CD y lo envía por una línea, a una central de alarmas, está es detectada por medio de una lámpara o de una computadora.

### Calidad en transmisión de datos

La calidad en un enlace de datos está en función de recibir fielmente y en secuencia los bits transmitidos, para que la información sea reproducida sin deformaciones en la forma y en el contenido y esto depende de que se tengan el mínimo de errores de bits recibidos respecto al total del número de bits transmitidos.

### Bit error (Error de bit)

El valor de un bit codificado puede cambiar debido a un problema de transmisión (por ejemplo ruido en la línea) y entonces ser incorrectamente interpretado por el receptor.

## Bit Error Rate (BER) Tasa de errores de bits.

Es la relación de bits recibidos con errores comparado con el número total de bits recibidos, usualmente expresado como un número a la potencia de 10. Por ejemplo si tenemos un BER de:

- $1 \times 10^{-3}$  tendremos un bit erróneo por cada 1000 bits transmitidos.
- $1 \times 10^{-5}$  tendremos un bit erróneo por cada 100 000 bits transmitidos.
- $1 \times 10^{-7}$  tendremos un bit erróneo por cada 10 000 000 de bits transmitidos.
- $1 \times 10^{-9}$  tendremos un bit erróneo por cada 1 000 000 000 bits transmitidos.

Como observamos en transmisión digital tener un BER de  $1 \times 10^{-7}$  es de más calidad que tener un BER de  $1 \times 10^{-3}$ .

### Problemas con un BER alto:

En la transmisión de datos una tasa de errores alta en el medio de transmisión (por ejemplo algún ruido) podría no tener muchos problemas en la transmisión final. El problema que se tiene es que habrá muchas retransmisiones hasta que esté correcta. Estas retransmisiones reducen la cantidad de datos en una unidad de tiempo y, por lo tanto aumentan el tiempo necesario para enviar la información, y esto es mala calidad para el cliente.

## 1.7 Señales de video.

En una señal de video se tienen que considerar dos parámetros que el ojo humano puede distinguir:

1. **La persistencia del ojo humano:** Es la capacidad de retención de una imagen; Por ejemplo una película es una secuencia de 24 fotografías transmitidas a cierta velocidad, si baja esta velocidad el ojo humano detecta parpadeos en la imagen.
2. La resolución de una imagen: el ojo humano es capaz de distinguir frecuencias de entre . 30 Hz hasta 4MHz.

A continuación se presenta el diagrama básico de un sistema de video.

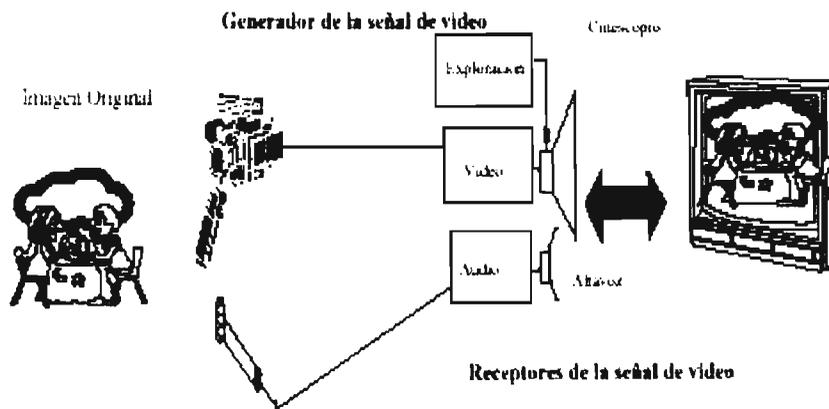
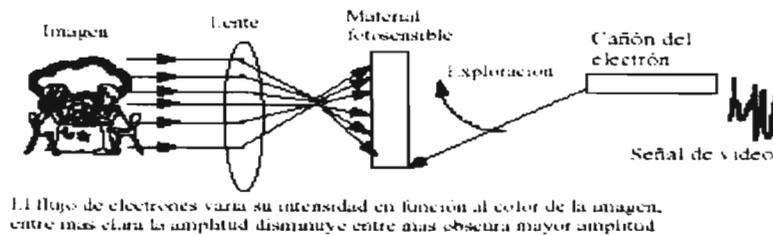


Figura 1.10

El sistema consiste de una cámara que convierte la imagen en una señal eléctrica y un cinescopio como receptor, para convertir la señal eléctrica en imagen. En esta figura se puede observar que en un sistema de video se tiene que transmitir la señal de video, señal de audio y en los sistemas actuales se requiere transmitir datos en los dos sentidos. (los datos se refieren a los textos que se presentan en la televisión o que el usuario puede enviar).

En la siguiente figura se presenta el sistema de video. La cámara a través de un lente toma la imagen y es llevada a un material fotosensible, hace variar la resistencia del material produciéndose con esto que la amplitud de la señal cambie con relación al color de la imagen.



El flujo de electrones varía su intensidad en función al color de la imagen, entre mas clara la amplitud disminuye entre mas oscura mayor amplitud

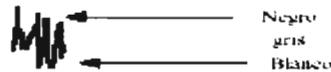


Figura 1.11

La señal de video llega al receptor, el receptor explora la pantalla con un haz de electrones una superficie de la pantalla. La intensidad del haz es controlada por la señal de video. El explorador de la imagen de la cámara y el explorador del receptor deben estar sincronizados, es decir, los dos deben empezar a explorar la imagen en el mismo lugar y en el mismo sentido (De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo). a esto se le conoce como sistemas isíncronos, el máximo retardo permitido es de 150 milisegundos.

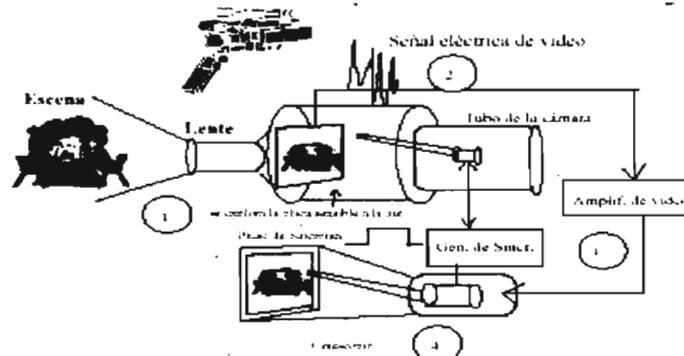


Figura 1.12

**Señal compuesta de video.** La cámara de video explora la imagen en un material fotosensible produciéndose con esto las variaciones de voltaje. La señal de video varía del negro al nivel blanco pasando por todas las tonalidades de gris. Después de explorar cada línea se genera un pulso de sincronía, llamado pulso de sincronía horizontal, con este pulso le permite al receptor saber que la línea ha terminado y tiene que cambiar a la siguiente línea. Después de un determinado número de líneas se genera otro pulso llamado pulso de sincronía vertical que es igual de horizontal solo que más grande, cuando llega este pulso al receptor le indica que tiene que volver a empezar la exploración del siguiente cuadro. Las normas americanas establecen que se deben explorar 30 cuadros por segundo.

Cada cuadro esta formado por 525 líneas de exploración ( El cuadro está formado por dos campos, en un campo se exploran las líneas horizontales y en otro las líneas pares). La exploración empieza en la parte izquierda superior de la pantalla y continua de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

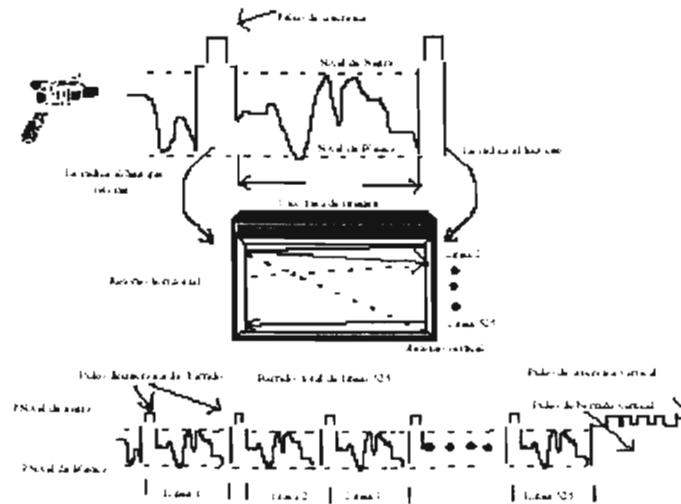


Figura 1.13

### Ancho de banda de la señal de Video.

Ya se había mencionado que un sistema de video consta de 3 partes:

1. **Señal de video** que son frecuencias de 30 Hz hasta 4 MHz.
2. **Señales de sincronía.** En un segundo se deben presentar 30 cuadros y cada cuadro esta compuesto por 525 líneas por lo tanto se deben enviar 15,750 pulsos de barrido horizontal
3. **Señal de audio** para frecuencias menores a 15 KHz.

En la figura siguiente se presenta un canal de televisión estándar y el ancho de banda es 6 MHz, porque se consideran las portadoras de video y de audio (esto hace que las frecuencias aumenten).

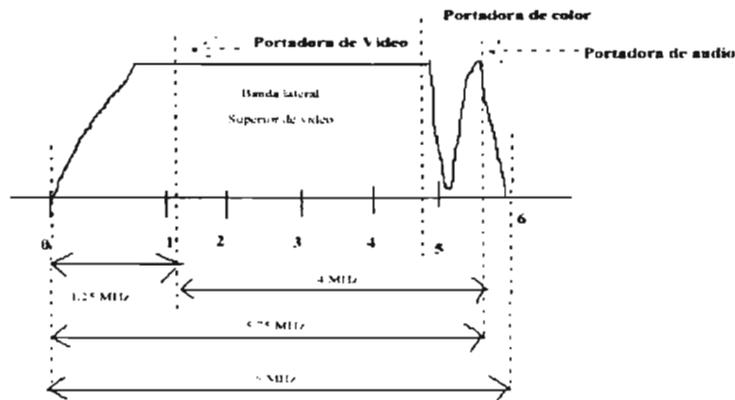


Figura 1.14

---

# **Capítulo 2**

## **Red de Acceso y Transporte.**

## 2.1 Arquitectura de la red de Acceso

### Descripción

La Red de Acceso (RA) es la parte de la Red de Telecomunicaciones (RTT), con la que el cliente tiene contacto directo, además de que esta parte contiene gran diversidad de equipos y soluciones tecnológicas posibles.

La finalidad principal de la RA es enlazar al cliente con el resto de la red de Telecomunicaciones de una manera confiable para satisfacer sus necesidades de comunicación; por lo cual, es de vital importancia que los medios y sistemas de transmisión empleados para conectar a los clientes sean lo más adecuado para cada cliente, desde un punto de vista técnico - económico.

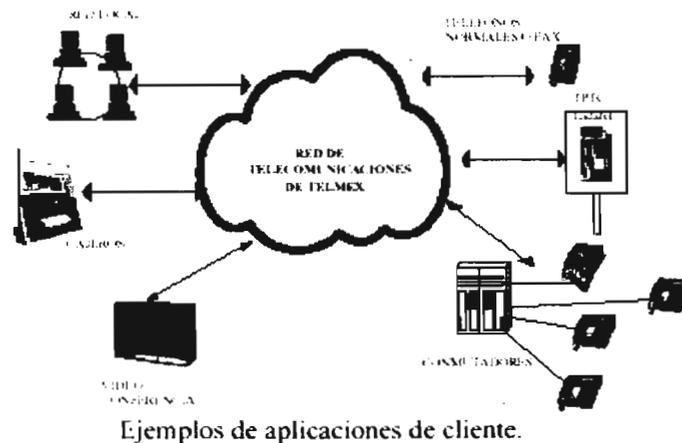


Figura 2.1

### Normas

La subdirección de normatividad de planta interna ha elaborado una serie de documentos normativos referentes a la red de acceso, los cuales pueden ser solicitados a la subdirección. Entre los documentos que ha elaborado, podemos citar algunos:

Referencia	Norma
TMX-N-IT-96-007	Norma de Ingeniería y Arquitectura de la red de acceso
TMX-N-IT-96-006	Norma de arquitectura de red para servicios privados menores o iguales a 2 Mbps.
TMX-P-XI-95-002	Plan fundamental de transmisión.
TMX-N-IT-95-003	Norma de parámetros de transmisión para los servicios privados menores a 2 Mbps.
TMX-C-T-94-003	Criterios de ingeniería y arquitectura de red para servicios privados menores a 2 Mbps
TMX-C-T-94-002	Criterios de ingeniería para la instalación de las líneas de par de cobre utilizadas en los servicios privados.

## Ingeniería y Arquitectura de la red de acceso

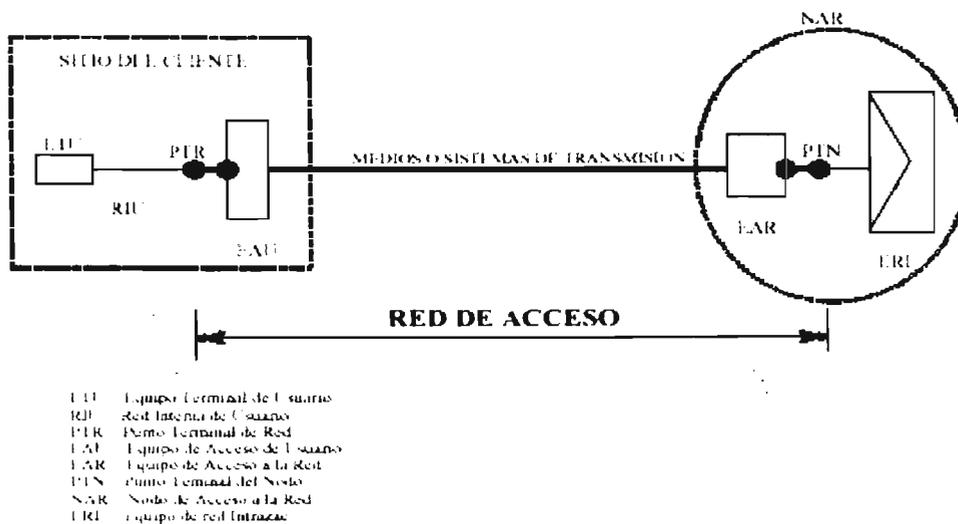
En términos generales la RA comprende el acceso tanto de servicios conmutados como de servicios privados y está definida como el conjunto de elementos y medios de transmisión que permiten interconectar el equipo terminal de un cliente con el Nodo de Acceso a la Red (NAR) que le corresponde. La función primaria de la Red de Acceso es la de concentrar los diferentes requerimientos de servicio, provenientes de los clientes, en el NAR. Esta red está definida esencialmente por tres elementos básicos:

- El Punto Terminal de Red (PTR)
- Los medios y/o sistemas de transmisión y
- El punto Terminal del Nodo (PTN)

La Red de Acceso puede presentar diferentes topologías de red, que variarán dependiendo de la ubicación del cliente y de las características propias del servicio, siendo las principales:

- Punto a punto
- Bus
- Árbol
- Anillo

### Elementos básicos de la Red de Acceso



Elementos de la red de acceso

Figura 2.2

### Punto terminal de red

El Punto Terminal de Red (PTR) es la frontera, en la localidad del cliente, que delimita el inicio ó final de la Red de Telecomunicaciones con la Red Interna de Usuario (RIU). Generalmente está implementado físicamente por un Dispositivo de Interconexión Terminal (DIT), una Unidad Terminal de Red (UTR) o un pequeño distribuidor o repartidor de un equipo de transmisión de la Red de Acceso.

Este punto se utiliza como auxiliar en las pruebas para deslindar responsabilidades entre el cliente y la empresa el punto terminal de responsabilidad es la interfaz que se entrega al cliente para que en el conecte su equipo (pueden ser rosetas o conectores de interfaz estandarizadas).

---

## **Punto terminal del nodo**

El Punto de Terminal de Nodo (PTN), es la frontera, en el Nodo de Acceso a la Red, que delimita la Red de Acceso con el resto de la Red Conmutada o Privada de voz y/o datos (red intermodal). Su implementación física se realiza normalmente por un elemento distribuidor que depende del tipo de servicio (conmutado, privado, de voz de datos, etc.).

## **Medios y sistemas de transmisión**

Es el medio físico y sus sistemas de transmisión asociados que se utilizan para transportar los servicios, depende tanto del tipo y capacidad de éstos, como de la ubicación geográfica del cliente. Pueden emplearse sistemas de transmisión que utilicen medios como la fibra óptica, par metálico, radios punto a punto, enlaces vía satélite ó la combinación de algunos de ellos.

## **Nodo de Acceso a la Red (NAR)**

Nodo de Acceso a la Red (NAR), es el local técnico donde se encuentra el equipo perteneciente a la red que ofrecerá los servicios requeridos y que a través de éste representa la puerta de entrada a esta red. Físicamente, en el caso de servicios conmutados de telefonía, el NAR es el CCA/CCE de la zona de atención que le corresponde al cliente. En el caso de los servicios privados, el NAR está representado por el Punto de Acceso Digital ( PAD) donde se encuentra el Multiplexor Multiservicios (MMS) o su equipo equivalente. En algunos casos el NAR puede estar ubicado en la localidad del cliente (como es el caso de los PAD's privados), sin embargo, el local o instalación que conecta al cliente no necesariamente es un NAR.

CCA: Central con capacidad de abonado.

CCE: Central con capacidad de enrutamiento.

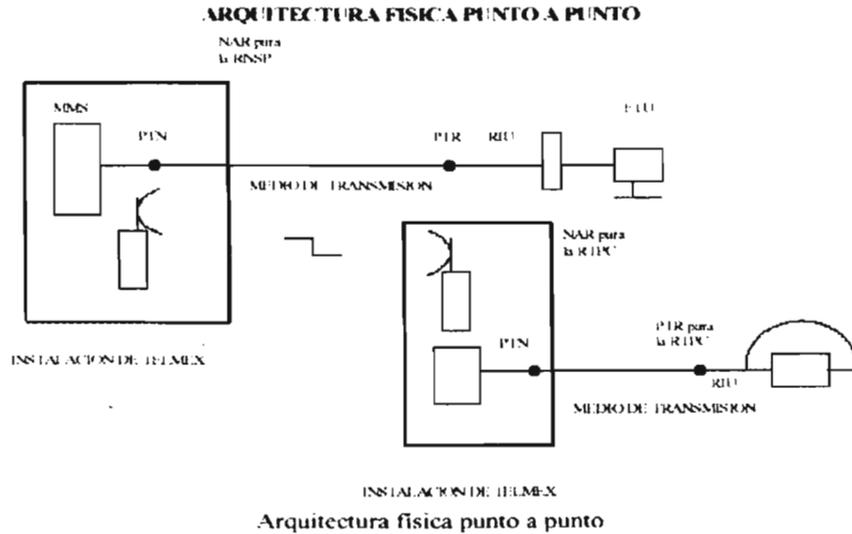
## **Arquitectura de la RA**

La RA puede estar configurada con diferentes tipos de arquitecturas físicas, ya que la gran variedad de servicios y equipos permiten utilizar la configuración más óptima. Las arquitecturas físicas de red que se utilizan en la RA, son las siguientes:

- Punto apunto
- Bus
- Árbol
- Anillo

## Punto a Punto

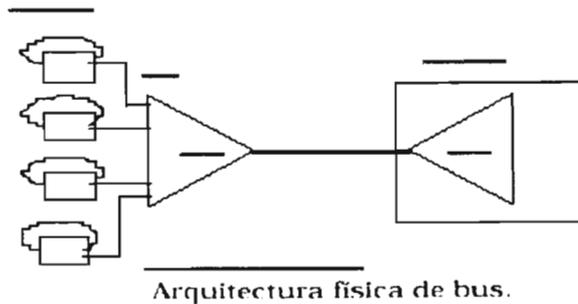
Esta arquitectura es la más comúnmente utilizada y la más simple. Consiste en enlazar un sólo cliente con el nodo de Telmex (NAR) y puede utilizar cualquier medio y/o sistema de transmisión. En esta arquitectura pueden encontrarse enlaces de radio-sistemas con tecnología HDSL (High Speed Digital Subscriber Line), módems digitales a través de cobre, el servicio básico de telefonía por cobre, etc.



**Figura 2.3**

## Bus

Esta arquitectura consiste en conectar a un mismo NAR dos o más clientes que se encuentran en sitios diferentes por medio de un solo medio de transmisión que enlaza los diversos clientes. Sin embargo éstos comparten el equipo del lado central y el sistema y/o medio de transmisión que los enlaza al NAR. Un ejemplo de tecnologías que usan esta arquitectura es el Multiplexor de abonados.



**Figura 2.4**

## Árbol

Esta arquitectura consiste en enlazar clientes distribuidos en diferentes zonas geográficas, mediante nodos de concentración de diferentes niveles y ramificaciones que parten de éstos, de tal forma que se van concentrando los servicios hasta llegar al NAR a través de un sólo medio y/o sistema de transmisión. Tecnologías que utilizan esta arquitectura son: la Red Óptica Pasiva (en inglés PON), el Radio de Acceso Múltiple (RAM), etc.

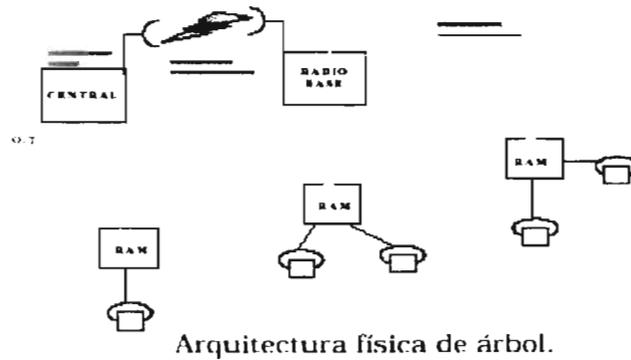
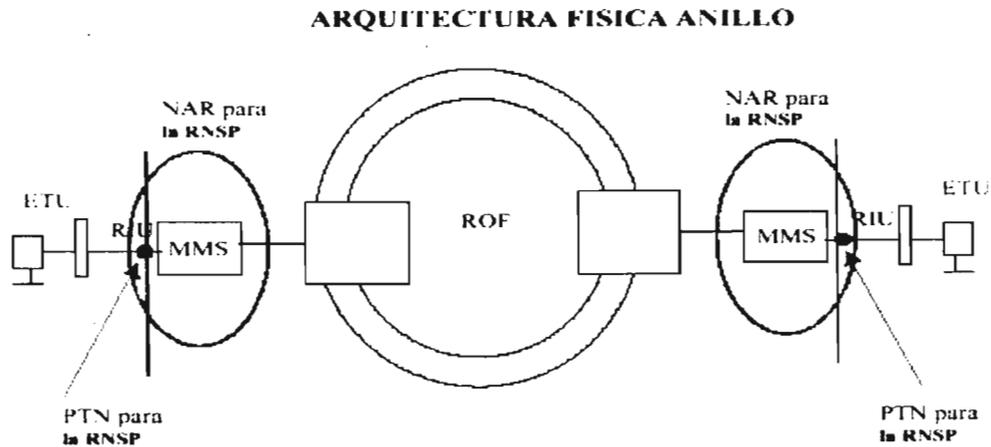


Figura 2.5

## Anillo

Esta arquitectura consiste en una serie de conexiones punto a punto entre localidades del cliente consecutivas, hasta que la trayectoria forme un bucle cerrado en un NAR. Un posible ejemplo de RA utilizada en forma de anillo es la Red Óptica Flexible (ROF).



Arquitectura física de anillo.

Figura 2.6

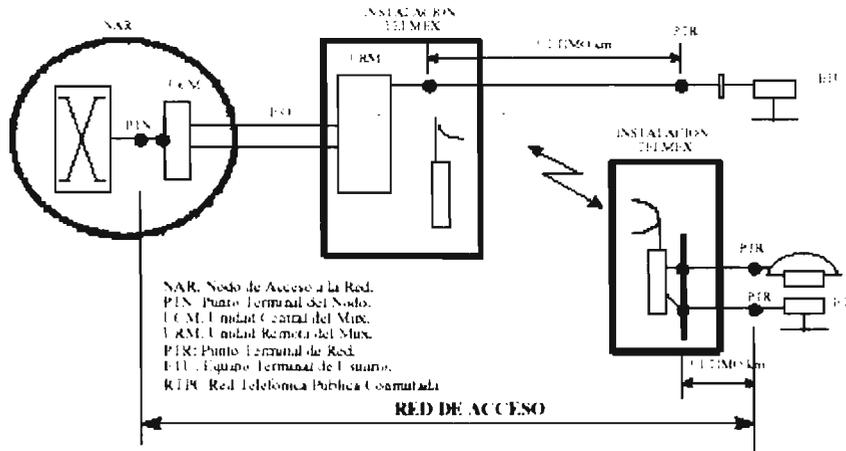
### Red de acceso y el último kilómetro.

A diferencia de la Red de Acceso, el término último kilómetro (última milla), es un concepto utilizado para definir el enlace establecido entre el cliente y el equipo de transmisión de la instalación (local) más cercana de la Red de Telecomunicaciones.

La Red de Acceso puede incluir al último kilómetro y ambos en algunas redes, pueden ser uno misma; sin embargo, en otras pueden diferenciarse claramente.

En el último kilómetro también pueden utilizarse diferentes tecnologías de transmisión que utilicen medios tales como las anteriormente mencionados.

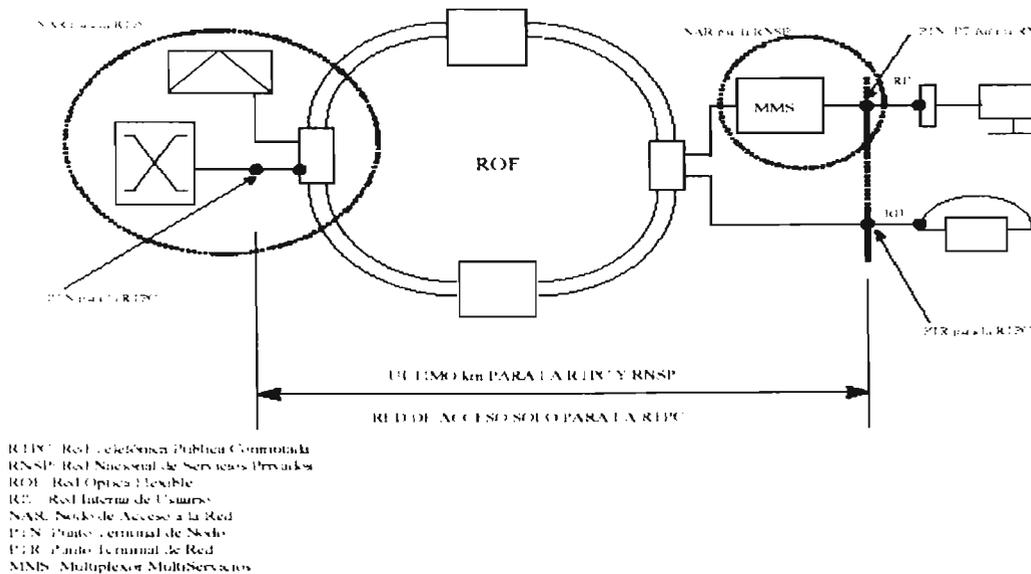
### Relación entre Red de Acceso y último km en la RTPC



Relación entre la red de acceso y el último kilómetro en la RTPC.

Figura 2.7

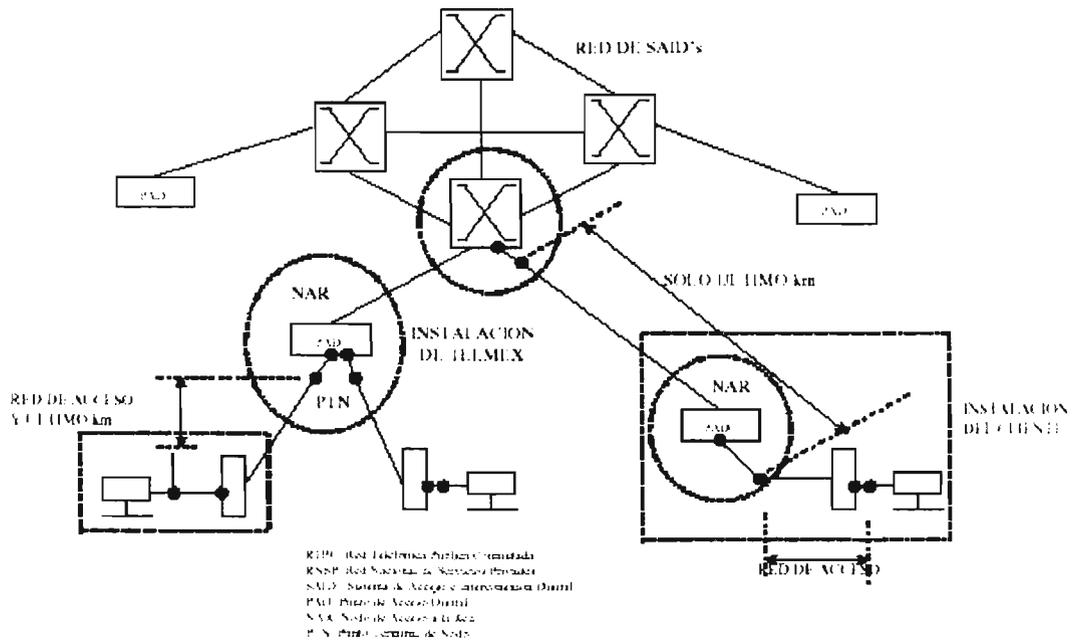
### Relación entre Red de Acceso y Último km en las ROF's



Relación entre la red de acceso y el último kilómetro en las ROF's.

Figura 2.8

## Relación de la Red de Acceso y Último km en la RNSP



Relación entre la red de acceso y el último kilómetro en la RNSP.

Figura 2.9

## 2.2 Arquitectura de la RNSP

Teléfonos de México implementó la **Red Nacional de Servicios Privados (RNSP)**. Esta red permite manejar voz datos y vídeo con un ancho de banda mayor que en la red conmutada, y sobretodo con una mayor calidad que en las líneas conmutadas, está implementada por la red de SAID's operando como nodos de crossconexión debajo de estos elementos se encuentran los nodos de concentración que lo conforman los multiplexores multiservicios MMS y finalmente en el domicilio del cliente las unidades terminales de red UTR, las cuales serán descritas con más detalle a continuación. En la siguiente figura se muestra los elementos que constituyen la RNSP

### RNSP Red Nacional de servicios Privados

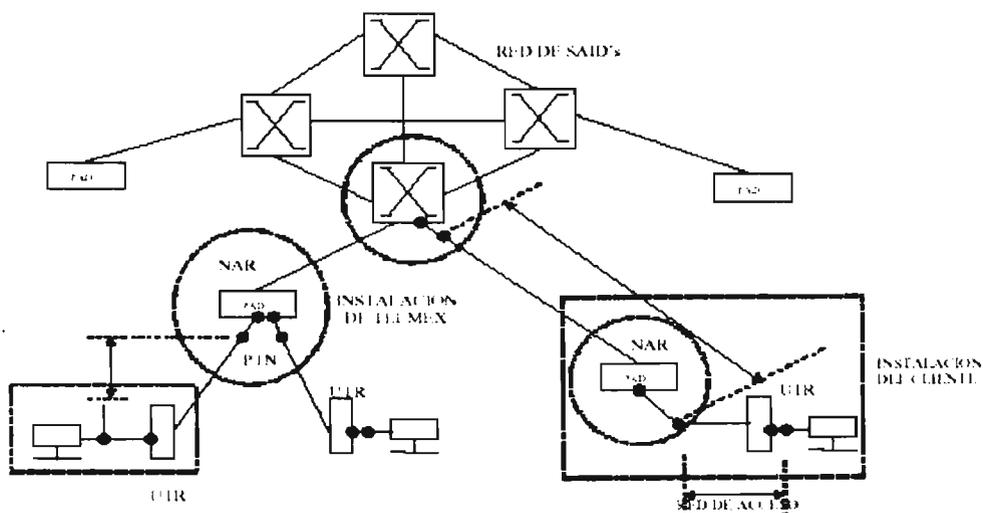


Figura 2.10

## UTR

La **UNIDAD TERMINAL DE RED (UTR)**. Es un equipo que se conecta en cada punto del domicilio del cliente en una línea dedicada. Por norma se clasifican las UTR en tres tipos.

	Tipo de UTR	Aplicación	Ventajas
1	UTV (Unidad Terminal de Voz)	Enlazan dos aparatos telefónicos (Hot-line), un aparato y su conmutador (Extensión remota) o bien dos conmutadores (Enlaces E&M).	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mejoran la transmisión debido a las deficiencias del cobre.</li> <li>Provee de funciones remotas de prueba.</li> </ol>
2	UTA (Unidad Terminal de datos Analógicos)	Transportan datos a velocidades de 1.2 hasta 28.8 Kbps Junto con sus respectivos módems.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mejoran la transmisión debido a las deficiencias del cobre.</li> <li>Provee de funciones remotas de prueba.</li> </ol>
3	UTD (Unidad Terminal de datos Digital)	Se utilizan para transmisión digital de datos, sincrónica o asincrónica, a velocidades de 4.8 Kbps a 128 Kbps.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cuentan con funciones de configuración, realización de bucles.</li> <li>Permite la transmisión a través de 2 hilos.</li> </ol>

## PAD

Todas las UTR 's dentro de la RNSP, son conectados a un PAD (Punto de Acceso digital), que es el lugar físico donde son concentrados los servicios privados en los equipos MMS (Multiplexores MultiServicios) ó nodos básicos en la red Martis y es considerado como sitio de acceso a la RNSP.

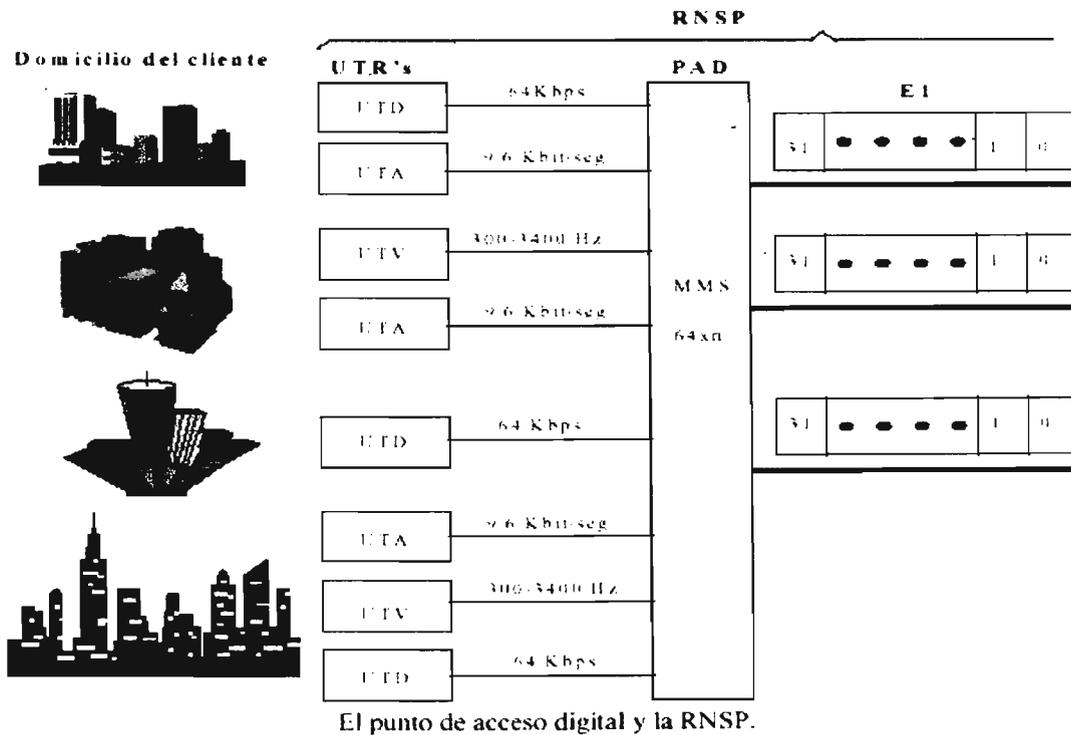


Figura 2.11

El PAD tiene como función agrupar los canales de los clientes y agruparlos en tramas tipo E1 de 32 canales (TS time Slots) a una velocidad de 2.048 Mbit/s. Debido a que las UTR 's pueden enviar señales digitales o analógicas dependiendo de la aplicación, el PAD convierte las señales analógicas a digitales. Los PAD pueden ser privados o Públicos, son privados cuando están ubicados en el domicilio del cliente y públicos cuando están ubicado en las instalaciones de Telmex.

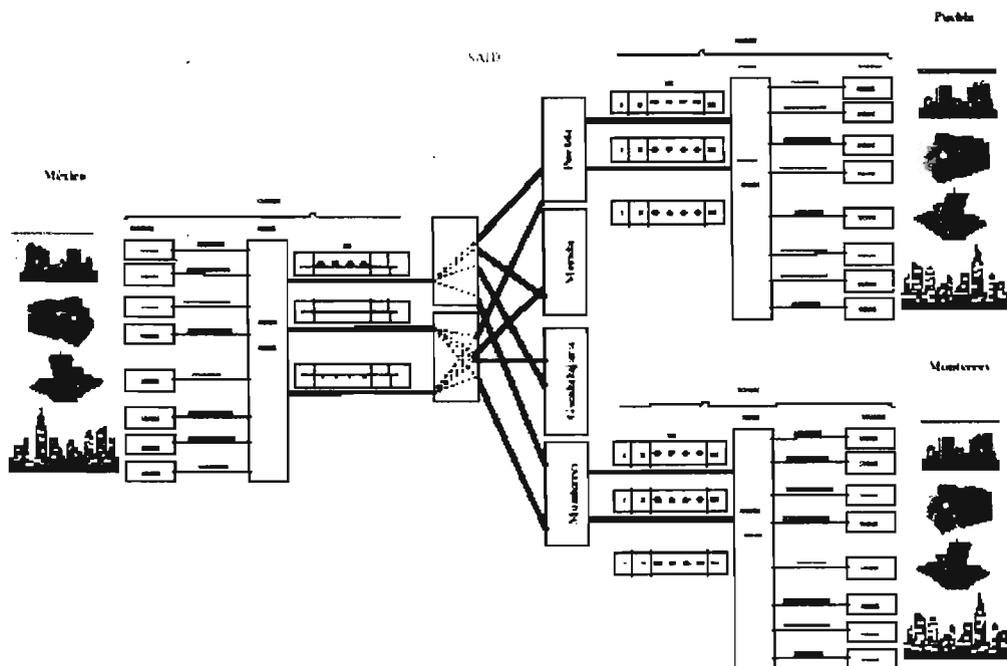
## SAID

Una vez que los enlaces E1 agrupan las señales, son llevados a dispositivos que interconectan estos canales a los lugares correspondientes, así por ejemplo un enlace va a Monterrey otro a San Luis Potosí, esto no es conmutación, dado que los enlaces están fijos solo se debe realizar las conexiones, el nombre genérico es el de SAID (Sistema de acceso de Interconexión Digital), se conocen en el campo como los DACS (por sus siglas en inglés, Digital Access and Cross-connect System). Existe una red de estos SAID's, pero su trabajo lo podemos resumir de la siguiente forma:

1. EL PAD (MMS) agrupa las señales de los UTR 's en tramas de 2.048 Mbps
2. El SAID (DACS) recibe estas tramas y separa los canales de 64 kbps los "cross" conecta (como en un Distribuidor General, cada cliente va a un cable diferente) a el SAID de la ciudad distante.

El SAID (DACS ) local agrupa tramas de 32 canales de acuerdo al MMS correspondiente (de la zona).

El MMS de la otra Ciudad entrega la señal analógica o digital dependiendo de la aplicación del cliente.

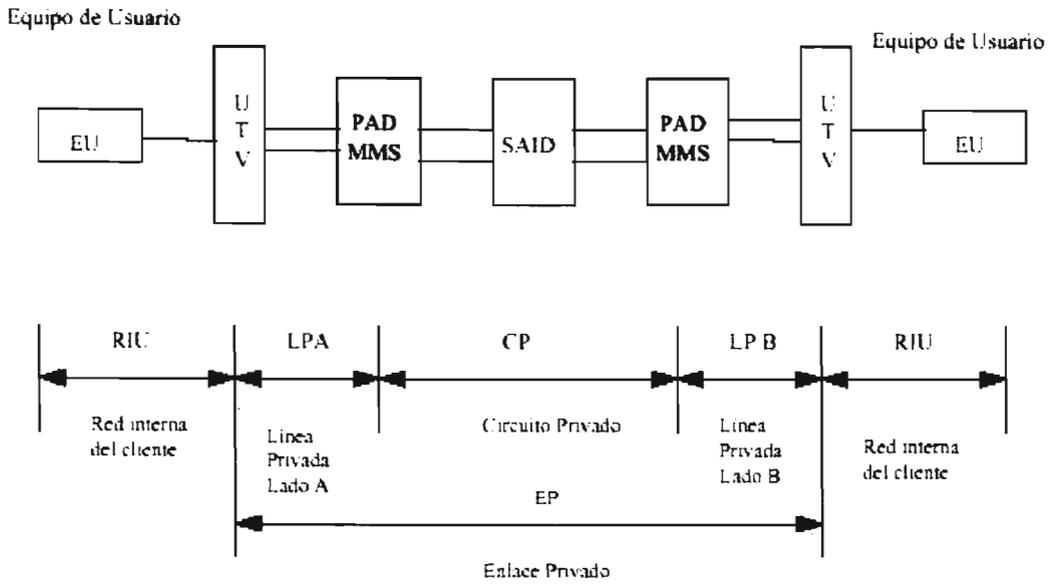


Sistema de Acceso de Interconexión Digital.

Figura 2.12

## Topología para voz

Los servicios privados de Tel-Mex están evolucionando hacia la RNSP. La topología para voz:



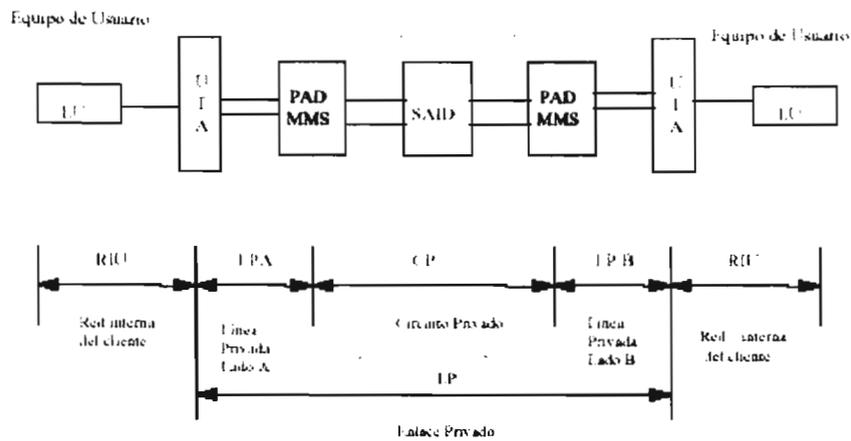
Topología para voz.

Figura 2.13

Siglas	Significado	Definición
RIU	Red Interna del usuario	Es la parte del enlace de transmisión utilizado que permite la comunicación directa desde el PTR hasta el equipo del usuario.
L.P-A L.P-B	Línea Privada	Es la parte del enlace de transmisión utilizado para conectar desde el punto terminal de red, PTR hasta el PAD, generalmente por metálico.
CP	Circuito Privado	Es la parte del enlace de transmisión o canal que permite la comunicación directa de PAD a PAD sin utilizar órganos de conmutación.
EP	Enlace Privado	Es la totalidad de los equipos y medios de transmisión utilizados para proporcionar un servicio privado desde un punto terminal de red PTR origen hasta un punto terminal de red destino.
PTR	Punto Terminal de la Red	Dentro de la arquitectura de red, particularmente dentro de la red de usuario, se ha considerado el punto terminal de red, el cual delimita las fronteras de la responsabilidad de Tel-Mex para con el servicio y mantenimiento de la red. La ubicación exacta del PTR en el local del cliente está influenciada por las características particulares de la red de usuario.

## Topología para Enlaces de datos analógicos

La topología para enlaces de datos analógicos es:



Topología para enlaces de datos analógicos.

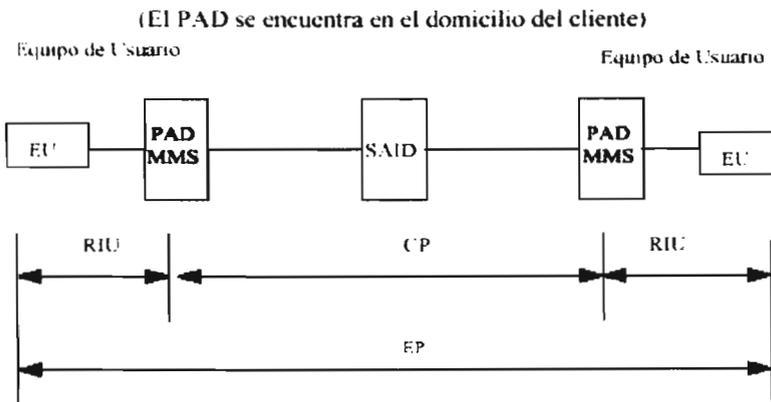
**Figura 2.14**

## Enlaces digitales

La topología para enlaces digitales puede ser de dos tipos:

- Para servicios digitales hacia un PAD privado
- Para servicios digitales hacia un PAD público

La topología del PAD privado entonces debe ser:

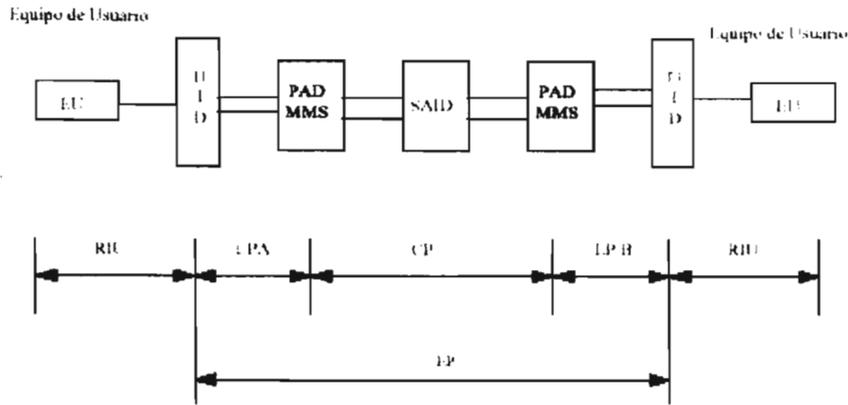


Topología para enlaces digitales con PAD privado.

**Figura 2.15**

## Enlace digital con PAD público

### Topología para el enlace privado digital con PAD público



Topología para enlaces digitales con PAD público

Figura 2.16

## 2.3 Elementos de la red de acceso

Actualmente existe una diversidad de tecnologías que pueden ser empleadas en la red de acceso, cada una de ellas tiene características particulares que determinan su aplicabilidad en la red, sin embargo, es importante determinar específicamente que tecnología es la más adecuada, en comparación con otras, para prestar los diferentes servicios que ofrece TELMEX. Para determinar estas soluciones se debe considerar un análisis técnico - económico involucrando principalmente los siguientes aspectos: *Costo, Capacidad, Cobertura y Demanda*.

En la siguiente figura se muestra de forma esquemática los principales elementos en la red de acceso y su interconexión con la red de transporte de Teléfonos de México

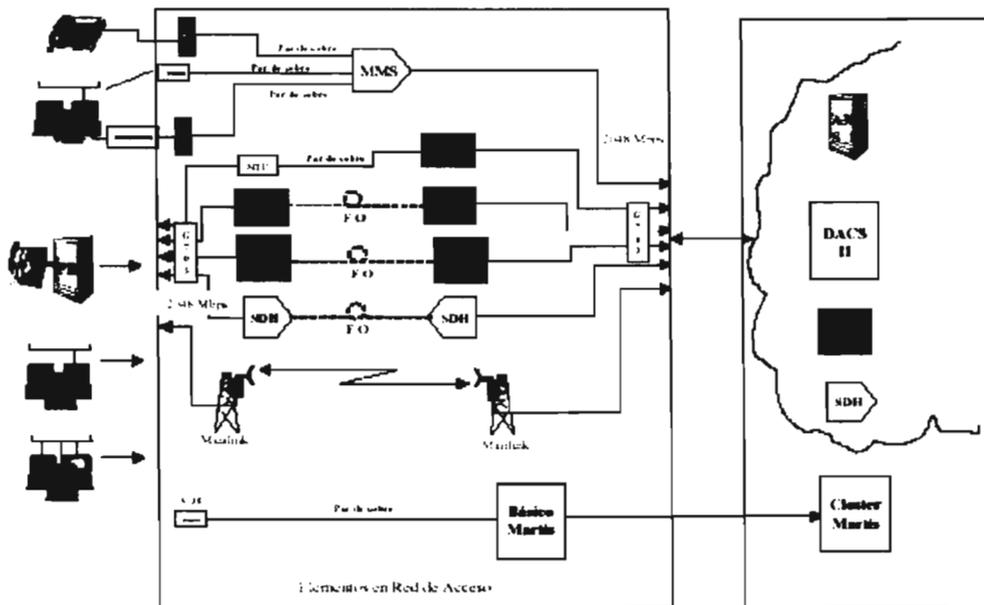


Figura 2.17

## Unidades Terminales de Red

Estos equipos permiten prestar servicios privados de voz, de datos analógicos, y de datos digitales. Existen tres tipos de UTR 's o NTU's de las siglas en inglés.

1. unidad terminal de voz (UTV).
2. unidad terminal de datos analógicos (UTA).
3. unidad terminal de datos digitales (UTD).

Las UTV 's se deben utilizar en los servicios de voz para enlazar dos aparatos telefónicos (hot line), un aparato telefónico y su conmutador (Extensión Remota) o bien dos conmutadores (Enlace E&M).

Las UTA's se utilizan para prestar los servicios privados de transporte de datos con velocidades de 1.2 hasta 28.8 Kbps junto con sus respectivos modems proporcionados por el cliente, para disminuir las deficiencias de transmisión debidas a los pares de cobre. Ambos tipos de UTR sirve para acondicionar los pares de cobre y proveer facilidades de prueba remota.

Las UTD's mejor conocidas entre el personal TELMEX como NTU's se deben utilizar para la transmisión digital de datos síncrona o asíncrona , a velocidades de 4.8 a 128 Kbps.

Las UTR se instalan en cada extremo del enlace. Su interconexión se realiza utilizando solamente LP's cuando ambos extremos del enlace pertenecen a una misma zona local., o bien LP's

enlazadas a un MMS, cuando los extremos pertenecen a diferentes zonas locales, por el tipo de cliente o la cantidad de servicios solicitados.

En la siguiente tabla se muestran el tipo de UTR más comúnmente utilizadas:

Proveedor	UTV	UTA	UTD NTU
Tellabs	6123A 6124A 6125R 6048A	4420A 4420B 4420H 4420HT	STU-160
RT Común.			Adtran
Ericsson			Ascom
Alcatel			VAM
Phillips			DTU

Las UTA's y UTV's son elementos de prueba y están asociadas al equipo SPAR

Los UTD's físicamente son modems de banda base y están asociados a los equipos MMS para servicios de 64Kbps 2X64 Kbps y 128 Kbps (depende de la NTU).

### Multiplexores Multiservicios.

Los MMS son equipos que se utilizan para proporcionar servicios privados de voz y principalmente de datos y cuya función principal es la de concentrar los diversos servicios privados (principalmente menores a 2 Mbps) de un área con cobertura específica y transportarlos en un flujo de 2048 kbps hasta un sistema de acceso e interconexión digital (SAID) para su administración y distribución. El MMS se debe asociar con las UTR's de acuerdo al servicio que se requiera de la siguiente forma:

- Servicios privados de voz, como la conexión con dos aparatos telefónicos (hot line) extensión remota de conmutador o el enlace entre dos conmutadores analógicos, el MMS se asocia a las UTV's.

**Nota: También las L.P. son asociadas a los PCM como equipos de concentración.**

- El MMS para servicios privados de datos analógicos líneas privadas a 9600 bit/s se asocia con las UTA's
- Para servicios privados de transmisión digital de datos el MMS se asocia con las UTD's conocidas entre el personal del TELMEX como NTU.

En el caso de que el MMS se utilice con UTA's, o UTV's la conexión entre ambos se debe realizar con uno o con dos pares de cobre. En el caso de que el MMS se utilice con UTD's (NTU) la conexión entre ambos se debe realizar con un par de cobre.

El nombre de multiplexor multiservicios se da por que es concentrador de múltiples servicios que puede proporcionar varias interfaces de acceso.

En la siguiente tabla se muestran los modelos y proveedores de MMS disponibles actualmente, asociados con su UTD más común.

Proveedor	Equipo	UTD(NTU) Asociada
TR Communications	CP-600	Adtran
Ericsson	U-MUX	Ascom
Alcatel	SPCM (PCM 4ta. Generación)	VAM
Phillips	8TR-691	DTU

La función del Multiplexor multiservicios se muestra en la siguiente figura, estos equipos cumplen con las recomendaciones:

- G.703 de UIT-T
- G.704 de UIT-T
- G.732 de UIT-T

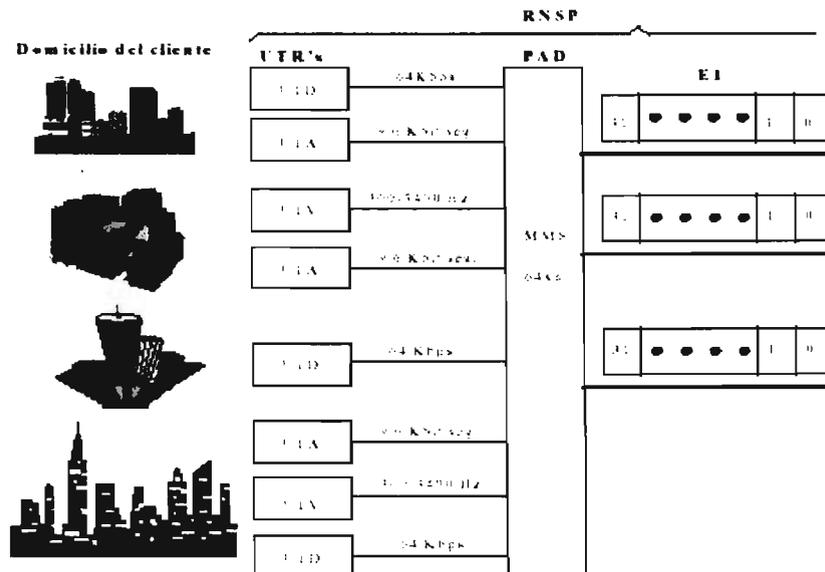


Figura 2.18

### Sistemas de acceso e interconexión digital SAID's

Los sistemas de acceso e interconexión digital SAID's mejor conocidos como DACS son sistemas que permiten administrar y realizar conexiones permanentes o semipermanentes de canales o bloques digitales, su acceso ó interconexión son completamente digitales.

La palabra 'DACS' se deriva de las iniciales en inglés de "Digital Access and Cross connect System" que significa "Sistema de Acceso e Interconexión Digital", es un nombre genérico de la empresa LUCENT, que se refiere a sistemas electrónicos de interconexión.

Los SAID utilizados en la red de acceso son equipos de acceso de interconexión 1/0 donde el (1) representa la velocidad de acceso 2.048 Mbps y el (0) representa el nivel o velocidad en la matriz de interconexión (64 Kb/s).

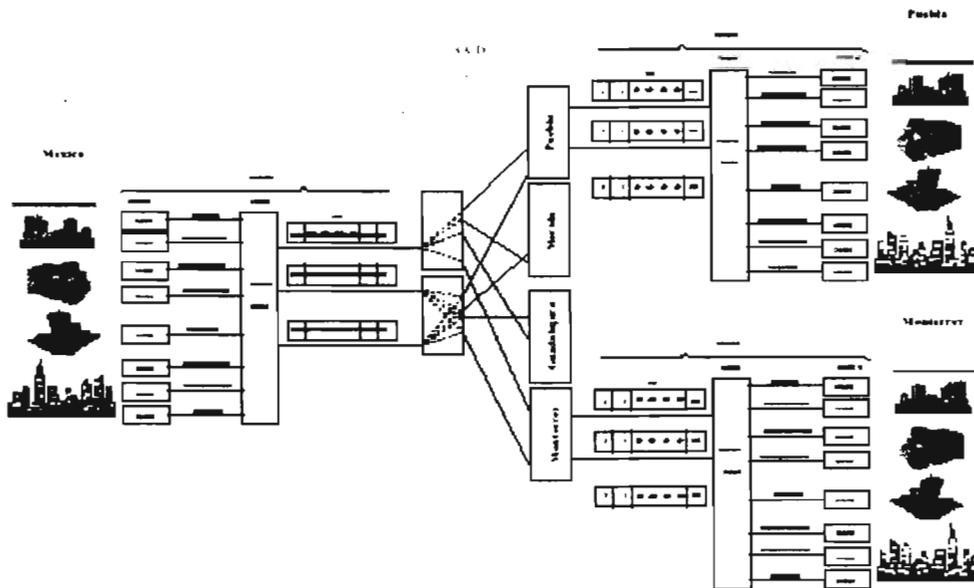
La función principal de los SAID's es establecer conexiones electrónicas semipermanentes a nivel de canal de 64 Kbps entre diferentes puertos de 2.048 Mbps.

Las conexiones a través de DACS se realizan electrónicamente mediante comandos de software que determinan el sistema y canal de origen así como el sistema y canal destino de la conexión. Este proceso no requiere de conversión Digital / Analógica alguna ni cables físicos para realizar la conexión entre los canales puesto que todo el proceso se realiza electrónicamente y de manera digital. Resumiendo, para hacer la conexión por DACS se tiene lo siguiente:

1. La señal de 2.048 Mbps origen llega directamente al DACS. El operador define por software qué canal de 64 Kbps de esa trama es el que quiere conectar .
2. El operador ejecuta el comando para hacer la conexión con un canal de otra señal de 2.048 Mbps que salga del DACS.
3. Si es necesario cambiar la conexión, basta que el operador envíe el comando para hacer la desconexión y luego envíe el comando para realizar la conexión nueva.

La ventaja obvia de usar DACS es que no se tendrá una maraña de cables para hacer las conexiones ya que no se requieren alambres para hacer las interconexiones a nivel 64 Kbps. Además, el DACS proporciona un acceso directo para pruebas sobre la conexión electrónica.

En la siguiente figura se muestra la función que realiza el DACS dentro de la red de acceso.



Proveedor	
LUCENT	DACSII en las siguientes presentaciones: DACS II de 1, 2 y 3 Bastidores. DACS CEF DACS ISX
TELLABS	MartisDXX

Figura 2.19

## Sistema martis DXX

La red martis DXX es una familia de productos de Tellabs que proporcionan otra más de las soluciones para red de Acceso. Consiste de elementos denominados nodos de crossconexión inteligentes y modems de acceso para transportar señales digitales.

Transportando la red Martis al concepto de estructura de la red de acceso establecida por Normas TELMEX, los nodos básicos martis se establecen en los PADS con funciones de acceso y además de gran capacidad en matriz de crossconexión, comparándolo con lo visto anteriormente contemplan las funciones de los MMS y DACS. Los nodos closter se establecen como SAID (sistemas de acceso de interconexión digital) con funciones de gran capacidad de crossconexión. La potencialidad de la red Martis la da la versatilidad del sistema de gestión de red, que permite monitorear el estado de la red y los circuitos que cursan por ella. Además de realizar pruebas tanto a la red como a los circuitos construidos. La red martis DXX está compuesta de **nodos** inteligentes con funciones de crossconexión instalados en los edificios de central en las salas de RDA, y **modems de acceso** instalados en el sitio del cliente. En paralelo a la red de transporte Martis se tiene la red de gestión de Martis que permite monitorear el estado de los elementos de la red y de los circuitos construidos que pasan por la red y realizar diversas pruebas que permiten mantener la continuidad y la calidad de los servicios.

En la figura siguiente se muestra la distribución de los elementos en la red Martis.

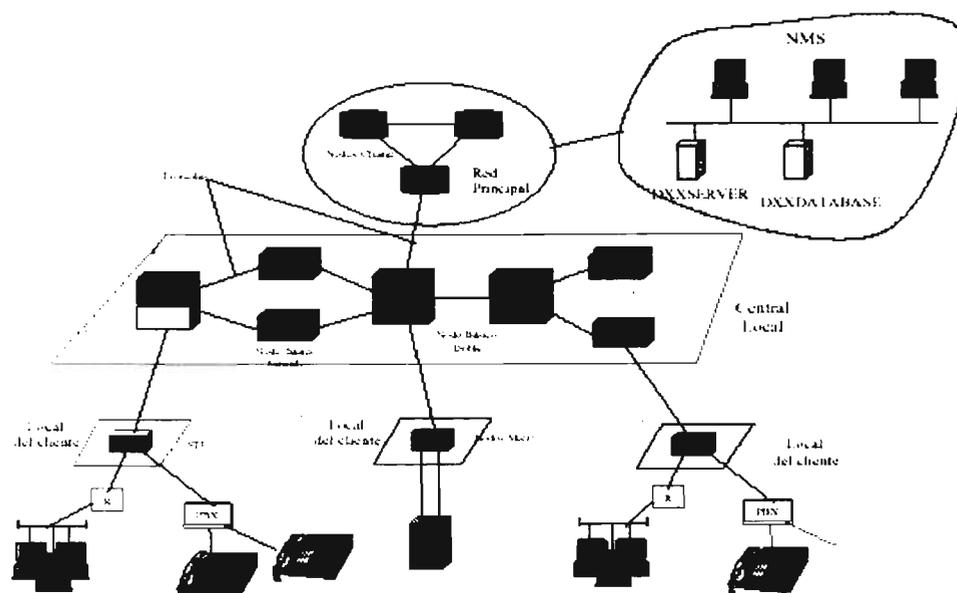
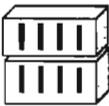
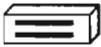


Figura 2.20

Un nodo martis se puede definir como un equipo con funciones de multiplexor digital con varias interfaces de troncal, y con funciones de crossconexión digital equipada con varias interfaces de canal. Se pueden realizar las interconexiones entre cualquiera de los tipos de interfaces; troncal a troncal, troncal a canal y canal a canal.

Las conexiones de canal son semipermanentes y se pueden reconfigurar de manera flexible con el sistema de gestión de red (NMS Network management system), soporta todos los servicios actualmente ofrecidos por TELMEX.

Existen cuatro tipos de nodos dentro de la red

No	Tipo de Nodo	Simbolo	Descripción
1	Nodo cluster.		El nodo cluster representa el nodo más grande del sistema martis. Está constituido por una Arquitectura maestro - esclavo. Se requiere un nodo cluster si se requiere mucha capacidad de crossconexión. Esta compuesto por un subrack maestro y 1 a 8 subracks esclavos.
2	Nodo Básico/Midi	 Básico.  Midi.	El nodo Básico/Midi esta compuesto por una repisa con funciones de multiplexión y funciones de crossconexión de capacidad media. Se requiere si el acceso del cliente a la red requiere de mucha capacidad de puertos tributarios. Se considera nodo Midi si el nodo está configurado con una repisa de 8 ranuras.
3	Nodo Mini, no usado en TELMEX		Los nodos mini se utilizan como multiplexores de acceso o como equipo de cross conexión de baja capacidad.
4	Nodo Micro, no usado en TELMEX		Se utiliza como equipo de cross conexión de pequeña capacidad especialmente en redes móviles.

*Los nodos implementados en la red de acceso de TELMEX son los nodos Cluster y los nodos Básicos / Midi. Los símbolos mostrados, son como se identifican los nodos en el sistema de gestión.*

La capacidad de crossconexión de un nodo cluster es de aproximadamente 256 puertos de 2.048 Mbps.

La capacidad de crossconexión de un nodo básico es de aproximadamente 32 puertos de 2.048 Mbps.

### Sistemas HDSL.

HDSL significa **High Speed Digital Subscriber Line (Línea de abonado digital de alta velocidad)**. Esta tecnología permite transportar señales digitales con velocidades de NX64 kbps hasta 2.048 Mbps, para servicios de Troncales Digitales, enlaces NX64 y E1.

Los equipos HDSL se deben usar con pares de cobre no pupinizados, además de cuidar que en el enlace se realicen el mínimo de empalmes posibles. Dependiendo de la aplicación y del tipo de equipo a emplear (por proveedor), se usan de 1 a 3 pares de cobre (para NX64 kbps) usándose 2 ó 3 pares para los servicios a 2 Mbps.

Si la solución tecnológica óptima para un servicio indica el uso de HDSL, se debe realizar una medición previa para determinar la factibilidad de su aplicación. La medición a realizar consiste en medir la atenuación del enlace hasta el domicilio del cliente (o al sitio más cercano posible) a una frecuencia de 150 Khz y una impedancia de acoplamiento (ajustada en el medidor de nivel )de 135 ohms. La atenuación medida no debe exceder de 27 dB por par, cuando se usen equipos para 2 pares y 31 dB para cuando se usen equipos para 3 pares.

En la siguiente figura se muestra los elementos que intervienen en un enlace HDSL.

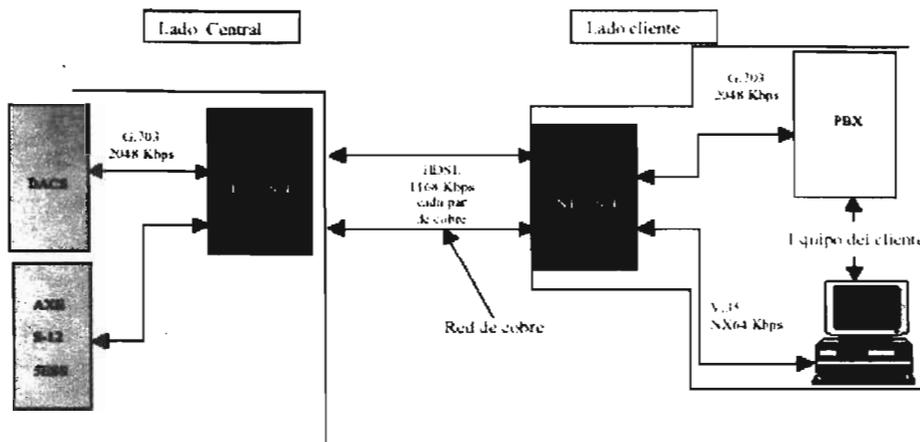


Figura 2.21

Proporciona un ancho de banda de 2.048 Mbps que puede configurarse entre los puertos en incrementos de 64 Kbps.

El sistema HDSL está compuesto por el enlace entre la LTU y NTU las cuales proporcionan una transmisión de datos full Duplex de NX64 Kbps sobre dos pares de cobre no condicionados.

HDSL permite a los LTU's y NTU's, transmitir y recibir datos digitales a una velocidad de 1168 Kbps en cada par trenzado de cobre para alcanzar en el agregado un rango de transmisión bidireccional de 2048 Kbps de carga útil bajo el estándar ETSI.

Un enlace HDSL está conformado por una Unidad terminal de Línea (LTU) y una unidad terminal de red (NTU).

Un ejemplo es el equipo HDSL de Par Gain modelo ETSI que proporciona un enlace HDSL entre la LTU 801 y la NTU 801, esta unidad proporciona una interfaz G.703 únicamente.

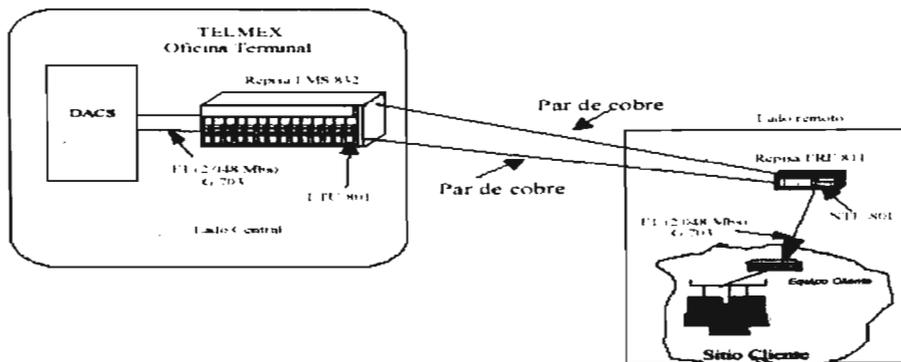


Figura 2.22

Los proveedores de este tipo de tecnología se muestran en la siguiente tabla:

Proveedor	Equipo
Par Gain (Cooperación Garcival)	HDSL ETSI con unidades 801 con interfaces G.703
Watson	Watson II

## ADSL (Línea de abonado Digital Asimétrica)

ADSL (Asymetrical Digital Subscriber Line) es una tecnología que se utiliza actualmente para transmitir en forma asimétrica caudales de hasta 8 Mbps a través del mismo par de cobre de las líneas telefónicas instaladas.

Con este equipo se proporcionarán los servicios de Internet alta velocidad y video sobre demanda que se ofrecerán a los clientes de Teléfonos de México.

El equipo de la familia ADSL utiliza el par de cobre de la misma línea telefónica para transmitir de la central hasta el cliente caudales desde 1 a 8 Mbps (Download) y del cliente a la central desde 64 Kbps al Mbps (Upload).

Un enlace está constituido por una unidad de terminación de línea (LTU), instalada en la sala de transmisión y una unidad de terminación de red (NTU) mas un equipo Divisor instalados en el lugar del cliente. Como se muestra en la siguiente figura:

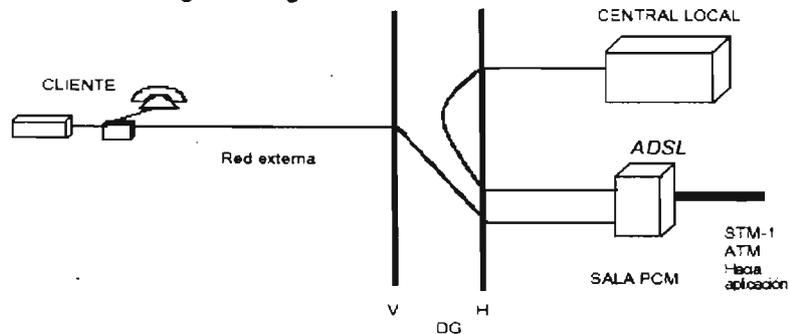


Figura 2.23

Actualmente se cuenta con el proveedor Alcatel para proporcionar el equipo ADSL. Su equipo tiene 12 ranuras en la repisa para alojar unidades para enlaces ADSL, cada unidad cuenta con 4 puertos, por lo que en total la repisa soporta 48 puertos ADSL. En la figura siguiente se muestra esta repisa.

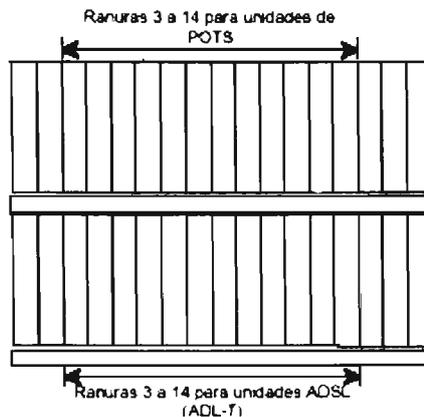


Figura 2.24

Los equipos ADSL utilizan 1 par de cobre para enlazar a cada cliente. Sobre el mismo par de cobre que se utiliza para transmitir datos utilizando la tecnología ADSL, se tiene la línea telefónica convencional, de manera que si existe algún problema con los equipos ADSL el servicio telefónico continua sin problemas.

En el equipo ADSL instalado en lado central se deben realizar dos distintos cableados, uno hacia la central telefónica local y otro hacia la planta externa, el cual finalmente llega a las instalaciones del cliente. Cada cableado se debe rematar en el Distribuidor General en tabllas independientes.

Las repisas que se utilizan para los equipos APSL, tienen capacidades que van desde 30 hasta 120 enlaces. Para el caso del proveedor Alcatel esta capacidad es de 48 enlaces por repisa.

En la siguiente figura se ilustra un ejemplo de instalación del equipo ADSL para proporcionar los servicios de Internet de alta velocidad y video sobre demanda.

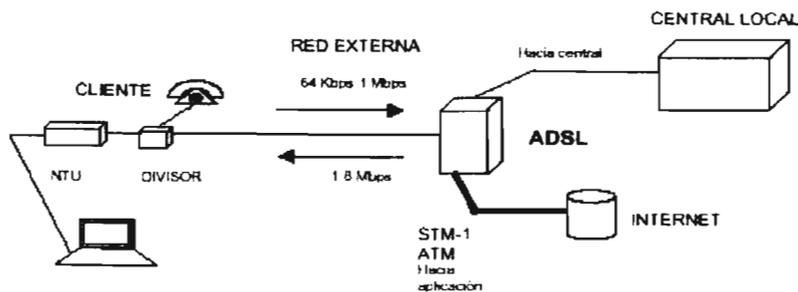


Figura 2.25

### Modem óptico

Los módem ópticos son equipos utilizados específicamente para servicios con velocidades de 2048 Mbps (enlace E1). Se utilizan con fibras monomodo de dispersión normal, ya que los emisores ópticos evaluados por la subdirección de normatividad operan en la ventana de 1300 nm.

Con el tipo de fibra a emplear y la ventana de operación indicada se pueden alcanzar sin dificultad las distancias máximas en la red de acceso (hasta 12 Km). Para distancias mayores es posible usar emisores con mayor potencia.

Los módem ópticos usan interfaces G.703 a 2048 Kbps tanto para la conexión hacia la red de transporte como para conectar el Equipo terminal de usuario.

Los modems ópticos que utiliza Telmex son ADC 9202, del proveedor ADC Communications. En la siguiente figura se muestra en forma esquemática la forma de un servicio con módem óptico.

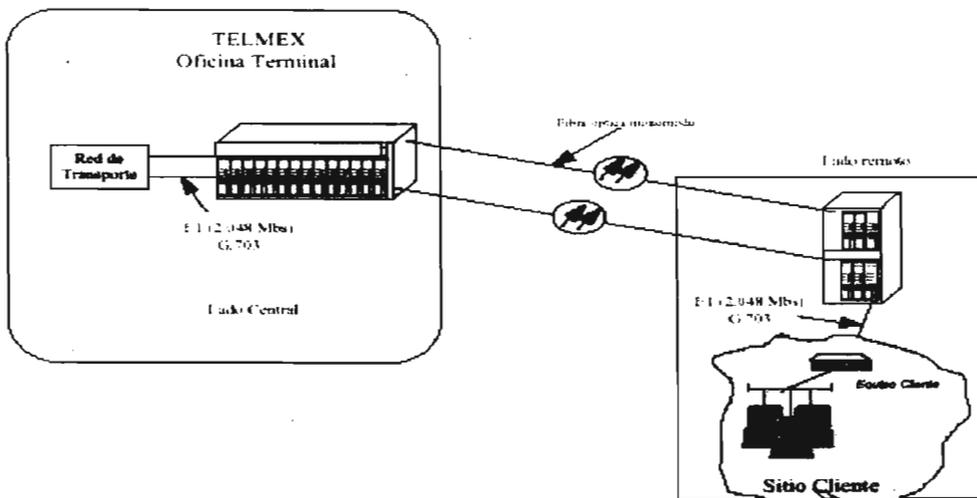


Figura 2.26

En la siguiente tabla se muestra los proveedores y equipos de esta tecnología instaladas en TELMEX.

Proveedor	Equipo
ADC Communications	ADC 9202

---

## Sistemas por radio

Los radios digitales son usados para servicios con velocidades de 2 Mbps y actualmente para enlaces a 64 kbps, (los radios para estas velocidades que utilizan la técnica de espectro disperso son conocidos también como radio modems )

Existen radios con capacidades de 1XE1, 2XE1 y 4XE1 conocido como *Minilinks* se emplean cuando se requieren varios enlaces.

Se pueden emplear también los radios de 8,34 y 140 Mbps asociados con multiplexores PDH de alto orden para tener accesos a 2 Mbps.

Los radios pueden suministrar servicios dentro de la red de acceso sin problemas de distancia, por lo que aumenta su aplicabilidad para aquellos clientes alejados de las instalaciones de TELMEX y/o con accesos difíciles para un medio terrestre.

Normalmente los radios para servicios privados se emplean en enlaces punto a punto con línea de vista, pero algunos radios con enlaces punto a multipunto (radios de acceso múltiple) también pueden ser usados para enlaces privados.

Ejemplos de estos radios tenemos:

Radios Minilink	Ericsson 15 Ericsson version E Alcatel
Radiomodems	Kbtel: Kb/Net Kb/ss Kb/E1

El radio de acceso múltiple ( RAM ) es un sistema de radio que permite proporcionar servicio de comunicaciones, cubriendo una célula o más enlazando un grupo de poblaciones rurales dentro de un área determinada.

## Sistemas por radio KB/TEL

El equipo de radio a emplear dependerá de las características requeridas de velocidad, cobertura, frecuencia de operación, demanda, etc., estos equipos son:

a) Kb/Net: Este es un sistema de transmisión de radio-paquetes Punto-Multipunto, que permite a los equipo Terminales de Datos, distribuidos geográficamente en un área aproximada de 40 Km de radio, la comunicación con sus computadoras centrales (Host). Las aplicaciones más comunes para este sistema son: Cajeros Automáticos (ATM), Terminales Punto de Venta (POS), Loterías Electrónicas, Sistemas de Reservas (ALC), Consulta de Bases de Datos, Transferencia de Archivos y, en general, para la transmisión y recepción de datos cuyos requerimientos sean menores o iguales a 19.2 Kbps.

La comunicación entre la base y las estaciones remotas, se realiza utilizando un radio módem que trabaja en las bandas de VHF/UHF, empleando un sólo canal de RF para atender a sus estaciones remotas.

b) Kb/SS: Este es un sistema de transmisión de radio-paquetes Punto-Multipunto que emplea la técnica de Espectro Disperso. Permite a los equipo Terminales de Datos, distribuidos geográficamente en un área aproximada de 10 Km de radio, la comunicación con sus computadoras centrales (Host). Las aplicaciones más comunes para este sistema son: Acceso a Internet, Cajeros Automáticos (ATM), Terminales Punto de Venta (POS), Micro Sucursales Bancarias, Loterías Electrónicas, Sistemas de Reservas (ALC), Consulta de Bases de Datos, Transferencia de Archivos y, en general, para la transmisión y recepción de datos cuyos requerimientos sean menores o iguales a 64 Kbps.

La comunicación entre la base y las estaciones remotas, se realiza utilizando un radio módem que trabaja en la banda de 2.4 GHz. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de configuración en estrella para el acceso de diferentes servicios con el sistema Kb/Tel. En esta configuración la estación central o célula se localiza en el centro y ésta atiende a las estaciones remotas que se encuentran dentro del área de influencia definida para cada célula.

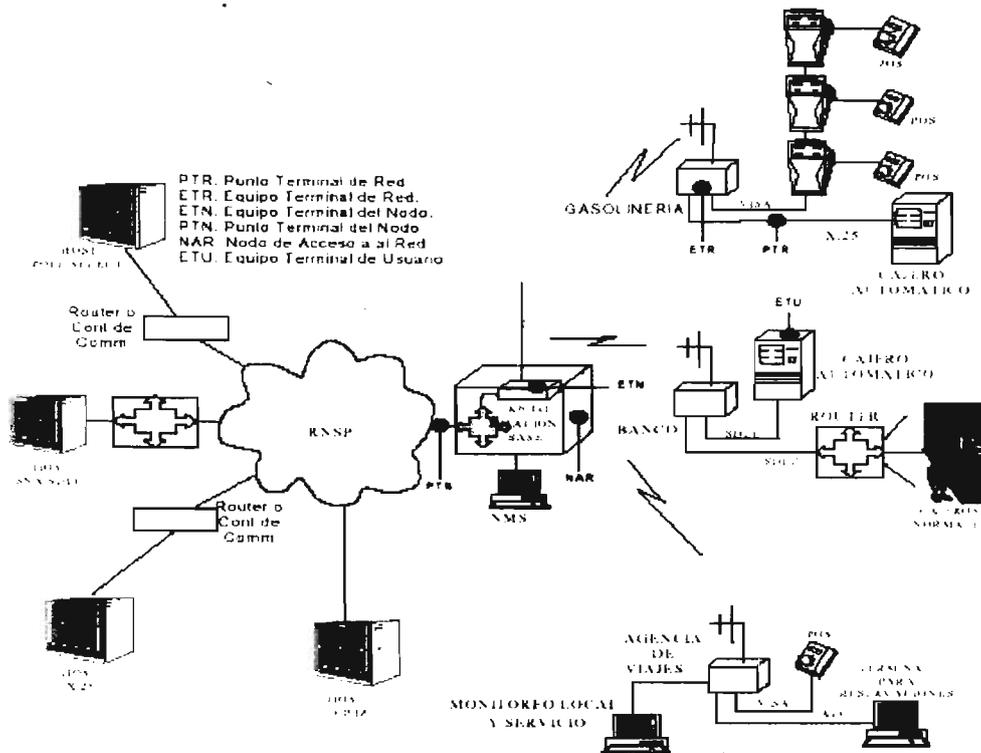


Figura 2.27

## Accesos RDSI

RDSI significa Red Digital de Servicios Integrados (o ISDN por sus siglas en Inglés). Es un término utilizado por la Unión Internacional de Telefonía y Telegrafía ITU-T para describir básicamente la forma en que ha evolucionado la red telefónica existente, conocida como POTS (Plain Old Telephone Services) hacia una red completamente digital de punta a punta, que se conoce como RDSI y que es capaz de proveer servicios de comunicación para voz y datos a alta velocidad de forma integral sobre una línea de abonado digital.

Se tienen dos tipos de acceso a la red RDSI:

1. El **Acceso Básico BRA (Basic Rate Access)** el cual usa una interfaz física con dos hilos por la cual hay una comunicación digital del usuario hacia una central RDSI, en el modelo de RDSI un acceso básico es un **2B + D**, es decir **144 kbit/s**, pero en el caso particular de la netMod utilizada para el servicio prodigy turbo se están agregando 12 kbps para sincronización y 4 kbps para mantenimiento. Además esta interfaz física también provee los puntos de conexión para los dispositivos RDSI. A este tipo de interfaces se les conoce como Unidad Terminal Remota **UTR** o **NTU (Network Terminal Unit)** para líneas RDSI.

Desglosando esta velocidad:

- 64 Kbps de dos canales B de datos
- 64 kbps
- 16 kbps de un canal D de datos
- 12 kbps de un canal de sincronización
- 4 kbps de un canal M de mantenimiento

160 kbps

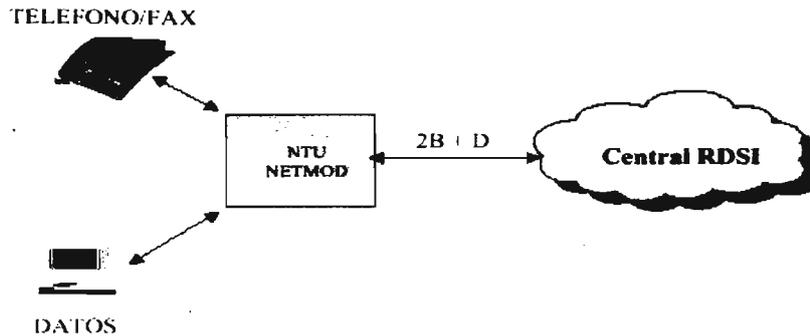


Figura 2.28

La central RDSI puede ser una central completamente RDSI o un módulo RDSI anexo a las centrales actuales AXE, S-12, 5ESS. **Esta clase de acceso se utiliza para proporcionar el servicio prodigy turbo.**

2. El Acceso Primario PRA (Primary Rate Access) el cual usa 30 canales de 64 kbps para datos y un canal de 64 kbps para el canal D y se tiene un canal de 64 kbps de sincronización y alarmas.

A pesar del surgimiento de muchas "nuevas" tecnologías que ofrecen el acceso a Internet o la transmisión de datos a alta velocidad, como la tecnología ADSL (línea de Abonado Digital Asimétrica o Asymmetric Digital Subscriber Line) u otras de la misma familia XDSL(línea de abonado digital familia X-Digital Subscriber Line X), la tecnología de RDSI aún se mantiene como viable para la conexión a Internet y ésta es la tecnología que usa la unidad terminal de red (UTR) netMod de Intracom con base en el acceso básico.

La netMod de Intracom es un tipo de Unidad Terminal Remota (UTR o NTU por sus siglas en Inglés) que está dirigida hacia el creciente mercado de Internet y aplicaciones de teleconmutación. Físicamente la netMod es una caja que le permite al cliente el conectarse a Internet por medio de una computadora vía el puerto serial RS-232 y al mismo tiempo conectar dos teléfonos comunes (o dispositivos POTS Plain Old Telephone Services).

También tiene dos contactos para conectar opcionalmente lo que se conoce como Bus S o bus RDSI, formado por 4 hilos y que serviría para conectar hasta 8 dispositivos RDSI en total (extensiones telefónicas avanzadas o similares). La comunicación por el bus S es a 192 kbps con código AMI (inversión de marcas alternadas). Esta facilidad no la comercializa TELMEX

Esta caja se enlaza a una central RDSI por medio de un par de hilos que se conoce como interfaz U o simplemente línea U y por él pasa una transmisión digital full duplex a 160 kbps con código 2B1Q (2 binario 1 cuaternario), el cual es típico de los enlaces básicos.

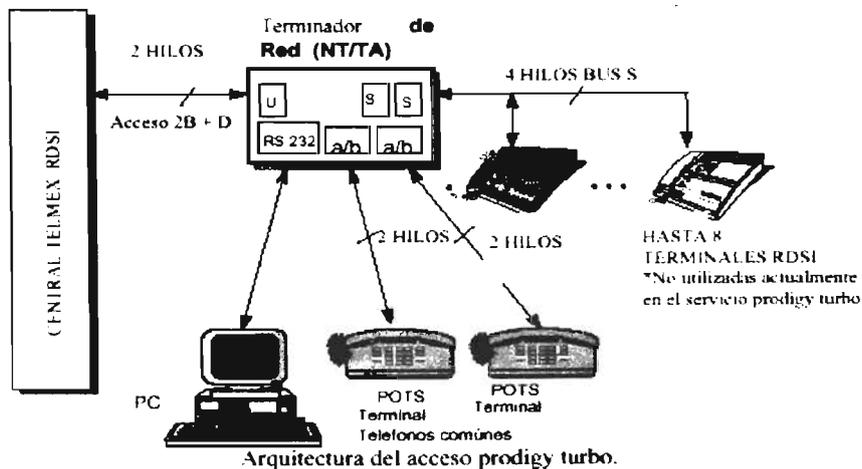


Figura 2.29

## 2.4 Soluciones Tecnológicas de acceso

### Lada enlaces a 64 y 128 Kbps

Los Servicios Lada enlaces 64 y 128 permiten transportar Voz, Datos y Vídeo hacia los diferentes equipos para su proceso a una velocidad de 64 y 128 Kbps, por lo que se pueden ofrecer varios servicios por medio de ellos. Este servicio proporciona la interfaz V.35 al cliente y se conectará ala RNSP por medio de MMS(Multiplexor multiservicios).



Figura 2.30

El Servicio Lada enlace 64 y 128 utiliza la interfaz V.35 y las formas de conectarlas desde el lugar del cliente hacia la central local son las siguientes:

- Utilizando como medio de transmisión el Cobre.
- Utilizando como medio de transmisión Radio.

### Acceso por cobre

En términos generales para los servicios de 64 y 128 Kbit/s, el acceso a la Red de Enlaces Privados (REP) se lleva a cabo mediante Líneas Privadas (LP's), pares de cobre de la Red de Acceso, en cada caso la LP interconecta una Unidad de Terminal de datos Digital (UTD ó NTU) instalada en el local del cliente con su respectivo MMS asociado, el cual está instalado en la central o nodo de acceso a la Red de Telecomunicaciones de Teléfonos de México (RTT) (Red de Telecomunicaciones de Teléfonos de México)

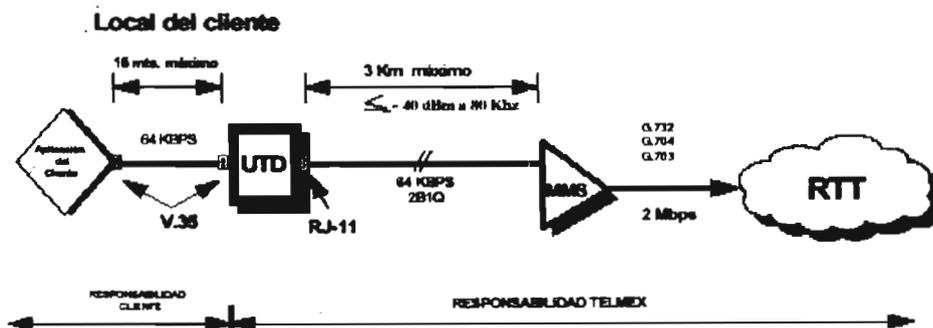


Figura 2.31

El propósito de la NTU es permitir la transmisión de una señal digital por un medio de transmisión analógico, lo cual se realiza de la siguiente forma: la UTD recibe a través de una interfase V.35 con conector M34 tipo hembra la señal digital de 64 Kbps generada por la aplicación del cliente, esta señal es modificada y adaptada mediante un esquema de modulación 2B1Q ( dos binario, 1 cuaternario) ó bifásica, para su transmisión vía pares de cobre hasta su MMS (Multiplexor de Multiservicios) asociado. El MMS se encarga de insertar la señal de 64 o 128 Kbit/s en un trama multiplexada de 2.048 Mbps bajo las recomendaciones G.703, G.704 y G.732, la cual será transportada a través de las facilidades de la Red Local de la RTT (Red de Telecomunicaciones de TELMEX) hacia su destino final, dicho destino puede ser una aplicación Telmex o ajena.

La distancia entre la UTD y la aplicación del usuario no será mayor a 15 Mts. y la distancia entre UTD y el MMS estará comprendida entre 3 y 5 Kms., esta distancia dependerá del calibre y las condiciones físicas de los pares de cobre utilizados.

Los equipos utilizados son:

Multiplexor Multiservicios		NTU asociada
MMS	Unidad	
Cp-600 RT	BRI	ADTRAN
UMUX Ericsson	Sulic	ASCOM
SPCM Alcatel	V6	VAM
Nodo Básico Martis	IUM	STU-160

La alimentación a las NTU's se realiza localmente, para lo cual se requiere que el cliente proporcione una toma de 120 VCA, solo en el caso del UMUX la unidad Sulic telealimenta a la NTU.

Si el par de cobre tiene una atenuación mayor de 42 dB @ 40 KHz, se podrá utilizar como primera alternativa el Repetidor de Línea Digital TOTAL REACH, siempre que la atenuación no sea mayor de 52 dB @ 20 KHz (aprox. 6 Km). Este equipo se instalará entre la NTU y el MMS de la central del cliente de acuerdo al punto anterior.

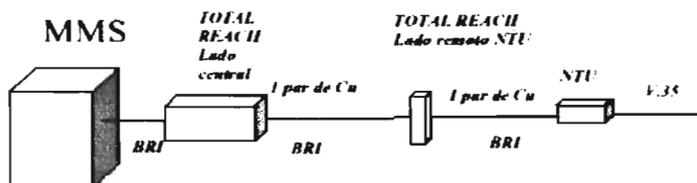


Figura 2.32

### Utilizando radios Spread Spectrum (Espectro disperso)

Si la línea no es cubierta por las dos alternativas de largo alcance (6 Km), o no hay red de cobre, se deberá utilizar el equipo Radio Módem 64 y 128 Kbps (aprox. hasta 20 Km). Para este caso el MMS se equipa con tarjeta que presenten interfase V.35.

Estos equipos se podrán utilizar en configuración punto a punto. Se cuenta con Radio Spread Spectrum de 64 y 128 Kbps en la banda de 2.4 Ghz para distancias de hasta 50 Km.

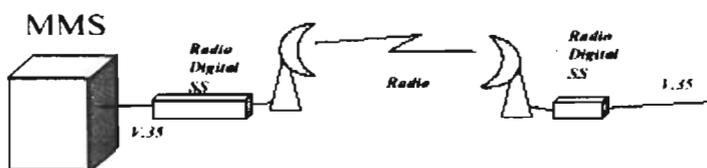


Figura 2.33

Spread Spectrum es una técnica de modulación en la cual la información modulante se esparce o se expande a través de un ancho de banda más amplio que el contenido de frecuencia de información en general.

### Lada enlace NX64 Kb/s

Los Servicios Lada enlaces Nx64 permiten transportar Voz, Datos y Vídeo hacia los diferentes equipos para su proceso a una velocidad de Nx64 Kbps, donde N puede ser de 1 a 31, por lo que se pueden ofrecer varios servicios por medio de ellos.

Las velocidades que se ofrecerán son: 192, 256, 320, 384, 448, 512, 576, 640, 704, 768, 832, 896, 960, 1024 etc.-

Este servicio proporciona la interfaz E1 G.703 y V.35 al cliente y se conectará ala RNSP por medio de DACS o MMS crossconectores con el fin de optimizar los E1's de transporte. El Servicio Lada enlace NX64 utiliza la interfaz E1 G.703 y V .35 y las formas de conectarlas desde el lugar del cliente hacia la central local son las siguientes:

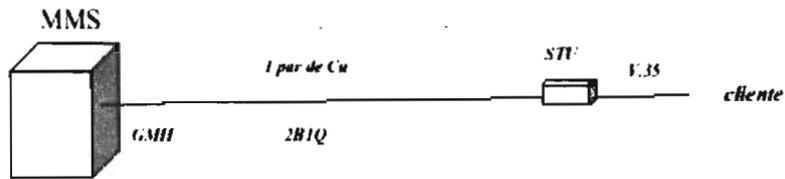
- Utilizando como medio de transmisión el Cobre.
- Utilizando como medio de transmisión la Fibra óptica.
- Utilizando como medio de transmisión Radio.

### Utilizando par de cobre

Se tienen 3 alternativas para proporcionar este servicio por cobre:

#### 1ª alternativa.

Para distancias de hasta 3 Kms y por medio de un par de cobre se podrá utilizar el arreglo GMH-STU 2304 del nodo básico de la red Martis de Tellabs. En este caso la central no telealimentará ala STU. La NTU se alimentará localmente con 120 VCA.



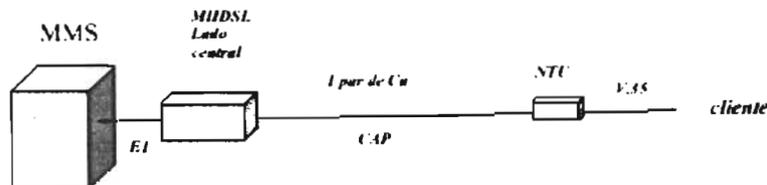
Lada enlace NX64 utilizando nodo básico de Martis Tellabs

Figura 2.34

Equipo utilizado unidad OMH en el nodo básico lado central y NTU (STU 2304 ) en el lado cliente.

#### 2ª alternativa

Para distancias de hasta 6 Kms y por medio de un par de cobre se podrá utilizar el equipo Multivelocidades HDSL. En este caso la central no telealimentará ala NTU. La NTU se alimentará localmente con 120 VCA.



Lada enlace NX64 utilizando repetidor con cobre

Figura 2.35

#### 3ª alternativa

Utilizando los equipos HDSL, por medio de 2 pares de Cobre se tiene un alcance sin repetidor de hasta 3 Km con una atenuación máxima a 27 dB @ 150 Khz. En este caso la central telealimentará a la NTU.



Lada enlace NX64 sin repetidor con cobre

Figura 2.36

Si la línea tiene una atenuación mayor de 27 dB y menor a 62 dB @ 150 Khz, se deberá utilizar el Repetidor HDLSL, con lo que se podrá tener alcances de hasta 6 Km. En este caso la central no telealimentará ala NTU. La NTU se alimentará localmente con 120 VCA.

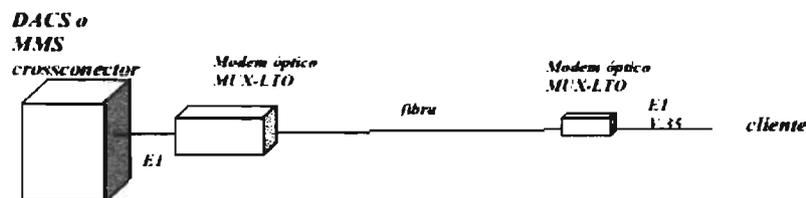
### Utilizando fibra óptica

Utilizando equipos Módem's ópticos y Multiplexores de Línea óptica MUX+LTO, por medio de fibra óptica se tiene un alcance promedio de:

30 Km con una atenuación a 16 dB para módem's ópticos de 2 Mbps con interfaz V.35.

28 Km con una atenuación a 14 dB para MUX +L TO de 4x2 Mbps con interfaz V .35

Estos módem's se utilizan en configuración punto a punto.



Lada enlace Nx64 utilizando fibra

Figura 2.37

La configuración Punto a Punto se deberá utilizar cuando haya un solo cliente que requiera este servicio en el trayecto de la fibra por la planta externa.

Se podrán utilizar Módem ópticos de 2 Mbps para cuando el cliente sólo requiera una interfaz E1 y no tenga más servicios E1's.

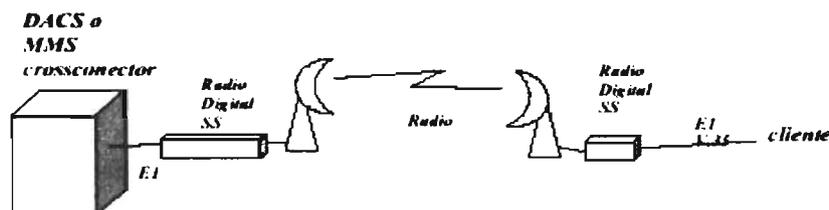
Si el cliente requiere de dos a cuatro servicios E1's se deberá utilizar un MUX-LTO. Se pueden tener servicios mezclados con interfaces E1 y V.35 en el mismo equipo óptico. Si el cliente tiene un equipo PDH con E1's para otros servicios y solicita servicios Nx64 sin pasar de 4 servicios, se deberá cambiar el equipo existente por un MUX-LTO equipado con interfaces E1 y V.35.

Los quipos utilizados son: Mini-nodo de Tellabs y Tarjeta GMH equipados con tarjeta óptica OTE-LED-M, NTU y Tarjeta OPTO 4x2 para el MMS UMUX.

### Utilizando radios de Spread Spectrum

Utilizando equipos Radio de Spread Spectrum, por medio del espectro Radioeléctrico se tiene un alcance de hasta 50 Km. Estos equipos se podrán utilizar en configuración punto a punto. Se cuenta Radio Spread Spectrum de Nx64 hasta 512 Kbps en la banda de 5.7 Ghz para distancias de hasta 50 Km.

Configuración punto a punto.



Lada enlace Nx64 utilizando Radio.

Figura 2.38

La solución por radio de SS se debe utilizar únicamente cuando no sea posible utilizar fibra óptica o cobre o si este se encuentra en muy malas condiciones.

Es necesario que haya línea de vista de la central al lugar del cliente.

El proveedor de estos equipos es Glenayre.

### Lada enlace a 2 Mb/s (E1)

#### Descripción

Los Servicios E1's son interfaces que permiten transportar Voz, Datos, Audio y Video hacia los diferentes equipos para su proceso a una velocidad de 2048 Kbps, por lo que se pueden ofrecer varios servicios por medio de ellos.

Servicios E1's que proporciona Telmex:

- Servicio E1 P-P (Punto a punto) transporta datos de un cliente hacia otro utilizando la Red Transporte.
- Servicio E1 P-MP (Punto -multipunto) transporta datos desde varios clientes (30) hasta uno sólo (E1) utilizando la Red de SAID's (DACs) y MMS's.
- Servicio Troncal Digital transporta circuitos de voz con señalización desde un PBX de cliente hacia una Central Local
- Servicio 10+n transporta circuitos de voz con señalización desde un PBX de cliente hacia una Central Local
- Servicio PRI (Primar y rate interfase) RDSI transporta circuitos de voz y datos con señalización RDSI desde un PBX RDSI de cliente hacia una Central Local RDSI

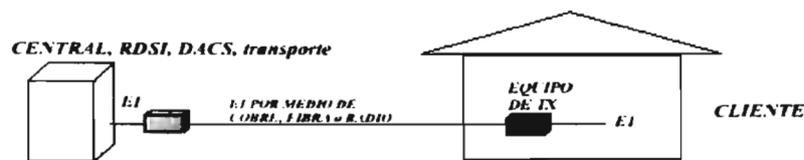


Figura 2.39

El Servicio Lada enlace E1 utiliza la interfaz E1 G.703 y las formas de conectarla desde el lugar del cliente hacia la central local son las siguientes:

- Utilizando como medio de transmisión el Cobre.
- Utilizando como medio de transmisión la Fibra óptica.
- Utilizando como medio de transmisión Radio.

#### Utilizando el cobre

Para proporcionar el servicio por la red de cobre, se utilizan los equipos HDSL, por medio de 2 pares de Cobre se tiene un alcance sin repetidor de hasta 3 Km con una atenuación máxima a 27 dB @ 150 KHz.

En este caso la central telealimentará a la NTU .

#### Lada enlace E1 sin repetidor con cobre



Figura 2.40

Si la línea tiene una atenuación mayor de 27 dB y menor a 62 dB @ 150 KHz, se deberá utilizar el Repetidor HDSL, con lo que se podrá tener alcances de hasta 6 Km. En este caso la central no telealimentará a la NTU. La NTU se alimentará localmente con 120 VCA.

### Lada enlace E1 utilizando repetidor con cobre

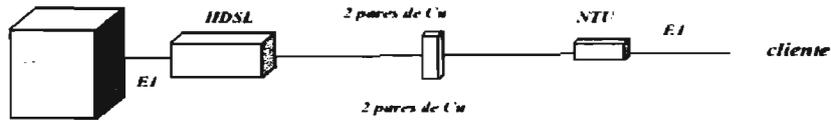


Figura 2.41

Los equipos utilizados son:

- HiGain del proveedor PairGain.
- Watson II del proveedor de PSS-Schmid
- Estos equipos cuentan con Sistema de gestión Centralizado, por lo que no necesitan conectarse al equipo supervisor SPAR de Hekimian Digital

### Utilizando fibra óptica

A continuación se presenta otras alternativas para proporcionar el servicio E1 utilizando fibra óptica y equipos de radio.

Cuando el medio de transmisión es fibra óptica, se utilizan equipos equipos Módem's ópticos, Multiplexores más terminales de línea óptica (MUX+LTO) y  $\mu$ SDH ópticos (sistemas de jerarquía digital sincrona), por medio de fibra óptica se tiene un alcance promedio de:

- 30 Km con una atenuación a 16 dB para módem's ópticos de 2 Mbps.
- 28 Km con una atenuación a 14 dB para MUX+LTO de 4x2 Mbps.
- 30 Km con una atenuación a 16 dB para  $\mu$ SDH

Estos equipos se podrán utilizar en configuración punto a punto y en anillo y con protección 1 + 1. En la siguiente figura se muestra la configuración de un enlace E1 punto a punto utilizando cable de fibra óptica.

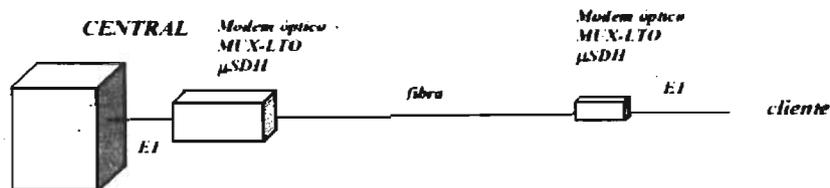


Figura 2.42

Los equipos utilizados son :

- MUX-LTO del proveedor ADC.
- Equipos de jerarquía digital plesiócrona.

Estos equipos no cuentan con sistema de gestión, por los cual para la supervisión de estos enlaces, se debe utilizar el sistema de pruebas remota digital SPAR digital.

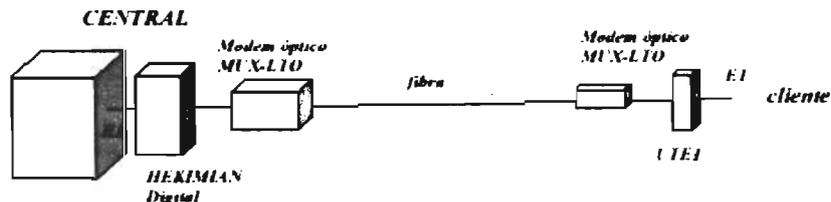
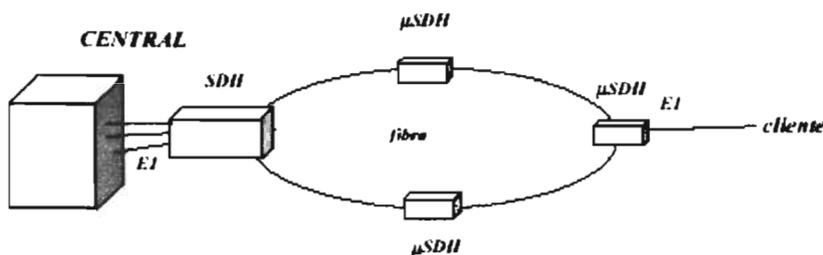


Figura 2.43

Otra configuración que se puede emplear es la configuración en anillo en la cual se tienen dos o más clientes en el mismo trayecto de la fibra óptica por la planta externa. En este caso se utilizan equipos de jerarquía digital pliesiódrona SDH. En la siguiente figura se muestra la configuración en anillo.



Lada enlace E1 en configuraciones en anillo.  
**Figura 2.44**

Los equipos utilizados son SDH de los proveedores Ericsson y de NEC, y cuentan con sistemas de gestión Centralizado, por lo cual para la supervisión de estos equipos no es necesario el equipo de pruebas de acceso remoto digital SPAR digital.

### Utilizando radio digitales y radios de Spread Spectrum

Utilizando equipos Radio Digitales y de Spread Spectrum, por medio del espectro Radioeléctrico se tiene un alcance de hasta 50 Km. Estos equipos se podrán utilizar en configuración punto a punto. Los Radios digitales se pueden utilizar con protección 1+1.

Se cuenta con Radio Digitales de 1 E1 y de 4 E1's en las bandas de 15 y 23 Ghz para distancias de 5 a 10 Km. Se cuenta Radio Spread Spectrum de 1 E1 y de 4 E1's en la banda de 5.7 Ghz para distancias de hasta 50 Km.

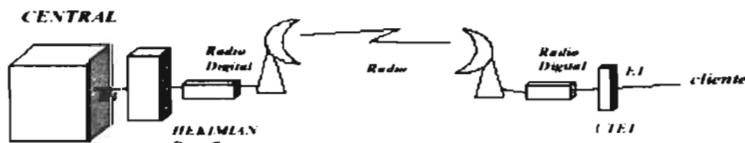
En la siguiente figura se muestra la forma de proporcionar el servicio E1 por radio utilizando una configuración Punto a Punto.



**Figura 2.45**

Los equipos utilizados son radios minilinks digitales de los proveedores Ericsson, Alcatel, DMC, NEC. Se utilizan radios de tecnología Spread spectrum del proveedor Glenayre que cuentan con sistema de gestión, por lo cual no requieren conectarse al equipo de Spar digital.

Los radios digitales minilinks que no cuentan con sistema de gestión centralizado, deben conectarse al equipo de pruebas SPAR digital.



**Figura 2.46**

## Accesos Básicos RDSI.

Los accesos RDSI son canales de Telecomunicaciones que permiten integrar Voz, Datos, Audio y Video, en forma conmutada, totalmente digital, utilizando la infraestructura telefónica existente. Los accesos RDSI se componen de dos tipos de canales de comunicación:

- Canal B: Transporta la voz o los datos generados por la terminal de usuario.
- Canal D: Transporta la señalización de la llamada.

Estos canales se pueden agrupar desde el punto de vista de la instalación del cliente, en dos tipos de acceso:

- Acceso Básico BRI (Basic rate interfase):

Diseñado para ofrecer una versión digital mejorada de la línea del cliente.

Utiliza el mismo par de cobre para transmitir 2B+D en forma conmutada de alta velocidad.

- Acceso Primario PRI (Primar y rate interfase):

Acceso de mayor capacidad que utiliza un E1 para transmitir 30B+D sobre cobre. Típicamente se conecta aun PBX o Multiplexores.



Figura 2.47

El esquema que está introduciendo TELMEX como primera fase es el acceso básico BRI, principalmente para la aplicación PRODIGY TURBO. Acceso NT1 con interfaz S.

### Instalación de la unidad terminal de red NT1.

Las Unidades Terminales de Red se instalarán de dos formas:

- Para usuarios conectados directamente a la central RDSI.
- Para usuarios que pertenecen a otra central.

### Instalación de nt1's para usuarios conectados directamente a la central.

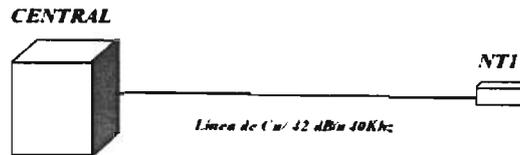
Cuando la línea tenga una atenuación menor o igual a 42 dB @ 40 KHz (aprox. 3 Km), la NT1 se instalará directamente a la central RDSI, independientemente de la distancia. En este caso la central telealimentará a la NT1.



Acceso Básico sin repetidor

Figura 2.48

Si las líneas tienen una relación señal a ruido menor de 6 dB, no se deberá instalar el enlace. Si la línea tiene una atenuación mayor de 42 dB @ 40 KHz, se deberá utilizar el Repetidor de Línea Digital TOTAL REACH, siempre que la atenuación no sea mayor de 52 dB @ 20 KHz (aprox. 6 Km). En este caso la central no telealimentará ala NT1



Acceso Básico utilizando repetidor

Figura 2.49

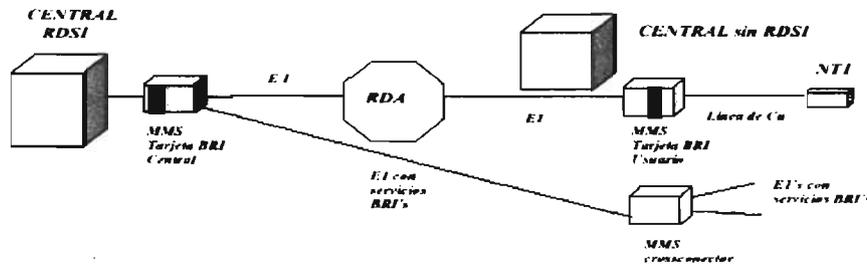
Si las líneas tienen una relación señal a ruido menor de 6 dB, no se deberá instalar el enlace.

### Instalación de NT1's para usuarios que pertenecen a otra central no RDSI

Cuando el usuario solicite un Acceso Básico RDSI y su central madre no tenga la facilidad RDSI, se deberá transportar utilizando los MMS's UMUX, DSC o Tellabs según sea el caso.

El máximo número de Accesos Básicos que se deben transportar por MMS's son 16. En el MMS del usuario se utilizará una tarjeta de acceso básico BRI para Usuario NT1y en el MMS de la central RDSI, se utilizará una tarjeta de acceso básico BRI para central RDSI.

Cada Acceso BRI utilizará como máximo 3 ranuras de 64 Kbps y se transportará por la Red de DACS mezclado con otros servicios ó si el E1 transporta puros accesos básicos BRI (desde un MMS crossconector, por ejemplo), se podrá conectar directamente ala red de transporte sin utilizar los DACS, llegando al MMS de la central RDSI.



Acceso Básico Transportado por el MMS.

Figura 2.50

## 2.5 Tecnologías de la red de transporte

La cantidad de equipos que utiliza actualmente TELMEX para satisfacer las crecientes necesidades de servicios de telecomunicaciones de sus clientes en muy grande. Para satisfacer esto, se hace necesario la instrumentación de nuevos proyectos con las tecnologías de redes de transporte actuales. Empezaremos en este capítulo por ver la tecnología primero con los sistemas PCM y luego con los sistemas de alto orden. Estas tecnologías en un principio se consideraban parte de la red de transporte pero hoy están evolucionando para formar parte de la red de acceso, dadas las necesidades de los clientes de tener accesos a mayores velocidades, así que no se puede decir que se han dejado de aplicar sino sólo que están cambiando su campo de aplicación. Por su parte, en la red de transporte existe cada vez más la necesidad de transportar mayores cantidades de información y con mayores velocidades, por lo que para ello hoy se están implementando sistemas con tecnologías más poderosas como son los sistemas SDH y DWM.

### 2.6 Tecnología PCM

PCM significa Modulación por Pulsos Codificados y es una tecnología basada en la modulación por División en Tiempo TDM y fue introducida en la década de los años 60s. El PCM básicamente, convierte una señal analógica en digital y viceversa; para hacerlo utiliza el muestreo, la cuantificación y codificación de una señal analógica y en la otra punta del enlace, el extremo demultiplexor realiza los

procesos contrarios correspondientes para entregar la señal analógica con las ventajas de haber sido transportada en forma digital.

## Modulación

La modulación por pulsos codificados o PCM, por sus siglas en inglés, es un método de conversión de la información de forma analógica a forma digital y viceversa, multiplexando varias señales de canal telefónico en tiempo compartido (TDM) a través de tres etapas principales, que son:

- muestreo.
- cuantificación.
- codificación.

**Muestreo:** El proceso de muestreo, consiste en tomar muestras de una señal analógica, a intervalos regulares de tiempo. El periodo o intervalo de repetición de dichos pulsos está regido por el teorema de Nyquist, que dice que la frecuencia de muestreo ( $f_s$ ) debe ser mayor o igual al doble de la frecuencia máxima ( $f_{max}$ ) de la señal a muestrear.

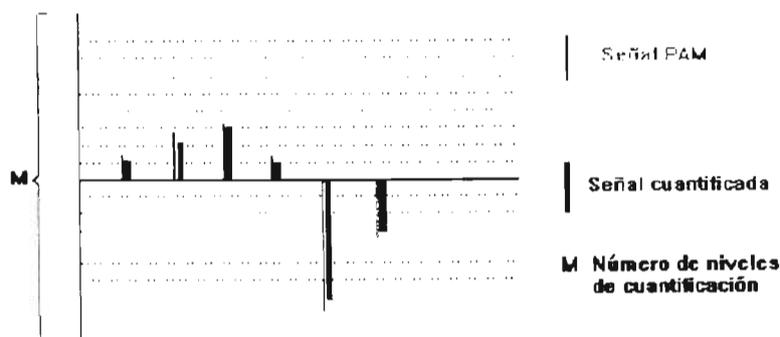


Figura 2.51

El ancho de banda de un canal telefónico es de 300 a 3400 Hz, sin embargo, es recomendable tener un margen y considerar un ancho de banda B aproximado de 4000 Hz, así, aplicando la fórmula anterior tenemos:

$$f_s = 2(f_{max}) = 2(4000) = 8000 \text{ Hz}$$

**Cuantificación:** La cuantificación es un proceso donde se aproximan los valores de las señales PAM originales a un número finito de niveles discretos de amplitud definida previamente.



Cuantificación de una señal  
Figura 2.52

**Niveles de cuantificación:** El número de niveles de cuantificación  $M$  está estrechamente relacionado con el número de bits  $n$  necesarios para codificar una señal. En nuestro caso, se usan 8 bits para codificar cada muestra. La relación es la siguiente:

$$M = 2^n$$

por lo tanto:

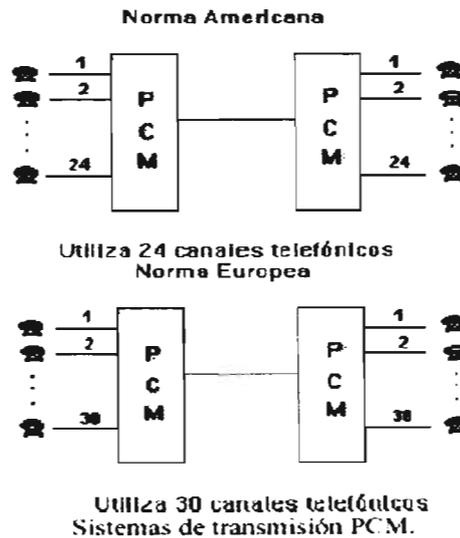
$$M = 2^8 = 256 \text{ niveles.}$$

**Codificación:** En nuestro caso, codificar es asignar un código binario (en palabras de 8 bits) a cada una de las muestras PAM cuantificadas, dependiendo de cuál de los 256 subsegmentos se haya aproximado la muestra, los valores de codificación se asignan en base a la ley de cuantificación Ley A.

#### Estructura de trama de 2 Mb/s G.704.

Como ya se mencionó anteriormente, un sistema PCM utiliza la digitalización de señales analógicas; en un sistema PCM, tanto los bits de señalización como los bits de sincronía ocupan posiciones diferentes en la trama, de acuerdo con la norma que se utilice; existen dos normas jerárquicas utilizadas en los sistemas PCM:

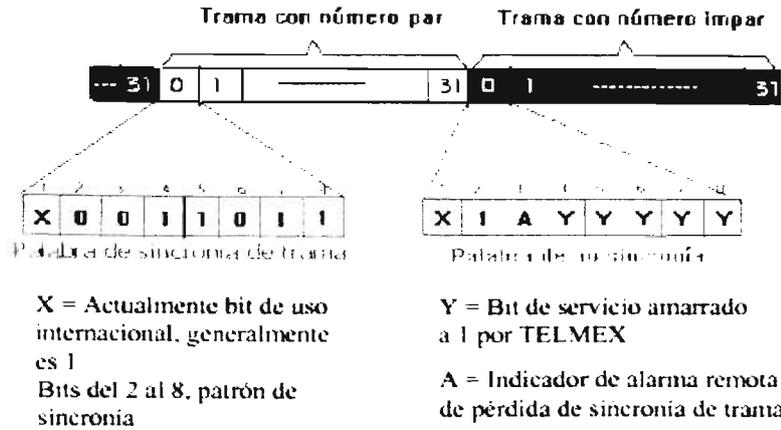
- Norma Americana
- Norma Europea



**Figura 2.53**

#### Trama

Como se comentó la norma Europea utiliza 30 canales telefónicos en una línea, pero necesita dos TS más, uno para la sincronización y otro para la señalización, por lo que se transmiten 32 intervalos de tiempo, entonces: En el  $TS_0$  de las tramas pares, se encuentra la palabra de sincronía de trama y en el  $TS_0$  de las tramas impares se encuentra la palabra de no sincronía (también conocida como la palabra de alamas).

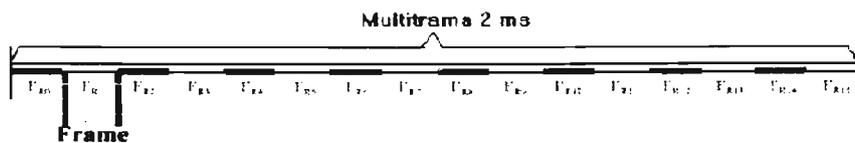


Tramas de la señal PCM.

**Figura 2.54**

El valor de...	Se calcula $T = \frac{1}{f}$
<b>Periodo de cada trama</b>	$T = \frac{1}{8000\text{Hz}} = 125\mu\text{s}$
<b>Periodo de un TS</b>	$T = \frac{125\mu\text{s}}{32} = 3.9\mu\text{s}$
<b>Periodo de un bit</b>	$T = \frac{3.9\mu\text{s}}{8} = 0.488\mu\text{s} = 488\text{ns}$
<b>Velocidad de transmisión</b> (Tomando en cuenta que la velocidad de muestreo para cada uno de los intervalos de tiempo es de 8 KHz, y que cada intervalo de tiempo está formado por una palabra de 8bits)	$8\text{KHz} * 32 \text{ intervalos de tiempo} * 8\text{bits} = 2048 \text{ Kbits/s}$  Este resultado también se puede obtener del inverso del periodo de un bit: $T = \frac{1}{0.488\mu\text{s}} = 2048\text{Kbits/s}$

**Multitrama:** Una multitrama es el conjunto de 16 tramas (Frames), numeradas del 0 al 15, y es el ciclo completo en donde se insertó toda la información ( alarmas, señalización, voz, palabras de sincronía de trama, etc.).



Multitrama.

**Figura 2.55**

La sincronía de multitrama también conocida como palabra de alineamiento de multitrama, deberá transmitirse de la siguiente manera:

0000YAYY

Donde:

0000 es la palabra de sincronía de multitrama.

A = Bit de alarma de multitrama.

Si A = 0 el sistema tiene estado normal.

Si A = 1 existe una falla remota de multitrama.

Y = Bits de servicio.

Esta palabra se transmite en el intervalo de tiempo 16 de la trama 0.

Además de voz, el sistema debe transmitir más información (señalización) para controlar y supervisar los canales telefónicos. El intervalo de tiempo 16 ( $TS_{16}$ ) de cada una de las tramas (1 a 15) se usa para este propósito, excepto en la trama 0 que se utiliza para la palabra de sincronía de multitrama (MFAS).

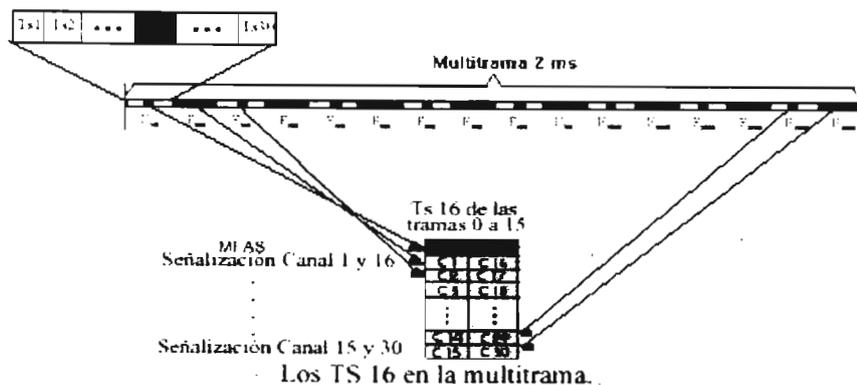


Figura 2.56

### Transporte de las señales PCM

Se llama medio de transmisión a todo lo que pueda usarse para transportar algún tipo de señal, entre 2 puntos. Los medios de transmisión que se utilizan son fundamentalmente los siguientes:

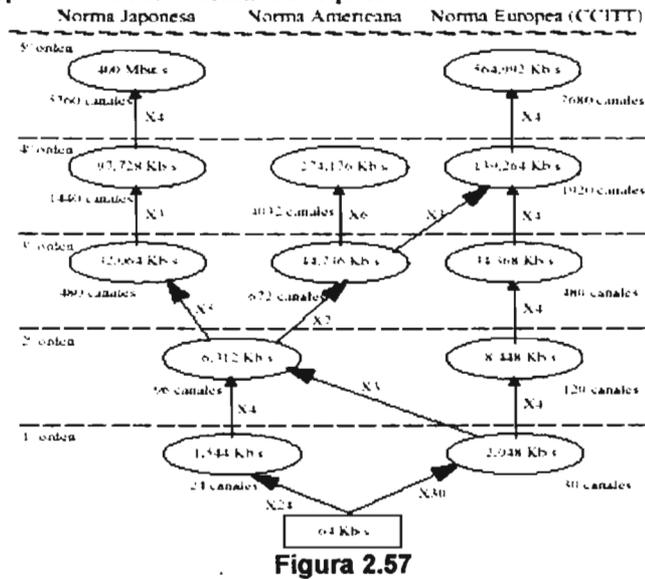
- Par de cobre
- Cable Coaxial
- Fibra Óptica
- Radio

Respecto al radio, la gente convencionalmente lo considera un medio, pero realmente son sistemas de transmisión ya sean analógicos o digitales los cuales, utilizan ondas electromagnéticas que se transmiten en un medio que es el espacio (incluso el aire o la atmósfera).

## 2.7 Tecnología PDH

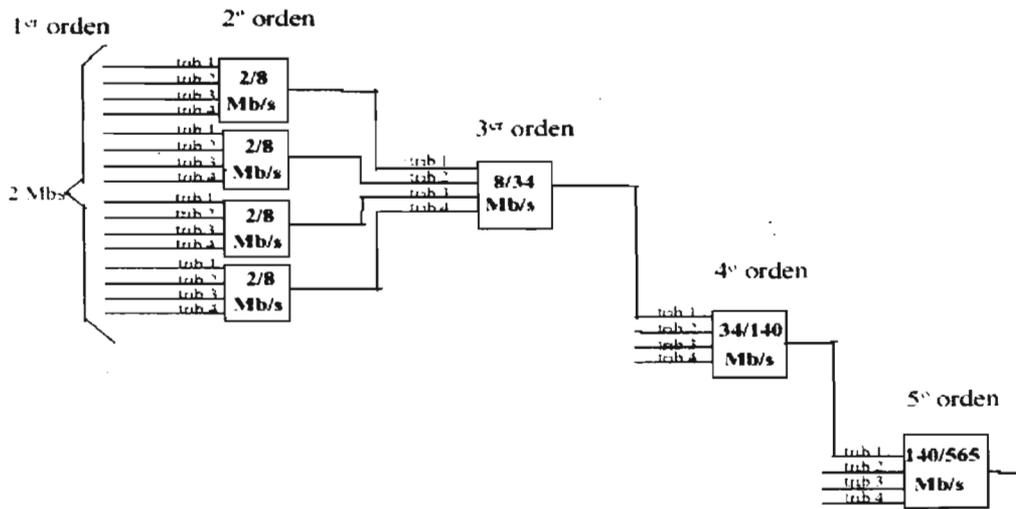
PDH significa Jerarquía Digital Plesiocrona, que como su nombre lo especifica son sistemas casi (del prefijo Plesio) síncronos, debido a que estos sistemas tienen una velocidad nominal, por ejemplo, los sistemas de segundo orden de 8448 Kb/s  $\pm$  un rango de desviación de 30 ppm (partes por millón). Esta tecnología tuvo su origen en la década de los 70' s donde las topologías de red eran punto a punto y el único fin era transportar la mayor cantidad de información. Estos sistemas por sus estructuras de trama están muy limitados para efectos de supervisión y gestión centralizada ya que contienen muy poca información, solo unos cuantos bits para efectos de mantenimiento. Se tienen tres estándares de sistemas de jerarquía digital plesiocrona los cuales se muestran a continuación.

11. **Comparación entre sistemas Jerárquicos con distintas normas entre sí.**



**Jerarquía digital Plesiocrona estándar Europeo**

Las señales de los equipos PCM y de otras fuentes de señales digitales, pueden agruparse en velocidades binarias más elevadas. En la jerarquía de multiplexado de señales digitales, según la norma Europea, se agrupan 4 señales digitales, en una nueva señal digital



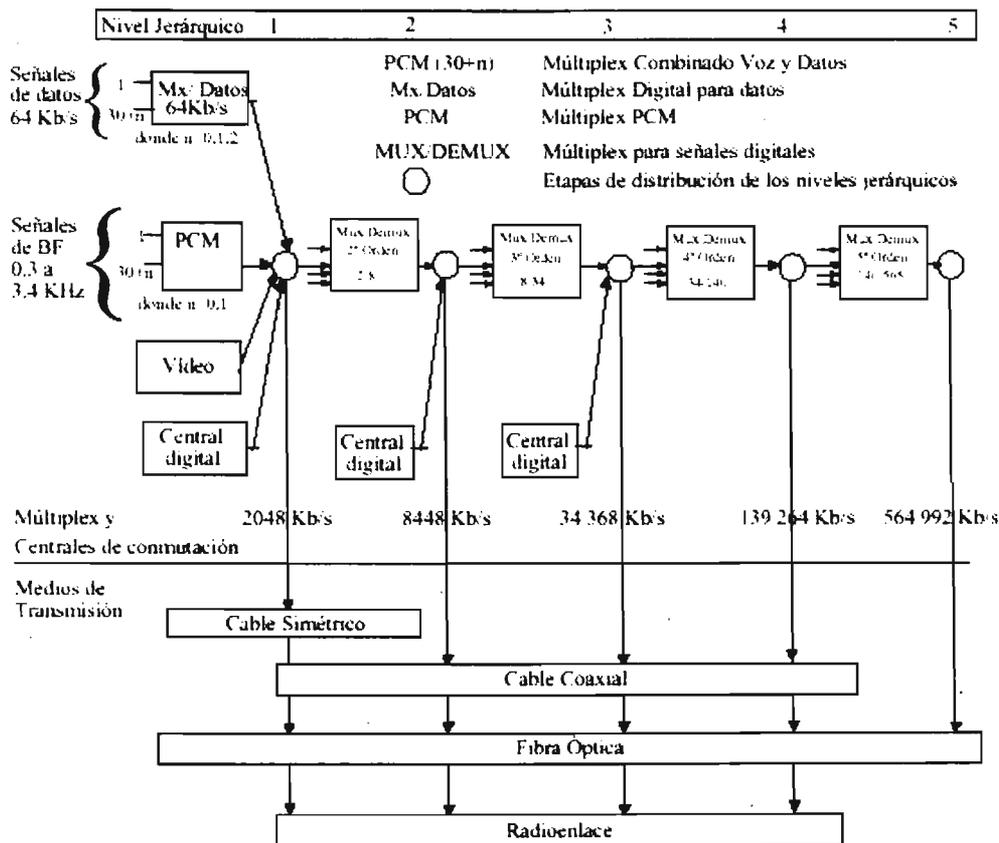
**Figura 2.58**

**Los sistemas considerados de 5º orden, son mejor conocidos como multiplexores de 565 Mb/s, en los cuales varía su estructura de trama dependiendo de cada fabricante. Para fines de este manual nos referiremos a estos sistemas como 5º orden.**

En la siguiente tabla se observan las velocidades nominales de los diferentes ordenes jerárquicos y sus tolerancias en partes por millón (ppm).

Orden	Vel. Kb/s	±ppm	±Bits	Exponencial	Rango en bits
1 <sup>o</sup>	2 048	50	102.4	$5 \times 10^{-3}$	2 047 897.6 - 2 048 102.4
2 <sup>o</sup>	8 448	30	253.44	$3 \times 10^{-5}$	8 447 746.56 - 8 448 253.44
3 <sup>o</sup>	34 368	20	687.36	$2 \times 10^{-5}$	34 367 312.64 - 34 368 687.36
4 <sup>o</sup>	139 264	15	2088.96	$1.5 \times 10^{-5}$	139 261 911 - 139 266 089
5 <sup>o</sup>	564 992	15	8474.88	$1.5 \times 10^{-5}$	564 983 525.1 - 565 000 474.9

La figura nos muestra la forma como se puede transmitir la información en cada orden jerárquico.



Estructura jerárquica de los sistemas de transmisión digital

Figura 2.59

### Justificación

En el proceso de multiplexión de las tributarias, las señales provienen de relojes diferentes debido a lo cual existen diferencias en las velocidades nominales dadas anteriormente, y por lo cual se hace necesario utilizar el proceso de justificación. La justificación es un procedimiento que se utiliza para compensar las diferencias de fase y velocidad que existen entre las tributarias, compensación que es necesario realizar antes de que dichas señales ( tributarias ) entren aun multiplexor .

## Justificación positiva

Es la más usual y consiste en insertar varios pulsos carentes de información, llamados bits de relleno o justificación, a la señal digital de orden superior, en los espacios de tiempo de justificación previstos para ello. En caso de no ser necesaria la justificación, se insertan en estos espacios de tiempo

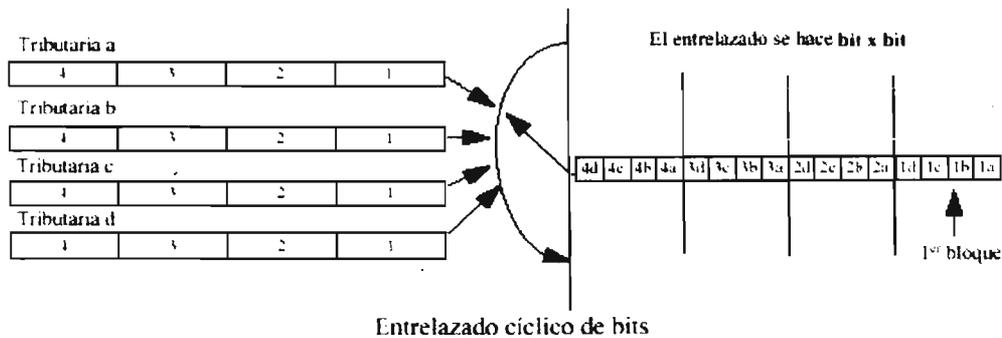
bits procedentes de los tributarios con información. De los diferentes tipos de justificación que existen, el método más utilizado es el de justificación positiva.

## Multiplexión bit a bit

Los multiplexores PDH utilizan el método de multiplexión por entrelazado cíclico de bits. A continuación se describe este método. El entrelazado de bits se efectúa cíclicamente tomando 1 bit de cada tributaria para la formación de la trama del orden jerárquico siguiente:

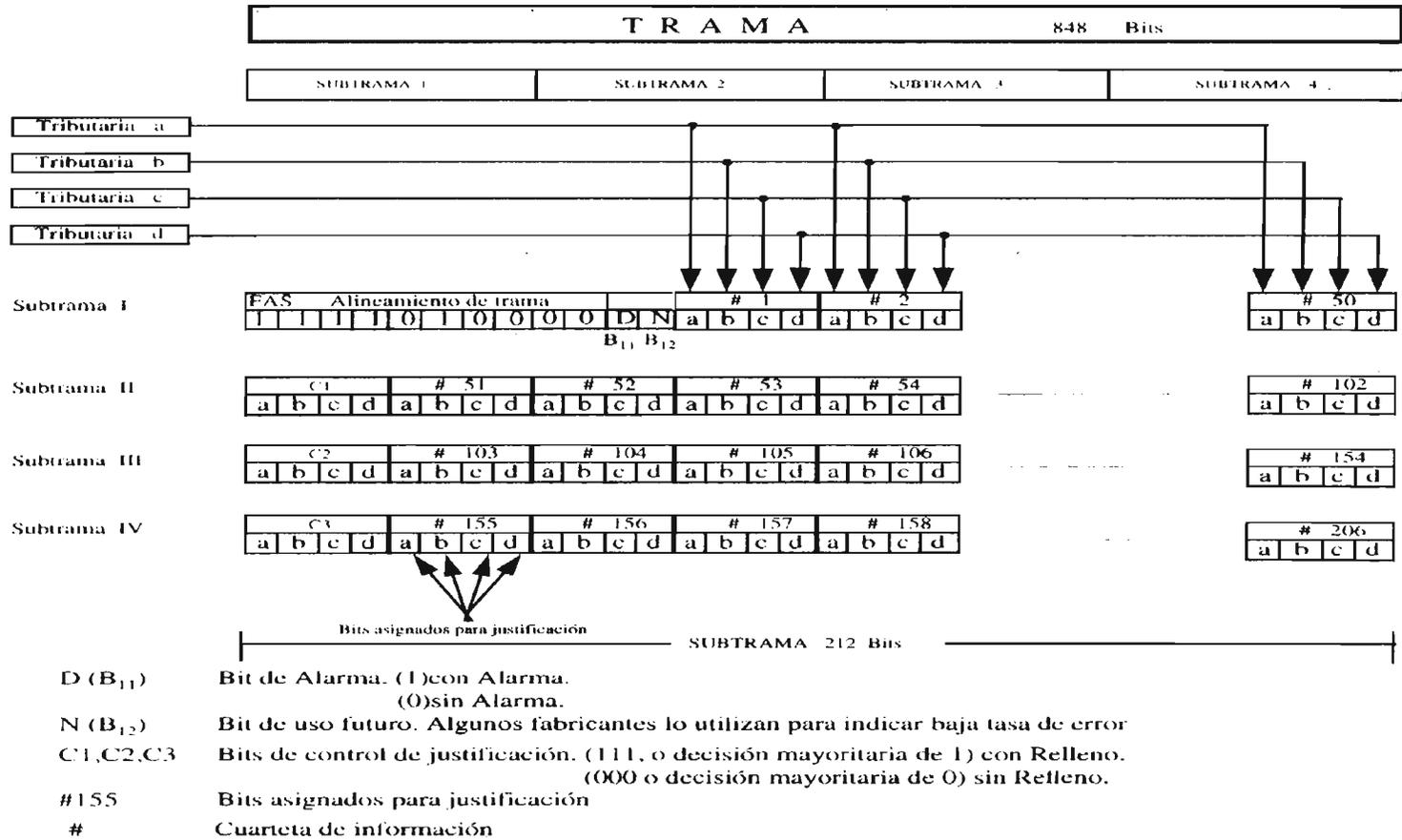
$2^{\circ} \Rightarrow 3^{\circ} \Rightarrow 4^{\circ} \Rightarrow 5^{\circ}$  Orden

De tal forma, que se forman bloques, donde en el primer bloque se tiene información del primer bit de cada tributaria, el segundo bloque contiene información de los segundos bits de cada tributaria y así sucesivamente como se muestra en la **figura siguiente**.



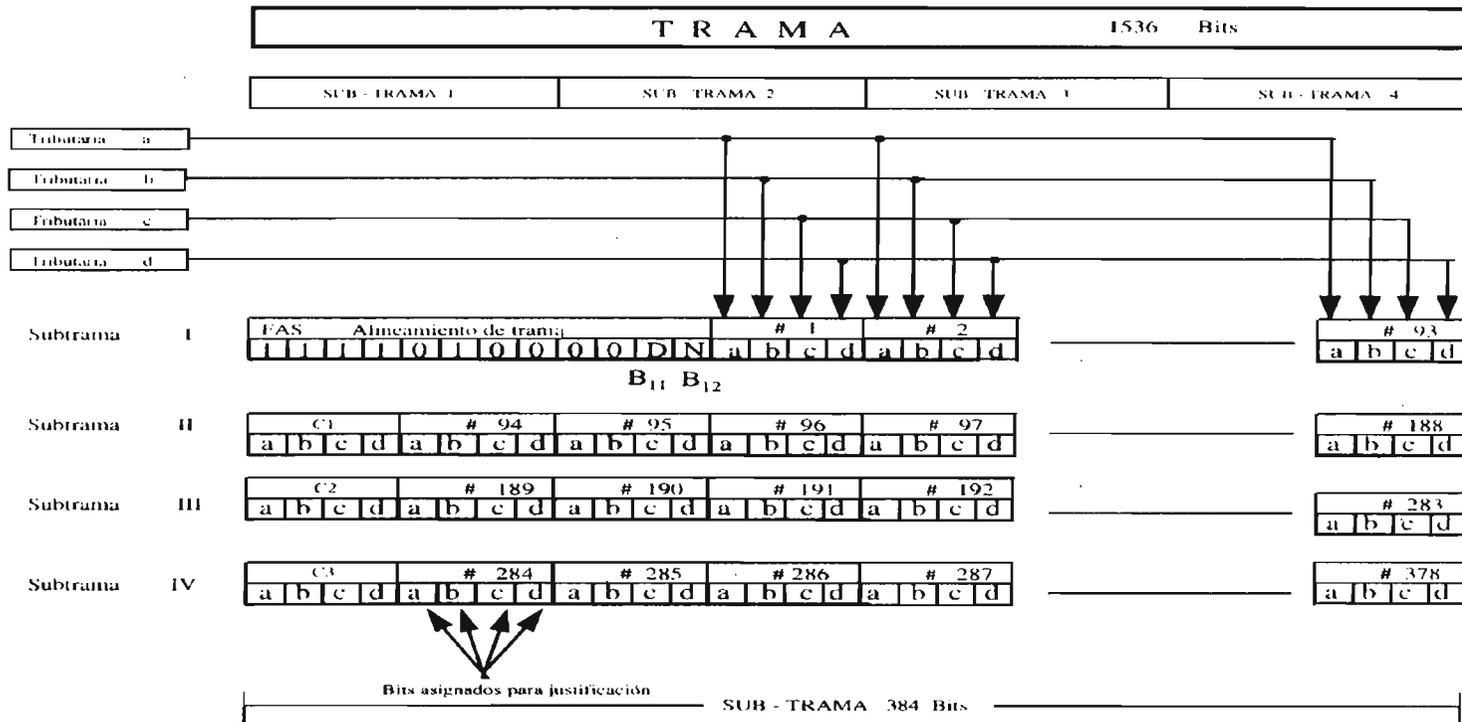
**Figura 2.60**

**Estructura de trama G.742 de UIT-T**



**Estructura múltiplex de segundo orden norma G.742 CCITT**

### Estructura de trama de 3er Orden G.751

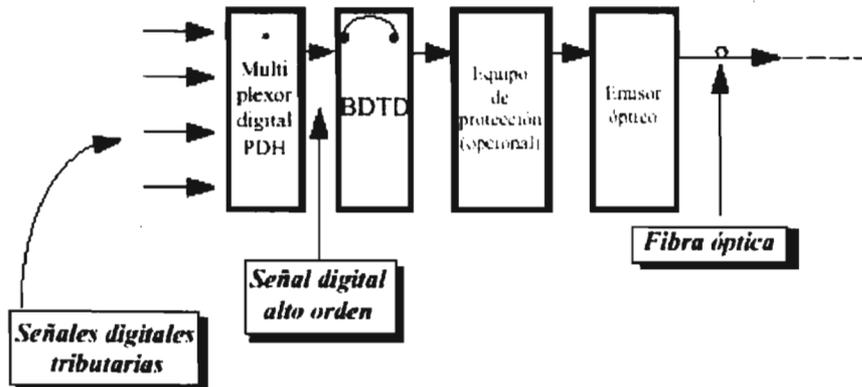


- D Bit de alarma remota. (1) con Alarma.  
(0) sin Alarma.
- N Bit de uso futuro. Algunos fabricantes lo utilizan para indicar baja tasa de error
- C1,C2,C3 Bits de control de justificación. (1's, o decisión mayoritaria de 1) con Relleno.  
(0's, o decisión mayoritaria de 0) sin Relleno.

Estructura múltiplex de tercer orden norma G.751 CCITT.



### Transporte de las señales PDH.



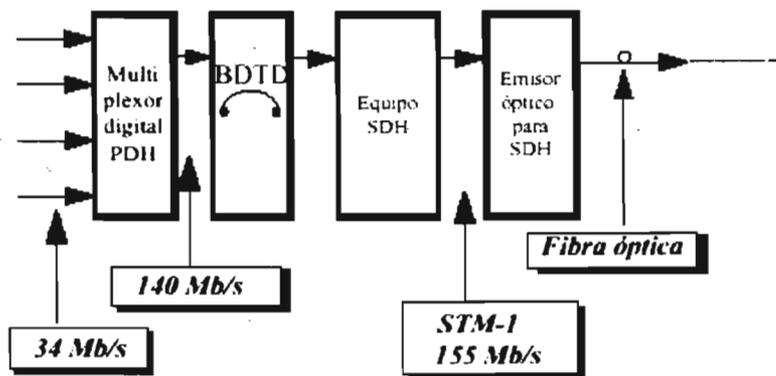
Transporte de la señal PDH por una Fibra óptica.

Figura 2.61

De la figura anterior, observamos como cuatro señales digitales de una determinada velocidad son procesadas en el multiplexor PDH. Esta señal que contiene la información de las cuatro tributarias entrantes, es llevada a un bastidor distribuidor de troncales digitales (BDTD), el cual sirve como medio de enlace mecánico, punto de prueba o punto de desviación.

### PDH como tributarias a SDH

Es importante mencionar que existen emisores ópticos, que pueden operar con señales PDH y Emisores ópticos para señales SDH (jerarquía Digital Síncrona). En este último caso la señal eléctrica PDH sufre una serie de procesos hasta llegar al formato SDH, la cual igualmente será convertida de pulsos eléctricos a pulsos luminosos y éstos serán transmitidos por fibra óptica.

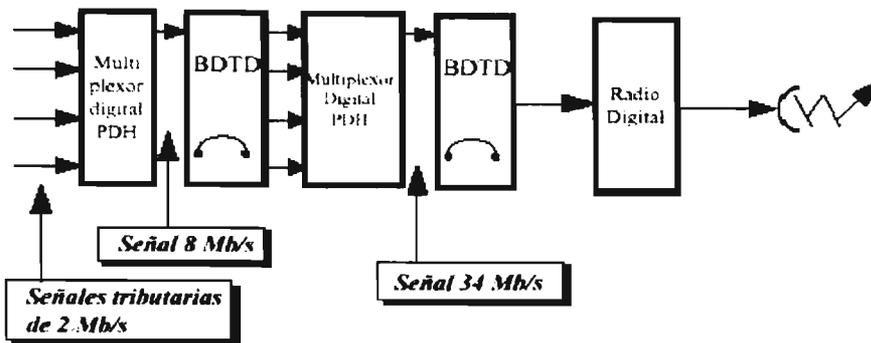


Ejemplo de un medio de transporte por equipo SDH

Figura 2.62

## Transporte de señales PDH a través de radios digitales

Otra forma de transporte para nuestra señal PDH es por Radio Digital. Esta forma de enlace tiene similitudes con la transmisión por fibra óptica, solo que ahora el medio físico de transmisión lo representa el aire.



Transporte de la señal PDH por radio digital

Figura 2.63

## 2.8 Tecnología SDH (Jerarquía Digital Síncrona)

La demanda de nuevos servicios, los requerimientos de mayor calidad de las comunicaciones y el incremento de la transmisión de voz, datos e imágenes, nos llevan a tener nuevas demandas de sistemas de transmisión con mayores ventajas que satisfagan o que permitan implementar sistemas que cubran estas necesidades de comunicación. Como respuesta a esto, se definió un nuevo sistema conocido como Jerarquía Digital Síncrona, SDH.

Esto ha permitido el optimizar los costos e incrementar la calidad de las telecomunicaciones porque se utilizan sistemas que requieren menos mantenimiento, son más confiables y tienen más capacidad para transportar canales. Pero además de estas ventajas, tiene la característica de contar con más facilidades de administración de red lo cual nos lleva hacia la tendencia a formar una red de redes. La SDH será la infraestructura que permita el transporte de grandes volúmenes de datos a altas velocidades, constituyendo lo que algunas revistas han dado por llamar la supercarretera de la información.

### Características de los sistemas SDH.

#### .Es compatible con PDH

La SDH puede ser introducida conectándose con las redes ya existentes; como son los sistemas PDH que tenemos actualmente y que se pueden conectar a los sistemas SDH y ser transportados a través de los sistemas SDH en forma transparente. Los sistemas SDH permiten el mezclar los sistemas PDH con norma europea European Telecommunications Standardization Institute (ETSI) o con norma americana American National Standards Institute (ANSI). De esta forma, en un mismo sistema podemos llevar ambas señales de sistemas PDH como lo es la señal con norma americana de 1.544 Mbit/s y la señal con norma europea de 2.048 Mbit/s.

#### Tiene compatibilidad Horizontal

La SDH tiene una normalización en la línea, es decir, hacia el medio de transmisión, que permite el mezclar equipos de diferentes proveedores en el mismo sistema de transmisión.

## Está preparado para futuras aplicaciones

Los sistemas SDH están preparados para transportar las ya existentes señales de sistemas PDH y las futuras señales de modo de transferencia asíncrono ATM, pero la tecnología está abierta para incluir otras aplicaciones tales como las de la televisión de alta definición (HDTV) y las de redes de área metropolitana (MAN).

*ATM es una técnica de multiplexación y conmutación de paquetes, de bajo retardo y gran ancho de banda. Su capacidad está segmentada en celdas de tamaño fijo que tienen un campo para encabezado y un campo para información. Se destina para servicios bajo demanda.*

## Realiza una multiplexación más práctica

Una señal SDH está compuesta de señales de más bajo nivel, es decir, señales de más bajas velocidades enclavadas como en los actuales sistemas PDH. Sin embargo, los sistemas SDH de más bajo nivel pueden ser fácilmente identificados de los sistemas de más alto nivel. Esto hace posible el segregar y el agregar ( add and drop) a partir de los canales de tráfico incrustados en los sistemas SDH en forma mucho más simple que en los sistemas PDH, lo cual también hace más versátiles y económicos estos sistemas.

## .Tiene canales para la administración de red

En la señal misma del SDH están incrustados canales de datos para la operación y el mantenimiento de la red SDH y por tanto, están disponibles en los elementos de la red SDH. La SDH permite el control centralizado de la red. Esto se logra a través de los canales de administración de la red dentro de la señal de la SDH y por medio de sus recomendaciones, el ajuste de los elementos de la red SDH.

## Velocidades de SDH

El siguiente cuadro muestra las velocidades de la Jerarquía Digital Síncrona SDH Cabe mencionar que el nivel STM-64 aún cuando la mayoría de los fabricantes ya lo desarrolló a nivel experimental, todavía no se aplica a nivel comercial.

Nivel SDH	Designación de la señal	Velocidad Mbit/s
001	STM-1	155.520
004	STM-4	622.080
016	STM-16	2488.320
064	STM-64	9953.280

## Estándar Americano

SONET es la Jerarquía Estandarizada de Transmisión Óptica. Su nombre proviene del Inglés Synchronous Optical NETWORK y fue propuesto por BellCore y estandarizado por ANSI, por lo que se considera la norma americana de SDH. La siguiente tabla muestra las velocidades de SONET:

Nivel Sonet	Velocidad Mbits/s	Compatibilidad
STS 1	51.840	
STS 3	155.520	con STM-1
STS 9	466.560	
STS 12	622.080	con STM-4
STS 18	933.120	
STS 24	1244.160	
STS 36	1866.240	
STS 48	2488.320	con STM-16



### Unidad Administrativa (AU-n)

Su función es el agregar apuntadores a los contenedores virtuales, en forma similar que con las unidades tributarias. Estructura de información que adapta información entre la trayectoria de alto orden y la sección multiplexora.

### Grupo de Unidad Administrativa

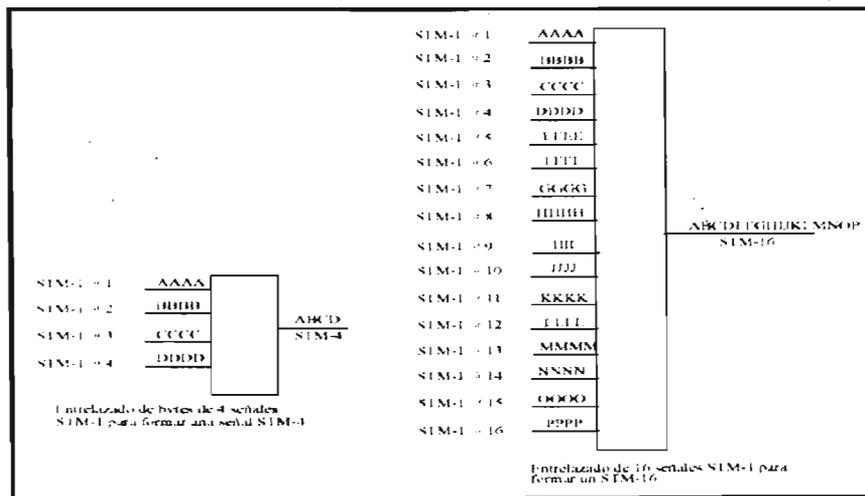
Un grupo de unidades administrativas agrupa a varias unidades administrativas que van juntas para formar un sistema SDH de primer orden. En la multiplexación, de acuerdo con la estructura de la ETSI, el AUG es idéntico a la única Unidad Administrativa que se define.

### Módulo de Transporte Síncrono (STM-n)

En el módulo de transporte síncrono se agregan las facilidades para la supervisión y el mantenimiento (sección de encabezado SOH) de las secciones de multiplexor y de regeneradores aun número de grupos de unidades administrativas. El dígito n define el orden del módulo de transporte síncrono. En la estructura de multiplexación, n también es el número de AUGs o STM-1s que son transportados en el módulo.

### Entrelazado de Bytes

Existen dos métodos de multiplexar para formar un STM-N. Uno es el de multiplexar STM-1's, es decir, tener varios STM-1 y multiplexar byte a byte para formar el STM-N. Otro es multiplexar AU-4's y luego agregar un SOH especial para formar el STM-N. El primer método es el más utilizado. La forma de hacerlo se llama "entrelazado de bytes". Esto se ilustra en la siguiente figura:



Entrelazado de bytes usado en multiplexación SDH

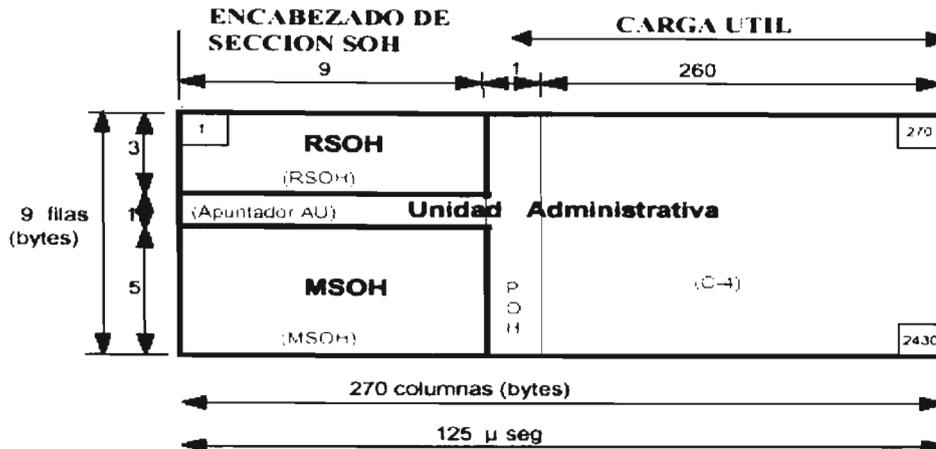
Figura 2.65

## Estructura de una Señal SDH

La estructura de la señal de un sistema de transporte SDH se divide en dos grandes partes:

- El encabezado de sección (SOH), que si hacemos una analogía lo podríamos imaginar como la cabina o la máquina de un tren y
- La carga útil (payload) que se podría imaginar como el trailer o los trenes de carga.

A continuación tenemos la estructura de una señal SDH de nivel uno:



STM-1: Módulo de Transporte Síncrono de Nivel 1

Figura 2.66

- Los primeros 9 bytes en cada fila llevan información que el sistema utiliza para sí mismo. La sección de encabezados es: SOH = RSOH + MSOH.
- Encabezado de Sección para Regeneradores (RSOH) que tiene tres filas por nueve bytes. Encabezado de la Sección Múltiplex (MSOH) que tiene cinco filas por nueve bytes.
- Un apuntador, que ocupa 9 bytes de una fila.
- Los restantes 261 bytes por fila se utilizan para la capacidad de transporte o carga útil del sistema SDH. Sin embargo, parte de esa capacidad el sistema SDH la utiliza para encabezados adicionales.

## Velocidad de un STM-1

La trama del STM-1 se transmite a 8000 veces por segundo, la cual también es la velocidad de muestreo de un sistema PCM, por lo tanto, el periodo de la trama es de 125 μs.

La velocidad de transmisión del STM-1 se obtiene de la siguiente forma :

- velocidad= (8000 tramas/seg)\*(9 filas/trama)\*(270 bytes/fila)\*(8 bits/byte)
- velocidad= 155,520 Kbits/s.

## Forma de transmisión

Como en muchas otras redes de telecomunicaciones, lo que se transmite es simplemente un tren de bits. El tren de bits de la señal SDH es una cadena de bytes (cada byte tiene ocho bits). También sabemos que las señales PDH y SDH se pueden subdividir en varios canales para diferentes aplicaciones.

De acuerdo con la figura anterior, la señal STM-1 se puede ver como una trama formada por 9 filas y 270 columnas. La secuencia de transmisión es una fila a la vez, comenzando desde arriba. Cada fila se transmite de izquierda a derecha y cada byte se transmite primero comenzando por el bit más significativo (MSB o Most Significant Bit).

## SOH de un STM-1

Las señales SDH, cualquiera que sea su nivel jerárquico, es decir, ya sean STM-1, STM-4, STM-16 o STM-64, llevan un encabezado de sección SOH (Section Overhead), en donde se lleva información adicional y se divide en dos partes:

- El encabezado de sección de regeneradores (RSOH)
- El encabezado de sección múltiplex (MSOH)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RSOH	1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1	X
	2	B1			E1			F1	X
	3	D1			D2			D3	
APUNTADOR AU									
MSOH	5	B2	B2	B2	K1			K2	
	6	D4			D5			D6	
	7	D7			D8			D9	
	8	D10			D11			D12	
	9	S1	Z1	Z1	Z2	Z2	M1	E2	X
									X

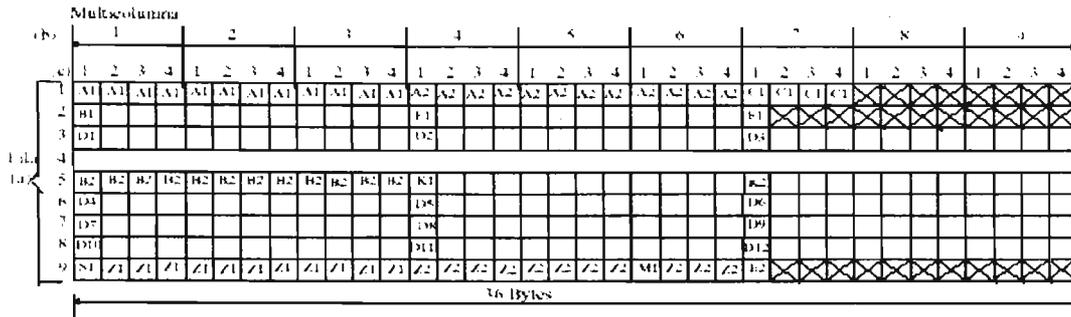
- |                 |   |               |  |
|-----------------|---|---------------|--|
| <b>A1, A2</b>   | Palabra de Alineación de trama F6H, 28H                               | <b>M1</b>     | MS-FEBE sección de Mux                               |
| <b>D1-D3</b>    | 192 kbits canal de datos para la administración de regeneradores      | <b>B1</b>     | Chequeo de paridad BIP-8                             |
| <b>D4 - D12</b> | 576 kbits canal de datos para la administración de equipo multiplexor | <b>B2</b>     | Chequeo de paridad BIP-24                            |
| <b>C1 (J0)</b>  | Identificación de STM-1   | <b>K1, K2</b> | Señalización de protección para la sección multiplex |
| <b>E1, E2</b>   | Canal de servicio   | <b>Z1, Z2</b> | Libres   |
| <b>F1</b>       | Canal de usuario  | X             | Reservados para uso nacional                         |
| <b>S1</b>       | Informe de calidad de sincronización                                  | □             | No usados  |

Encabezado de sección del STM-1.

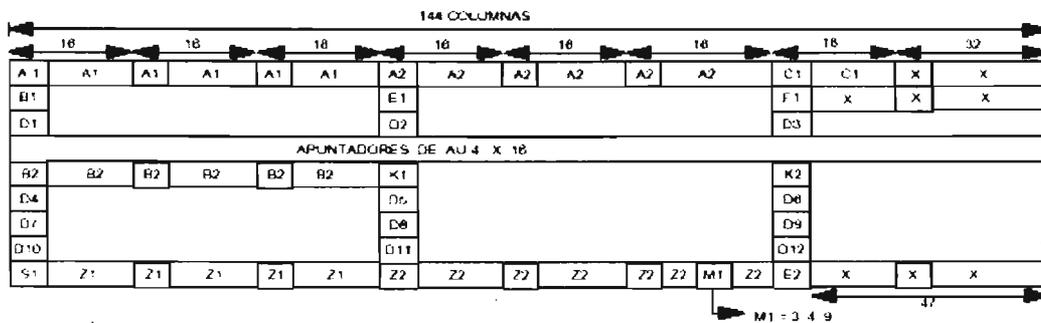
Figura 2.67

## SOHs de un STM-n

La señal SDH de primer orden STM-1 tiene una estructura de trama. También existe una estructura parecida para las señales STM-N, de un tamaño de STM-1 X N, por haber sido multiplexada N veces. La diferencia es de que no todos los bytes de la sección SOH que se mencionaron para la trama STM-1 se repiten N veces. Esto se muestra en las siguientes figuras para el STM-4 y el STM-16. Dése cuenta que, algunos bytes, por ejemplo, los del byte B1 solamente aparecen una sola vez. En este caso, solamente se utiliza el byte del primer STM-1, o sea, los bytes similares de los otros STM-1s no se utilizan. En otros casos, como en los bytes de trama A1 y A2 todos los bytes se utilizan.



Encabezado de sección SOH de un STM-4.



Encabezado de sección SOH de un STM-16.

Figura 2.68

## 2.9 Tecnología WDM

Los cambios en las redes de telecomunicaciones, la convergencia de tecnologías de Telecomunicación y de Informática, la globalización y múltiples factores, han modificado entre otros muchos aspectos las redes de Acceso y transporte de Telecomunicaciones que dan servicio a diversos nichos de mercados y clientes así como a múltiples aplicaciones ya sea celulares, de fibra óptica, de cobre, de voz, vídeo, datos, etc.

Los servicios demandados en la actualidad son muy diferentes a los que existían cuando muchas redes de fibra óptica fueron construidas, ello ha motivado la necesidad de más capacidad y ancho de banda sobre las fibras, esto para optimizar al máximo cada fibra instalada en las redes actuales.

**WDM (Wavelength Division Multiplexing)** es la tecnología que se ha desarrollado como una respuesta natural a las redes de alto tráfico a nivel mundial.

El principio básico de WDM es abrir el espectro de luz que viaja sobre la fibra en diferentes colores o lamdas, cada una con capacidades de STM16. Actualmente se desarrollan aplicaciones para ampliar cada vez más el numero de capas, colores o lamdas que vayan por una fibra.

WDM es igualmente una aplicación que seguramente permitirá que diferentes protocolos, modos y aplicaciones convivan juntos, y que es un medio de transporte transparente y con el podremos ver transporte de A TM, IP, SDH, etc. En la siguiente figura se muestra el fenómeno físico resultante de combinar haces de luz de diferentes longitudes de onda en uno solo.

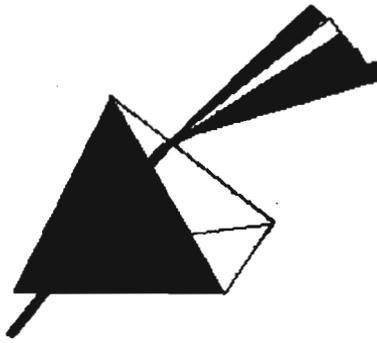
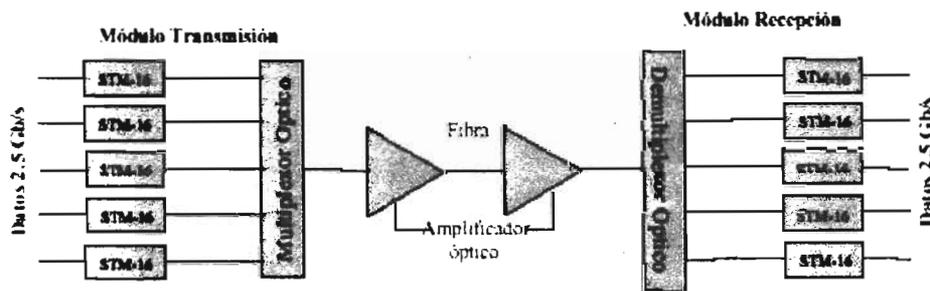


Figura 2.69

WDM es la técnica de enviar varios canales de longitudes de onda diferentes (haz de luces de diferentes colores) sobre la misma fibra.

WDM permite incrementar la capacidad de una fibra óptica transportando simultáneamente más de una longitud de onda, con lo cual se explota más eficientemente el ancho de banda de la fibra. (la multiplexión consiste en transmitir varias señales ópticas en una sola fibra a diferente longitud de onda por ejemplo dos señales a 1530 nm y una señal a 1550 nm, cada una portando independientemente 155 Mb/s sobre la misma fibra y en la misma dirección). En el extremo distante las señales son separadas por longitudes de onda.

En la siguiente figura se muestra el principio de operación de un sistema WDM.



Esquema básico de un sistema WDM

Figura 2.70

Cuando el número de longitudes de onda que se multiplexan es superior a 8, se denomina **Dense Wavelength Division Multiplexing o DWDM**, una tecnología relativa a las fibras ópticas, nos da una alternativa para enfrentar varios de los problemas que tienen los operadores de redes de telecomunicaciones, principalmente si hablamos de la saturación de las actuales capacidades de la red de transporte. DWDM es una solución propuesta para aumentar la capacidad de la red de transporte actual sin la necesidad de un costoso proceso de volver a cablear y puede reducir el costo significativamente de las actualizaciones de la red. Puede también, ofrecer nuevas opciones para todo el diseño de la red óptica si se explotaran sus capacidades para subir y bajar canales (add and drop). Sin embargo, las ventajas que DWDM ofrece inevitablemente tienen un precio.

Las propiedades de los componentes ópticos y las características de los cables que una vez cumplieron fácilmente para los sistemas de transmisión que usan las tecnologías actuales ya no satisfacen tan fácilmente los requerimientos de DWDM. La nueva dimensión espectral traída por este sistema requiere de nuevos criterios para el diseño de la red y la selección de los componentes. Esto nos lleva a especificaciones más exigentes que aquellas especificaciones usadas para los sistemas actuales de SDH STM-16.

## VISIÓN GENERAL DE UN SISTEMA DWDM

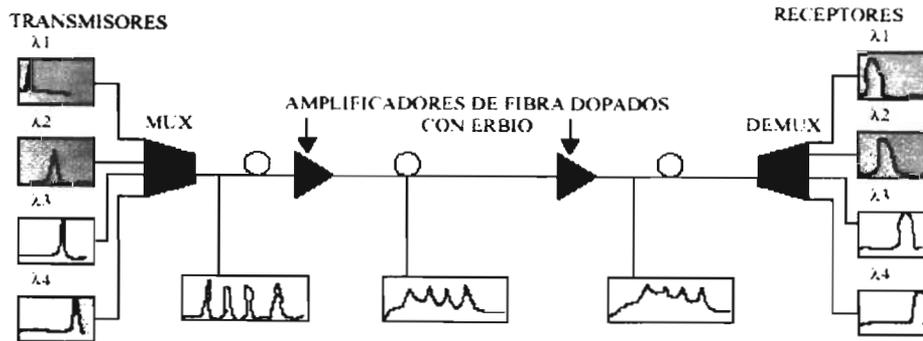


Figura 2.71

### Arquitectura de los sistemas DWDM

En forma simplificada, un sistema DWDM puede ser visto como un conjunto paralelo de canales ópticos, teniendo cada uno de ellos una longitud de onda de luz ligeramente diferente, pero todos ellos están compartiendo un solo medio de transmisión. Se deben cumplir con los nuevos criterios de selección que sirvan a las necesidades de este sistema. En particular, los canales se deben tratar igual cuando van por el trayecto óptico. Este requerimiento nos lleva a tener que hacer una cuidadosa selección espectral de las fuentes ópticas, multiplexores, demultiplexores, amplificadores ópticos e incluso la misma fibra, para poder obtener el desempeño esperado en la red entera. Los efectos de la interacción de los canales se deben también considerar para minimizar el riesgo de interacciones adversas entre los componentes de la red.

Para la utilización en un sistema DWDM, las características ópticas de estos componentes (la pérdida por inserción, la reflexión de retorno, los efectos de la polarización, etc.) deben todas ser medidas como funciones de la longitud de onda sobre la banda de espectro utilizada. Los sistemas DWDM a menudo incluyen dispositivos mucho más sofisticados que aquellos que se encuentran en los sistemas que utilizan una sola longitud de onda y pueden ser más difíciles de caracterizar apropiadamente.

### Los amplificadores

Los amplificadores ópticos, usualmente amplificadores de fibra dopada con Erbio o EDFAs, son claves para una operación económica de las redes DWDM. Efectúan una amplificación transparente de todos los canales, no importando los esquemas de modulación o los protocolos usados en cada uno. Su utilización quiere decir que una señal óptica modulada se puede transmitir sobre distancias muy grandes sin necesidad de recuperación y regeneración de la información transportada.

### La fibra

Ciertas características de la fibra óptica misma son mucho más importantes para el desempeño de una red DWDM en comparación con los sistemas convencionales de los enlaces de una sola longitud de onda. Los efectos de la dispersión cromática en 1550 nm de los sistemas de transmisión TDM son bien conocidos. Estos se deben tratar con mucho más detalle en el diseño de una red DWDM. A diferencia de los sistemas TDM, en los que uno normalmente trata de eliminar completamente la dispersión cromática, en los sistemas DWDM una pequeña y bien controlada cantidad de dispersión cromática para reducir ciertos efectos adversos no lineales. Estos efectos, que son principalmente el resultado de la dispersión de las señales transmitidas a una potencia muy alta dentro del núcleo de la fibra, son particularmente problemáticas debido a que pueden provocar tanto intermodulación (cross-modulation) como pérdida de señal. Similarmente, la dispersión en el modo de polarización (Polarization Mode Dispersion PMD) es especialmente difícil de tratar debido a los distintos estados de polarización de la propagación de la señal a diferentes velocidades. Puesto que no existe ningún remedio conocido para

---

eliminar sus efectos, se debe medir y reducir el PMD, si es necesario, a través de la selección de componentes o de cambios en la topología de la red.

### **Canal óptico de supervisión**

El canal óptico de supervisión (Optical Supervisory Channel OSC) presenta otro reto. Para facilitar el uso más eficiente de los recursos de la red y debido a que la continuidad del OSC se debe mantener aún en el caso de la falla de un EDFA. Los operadores de DWDM generalmente asignan estos canales a longitudes de onda que están fuera del ancho de banda de operación de los EDFAs. La separación, conversión, regeneración y reinserción de estas señales adicionales puede complicar la integración y el mantenimiento del canal OSC.

---

# **Capitulo III. Conmutación**

## 3.1 Central Telefónica

Al conjunto de dispositivos que se encargan de realizar las operaciones de conmutación entre las líneas correspondientes a los clientes ( abonados o suscriptores) del servicio telefónico se le conoce como **Central Telefónica**. De manera general a continuación se presenta el diagrama de bloques de una central telefónica típica (ver figura 3.1).

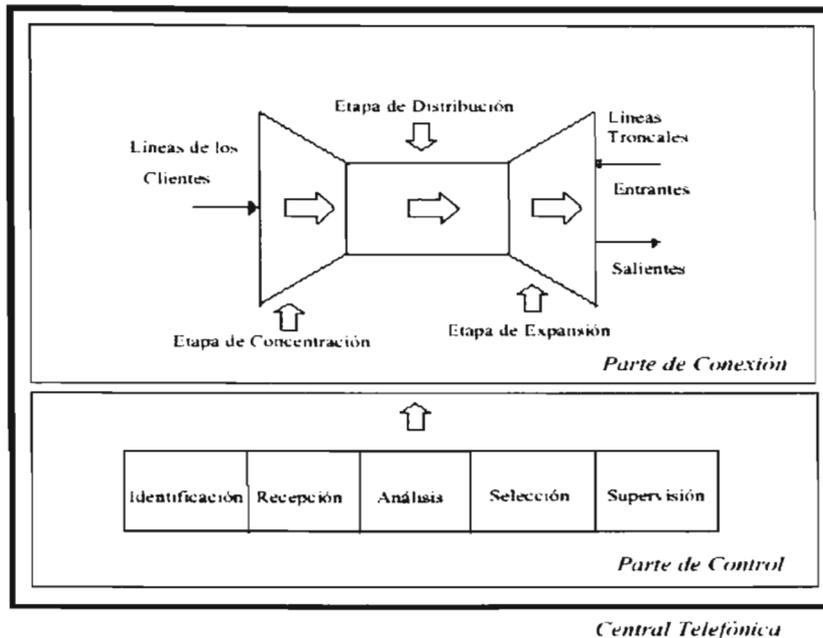


Figura 3.1

A continuación se describen de manera general las funciones de cada uno de los bloques que conforman la central.

### Etapa de Concentración

De la figura 3.1 se puede observar que esta etapa es la encargada de conectar las líneas de abonado al equipo de conmutación reduciendo el número de vías de conexión, con el objeto de proporcionar el servicio con la cantidad de equipo necesaria para prestar el servicio. Las funciones principales de esta etapa son:

- Conectar las líneas de abonado a la central
- Proporcionar los tonos y señales hacia las líneas de abonado
- Cooperar con la etapa de control en el establecimiento de las llamadas
- Proporcionar a la etapa de control la información necesaria del funcionamiento del hardware y del software disponible en esta etapa, para las labores de Operación y Mantenimiento.
- Realizar la conversión A/D y D/A de la señal de voz (en las centrales digitales).

### Etapa de Distribución

Esta etapa permite la interconexión de la etapa de concentración y la etapa de expansión. El número de vías de conexión en esta etapa permanece constante. Dentro de sus funciones podemos identificar las siguientes:

- Establecer conexiones entre concentración y expansión
- Cooperar con la etapa de control en el establecimiento de las llamadas .

- Proporcionar a la etapa de control la información necesaria del funcionamiento del hardware y del software disponible en esta etapa, para las labores de Operación y Mantenimiento.

### Etapa de Expansión

La misión principal de la etapa de expansión es realizar la conexión de la central telefónica con otras centrales aumentando para dicho propósito el número de vías de conexión. Dentro de sus funciones están:

- Manejar la señalización necesaria ( R2, No 7, etc. )
- Acoplar los parámetros eléctricos de la señal a las condiciones de la línea.
- Cooperar con la etapa de control en el establecimiento de las llamadas.
- Proporcionar a la etapa de control la información necesaria del funcionamiento del hardware y del software disponible en esta etapa, para las labores de Operación y Mantenimiento.

### Parte de Control

En la parte de control se efectúan las funciones relevantes en la operación y el mantenimiento de la central en su conjunto. A grandes rasgos las funciones que realiza la parte de control son:

- *Identificación.*- Aunque de manera general las funciones de identificación se realizan dentro de la etapa de concentración, el almacenamiento de la identidad del abonado es un dato que se utiliza por la parte de control en el almacenamiento de las llamadas.
- *Recepción.*- Al igual que la función anterior en donde la mayoría de las operaciones se realizan a través de la etapa de concentración, el almacenamiento de los datos relevantes lo lleva a cabo la parte de control.
- *Análisis.* -Las funciones de análisis se refieren al tratamiento ó dicho en otras palabras a la serie de acciones ( ruta o rutas a utilizar, tarificación, terminación anticipada de la llamada, etc. ) a tomar después de recibir la información de las funciones anteriores.
- *Selección.*- La función de selección consiste en marcar de ocupado la serie de órganos a utilizar por la llamada evitando así que éstos puedan ser ocupados por llamadas posteriores.
- *Supervisión.*- La función de supervisión se refiere al monitoreo de cada una de las etapas requeridas para la correcta operación de éstas en el establecimiento de las llamadas y las acciones de mantenimiento que en su momento cada una de éstas requiera. La función de supervisión también coopera en la extracción de estadísticas del sistema.

Las funciones anteriormente mencionadas son básicas para el establecimiento y manejo de llamadas telefónicas dentro de la central y con otras centrales. Existen otras dos funciones de la etapa de control que son: la del establecimiento de la comunicación hombre máquina y la de la tasación de las llamadas, las cuales se explicarán con más detalle posteriormente.

### Circuito de Línea Analógico

Una central digital deberá procesar las señales analógicas convirtiéndolas en señales digitales. Un circuito de línea analógico realiza esta conversión y además las funciones asociadas con alimentación, timbrado y prueba de bucle (loop) local; este circuito es mostrado en la figura 3.2.

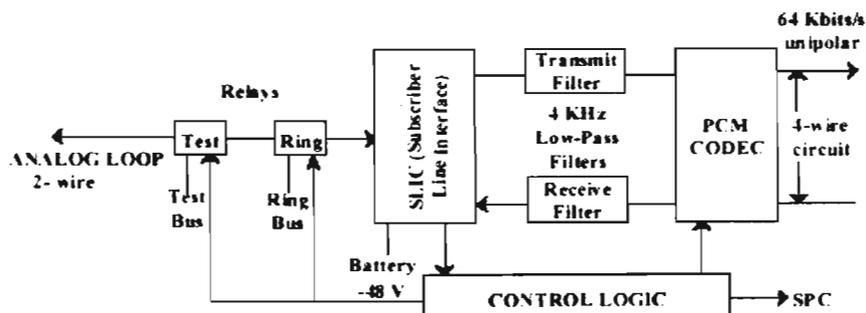
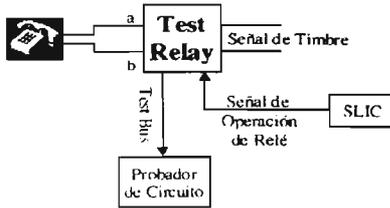


Figura 3.2

## Relevador de Prueba

A este relevador de prueba (test relay) se conectan:



- La línea de abonado
- El circuito interfaz de línea de abonado (SLIC)
- Un probador de circuito de línea de abonado a través del bus de prueba (test bus).

Cuando el abonado descuelga el teléfono se cierra el loop analógico entre los hilos a y b, y se establece una comunicación entre el abonado y el relé de prueba.

El relé de prueba enviará diferentes señales de timbre al abonado para indicarle: Invitación a marcar, tono de ocupado, indicación de llamada, etc., o si simplemente actúa como un abonado B recibirá la señal analógica de Voz del abonado A.

## Relevador de campana

Al relevador de campana (ring relay) se conecta un generador de timbre a través del bus de timbre (ring bus), y una unidad lógica de control (Control logic).

El relevador de campana dejará pasar la señal de timbre a la línea del abonado si la unidad de control lógica así lo determina.

## Circuito Interfaz de Línea de Abonado

Las funciones implementadas en el circuito interfaz de línea de abonado SLIC -subscriber line interface circuit, son:

- Detección de estados del abonado ( ocupado y desocupado) .
- Trayectoria de llamada
- Recepción de pulsos de marcación
- Alimentación de energía
- Protección de sobrevoltaje
- Ajuste de impedancia
- Ajuste de corriente de bucle
- Es capaz de transmitir en colgado, para la identificación de llamada e inyectar los pulsos de tarificación.

## Filtrado y Circuito PCM CODEC

La conversión del habla analógica a las muestras de habla digital y viceversa, toma lugar en un circuito codificador / decodificador - PCM CO (ver figura 3.3), es decir la señal se modula en forma digital. La modulación por codificación de pulsos o conversión se realiza en 4 etapas:

- Filtrado
- Muestreo
- Cuantificación
- Codificación

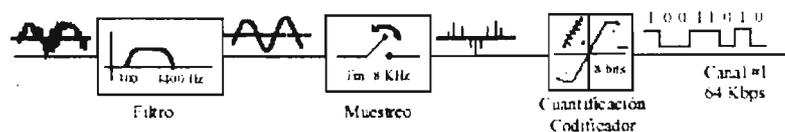


Figura 3.3

## Filtro de Transmisión

El filtro de transmisión (transmit filter) tiene la función de filtrar las frecuencias de telefonía de 300 a 3400 Hz, es decir, las frecuencias menores de 300 Hz y mayores de 3400 Hz no se pueden transmitir por la línea telefónica. El ancho de banda de un canal telefónico es considerado de 4KHz.

## Muestreo de la señal analógica.

Consiste en tomar muestras de la señal analógica. Para lo cual existe el teorema de Nyquist, el cual establece que para realizar un muestreo y no perder características de la señal, las muestras tomadas, deben ser al menos 2 veces el valor del ancho de banda de la frecuencia filtrada. Por lo tanto la frecuencia de muestreo es de 8 KHz.

## Cuantificación de la muestra

Cuantificar es medir, es decir, es el valor representativo en volts para cada una de las muestras, la cuantificación que se realiza no es lineal, sino escalonada. Se pueden tener hasta  $2^8 = 256$  posibles valores de cuantificación (entre valores positivos y negativos), donde el número 8 del superíndice es el número de bits con que se codifica una muestra.

## Codificador

El codificador es un circuito utilizado para convertir las muestras analógicas de voltaje en un código de datos digitales binarios, entonces una muestra es igual a 8 bits.

## Canal

Un canal (CH o channel) se podría definir como lo que el cliente renta a la compañía de teléfonos, para el caso de una línea telefónica se renta un canal telefónico, para el caso de una línea digital se renta un canal digital de 64 Kbps que es el resultado de multiplicar:

$$8 \text{ bits} \times 8000 \text{ Hz} = 8 \text{ bits} \times 8000 (1/\text{seg}) = 64,000 \text{ b/s} = 64 \text{ Kbps}$$

## 3.2 Conmutación Digital

### Componentes

La red de conmutación realiza conmutación entre buses multiplexados en el tiempo. Para que haya conexión entre diferentes intervalos de tiempo en diferentes buses, se requiere tanto conmutación temporal como espacial; conmutación temporal espacial por medio de matrices de puntos cruzados.

Una conexión a través de la red de conmutación implica un intercambio de información entre un canal de entrada y un canal de salida. Este intercambio se logra mediante una cierta secuencia de conmutación temporal y espacial. Como una llamada normal está en progreso durante muchas tramas de PCM (en el orden de un millón) esta secuencia deberá repetirse una vez por cada trama PCM durante toda la llamada. Esto requiere un cierto tipo de control cíclico, logrado por memorias de control.

### Conmutación Espacial

El conmutador espacial consiste en una matriz de puntos cruzados  $n \times n$ , donde los puntos de cruce individuales consisten en compuertas electrónicas digitales. A cada columna de punto de cruce se le asigna una columna de la memoria de control, la cual tiene tantas palabras F como ranuras de tiempo haya. Los valores típicos para F son desde 32 hasta 1024 (ver figura 3.4).

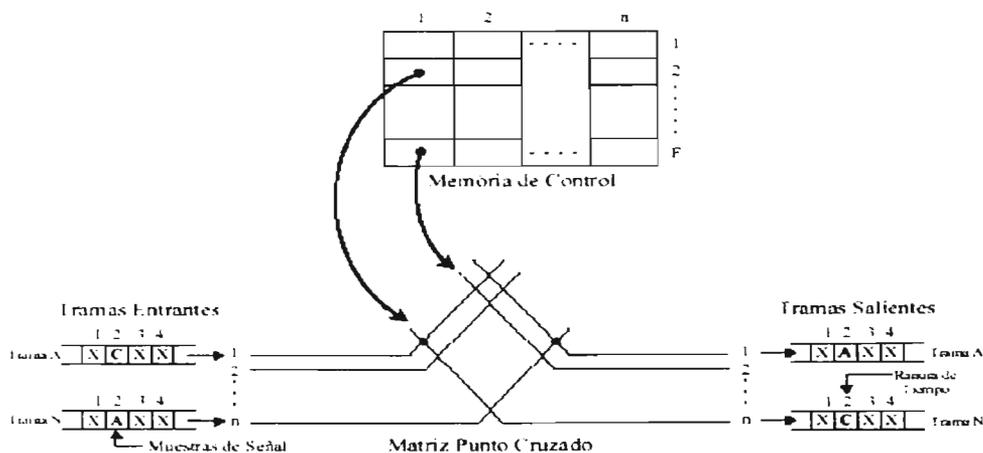


Figura 3.4

Durante cada ranura de tiempo, la matriz de puntos cruzados trabaja como una matriz normal dividida en espacios, con disponibilidad total entre los buses de entrada y los de salida, siendo los puntos de cruce controlados por ciertas celdas en la memoria de control.

Justo en el cambio entre dos intervalos de tiempo, la memoria de control avanza un paso y durante el nuevo intervalo de tiempo se activa un conjunto completamente diferente de puntos de cruce. Esto continúa en forma cíclica de F pasos. En la figura anterior se presenta este concepto, donde la muestra de habla de la trama A y ranura de tiempo 2 cambia a la trama N y permanece en la ranura de tiempo 2 y viceversa.

Este comportamiento dividido en el tiempo incrementa la utilización de los puntos de cruce en el orden de 32 a 1024 veces, en comparación con un conmutador normal por división en el espacio.

### Conmutación Temporal

El conmutador de tiempo consiste en una memoria de voz, donde las palabras PCM son retrasadas en un número arbitrario de ranuras de tiempo (menos que una trama). La memoria de voz es controlada por una memoria de control (ver figura 3.5).

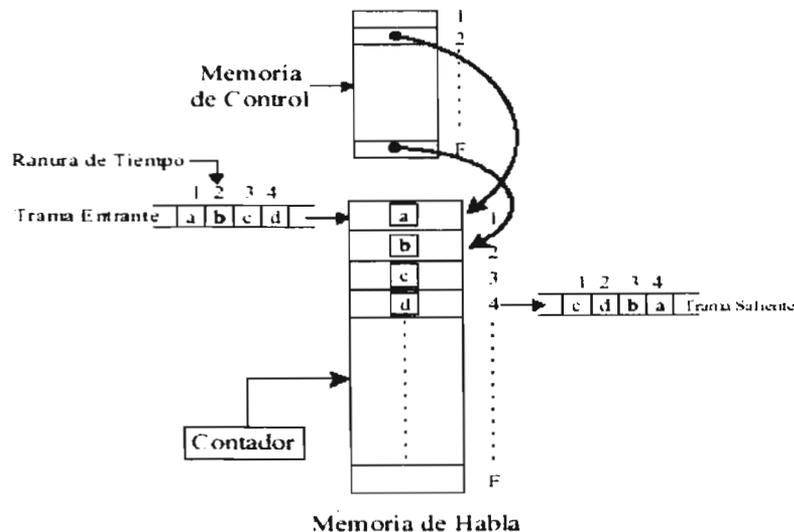


Figura 3.5

La escritura de la información de las ranuras de tiempo de entrada en la memoria de voz, puede ser secuencial y controlada por un simple contador: La ranura de tiempo No.1 en la celda No.1, la ranura No.2 en la celda No.2, etc., mientras que la lectura de la memoria de voz es controlada por la memoria de control.

La memoria de control tiene tantas celdas como ranuras de tiempo haya y durante cada ranura de tiempo ordena la lectura de una celda específica en la memoria de voz. El retardo efectivo, conmutación en el tiempo, es obviamente la diferencia de tiempo entre la escritura dentro de la memoria de voz y la lectura de la memoria.

Mientras la información en las memorias de control permanece inalterada, la misma secuencia de conmutación temporal y espacial se desarrolla cíclicamente, trama tras trama.

### Conmutación Tiempo Espacio Tiempo

Las diferentes combinaciones de conmutadores espaciales -E y temporales -T, dan redes de conmutación con diferentes cualidades. Aquí discutiremos la estructura TET (tiempo-espacio- tiempo, time-space-time TST) y una variante de una estructura TE (tiempo-espacio; Time-space, TS), aquí llamado principio de memoria. Para redes muy grandes deben agregarse etapas adicionales, por ejemplo, formando estructuras EETEE(SSTSS) o TEET (TSST).

En la figura 3.6, se muestra el modelo de una red TET. Tiene tres buses de entrada y tres buses de salida, cada uno conteniendo a su vez 32 intervalos de tiempo. En la práctica, los números de intervalos de tiempo son mayores, por ejemplo 216 ó 512, logrados después de la multiplexación y de la

conversión serie / paralelo en el terminal de central, pero esto no influye en el principio de funcionamiento ni en el conmutador. Las cifras más altas tienen que ver con la capacidad requerida y la optimización del costo del conmutador.

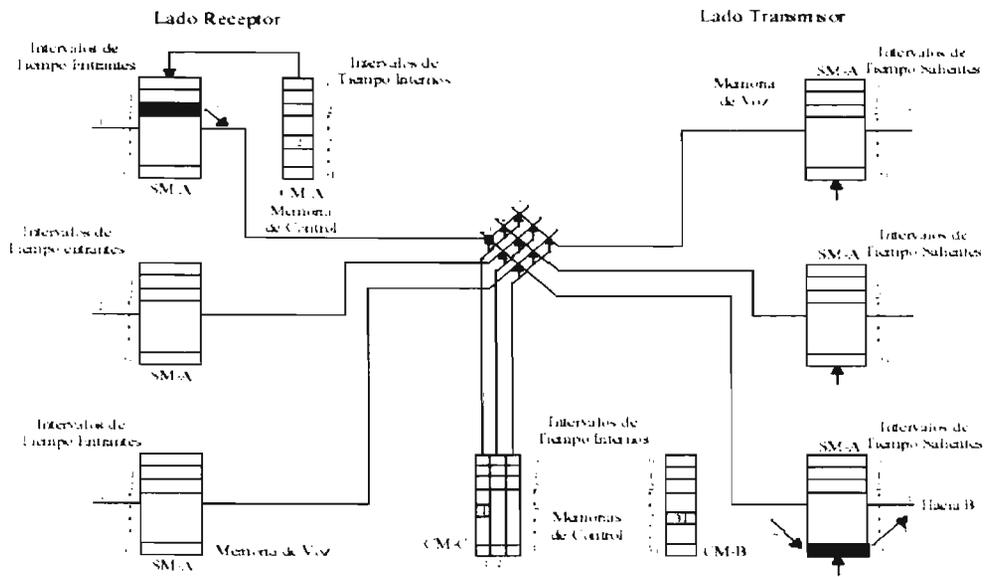


Figura 3.6

Para explicar el funcionamiento del conmutador, de acuerdo al diagrama, asumimos que el sistema de control ordena una conexión entre la entrada A: ranura de tiempo de entrada No.2 asignado al bus entrante No.1; y la salida B: ranura de tiempo de salida No.31 asignado al bus saliente No.3.

Para realizar esto, se necesita encontrar un trayecto libre a través de la red. Esto implica la búsqueda de un ranura de tiempo interno que esté desocupado, tanto en el lado de entrada A como en el lado de salida B de la matriz espacial. La búsqueda es realizada por el control central. Al hallar la primer ranura de tiempo vacante (digamos la No.7), entonces las direcciones requeridas (2, 31 y 1) se envían a las memorias de control MC-A, MC-B, MC-C respectivamente. Las direcciones requeridas se almacenan en la celda No.7 de estas memorias.

La palabra PCM de A se escribe en la celda No.2 de la MV-A (memoria de voz A -SM-A) durante la ranura de tiempo No.2 de entrada, se almacena allí hasta que llega la ranura de tiempo interno No.7. Como los números de ranuras de tiempo de entrada probablemente no coincidan con los números de ranuras de tiempo internos, este tiempo de almacenamiento puede ser cualquiera desde 0 hasta 31 ranuras de tiempo.

Durante la ranura de tiempo interno No.7, la MC-A apunta a la dirección de la celda No.2 para que la palabra PCM almacenada sea enviada hacia la matriz espacial. Simultáneamente, la MC-C apunta a la dirección del punto de cruce apropiado (No.1) y la MC-B apunta a la dirección de la celda No.31 de la MV-B requerida, para que la palabra PCM sea conmutada. Finalmente, cuando llega la ranura de tiempo No.31, la palabra PCM es enviada hacia B a través del bus saliente No 3.

Esta secuencia, que se repite cada trama, crea un trayecto desde A hacia B. Sin embargo, no existe transmisión desde B hacia A. Para lograr esto, se puede hacer uso de dos métodos. Ya sea que el segundo trayecto se establezca completamente independiente del primero o que ambos trayectos se establezcan en coordinación. El primer método tal vez ofrece un sistema más flexible mientras que el segundo método hace posible ahorrar circuitos (hardware) debido al comportamiento simétrico del conmutador. Con el segundo método, la búsqueda de los dos trayectos es una sola, mientras que el primer método requiere dos búsquedas por separado.

### Método de Antifase

Una manera especial de controlar las dos trayectos, el de ida y el de vuelta, es el método antifase. Si se encuentra un trayecto libre de A hacia B, durante un cierto intervalo de tiempo, el trayecto de regreso está garantizado media trama más tarde. Al aplicarlo a nuestro ejemplo, obtenemos el trayecto de ida durante el intervalo de tiempo No.7 y, consecuentemente el trayecto de regreso durante el

intervalo de tiempo  $(7+32/2) = 23$ . El método se combina con una reducción de la memoria de control. La figura 3.7 ofrece una explicación del método.

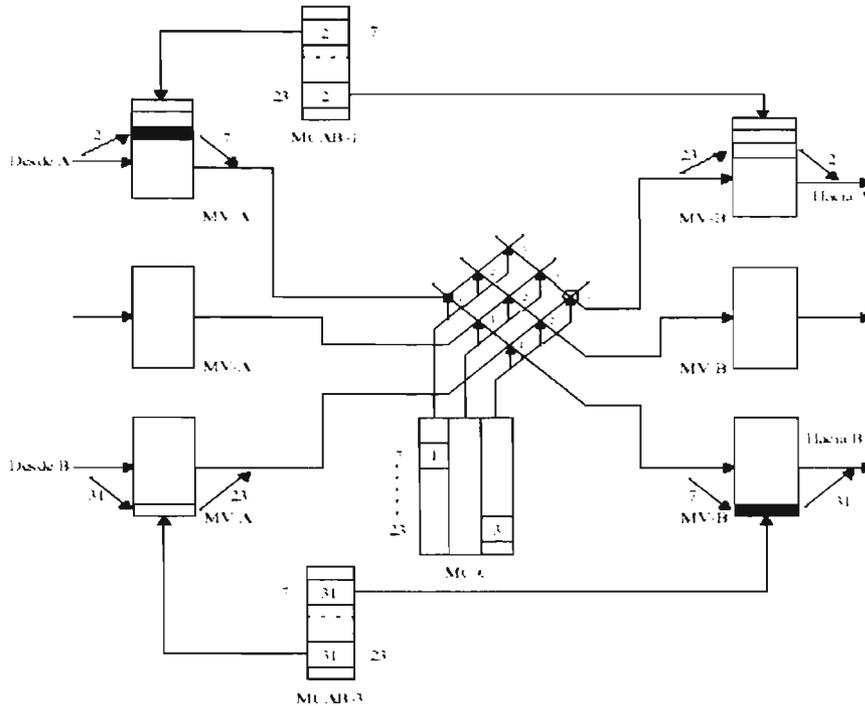


Figura 3.7

En realidad, la memoria de control no tiene la misma información en dos intervalos de tiempo separados, como se muestra en la figura anterior. Para ahorrar en la memoria de control, el método Antifase toma ventaja de la dirección que siempre está desplazada media trama.

Ver la figura 3.8, donde se muestra la realización de TET del método de Antifase:

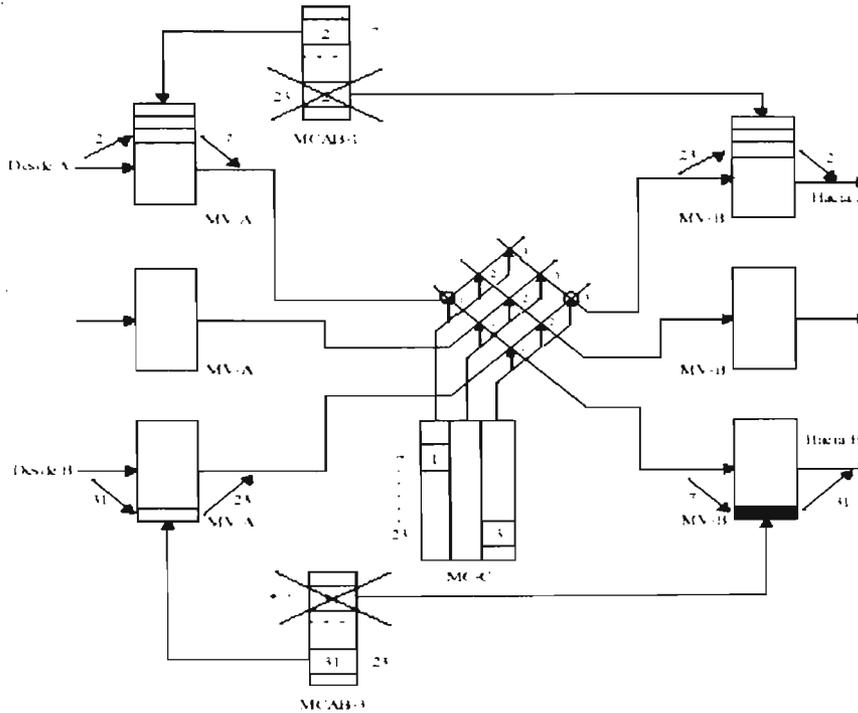


Figura 3.8

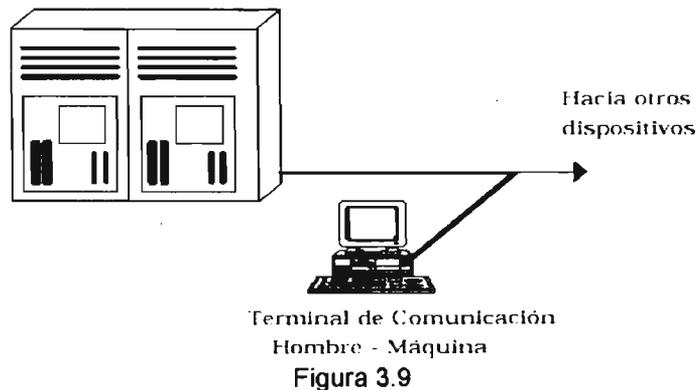
- Dirección A → B ( durante el interno TS 7 )
- CMAB-1 Leer de SMA en la dirección dada en el interno TS 7 (2).
- CMAB-3 Escribir, vía el conmutador especial, en SMB en la dirección dada en el interno TS 7 + 16 = 23 (31 )
- Dirección B → A ( durante el interno TS 23 )
- CMAB-3 Leer de SMA en la dirección dada en el interno TS 23 (31)
- CMAB-1 Escribir, vía el conmutador espacial, en SMB en la dirección dada en el interno TS 23 + 16 = 7 (2).

Para desconectar la llamada, el control central ordena que se borre la palabra apropiada en las memorias de control. El bloqueo creado por la red TET depende, obviamente, de que pueda hallarse un par de intervalos de tiempo vacantes para la transmisión entre los dos conmutadores temporales.

### 3.3 Comunicación Hombre - Máquina

En las centrales digitales la interfaz mediante la cual el operador puede interactuar con la central telefónica sigue una determinada serie de reglas a las cuales se les conoce como Comunicación Hombre -Máquina. Generalmente los medios para efectuar la comunicación hombre -máquina en los cuales descansan esta serie de reglas es una unidad de despliegue visual o una computadora personal, conectadas aun subsistema o submódulo dentro de la parte de control cuya función específica es la de la comunicación con el sistema (ver figura 3.9).

Parte de Control de la Central Telefónica



Generalmente además de las terminales para la comunicación Hombre -Máquina existen dispositivos como impresoras, tableros de alarmas o dispositivos que permiten la comunicación remota con la central.

El formato de la comunicación Hombre -Máquina se da a través de instrucciones que siguen una sintaxis determinada y que provocan una acción inmediata o posterior en la central telefónica. Generalmente todos los proveedores de equipos de conmutación ofrecen documentación detallada de la sintaxis de los comandos, descripción de impresos, mensajes de error o anomalía e instrucciones operacionales así como documentación precisa del hardware instalado. A esta documentación se le conoce de manera cotidiana como la biblioteca de la central.

Dentro de la sintaxis de los comandos utilizados para la comunicación hombre máquina se pueden observar los siguientes campos genéricos:

XXXX YYYYYY

↑ ↑

Caracteres de Control Caracteres Paramétric

Los caracteres de control especifican el tipo de acción a tomar por parte de la central (visualizar el estado de un dispositivo, prueba de un dispositivo, etc.).

Los caracteres paramétricos indican sobre que dispositivo en particular se ejecuta la acción determinada.

### Tasación

Tasación es el registro que se lleva a cabo del grado de uso del servicio telefónico que hacen los clientes, en un periodo de tiempo específico. En el caso de Teléfonos de México y para clientes residenciales es de un mes calendario.

Básicamente existen dos tipos de tasaciones que se aplican al servicio residencial. La primera únicamente contabiliza el número de llamadas locales realizadas por el cliente en el periodo tiempo. Fuera de esta contabilidad quedan las llamadas locales que el cliente recibe o los intentos de llamadas que por algún motivo no fueron exitosas. En este caso dentro del control de llamada que se efectúa por la parte de control de la central, se incrementa en una unidad el contador individual de llamadas adscrito a cada número telefónico de la central cada vez que se establece exitosamente una conferencia telefónica.

La segunda se aplica a llamadas de larga distancia donde se contabiliza el tiempo que dure la conferencia y se registran el número telefónico del cliente que realizó la llamada y el número telefónico del cliente que recibió la llamada, así como la hora de inicio de la llamada. En ciertos casos el costo de una llamada de larga distancia se puede aplicar al cliente que recibe la llamada.

En los casos de servicios especiales (llamada a celular, noticias, etc.), dependiendo de los arreglos comerciales que tenga Teléfonos de México con los terceros se aplicarán ya sea la tasación por tiempo, el conteo de llamadas o una combinación de ambas.

## 3.4 Principio de Supervisión

Como ya se mencionó anteriormente, una de las funciones que realiza la parte de control, es la supervisión de los dispositivos telefónicos de la parte de conmutación. Generalmente la supervisión funciona utilizando contadores que supervisan el trabajo de los diferentes dispositivos bajo el siguiente principio.

Al inicio de la supervisión el contador es fijado a un cierto valor de inicio. Cuando el dispositivo es tomado para un evento en particular de manera exitosa, el contador se decrementa en una unidad, en caso de que el dispositivo no pueda ser tomado de manera exitosa, el contador se incrementa en una cierta cantidad de unidades. Cuando el valor del contador es incrementado más allá de un cierto valor límite, la central telefónica emite una Alarma de una cierta categoría y dependiendo del tipo de dispositivo se puede tomar la acción de sacarlo de servicio (bloquearlo). El número de unidades que se incrementa el contador del dispositivo en caso de fallas se conoce como constante de disturbios o anomalías y tanto éste como el valor límite de falla, también se les conoce cotidianamente como umbrales de supervisión.

La figura 3.10 ilustra el principio de supervisión.

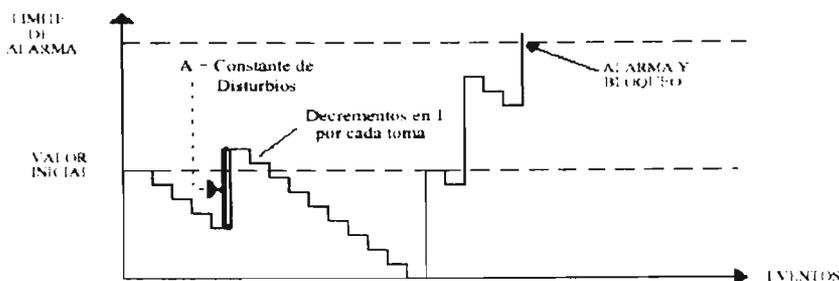


Figura 3.10

## 3.5 Aplicaciones

Las diferentes aplicaciones dependen del lugar que la central ocupa en la red de servicio telefónico. Básicamente podemos distinguir las siguientes aplicaciones: Central Local, Concentradores o Unidades Remotas, Centrales de Tránsito, Centrales de Larga Distancia.

### Central Local

Es aquella central que se encarga de proporcionar el servicio telefónico a los clientes de una área geográfica específica (ver figura 3.11).

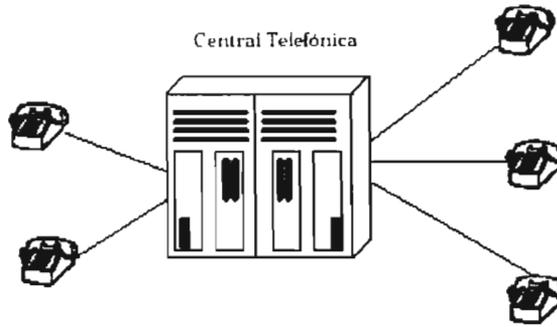


Figura 3.11

### Concentradores o Unidades Remotas

Los Concentradores o unidades remotas son dispositivos que permiten aumentar la capacidad de cobertura de las centrales locales distribuyendo la capacidad de conmutación sobre un área geográfica mayor (ver figura 3.12).

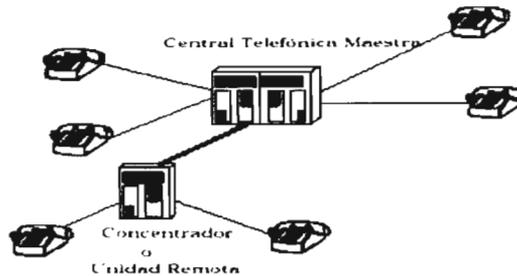


Figura 3.12

### Centrales de Tránsito

Este tipo de centrales tiene como objetivo, servir de interconexión a varias centrales telefónicas de una misma zona. También puede servir como una vía de desborde de tráfico entre dos centrales con un alto volumen de llamadas (ver figura 3.13).

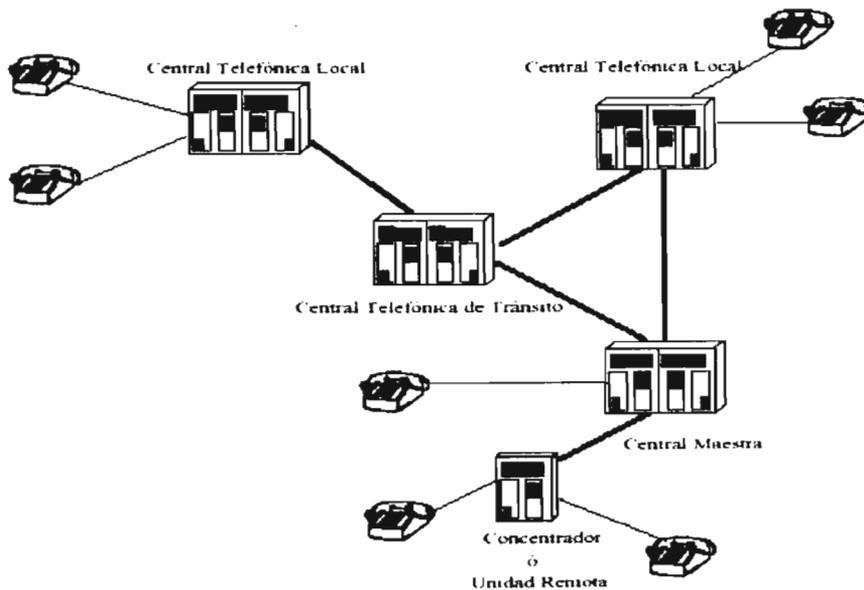


Figura 3.13

En la mayoría de los casos las centrales de tránsito no cuentan con líneas de abonado conectadas a éstas, por lo que el equipo que da servicio a esta funcionalidad no se instala en estos casos. La cobertura de las centrales de tránsito se limita a el área de una misma ciudad.

### Centrales de Larga Distancia

Las Centrales de Larga Distancia son de cierta manera centrales de tránsito, ya que al igual que éstas, el inicio o término de la llamadas no tiene su origen en éstas a menos que se presenten situaciones que no permitan la conexión exitosa de llamadas. Las diferencias básicas radican en el área de cobertura de las centrales de larga distancia es mucho mayor a la de una central de tránsito, aunada a la facturación por tiempo que se lleva en este tipo de centrales (ver figura 3.14).

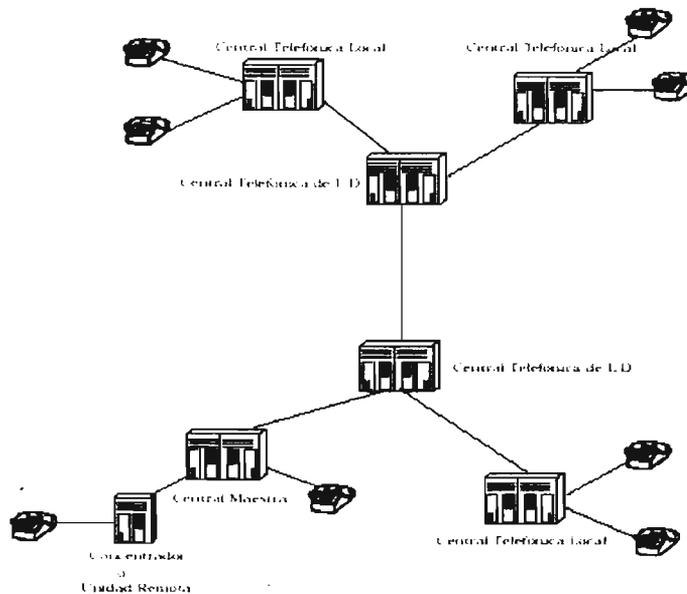


Figura 3.14

## 3.6 RDSI

### Definición general

RDSI es un tipo de red de comunicación capaz de transportar información de distintos tipos, como puede ser voz, datos, textos e imágenes, en forma digital entre distintos puntos de acceso a la red.

### Aplicaciones principales

Al estar basada y ser evolución de la RDI, la RDSI ofrece conexiones por conmutación de circuitos a 64 Kbps.

No obstante, al existir servicios que son más apropiados para ser soportados por medio de conexiones por conmutación de paquetes, la RDSI ofrece también este tipo de conexiones. Para ello, ya diferencia de la RDI, la RDSI incorpora elementos de conmutación de paquetes.

Hoy en día, existen redes dedicadas para el transporte de voz, datos, etc. Debido a esto, los abonados necesitan puntos de acceso separados para las diferentes redes y servicios. RDSI proporciona al abonado acceso integrado o combinado a dichos servicios. Un acceso integrado, implica que un usuario de RDSI tiene acceso tanto a servicios de voz como de otro tipo, a través de una línea de abonado. Estos servicios, en algunos casos dependientes del tipo terminal, están a disposición del abonado desde una terminal. El acceso dispone de un número de canales de comunicación multiplexados en el tiempo y de un canal separado utilizado para señalización.

Una Red Digital de Servicios Integrados, puede también servir como una red de acceso a distintos tipos de redes dedicadas como pueden ser las redes de Datos de Conmutación de Paquetes y las redes Telefónicas. (ver figura 3.15).

RDSI puede estar expandida geográficamente sobre un país entero, o por el contrario podría estar limitada a una determinada localización. Por ejemplo, la RDSI en Australia, cubre la mayor parte de las capitales de provincia. Por el contrario, la RDSI de la Universidad de McDonald, en Chicago, es un ejemplo de una versión más reducida.

Un abonado de RDSI que trabaja en una agencia de viajes, podría consultar en la pantalla de un terminal de video texto (por ejemplo, el número de plazas libres en un vuelo de una determinada compañía aérea) al mismo tiempo que se lo está comunicando a un abonado por el teléfono. Esto es un ejemplo de la integración de información, tanto de habla como de datos, utilizando la misma línea de abonado para ambos casos.

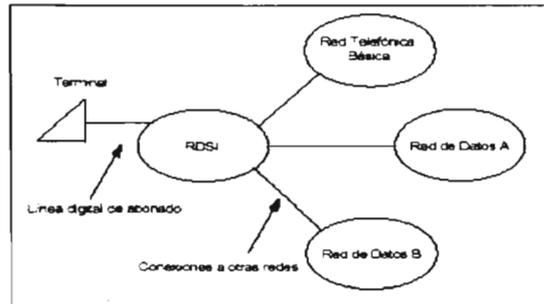


Figura 3.15  
Los terminales tienen acceso a todas las redes

### Estructura general

Los principales elementos que componen la estructura de la RDSI son los siguientes:

*Accesos digitales de abonado*, que permiten la conexión de los terminales del abonado a la red a través de unas configuraciones de acceso normalizadas. Hay que hacer una distinción entre los propios locales del abonado (Instalaciones de abonado) y los equipos y líneas de transmisión que unen las instalaciones de abonado con la central (Red Local).

*Red de tránsito*, que interconecta las centrales locales entre sí o con los nodos especializados de la red. Esta red está constituida por:

- Sistemas digitales de transmisión.
- Centrales digitales de conmutación de circuitos, con elementos adicionales de conmutación de paquetes.
- Sistemas de señalización por canal común.

*Nodos especializados de diversos tipos:*

- Nodos para servicios centralizados y de valor añadido.
- Nodos de interconexión con otras redes.
- Nodos de operadoras.
- Nodos de explotación de la red

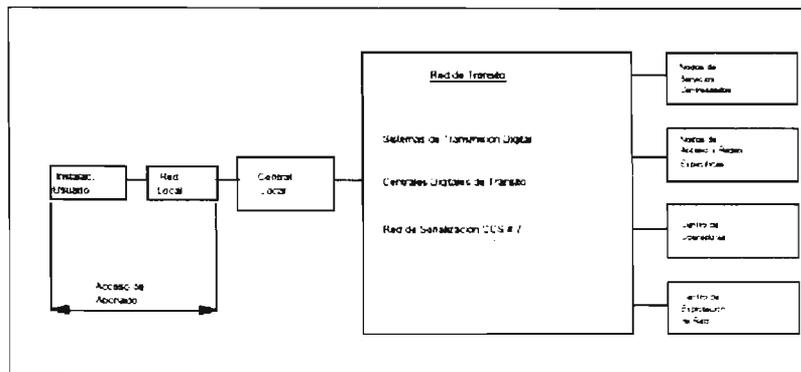


Figura 3.16

### Acceso de abonado

Se pueden distinguir dos partes principales:

- Instalaciones de abonado, formadas por los equipos terminales de abonado y por una red interior que conecta dichos terminales con la línea de transmisión.
- Red local, formada por los sistemas de transmisión digital entre la instalación de abonado y la central local.

El CCITT ha establecido una configuración de referencia formada por una serie de Puntos de Referencia y de Agrupaciones Funcionales.

### Acceso Usuario Red

Existen dos tipos de acceso entre el usuario y la red, que están definidos por CCITT .

#### Acceso Básico

El primer tipo de acceso entre un usuario y la red, se llama acceso básico, y puede ser usado, preferiblemente, para una carga de tráfico baja. Un ejemplo de un abonado conectado a través de un acceso básico podría ser un hogar privado o un pequeño negocio. Observar la figura 3.17. Un acceso básico, corresponde al primer tipo de configuración de referencia que hemos comentado, el cual utiliza una línea de abonado digital como canal de comunicación con la central local RDSI.

Un acceso de tipo básico puede tener cualquiera de las siguientes configuraciones de canales de acceso a usuarios:

- Solamente un canal de señalización
- Un canal de señalización y otro canal de comunicación
- Un canal de señalización y otros dos canales de comunicación

Según se puede observar, el canal de señalización está siempre incluido en cualquiera de las diferentes combinaciones que pueden realizarse con el acceso básico.

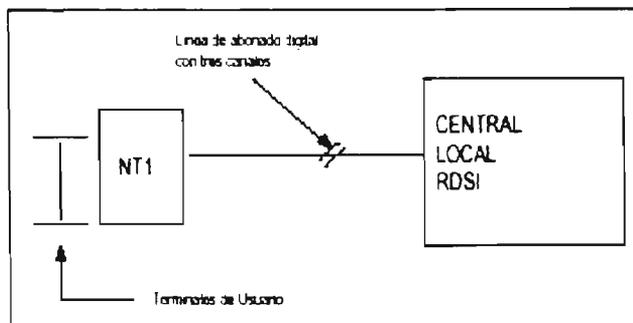


Figura 3.17  
Acceso Básico

## Acceso Primario

El segundo tipo de acceso entre usuario y la red, se le conoce con el nombre de acceso primario, el cual maneja una carga de tráfico más alta que el acceso básico. Una ISPBX y un IMUX son dos ejemplos de equipos que se pueden conectar a un acceso primario.

Una ISPBX puede ser conectada a una central RDSI a través de uno o varios accesos primarios, dependiendo de la carga de tráfico que proporciona la ISPBX. El IMUX está conectado a través de un acceso primario a la red RDSI. Un acceso primario puede tener cualquiera de las siguientes combinaciones de canales de acceso a usuario:

- Un canal de señalización y un máximo de 30 canales de comunicación
- Como máximo 31 canales de comunicación

El canal de señalización para un acceso primario puede estar localizado en otro acceso primario. El acceso primario contendrá, en este caso, solamente canales de comunicación. Las variantes que existen en relación con el número de canales diferentes en un acceso primario, dependen de los enlaces de comunicación utilizados y serán tema de discusión más adelante. El acceso primario corresponde a la segunda configuración de referencia. Observar la figura 3.18.

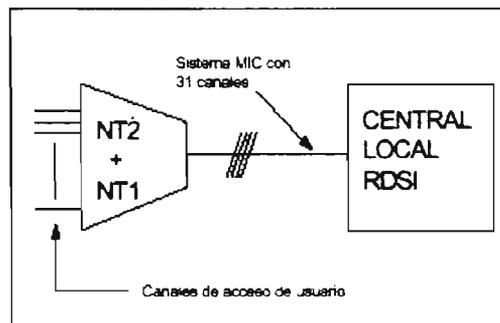


Figura 3.18  
Acceso primario

## Configuraciones de Referencia

### .Instalaciones básicas

Son aquellas que utilizan una única línea digital multiservicio con estructura de acceso básico (2B + D). No existe la agrupación funcional NT2, coincidiendo las interfaces S y T. Existen tres configuraciones: Punto -Punto, Bus Pasivo y Bus Pasivo Extendido.

### .Punto - Punto

Existe un único terminal conectado al NT1, y la separación posible entre ambos es de 1000m.

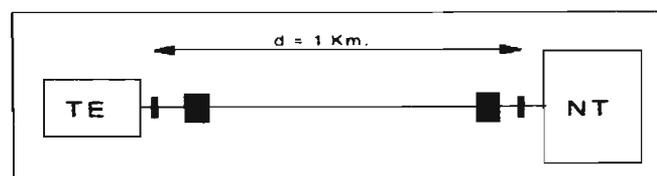


Figura 3.19

### .Bus Pasivo

Consiste en un sistema de distribución al cual se conectan hasta 8 terminales. La longitud máxima del bus es de 200 m.

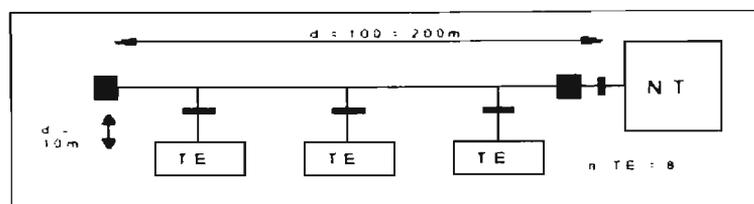


Figura 3.20

## .Bus Pasivo Extendido

El mismo caso que antes pero con la diferencia de que los terminales se concentran al final del bus, permitiendo así mayor longitud del bus.

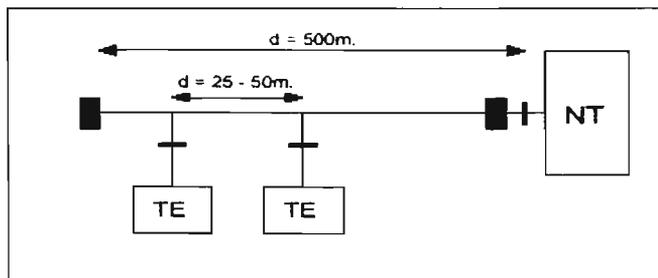


Figura 3.21

Configuración punto - Multipunto, Bus pasivo expansivo

## Canales de Acceso a Usuario

Los dos tipos de canales de acceso mencionados anteriormente, CCITT los denomina canales B y canales D. Los canales B son los canales de comunicación mientras que los canales D son los canales de señalización.

### Canal D

El principal propósito de los canales D, que como se ha dicho es el canal utilizado para señalización, es transportar dicho tipo de información con relación al control de la conexión de circuitos conmutados a través de RDSI. El canal D lleva la información de señalización entre el terminal y la central local RDSI en ambas direcciones. En la central, dicha información de señalización se direcciona hacia las funciones de control de la central. A pesar de que la información de señalización tiene la mayor prioridad sobre el canal D, existe normalmente una capacidad residual para la transmisión de otros tipos de información.

Mensajes usuario - usuario también se envían en este tipo de canal D. Existen también ciertos mensajes de texto de corta duración, que se envían entre los terminales de los usuarios. Estos mensajes pasan por las funciones de control de la central pero no son procesados. Dichos mensajes son, por consiguiente, transmitidos de una forma transparente hacia el terminal receptor.

### Canal B

Es un canal de comunicación en el que se pretende que sea transportada una amplia variedad de flujo de información digital entre un terminal y una central local RDSI en ambas direcciones. El canal B, por lo tanto continúa desde la central local, de forma transparente a través de la central de conmutación RDSI y sale con dirección hacia cualquier otro terminal o sobre un enlace de comunicación entre nodos, hacia otra central de conmutación RDSI.

Algunos ejemplos de información que es transportada sobre canales de tipo B, son digitales y voz digital codificada.

### Velocidad de los canales B y D

Los canales B tienen siempre una velocidad de transmisión de 64 kbps mientras; que para el canal D hay implementados dos tipos.

Cuando usamos el canal D como un canal de señalización para un acceso básico, con una velocidad de transmisión de 16 kbps es suficiente para manejar la información de señalización para los dos canales B a parte de una cantidad limitada de información de otros tipos.

Un acceso primario puede contener hasta 30 canales B y requiere, por lo tanto una capacidad de señalización más alta. Esto es por lo que el canal D para accesos primarios, siempre es de 64 kbps.

Para concluir, debemos recordar que tanto los canales de tipo B como los de tipo D son canales en los que podemos transmitir información en los dos sentidos simultáneamente (full - dúplex).

## Señalización

El propósito de la señalización en una red RDSI, es transportar información de control hacia los nodos de conmutación tanto durante el establecimiento de la llamada como para el control de la misma a través de la red RDSI.

La señalización en RDSI es, en relación con señalización de la red telefónica básica (RTB), más extensa y potente. Por ejemplo, la capacidad de una red RDSI para manejar muchos y diferentes servicios pone nuevos requerimientos en torno a la capacidad que se requiere para la señalización.

La señalización en RDSI se puede, de acuerdo a la figura 3.22, dividir en dos tipos diferentes. El primero de ellos se usa entre el terminal de abonado y una central local RDSI. Este tipo de señalización utiliza el canal D sobre la línea de abonado digital y se le denomina Sistema de Señalización de abonado Digital 1 (DSS1).

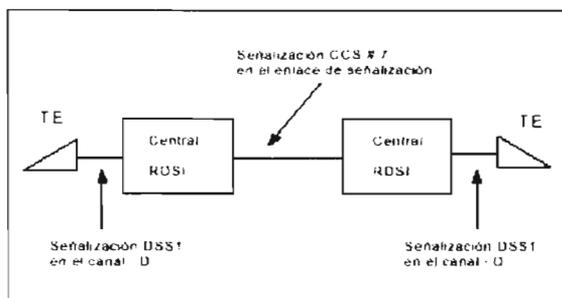


Figura 3.22  
Sistemas de señalización en RDSI

El segundo tipo de señalización se utiliza entre centrales cuando más de una central están implicadas en una llamada RDSI. Aquí el Sistema de Señalización por Canal Común numero 7 de CCITT (CCS # 7) se utiliza para repartir la información de control a todas las demás centrales implicadas.

### Ejemplos de Señalización

A primera vista la secuencia de señalización para el establecimiento de una llamada telefónica en RDSI es como la señalización en la red telefónica.

Un ejemplo de señalización para el acceso básico se muestra a continuación:

#### Envío de información en bloque

El establecimiento de la llamada se inicia con un mensaje de SETUP (ver figura 3.23) enviado desde el terminal que efectúa la llamada a la red. Un mensaje SETUP debe de contener la información completa para el establecimiento de la llamada. Este método se llama envío en bloque. La red envía un mensaje llamado CALL PROC como confirmación de que la información está completa y de que el procedimiento de conmutación ha comenzado. El mensaje también indica al terminal, el canal B que debe usar.

Cuando la línea de abonado llamado ha sido identificada un mensaje SETUP se envía hacia el abonado B. Si hay un terminal libre compatible con la llamada solicitada se envía un mensaje de respuesta. Si la llamada telefónica, el teléfono libre genera la señal de llamada y envía un mensaje ALERT a la red. El terminal llamante (teléfono) es informado sobre el envío de la señal de llamada con un mensaje de ALERT. La indicación de llamada al abonado puede ser dada mediante un tono y/o un texto en pantalla.

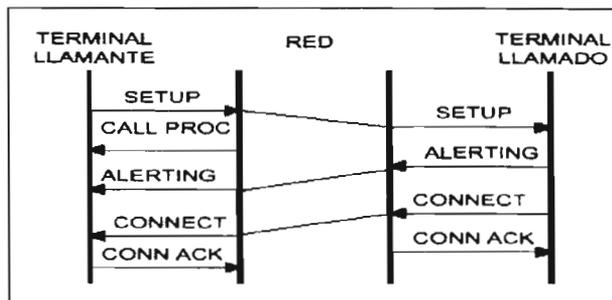


Figura 3.23  
Mensaje SETUP

Cuando el abonado B descuelga el teléfono un mensaje CONNECT se envía desde el teléfono a la red. Este mensaje es también enviado al terminal que efectúa la llamada cuando la indicación de llamada cesa. Si se envió un texto hacia el abonado A, este será reemplazado por un nuevo texto, por ejemplo "CONNECT". Los mensajes de conexión son reconocidos con mensajes CONNECT ACKNOWLEDGE y la llamada se establece en uno de los canales B. Toda la señalización se envía por el canal D.

Si el terminal llamado tiene la función de contestación automática, como por ejemplo un ordenador, no se envía el mensaje ALERT. La primera respuesta será el mensaje CONNECT.

### Desconexión de la llamada

La desconexión de la llamada puede ser iniciada desde cualquier lado mediante el envío del mensaje DISCONNECT (ver figura 3.24). Cuando el terminal o la central reciben este mensaje. Liberan el canal B y se lo comunican al otro lado mediante el mensaje RELEASE, que a su vez es respondido con el mensaje RELEASE COMPLETE. Después de esta señalización el canal B queda libre par un nuevo uso.

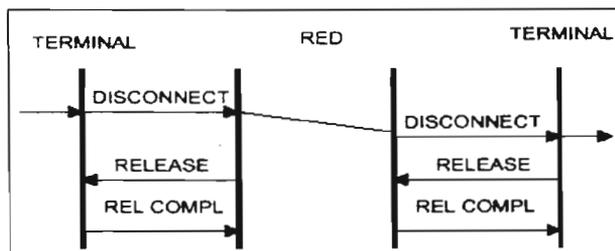


Figura 3.24  
Desconexión de la llamada

### Servicios Suplementarios RDSI

Los servicios suplementarios ya se han implementado en redes de comunicación existentes como RTB. Algunos de estos "viejos servicios suplementarios" están también disponibles en RDSI y además han sido introducidos algunos "nuevos servicios suplementarios" con la introducción de RDSI.

De la misma forma que los servicios suplementarios existentes, los nuevos servicios están basados en los servicios de telecomunicaciones básicos y no pueden utilizarse como funciones aisladas. Además, los "nuevos servicios suplementarios" requieren que los terminales de usuarios estén equipados con un display. Este display puede, por ejemplo, utilizarse para mostrar un mensaje de texto usuario - usuario, o para obtener del sistema información de tarificación.

El texto en estos display también puede guiar al abonado durante el establecimiento de una llamada. Antes de que un usuario puede utilizar un servicio suplementario, tiene que abonarse y pagar por este servicio. En el momento en el que el suministrador del servicio ha recibido y aceptado la suscripción, se le da al abonado la correspondiente categoría de abonado.

Finalmente, antes de que pueda utilizar un servicio suplementario, tiene que estar activado. Esto se hace mediante señales de usuario - red. La activación puede hacerse de forma independiente o en relación con una llamada particular. Algunos servicios suplementarios están activados para todas las llamadas que siguen a la suscripción.

---

A continuación se presenta una relación de algunos "viejos" y los "nuevos servicios suplementarios" introducidos con RDSI. Los nuevos servicios vienen brevemente descritos.

*"Viejos servicios suplementarios "*

- Transferencia de llamada
- Llamada en Espera
- Servicio de conferencia tripartita

*Nuevos servicios suplementarios "*

- Número de Abonado Múltiple
- Grupo Cerrado de Usuarios
- Información de Tarificación

### **Número de Abonado Múltiple**

Un número de abonado múltiple ofrece la posibilidad de asignar a un único interfase RDSI, números de directorio múltiples. Por ejemplo, se le puede asignar a cada uno de los ocho terminales en una configuración de bus pasivo, un número de abonado propio. Es optativo por el usuario el repartir los números asignados a un interfase entre los terminales a dicho interfase. Por ejemplo, puede asignarse a un sólo terminal varios números de abonado de la misma forma que varios terminales pueden asignarse al mismo número.

Para llamadas salientes, el terminal puede suministrar el número del abonado A, el cual es comprobado por la red. La red insertará un número " A " por defecto, si el número suministrado no corresponde con los números asignados a ese interfase o si falta dicho número A.

### **Grupo cerrado de usuarios**

Grupo cerrado de usuario es un servicio suplementario que permite a los abonados de la red RDSI formar grupos con diferentes restricciones de acceso. Los miembros del grupo pueden comunicarse entre ellos mismos, pero normalmente, están restringidos para llamadas hacia o desde abonados fuera del grupo. Sin embargo, a algunos miembros específicos de un grupo, se les puede dar la posibilidad de comunicarse con abonados fuera del grupo.

Un abonado puede pertenecer a uno o varios grupos cerrados de usuarios, teniendo cada grupo diferentes restricciones de acceso.

El servicio suplementario de grupo cerrado de usuarios puede utilizarse para impedir que usuarios que no estén autorizados puedan acceder y manipular software perteneciente al grupo. Por ejemplo, el grupo podría estar formado por terminales de un banco, estaciones de trabajo software, etc, para los cuales la seguridad de los datos es muy importante.

### **Información de Tarificación**

El servicio suplementario de información de tarificación permite al abonado obtener de la red información sobre el tipo de tarificación que se está aplicando. El abonado puede requerir información de tarificación en las diferentes fases de una llamada, o bien, sin relación a ninguna llamada en particular .

Cuando se activa el servicio, toda la información de tarificación que pertenece a ese abonado en particular, varios contadores, se muestran en el display del terminal del usuario, sin que esté; relacionado con una llamada RDSI. Sólo se mostrará en el display del abonado la información de tarificación con relación a una llamada en particular, cuando el servicio se halla activado para esa llamada en concreto.

## **3.7 Telefonía Celular:**

La telefonía celular es una de las aplicaciones de las telecomunicaciones más demandada y de más rápido crecimiento.

Para comprender su alcance remontémonos a: 1978 cuando se inicia la instalación y operación de un sistema de radiotelefonía móvil (teléfono en el automóvil) en el Distrito Federal.

En 1984 se obtiene la concesión para explotar la red de servicio radiotelefónico móvil en el Area Metropolitana de la ciudad de México, bajo la denominación de "RADIOMOVIL DIPSA S.A. DEC.V."

En el año de 1989 se comienza a ofrecer los servicios de telefonía celular en la ciudad de Tijuana B.C., al autorizar la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la introducción de la telefonía celular en nuestro país.

A partir de 1990 se expanden los servicios de telefonía celular en el Distrito Federal y su zona metropolitana y paulatinamente se ofrece el servicio a Nivel Nacional.

### Sistema de Telefonía Celular

Un Sistema de Telefonía Celular -CMS- está constituido por los siguientes elementos, ver la figura 3.25:

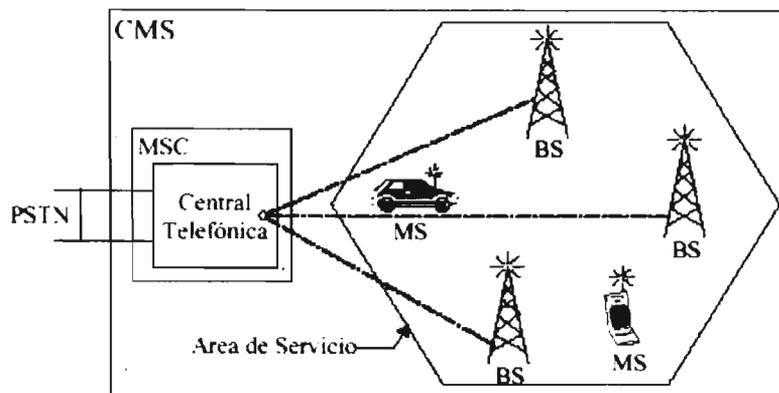


Figura 3.25

Siglas	Significado en Inglés	Significado en Español
BS	Radio Base Station	Estación Base
CMS	Cellular Mobile Telephone System	Sistema de Telefonía Móvil
MS	Mobile Station	Estación Móvil
MSC	Mobile Services Switching Center	Centro de Conmutación de Servicios Móviles
PSTN	Public Switching Telephone Network	Red Pública de Conmutación Telefónica

### Centro de Conmutación de Servicios Móviles -MSC

Un Sistema de Telefonía Celular CMS está formado por uno o más Centros de Conmutación de Servicios Móviles MSC's. Un MSC consiste de una Central Telefónica (AXE, S-12 ó 5ESS) a la cual se le incorpora un sistema de control de telefonía celular.

MSC constituye una interfaz entre el Sistema de Radio y la Red Pública de Conmutación Telefónica (PSTN). Las llamadas desde y hacia los abonados móviles son conmutadas por el MSC, el cual también provee todas las funciones de señalización necesarias para el establecimiento de las llamadas. Se requieren de una hasta cien estaciones base o más para obtener un radio de cobertura de un área geográfica dada. Así que, un área geográfica es llamada Área de Servicio MSC.

### Estación Base

La estación base contiene unidades de canal. Cada unidad de canal está equipada con:

- Un transmisor de radio (Tx)
- Un receptor de radio (Rx)
- Una unidad de control (CU)

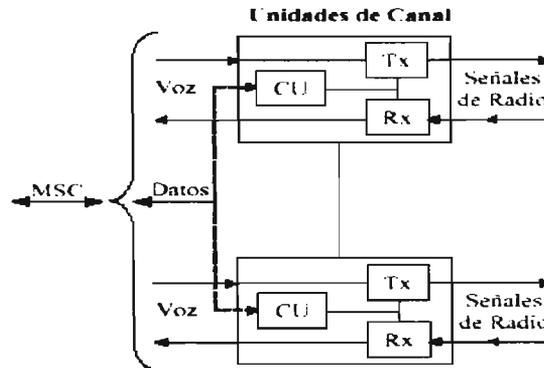


Figura 3.26

Por lo tanto los canales usan un par de frecuencias para la comunicación. Una frecuencia de enlace de transmisión (forward link) para transmitir desde el sitio celular, y otra frecuencia de enlace inverso (reverse link) para que el sitio celular reciba llamadas desde los usuarios (ver figura 3.26).

La unidad de control se utiliza para la comunicación de datos con MSC y la señalización de datos con las estaciones móviles en la trayectoria de radio. La mayoría de las unidades de canal son unidades de canal de voz.

La unidad de canal de voz es empleada para manejar una llamada a la vez. Dependiendo de cuantas llamadas simultáneas son manejadas por una estación base, el número de unidades de canal de voz puede ser mínimo, mientras que de otras pueden ser de cien o más.

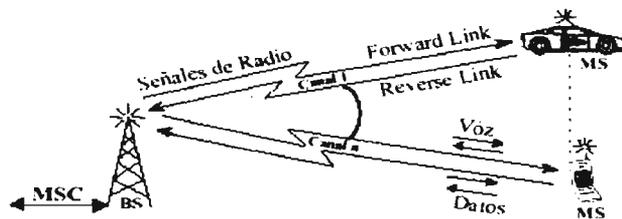


Figura 3.27

Cada estación base está conectada aun MSC por medio de conexiones analógicas o digitales para comunicación de voz y datos (ver figura 3.27).

### Estación Móvil -MS

Los teléfonos móviles conocidos también como estación móvil o teléfono celular, (ver figura 3.28) son de los aparatos más complejos y sofisticados que encontramos en nuestra vida cotidiana. No obstante, como máquina, son compuestos apenas de algunos componentes, los cuales son:

- Un micrófono microscópico
- Un altavoz
- Una pantalla de cristal líquido
- Un teclado
- Una antena
- Una batería ad
- Una unidad lógica lógica
- Microprocesador DSP

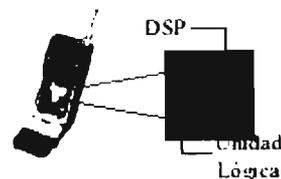
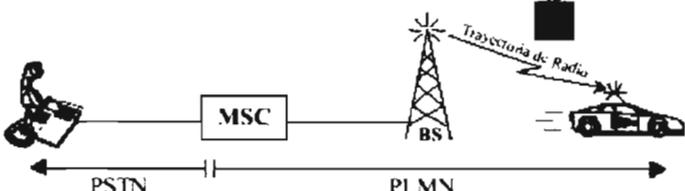


Figura 3.28

Donde la unidad lógica se encarga de la señalización de datos con la estación base y el microprocesador procesa cálculos a gran velocidad, llamado DSP, o «Digital Signal Processor»

(Procesador Digital de Señales ). Este procesador hará toda la compresión y descompresión de los datos a la velocidad de 40 MIPS (Millones de Instrucciones por Segundo). El microprocesador trata todas las tareas del teclado y de la pantalla, gestiona los comandos y controla las señales de la estación base, además de coordinar las demás funciones. Cuando se establece una llamada entre un abonado móvil y un abonado ordinario, se presenta el panorama siguiente:

Paso	Acción
1	<p>La voz es transmitida por la trayectoria de radio entre la estación móvil y una unidad de canal de voz de la estación base, situada cerca de la unidad móvil.</p> 
2	Entonces se dedica la conexión de línea de voz a la unidad de canal de voz.
3	Finalmente, la voz es conmutada en el MSC hacia la PSTN, donde se encuentra normalmente el abonado ordinario.

**Nota:** Aún para una llamada entre dos abonados móviles cualesquiera que sean, la trayectoria de voz será establecida en el MSC.

### Hand-Off - Cambio de Célula

Cuando se deteriora la calidad de transmisión durante una llamada en progreso, debido a que la estación móvil se mueve lejos de la estación base, la unidad de canal de voz notificará al MSC de este efecto y enviando una solicitud de hand-off y esto significa que otra célula con mejor recepción debe ser localizada para encargarse de la transmisión, es decir, la voz será transmitida desde el MSC en una nueva conexión de línea de voz a través de otra estación base, lo cual implica una reelección del modo de conmutación en el MSC.

Los abonados móviles y sus estaciones móviles están conectados (en datos) en el MSC para, entre otras cosas, propósitos de tasación, administración de los parámetros de los abonados tales como categorías, etc.

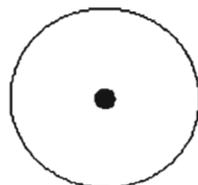
### La estación base y la célula

La estación base es capaz de comunicarse con cualquier estación móvil, mientras se mueva dentro de un área cerca de ésta. Dependiendo del tipo de antenas de transmisión empleadas por la estación base, se pueden cubrir una o más áreas por una estación base. Tales áreas son llamadas células. Entre los tipos más comunes de células están los siguientes:

- Célula Omnidireccional
- Células Sectoriales

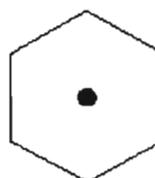
### La Célula Omnidireccional

En este caso la estación base está equipada con una antena omnidireccional transmitiendo igualmente en todas las direcciones. Entonces, un área en forma circular será cubierta con la estación base localizada en el centro (Fig. 3.28). Una estación móvil contenida en esta área tendrá normalmente una buena conexión de radio con la estación base. Cuando se presenta una célula en un dibujo, normalmente se usa un hexágono (Fig. 3.33).



**Figura 3.28** Radio de cobertura De una célula omnidireccional

● Estación Base



**Figura 3.29** Representación grafica de una célula ominidireccional

## La Célula Sectorial

En este caso, la estación base está equipada con tres antenas direccionales, cada una cubriendo una célula sectorial de 120° (Fig. 3.30). En cada una de las estaciones base, algunas unidades de canal están conectadas a una antena cubriendo a una célula sectorial, otras unidades de canal a la segunda antena y el resto a la tercera antena. Entonces, una estación base sirve a tres células sectoriales. Por su puesto esto no siempre es necesario para las tres células sectoriales dadas. En algunos casos, sólo se necesita una célula sectorial para cubrir, por ejemplo, una carretera.

Cuando se representan células sectoriales, se dibujan tres hexágonos, uno para cada célula, con la estación base localizada en la esquina de cada hexágono (Fig. 3.31).

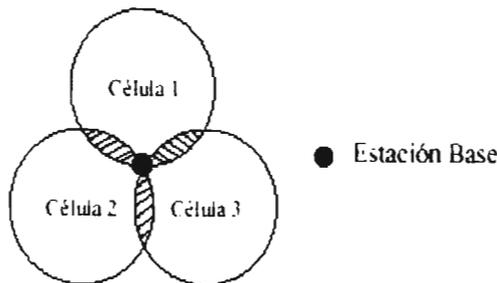


Figura 3.30 Radio cobertura de Tres células sectoriales

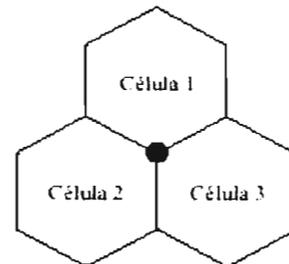


Figura 3.31 Representación gráfica de tres células sectoriales

Con el objeto de obtener una cobertura total, las células deben traslaparse unas con otras. Esto se aplica para las células vecinas en cualquier lugar.

## Estructura de la Red Móvil Terrestre Pública - PLMN

En la figura 3.32, se representa la Red Móvil Terrestre Pública - PLMN:

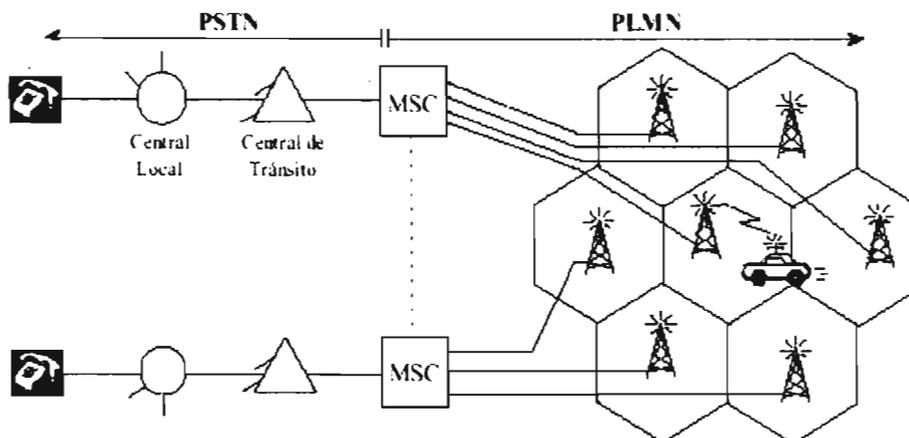


Figura 3.32

Normalmente, se encuentran varios MSC's en un sistema celular. Los MSC's son las interfaces funcionales con la red pública de conmutación telefónica (PSTN), y la señalización empleada para establecer las llamadas se lleva de acuerdo a la señalización que se usa para la PSTN.

Cada estación móvil está conectada (en datos) en un MSC donde reside el abonado. Esta central se considera como central de casa -MSC- H y el abonado como abonado propio. Cuando una estación móvil entra a otra área de servicio MSC, esta nueva central es considerada como central visitada (MSC - V) y el abonado como abonado visitante.

El concepto de la estación móvil llegando de un área de servicio MSC - H hacia otra MSC- V es llamado Roaming (vagabundeo). Si una estación móvil va de MSC-H a MSC-V, los datos acerca de la nueva posición del abonado son enviados a su MSC- H, y las categorías de abonado almacenadas en

---

MSC-H son enviadas a MSC- V. Esto implica que la llamada señalización - MSC, también llamada señalización Roaming, se lleva a cabo entre dos MSC's. La señalización MSC es realizada acorde al protocolo de señalización CCITT No. 7 en un enlace directo entre los MSC's o vía un enlace PSTN .

### 3.8 Comunicaciones Inalámbricas

Las Comunicaciones Inalámbricas (Wireless Communications) han atravesado en menos de dos décadas por una evolución acelerada de **tres Generaciones**, motivada en parte por la vertiginosa demanda de movilidad y portabilidad en las comunicaciones, la cual no fue prevista en sus inicios, por otro lado también está la revolución digital por la cual están atravesando las telecomunicaciones, esto motivó que ahora se este investigando y desarrollando la **Tercera Generación** de estos sistemas.

#### Primera Generación

La **Primera Generación** de Sistemas de Comunicación Inalámbricos, fue concebido en la década del 70, y por lo tanto fueron basados en **tecnologías analógicas**. La Primera Generación son Sistemas que están ahora en una etapa madura y son ampliamente usados en todo el mundo, por ejemplo en la actualidad existen mas de 50 millones de teléfonos **celulares analógicos**.

Los primeros teléfonos móviles o radiotelefonos LMR (Land Mobile Radio) fueron usados en décadas anteriores pero no tuvieron amplia aceptación debido a su:

- Limitada capacidad de usuarios
- Corto alcance de su estación base.

Una solución para estos problemas vino con el advenimiento del concepto de Telefonía Celular, un sistema de comunicación por radio full duplex basado en la **reutilización de frecuencias** que constituyeron el primer paso en la revolución de las telecomunicaciones inalámbricas.

La banda de frecuencia destinada para la telefonía celular está\*0 en tomo de los 800 MHz y tiene un ancho de banda de 50 MHz que es a su vez subdividida en dos bandas A y B cada una con 25 MHz. La banda A está destinada para el uso de las Concesionarias Públicas de Servicios Telefónicos o PSTN (Public Switched Telephone Network), en cuanto la banda B está reservada para las Compañías de **Telefonía Celular Privadas**.

El primer Sistema de telefonía celular analógico fue desarrollado en 1970 por los laboratorios Bell, posteriormente estandarizado por la TIA (Telecommunications Industry Association) y conocido como **AMPS** (Advanced Mobile Phone Service) o norma TIA-533.

El AMPS opera comercialmente desde 1983 en la ciudad de Chicago (EEUU). Este sistema usa la modulación FM (Frequency Modulation) para la transmisión de voz, y la modulación FSK (Frequency Shift Key) para la señalización. La tecnología usada para compartir un mismo espectro es llamada **FDMA** (Frequency Division Multiple Access).

En Europa muchos sistemas similares al **AMPS** fueron desarrollados, entre los cuales está el **TACS** (Total Access Communications Systems) usado ampliamente en Inglaterra el **NMT** (Nordic Mobile Telephone) en Suiza, y el **NTT** (Nippon Telephone and Telegraph) en Japón el cual fue el primer sistema de Telefonía celular operando comercialmente desde 1979.

Puesto que el AMPS usa el FDMA como acceso múltiple, así son distribuidos 30kHz del canal que ocupa cada usuario en el ancho de banda disponible en la célula (25 MHz) determinando un máximo de 174 canales por célula, esto está motivando que cada vez se diseñen células más pequeñas las cuales son conocidas como microcélulas.

---

## Segunda Generación

La Segunda Generación se inicia con emergentes tecnologías digitales de acceso múltiple como el CDMA (Code Division Multiple Access) y el TDMA (Time Division Multiple Access), en esta Generación son resueltos y mejorados algunos aspectos no previstos en los sistemas anteriores, como los aspectos de:

- Capacidad de usuarios
- Calidad y
- Costo de los servicios.

Sistemas de esta Generación hacen su aparición en los inicios de la década de los 90's y hoy existen más de 30 millones de usuarios, la mayoría de ellos en Europa.

Además de los **sistemas de telefonía celular digital** también emergen los sistemas de telefonía cordless como el **PHS** (Personal Handy Phone) en Japón y el **DECT** (Digital European Cordless Telephone) en Europa.

Otros ejemplos típicos de esta generación son las aplicaciones para transmisión de datos como los sistemas PAGING de doble vía, y el uso de tecnologías basadas en la modulación Spread Spectrum (expansión de frecuencia) para redes locales inalámbricas o WLAN (Wireless-LAN).

La tecnología Spread Spectrum fue desarrollada en la década del 40 durante la segunda guerra mundial, para permitir comunicaciones militares seguras. Un transmisor Spread Spectrum expande o difunde la señal de radio sobre una amplia gama de frecuencias siguiendo una secuencia determinada. En el lado de la recepción la señal sólo puede ser detectada por receptores de banda larga y que conozcan la secuencia de expansión.

La tecnología TDMA divide un canal simple de radio en un número de slots (time división) permitiendo que éste sea compartido (multiple access) y de allí aumentar la capacidad del canal.

En la tecnología CDMA la frecuencia del canal es usada simultáneamente por múltiples usuarios en una determinada célula, y las señales son distinguidas por la distribución de ellos siguiendo diferentes códigos, el CDMA está basado en la tecnología Spread Spectrum.

Las ventajas de los sistemas de acceso múltiple digitales CDMA y TDMA son:

- Sustentan más servicios en áreas de alta densidad
- La reducción de potencia de transmisión incrementa la vida de las baterías y reduce el tamaño del aparato
- Las comunicaciones son más seguras pues se rastrean o monitorean las llamadas

Desventaja:

- Son más complicados los sistemas digitales que los sistemas analógicos

## Sistemas de telefonía celular digital en el mundo

### a) Norma IS-54 o D-AMPS

La norma IS-54 conocido también como D-AMPS fue normalizada por la EIA/TIA (Electronic Industry Association) y en la actualidad tiene más de 2 millones de usuarios, fue el primer estándar de telefonía celular digital americano.

### b) Norma IS-136

La IS-136 es una norma de telefonía celular digital también basada en TDMA, en realidad es la continuación de la norma IS-54 en su versión IS-54C. Actualmente la IS-136 junto al GSM y el IS-95 estan en la lucha de la supremacía de la telefonía celular digital en el mundo.

La norma comercial D-AMPS 1900 esta basada en la IS-136 y esta destinada para operar automáticamente en dos bandas de 800 y 1900 MHz permitiendo el acceso a redes analógicas y digitales.

---

### c) Norma IS-95

El IS-95 se presenta como una tecnología de modo dual, o sea permite la operación tanto en el modo AMPS como en el modo CDMA, de esta manera esta garantizada la convivencia con el sistema AMPS que actualmente representa el mayor porcentaje de la base de telefonía celular instalada en el mundo.

### d) Sistemas de telefonía celular digital Europeo GSM

En Europa la cantidad de normas de telefonía celular analógico no compatibles entre ellos limitó el uso de la telefonía celular en la totalidad de los países europeos, así que fue desarrollado en Europa el GSM (Global Systems for Mobile Communications) por la ETSI (European Telecommunications Standards Institute), para proveer un único estándar que pueda ofrecer:

- Una mayor capacidad de usuarios
- Mejor calidad
- Facilidades para la transmisión de voz y datos
- Facilitar el roaming continental para cubrir todo el territorio europeo.
- Oportunidad de implementar sistemas de bajo costo
- Alta eficiencia en el uso del espectro disponible.

Técnicamente el GSM está basado en la tecnología TDMA. Dos bandas de frecuencia son definidas para el GSM una de 890 hasta 915 MHz para transmisión de la unidad móvil, y otra de 935 hasta 960 MHz para la transmisión de la estación base.

### Tercera Generación de los Sistemas de Comunicación Inalámbricos

En la Tercera Generación de estos sistemas, las comunicaciones serán personales, móviles y universales. Importantes investigaciones y desarrollos en el mundo convergen a esta evolución, por ejemplo en los EEUU los sistemas de la tercera generación que están emergiendo son llamados PCS (Personal Communications Systems), similarmente en Europa se está desarrollando el UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems) y de otro lado la ITU viene proponiendo el IMT -2000 (International Mobile Communications at year 2000), todos estos sistemas están siendo previstos a implementarse comercialmente a inicios del siglo XXI.

### Sistemas PCS

PCS, según la definición de la FCC (Federal Communications Commission) es un sistema por el cual cada usuario puede intercambiar información con alguien a cualquier hora, en cualquier lugar, a través de algún tipo de dispositivo, y usando un único número. Por otro lado de acuerdo con el TIA (Telecommunications Industry Association) PCS está definido como un conjunto de capacidades que permite algunas combinaciones de servicios de movilidad de terminal y movilidad personal. En la práctica PCS está frecuentemente usado para incluir varios servicios de acceso inalámbricos que incluyen la telefonía celular, cordless, WLAN, redes de datos, paging, etc., pero con una fuerte énfasis en servicios que son aplicados dentro del nuevo espectro de frecuencia al que fue destinado el PCS.

### Sistemas UMTS en Europa

La Tercera Generación de Sistemas inalámbricos que actualmente están siendo desarrollados en Europa, están destinados a integrar todos los diferentes servicios de la segunda generación y cubrir una amplia gama de servicios broadband (voz, datos, video, multimedia) coherente y compatible con la actual tecnología desarrollada y tomando el lugar de las redes de telecomunicaciones fijas. En Europa las investigaciones y desarrollo en tecnologías de tercera generación son generalmente encaminadas para los sistemas UMTS, dentro del programa RACE de la Comunidad Europea, asumiendo por la coordinación de las especificaciones técnicas del UMTS la ETSI (European Telecommunications Standards Institute), que según ellos la UMTS unificarán los servicios de acceso inalámbricos actuales como la telefonía celular, cordless, redes de datos, etc. Para esto están siendo considerados los estándares europeos referentes a la segunda generación como el GSM, DCS-1800, DECT, CT-2 y otros.

---

## Sistemas IMT -2000

En el evento WARC (World Administrative Radio Conference) organizado por la ITU en 1992 se propusieron las bandas entre 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz para el nuevo sistema propuesto por la ITU denominado FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunications Systems) que más tarde sería conocido como IMT -2000, allí también se propuso el espectro entre los 1980-2010 MHz y 2170 -2220 MHz para los satélites de servicios de comunicación móvil.

El potencial del IMT -2000 radica el uso de una misma banda de frecuencias para una interfase global de radio, esto también ofrece un fuerte incentivo para trabajar en dirección de una norma global ITU, si se va a simplificar los equipos móviles para la operación en múltiples ambientes de radio, también la IMT- 2000 sirve de medio para la solución de necesidades básicas de telecomunicaciones en regiones menos desarrolladas del mundo optando por soluciones de costo/beneficio favorables a sus economías. IMT -2000 está liderado por le Task Group del sector de Radiocomunicaciones de la ITU .

## UPT

El concepto de UPT de la ITU está basado en el uso de un único número personal para permitir la comunicación con cualquier interfase de red seleccionado por el usuario, esto claramente complementa la movilidad ofrecida por el IMT -2000 permitiendo al usuario la total movilidad entre las redes fijas e inalámbricas. Un número personal por el cual una persona puede ser localizada en cualquier lugar es la característica clave de sistemas de tercera generación. Al contrario de antiguos sistemas donde los aparatos o terminales tienen una numeración, el usuario de la IMT -2000 se beneficia de tener un servicio completo de telecomunicaciones personales a través de varias características, ofrecidas por ambos sistemas fijo y móvil. UPT también utiliza las características de la red inteligente IN y de la ISDN para dar funciones de comunicación móvil y personal.

## 3.9 Modo de Transferencia Asíncrono

### Concepto

ATM es una tecnología de multiplexación y conmutación de celdas que combina los beneficios de la conmutación de circuitos ( capacidad garantizada y retardo de transmisión constante) con los de conmutación de paquetes (flexibilidad y eficiencia para tráfico intermitente). Proporciona crecimiento en el ancho de banda de unos pocos megabits por segundo hasta muchos gigabits por segundo. Debido a su naturaleza asíncrona, A TM es más eficiente que las tecnologías síncronas, como multiplexación por división de tiempo (TDM).

Con TDM, cada usuario es asignado a una ranura de tiempo y ningún otro usuario puede ocupar dicha ranura de tiempo. Si un usuario tiene muchos datos por transmitir, éstos solo pueden ocupar su ranura de tiempo, aunque todas las ranura de tiempo restantes, estén vacías. Si un usuario no tiene nada que transmitir en su ranura de tiempo, la ranura de tiempo se envía vacía y por lo tanto se desperdicia. Debido a que A TM es asíncrona, las ranuras de tiempo están disponibles bajo demanda y hay información en el encabezado de cada celda A TM que identifica el origen de la transmisión.

El modo de Transferencia Asíncrono (ATM Asynchronous Transfer Mode) es una tecnología de conmutación de muy alta velocidad capaz de soportar aplicaciones multimedia de tráfico de datos, voz y video.

### Dispositivos A TM y ambiente de red

El Modo de Transferencia Asíncrono es un estándar del Sector de Estandarización de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU- T) para la conmutación de celdas, donde la información de múltiples tipos tales como: voz, datos o video es transportado en unidades de tamaño fijo llamadas celdas. Las redes A TM están orientadas a conexión. Durante el desarrollo del presente capítulo se presentarán los protocolos, servicios y operación de A TM.

### Características

- Tecnología orientada a conexión
- Provee el servicio de tráfico sin conexión a través del uso de capas de adaptación
- Combina las características de conmutación de circuitos y de paquetes

- Es un sistema asíncrono
- ATM ofrece el potencial para estandarizar una arquitectura de red con técnicas de multiplexaje y switcheo que permitan usar SONET como base de transmisión física para velocidades muy altas (155 y 622 Mbps)

### Formato de celdas

ATM transfiere información en unidades de tamaño fijo llamadas celdas. Cada celda consiste de 53 octetos o bytes. Los cinco primeros bytes contienen el encabezado y los 48 restantes contienen la carga útil (información de usuario). Las celdas pequeñas de longitud fija son muy adecuadas para transmitir el tráfico de voz y video, ya que dicho tráfico no tolera los retardos que surgen por tener que esperar a que un paquete grande de datos descargue su información, entre otras cosas. En la figura 3.33 se presenta el formato básico de una celda ATM.

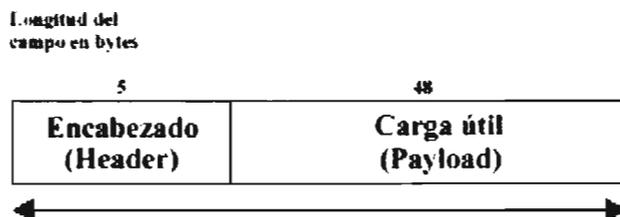


Figura 3.33

El encabezado es usado principalmente para identificar células pertenecientes al mismo canal virtual dentro de la multiplexación asíncrona por división de tiempo, y para realizar el direccionamiento. El campo de información (payload) es la carga útil, y es llevado en forma transparente a través de la red.

### Dispositivos ATM

Una red ATM está formada por conmutadores (switches) y dispositivos de acceso ATM. Un conmutador o switch ATM es responsable del transporte de celdas a través de la red ATM. El trabajo de un conmutador o switch ATM está bien definido: Acepta las celdas entrantes de un dispositivo de acceso ATM o de otro conmutador ATM, posteriormente, lee y actualiza la información contenida en el encabezado de celda y rápidamente conmuta la celda hacia una interfaz de salida con dirección al destino.

Un dispositivo de acceso ATM contiene adaptadores de interfase de Red ATM. Ejemplos de dispositivos de acceso ATM son: estaciones de trabajo, ruteadores, unidades de servicio digital (DSUs), conmutadores LAN y codificadores y decodificadores de video (ver figura 3.34)

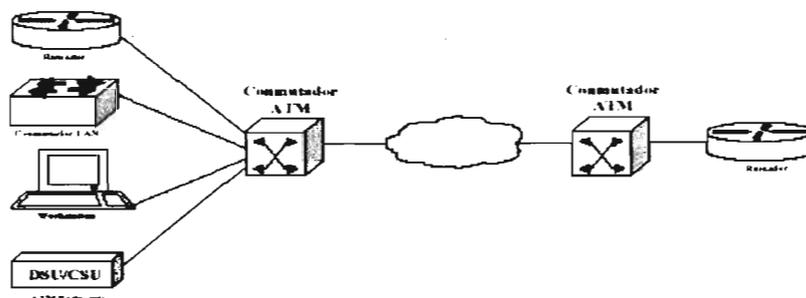


Figura 3.34

### Interfaces de red ATM

Una red ATM consiste de un conjunto de conmutadores o switches ATM interconectados por enlaces o interfaces ATM punto a punto. Los conmutadores ATM soportan dos tipos de interfaces principales: La UNI (User-to-Network Interface) y la NNI (Network Node Interface). La interfaz UNI conecta dispositivos de acceso ATM (tales como ruteadores y concentradores) a un conmutador ATM. La interfaz NNI conecta dos conmutadores ATM.

Dependiendo de donde este localizado el conmutador ya sea en las instalaciones del usuario o en las instalaciones de un operador de telefonía, UNI y NNI pueden ser adicionalmente subdivididas en públicas y privadas. Una interfaz UNI privada conecta equipo de acceso ATM aun conmutador ATM privado. Su equivalente pública conecta equipo de acceso ATM o conmutadores privados ATM aun conmutador público. Una interfaz privada NNI conecta dos conmutadores privados dentro de la misma organización. Una interfaz NNI pública conecta dos conmutadores ATM dentro de la misma organización pública (operador)

Una especificación adicional, la Interconexión de Operadores para el Intercambio de Banda Ancha (B-ICI), conecta dos conmutadores públicos de diferentes operadores. En la figura 3.35, se muestra las especificaciones de la interfase ATM para las redes públicas y privadas.

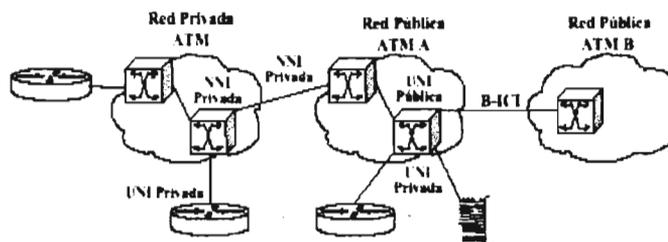


Figura 3.35

### Formato del encabezado de las celdas ATM

El encabezado de celdas ATM puede tener dos formatos: UNI o NNI. El encabezado UNI es utilizado para comunicación entre los dispositivos de acceso ATM y los conmutadores privados ATM (ver figura 3.36). El encabezado NNI es utilizado para comunicación entre conmutadores ATM.

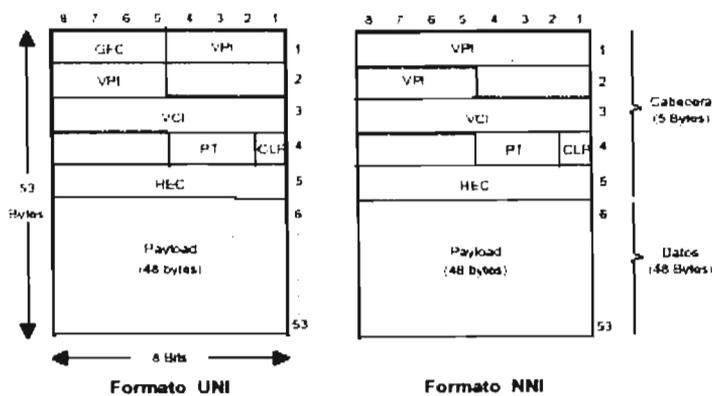


Figura 3.36

A diferencia del encabezado UNI, NNI no incluye el campo de Control Genérico de Flujo (GFC). Adicionalmente en el encabezado NNI el campo de identificador de Trayecto Virtual (VPI) ocupa los 12 primeros bits permitiendo establecer un gran número de troncales entre conmutadores ATM.

### Campos en el encabezado de celda ATM

En adición a los campos GFC y VPI, dentro del encabezado de celda existen varios campos más. A continuación se presenta un resumen de los campos dentro del encabezado de celda.

<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>
Control de Flujo Genérico (GFC)	Proporciona funciones locales, tales como la identificación de múltiples estaciones que comparten la misma interface ATM. En general este campo no se utiliza y se fija en su valor predeterminado.
Identificador de Trayecto Virtual (VPI.)	En conjunto con VCI, identifica el próximo destino de una celda que pasa a través de una serie de conmutadores ATM en el camino a su destino final.
Identificador de Canal Virtual (VCI)	En conjunto con VPI, identifica el próximo destino de una celda que pasa a través de una serie de conmutadores ATM en el camino a su destino final.

Continúa la descripción de los campos del encabezado de la celda ATM

<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de Carga Útil. (PT)	Indica en el primer bit si la celda contiene datos de usuario o datos de control. Si la celda contiene datos de usuario, el segundo bit indica congestión, y el tercer bit indica si la celda es la última dentro de un grupo de celdas que representan una trama ALL 5.
Indicador de Prioridad de Pérdida por Congestión (CLP)	Indica si la celda debe ser descartada en caso de encontrar congestión extrema en el trayecto por la red. Si el bit CLP es igual a 1, la celda deberá ser descartada dando preferencia a celdas con CLP igual a 0.
Control de Error de Cabecera (HEC)	Este campo se utiliza para poner una secuencia de bits CRC generados aplicando el algoritmo de detección de error CRC a los primeros cuatro bytes del encabezado y usarse para proveer un mecanismo de corrección de un solo bit erróneo, o la detección de múltiples bits erróneos.

### 3.10 Circuitos y conexiones virtuales ATM

#### Tipos de circuitos virtuales

En ATM existen tres tipos: Circuitos virtuales permanentes (PVC), circuitos virtuales conmutados (SVC) y servicios sin conexión (muy parecidos a SMDS).

Un PVC permite la conexión directa entre sitios, de este modo, un PVC es similar a una línea privada. Una de las ventajas de un PVC, es que garantiza la disponibilidad de una conexión y no requiere un procedimiento de establecimiento de llamada entre conmutadores. Las desventajas de un PVC son que incluye conectividad estática y un establecimiento manual.

Un SVC es creado y liberado dinámicamente y permanece en uso el tiempo que la transferencia de datos dure. En este sentido, es similar a una llamada telefónica. El control dinámico de llamada requiere de un protocolo de señalización entre los dispositivos de acceso ATM y los conmutadores ATM. Las ventajas de un SVC incluyen conexión flexible y un establecimiento de llamada que puede ser manejada de manera automática por los dispositivos de red. Las desventajas son que se requiere tiempo adicional y bits adicionales al encabezado para el establecimiento de la conexión.

#### Conexiones virtuales ATM

Las redes ATM son fundamentalmente orientadas a conexión, lo cual significa que un canal virtual debe ser establecido a través de la red antes de cualquier transferencia de datos (Un canal virtual es aproximadamente igual a un circuito virtual).

Existen dos tipos de conexiones ATM: Trayectorias virtuales las cuales están identificadas por un identificador de trayecto virtual y los Canales virtuales, los cuales están identificados por la combinación de un VPI y un identificador de canal virtual (VCI).

Un trayecto virtual es un conjunto de canales virtuales, los cuales son conmutados de manera transparente a través de una red ATM con base en VPI comunes. Sin embargo, todos los VCI's y VPI's, tienen solo significado local a través de un enlace en particular y se calculan de nuevo en cada conmutador, según sea necesario. Un trayecto de transmisión es un conjunto de VP's. En la figura 3.37, se muestra cómo se encadenan los VC's para crear VP's, que a su vez, se enlazan para crear una trayectoria de transmisión.

## Operación del conmutador A TM

La operación básica de un conmutador ATM es muy sencilla: La celda se recibe a través de un enlace con un valor conocido de VCI o VPI. El conmutador observa el valor de conexión y en la tabla de traducción local, determina el puerto (o puertos) de salida de la conexión y el nuevo valor de VPI/VCI del enlace de conexión. Posteriormente, el conmutador retransmite la celda a través de ese enlace de salida con los identificadores de conexión adecuados. Como todos los VCI's y los VPI's tienen solo significado local a través de un enlace en particular, esos valores se calculan de nuevo, en cada conmutador, según sea necesario.

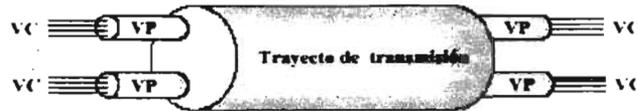


Figura 3.37

## 3.11 Modelo de referencia ATM

### Descripción

La Arquitectura de ATM utiliza un modelo lógico para describir la funcionalidad que soporta. La funcionalidad ATM corresponde a la capa física y parte de la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI (ver figura 3.38).

El modelo de referencia ATM está compuesto de las siguientes capas:

- **Capa Física.-** Es análoga a la capa física del modelo de referencia OSI, la capa física ATM administra la transmisión dependiente del medio físico de transmisión.
- **Capa ATM.-** Combinada con la capa de Adaptación ATM, la capa ATM, es aproximadamente análoga, ala capa de enlace de datos del modelo OSI. La capa ATM es responsable del establecimiento de las conexiones y el transporte de celdas a través de la red ATM. Para hacer esto utiliza la información de la cabecera de celda ATM.
- **Capa de Adaptación ATM(AAL).-** Combinada con la capa ATM, la AAL es aproximadamente análoga ala capa de enlace de datos del modelo OSI. La AAL es responsable de aislar a los protocolos de alto nivel de los detalles del proceso ATM.

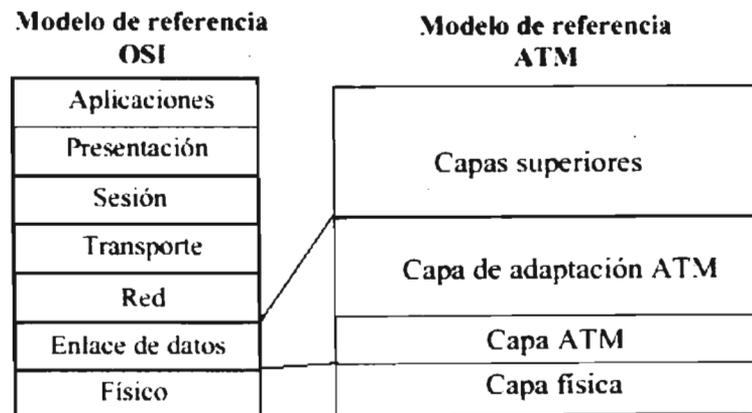


Figura 3.38

### La capa física ATM

La capa física ATM tiene cuatro funciones: convertir los bits en celdas, controlar la transmisión y recepción de bits en el medio físico, supervisar los límites de la celdas ATM; empaquetar las celdas en un tipo de trama adecuado para enviarlas a través del medio físico. La capa física de ATM está dividida en dos partes: la subcapa física dependiente del medio (PMD) y la subcapa de convergencia de transmisión (TC).

---

La subcapa PMD proporciona dos funciones principales: Primero, sincroniza la transmisión y la recepción a través del envío y recepción de un flujo continuo de bits con información de temporización asociada. Segundo, especifica el medio físico para el medio de transmisión empleado, incluyendo tipos de conector y cable. Ejemplos de medios físicos incluidos dentro de ATM son: Redes Ópticas Síncronas / Jerarquía Digital Síncrona (SONET/SDH), DS-3/ E3, 155 Mbps sobre fibra multimodo (MMF) usando el esquema de codificación 8B/10B, y 155 Mbps 8B/10B utilizando cables par trenzado aislado.

La subcapa TC tiene cuatro funciones: delineamiento de celdas, generación y verificación de la secuencia de control de error de cabecera (HEC), desacoplamiento de la tasa de celdas y adaptación de la trama de transmisión. La función de delineación de celdas mantiene los límites de la celda ATM, permitiendo a los dispositivos puedan ubicar celdas dentro de una ráfaga de bits. La secuencia de generación y verificación HEC genera y verifica el código de control de error de cabecera para asegurar la validez de los datos. El desacoplamiento de la tasa de celdas mantiene la sincronización e inserta o suprime celdas ATM libres para adaptar la tasa de celdas ATM válidas a la capacidad de carga útil del sistema de transmisión. La función de adaptación de la trama de transmisión empaqueta las celdas ATM en tramas aceptables para la implementación de la capa física particular

### **Capa ATM**

A la capa de ATM le concierne la generación del encabezado de las celdas, así como el ruteo, el multiplexaje y el demultiplexaje de las celdas, y para la realización de todas estas funciones la capa ATM opera sobre el encabezado de las celdas.

Generación y verificación del encabezado de las celdas. La capa ATM recibe los datos que se van a recibir de la capa ALL y genera el encabezado para formar una celda que es transferida a la capa física para su transmisión. En el lado receptor recibe una secuencia de bits de la capa física, extrae la celda y pasa los datos a la capa ALL.

Ruteo de celdas. Otra función de la capa ATM es el ruteo de celdas de la fuente al destino. Para hacer esta tarea emplea la estructura de dirección de 2 niveles instalada con el indicador de trayectoria virtual (VPI) y el indicador de circuito virtual (VCI).

La función de multiplexaje y demultiplexaje de celdas crea un flujo de celdas originadas en diferentes trayectorias y circuitos virtuales y los entrega a la trayectoria o circuito virtual correcto.

Otra función de la capa ATM es rechazar una solicitud para establecer un circuito virtual si determina que la calidad del servicio solicitado no puede ser satisfecha. La capa ATM también puede poner bits de control de congestión de celdas y administrar los buffers usados para almacenar las celdas cuando hay congestión.

### **Capa de Adaptación ATM AAL**

La capa AAL es la responsable de adaptar las características de transmisión de la capa ATM a las necesidades de las aplicaciones de las capas más altas, como IP, Frame Relay, B-ISDN, o a Servicios de red de emulación de circuitos, Voz y Video; de este modo los datos de capas más altas, como Datagramas, Muestras de voz y Tramas de video, se organizan en la capa AAL en una serie de celdas que pueden ser enviadas sobre las conexiones ATM y reconstruidas con el formato apropiado en el extremo receptor.

La capa AAL consta de 2 subcapas que se mencionan a continuación:

Subcapa de segmentación y reensamblado (SAR). Esta subcapa acepta mensajes de longitud variable de las capas de más alto nivel y los fragmenta en segmentos de datos para transmitirlos usando celdas. Así mismo, reensambla los mensajes de estos fragmentos en el extremo receptor.

Subcapa de convergencia (CS) provee los mecanismos necesarios para que las capas superiores reciban los servicios esperados del sistema ATM.

Como existen tipos de servicios diferentes, la UIT -T clasificó las aplicaciones en:

- Aplicaciones de régimen de bits constante
- Aplicaciones de régimen de bits variable
- Aplicaciones de datos orientados a conexión
- Aplicaciones de datos orientados a no conexión

Para satisfacer estos tipos de servicios, la UIT -T , recomienda los protocolos que se listan enseguida:

- **AAL1:** Un servicio orientado a la conexión, destinado al transporte de información generada a una tasa de bit constante y con requisitos temporales de calidad de servicio. Principalmente se emplea para transportar flujos multiplexados de voz MIC. Provee el servicio conocido como clase de servicio A.
- **AAL2.** Destinado al transporte de información generada a una tasa de bit variable y con requisitos temporales de calidad de servicio. Se emplea para transportar voz de una forma más eficiente que con AAL1. También se utiliza para la transmisión de video comprimido. Provee el servicio conocido como clase de servicio B.
- **AAL3/4.** Destinado al transporte de datos, esto es, información generada a una tasa de bit variable sin requisitos temporales de calidad de servicio y en la modalidad de servicio sin conexión. En la actualidad no se emplea a causa del nulo impacto de las soluciones que se basaban en su utilización. Provee el servicio conocido como clase de servicio C y D.
- **AAL5.** Destinado al transporte de datos, de forma análoga a AAL3/4, pero en la modalidad de servicio orientado a conexión. En la actualidad es el protocolo ALL de uso más extendido. Provee el servicio conocido como clase de servicio C y D.

4.13.5 Tabla de resumen

Clase	AAL	Características	Ejemplos
A	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad constante, origen y destino</li> <li>• Intercambian información de sincronismo</li> <li>• Los errores se detectan pero no se recuperan</li> </ul>	Circuito punto a punto, telefonía, imágenes
B	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de información generada a velocidades variables, pero sincronizada</li> <li>• Los errores se detectan pero no se recuperan</li> </ul>	Video On Demand Difusión TV
C&D	3,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para datos sensibles a las pérdidas de celdas, aunque no al retardo, fueron 2 ALL's diferentes, hoy unificadas</li> </ul>	Frame Relay TCP/IP, WWW
C&D	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una mejora del tipo 3,4 que reduce el Overhead en cada celda</li> <li>• Mejora la detección de errores, enlace a no-conexión</li> </ul>	LAN Emulation Internet

### Direccionamiento ATM

Para redes públicas ATM (B-ISDN) el estándar de la ITU-T se basa en la norma E.164 (similar a los números telefónicos). El Forum A TM extendió el direccionamiento ATM para incluir redes privadas.

### Calidad de Servicio ATM (QoS)

La calidad de servicio de una conexión, se refiere a la pérdida de células, el retardo y la variación de retardo en que incurren las células pertenecientes a esa conexión en una red ATM. Para ATM, la calidad de Servicio de una conexión está estrechamente ligada al ancho de banda que ésta usa. Cabe destacar aquí el uso de la función de policía (Traffic Policing), la cuál esta definida por un conjunto de acciones tomadas por la red para monitorear y controlar tráfico en una conexión ATM en términos del volumen de tráfico de células y validación del enrutamiento de las células.

ATM soporta QoS garantizado compuesto de traffic contract; traffic shaping y traffic policing. El contrato de tráfico (traffic contract) especifica la envoltura del flujo de datos intentado. Esta envoltura especifica los valores para ancho de banda máximo, ancho de banda promedio sostenido, tamaño de ráfaga y algunos otros. Cuando un dispositivo ATM se conecta a la red ATM, este negocia los parámetros del traffic contract en los que basa sus parámetros de calidad de servicio.

Traffic Shaping es el uso de las colas de espera que restringen las ráfagas de datos, limitando los picos en la velocidad de datos, y suavizar los defasamientos para que el tráfico no se salga de la envoltura prometida. Los dispositivos ATM son los responsables de respetar el traffic contract mediante el uso del traffic shaping. Los conmutadores ATM pueden utilizar el Traffic Policing para hacer valer el contrato. El conmutador puede medir el flujo actual de datos y compararlo con la envoltura de tráfico que se acordó. Si el conmutador encuentra que el tráfico esta fuera de los parámetro acordados, este puede encender el bit de prioridad de pérdida de celda (CLP). Encendiendo el bit CLP se hace que la celda sea

elegida para descarte, lo cual significa que cualquier conmutador que maneje dicha celda, podrá eliminarla en periodos de congestión.

### Señalización y Establecimiento de la Conexión ATM

Cuando un dispositivo ATM quiere establecer una conexión con otro dispositivo, este envía un paquete de petición de señalización directamente al conmutador al cual se encuentra conectado. Esta petición contiene la dirección ATM del destino final, así como también los parámetros QoS de la conexión requerida.

Los protocolos de señalización ATM varían dependiendo del tipo de enlace ATM, los cuales pueden ser señales UNI o señales NNI. UNI es utilizado entre dispositivos de Acceso A TM y conmutadores ATM y NNI son utilizadas en enlaces NNI.

La especificación ATM Forum UNI 3.1 es la especificación estándar para señales UNI, la cual está basada en el protocolo de señalización para redes públicas Q.2931 desarrollado por ITU-T. Las peticiones de señalización UNI son transportadas por la conexión por defecto: VPI = 0, VCI = 5. Actualmente sólo existen estándares para señales ATM UNI, pero el trabajo de estandarización continúa para señales NNI.

### Proceso de establecimiento de la conexión A TM

La señalización ATM utiliza el método de un paso para el establecimiento de la conexión que es utilizado en todas las redes modernas de telecomunicaciones. El establecimiento de una conexión ATM se lleva a cabo de la siguiente manera.

- a) Primero, el dispositivo de acceso ATM fuente envía una petición de conexión de señalización.
- b) La petición de conexión es transmitida a través de la red.
- c) Como resultado la conexión es establecida a través de la red.
- d) La petición de conexión alcanza el destino final, el cual acepta o rechaza la petición de conexión.

### Negociación y Solicitud de conexión de enrutamiento

El enrutamiento de una petición de conexión es gobernado por un protocolo de enrutamiento ATM ( el cual enruta las conexiones basado en las direcciones fuente y destino), tráfico, y los parámetros de calidad de servicio QoS solicitados por la fuente y destino. La negociación de solicitud de conexión que es rechazada, es limitada ya que el enrutamiento de llamadas esta basado en los parámetros de una conexión inicial; por lo que un cambio de parámetros quizá, pueda afectar el enrutamiento de conexiones (ver figura 3.39).

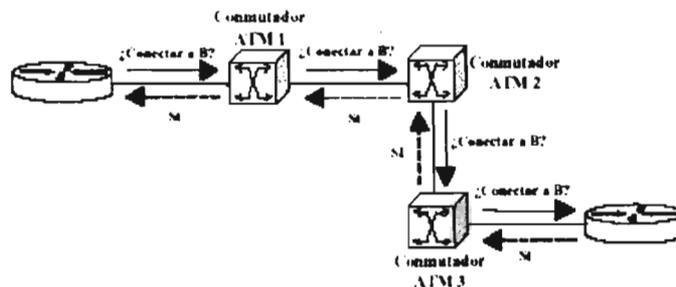


Figura 3.39

### Mensajes de Administración de Conexiones ATM

Un número de mensajes de administración de conexión, son utilizados para establecer y liberar conexiones ATM, incluyendo mensajes de establecimiento, procedimiento de llamada, conexión y liberación. El dispositivo de acceso inicial envía un mensaje de establecimiento (incluyendo la dirección destino y los parámetros QoS), cuando solicita establecer una conexión. El conmutador de acceso envía un mensaje de procedimiento de llamada hacia la fuente en respuesta al mensaje de establecimiento. El dispositivo final envía un mensaje de conexión si la conexión es aceptada. El dispositivo final envía un mensaje de liberación si la conexión es rechazada.

Los mensajes de administración de conexión son utilizados para establecer conexiones ATM de la siguiente manera:

- 
- a) Primero, el dispositivo fuente envía un mensaje de establecimiento, el cual es dirigido a un conmutador ATM de acceso en la Red.
  - b) El conmutador envía un mensaje de llamada en proceso e invoca un protocolo de enrutamiento.
  - c) La petición de señalización es propagada a través de la red.
  - d) El conmutador final (llamado conmutador de salida) al cual está conectado el dispositivo destino recibe el mensaje de establecimiento.
  - e) El conmutador de salida envía el mensaje de establecimiento al dispositivo final a través de una UNI, y el dispositivo final ATM envía un mensaje de conexión si la conexión es aceptada.
  - f) El mensaje de conexión se envía a través de la misma trayectoria al dispositivo fuente, el cual envía un mensaje de reconocimiento de conexión hacia el dispositivo final.
  - g) En este momento la transferencia de datos puede iniciarse.

---

# **Capítulo IV.**

## **Aplicación de las comunicaciones en redes de cómputo.**

Hace ya algunos años que las redes de computadoras han sido aplicadas en todos los ámbitos de nuestras vidas, hace 5 años se hablaba del advenimiento de las computadoras como una herramienta fundamental en el desarrollo de nuestras vidas personales y profesionales, los escépticos lo negaban mientras que los futuristas lo apoyaban, ahora estamos viviendo una realidad en la que un niño de 7 años se pasa la tarde sentado frente a una computadora entre juegos, Internet, sesiones de pláticas con personas de todo el mundo y apoyando y sacando de apuros a sus padres pues no saben como consultar una información financiera en Internet. Los pronósticos de "compudensidad" para el año 2000, en algunos países quedaron muy cortos y en otros quedaron muy lejanos, sin embargo, la realidad es que ahora todo lo hacemos por medio del uso de una computadora ó via Internet, directa o indirectamente.

Existen básicamente 2 puntos fundamentales que debemos de saber:

- ¿Qué es una red de cómputo?
- ¿Para qué sirve una red de cómputo?

#### 4.1 ¿Que es una red de cómputo?

Es un conjunto de computadoras *autónomas* (con alta capacidad de procesamiento y de almacenamiento), interconectadas a través de una tarjeta de red y por un *medio de comunicación*, (par de cobre, fibra óptica, radio, satélite) para "comunicarse" entre sí por medio de *Protocolos de Comunicaciones*.

#### Elementos de la red.

Resulta fácil a simple vista saber cuáles son los elementos físicos de una red, sin embargo, es importante considerar que si no tenemos los sistemas y programas necesarios para nuestras aplicaciones, no podremos aprovechar adecuadamente la red, por eso es importante identificar como partes fundamentales el Sistema Operativo y las aplicaciones que son las que nos darán los servicios de los cuales hablaremos posteriormente.

De tal manera que los elementos necesarios para conformar una red y para que esta cumpla con su objetivo, son los siguientes:

- Servidor
- Sistema Operativo de red Aplicaciones
- Estaciones de trabajo
- Tarjeta de Interfase de red
- Equipos de Interconectividad (dispositivos de interconexión)
- Medio de transmisión

En la siguiente figura podemos observar la interrelación y ubicación de cada uno de estos elementos.

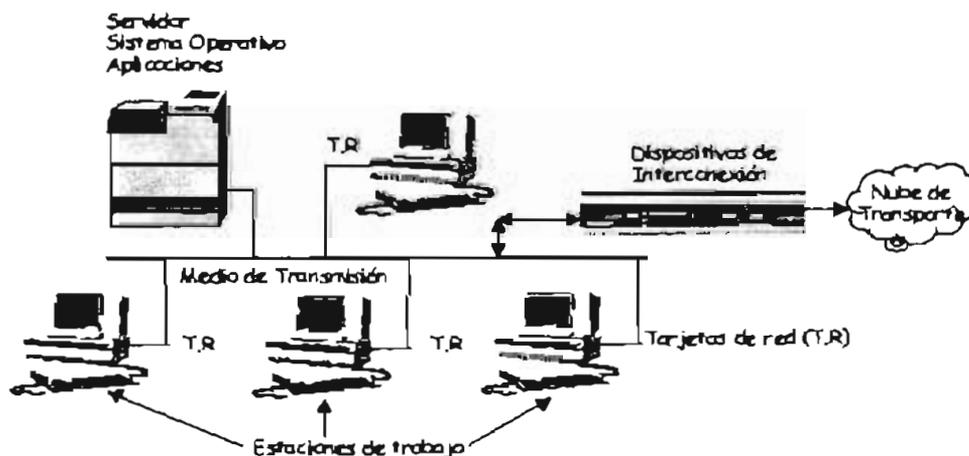


Figura 4.1

---

**Servidor.** Es el sistema de cómputo central que ejecuta un programa o *software* especializado (sistema operativo de red) para proveer acceso compartido a los usuarios de red. Es decir, es el equipo encargado de administrar y controlar los recursos de la red, (memoria, dispositivos periféricos, así como almacenar todas las "aplicaciones" que cada uno de los usuarios conectados a esa red van a utilizar

Este equipo debe de contar con capacidad de procesamiento suficiente para responder a los requerimientos de las estaciones y con un disco duro de gran capacidad para almacenar al sistema operativo de la red, las aplicaciones y los archivos de los usuarios.

**Sistema Operativo de Red.** Es un conjunto de programas y protocolos de comunicación que permite a varias computadoras interconectadas en una red compartir recursos de una manera organizada, eficiente y transparente. Mediante el sistema operativo de red se tiene acceso compartido a servidores de archivos, servidores de impresión y servidores de comunicaciones.

**Aplicaciones (Software).** En primer instancia es importante mencionar que el *software* de la computadora lo forman todas las instrucciones necesarias para que el sistema de cómputo realice el procesamiento de información, la secuencia de estas instrucciones se identifica como programa y los datos procesados por los programas son las bases de datos.

Estas bases de datos requieren ser manipuladas y presentadas en formatos o reportes, de aquí surgen los programas de aplicación como Excel, Word, manejadores de bases de datos, etc.

**Estaciones de trabajo.** Son los sistemas de cómputo de usuario ó terminales que hacen uso de todos los recursos (impresora, bases de datos, aplicaciones) que administra el servidor de la red. Estas estaciones de trabajo se van a conectar a la red por medio de las tarjetas de red para poder interactuar con otros usuarios de esa misma red como: transferencia de archivos, comunicación en línea ó correo electrónico entre otros.

**Tarjetas de interfase de Red.** La tarjeta de interfase de red identificada como *NIC*, (por sus siglas en inglés *Network Interface Card*), es la encargada de establecer la comunicación de una computadora o estación de trabajo, con la red. Esta tarjeta debe de ser apropiada para la tecnología que se desee usar, esta es físicamente la interfase entre la red y la computadora, por lo tanto, debe de cumplir con los protocolos adecuados para evitar conflictos con otros dispositivos conectados a la computadora o con otros nodos.

**Equipos de interconectividad** (dispositivos de interconexión). El objetivo principal de la "Conectividad", es el de proporcionar un mecanismo confiable para el intercambio de datos y extender los servicios de cómputo de nivel local hacia los usuarios remotos, esto se realiza mediante los equipos de interconectividad. Estos equipos son los que tienen como fin el de interconectar diferentes tipos de redes a través de ellos: ("router" ruteador, "switch" conmutador, "gateway" compuerta), o bien segmentar una red en varias áreas (puentes, procesadores frontales).

**Medios de transmisión.** Es el medio por donde va a ser transmitida la información a través de la red, este puede ser par de cobre, cable coaxial o fibra óptica que son los medios físicos más utilizados. Estos deben de cumplir con ciertas características especificaciones tanto funcionales y de desempeño, como de construcción e instalación, para este último caso se aplica la Normatividad Internacional de Cableado Estructurado, mientras que para el desempeño del medio de transmisión se aplican los estándares de la IEEE que especifica velocidades y modos de transmisión. La importancia de los medios de transmisión radica principalmente en su confiabilidad y velocidad para realizar la transmisión.

#### ¿Para qué sirve una red de cómputo?

Las redes surgen de la necesidad de compartir recursos de alto costo entre varias personas, pero por otra parte también existe la necesidad de transferir e intercambiar datos entre computadoras, de aquí surgen los "servicios" que ofrecen las redes.

En primer instancia, hablemos de las funciones que tienen las redes como tal:

- Compartir recursos de alto costo ( ahorro )
- Transferencia de archivos
- Intercambio de información

---

Además de estas grandes ventajas que ofrecen las redes de computadoras, es importante tener en mente los servicios básicos o fundamentales que estas nos proporcionan, los cuales viene a revolucionar el manejo y uso de la información, así como a ofrecer la comunicación entre personas más clara y directa, elementos que hoy en día debido al acelerado modo de vida que llevamos es imprescindible. Estos servicios son:

- Transferencia de Archivos
- Acceso remoto a terminales
- Correo electrónico
- Comunicación en línea

### Lineamientos de confiabilidad

Independiente mente del servicio ó aplicación que cada empresa tenga en su red, es importante considerar algunos aspectos para asegurar la **confiabilidad** de la red, los cuales se mencionan enseguida:

**Compartición de recursos.** La compartición de recursos además de la compartición en si, implica la **disponibilidad** de los recursos para poder ser compartidos, pues si bien, podemos estar todos conectados a una red con una impresora, si no se realiza adecuadamente el diseño de ésta, estaremos **compartiendo** recursos pero no tendremos acceso a ellos, o bien, el tiempo que tengamos para utilizarlos no será el suficiente para solventar nuestras necesidades, por lo tanto: La compartición de recursos significa hacer que todos los programas, información y equipos estén disponibles en cualquier computadora de la red, eso sin importar la ubicación física, tanto del recurso como del usuario.

**Confiabilidad.** Esto quiere decir que la red va a ofrecer alternativas múltiples, ya sea que un archivo pueda duplicarse en dos o tres máquinas, de modo que si una no está disponible puede tener acceso a otra.

**Ahorro de recursos.** Mediante la implementación de una red se va a ahorrar dinero, ya que al tener varias computadoras en red se puede compartir una impresora y satisfacer las necesidades del usuario, esto sin tener una impresora para cada computadora." *"Todos para uno y uno para todos"*.

**Medio de Comunicación.** El medio de comunicación debe de ser del tamaño de la aplicación de la red, que no quede "chica" y se tengan problemas de comunicación, o que no quede demasiado grande lo que implique desperdicio de recursos, que esté a la medida de la necesidad actual y que tenga posibilidad de expandirse conforme lo vaya requiriendo la aplicación.

**Seguridad.** Este tópico es uno de gran importancia hoy día debido a los famoso Crackers, Hackers y Breackers. Así como para las redes propias como para las redes pública o la ya famosa Internet, que derivado de la compartición de información, se requieren de sofisticados procesos de seguridad que detecten, eviten la entrada de personas ajenas a bases de datos confidenciales o bien, aseguren la información de las grandes bases de datos accesadas por miles de personas en todo el mundo, y, sin ir tan lejos, que eviten el sabotaje o pérdida de información de importantes empresas o consorcios comerciales, la cual es usada para hacer fraudes, caso que con sistemas de seguridad adecuadamente implementados no ocurrirá.

Derivado, entonces, de que miles de ciudadanos comunes usan redes para sus transacciones bancarias, compras y declaraciones de impuestos, la seguridad aparece en el horizonte como un problema potencial de grandes proporciones.

**Compatibilidad.** Otro de los puntos que deben de ser considerados en la planeación de redes es la compatibilidad de una red con otra red ó entre sistemas, de aquí surge la necesidad de establecer un estándar ó modelo que permita la interconexión de un sistema con otro para poder realizar el intercambio de información sin importar marcas u origen de los equipos de cómputo.

## 4.2 Modelo OSI

**Sistemas Abiertos.** Es un sistema diseñado bajo un estándar internacional y su funcionamiento se rige bajo estos estándares, esto tiene como objetivo que si un proceso está corriendo en una computadora éste se pueda comunicar con un proceso que esté corriendo en otra computadora (de diferentes marcas o fabricantes). Los sistemas que construyen las empresas tienen su diseño interno propio, pero los elementos de comunicación e interconexión con el mundo exterior deben de estar diseñados bajo estándares internacionales. Los sistemas diseñados bajo estas características son descritos como *abiertos*.

Para el usuario, un sistema abierto significa flexibilidad para diseñar sus redes de datos conforme a sus necesidades de operación y de presupuesto, esto implica no depender tecnológicamente de un sólo proveedor o fabricante.

La Organización Internacional de Estándares ISO desarrolló un modelo de referencia llamado OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos). Este permite la interconexión de sistemas de diferente origen mediante la "aplicación" de estándares y protocolos desarrollados bajo este modelo.

Pero.... ¿ Qué es el modelo OSI?

**Es un conjunto de interfaces, servicios y protocolos de comunicaciones diseñados para la interoperabilidad o portabilidad de aplicaciones, datos y usuarios soportados por diferentes tipos de sistemas.**

El Modelo OSI fue diseñado bajo la metodología de la programación estructurada, por medio de esta metodología, se obtiene un sistema de información el cual surge de la división del trabajo, en donde el trabajo es dividido en funciones, actividades, ó capas más pequeñas y menos complejas las cuales son más simples de diseñar y más fáciles de controlar. Es importante visualizar que cada una de estas "actividades" es parte de un todo o de un total.

Lo interesante e importante de este modelo, radica en que cada nivel tiene una función ó actividad específica "capa", y cuando una capa necesita llevar acabo una función, utiliza los servicios de la capa inferior. Cuando esta capa termina su función, pasa el control y resultados ala capa superior. En general, cada capa en la jerarquía del modelo OSI se puede conceptualizar como un programa o proceso en una máquina que se comunica con el proceso correspondiente en otra máquina y las leyes que rigen la conversación en la capa  $n$  constituyen el protocolo de esta capa.

**Servicio.** Es un conjunto de "operaciones" llamadas primitivas que una capa  $n$  ofrece a sus capas adyacentes. Es decir, acopla capas de una misma entidad.

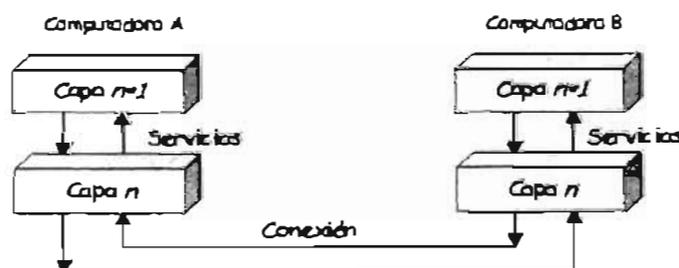


Figura 4.2

**Protocolo.** Son los procedimientos o conjunto de reglas, utilizados para controlar el intercambio ordenado de información entre dos entidades iguales en las capas correspondientes de la computadora en un enlace de datos.

Un protocolo siempre conecta dos entidades al mismo nivel, es decir, la capa  $n$  de una entidad con la capa  $n$  de otra entidad, como se puede apreciar en la siguiente figura:



Figura 4.3

El propósito del modelo OSI, es el de proporcionar una *arquitectura funcional y conceptual* basada en las funciones de una red de computadoras, en la que cada una de estas funciones (actividades) se les denomina *capa*, y cuyo objetivo es la *compatibilidad de conexión y comunicación* entre sistemas de cómputo.

El modelo OSI es una arquitectura de 7 capas, la cual se diseñó conforme a los siguientes principios:

- Debe de existir una capa por cada nivel diferente de abstracción.
- Cada capa debe de realizar una función bien definida.
- Se debe de elegir la función de cada capa conforme a protocolos estandarizados internacionalmente.
- Se debe de manejar entre los límites de cada capa el mínimo flujo de información a través de las interfaces (servicios) "

Conforme a estos principios se establecieron las capas que conforma la arquitectura del modelo OSI. La arquitectura del modelo OSI se presenta a continuación:

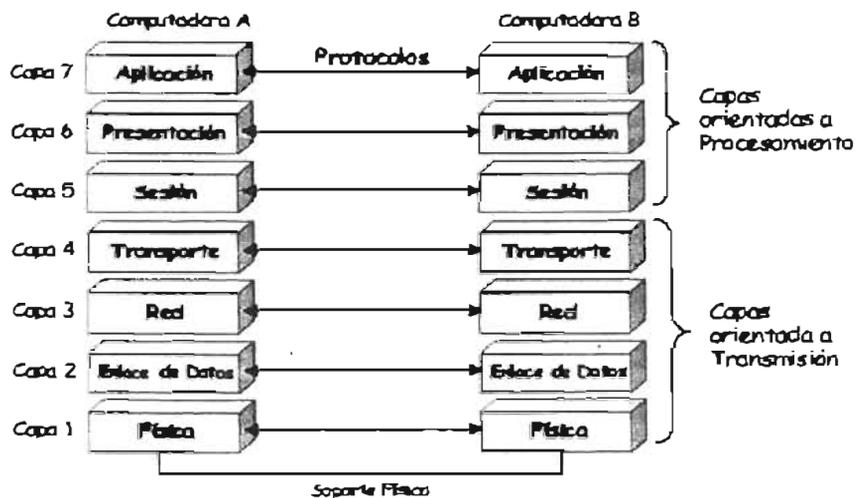


Figura 4.4

### Funciones comunes a todas las capas.

Antes de mencionar las funciones de cada capa, es importante saber que existen funciones que se aplican en general a todas las capas y es importante conocerlas pues son un apoyo para la mejor comprensión de la función e interrelación entre capas, estas son las siguientes:

**Encapsulado.** Para una capa  $n$ , el mensaje que recibe de la capa superior ( $n + 1$ ) es sólo una secuencia de bits de datos. Esta capa agrega un encabezado a este mensaje y lo pasa a la capa  $n - 1$ . Esta capa ( $n - 1$ ) recibe solo bits de datos a los cuales les agrega su propio encabezado, y así sucesivamente hasta la capa física la cual recibe bits de datos que van a ser transmitidos por el medio físico. Es importante señalar que este procedimiento se efectúa iniciando de la capa de aplicación, capa 7 hacia abajo.

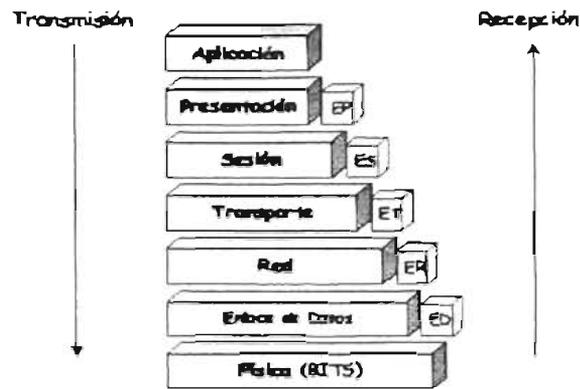


Figura 4.5

**Segmentación.** Debido a los requerimientos y manejo de información de cada capa, una capa  $n$ , puede segmentar el mensaje recibido de la capa  $n + 1$  para satisfacer sus propios requerimientos.

**Establecimiento de la conexión.** Una capa  $n$  proporciona servicios a la capa  $n + 1$  en dos tipos de servicios: Servicio sin conexión y servicios orientados a conexión.

- Servicio sin conexión. En este no se hace uso de ningún mecanismo para establecer la conexión entre la fuente y el destino (capa  $n$  y capa  $n + 1$  ejem.) la cual está permanentemente "accesible", la información puede circular libremente y en cualquier tiempo.
- Servicio con conexión. En este caso antes de realizar la transferencia de datos es necesario establecer una conexión entre la fuente y destino y posteriormente se enviarán los datos.
- Cuando en cualquiera de los casos anteriores la capa que envía los datos no garantiza la entrega de estos, es conocido como un servicio llamado *datagrama*.

**Control de flujo.** Esta es una función desarrollada por una entidad en una capa  $n$  de la computadora B para limitar el régimen de datos que recibe de la entidad correspondiente en la computadora A. Esto es necesario para mantener el control de flujo de datos entre una computadora y otra.

**Control de error.** Con esta función la computadora que recibe los datos, determina por medio de un código detector de errores si los datos que ha recibido de la computadora transmisora son correctos o no.

Es importante tener en mente estas funciones, pues no servirán de apoyo para una mejor comprensión de la s funciones que realiza cada una de las capas del modelo OSI que es lo que se explica a continuación.

### 4.3 Función de las capas del Modelo OSI

**Capa 1: Física.** Este nivel es el encargado de realizar la transmisión de los bits de datos (1's y 0's) a través de los circuitos de comunicación. Es decir, proporciona el soporte físico del canal de comunicaciones. La capa física está encargada de la sincronización de los bits y de la identificación de un elemento como un uno o un cero. La unidad de datos de este protocolo es el Bit. Esta capa específicamente define tres características de las Interfaces físicas:

- Mecánicas
- Eléctricas
- Procedimiento

**Mecánicas y Eléctricas.** Describe las especificaciones mecánicas y eléctricas para la estructura del cableado, define cómo serán convertidos los bits en corriente eléctrica, pulsos luminosos o cualquier otra forma física. Determina el método por el cual las ráfagas de bits son enviadas a través de la red.

La siguiente figura muestra como ejemplo las características mecánicas de una interfase física (conector DB9).

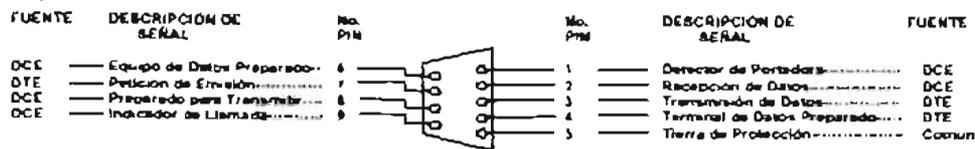


Figura 4.6

**Procedimiento.** Proporciona los servicios de enlace que están asociados con la adquisición, mantenimiento y desconexión de circuitos físicos que conforman la ruta de conexión de la comunicación. Maneja tanto la interfase como los requerimientos de procedimiento del medio de conexión.

**Protocolos:** Algunos de los protocolos comunes usados en esta capa son los siguientes:

- RS -232
- CCITT X.25
- IEEE 802.X

**Capa 2: Enlace de Datos.** Es la responsable de hacer que el enlace físico sea confiable. Está encargada de comenzar y terminar los enlaces, además de detectar y controlar los errores. Un estándar para redes LAN identificado como IEEE 802.3 ha subdividido esta capa en dos subcapas: MAC y LLC. Este punto se tratará en el tema de redes LAN.

La capa que sirve como interfase con la capa física es llamada capa de Control de Acceso al Medio (MAC) y la capa que sirve de interfase con la capa de transporte es llamada capa de Control Lógico de Enlace (LLC).

**La capa de control lógico de enlace (LLC)** es responsable de ensamblar y particionar las tramas, agregando direcciones origen y destino, facilidades para el control y detección de errores en el receptor. LLC es la capa responsable de controlar el intercambio de datos entre usuarios que se están comunicando a través de la capa de Control de Acceso al Medio.

Los servicios de la capa de enlace están relacionados con el intercambio confiable de datos a través de un enlace punto a punto o multipunto que ha sido establecido en la capa física. Los protocolos de la capa de enlace de datos manejan el establecimiento, control y terminación de la conexión lógica. Controla el flujo de datos del usuario, supervisa la recuperación de errores y condiciones anormales, mantiene la sincronización de los bloques o tramas y caracteres.

**Capa 3. Red.** Es responsable de establecer y monitorear las conexiones entre redes de área local. También se realiza el control y selección de las rutas lógicas y conexiones entre usuarios de puntos finales en una red.

Proporciona aquellos servicios asociados con el traslado de los datos de los usuarios a través de una red constituida por enlaces encadenados, teniendo muchas rutas disponibles entre los puntos. Estos servicios incluyen: ruteo, switcheo, secuenciación de datos, control de flujo y recuperación de errores.

**Capa 4. Transporte.** La capa de transporte es la capa más alta asociada con el movimiento de datos a través de la red. Esta capa provee un mecanismo universal transparente para ser usado por las capas más altas que representa a los usuarios de los servicios de comunicación. De la capa de Transporte se espera la optimización del uso de los recursos disponibles.

Los protocolos de transporte son responsables de la integridad del intercambio de datos y deben de ser el puente conector entre los servicios proporcionados por las capas inferiores y los requeridos por las capas superiores. Se han desarrollado numerosas clases de protocolos de transporte desde algunas muy simples hasta otras muy complejas. Las capas de transporte simples pueden ser utilizadas cuando la red provee un servicio confiable y de calidad. Un protocolo de transporte complejo es usado cuando los servicios de las capa inferior es incapaz de proporcionar el nivel de servicio requerido. La complejidad es

---

necesaria debido a que esta capa duplica los mecanismos de recuperación que deben haber sido proporcionados por las capas inferiores

**Capa 5. Sesión.** Una sesión enlaza dos procesos de aplicación en una relación cooperativa durante cierto tiempo. La capa de sesión proporciona un servicio administrativo que maneja el establecimiento y liberación de una conexión entre dos entidades de presentación. Las sesiones son establecidas cuando un proceso de aplicación pide acceso a otro proceso de aplicación.

Cuando una sesión es establecida, los servicios de control dialogan y supervisan el intercambio de datos actual. El propósito de esta capa es proporcionar el control sobre la comunicación entre las aplicaciones. Esta asume que la conexión física es confiable y es controlada por las capas inferiores. Una simple sesión puede mantener varias conexiones de transporte o muchas sesiones consecutivas pueden ser mantenidas en una conexión de transporte única. Actualmente los protocolos de sesión incluyen el ISO 8327, el CCITT X.25, ECMA 75 y el CCITT T.62 el cual esta orientado a servicios de Teletex.

**Capa 6. Presentación.** Esta capa permite a una aplicación interpretar en forma adecuada la información transferida. Esta capa está involucrada con la traducción, transformación, formato y sintaxis de la información. Esas funciones son requeridas para adaptar las características de manejo de la información de un proceso de aplicación a otro.

Esta capa es la responsable de presentar los datos a aplicaciones diferentes en un formato que ambos puedan reconocer. También controla características tales como cifrado y compresión de datos. Un ejemplo de la función de esta capa es la de convertir datos ASCII, usados por la mayoría de las PCs y el sistema de códigos EBCDIC usado en las mainframes IBM.

Algunos ejemplos de las acciones que se realizan en esta capa, serían, la traducción de códigos, estructuración de los datos para el despliegue en pantalla, control de formato y protocolos de terminales virtuales.

**Capa 7. Aplicación.** Incluye una parte de la administración de la red y tareas de aplicación general, tales como transferencia de archivos. Aunque esta es la capa superior de la arquitectura del modelo OSI, la capa de aplicación no es la casa de las aplicaciones. Esta es simplemente la ventana a través de la cual las aplicaciones obtienen el acceso a los servicios proporcionados por la arquitectura de comunicaciones.

Esta capa proporciona servicios de comunicación que son mas directamente comprensibles al usuario. Estas incluyen identificación de procesos cooperativos, autenticación del comunicante, verificación de autoridad, determinación de los recursos disponibles y acuerdo de sintaxis.

La capa de aplicación puede ser visualizada como una conexión de elementos de usuario que son específicos al proceso de aplicación; un elemento de aplicación específica tiene funciones como transferencia de archivos, intercambio de datos de negocio, u operaciones de terminales virtuales y un elemento común constituido de funciones generales.

## 4.4 Protocolos de Comunicación

Para intercambiar datos entre nodos se necesita que cada nodo se apegue a ciertas reglas preestablecidas.

Un Protocolo establece las reglas, estándares o convenciones que se van a seguir para llevar a cabo el intercambio de datos entre nodos, es decir, que se establezca comunicación entre esos conforme a las reglas establecidas.

Un protocolo está conformado básicamente por tres parámetros importantes a considerar:

- **Sintaxis.** Estructura los mensajes de datos y de control
- **Semántica.** Es el conjunto de mensajes de control, las acciones que se tomarán y las respuestas que se darán.
- **Secuencia.** Especifica el orden de los sucesos.

Resumiendo las funciones que realiza un protocolo quedan las siguientes:

- Establecimiento de comunicación entre estaciones.
- Identificación de la estación transmisora y receptora

- Transmisión del mensaje
- Aseguramiento de la integridad del mensaje
- Transmisión de caracteres de control
- Diferenciación entre caracteres de control y caracteres de datos
- Finalización de la comunicación.

### Protocolos de enlace.

Como se mencionó anteriormente un protocolo es un conjunto de reglas que se acuerdan entre dos computadoras para poder intercambiar información entre ellas a través de un medio de comunicación. Los protocolos de enlace, correspondientes a la capa de enlace de datos dividen la secuencia de bits a ser enviados en bloques llamados, *tramas*, y de acuerdo a la terminología del modelo OSI estas *tramas* son llamadas *Unidades de Datos de Servicio de Enlace (LSDU)*, por sus siglas en inglés. Existen dos clases de protocolos de este tipo:

- Orientados a Bytes
- Orientados a Bits

Los protocolos *orientados a bytes*, son protocolos en los cuales cada trama inicia y termina con caracteres *especiales* que son los caracteres de control (*SYN, EOT* etc.), y la mayoría de estos opera con la técnica de control de para y espera (*stop and wait*) y requieren un programa sofisticado que diferencie los datos de los caracteres de control.

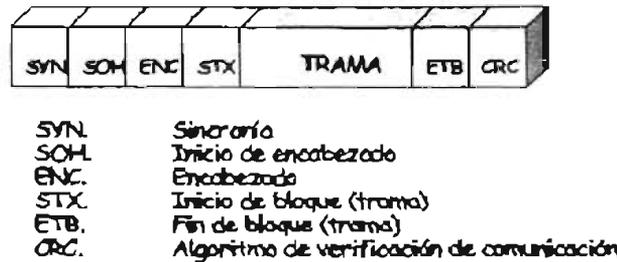


Figura 4.7

Los protocolos *orientados a bits*, son protocolos más simples y eficientes, estos pueden ser aplicados directamente en *hardware* (elementos físicos) sin intervención del *software* (programas). En estos protocolos las tramas son delimitadas por una *secuencia* de bits de control la cual delimita el comienzo y fin de la trama. El protocolo más común operando en esta categoría es el HDCL Protocolo de Control de Enlace de Datos de Alto Nivel (High-level Data Link Control).

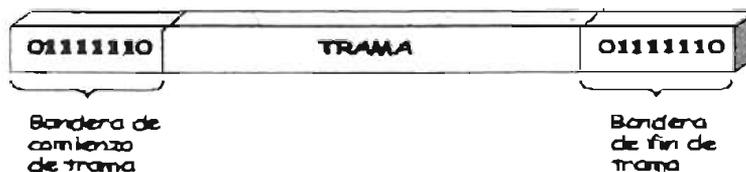


Figura 4.8

### Protocolo HDLC.

El HDLC es el protocolo de línea considerado como un estándar universal. Los datos en HDLC se organizan en *tramas*. La trama es un encuadre que incluye bits de redundancia y control para corregir los errores de transmisión, además regula el flujo de tramas para sincronizar su transmisión y recepción, también enmascara a las capas superiores de las imperfecciones de los medios de transmisión utilizados.

EL protocolo HDLC fue estandarizado por la ISO. Por esta razón varios protocolos se han basado en HDLC, tales como:

- SDLC (Control de enlace de datos síncrono). Usado en las redes IBM con arquitectura de red SNA el cual es una arquitectura para la administración de redes.
- LAP-B. (Link Access Procedure -Balanced.) Procedimiento de Acceso a Enlaces Balanceado. El cual administra el acceso de enlace para una red de conmutación de paquetes X.25

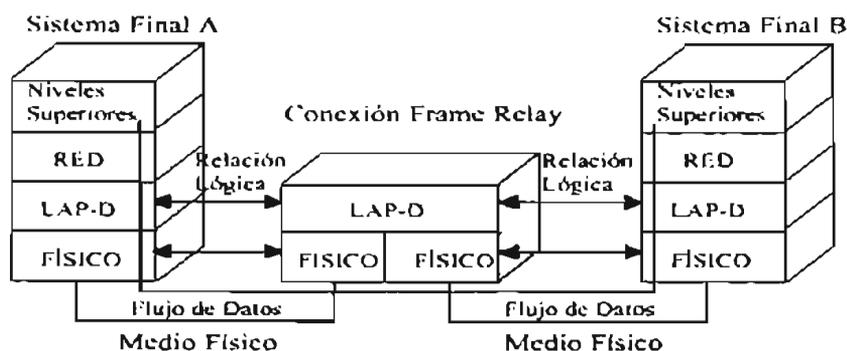
- LAP-D..(canal D) El cual es un protocolo usado para la señalización de canales de las redes digitales de servicios integrados RDSI.
- LLC. La cual es la parte superior de la capa 2 de enlace de datos aplicado para redes de área local LAN.

Las ventajas que ofrece este protocolo se mencionan a continuación:

- Transmite en *Full duplex*, o sea, puede transmitir simultáneamente en ambas direcciones en un canal o enlace.
- Permite la transmisión de datos binarios sin requerir una secuencia caracteres especiales de control.
- Permite transmitir múltiples bloques de datos sin esperar reconocimiento, y si un error afecta a un bloque particular, se retransmitirá solo ese bloque.

## Frame Relay

El Frame Relay es una tecnología de comunicación de datos que trabaja en el nivel 2 de la capa de enlace de datos del modelo OSI, como se puede ver a continuación:



- Protocolo nivel 2 OSI
- Basado en Funciones básicas del protocolo LAP-D

Figura 4.9

Esta tecnología está diseñada, debido a su funcionamiento, para operar en un medio que presupone las siguientes condiciones:

- Las estaciones de trabajo tienen poder de cómputo para comunicarse con protocolos de capas más altas de la de enlace de datos
- Las líneas de transmisión tienen un régimen de error muy bajo.
- Las aplicaciones deben de tolerar retardos variables. En este caso está la transmisión de datos.

La operación de Frame Relay en una forma muy breve es como sigue: dijimos que esta tecnología trabaja en la capa de enlace de datos o sea, elimina todo el procedimiento de la capa 3 como control de flujo por ejemplo, lo que realiza es la función de verificar si la trama a transmitir está libre de errores, si es así la envía a la dirección conocida, si tiene errores, no solicita retransmisión, simplemente la descarta.

Esta tecnología basa su funcionamiento en el protocolo LAP-D el cual es un protocolo orientado a bits y es un sub conjunto del protocolo HDLC. El formato de la trama LAP-D de Frame Relay (F.R) es el siguiente:



Figura 4.10

---

Los campos de bandera son, como se vio en HDCL, la secuencia de bits, específicamente: 0111111 0 que indican inicio y fin de trama. El campo CRC es una secuencia de bits generados en los campos de encabezados y datos cuya función es la de permitir al receptor detectar si existe error en la comunicación por medio del algoritmo CRC (Cyclic Redundancy Check) Chequeo redundante cíclico que es una secuencia de dos o más caracteres así llamados, el cual no se va a analizar a fondo por el momento.

En el campo de datos se ubica el paquete de transmisión que F .R recibe de las capas superiores y puede variar de 262 a 8000 bytes, dependiendo de la longitud del paquete de datos que recibe de la aplicación.

Dentro del encabezado de una trama F .R existe información necesaria para el control del envío, como ruta por donde se transmitirá esa trama, posibles rutas alternativas, indicación de congestión o no congestión de la red, ó si una trama puede ser o no descartada en condiciones de congestión de la red.

## 4.5 Redes LAN

**Definición de una red de área local.** La definición más general de una red de área local (Local Area Network, LAN), es la de una red de comunicaciones utilizada por una sola organización a través de una distancia limitada, la cual permite a los usuarios compartir información y recursos como: espacio en disco duro, impresoras, CD-ROM, etc.

**Elementos de una red.** Una red de computadoras consta tanto de hardware (elementos físicos) como de software (programas). En el hardware se incluyen: *estaciones de trabajo, servidores, tarjeta de interface de red, cableado y equipo de conectividad.* En el software se encuentra el sistema operativo de red (Network Operating System, NOS).

En las redes de computadoras, uno de los elementos más importantes que constituyen a la red, es sin duda, la tarjeta de interfase, pues en base a ella es como tenemos el acceso a la red.

**Tarjeta de Interfase de Red.** Para comunicarse con el resto de la red, cada computadora debe tener instalada una tarjeta de interfase de red (**Network Interface Card, NIC**). Se les llama también adaptadores de red o sólo tarjetas de red. En la mayoría de los casos, la tarjeta se adapta en la ranura de expansión de la computadora, aunque algunas son unidades externas que se conectan a ésta a través de un puerto serial o paralelo. La tarjeta de interfase obtiene la información de la PC, la convierte al formato adecuado y la envía a través del cable a otra tarjeta de interfase de la red local. Esta tarjeta recibe la información, la traduce para que la PC pueda entender y la envía a la PC.

Son ocho las funciones que realiza la tarjeta de interfase de red (NIC), los cuales se describen a continuación:

1. Establece la comunicación de la PC a la tarjeta NIC. La comunicación de la PC a la tarjeta NIC comúnmente se realiza con alguna de las técnicas siguientes:

Técnica	Descripción
DMA (Direct Memory Access)	El DMA es un procesador independiente que se instala en un chip que reside en la tarjeta madre de la PC y permite la transferencia directa de datos entre la tarjeta NIC y la memoria sin pasar por el procesador central.
Entrada/Salida	Es el modo más simple en que el CPU se comunica con la tarjeta NIC, en donde parte del espacio de dirección de memoria de la PC se asigna a la tarjeta NIC en lugar de hacerlo a la memoria real. Esta forma de comunicación NIC-CPU es muy rápida, pero tiene la desventaja de que usa direcciones que podrían asignarse a la memoria ordinaria.
Memoria Compartida	En esta técnica, la tarjeta NIC usa la misma memoria que el CPU, por lo que no se requiere transferencia de los datos de la tarjeta NIC a la memoria del CPU, no se necesita memoria de buffer en la NIC, ya que este buffer reside en la memoria principal.

2. Almacenamiento temporal. Cuando la tarjeta NIC recibe datos de la LAN, los almacena temporalmente en una memoria llamada de buffer antes de pasarlos a la memoria principal del CPU de la PC. Este almacenamiento temporal es necesario porque los datos pueden llegar a una velocidad más rápida que aquella con la cual la NIC puede procesarlos, para: cambiar los datos de serie a paralelo, desempaquetarlos y transferirlos al destino.

3. Formación de tramas. Los datos que la tarjeta NIC recibe de la aplicación en la PC son encapsulados en un paquete llamado trama, donde el encabezado incluye la dirección fuente y la dirección destino, mientras que la cola contiene una secuencia de datos para que el receptor pueda detectar errores en la comunicación.

4. Conversión serie / paralelo. La tarjeta NIC recibe datos de la PC en modo paralelo, es decir, 8, 16 ó 32 bits a un tiempo, según el tamaño del bus, y los transfiere al medio de comunicación de la LAN en modo serie, es decir, bit por bit. Por esto es necesario que la NIC haga la conversión de los datos de modo serie a paralelo y viceversa.

5. Codificación / decodificación en línea. Para transferir los datos sobre el medio de comunicación, la tarjeta NIC representa los datos en un código determinado.

6. Acceso al medio de comunicación. En las redes locales el medio de comunicación es compartido, por lo que sólo una PC transmite a un tiempo dado, lo que hace necesario controlar el acceso al medio.

7. Establecimiento de parámetros de transmisión. En la fase de establecimiento de una comunicación, la tarjeta NIC fuente envía a la tarjeta NIC destino los parámetros de comunicación que se deben utilizar, como por ejemplo: tamaño de los buffers, tamaño de las tramas, etc.

8. Transmisión y recepción de los datos. Todas las funciones anteriores tienen como fin que la tarjeta NIC pueda transferir y recibir datos desde y hacia la LAN.

Estos pasos hacen que los datos de la memoria de una computadora pasen a la memoria de otra.

- **Cableado.** La LAN debe tener un sistema de cableado que conecte las estaciones de trabajo individuales con los servidores de archivos y otros periféricos. Si sólo hubiera un tipo de cableado disponible, la decisión sería sencilla. Lo cierto es que hay muchos tipos de cableado, cada uno con sus propios defensores y como existe una gran variedad en cuanto al costo y capacidad, la selección no debe ser un asunto trivial.

- Cable de par trenzado: Es con mucho, el tipo menos caro y más común de medio de red.
- Cable coaxial: Es tan fácil de instalar y mantener como el cable de par trenzado, y es el medio que se prefiere para las LAN grandes.
- Cable de fibra óptica: Tiene mayor velocidad de transmisión que los anteriores, es inmune a la interferencia de frecuencias de radio y capaz de enviar señales a distancias considerables sin perder su fuerza. Tiene un costo mayor.
- **Equipo de conectividad.** Por lo general, para redes pequeñas, la longitud del cable no es limitante para su desempeño; pero si la red crece, tal vez llegue a necesitarse una mayor extensión de la longitud de cable o exceder la cantidad de nodos especificada. Existen varios dispositivos que extienden la longitud de la red, donde cada uno tiene un propósito específico. Sin embargo, muchos dispositivos incorporan las características de otro tipo de dispositivo para aumentar la flexibilidad y el valor de la red.
- Hubs o concentradores: Son un punto central de conexión para nodos de red que están dispuestos de acuerdo a una topología física de estrella.
- Repetidores: Un repetidor es un dispositivo que permite extender la longitud de la red; amplifica y retransmite la señal de red.
- Puentes: Un puente es un dispositivo que conecta dos LAN separadas para crear lo que aparenta ser una sola LAN.
- Ruteadores: Los ruteadores son similares a los puentes, sólo que operan a un nivel diferente. Requieren por lo general que cada red tenga el mismo sistema operativo de red, para poder conectar redes basadas en topologías lógicas completamente diferentes como Ethernet y Token Ring.
- Compuertas: Una compuerta permite que los nodos de una red se comuniquen con tipos diferentes de red o con otros dispositivos.
- **Sistema operativo de red.** Después de cumplir todos los requerimientos de hardware para instalar una LAN, se necesita instalar un sistema operativo de red (Network Operating System, NOS), que administre y coordine todas las operaciones de dicha red. Los sistemas operativos de red tienen una gran variedad de formas y tamaños, debido a que cada organización que los emplea tiene diferentes necesidades. Algunos sistemas operativos se comportan excelentemente en redes pequeñas, así como otros se especializan en conectar muchas redes pequeñas en áreas bastante amplias.

Los servicios que el Sistema Operativo realiza son:

- Soporte para archivos: Esto es, crear, compartir, almacenar y recuperar archivos, actividades esenciales en que el NOS se especializa proporcionando un método rápido y seguro.
- Comunicaciones: Se refiere a todo lo que se envía a través del cable. La comunicación se realiza cuando por ejemplo, alguien entra a la red, copia un archivo, envía correo electrónico, o imprime.
- Servicios para el soporte de equipo: Aquí se incluyen todos los servicios especiales como impresiones, respaldos en cinta, detección de virus en la red, etc.

## Funcionamiento.

Las operaciones necesarias para el trabajo de una red local (LAN) corresponden a las capas 1 y 2 del modelo OSI.

Las funciones en la capa 1 (**Datos**) corresponden al establecimiento, mantenimiento y desactivación de un enlace físico para transferir la secuencia de bits de una estación a otra.

Las funciones en la capa 2 (**Enlace de datos**) corresponden al encapsulado, identificación, secuencia, control de flujo, control de error, codificación / decodificación de señales, y sincronización.

- Encapsulado. Es la organización de los paquetes en tramas
- Identificación. Es la indicación de origen y destino de las tramas
- Secuencia. Es el etiquetado de cada trama con un número de folio
- Control de flujo. Es el mecanismo para evitar que el transmisor saturé al receptor con tramas de información

- 
- **Control de error.** Es la instalación de protocolos para la detección de errores que puedan ocurrir en la transmisión.
  - **Codificación / decodificación de señales.** Es la representación de la secuencia de bits con señales eléctricas transmitidas en el canal de comunicación.
  - **Sincronización.** Es la generación y remoción de secuencias de bits para sincronización entre las dos estaciones que intercambian información.

En una red local, se tienen varias computadoras conectadas, pero en ellas no se lleva a cabo todas las funciones de la capa de red, aún cuando se debe asegurar que un mensaje de una computadora fuente sea entregado a otra destinataria. Las razones son las siguientes:

- a) En una red local no hay enrutamiento ni "switchero" intermedio.
- b) Algunas funciones de la capa de red se instalan en la capa de enlace de datos.

Una particularidad importante a considerar, es que en las redes locales la capa de enlace de datos debe de soportar el acceso aun sistema que tiene múltiples computadoras fuentes y destinos, por lo que es necesario diseñar algunas funciones de la capa de red. Para realizar esto la capa de enlace de datos se divide en dos subcapas LLC Control de Enlace Lógico y MAC Control de Acceso al Medio.

La subcapa **LLC**, tiene como funciones las siguientes:

- Control de flujo de extremo a extremo para regular la transferencia de mensajes entre transmisor y receptor .
- Control de error para garantizar la entrega de un mensaje de la fuente al destino sin error .

La subcapa **LLC**, agrega un encabezado a los datos que recibe del usuario de la capa superior. Este encabezado **administra** el enlace entre la entidad local LLC y la entidad remota LLC. Los datos de usuario y el encabezado LLC forman un **PDU (Protocolo Data Unit)** que es la Unidad de Datos del Protocolo.

El **PDU** preparado por la subcapa **LLC** debe ser enviado de la estación fuente a su igual en la estación destino, esto se realiza mediante el uso de los servicios de la capa **MAC**, la cual agrega un encabezado y una "cola" resultando de aquí **la trama**.

En la subcapa **MAC**, se realizan las siguientes funciones:

- Encapsulado de los datos en las tramas de transmisión y desencapsulado en las de recepción.
- Aplicación del algoritmo CRC para la detección de errores en la transmisión.

Las capas mencionadas son activadas en la tarjeta de red **NIC**, como se mencionó anteriormente.

### **Topología de redes.**

Los nodos de red (las computadoras), necesitan estar conectados para comunicarse. A la forma en que están conectados los nodos se le llama **topología**. Una red tiene dos diferentes topologías: una física y una lógica. La topología física es la disposición física actual de la red, la manera en que los nodos están conectados unos con otros. La topología lógica es el método que se usa para comunicarse con los demás nodos, la ruta que toman los datos de la red entre los diferentes nodos de la misma. Las topologías física y lógica pueden ser iguales o diferentes. Las topologías de red más comunes son: bus, anillo y estrella.

**.Red en Bus.** En una topología de bus, cada computadora está conectada a un segmento común de cable de red. El segmento de red se coloca como un bus lineal, es decir, un cable largo que va de un extremo a otro de la red, y al cual se conecta cada nodo de la misma. El cable puede ir por el piso, por las paredes, por el techo, o puede ser una combinación de éstos, siempre y cuando el cable sea un segmento continuo.

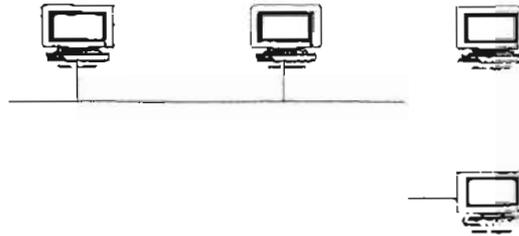


Figura 4.11

**.Red en anillo.** Una topología de anillo consta de varios nodos unidos formando un círculo lógico. Los mensajes se mueven de nodo a nodo en una sola dirección. Algunas redes de anillo pueden enviar mensajes en forma bidireccional, no obstante, sólo son capaces de enviar mensajes en una dirección cada vez. La topología de anillo permite verificar si se ha recibido un mensaje. En una red de anillo, las estaciones de trabajo envían un paquete de datos conocido como flecha o contraseña de paso (token).

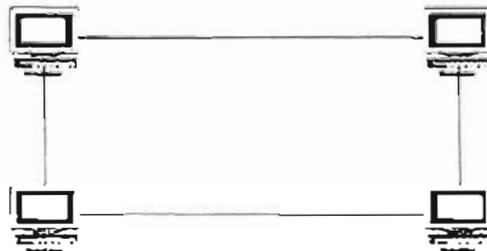


Figura 4.12

**.Red en estrella.** Uno de los tipos más antiguos de topologías de redes es la estrella, la cual usa el mismo método de envío y recepción de mensajes que un sistema telefónico, ya que todos los mensajes de una topología LAN en estrella deben pasar a través de un dispositivo central de conexiones conocido como concentrador de cableado, el cual controla el flujo de datos.

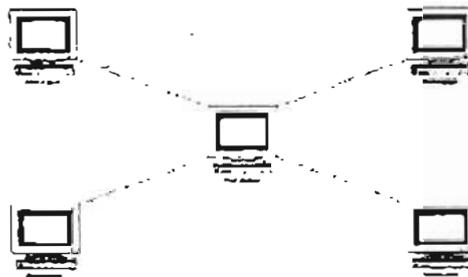


Figura 4.13

**Arquitectura de redes.** Las redes están compuestas por muchos componentes diferentes que deben trabajar juntos para crear una red funcional. Los componentes que comprenden las partes de hardware de la red incluyen tarjetas adaptadoras de red, cables, conectores, concentradores y hasta la computadora misma. Los componentes de red los fabrican, por lo general, varias compañías. Por lo tanto, es necesario que haya entendimiento y comunicación entre los fabricantes, en relación con la manera en que cada componente trabaja e interactúa con los demás componentes de la red. Afortunadamente, se han creado estándares que definen la forma de conectar componentes de hardware en las redes y el protocolo (o reglas) de uso cuando se establecen comunicaciones por red. Los tres estándares o arquitecturas más populares son: ARCnet, Ethernet y Token Ring. Ethernet y Token Ring son estándares respaldados por el organismo IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), mientras que ARCnet es un estándar de la industria que ha llegado a ser recientemente uno de los estándares del ANSI (Instituto Nacional de Estándares Americanos).

---

**.Redes ARCnet.** Producida en los años setenta por Datapoint Corporation, la red de cómputo de recursos conectados (ARCnet) es un estándar aceptado por la industria, aunque no lleva un número estándar de IEEE. ANSI reconoció a ARCnet como estándar formal, lo que la hizo parte de su estándar de LAN ANSI 878.1. Como soporta una velocidad de transferencia de datos de 2.5 Mbps, ARCnet usa una topología lógica de bus y una ligera variación de la topología física de estrella. La NIC en cada computadora está conectada a un cable que a su vez está conectado a un concentrador activo o pasivo. ARCnet se basa en un esquema de paso de señal (token passing) para administrar el flujo de datos entre los nodos de la red. Cuando un nodo está en posesión del token (señal), puede transmitir datos por la red. Todos los nodos, a excepción del receptor pretendido, pasan por alto los datos. Conforme se pasa el token a cada nodo, el nodo puede enviar datos. Ya que cada nodo sólo puede enviar datos cuando tiene el token, en ARCnet no suceden las colisiones que suelen darse en un esquema como el de CSMA/CD. Por lo tanto, ARCnet es menos susceptible a la saturación de la red que Ethernet. Durante algún tiempo ARCnet fue el estándar para LAN más popular; pero por causa en parte a su relativa baja velocidad (2.5 Mbps comparados con los 10 Mbps de Ethernet), casi no se usa para instalaciones nuevas.

**.Redes Ethernet.** Ethernet, al que también se conoce como IEEE 802.3, es el estándar más popular para las LAN que se usa actualmente. El estándar 802.3 emplea una topología lógica de bus y una topología física de estrella o de bus. Ethernet permite datos a través de la red a una velocidad de 10 Mbps. Ethernet usa un método de transmisión de datos conocido como Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones (CSMA/CD). Antes de que un nodo envíe algún dato a través de una red Ethernet, primero escucha y se da cuenta si algún otro nodo está transfiriendo información. De no ser así, el nodo transferirá la información a través de la red. Todos los otros nodos escucharán y el nodo seleccionado recibirá la información. En caso de que dos nodos traten de enviar datos por la red al mismo tiempo, cada nodo se dará cuenta de la colisión y esperará una cantidad de tiempo aleatoria antes de volver a hacer el envío. La topología lógica de bus de Ethernet permite que cada nodo tome su turno en la transmisión de información a través de la red. Así, la falla de un sólo nodo no hace que falle la red completa. Aunque CSMA/CD es una forma rápida y eficiente para transmitir datos, una red muy cargada podría llegar al punto de saturación. Sin embargo, con una red diseñada adecuadamente, la saturación rara vez es preocupante. Existen tres estándares de Ethernet, 10BASE5, 10BASE2, y 10BASE-T, que definen el tipo de cable de red, las especificaciones de longitud y la topología física que debe utilizarse para conectar nodos en la red.

### ***Características de estándares Ethernet***

Para la sub capa LLC de una red local, existen las siguientes opciones de la sub capa MAC con su especificaciones correspondientes:

- |                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| <b>802.1.</b>     | <b>High Level Interfase</b>     |
| <b>802.2.</b>     | <b>LLC Logical Link Control</b> |
| <b>802.3.</b>     | <b>Red CSMA/CD</b>              |
| <b>802.4.</b>     | <b>Red Token bus</b>            |
| <b>802.5.</b>     | <b>Red Token ring</b>           |
| <b>10 Base -T</b> |                                 |

En la siguiente tabla se presentan algunas características de estos estándares

Definición	Medio físico	Velocidad	Características
• 10 Base 5	Cable coaxial (grueso) 0.4 pulgadas	10 Mbps	- Segmentos de 500 metros máximo. - 100 nodos por segmento
• 10 Base 2	Cable coaxial (delgado) 0.25 pulgadas	10 Mbps	- Segmentos de 200 metros máximo. - 30 nodos por segmento
• 10 Base T	Par trenzado	10 Mbps	- 100 metros de la estación al concentrador. - Mayor flexibilidad para la instalación
▪ Token Bus	—	1.5 y 10 Mbps	—
▪ Token ring	Par trenzado con malla (blindado)	4 Mbps ó 16 Mbps	—

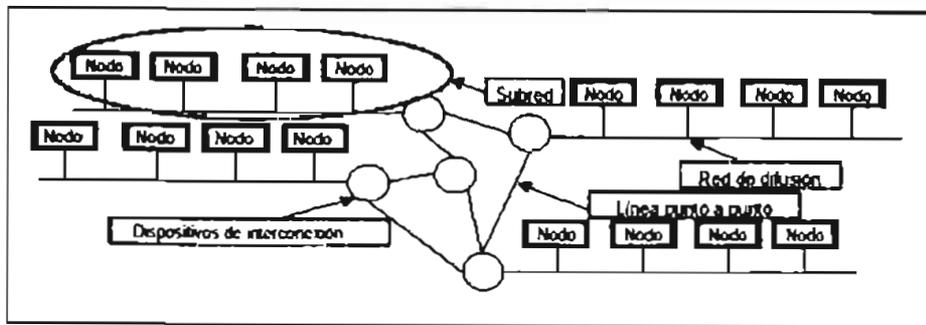
**Redes Token Ring.** Token Ring, también llamado IEEE 802.5, fue ideado por IBM y algunos otros fabricantes. Con operación a una velocidad de 4 Mbps o 16 Mbps, Token Ring emplea una topología lógica de anillo y una topología física de estrella. La NIC de cada computadora se conecta a un cable que, a su vez, se enchufa a un hub central llamado unidad de acceso a multiestaciones (MAU). Token Ring se basa en un esquema de paso de señales (token passing), es decir que pasa un token (o señal) a todas las computadoras de la red. La computadora que esté en posesión del token tiene autorización para transmitir su información a otra computadora de la red. Cuando termina, el token pasa a la siguiente computadora del anillo. Si la siguiente computadora tiene que enviar información, acepta el token y procede a enviarla. En caso contrario, el token pasa a la siguiente computadora del anillo y el proceso continúa. La MAU se salta automáticamente un nodo de red que no esté encendido. Sin embargo, dado que cada nodo de una red Token Ring examina y luego retransmite cada token (señal), un nodo con mal funcionamiento puede hacer que deje de trabajar toda la red. Token Ring tiende a ser menos eficiente que CSMA/CD (de Ethernet) en redes con poca actividad, pues requiere una sobrecarga adicional. Sin embargo, conforme aumenta la actividad de la red, Token Ring llega a ser más eficiente que CSMA/CD.

## 4.6 Redes WAN.

**Descripción general.** Una red de área amplia o WAN (Wide Area Network), se extiende sobre un área geográfica extensa, a veces un país o un continente; contiene un número variado de hosts dedicadas a ejecutar programas de usuario (de aplicación). Las hosts están conectadas por una de subred comunicación, o simplemente subred. El trabajo de la subred es conducir mensajes de una host a otra.

En muchas redes WAN, la subred tiene dos componentes distintos, las líneas de transmisión y los elementos de conmutación:

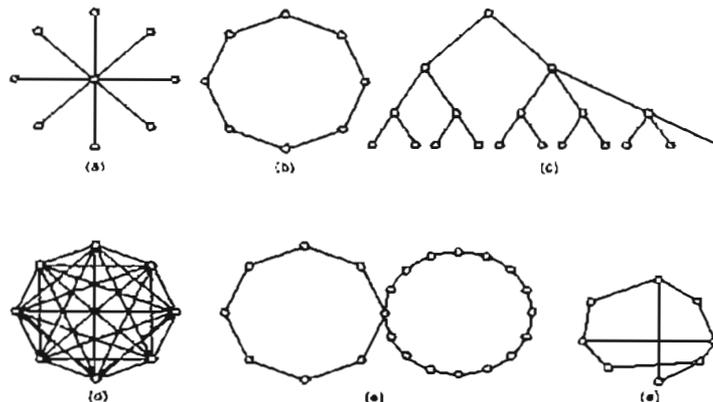
- Las líneas de transmisión ( circuitos, canales o troncales) mueven bits de una máquina a otra.
- Los elementos de conmutación son computadoras especializadas que conectan dos o más líneas de transmisión. Cuando los datos llegan por una línea de entrada, el elemento de conmutación debe escoger una línea de salida para reenviarlos. Aunque no existe una terminología estándar para designar estas computadoras, se les denomina nodos conmutadores de paquetes, sistemas intermedios y centrales de conmutación de datos. También es posible llamarles simplemente enrutadores.



**Estructura de una red WAN**  
**Figura 4.14**

En casi todas las WAN, la red contiene numerosos cables o líneas telefónicas, cada una conectada a un par de enrutadores. Si dos enrutadores que no comparten un cable desean comunicarse, deberán hacerlo indirectamente, por medio de otros dos enrutadores. Cuando se envía un paquete de un enrutador a otro a través de uno o más enrutadores intermedios, el paquete se recibe completo en cada enrutador intermedio, se almacena hasta que la línea de salida requerida está libre, ya continuación se reenvía. Una subred basada en este principio se llama, de punto a punto, de almacenar y reenviar, o de paquete conmutado. Casi todas las redes de área amplia (excepto aquellas que usan satélites) tienen subredes de almacenar y reenviar. Cuando los paquetes son pequeños y el tamaño de todos es el mismo, suelen llamarse celdas.

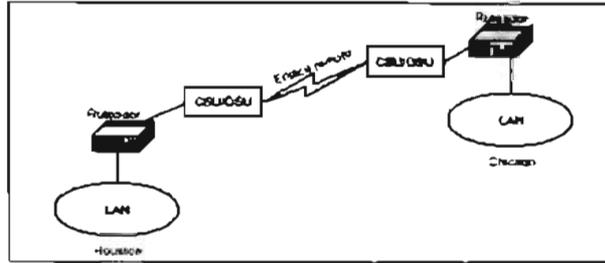
**Topología de Redes WAN.** Cuando se usa una subred punto a punto, una consideración de diseño importante es la topología de interconexión del enrutador. La figura siguiente muestra algunas posibles topologías. Las redes WAN típicamente tienen topologías irregulares.



**Possible topologías para una subred punto a punto. (a) Estrella. (b) Anillo. (c) Árbol. (d) Completa. (e) Intersección de anillos. (f) Irregular.**  
**Figura 4.15**

Una posibilidad para una WAN es un sistema de satélite o de radio en tierra. Cada enrutador tiene una antena por medio de la cual puede enviar y recibir. Todos los enrutadores pueden oír las salidas enviadas desde el satélite y en algunos casos pueden oír también la transmisión ascendente de los otros enrutadores hacia el satélite. Algunas veces los enrutadores están conectados a una subred punto a punto de gran tamaño, y únicamente algunos de ellos tienen una antena de satélite. Por su naturaleza las redes de satélite son de difusión y son más útiles cuando la propiedad de difusión es importante.

En la figura siguiente se muestra una WAN típica junto con el equipo requerido para las conexiones. Un enrutador envía el tráfico desde la red local, a través de la conexión de área extensa, hacia el destino remoto. El enrutador puede estar conectado tanto a una línea analógica como a una línea digital.



**Red de Área Amplia (WAN)**  
**Figura 4.16**

En este tipo de conexión, los enrutadores se conectan a las líneas analógicas a través de módem o a líneas digitales a través de Unidades de Servicio de Canal/unidades de Servicio de Datos (CSU/DSUs: Channel Service Unit/Data Service Units). El tipo de servicio de transmisión determina la clase de equipo que el área extensa necesita para su funcionamiento.

**Líneas Dedicadas y Líneas Conmutadas.** Las redes WAN pueden incluir tanto líneas dedicadas como líneas conmutadas:

- **Una línea dedicada** es una conexión permanente entre dos puntos que normalmente se alquila por meses.
- **Un servicio de línea conmutada** no requiere conexiones permanentes entre dos puntos fijos. En su lugar, permite a los usuarios establecer conexiones temporales entre múltiples puntos cuya duración corresponde a la de la transmisión de datos.

Existen dos tipos de servicios conmutados: servicios de conmutación de circuitos, similares a los servicios utilizados en las llamadas telefónicas; y los servicios de conmutación de paquetes, que se ajustan mejor a la transmisión de datos, como se describe a continuación:

- **Servicios de conmutación de circuitos.** En una conexión de conmutación de circuitos se establece un canal dedicado, denominado circuito, entre dos puntos por el tiempo que dura la llamada. El circuito proporciona una cantidad fija de ancho de banda durante la llamada y los usuarios sólo pagan por esa cantidad de ancho de banda el tiempo que dura la llamada.

Las conexiones de conmutación de circuitos tienen dos serios inconvenientes. El primero es que debido a que el ancho de banda en estas conexiones es fijo, no manejan adecuadamente las avalanchas de tráfico, requiriendo frecuentes retransmisiones. El segundo inconveniente es que estos circuitos virtuales sólo tienen una ruta, sin caminos alternativos definidos. Por esta razón cuando una línea se cae, es necesario que un usuario intervenga reencamine el tráfico manualmente o se detiene la transmisión.

- **Servicios de conmutación de paquetes.** Los servicios de conmutación de paquetes suprimen el concepto de circuito virtual fijo. Los datos se transmiten paquete a paquete a través del entramado de la red o nube, de manera que cada paquete puede tomar un camino diferente a través de la red. Como no existe un circuito virtual predefinido, la conmutación de paquetes puede aumentar o disminuir el ancho de banda según sea necesario, pudiendo manejar adecuadamente las avalanchas de paquetes de forma adecuada. Los servicios de conmutación de paquetes son capaces de enrutar los paquetes, evitando las líneas caídas o congestionadas, debido a los múltiples caminos en la red.

**Redes Públicas.** Las redes públicas son los recursos de telecomunicación de área extensa pertenecientes a las operadoras y ofrecidos a los usuarios a través de suscripción. Estas operadoras incluyen a:

- **Compañías de servicios de comunicación local.**
- **Compañías de servicios de comunicación a larga distancia.** Una compañía de comunicación a larga distancia (IXC: Interexchange carriers) es un operador de telecomunicaciones que suministra servicios de larga distancia

- 
- **Proveedores de servicios de valor agregado.** Los proveedores de servicio de valor agregado (VACs: Value-added carriers) ofrecen con frecuencia, servicios de comunicación de área amplia como complemento a su verdadero negocio.

**Redes Privadas.** Una red privada es una red de comunicaciones privada construida, mantenida y controlada por la organización a la que sirve. Como mínimo una red privada requiere sus propios equipos de conmutación y de comunicaciones. Puede también, emplear sus propios servicios de comunicación o alquilar los servicios de una red pública o de otras redes privadas que hayan construido sus propias líneas de comunicaciones.

Aunque una red privada es extremadamente cara, en compañías donde la seguridad es imperante así como también lo es el control sobre el tráfico de datos, las líneas privadas constituyen la única garantía de un alto nivel de servicio. Además, en situaciones donde el tráfico de datos entre dos puntos remotos excede de seis horas al día, emplear una red privada puede ser más rentable que utilizar la red pública.

**Tecnologías WAN.** Los protocolos de capa física WAN describen cómo proporcionar conexiones eléctricas, mecánicas, operacionales, y funcionales para los servicios de una red de área amplia. Estos servicios se obtienen en la mayoría de los casos de proveedores de servicio WAN tales como las compañías telefónicas, portadoras alternativas, y agencias de Correo, Teléfono, y Telégrafo

Los protocolos de enlace de datos WAN describen cómo las tramas se llevan entre los sistemas en un único enlace de datos. Incluyen los protocolos diseñados para operar sobre recursos punto a punto dedicados, recursos multipunto basados en recursos dedicados, y los servicios conmutados multiacceso tales como Frame Relay.

Los estándares WAN son definidos y manejados por un número de autoridades reconocidas incluyendo las siguientes agencias:

- International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector (ITU-T), antes el Consultative Committee for International Telegraph and Telephone (CCITT).
- International Organization for Standardization (ISO).
- Internet Engineering Task Force (IETF).
- Electronic Industries Association (ETA).

Los estándares WAN describen típicamente tanto los requisitos de la capa física como de la capa de enlace de datos.

**Capa Física WAN.** La capa física WAN describe la interfase entre el equipo terminal de datos (DTE) y el equipo de conexión de los datos (DCE). Típicamente, el DCE es el proveedor de servicio, y el DTE es el dispositivo asociado. En este modelo, los servicios ofrecidos al DTE se hacen disponibles a través de un módem o unidad de servicio del canal / unidad de servicios de datos (CSU/DSU).

Algunos estándares de la capa física que especifican esta interfase son:

- EIA/TIA-232D: Esta norma fue definida como una interfase estándar para conectar un DTE a un DCE.
- EIA/TIA-449: Junto a la 422 y 423 forman la norma para transmisión en serie que extienden las distancias y velocidades de transmisión más allá de la norma 232.
- V.35: Según su definición original, serviría para conectar un DTE a un DCE sincrónico de banda ancha (analógico) que operara en el intervalo de 48 a 168 kbps.
- X.21: Estándar CCITT para redes de conmutación de circuitos. Conecta un DTE al DCE de una red de datos pública.
- G.703: Recomendaciones del ITU-T, antiguamente CCITT, relativas a los aspectos generales de una interfase.
- EIA-530: Presenta el mismo conjunto de señales que la EIA-232D.
- High-Speed Serial Interfase (HSSI): Estándar de red para las conexiones seriales de alta velocidad (hasta 52 Mbps) sobre conexiones WAN.

**Capa de Enlace de Datos, protocolos WAN.** Las tramas más comunes en la capa de enlace de datos, asociadas con las líneas seriales síncronas se mencionan a continuación:

- Synchronous Data Link Control (SDLC). Es un protocolo orientado a dígitos desarrollado por IBM. SDLC define un ambiente WAN multipunto que permite que varias estaciones se conecten a un recurso dedicado. SDLC define una estación primaria y una o más estaciones secundarias. La comunicación siempre es entre la estación primaria y una de sus estaciones secundarias. Las estaciones secundarias no pueden comunicarse entre sí directamente.
- High-Level Data Link Control (HDLC). Es un estándar ISO. HDLC no pudo ser compatible entre diversos vendedores por la forma en que cada vendedor ha elegido cómo implementarla. HDLC soporta tanto configuraciones punto a punto como multipunto.
- Link Access Procedure Balanced (LAPB). Utilizado sobre todo con X.25, puede también ser utilizado como transporte simple de enlace de datos. LAPB incluye capacidades para la detección de pérdida de secuencia o extravío de tramas así como también para intercambio, retransmisión, y reconocimiento de tramas.
- Frame Relay. Utiliza los recursos digitales de alta calidad donde sea innecesario verificar los errores LAPB. Al utilizar un marco simplificado sin mecanismos de corrección de errores, Frame Relay puede enviar la información de la capa 2 muy rápidamente-
- Point-to-Point Protocol (PPP). Descrito por el RFC 1661, dos estándares desarrollados por IETF. El PPP contiene un campo de protocolo para identificar el protocolo de la capa de red.
- X.25 Define la conexión entre una terminal y una red de conmutación de paquetes.
- Integrated Services Digital Network (ISDN). Un conjunto de servicios digitales que transmite voz y datos sobre las líneas de teléfono existentes.

#### Servicios de comunicación de datos:

- X.25
- Frame Relay;
- RDSI
- ATM

**X.25.** Muchas redes públicas antiguas, siguen un estándar llamado X.25 que se desarrolló durante la década de 1970 para proveer una interfase entre las redes públicas de conmutación de paquetes y sus clientes. La recomendación X.25 se había desarrollado, principalmente, para conectar terminales remotos sin inteligencia a computadoras centrales. Sin embargo, su flexibilidad y fiabilidad hicieron de ella una plataforma perfecta sobre la que se basa una generación entera de estándares de comunicación de datos.

X.25 es una interfase orientada a la conexión para una red de área extensa de conmutación de paquetes, que utiliza circuitos virtuales para enviar paquetes individuales de datos a su correspondiente destino en la red.

Un paquete de datos es una unidad de información que puede viajar de manera independiente desde su lugar de origen hasta su destino. Los paquetes tienen dos partes principales: la información de direccionamiento y los propios datos. Además de las direcciones de origen y destino, las cabeceras pueden incluir información de encaminamiento, comprobación de errores y control.

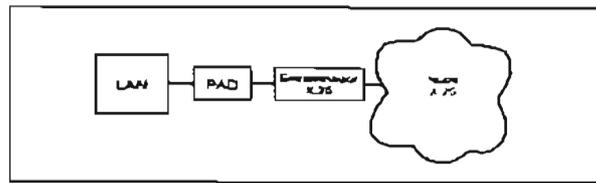


**Trama X.25**

**Figura 4.17**

Las comunicaciones basadas en paquetes fraccionan la información en muchos paquetes de datos más pequeños, cada uno con su dirección. La estación emisora envía estos paquetes a través de la red hacia la estación destino. La estación receptora ensambla los paquetes recibidos,

recomponiéndose la unidad de información original. El equipo que fragmenta, gestiona y ensambla los paquetes recibe el nombre de ensamblador / desensamblador de paquetes (packet assembler / disassembler) o simplemente PAD.



*Red X.25 con recursos comunes*

**Figura 4.18**

Las redes de conmutación de paquetes prestan un servicio no orientado a la conexión, es decir, no se establece conexión alguna antes de la transferencia de datos entre las terminales emisora y receptora. Los paquetes son transmitidos en el medio tan pronto son recibidos por la interfase de red, por lo que no existe retardo de establecimiento o liberación de llamada.

X.25 es un protocolo orientado a la conexión, establece una conexión entre las estaciones emisora y receptora previa a la transmisión de datos. Sin embargo, por cada conexión realizada, sólo se transmite un paquete. Este hecho da lugar, por lo general, a varios miles de conexiones para completar una única transmisión de datos basada en paquetes. Este elevado número de conexiones y de dispositivos que realizan las transmisiones recibe el nombre de red de conmutación de paquetes.

Una red de conmutación de paquetes es realmente una densa malla de conexiones punto a punto. Por definición, una red de conmutación de paquetes proporciona una conectividad "todos con todos", permitiendo de esta manera que cualquier estación en la red puede transmitir datos a cualquier otra estación en la red a través de una amplia variedad de posibles caminos de transmisión. Debido a dicha conectividad universal, las redes de conmutación de paquetes se representan como nubes.

**Frame Relay.** Frame Relay es un producto de la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN: Integrated Services Digital Networks). Constituye la parte correspondiente de servicio de datos de conmutación de paquetes de ISDN diferenciada y ofrecida como un servicio separado. A pesar de su relativa baja velocidad, la arquitectura mejorada de conmutación de paquetes de frame relay puede interesar al administrador de red que busca incrementar la velocidad de una conexión de datos de área extensa.

Frame Relay, como X.25, es un producto de conmutación de paquetes que conecta dos redes de área local a través de una red pública de conmutación de paquetes. De una manera simple, una trama procedente de una LAN se encapsula en una trama frame relay, y se transmite por la red frame relay hasta la LAN destino. Frame relay, al igual que el protocolo X.25, divide los datos del usuario en paquetes que son transmitidos sobre la red y ensamblados en el destino, pero frame relay lo hace mucho más rápido.

En frame relay, los datos se dividen en tramas de longitud variable que contienen las direcciones de destino, luego son remitidas a la red frame relay para su transferencia. Aunque su modo de trabajo es casi idéntico al de conmutación de paquetes, la diferencia se centra en el nivel en que trabajan, para ser más claros; la conmutación de paquetes opera en el nivel 3 del modelo de referencia OSI, mientras que frame relay opera en el nivel 2. Esto significa que frame relay es un protocolo más simple que X.25 y otros protocolos de conmutación de paquetes, realizando menos comprobación y corrección de errores, pero ofreciendo mayor velocidad.

**Frame Relay y X.25.** La tabla siguiente presenta una comparación entre Frame Relay y X.25 que refleja las principales diferencias existentes entre ambos:

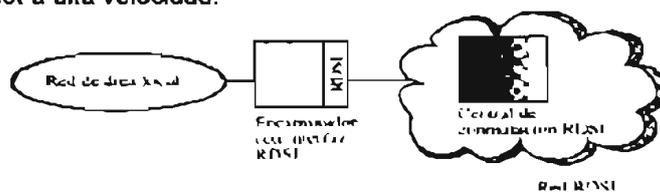
Tópico	Frame Relay	X.25
Tipo de tráfico	Datos/voz	Datos
Compartimento de recursos	No	Sí
Detección de errores	No	Sí
Recuperación de errores	No	Sí
Aplicaciones	Alta velocidad, bajo retardo, transporte de tráfico a ráfagas, gestión extremo a extremo y alta conectividad entre sus redes	Transaccionales de baja y media velocidad, y en particular para redes centralizadas en las que muchos puntos se comunican con una instalación central
Protocolos	Opera en el nivel 2 del modelo OSI	Opera en los 3 niveles inferiores del modelo OSI
Tasa de errores	Desplaza la funcionalidad de la red (control de errores, control de flujo, etc.) hacia los equipos terminales de usuario	Al estar concebido para operar con circuitos analógicos existe una alta tasa de errores de transmisión, siendo necesarios que la red implemente mecanismos de corrección de errores.
Rango de velocidades	Entre 64 Kbps y 1.45 Mbps	2.400 bps a 64 Kbps
Gestión red privada	Cliente	Proveedor

## 4.7 Aplicaciones de Redes

**RDSI: Red Digital de Servicios Integrados (ISDN).** En 1984 apareció el primer estándar ISDN para definición de interfaces digitales punto a punto, definido por el CCITT. ISDN fue considerada como un gran avance por dos razones: en primer lugar, porque especificaba servicios para redes digitales que operarían a través de las redes telefónicas digitales existentes; y porque ofrecía un límite de rendimiento de 2 Mbps en el enlace local y bien 64 Kbps o 128 Kbps a través del área extensa. En los orígenes de ISDN banda estrecha el límite de velocidad de los módem era de 9,600 bps.

ISDN es considerado en la actualidad, como una forma rentable de proporcionar:

- Acceso remoto para usuarios que se conectan a las LANs de su compañía.
- Un enlace apropiado para ciertas conexiones entre LAN.
- Tráfico de fax entre oficinas con gran ancho de banda.
- Acceso a Internet a alta velocidad.



*Red ISDN*

Figura 4.19

La figura anterior muestra una red ISDN típica. ISDN también se puede utilizar como enlace de acceso local a redes frame relay y X.25.

Además de los ya mencionados, existen otra serie de ventajas, aplicaciones y terminales inherentes a la ISDN, como son:

### Ventajas:

- Excepcional rapidez en los tiempos de establecimiento y de liberación de la llamada, inferiores a 0,5 segundos.

- Gran fiabilidad y alta calidad de voz al ser todo el camino digital.
- Alta velocidad de transmisión y baja tasa de errores.
- Flexibilidad en el uso de las líneas ISDN, que no está limitado por la naturaleza de la información ni por la fuente generadora.
- Simplicidad y seguridad al tener un acceso único.

#### Aplicaciones:

- Integración de voz, datos e imágenes.
- Terminales multiservicio.
- Servicio de videoconferencia.
- Integración de redes diversas.
- Respaldo para redes privadas
- Acceso a Internet.
- Oportunidad para el desarrollo de nuevas aplicaciones.

Terminales ISDN. Puede considerarse que hay dos grupos de terminales ISDN: por un lado el resultante de la evolución de terminales ya existentes y por otro el grupo de terminales creados especialmente para soportar las capacidades de la red:

- Teléfonos ISDN, teléfonos de 7 KHz, facsímil Grupo 4, videotexto ISDN, terminales multimedia, equipos de monitorización, telemedida y control, videoteléfono y videoconferencia.
- Tarjeta ISDN para PC. Convierte al ordenador personal en una potente herramienta de trabajo debido a la sinergia que se obtiene entre la gran cantidad de software disponible y las capacidades de comunicaciones que aporta la ISDN .
- Routers, Puentes y Gateways: solucionan el problema de la conectividad de LANs de una corporación, dispersas por diferentes edificios, así como el acceso desde una estación remota.
- Equipos de respaldo y reserva (back -up ) de líneas dedicadas, para el caso de fallo en configuraciones basadas en líneas punto a punto, optimizando costes, ya que al ser la ISDN una red conmutada sólo genera costes cuando se utiliza.
- Equipos de gestión dinámica de ancho de banda. Estos equipos manejan un número de canales de 64 Kbps variable, según las necesidades de ancho de banda que un terminal determinado (por ejemplo 128 ó 384 Kbps) pueda tener en cada momento.
- Adaptadores de Terminal. Estos dispositivos permiten la conexión de los terminales de datos de uso común a ISDN con acceso a las facilidades y servicios idénticos a los que tenían anteriormente.

#### **VOZ SOBRE IP.**

Debido a la gran expectativa que se ha manejado con respecto a todas las aplicaciones que se le puede dar a las redes IP " y además al "desaprovechamiento" de estas redes, surge una aplicación que ha venido a crear una revolución con respecto a la telefonía tradicional: **Voz sobre IP** .Ha sido largo el camino desde que se visualizó esta aplicación, sin embargo, hoy en día ya se cuentan con aplicaciones básicas que han permitido ver las ventajas que esta tecnología ofrece, así mismo, se ha creado un foro el cual hasta ahora ha realizado una gran labor en cuanto la implementación y estandarización de **VoIP** .

El concepto básico de VoIP es relativamente "simple": se trata de transformar la voz en "paquetes de información" los cuales tengan las características necesaria para ser manejadas por una red IP , con protocolo Internet. Con la aplicación de protocolos de comunicación que permiten reservar cierto ancho de banda del canal, es posible entonces garantizar la calidad de la comunicación.

El foro de voz sobre IP (VoIP) busca establecer a interoperabilidad de lineamientos para los servicios de transmisión de telefonía sobre Internet y redes de datos IP .La interoperabilidad consiste en definir los criterios de un modelo abierto que permita a los fabricantes poder establecer comunicación de servicios de voz sobre IP en Internet sin importar la marca del equipo, ya que existen fabricantes tecnológicos que emplean técnicas propietarias de codificación de voz, supresión de silencios, manejo de llamadas, direccionamiento y planes de marcación.

Así mismo un grupo de fabricantes crearon el IMTC, (International Multimedia Teleconferencing Consortium) debido a su visión con respecto al tremendo crecimiento que la telefonía tendría en Internet, y son ellos quienes están trabajando sobre el software para telefonía en Internet y el Gateway para la comunicación de la telefonía con redes públicas.

Estas dos asociaciones de voz sobre IP establecieron el estándar H.323 basado en ITU que define los protocolos para la transmisión de video, voz y datos sobre redes IP, bajo las siguientes características:

- Alta calidad en la compresión de voz a 8Kbps (aceptable calidad) y 16Kbps(buena calidad) para audio compresión.
- Cancelador de eco y supresión de silencio integrados
- Switcheo de voz para el ruteo de llamadas en la red
- Plan de marcación flexible

**Aplicaciones.** Hoy en día existen fabricantes de equipos de VoIP que ofrecen las siguientes alternativas de solución:

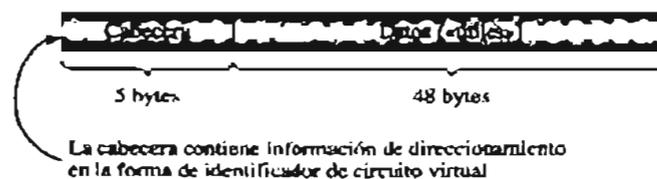
- Un sistema que consta de: Hardware que conecta al teléfono a la PC, software que convierte la voz en paquetes para IP y un Gateway encargado de enviar los paquetes de voz sobre IP a través de las redes públicas.
- Un sistema que conecta directamente al PBX a la red IP, esto se realiza por medio de un Gateway de voz sobre IP contenido en una tarjeta que puede ser colocada en una PC, estas tarjetas pueden soportar una o dos llamadas simultáneamente, o bien soportar 30 llamadas sobre una tarjeta E1.

Para soluciones de redes privadas en las que se requiere tener beneficios en el costo de la red para el transporte de tráfico de voz y datos sobre enlaces de 64 Kbps, la tecnología de VoIP es la alternativa viable ya que ofrece compresión de voz a 8 y 16 Kbps, permite explotar el ancho de banda para el transporte de voz y datos. Además, con la supresión de silencios, la voz sobre IP permite aprovechar más el ancho de banda al eliminar todos los paquetes vacíos originados sobre una llamada telefónica.

**ATM.** ATM comenzó como parte del estándar de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) desarrollado en 1988 por el CCITT. RDSI-BA es una extensión de la red de servicios integrados de banda estrecha ( que definía redes de telecomunicaciones digitales públicas) que proporciona mayor ancho de banda y permite un caudal de datos superior a RDSI-BE.

Las razones que motivaron el nacimiento de la RDSI-BA fueron la demanda de un mayor ancho de banda, la disponibilidad de equipos de transmisión y conmutación de alta velocidad, los avances tanto hardware como software de los sistemas disponibles en el usuario final, entre otros.

En 1991, se constituyó en EU el ATM Forum, que es un consorcio de vendedores, operadores y usuarios, que tiene como objetivo el acelerar los acuerdos industriales sobre las interfaces ATM.



**Modelo de referencia de RDSI-BA en el que se basa ATM**

**Figura 4.20**

Gracias a la utilización de células, ATM supera la limitación que presentan los sistemas de conmutación de paquetes de no comportarse de manera adecuada en el caso de tráfico bidireccional en tiempo real, como el video interactivo. Las células ATM son paquetes de longitud fija y no paquetes de longitud variable. Cada célula está compuesta por un campo de datos de 48 bytes y una cabecera de 5 bytes, como se muestra en la figura anterior. La cabecera contiene información sobre el canal virtual, el

---

camino virtual, el tipo de campo de datos y la prioridad de pérdida de la celda, mientras que en el campo de datos se encuentran los datos de usuario.

Las células ATM de longitud fija ofrecen muchas ventajas respecto a los paquetes de longitud variable:

- Posibilidad de conmutación mediante hardware.
- Nivel de servicio garantizado.
- Procesamiento paralelo.
- Posibilidad de procesar voz.

ATM no emplea ancho de banda compartido. En su lugar, cada uno de los puertos de un conmutador ATM se dedica a un único usuario. Para comunicarse a través de la red, las aplicaciones deben, en primer lugar, establecer un canal virtual (VC: Virtual Channel) entre los conmutadores.

ATM es un protocolo punto a punto, full-duplex, orientado a conexión y basado en conmutación de células que dedica ancho de banda a cada estación. Utiliza multiplexación por división en el tiempo asíncrona (TDM) para controlar el flujo de información en la red. ATM puede operar en un ancho de banda que varía desde 25 Mbps hasta 622 Mbps, aunque se orienta más hacia los 155 Mbps.

Entre los beneficios ofrecidos por ATM tenemos:

- Excelente escalabilidad.
- Ancho de banda bajo demanda.
- Posibilidad de gestionar la totalidad del rango de tráfico de la red (voz, datos, imagen, vídeo, gráficos y multimedia).
- Adaptabilidad tanto a los entornos LAN como a los WAN .

---

## **Conclusiones.**

Este trabajo de tesis conjunta la información necesaria y los principios básicos con los que trabajan las redes de telecomunicaciones

La diversidad de tecnologías incluyen sistemas alámbricos, inalámbricos, satelitales, de fibra óptica; que tienden a transmitir, voz video, datos, multimedia etc. Además de que para cada tipo de tecnología existen una enorme cantidad de fabricantes, soluciones y sistemas que ofrecen sus servicios y tecnologías.

La liberalización de las telecomunicaciones, la aparición de nuevos proveedores de servicios, los deseos de las empresas por disponer de nuevos servicios que mejoren su productividad, a la vez que reducen sus costos y el deseo de los usuarios domésticos por reducir sus facturas telefónicas hacen que las redes de telecomunicaciones tengan el éxito garantizado. Tengamos en cuenta que a los usuarios no les preocupa si sus comunicaciones se transmiten por la red telefónica conmutada, en modo paquete o mediante celdas, lo que realmente les interesa es que lleguen a sus destinatarios con una calidad aceptable y a un precio lo más bajo posible.

El tema de este trabajo se centro principalmente en la transmisión de datos en un sistema de telecomunicaciones, esto es, la forma en que se pueden comunicar los usuarios a través de las diversas redes de acceso. Así mismo se analizan diversas técnicas utilizadas para conseguir dicha comunicación, recordando siempre que el fin que busca día a día la nueva tecnología es, sin lugar a duda, acortar distancias y buscar un beneficio mutuo entre empresas y usuarios.

---

## GLOSARIO

**ADPCM** (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*). Algoritmo de codificación de la señal que consigue que las muestras de una señal analógica queden representadas por una señal digital.

**Algoritmo**. Conjunto de pasos seguidos en la resolución de un problema.

**Ancho de banda**. Rango de frecuencias que un medio de transmisión es capaz de soportar y se mide en hercios (Hz). También se entiende, para transmisión digital, como la cantidad de información por unidad de tiempo que puede absorber la red (bits o bps).

**ANI** (*Automatic Number Identification*). Número llamante. Véase *CallerID*. Aprovisionamiento de ancho de banda. Cálculo que debe llevar a cabo el ingeniero de red y que consiste en determinar el ancho de banda necesario para la integración.

**BER** (*Bit Error Rate*). Tasa de error de bit. Constituye una medida de la calidad de la transmisión digital.

**Calidad del servicio** (*Quality of Service*). Es un parámetro significativo a la apreciación que el usuario hace de un determinado servicio, compuesto de varios factores.

**Cancelación del eco**. Cuando se transmite una señal, parte de "su energía es reflejada en el destino como consecuencia de una desadaptación de impedancias. Esta porción de señal reflejada se denomina eco. La cancelación del eco consiste, pues, en el proceso necesario para eliminar los efectos de la indeseada señal de eco.

**Cancelador de eco**. Dispositivo que, a través del filtrado adaptativo, minimiza el eco de una comunicación vocal a la vez que mantiene su carácter full-dúplex.

**CAS** (*Channel Associated Signaling*). Sistema de señalización en el que la información de control y la información de usuario viajan juntas.

**CCS** (*Common Channel Signaling*). Sistema de señalización en el que la información de control y la información de usuario viajan por caminos separados.

**CCS#7** (*Common Channel Signaling Number 7*). Sistema de señalización por canal común número 7 del CCITT, en el que la información de múltiples circuitos se transmite por uno solo. También, SS7.

**CDR** (*Call Detailed Record*). Información acerca de las llamadas implicadas en cierto sistema y que se suele utilizar para propósitos de tarificación, estudios de tráfico, etc.

**CELP** (*Code-Excited Linear Predictive coding*). Algoritmo de compresión de la voz empleado para la codificación de baja tasa binaria (por ejemplo, 8 Kbps). Se emplea en las recomendaciones de la ITU-T G.728, G.729 y G.723.1.

**Circuito de cola**. Parte de la red telefónica comprendida entre el codec y el terminal telefónico.

**Clasificación del tráfico**. Mecanismo por el cual se asignan tipos a flujos de tráfico de naturalezas distintas y que constituye la base de las técnicas de QoS.

**CODEC**. Contracción de CODificación y DECODificación. *Hardware* o *software* encargado de la conversión de una señal analógica a formato digital (codificación) y viceversa (decodificación). También puede llevar a cabo una compresión de la señal digitalizada.

**Codificación**. Conjunto de transformaciones a que se somete una señal con el fin de compensar los efectos negativos del canal y adaptar el formato de la misma para que su transmisión por dicho canal sea lo más eficiente posible.

**Codificador de forma de onda**. Dispositivo que lleva a cabo una codificación de la señal respetando el teorema de Nyquist.

**Codificación de voz**. Conversión de la señal de voz del dominio analógico al dominio digital y, opcionalmente, compresión de la señal digitalizada con el fin de reducir el ancho de banda de la señal resultante.

---

**Congestión.** Situación que acontece en una red cuando ésta resulta incapaz de aceptar más información. Suele ocurrir cuando las colas de los *routers* de la red se saturan.

**Control de admisión.** Técnicas de QoS que se basan en la no aceptación de más llamadas una vez que se ha superado el ancho de banda asignado al tráfico de voz con el fin de no afectar a la calidad de las llamadas que se están cursando.

**Control de la congestión.** Técnicas que definen el modo en que los nodos de la red deben extraer los paquetes de sus colas de transmisión.

**Compresión.** Reducción del ancho de banda de la señal.

**Corrección de errores.** Técnicas empleadas para subsanar los errores producidos en una transmisión de información. Consisten en el envío de información de redundancia que permite obtener el paquete sin errores.

**CPL** (*can Processing Language*). Lenguaje de *script* empleado en el desarrollo de servicios de voz sobre redes de paquetes. Se suele utilizar para la implementación de servicios sobre SIP.

**cRTP** (*Compressed Real Time Protocol*). Versión de RTP con una cabecera mucho más reducida y que se emplea para reducir el ancho de banda necesario en una comunicación RTP.

**CS-ACELP** (*Conjugate Structure Algebraic CELP*). Algoritmo de compresión CELP que proporciona un ancho de banda de 8 kbps y que se emplea en la recomendación G.729 de la ITU-T.

**CTI** (*Computer Telephony Integration*). Tecnologías caracterizadas por el empleo conjunto de las redes de telecomunicaciones (fundamentalmente, las redes de telefonía) y las redes informáticas.

**Disponibilidad.** Característica de un sistema que mide la probabilidad de que se encuentre en perfecto funcionamiento.

**Distribución de errores.** Consisten en la prolongación de los periodos de error de tal modo que se reduzca la probabilidad de aparición de los mismos.

**DNIS** (*Dialed Number Identification Service*). Servicio de identificación del número marcado.

**DSP** (*Digital Signal Processor*). Procesador diseñado específicamente para el tratamiento de señales en tiempo real.

**DTMF** (*Dual Tone Multi-Frequency*). Estándar de señalización telefónica según el cual ésta se envía en forma de un par de tonos de frecuencias diferentes (una alta y otra baja). Consigue mayor rapidez y seguridad que la marcación decádica o por pulsos..

**Eco** (*Echo*). Porción de la señal transmitida que vuelve al emisor junto con la señal del otro extremo o en ausencia de ella.

**Eco acústico.** Acoplamiento sufrido en diferentes partes del terminal telefónico.

**Eco eléctrico.** Fenómeno producido por las reflexiones que sufre la señal en el extremo receptor debido a una desadaptación de impedancias.

**ERL** (*Eco Return Loss*). Pérdidas de retorno que sufre la señal de eco y que aseguran que su nivel no sobrepasa un cierto límite.

**Erlang** (*Erlang*). Unidad estándar para la medida del tráfico telefónico, careciendo de medida. Un Erlang de carga indica la ocupación continua al 100 por 100 de un circuito telefónico.

**EI.** Agregado de señales a 2,048 Mbps.

**E.164.** Plan de numeración internacional.

**Filtrado adaptativo.** Técnica de procesado de señal que hace uso de coeficientes variables en función de diversos criterios para un fin concreto.

**Fragmentación del tráfico.** Conjunto de técnicas que consiste en la división de los paquetes en otros de menor tamaño, de manera que se disminuye la variación del tamaño de los paquetes y, por tanto, del retardo que sufren los mismos.

**G.711.** Codec de audio a 48,56 y 64 kbps. Utiliza codificación PCM. Se caracteriza por una alta calidad de la voz, gran consumo de ancho de banda y carga del procesador mínima.

---

**G.722.** Codec de audio a 48, 56 y 64 kbps.

**G.723 y G.723.1.** Codec de audio CELP a 5,3 y 6,3 kbps. Se caracteriza por una baja calidad de la voz, consumo de ancho de banda pequeño y alta carga del procesador debido a la compresión.

**G.726.** Codec de audio ADPCM a 40,32,24 y 16 kbps. Se caracteriza por una buena calidad de la voz, consumo de ancho de banda medio y carga del procesador mínima.

**G.728.** Codec de audio LD-CELP a 16 kbps. Se caracteriza por una calidad media de la voz, consumo de ancho de banda media y alta carga del procesador mínima debida a la compresión.

**G.729 y G729a.** Codec de audio CELP a 8 kbps. Se caracteriza por una calidad media de la voz, consumo bajo de ancho de banda y alta carga del procesador.

**Gatekeeper.** Entidad H.323 que se encarga de funciones tales como el mantenimiento del registro de los equipos (terminales, pasarelas y MCU), la traducción de direcciones y control de admisión.

**Gateway.** Véase pasarela.

**Pasarela.** Dispositivo encargado de interconectar dos redes de tipos diferentes.

**H.225.0.** Protocolo de la pila de H.323 encargado del control de llamadas.

**H.245.** Protocolo de la pila de H.323 que define el comportamiento del punto final (apertura y cierre de canales lógicos, intercambio de características, etc.).

**H.248.** Véase MGCP.

**H.261.** Codec de vídeo a 64 kbps.

**H.263.** Codec de vídeo para la RTPC.

**H.323.** Estándar de la ITU-T que recoge los protocolos empleados en el soporte de servicio de audio, vídeo y conferencia de datos sobre redes de paquetes sin garantía de QoS.

**IGMP** (*Internet Group Management Protocol*). Protocolo de nivel de red para la gestión de grupos *multicast* en Internet, y en general, en cualquier red IP.

**ISDN** (*Integrated Services Digital Network*). Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), que define una red conmutada de canales digitales que proporciona una serie de servicios integrados, siguiendo las recomendaciones Serie I del CCITT.

**IVR** (*Interactive Voice Response*). Servicio o aplicación que permite a los usuarios acceder a cierta información a través de la navegación por una serie de menús utilizando como herramienta de interacción el teclado del teléfono.

**Latencia.** Retardo extremo a extremo.

**LD-CELP** (*Low Delay CELP*). Algoritmo de compresión CELP que proporciona 16 Kbit/s. Medidas objetivas. Técnicas basadas en la experimentación y cuyo objetivo es proporcionar una referencia más analítica de la calidad de la voz sobre paquetes.

**Medidas subjetivas.** Técnicas basadas en el análisis de la opinión de una muestra de usuarios sobre la calidad de la voz ofrecida por una red de voz sobre paquetes.

**MGCP** (*Media Gateway Control Protocol*). Protocolo empleado para monitorizar y gestionar los eventos en los terminales y las pasarelas. El objetivo es separar la señalización y el control de llamadas del tráfico de voz. Está definida en la RFC 2705.

**Modem pass-through.** Proceso por el cual una señal de la red telefónica procedente de un módem se envía a la red de datos sin tratamiento previo.

**Modem relay.** Proceso por el cual una señal de la red telefónica procedente de un fax se convierte a un formato adecuado para su tratamiento por parte de la red de datos.

**MOS** (*Mean Opinion Score*). Sistema de medida de la calidad de la voz a través de conexiones telefónicas.

**Multicast.** Proceso de transmisión PDU desde una fuente a múltiples destinos.

---

**MCU (Multipoint Control Unit).** Punto final que soporta tres o más terminales y pasarelas en una única conferencia multipunto.

**PCM (Pulse Code Modulation).** Transmisión de información analógica en formato digital a través del muestreo y codificación de muestras en número fijo de bits.

**Pasarela.** Dispositivo, *hardware* o *software*, encargado de la interconexión de las redes de tecnologías diferentes. En el contexto de la voz sobre paquetes, es el nexo de unión entre la red de voz y la red de datos.

**Paquete.** Colección de datos tratada como una unidad.

**Previsión de la congestión.** Técnicas cuyo objetivo es anticiparse a las posibles situaciones de congestión mediante la monitorización del tráfico.

**QSIG.** Protocolo de señalización entre una centralita privada y una central de conmutación de un operador o entre centralitas.

**QoS (Quality of Service).** Conjunto de requerimientos de un tipo de tráfico que asegura un cierto nivel de servicio, ancho de banda y disponibilidad.

**Rango dinámico.** Margen de valores que puede tomar una determinada señal.

**RAS (Registration, Authentication and Status).** Especificación de H.323 que permite la autorización y autenticación de una sesión.

**Recuperación de errores.** Consiste en la obtención, por algún medio, de un paquete que sustituirá al original y que puede ser más o menos similar a éste.

**Retardo.** Tiempo empleado por la señal en viajar desde el origen hasta el destino atravesando los equipos intermedios de la red.

**RTCP (Real Time Control Protocol).** Protocolo de control y monitorización de la QoS definido en la RFC 1889. Suele ir asociado a RTP.

**RTP (Real Time Protocol).** Protocolo de transporte de datos en tiempo real definido en la RFC 1889. Proporciona identificación del tipo de carga, número de secuencia, información de temporización y monitorización de aplicaciones en tiempo real.

**RTT (Round Trip Time).** Tiempo que emplea la señal en viajar del emisor al receptor y volver de nuevo al origen.

**RSVP (Resource Reservation Protocol).** Protocolo de señalización que permite reservar los recursos de red en flujos de datos no orientados a la conexión. Está especificado en la RFC 2205-2209.

**RTPC.** Red Telefónica Pública Conmutada.

**RTSP (Real Time Streaming Protocol).** Protocolo empleado para interactuar con un servidor de datos en tiempo real.

**SCP (Stored Control Program).** Programa *software* de control almacenado que se utiliza en las modernas centrales telefónicas para su configuración sin necesidad de cambiar el *hardware*.

**SDP (Session Description Protocol).** Protocolo empleado para la descripción de sesiones, independientemente de la aplicación de que se trate. Se recoge en la RFC 2327.

**Servidor de telefonía.** Elemento aparecido en las redes integradas como consecuencia de su adaptación a la filosofía cliente-servidor y que se encarga, entre otras cosas, de las funcionalidades de control de llamadas.

**SIP (Session Initiation Protocol).** Protocolo para establecer sesiones *unicast* entre dos puntos finales. Está recogida en la RFC 2543.

**SNR (Signal to Noise Ratio).** Medida de los niveles de ruido relativos en sistemas analógicos y de la distorsión introducida por el proceso de cuantificación en sistemas digitales.

**Soft-phone.** Aplicación *software* que se ejecuta en la CPU del puesto de usuario y que hace las veces de terminal telefónico.

---

**Supresor de eco.** Dispositivo que elimina el eco a través de un detector de actividad que convierte la comunicación vocal en semidúplex.

**Teléfono IP.** Aparato telefónico que incorpora un codec para llevar a cabo la conversión analógico-digital en el propio terminal.

**Teorema de Nyquist.** Establece que una señal se podrá recuperar fielmente a partir de sus muestras, siempre y cuando éstas se recojan con una frecuencia igualo superior al doble del ancho de banda de la señal original.

**Terminal H.323.** Elemento de la red que proporciona una comunicación en tiempo real bidireccional con otro terminal H.323.

**TOS (Type of Service).** Byte del datagrama IP que identifica la calidad de servicio deseada para un determinado tipo de tráfico.

**Trama.** Conjunto de datos enviados como una unidad. Según los protocolos empleados, puede ser de longitud fija o variable.

**VAD (Voice Activity Detection).** Mecanismo de ahorro de ancho de banda que se basa en la no transmisión de paquetes de voz durante los periodos de silencio.

**VoATM (Voice Over ATM).** Tecnología de transmisión de voz sobre celdas, que se basa en la utilización de ATM como soporte tecnológico.

**Vocoder.** Codificador de voz que muestrea a menor frecuencia que la de Nyquist paliando los efectos negativos que ello produce a través del empleo de técnicas adicionales basadas en características de la propia señal de voz.

**VoFR (Voice Over Frame Relay).** Tecnología de transmisión de voz sobre tramas empleando para ello Frame Relay.

**VoIP (Voice Over Internet Protocol).** Tecnología de transmisión de voz sobre paquetes caracterizada por el empleo de la pila de protocolos IP como transporte.

**Voz sobre paquetes.** Prestación de los servicios típicos de una red de conmutación de circuitos (telefonía, fax y mensajería vocal) a través de una red de datos.

**WFQ (Weight Fair Queuing).** Algoritmo de control de la congestión que identifica los paquetes de voz de cada conversación y asegura que el ancho de banda se reparte por igual entre las conversaciones individuales. Es una manera de estabilizar el comportamiento de la red en situaciones de congestión.

---

## Bibliografía

Kulmann, Federico. Información y telecomunicaciones, Fondo de Cultura Económica, México. 1997.

Teléfonos de México. Historia de la Telefonía en México 1878 - 1991, Subdirección de Comunicación Social

Intelmex. Manual de Introducción a la transmisión de datos. Junio de 2001.

Robledo S., Cornelio. Redes de Computadoras. Instituto Politécnico Nacional. 1ª Edición. México. 1999

Stallings, W.; Comunicaciones y redes de computadores, 6ª ed.; *Prentice-Hall*; 2000.

Tanenbaum, A. S.; Computer Networks, 3ª ed.; *Prentice-Hall*; 1996.

Comer, D.E.; Stevens, D.L.; Internetworking with TCP/IP. Volume I; *Prentice-Hall International*; 1995.

Goralski, W.J. ADSL and DSL Technologies. McGraw-Hill. NY. 1998.

Rauschmayer, D. ADSL/VDSL Principles: A Practical and Precise Study of Asymmetric Digital Subscriber Lines and Very High Speed Digital Subscriber Lines. Macmillan Technical Publishing. 1998.

Ransom, N. and Azzam, A.A. Broadband Access Technologies: ADSL/VDSL, Cable Modems, Fiber and LMDS. McGraw-Hill. NY. 1999.

Summers, C.K. ADSL: Standards, Implementation and Architecture. Advanced and Emerging Communications Techniques. CRC Press. 1999.

---

---

## Sitios Web

<http://www.adsl.com>

<http://www.34t.com>

[http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/tutorial\\_fr.html](http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/tutorial_fr.html)

<http://www.geocities.com/siliconvalley/hardware/8840/protocolo11.htm>

[http://www.sunrisetelecom.com/espanol/frame\\_relay.pdf](http://www.sunrisetelecom.com/espanol/frame_relay.pdf)

<http://geocities.com./wireless4data>

[http://cft.gob.mx/html/ta\\_era/info\\_tel/it24.html](http://cft.gob.mx/html/ta_era/info_tel/it24.html)

<http://acterna.com>

<Http://telmex.com>

---