



**Universidad Nacional Autónoma de
México**

**Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán**

“Red Inteligente en México”

T E S I S

Que para obtener el título de:
**INGENIERO MECÁNICO
ELECTRICISTA**

P R E S E N T A N:

**Adrián Andrés Méndez López
Raúl Alberto Mejía Juárez**

ASESOR:

Ing. José Luis Rivera López



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 de Adrián Andrés Méndez López.

A mi asesor Ing. José Luis Rivera López por haber aceptado dirigir esta tesis y por sus sugerencias sobre los temas que se manejan en el trabajo.

También quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por darme la oportunidad de obtener un título profesional así como agradecer a cada uno de los profesores que compartieron sus conocimientos para lograr este título.

Quiero dar las gracias al ser superior Dios porque sin su ayuda yo no hubiera hecho todas las cosas lindas que he hecho en esta vida.

Le doy las gracias a mi madre querida que sin ella no hubiera nacido y a mi padre que siempre ha estado a mi lado en todos los momentos importantes de mi vida. A mis hermanos Cecilia y Abraham por ser mis mejores amigos.

Le doy las gracias a un ser muy especial en mi corazón América Ailyne quien es el motivo para seguir creciendo como persona, Patricia gracias por tu apoyo incondicional ante todo.

Agradecimientos de Raúl Alberto Mejía Juárez.

A mi Mamá, Papá, Hermana y Abuelita que son lo más preciado en mi vida y quien sin su apoyo no hubiera alcanzado mis metas escolares además de que siempre han estado en los momentos más difíciles para ofrecerme su ayuda.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán – UNAM, y a quienes en ella enseñan y laboran, por brindarme la oportunidad de estudiar y crecer no solo en conocimientos sino en espíritu también.

A mi asesor de tesis por darme el tiempo y brindarnos a mí y a mi compañero su apoyo en el desarrollo de esta tesis.

A todos los profesores que de una u otra manera contribuyeron a completar este trabajo.

Finalmente, a todos mis amigos con quienes tuve la dicha de compartir mis días en la universidad, pues lo que hace que recuerdes un lugar no es el lugar en sí, sino la gente que conoces.

“Por mi raza hablara el espíritu”

INDICE:

◆ Objetivos.	vi
◆ Introducción.	viii
1. Telefonía (conceptos básicos).	10
<hr/>	
1.1. Sistemas de comunicación.	10
1.2. Topologías utilizadas en redes de telecomunicación.	15
1.2.1. Topología Bus.	15
1.2.2. Topología Anillo.	17
1.2.3. Topología Estrella.	18
1.2.4. Topología Árbol.	20
1.3. Planes Fundamentales.	20
1.3.1. Plan de numeración.	20
1.3.2. Plan de señalización.	23
1.3.3. Plan de enrutamiento.	24
1.3.4. Plan de sincronización.	26
1.4. Jerarquías de la Red telefónica.	28
1.5. Medios de transmisión telefónica.	35
1.5.1. Medios guiados.	36
1.5.2. Medios no guiados.	39
1.5.3. Repetidoras.	42

2. Red Telefónica. 45

2.1. Introducción.	45
2.1.1. Concepto de red telefónica.	46
2.1.2. Funciones básicas.	48
2.1.3. Elementos de una Red.	49
2.1.3.1. Nodos.	50
2.1.3.2. Enlaces.	51
2.2. Red local.	52
2.2.1. Aspectos generales de una Red local.	52
2.2.2. Estructura interna de una central telefónica.	53
2.2.3. Estructura externa (o de abonado).	55
2.3. Aspectos generales de una Red de larga distancia.	57
2.4. Redes conmutadas.	58
2.4.1. Conmutación de circuitos.	59
2.4.2. Conmutación de paquetes.	60
2.4.3. Multicanalización.	63
2.5. Enrutamiento: llamada local, nacional e internacional.	64

3. Modelo de referencia OSI. 67

3.1. Definición.	67
3.1.1. Concepto de Protocolo en capas.	68
3.1.2. Propósito del modelo OSI.	69
3.2. Capas del modelo OSI.	70
3.2.1. Funciones de las capas individuales de OSI.	73

	Índice
3.2.2. Nombre de los datos en cada capa.	76
3.2.3. Empleo de las capas nulas.	78
3.2.4. Encapsulado de datos.	78
3.3. Protocolos.	79
3.3.1. Servicio y protocolo.	80
3.3.2. Formato de mensaje de datos.	81
4. Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).	83
4.1. Principios de la RDSI.	83
4.1.1. Definición de RDSI.	83
4.1.2. Señalización.	85
4.2. Estructura de la RDSI.	86
4.2.1. Configuración de referencia.	88
4.2.1.1. Agrupaciones funcionales.	89
4.2.1.2. Puntos de interferencia o interfaz.	90
4.2.2. Canales de comunicación.	91
4.2.3. Acceso a la RDSI.	93
4.2.3.1. Acceso Básico.	94
4.2.3.2. Acceso Primario.	96
4.3. Servicios de la RDSI.	97
4.4. Aplicaciones de RDSI.	99
4.4.1. RDSI de Banda ancha.	100

5. Red Inteligente (RI).	102
<hr/>	
5.1. Concepto de Red Inteligente.	102
5.2. Características de la Red Inteligente.	105
5.2.1. Requisitos Funcionales de la Red Inteligente.	106
5.3. Componentes principales de la Red Inteligente.	107
5.3.1. Punto de Conmutación de Servicio (SSP).	111
5.3.2. Punto de Control de Servicio (SCP).	113
5.3.3. Punto de Administración de Servicio (SMP).	115
5.3.4. Funcionamiento general de los elementos de la RI en conjunto.	120
5.4. Protocolo X.25.	121
5.4.1. Circuitos Virtuales en X.25.	124
5.5. Sistema de Señalización n.7.	126
5.5.1. SS7 enfocado a Red Inteligente.	129
6. Servicios de Red Inteligente.	132
<hr/>	
6.1. Introducción.	132
6.1.1. Establecimiento de una llamada mediante SS7.	133
6.1.2. Establecimiento de una llamada a Red Inteligente.	136
6.1.3. Petición de una Base de Datos a Red Inteligente.	138
6.2. Beneficios de la Red inteligente.	139
6.2.1. Beneficios para el proveedor de servicios.	140
6.2.2. Beneficios para el usuario.	141
6.3. Servicios.	142

6.3.1. Servicios para usuarios y para proveedores.	142
6.3.2. Servicio de Red Privada Virtual.	148
6.3.3. Creación de servicios.	149
◆ Conclusiones.	154
◆ Bibliografía.	157
◆ Apéndice.	159
▪ Apéndice A: <i>Acrónimos y siglas.</i>	160
▪ Apéndice B: <i>Conceptos Extra.</i>	165

◆ **Objetivos.**

El propósito fundamental de este trabajo es proporcionar una presentación clara de la teoría y aplicaciones de la Red Inteligente.

Una de las aplicaciones de la telefonía más importantes hoy en día son los servicios digitales, que se ofrecen con el fin de minimizar tiempos y mejorar la calidad en los servicios que muchas empresas tienen que proporcionar a sus clientes.

En la actualidad podemos disfrutar de una variedad de servicios desde nuestra línea telefónica, esto se debe a que se empiezan a idear protocolos que ayudan a unir aplicaciones que antes era algo imposible; de ahí surge la idea de introducir en la Red Telefónica una aplicación muy sofisticada como es la informática.

Esta tesis nos da las bases del comportamiento de la Red telefónica y la conversión a una Red Inteligente, desde lo más básico, pasando por conceptos tan esenciales como son el concepto de telecomunicación, las topologías que pueden adoptar las redes de comunicaciones, las partes que componen la llamada Red Telefónica Pública Conmutada (**RTPC**), sus jerarquías y su funcionamiento en conjunto.

Al término de este panorama, que abarca los dos primeros capítulos, se analiza uno de los protocolos más usados en sistemas de transmisión de datos, el llamado modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (**OSI**) el cual es un modelo que plantea no solo el envío de voz, como lo podríamos traducir para el caso de la telefonía básica, sino también para las nuevas telecomunicaciones que no se limitan a un solo medio sino que en la actualidad estamos hablando, como ya se había mencionado, de aplicaciones informáticas.

Para el cuarto capítulo se discutirá otro importante avance en el uso de la transmisión de datos, tales como vídeo, texto, imágenes y servicios digitales, a través de una de las tecnologías más ambiciosas, la Red Digital de Servicios Integrados (**RDSI**) la cual fue un adelanto para el tema que nos compete en esta tesis.

Habiendo estudiado las bases, el lector tendrá una visión más clara de cómo está compuesta la Red Telefónica así como la forma en que se fueron incorporando las nuevas tecnologías.

Finalmente se explicará el tema de Red Inteligente (**RI**), la cual es uno de los adelantos más importantes, incorporando nodos informáticos a la Red Telefónica Básica con el objetivo de dar al usuario o abonado, una serie de servicios que mejoran sustancialmente la eficiencia, no solo del concepto primordial de la telefonía que es el de la comunicación hablada, sino también ofreciendo una interactividad empresa/cliente que no se había dado antes, dicha tecnología se empieza a explotar en México recientemente a pesar de tener ya cierto tiempo de ser implementada en países como Estados Unidos, sin embargo es bueno empezar a recibir los beneficios que esta tecnología da y que en los próximos años dará.

El mundo de las telecomunicaciones busca la vía más accesible para transmitir la información de una manera más sencilla y así lograr una interactividad más cercana entre Instituciones y clientes, por ello la importancia de la Red Inteligente.

Esperando que el trabajo en su conjunto sea de utilidad para las personas que tengan una inclinación hacia las Telecomunicaciones y en concreto hacia el área de la telefonía y la informática. Al final de la tesis, se integraron dos apéndices en los cuales el primero engloba todas las abreviaturas o siglas, utilizadas alrededor de la tesis, con su respectivo significado, y el segundo contiene “conceptos extra” que pueden ser de utilidad para el lector.

◆ **Introducción.**

Durante los últimos 100 años, las transmisiones analógicas han dominado todo el campo de las comunicaciones; en particular, el sistema telefónico que estaba basado completamente en señales analógicas. Con la creciente popularidad que han empezado a tener las transmisiones digitales es inminente una combinación de ambas tecnologías antes de pasar a una transmisión totalmente digital, por lo que todavía pasarán varios años antes de que las transmisiones analógicas desaparezcan por completo.

Estos servicios analógicos, en especial las redes públicas conmutadas, se diseñaron hace muchos años para transmitir la voz humana en una forma más o menos reconocible. Las técnicas presentes relacionadas con las telecomunicaciones nos inducen a pensar de una manera diferente a como lo hemos hecho en el pasado. Los avances en tecnologías digitales y en transmisiones por fibras ópticas permiten hablar ahora de velocidades de transmisión en Mbps y en Gbps además de conmutaciones menores a una mil millonésima de segundo.

Un sistema de telecomunicaciones consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base a esa infraestructura se ofrecen a los usuarios los diversos servicios de telecomunicaciones. Por ejemplo, para tener acceso a la red telefónica, se necesita un aparato telefónico; para recibir el servicio de telefonía celular, se requiere de teléfonos portátiles con receptor y transmisor de radio.

Se puede afirmar que una red de telecomunicaciones consiste en los siguientes componentes:

- a) Nodos, en los cuales se procesa la información,
- b) Enlaces o canales, en los cuales se envía la información y conectan los nodos entre sí.

Uno de los desarrollos más sorprendentes es la posibilidad de conectar todas las redes de cobertura limitada en una red global que, al menos en teoría, permite enlazar y comunicar usuarios ubicados en cualquier parte del mundo.

A través de la red telefónica se prestan servicios de comunicación oral a personas y empresas. Entre estos están el servicio telefónico local, además de transmisiones de fax y datos. La red telefónica es la de mayor cobertura geográfica, la que mayor número de usuarios tiene, y ocasionalmente se ha afirmado que es *“el sistema más complejo del que dispone la humanidad”*. Es evidente que por la dispersión geográfica de la red telefónica y de sus usuarios, existan varias centrales locales, las cuales están enlazadas entre sí por medio de canales de mayor capacidad, de manera que cuando ocurran situaciones de alto tráfico no haya un bloqueo entre ellas.

La Red Inteligente es la única red diseñada con la inteligencia, fuerza, estabilidad y seguridad requeridas para permitir que todo el sistema pueda escalar.

El objetivo de está, es ayudar a los clientes a lograr sus objetivos empresariales, y al usuario común darle servicios que agilicen muchos procesos además de brindarle más servicios dentro de la red telefónica, enfatizando el valor exponencial que se obtiene al implementar la red como un sistema. El término Red Inteligente se utiliza para describir un concepto arquitectónico aplicable a todas las redes de telecomunicaciones, por medio de la cual se pretende facilitar la introducción de nuevos servicios.

De los servicios más comunes que se tienen hoy en día, son:

- ❖ Servicio de televotación.
- ❖ Identificador de llamadas.
- ❖ Transmisión de datos.
 - Internet.
 - Consulta de saldo bancario.
 - Pago de servicios (tenencia, impuestos, etc.).

Entre muchos otros ya existentes y otros cuantos que serán puestos en marcha en poco tiempo.

1. Telefonía (conceptos básicos).

1.1. Sistemas de comunicación.

- *Sistema de comunicación.*

Un sistema de comunicación se describe como el conjunto de elementos que ordenadamente relacionados entre sí, tienen la capacidad de establecer la transmisión de un mensaje entre dos puntos independientes. Los elementos fundamentales o indispensables que intervienen en el principio de comunicación son:

- a) *Emisor o transmisor:* es el elemento que inicia la comunicación; es el encargado de transmitir el mensaje en un lenguaje que el receptor o receptores puedan descifrar con facilidad para poder establecer el enlace de comunicación.
- b) *Medio ó canal:* es el medio utilizado por el transmisor para hacer llegar el mensaje al receptor.
- c) *Receptor:* es el elemento encargado de recibir el mensaje transmitido por el emisor a través de un medio. Al recibirse el mensaje se cumple el ciclo de la comunicación.

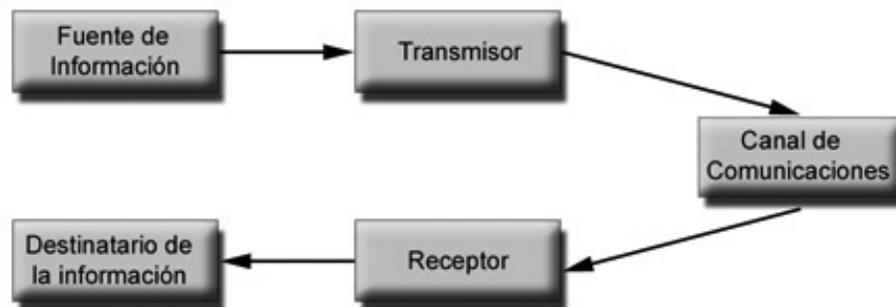


Figura. 1.1. Sistema de comunicación.

Descripción de un sistema de comunicación.

Se denomina “sistema” al conjunto de componentes o dispositivos físicos que interactúan entre sí, que aceptan señales como entradas, las transforman y generan otras señales a su salida. En la **figura 1.2.** se representa un sistema que transforma la señal de entrada así como la salida resultante; como se observa la entrada de la señal es de tipo analógico, el sistema de comunicación se encarga de transformar este tipo de señal para que pueda salir una señal digital.

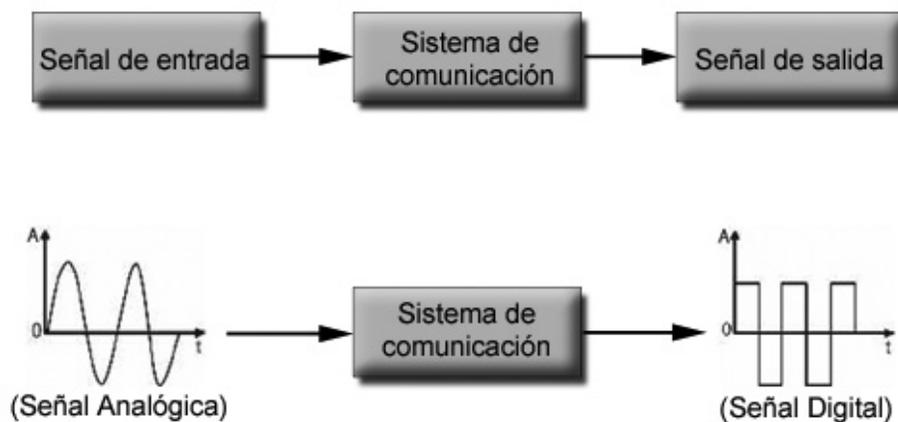


Figura 1.2. Sistema de comunicación.

Existen dos tipos básicos de sistemas de comunicación: alámbrica e inalámbrica.

- *Sistema alámbrico.*

Depende de un medio de transmisión física, utilizando conductores eléctricos de señal, tales como las líneas telefónicas domésticas, cable coaxial, fibra óptica, etc.

- *Sistema inalámbrico*

No necesita de un medio físico entre el emisor y el receptor para llevar el mensaje, ocupando como canal transmisor el espacio, por ejemplo la telefonía celular, las estaciones de radio, televisoras locales y la comunicación satelital.

Tipos de señal.

Las formas en que se pueden transmitir, recibir y propagar las señales de los sistemas de comunicación son: analógica o digital; las cuales tienen distinta naturaleza.

- Señal analógica

Tiene la característica de que puede variar gradualmente dentro de un intervalo continuo de valores, como son la amplitud y la longitud, dependiendo de las características de la información que se transmite; por lo tanto, una señal analógica es una señal de variación continua. Un ejemplo de sistemas analógicos es la señal acústica de un instrumento musical.

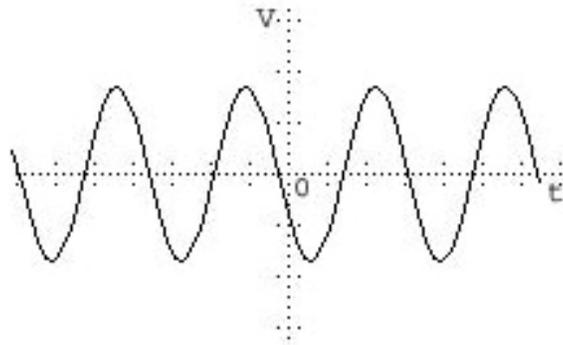


Figura 1.3. Señal analógica.

- Señal digital.

Es aquella que está conformada por valores discretos tales como los dígitos binarios (0 y 1), por lo tanto, se puede decir que una señal digital es igual a una señal discreta en amplitud. Algunos de los sistemas digitales más comunes son las calculadoras, algunos tipos de teléfonos celulares y computadoras.

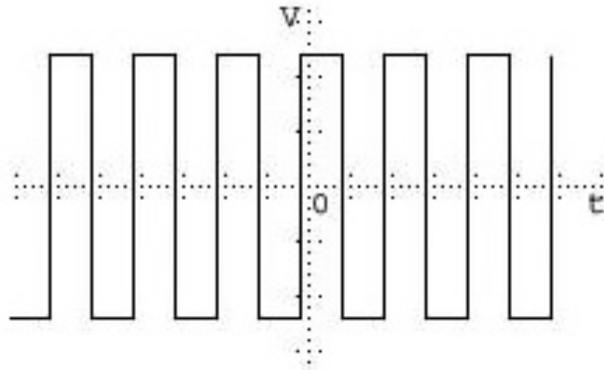


Figura 1.4. Señal discreta.

Ventajas de una señal digital sobre una analógica:

- ❖ La señal digital es menos sensible que la analógica a las interferencias y al ruido.
- ❖ Mayor capacidad en transmisión de datos.
- ❖ Mas segura, pues cuenta con sistemas de detección y corrección de errores.
- ❖ Es más económica porque al comprimirse la señal se pueden enviar por un mismo transponder varias señales a la vez (*comunicaciones satelitales*).

Algunos de los usos más comunes de ambas señales son:

- *Telegrafía.*

Se consideró en su etapa inicial fundamental para las telecomunicaciones alámbricas, ya que implementaba los elementos básicos del principio de la comunicación (emisor, medio, receptor) utilizando el código Morse, esto es una codificación de rayas y puntos eléctricos u ópticos, que permitió la comunicación entre regiones lejanas.

- *Radio.*

Su transmisión puede ser digital o analógica. Algunos ejemplos de este sistema son la radio comercial y los diversos sistemas de radiocomunicación tales como: civil, militar y oficial. Debido a que algunos de éstos usan tecnología de punta (satélites, fibras ópticas, señales digitales) permiten abarcar con mayor calidad y cantidad los distintos puntos de cobertura.

- *Televisión.*

Este sistema de comunicación en la actualidad es analógico o digital; su uso se ha ampliado, pues no sólo es comercial, sino también educativo, gubernamental, de investigación y otros. Algunos de estos sistemas usan tecnología de punta (satélites, fibras ópticas, señales digitales).

- *Telefonía.*

Este sistema puede ser alámbrico o inalámbrico; por ejemplo se tienen las redes de telefonía satelital, telefonía celular, Red Telefónica Pública Conmutada o bien los radio localizadores.

Ejemplos de Redes públicas:

El servicio Telefónico Convencional **POTS** (*Plain Old Telephone Service*) es transportado vía la Red Telefónica Pública Conmutada **RTPC** (del inglés "**PSTN**", *Public Switched Telephone Network*). Esta red, ofrece a los clientes los servicios típicos de voz.

Los servicios de datos son transportados también en la Red pública ya sea por medio de la Red de Datos de Conmutación de Paquetes **PSDN** (*Packet Switched Data Network*) basada en protocolos X.25 (ver punto 5.4), o como se realiza en un número muy limitado de países, por medio de una Red de Datos de Conmutación de Circuitos **CSDN** (*Circuit Switched Data Network*).

Sólo en casos limitados y especiales pueden algunos tipos de red dar servicio a otros diferentes de los que originalmente fueron diseñados. Este es el caso de la red telefónica pública conmutada, que puede llevar servicios de datos a una velocidad moderada si se instalan módems (ver Apéndice B) en los dos extremos a comunicar.

1.2. Topologías utilizadas en redes de telecomunicación.

La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tender el cable a sus nodos o núcleos de inteligencia (estaciones) y las interconexiones existentes entre ellos.

La topología influye directamente, entre otras cosas, en las siguientes características:

- ❖ Seguridad ante fallos del equipamiento físico/lógico en cualquiera de los nodos de la red.
- ❖ Facilidad de configuración y reubicación de los puestos en la red.
- ❖ Facilidad para manejar grandes flujos de información sin que se produzcan bloqueos o congestiones.
- ❖ Retardo mínimo introducido por la red.

1.2.1. Topología Bus.

Esta topología permite que todas las estaciones o nodos reciban la información que se transmite. Consiste en un cable con una terminal en cada extremo del que se cuelgan todos los elementos de una red (**figura 1.5**). Todos los nodos de la red están unidos a este cable, el cual recibe el nombre de “*Backbone Cable*”. Tanto *Ethernet* (Red informática local) como en una llamada local pueden utilizar esta topología.

El bus es pasivo, no se produce regeneración de las señales en cada nodo. Los nodos en una red de topología “bus” transmiten la información y esperan que ésta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

Cuando una estación quiere transmitir, simplemente envía sus tramas al bus (medio de comunicación), cuando una señal atraviesa el bus (normalmente un cable coaxial), todas y cada una de las estaciones escucha, la señal lleva consigo una designación de dirección. Los

sistemas de bus, como *Ethernet*, emplean un cable bidireccional con trayectorias de avance y regreso sobre el mismo medio, o bien emplean un sistema de cable doble o dual para lograr la bidireccionalidad.

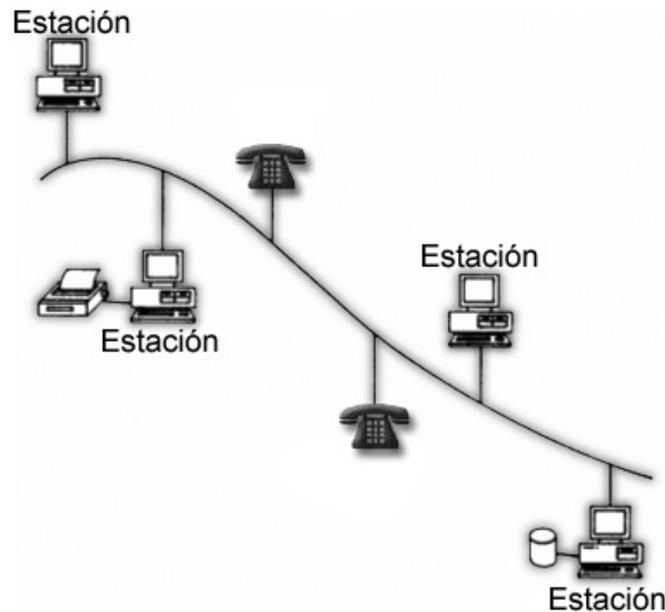


Figura 1.5. Topología Bus.

Evaluación de la topología en bus:

- ❖ *Aplicación:* Para redes pequeñas o con muy poco tráfico.
- ❖ *Complejidad:* Son relativamente sencillas.
- ❖ *Respuesta:* Excelente con poco tráfico pero cuando aumenta el tráfico, ésta disminuye rápidamente.
- ❖ *Vulnerabilidad:* El fallo de una estación normalmente no afecta a la red. Es vulnerable a fallos y a problemas del bus. Los fallos son difíciles de encontrar pero una vez encontrados son sencillos de reparar.

- *Bus Unidireccional.*

Transmisión en una sola dirección

- *Bus Bidireccional.*

Se transmite en ambas direcciones por el mismo medio o medios conductores (bus paralelo). La transmisión suele llevarse a cabo mediante división de frecuencia o asignación secuencial en el tiempo.

1.2.2. Topología Anillo.

Las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común (**figura 1.6**). El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo. Con esta metodología, cada nodo examina la información que es enviada a través del anillo, su capacidad de almacenamiento, si tiene, es de sólo unos cuantos bits y la velocidad de recepción y de transmisión es igual en todos los repetidores. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al siguiente. La desventaja de esta topología es que si se rompe una conexión, se puede caer la red completa.

Los enlaces (líneas de comunicación) son *simplex* (unidireccional), por lo tanto la información fluye en un solo sentido. La ventaja de esta red es que se puede operar a grandes velocidades.



Figura 1.6. Topología Anillo.

Evaluación de la topología en anillo:

- ❖ *Aplicación:* Para asignar la capacidad de la red de forma equitativa o para conectar un número de estaciones que funcionen a velocidades muy altas en distancias muy cortas.
- ❖ *Complejidad:* Requiere hardware relativamente complicado.
- ❖ *Respuesta:* Con tráfico alto es bastante estable. El aumento del tiempo de espera es menor que en otras topologías pero el tiempo de espera medio es bastante alto.
- ❖ *Vulnerabilidad:* El fallo de una sola estación o de un canal haría que falle todo el sistema.

1.2.3. Topología Estrella.

La red se une en un único punto, normalmente con un panel de control centralizado (**figura 1.7**), como un concentrador de cableado. Los bloques de información son dirigidos a través del panel de control central hacia sus destinos. Este esquema tiene una ventaja al tener un panel de control que monitorea el tráfico y evita las colisiones y una conexión interrumpida no afecta al resto de la red.

En la topología en estrella, cada estación tiene una conexión directa a un acoplador (conmutador) central. Una manera de construir esta topología es con conmutadores telefónicos que usan la técnica de conmutación de circuitos.

Otra forma de esta topología es una estación que tiene dos conexiones directas al acoplador de la estrella (nodo central), una de entrada y otra de salida (la cual lógicamente opera como un bus). Cuando una transmisión llega al nodo central, este la retransmite por todas las líneas de salida. Según su función, los acopladores se catalogan en:

- *Acoplador pasivo.*

Cualquier transmisión en una línea de entrada al acoplador es físicamente trasladada a todas las líneas de salida.

- *Acoplador activo.*

Existe una lógica digital en el acoplador que lo hace actuar como repetidor. Si llegan señales, por lo regular en bits, en cualquier línea de entrada, son automáticamente regenerados y repetidos en todas las líneas de salida. Si llegan simultáneamente varias señales de entrada, una señal de colisión es transmitida en todas las líneas de salida.

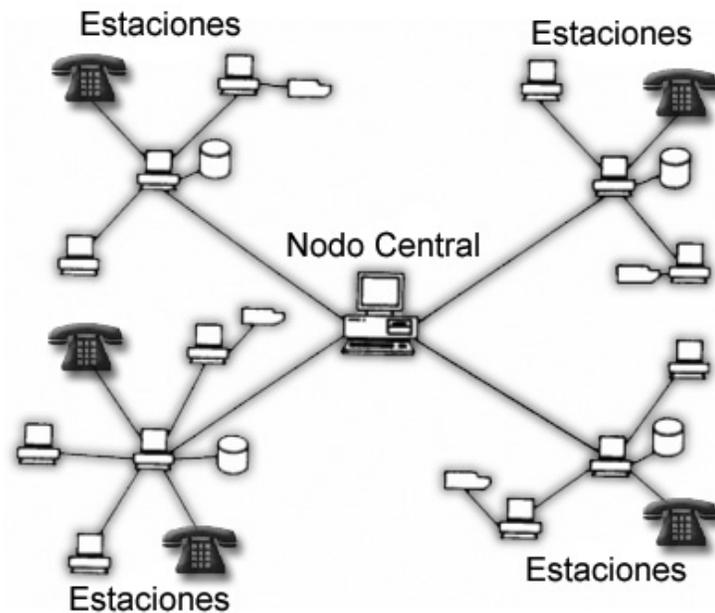


Figura 1.7. Topología en Estrella.

Evaluación de la topología en estrella:

- ❖ *Aplicación:* Es la mejor forma de integrar servicios de voz y datos.
- ❖ *Complejidad:* Puede ser bastante compleja ya que las estaciones pueden actuar a su vez como nodo central de otras estaciones.
- ❖ *Respuesta:* Es buena para una carga moderada del sistema. Sin embargo depende totalmente de la potencia del nodo central.
- ❖ *Vulnerabilidad:* Depende del nodo central. Si este falla, falla toda la red. Sin embargo la solución de los demás problemas que puedan surgir es sencilla debido al control centralizado.

1.2.4. Topología Árbol.

Esta topología comienza en un punto denominado cabezal o raíz (*headend*). Uno ó más cables pueden salir de este punto y cada uno de ellos puede tener ramificaciones en cualquier otro punto. Una ramificación puede volver a ramificarse. En una topología en árbol no se deben formar ciclos.

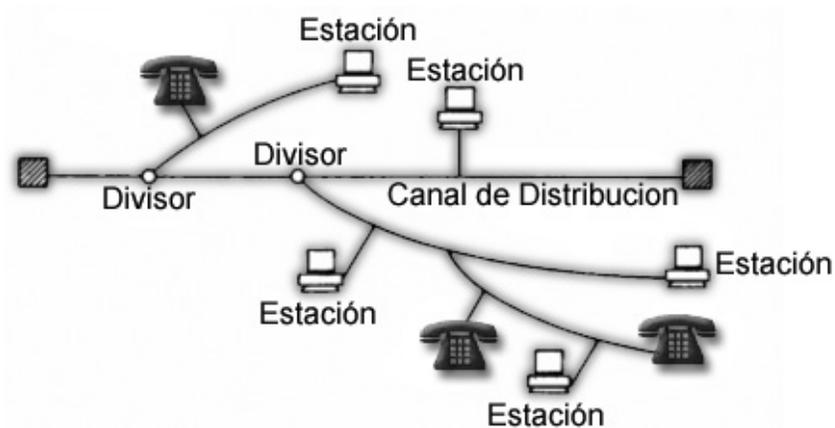


Figura 1.8. Topología en Árbol.

1.3. Planes Fundamentales.

1.3.1. Plan de numeración.

Definiciones sobre numeración.

Las siguientes definiciones son comúnmente usadas cuando se habla de numeración en la telefonía.

Tipos de número. Con el fin de separar números para extensiones, operadoras y otros nodos dentro de la red, se ha definido un conjunto de tipos de números dentro del sistema.

Manejo de número. Una prestación básica que casi siempre está disponible (excepto para líneas externas manuales) es el transporte del número llamado sobre la línea externa. Algunos sistemas de señalización soportan también el transporte de la identidad de la parte llamante y conectada sobre la red. Se usa normalmente el número llamante/conectado transportado para fines de visualización en el extremo de la otra parte. Las posibilidades en el manejo del número llamado y llamante conectado irán en función de los distintos sistemas de señalización y configuraciones utilizados.

- ❖ *Número llamado.* El número llamado que se envía hacia la red. Usado para el enrutamiento. No necesariamente el número marcado. Independiente del sistema de señalización.
- ❖ *Número llamante.* La identidad de la parte **A**. Usado normalmente para fines de tarificación y visualización en la parte **B**.
- ❖ *Número conectado.* Identidad de la parte **B** conectada. El número que se envía hacia atrás en la red desde el nodo terminal.

Las series numéricas están estructuradas del siguiente modo:

- ❖ *Código de acceso:* Marcación de acceso fuera de la Red Privada **PBX** (*Private Branch Exchange*). El código de acceso puede estar compuesto de uno o de varios dígitos.
- ❖ *Prefijo internacional:* Indicativo de llamada internacional.
- ❖ *Código de país:* Indicativo del país. Cada país tiene su indicativo.
- ❖ *Prefijo nacional:* Indicativo de tráfico nacional.
- ❖ *Código de central:* Indicativo de una central telefónica.
- ❖ *Número de extensión:* Identificación de la extensión dentro de una PBX.
- ❖ *Número de abonado:* Identificación de un abonado dentro de una central.

Ejemplos de diversos tipos de numeración:

Nacional.

0 ----- Código de acceso a ruta.
9 ó 1 ----- Prefijo nacional.
168 ----- Código de central.
123456 ----- Número de abonado.

Internacional.

0 ----- Código de acceso a ruta.
00 ----- Prefijo internacional.
46 ----- Código de país.
85501234 ----- Resto del número.

Privado.

55 ----- Prefijo de ruta privada. Los primeros 1, 2 ó 3 dígitos.
23456 ----- Número de extensión.

Claves para servicios.

800 ----- Números no geográficos con cobro revertido.
900 ----- Números no geográficos con sobrecuota por el
servicio prestado.

1.3.2. Plan de señalización.

La automatización del servicio telefónico requiere el empleo de señales para ser entendidas por los equipos que forman la planta telefónica y así lograr el establecimiento de las comunicaciones. El objetivo del plan de señalización es determinar las características y utilización de estas señales.

Funciones de la señalización.

- ❖ **Supervisión.** Detección de las condiciones y/o cambios de estado de las facilidades del sistema de señalización (ej. Línea de abonado, circuitos, registros, etc.).
- ❖ **Selección.** Identificación y localización de un abonado, circuito o troncal, mediante el manejo de su dirección numérica en los equipos de conmutación.
- ❖ **Operación.** Utilización eficiente de las facilidades del sistema de señalización para llevar a cabo funciones de mantenimiento, control, facturación y en general información sobre el establecimiento o no de las llamadas.

Tipos de señales.

En el proceso para establecer una comunicación por sí misma y en la terminación de ella, intervienen varios tipos de señales en ambas direcciones (Abonado/central).

La ejecución de las funciones anteriores se realiza mediante el empleo de tres tipos de señales que son las siguientes (ver **figura 1.9**):

- ❖ **Señales Acústicas.** Información que permite al abonado detectar las condiciones y/o cambios de estado de la red telefónica.
- ❖ **Señales Numéricas.** Información que permite al abonado y a los equipos, efectuar la identificación y localización de las facilidades de la red telefónica.
- ❖ **Señales de Línea.** Información que permite al abonado y a los equipos ocupar, supervisar y liberar las facilidades de la red telefónica.

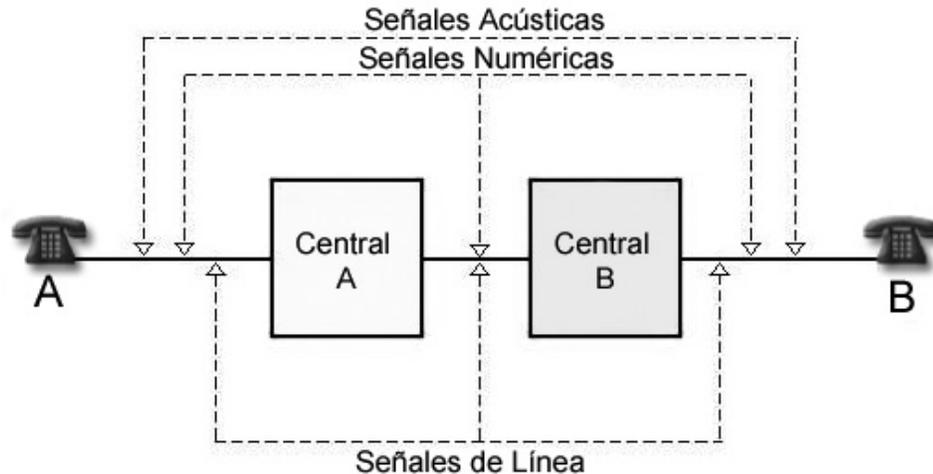


Figura 1.9. Señalización.

Niveles de señalización.

- ❖ *Nivel de Abonado.* Se define como el intercambio de información entre el abonado y la central. Su realización se efectúa mediante el uso de señales de tipo numéricas y acústicas entre el abonado y la parte de control de la central.
- ❖ *Nivel de Línea.* Las “señales de línea” permiten la ocupación, supervisión y la liberación de la red telefónica. Su realización se efectúa mediante el uso de señales de línea, entre el abonado y la parte de conexión de la central, así como entre centrales a través de sus repetidores.
- ❖ *Nivel de Registro.* Estas permiten el intercambio de información de origen y destino entre centrales. Su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo numéricas entre los registros ubicados en la parte de control de las centrales.

1.3.3. Plan de enrutamiento.

El Plan Técnico Básico de Enrutamiento permite a las empresas operadoras de redes de telecomunicaciones del país, seleccionar la ruta más adecuada para su tráfico, garantizando una conexión de calidad satisfactoria entre dos terminales. Este plan está en conformidad con las recomendaciones internacionales establecidas por el “*Consejo Consultivo Internacional de*

Telecomunicaciones y Telegrafía” (CCITT) hoy UIT, “*Unión Internacional de Telecomunicaciones*” y debe ser aplicado en todos los proyectos de telecomunicaciones. Las redes existentes, las ampliaciones de los actuales operadores de servicios de telecomunicaciones y las redes nuevas que se instalen, deben cumplir en todo, con el presente plan técnico.

El plan de enrutamiento se basa en la totalidad de la red y en su arquitectura, la cual se estructura en tres planos:

- a) Plano local.
- b) Plano nacional.
- c) Plano internacional.

El esquema de enrutamiento define el procedimiento de puesta a disposición de un conjunto de rutas para establecer una comunicación entre un par de nodos.

Esquema de enrutamiento.

Un esquema de enrutamiento jerárquico presenta un número de rutas directas de gran utilización, que desbordan hacia otras rutas a través de nodos de tránsito. La última tentativa de llamada que se puede ofrecer se hará sobre una ruta denominada “de última elección” o “ruta final”, la cual debe estar dimensionada para garantizar el grado de servicio deseado.

En una red de telecomunicaciones se pueden presentar los siguientes esquemas de enrutamiento:

- Enrutamiento fijo.

Son aquellos esquemas en los cuales los cambios de elección de ruta para un tipo de alternativa de llamada se requieren de intervención manual, obteniendo como resultado un nuevo esquema fijo de encaminamiento.

- *Enrutamiento dinámico.*

Son aquellos esquemas en los cuales los cambios de elección de ruta se hacen de forma automática dependiendo de parámetros predeterminados relacionados con tiempo y/o estado de la red.

- ❖ *Dependiendo del tiempo:* Aquel en el cual los enrutamientos se modificarán a horas fijas durante el día o la semana para poder satisfacer las demandas cambiantes de tráfico.
- ❖ *Dependiendo del estado:* Aquel en el cual el enrutamiento variará automáticamente según el estado de la red. Se dice en tal caso que los esquemas de enrutamiento son adaptativos.

- *Enrutamiento alternativo.*

Es aquel que ocurre cuando todos los circuitos que conforman un haz en particular están ocupados, produciéndose la búsqueda entre circuitos de haces diferentes. Todos los esquemas de enrutamiento, excepto el más elemental, implican enrutamientos alternativos.

Para sacar el máximo beneficio del enrutamiento alternativo, es necesario que las mediciones y las previsiones del tráfico sean correctas y que el dimensionamiento y los métodos de control sean los adecuados.

1.3.4. Plan de sincronización.

El presente Plan Técnico Básico de Sincronización tiene por objeto garantizar, de acuerdo con las recomendaciones de la UIT, unos objetivos de calidad satisfactorios en cuanto a tasa de *deslizamientos* (Repetición o supresión de un bloque de bits) se refiere, para cualquier comunicación digital, independientemente de la clase de servicio que se trate (voz, datos u otros) y del medio de transmisión que se use (satélite, cable, fibra óptica, radioenlaces, etc.).

Analizados los diferentes factores que pueden causar *deslizamientos* en una Red digital, se han establecido objetivos de calidad con el fin de lograr una sincronización satisfactoria para cualquier conexión de este tipo.

Para lograr estos objetivos pueden adoptarse diferentes configuraciones, cuya selección depende de la estructura y jerarquía de la red de telecomunicaciones así como de consideraciones económicas. Los métodos de sincronización pueden ser asíncronos o sincrónicos (ver Apéndice B).

Elementos usados en el plan de sincronización.

- Deslizamiento.

Repetición o supresión de un bloque de bits en un tren de bits síncrono o asíncrono debido a una discrepancia en las velocidades de lectura y de escritura en una memoria intermedia.

- Deslizamiento controlado.

Pérdida o ganancia irreversible de un conjunto de posiciones de dígitos consecutivos en una señal digital, en la cual están controladas tanto la magnitud como el instante en que se produce dicha pérdida o ganancia, con el objeto de ajustar la señal a una velocidad diferente de la propia.

- Deslizamiento incontrolado.

Pérdida o ganancia de una posición de dígito o de un conjunto de posiciones consecutivas de dígitos resultante de un desajuste en los procesos de temporización asociados a la transmisión o conmutación de una señal digital, la cual se produce sin que esté controlada la magnitud ni el instante de la pérdida o la ganancia.

- Estabilidad.

Es el grado al cual un reloj producirá la misma frecuencia durante un período de tiempo, una vez establecida la operación continua. Es importante distinguir entre el concepto “estabilidad a

corto plazo” y “estabilidad a largo plazo”. La primera es una variación al azar de la frecuencia y la segunda, es un cambio sistemático de la frecuencia.

- *Exactitud.*

Se define como la variación que puede existir entre la frecuencia real y la nominal.

- *Red de Sincronización.*

Configuración de nodos de sincronización y enlaces de sincronización proporcionada para sincronizar los relojes de los nodos, o los conectados a éstos.

1.4. Jerarquías de la Red telefónica

Antes de iniciar con la jerarquía de las centrales es importante mencionar que en México se consideran los siguientes límites tarifarios de acuerdo a su extensión geográfica.

- ❖ Local. Menor a 5 Km.
- ❖ Suburbano. Mayor de 5 Km y menor de 12 Km.
- ❖ Larga distancia. Mayor de 12 Km.

Terminología:

Red de Telecomunicación. Es el conjunto de nodos interconectados por medio de enlaces de transmisión con el objeto de dar servicio de procesamiento y transporte de información.

Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC). Red de Telecomunicaciones Pública para el servicio de transporte de voz, que opera en base a la conmutación de circuitos a diferentes niveles:

- ❖ *Red Urbana (RU).* Red que forma parte de la RTPC y que contiene dos o más Oficinas Terminales urbanas. Puede o no incluir Centrales Tandem.

- ❖ *Red Suburbana (RS)*. Red que forma parte de la RTPC y que contiene al menos una Oficina Terminal suburbana. Incluye al menos un Centro suburbano.
- ❖ *Red Interurbana (RIU)*. Red que forma parte de la RTPC y que agrupa a todas las Centrales Automáticas de Larga Distancia a nivel nacional.
- ❖ *Red Internacional (RIIn)*. Red de telecomunicación que interconecta la RTPC nacional con las RTPC's de Estados Unidos, Canadá y los países del Caribe.
- ❖ *Red Mundial (RM)*. Red de telecomunicación que interconecta la RTPC nacional con las RTPC's del resto del mundo.

Red de Telefonía celular (RTC). Red de telecomunicación pública que da servicio de telefonía celular y que define una o más áreas de servicio.

Red Jerárquica. Sistema que agrupa a las centrales que componen la RTPC en una estructura de dos o más niveles o jerarquías.

Centrales de la red telefónica.

Oficina Terminal (OT). Nodo de conmutación que proporciona servicio telefónico automático en un área geográfica, realizando la conexión entre usuarios que pertenecen a ella; así como a usuarios que se localizan en el resto de la RTPC.

Nomenclatura	Símbolo
OT	

También se le conoce como Central Local y se clasifican en:

- ❖ *OT Aislada (OTA)*. Cuando la población cuenta con una sola OT, está es conocida como OTA y la red a la que pertenece es llamada red unicentral.

- ❖ *OT Urbana (OTU)*. Si la población cuenta con dos o más OT's, la red se conoce como multicentral y a cada OT se le conoce como OTU.
- ❖ *OT Suburbana (OTS)*. OT que da servicio a los abonados que se encuentran dentro del límite tarifario suburbano respecto a la red a la cual pertenece.
- ❖ *OT de Telefonía celular (OTTC)*. OT que proporciona servicio de telefonía a los usuarios celulares que se encuentran dentro de la zona de servicio. La OTTC constituye la interfaz entre la RTC y la RTPC.

Central Privada Automática (PABX). Sistema de conmutación instalado en las oficinas del usuario y que proporciona servicio telefónico interno, así como conexiones hacia Redes externas. También se le conoce como conmutador automático.

Nomenclatura	Símbolo
PABX	

Central Tandem (CT). Nodo de conmutación que maneja el tráfico de tránsito o desborde originando o terminado en las OT's subordinadas a ella.

Nomenclatura	Símbolo
CT	

Centro Suburbano (CS). Nodo de conmutación que maneja tráfico de tránsito originado o terminado en OTS's subordinadas a ella. Realiza funciones de facturación.

Nomenclatura	Símbolo
CS	

Central Mixta (CX). Nodo de conmutación que ejecuta simultáneamente las funciones de una OT (OTU u OTS) y una central de transito (CT o CS).

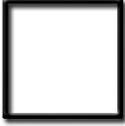
Descripción	Nomenclatura	Símbolo
CX Urbana	CXU	
CX Suburbana	CXS	

Central Automática de Larga Distancia (CALD). Nodo de conmutación que cursa tráfico de transito interurbano, internacional o mundial, originando o terminado en centrales enlazadas a ella.

Centro de Zona (CZ). CALD que maneja el tráfico de las centrales subordinadas a ella (OT's, CT's, CS's). El CZ tiene la jerarquía baja en la red Interurbana.

Nomenclatura	Símbolo
CZ	

Centro de Área (CA). CALD que controla al menos un CZ perteneciente a su área de cobertura. Tiene la jerarquía media en la red Interurbana.

Nomenclatura	Símbolo
CA	

Centro Regional (CR). CALD que controla al menos un CA dentro de su región de cobertura. Tiene una jerarquía alta en la red Interurbana.

Nomenclatura	Símbolo
CR	

Centro Internacional (CI). CALD que comunica a la RTCP nacional con RTPC's de Estados Unidos, Canadá y países del Caribe. Esta central puede también poseer alguna de las jerarquías de la RIU. Se tienen dos jerarquías; Centro Internacional-1 (jerarquía alta) y centro Internacional-2 (jerarquía baja).

Nomenclatura	Símbolo
CI-1	
CI-2	

Centro de Acceso Internacional (CAI) (GATEWAY). Nodo de conmutación que permite optimizar el manejo de tráfico en la RIn.

Nomenclatura	Símbolo
CAI	

Centro Mundial (CM). CALD que interconecta la RTPC nacional con las RTPC's del resto del mundo.

Nomenclatura	Símbolo
CM	

Centro Mundial de Transito (CMX). CALD que maneja el tráfico mundial entre RTPC's de dos países del resto que no justifican vía directa para su comunicación.

Nomenclatura	Símbolo
CMX	

Troncal. Enlaces de transmisión para manejar tráfico:

- ❖ Intraurbano.
- ❖ Intrasuburbano.
- ❖ Entre RU y RS.
- ❖ Entre RU ó RS y la Red Interurbana.
- ❖ Hacia/desde posiciones de operadora.

Vía de Alto Uso (VAU). Grupo de enlaces dimensionados para operar con alta utilización, los cuales en estado de congestión desbordan tráfico sobre otra vía determinada.

Nomenclatura	Símbolo
VAU	

Vía Final (VF). Grupo de enlaces que manejan trafico de desborde y que son dimensionados para operar con baja probabilidad de congestión. En condiciones normales de operación esta vía es la ultima alternativa, por lo que no tiene la opción de desbordar trafico y determina la congestión máxima a través de la RTPC. Sin embargo en condiciones anormales de operación, contempla la posibilidad de desborde hacia una VAX.

Nomenclatura	Símbolo
VF	

Vía Auxiliar (VAX). Grupo de enlaces dimensionados para operar con baja utilización. Esta vía deberá utilizarse como desborde auxiliar de la VF cuando esta se encuentre indisponible por causa de falla o congestión total.

Nomenclatura	Símbolo
VAX	

Vía Única (VU). Grupo de enlaces dimensionados para operar con alta utilización. Esta vía sigue el mismo trayecto que su VF y es la primera opción para cursar trafico de transito que no justifica el uso de VAU's. En estado de congestión desborda tráfico sobre su VF asociada.

Nomenclatura	Símbolo
VU	

En la **figura 1.10**. se puede observar un ejemplo básico de una interconexión por jerarquías.

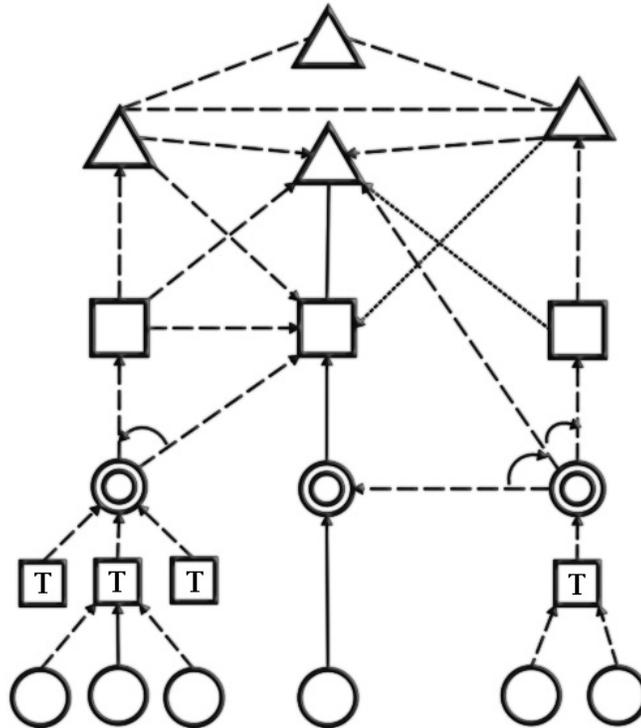


Figura 1.10. Ejemplo de una interconexión.

1.5. Medios de transmisión telefónica.

Los avances tecnológicos ha permitido establecer enlaces de transmisión de información con capacidades cada vez más altas y a distancias cada vez más largas (Los primeros enlaces telegráficos llevaban señales de aproximadamente 30 palabras por minuto, equivalente a unos 15 bps y a distancias de varios kilómetros).

Dichos avances también han permitido aumentar progresivamente el aprovechamiento de los medios de transmisión existentes (par de cobre, coaxial, radio), así como el desarrollo de otros totalmente nuevos, como la fibra óptica. Todos los medios de transmisión tienen las siguientes características:

- ❖ Están basados en ondas electromagnéticas.
- ❖ Presentan una atenuación proporcional a la distancia.
- ❖ Están sujetos a interferencias y ruido.
- ❖ Son limitados en el ancho de banda sobre el que pueden transmitir.

Los medios de transmisión comúnmente utilizados en la transmisión de información se pueden clasificar en:

- ❖ Medios Guiados.
- ❖ Medios No Guiados.

1.5.1. Medios Guiados

Los medios guiados incluyen a los conductores metálicos (par trenzado, cable coaxial y guías de onda) y los conductores no metálicos como las fibras ópticas. Los medios de transmisión guiados presentan la ventaja de permitir un ancho de banda muy elevado y ser menos susceptibles a las interferencias; para distancias cortas pueden ser mucho más económicos que los medios inalámbricos. Sin embargo se requiere disponer del derecho de paso sobre la trayectoria de transmisión, lo cual puede ser costoso. Los medios guiados no permiten tampoco las comunicaciones móviles.

Par trenzado.

Un cable de par trenzado simplemente es un haz de uno o más pares de hilos de cobre rodeados por un forro de protección metálico o no metálico (**figura 1.11**).

El par trenzado se utiliza para transmitir señales tanto analógicas como digitales. En el caso de señales analógicas necesita amplificadores o repetidores cuando las distancias son mayores de 5 a 6 km. En el caso de señales digitales los repetidores están entre 2 a 3 km. En general, el par trenzado se utiliza en transmisión punto a punto hasta unos 15 km; en el caso de redes de área

local las distancias son mucho menores: un edificio o un grupo de edificios cercanos, y puede utilizarse en configuraciones multipunto de acuerdo con la topología de la red.

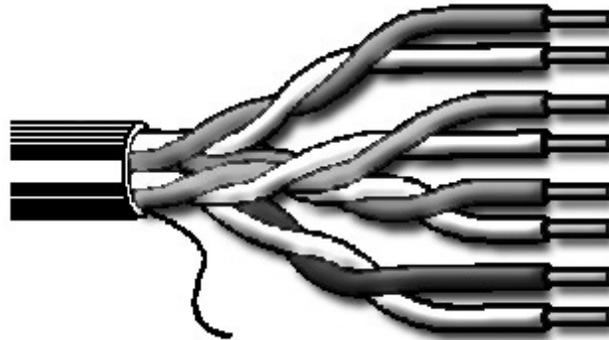


Figura 1.11. Par Trenzado.

Cable coaxial.

El cable coaxial fue inventado en 1929 y es uno de los medios de transmisión más versátiles. Se emplea en casi todas las gamas de frecuencia para la transmisión de señales tanto analógicas como digitales. Se utilizan en una amplia variedad de instalaciones residenciales, comerciales e industriales; en radiodifusión, televisión por cable (**CATV**), redes de área local, circuitos cerrados de televisión y muchas otras aplicaciones.

Dicho cable consiste de un alambre interior que se mantiene fijo en un medio aislante que después lleva una cubierta metálica. La capa exterior evita que las señales de otros cables o que la radiación electromagnética afecte la información conducida por el cable coaxial. En la **figura 1.12**, se muestra un cable coaxial típico.

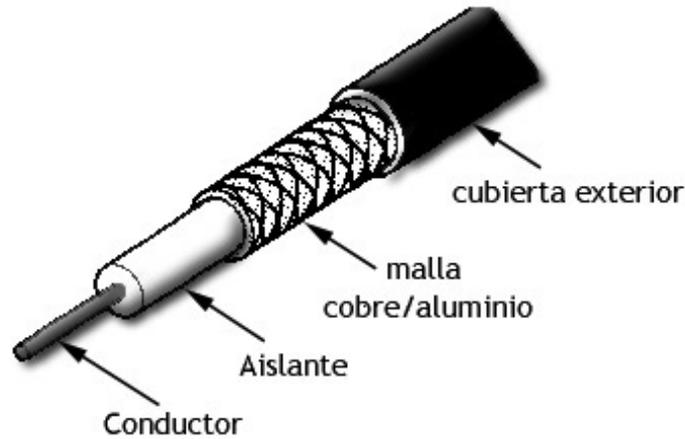


Figura 1.12. Cable Coaxial.

Fibra óptica.

Para radiación electromagnética de muy alta frecuencia en el intervalo de la luz visible e infrarroja se utiliza un cable de fibra de vidrio que causa muy poca pérdida de energía luminosa a través de largas distancias (**figura 1.13**). El diámetro de la fibra debe ser muy pequeño con el fin de minimizar la transmisión reflectora. La fibra transmisora central es de vidrio de baja pérdida y con índice de refracción relativamente alto.



Figura 1.13. Fibra óptica.

Guía de onda.

La guía de onda es otro medio de comunicación también muy usado, el cual opera en el rango de las frecuencias comúnmente llamadas como microondas (en el orden de los GHz). Su construcción es de material metálico por lo que no se puede decir que sea un cable. El ancho de banda es extremadamente grande y es usada principalmente cuando se requiere bajas pérdidas en la señal bajo condiciones de muy alta potencia como el caso de una antena de microondas.

Las aplicaciones típicas de este medio es en las centrales telefónicas para bajar/subir señales provenientes de antenas de satélite o estaciones terrenas de microondas.



Figura 1.14. Guía de onda.

1.5.2. Medios no guiados.

Los medios no guiados se transmiten por el espacio libre y comprenden las ondas radioeléctricas (HF, VHF, UHF, Microondas, etc.) y los rayos o haces infrarrojos (actualmente está en desarrollo la transmisión mediante el láser).

Los medios de transmisión *no guiados* tienen las siguientes características:

- ❖ Las ondas electromagnéticas se pueden transmitir eficazmente mediante una antena que tenga dimensiones comparables a la longitud de onda de la señal que se quiere transmitir.
- ❖ El ancho de banda máximo sobre el cual se puede transmitir es proporcional a la frecuencia de la portadora. En general, a mayor frecuencia mayor ancho de banda disponible, pero menor alcance.
- ❖ A frecuencias bajas las ondas son guiadas por la superficie terrestre y reflejadas por las capas ionosféricas
- ❖ A frecuencias altas, las ondas de radio se comportan como la luz, la propagación es rectilínea, por lo cual se requiere línea visual entre el transmisor y el receptor, especialmente en el caso de los rayos infrarrojos y el láser.

Microondas.

Un radio enlace terrestre o microondas terrestre provee conectividad entre dos sitios (estaciones terrenas) en línea de vista (*Line-of-Sight*, **LOS**) usando equipo de radio con frecuencias de portadora por encima de 1 GHz. La forma de onda emitida puede ser analógica (convencionalmente en FM) o digital.



Figura 1.15. Antena de microondas.

Las principales aplicaciones de un sistema de microondas terrestre son las siguientes:

- ❖ Telefonía básica (canales telefónicos).
- ❖ Datos.
- ❖ Telégrafo/Telex/Fax.
- ❖ Canales de Televisión.

Comunicación vía satélite.

Los enlaces satelitales funcionan de una manera muy parecida a las microondas. El principio de operación de los satélites es sencillo, se envían señales de radio desde una antena hacia un satélite estacionado en un punto fijo alrededor de la Tierra (llamado “geoestacionario”), el satélite actúa como una estación de relevación (*relay station*) o repetidor. Un transpondedor (ver Apéndice B) recibe la señal del transmisor terreno, luego la amplifica y la retransmite hacia la tierra a una frecuencia diferente. Debe notarse que la estación terrena transmisora envía a un solo satélite; el satélite, sin embargo, envía a cualquiera de las estaciones terrenas receptoras en su área de cobertura o huella (*footprint*).

En la **figura 1.16**, se muestra el área de cobertura de un satélite geoestacionario:

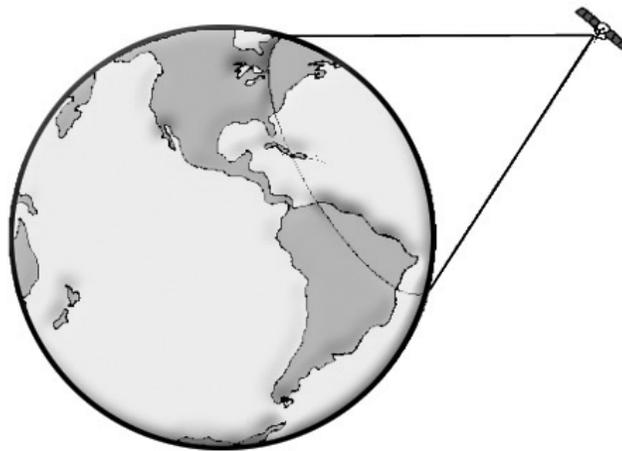


Figura 1.16. Satélite geoestacionario.

Los beneficios de la comunicación por satélite desde el punto de vista de comunicaciones de datos podrían ser los siguientes:

- ❖ Transferencia de información a altas velocidades (Kbps, Mbps)
- ❖ Ideal para comunicaciones en puntos distantes y no fácilmente accesibles geográficamente.
- ❖ Ideal en servicios de acceso múltiple a un gran número de puntos.
- ❖ Permite establecer la comunicación entre dos usuarios distantes.

Entre las desventajas de la comunicación por satélite están las siguientes:

- ❖ $\frac{1}{4}$ de segundo de tiempo de propagación. (retardo)
- ❖ Sensitividad a efectos atmosféricos.
- ❖ Sensibles a eclipses.
- ❖ Falla del satélite (no es muy común).
- ❖ Posibilidad de interrupción por cuestiones de estrategia militar.

A pesar de las anteriores limitaciones, la transmisión por satélite sigue siendo muy popular.

1.5.3. Repetidoras.

Cuando el alcance requerido por un sistema de telecomunicaciones es mayor que el permitido por la tecnología seleccionada, puede realizarse la comunicación por etapas, cubriendo distancias cortas y repitiendo los mensajes hasta que lleguen a su destino. Una ampliación lógica (ej. comunicación de voz por microondas) consiste en la introducción de repetidoras; cada una de las repetidoras desempeñaría el papel de receptor, por una parte, con todas las funciones que éste tiene asociadas y, por la otra, el de transmisor hacia la siguiente etapa, también con cada una de las funciones que tiene asociado un transmisor (**figura 1.17**).

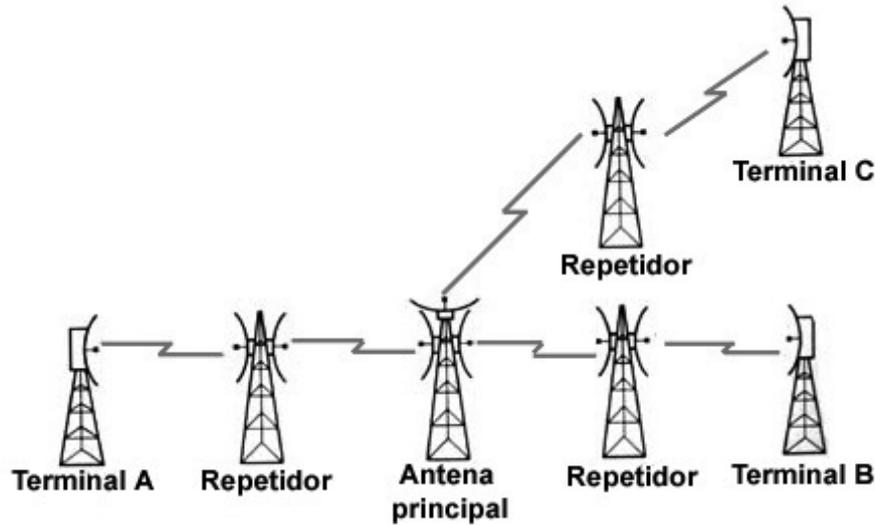


Figura 1.17. Uso de repetidoras.

Para el caso de centrales locales, los cables de cobre son, sin lugar a duda, el medio más utilizado en transmisiones tanto analógicas como digitales; siguen siendo la base de las redes telefónicas urbanas. El material del que están formados produce atenuación en las señales, de manera tal que a distancias de entre 2 y 6 km, dependiendo de la aplicación, deben ser colocadas repetidoras.

Los cables coaxiales tienen un blindaje que aísla al conductor central del ruido en la transmisión; han sido muy utilizados en comunicaciones *de larga distancia* y en distribución de señales de televisión. Recientemente se han utilizado también en redes de transmisión de datos. La distancia entre repetidoras es similar a la de los cables de cobre, debido a que se utiliza una mayor banda para la transmisión, permitiendo mayores tasas en las comunicaciones digitales.

Las fibras ópticas transmiten señales ópticas en lugar de las eléctricas. Son mucho más ligeras que los cables metálicos y permiten transmitir tasas más altas que los primeros. Además, aunque las señales se ven afectadas por ruido, no se alteran por ruido de tipo eléctrico y pueden soportar distancias mayores entre repetidoras (del orden de 100 km). Sus aplicaciones principales son enlaces de larga distancia, enlaces metropolitanos y redes locales.

Finalmente en los radio enlaces por microondas cuando se envía una onda electromagnética desde una antena, parte de la energía radiada viaja a lo largo o cerca de la superficie de la tierra, y otra parte va desde la antena hacia el espacio. La energía que permanece próxima a la superficie de la tierra se denomina onda terrestre, la energía que se eleva hacia el espacio se llama onda celeste, la energía que viaja directamente desde la antena transmisora hasta la antena receptora sin seguir la superficie de la tierra o radiarse hacia el espacio, se denomina onda espacial. Las señales de onda espacial siguen una trayectoria en línea recta, por lo que las antenas de retransmisión deben estar a la vista una de otra (“línea de vista”). La distancia entre repetidoras también esta condicionada por la frecuencia a la cual se va a transmitir la información.

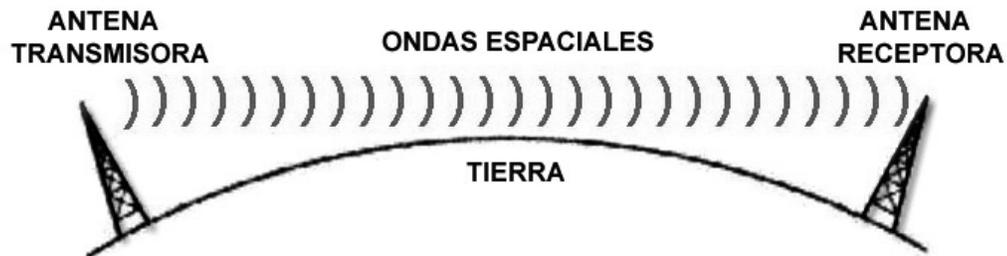


Figura 1.18. “Línea de vista” entre la transmisora y la receptora ó repetidora.

2. Red Telefónica.

2.1. Introducción.

Redes de telecomunicaciones.

Para recibir un servicio de telecomunicaciones, un usuario utiliza un equipo terminal a través del cual obtiene entrada a la red por medio de un canal de acceso. Para fines ilustrativos, se puede establecer una analogía entre las telecomunicaciones y los transportes. En estos últimos, la red está constituida por el conjunto de carreteras de un país y lo que en ellas circulan son vehículos, que a su vez dan servicio a personas o mercancías. En las telecomunicaciones se transporta información a través de redes de información.

La función de una red de telecomunicaciones consiste en ofrecer servicios a sus usuarios. Se le denomina una red pública de telecomunicaciones, cuando ésta es utilizada por el público en general (por ejemplo, la red telefónica). Cuando alguien instala y opera una red para su uso personal, sin dar acceso a terceros, entonces se trata de una red privada, por ejemplo: una red utilizada para comunicar a los empleados y las computadoras o equipos en general de una institución financiera.

Una característica importante de una red es su cobertura geográfica, ya que ésta limita el área en que un usuario puede conectarse y tener acceso para utilizar los servicios que le ofrece, por ejemplo, redes de cobertura urbana que distribuyen señales de televisión por cable en una ciudad, redes metropolitanas que cubren a toda la población de una ciudad, redes que enlazan redes metropolitanas o redes urbanas formando redes nacionales, y redes que enlazan las redes nacionales, las cuales constituyen una red global de telecomunicaciones.

Actualmente existen redes que permiten comunicación telefónica instantánea, envío de información financiera, envío de señales de televisión de un país a otro, o que permiten localizar personas por medio de receptores de radio en varios países del mundo.

2.1.1. Concepto de red telefónica.

Una red esta constituida por nodos (centros de conmutación telefónica), interconectados por enlaces (vías de transmisión), en las cuales se establecen circuitos de servicio público conmutado (telefónico, datos). Una red telefónica consiste básicamente en oficinas centrales (o simplemente centrales) organizadas en una jerarquía de nivel múltiple, y en enlaces de circuitos.

Una central es aquel equipo que realiza la función de interconexión de abonados y/o enlaces con otras centrales y cuenta además con fuentes de energía, equipos de transmisión, señalización y otras operaciones según corresponda.

Las características fundamentales de una red telefónica son que cada abonado puede conectarse con cualquier otro, que el tiempo de establecimiento sea pequeño, que la comunicación sea inteligible y que sea económicamente realizable. Actualmente, todos los tipos de redes existentes (locales, nacionales e internacionales) han experimentado un notable desarrollo, lo cual ha originado que las administraciones telefónicas aumenten sus esfuerzos para gobernar y mantener el control de las comunicaciones en ellas.

En virtud de lo anterior, se ha apreciado una significativa demanda de servicios la que se ha podido satisfacer gracias a los progresos de la tecnología y de las técnicas de explotación. También debido al crecimiento del tráfico, se ha hecho necesario desarrollar sistemas de transmisión y centros de conmutación de mayor capacidad, orientados a asegurar la calidad de servicio requerida al mínimo costo, derivándose una red telefónica de un elevado nivel de interconexión e interactividad.

El servicio ofrecido al público en general, por medio de la red telefónica pública, es el de comunicación de voz, es decir, la transmisión bidireccional de señales de voz, con el objeto de que dos usuarios puedan establecer y sostener una conversación. Este servicio, como ya se ha explicado, tiene básicamente dos etapas:

1. *Etapa de señalización*, que incluye la selección del número del destinatario, la identificación de una ruta por medio de la conmutación, la reservación de la misma y el timbrado.
2. *Etapa de transmisión*, que consiste en la conversión de las señales acústicas en señales eléctricas, su transporte a través de los medios de comunicación, y la conversión de señales eléctricas nuevamente en acústicas para ser entregadas al destinatario.

Utilizando la red telefónica, pueden ser transmitidos documentos impresos o escritos; esto es lo que se conoce como “facsimile” o “fax”, también datos a través de módems (aparatos usados para poder utilizar la línea telefónica para la transmisión de datos binarios). Estos logros en materia de transmisión de datos fomentaron el desarrollo de nuevos servicios de telecomunicaciones por medio de la red telefónica. Por ejemplo, la consulta remota a bases de datos, correos electrónicos (envío de mensajes entre computadoras), transmisión de archivos entre computadoras, y en general, servicios que exploten las ventajas de las técnicas de procesamiento digital de señales.

La red telefónica básica se puede dividir en dos partes: la Red de acceso y la Red de interconexión (**figura 2.1**).

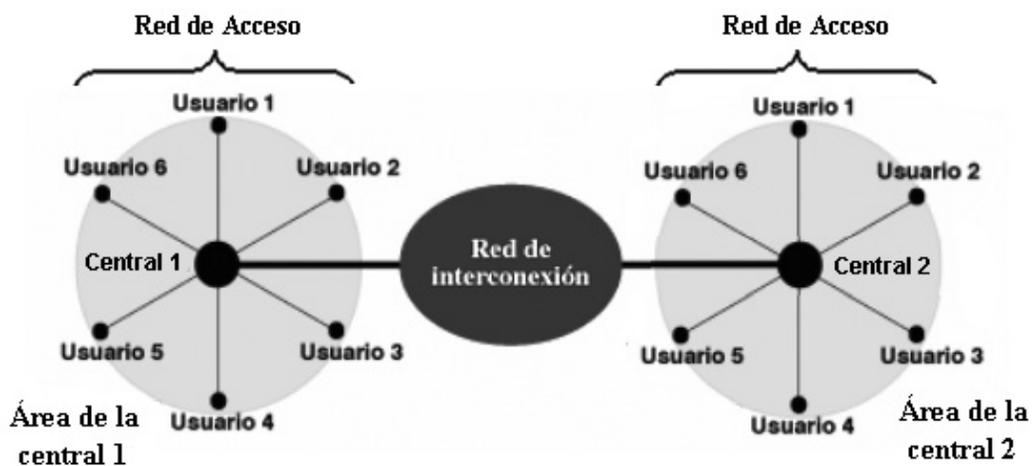


Figura 2.1. Estructura de la Red telefónica.

El bucle de abonado es el par de cobre que conecta el terminal telefónico del usuario con la central local de la que depende. El bucle de abonado proporciona el medio físico por medio del cuál el usuario accede a la red telefónica y por tanto recibe el nombre de *red de acceso*. La red de interconexión es la que hace posible la comunicación entre usuarios ubicados en diferentes Áreas de Acceso.

Como ya se ha indicado anteriormente, la red telefónica básica se ha diseñado para permitir las comunicaciones de voz entre los usuarios. Las comunicaciones de voz se caracterizan porque necesitan un ancho de banda muy pequeño, limitado a la banda de los 300 a los 3,400 Hz (un CD de un equipo de música reproduce sonido en la banda de los 0 a los 22,000 Hz). Es decir, la red telefónica es una red de comunicaciones de banda estrecha.

2.1.2. Funciones básicas

Cada central realiza las siguientes funciones básicas (Ver **figura 2.2**):

1. Cuando un abonado levanta el auricular de su aparato telefónico, la central lo identifica y le envía un tono de “invitación a marcar”.
2. La central espera a recibir el número seleccionado, para a su vez, escoger una ruta del usuario fuente al destino.
3. Si la línea de abonado del usuario destino está ocupada, la central lo detecta y le envía al usuario fuente una señal (“tono de ocupado”).
4. Si la línea del usuario destino no está ocupada, la central a la cual está conectado genera una señal para indicarle al destino la presencia de una llamada “tono de llamada”.
5. Al contestar la llamada el usuario destino, se suspende la generación de dichas señales o tonos y empieza a correr la facturación de la llamada.
6. Al concluir la conversación, las centrales deben desconectar la llamada y poner los canales a la disposición de otro usuario, a partir de ese momento.
7. Al concluir la llamada se debe contabilizar su costo para su facturación, para ser cobrado al usuario que la inició, según se trate de una llamada local, nacional o internacional.

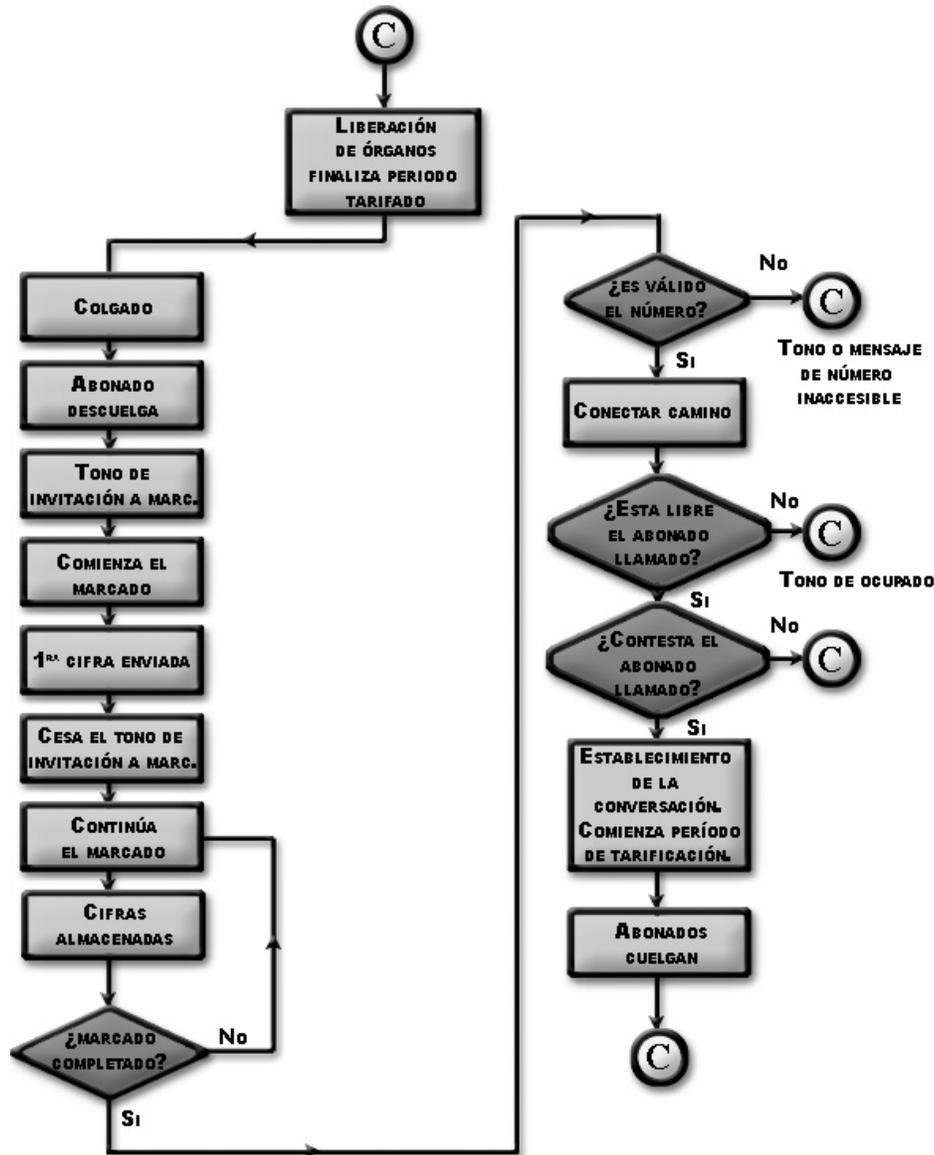


Figura 2.2. Organigrama del establecimiento de una llamada telefónica.

2.1.3. Elementos de una Red

Para recibir un servicio de telecomunicaciones, un usuario utiliza un equipo terminal a través del cual obtiene entrada a la red por medio de un canal. Una red de telecomunicaciones consiste en los siguientes 2 componentes básicos; a) Nodos, en los cuales se procesa la información y b) Enlaces, en los cuales se envía la información y conectan los nodos entre sí.

2.1.3.1. Nodos

Los nodos son parte fundamental en cualquier red de telecomunicaciones, son los encargados de realizar las diversas funciones de procesamiento que requieren cada una de las señales o mensajes que circulan o transitan a través de los enlaces de la red. Desde un punto de vista topológico, los nodos proveen los enlaces físicos entre los diversos canales que conforman la red. Los nodos de una red de telecomunicaciones son equipos (en su mayor parte digitales, aunque pueden tener alguna etapa de procesamiento analógico, como un modulador) que realizan las siguientes funciones:

- ❖ Establecimiento y verificación de un protocolo. Los nodos de la red de telecomunicaciones realizan los diferentes procesos de comunicación de acuerdo a un conjunto de reglas conocidas como protocolos; éstos se ejecutan en los nodos, garantizando una comunicación exitosa entre sí, utilizando para ello, los canales que los enlazan.
- ❖ Transmisión. Existe la necesidad de hacer uso eficiente de los canales, por lo cual en esta función, los nodos adaptan al canal, la información o los mensajes en los cuales está contenida, para su transporte eficiente y efectivo a través de la red.
- ❖ Interfase. En esta función el nodo se encarga de proporcionar al canal las señales que serán transmitidas de acuerdo con el medio del cual está formado el canal. Esto es, si el canal es de radio, las señales deberán ser electromagnéticas a la salida del nodo, independientemente de la forma que hayan tenido a su entrada y también de que el procesamiento en el nodo haya sido por medio de señales eléctricas.
- ❖ Recuperación. Si durante una transmisión se interrumpe la posibilidad de terminar exitosamente la transferencia de información de un nodo a otro, el sistema, a través de sus nodos, debe ser capaz de recuperarse y reanudar en cuanto sea posible la transmisión de aquellas partes del mensaje que no fueron transmitidas con éxito.

- ❖ **Formateo.** Cuando un mensaje transita a lo largo de una red, pero principalmente cuando existe una interconexión entre redes que manejan distintos protocolos, puede ser necesario que en los nodos se modifique el formato de los mensajes para que todos los nodos de la red (o de la conexión de redes) puedan trabajar con éste; esto se conoce con el nombre de formateo (o, en su caso, de reformateo).

- ❖ **Enrutamiento.** Cuando un mensaje llega a un nodo de la red de telecomunicaciones, debe tener información acerca de los usuarios de origen y destino; es decir, sobre el usuario que lo generó y aquel al que está destinado. Sin embargo, cada vez que el mensaje transita por un nodo y considerando que en cada nodo hay varios enlaces conectados por los que, al menos en teoría, el mensaje podría ser enviado a cualquiera de ellos, en cada nodo se debe tomar la decisión de cuál debe ser el siguiente nodo al que debe enviarse el mensaje para garantizar que llegue a su destino rápidamente. Este proceso se denomina enrutamiento a través de la red. La selección de la ruta en cada nodo depende, entre otros factores, del número de mensajes que en cada momento están en proceso de ser transmitidos a través de los diferentes enlaces de la red.

- ❖ **Direccionamiento.** Un nodo requiere la capacidad de identificar direcciones para poder hacer llegar un mensaje a su destino, principalmente cuando el usuario final está conectado a otra Red de telecomunicaciones.

2.1.3.2. Enlaces

El canal o enlace es el medio físico a través del cual viaja la información de un punto a otro. Sus características (ej. material, distancia, tipo de datos a transmitir, etc.) son importantes para una comunicación efectiva, ya que de ellas depende en gran medida la calidad de las señales recibidas o en los nodos intermedios en una ruta. Los canales pueden pertenecer a una de dos clases:

1. Canales que guían las señales que contienen información desde la fuente hasta el destino, por ejemplo: cables de cobre, cables coaxiales y fibras ópticas. Por estos tipos de canales pueden ser transmitidas las siguientes tasas (**tabla 2.1**):

<i>Medio físico</i>	<i>Tasa de transmisión Total y longitud</i>	<i>Ancho de Banda</i>	<i>Espacio entre Repetidores</i>
Par trenzado	4Mbps (en 100 m.)	250KHz	2 – 10Km
Cable coaxial	500Mbps (de 500 m a 1Km.)	350MHz	1 – 10Km
Fibra óptica	2Gbps (en 2 – 3 Km.)	2GHz	10 – 100Km

Tabla 2.1. Tasa de transmisión según el medio usado.

2. Otro tipo de canales difunden la señal sin una guía, a los cuales pertenecen los canales de radio, que incluyen también microondas y enlaces satelitales. Las microondas utilizan antenas de transmisión y recepción de tipo parabólico para transmitir con haces estrechos y tener mayor concentración de energía radiada. Principalmente se utilizan en enlaces de larga distancia, desde luego con repetidoras, pero a últimas fechas se han utilizado también para enlaces cortos punto a punto.

2.2. Red local.

2.2.1. Aspectos generales de una Red local.

Como ya se ha visto anteriormente, la red de acceso está formada por los bucles de abonado que unen los domicilios de los usuarios con su correspondiente central local. El conjunto de elementos se diseña y ordena de tal manera que forma una verdadera red, extendiéndose desde los equipos más complejos hasta el último tornillo.

División.

En la planta telefónica se puede distinguir básicamente dos partes (Ver **figura 2.3**):

- ❖ Los elementos que forman la planta interna.
- ❖ Los elementos que forman la planta externa.

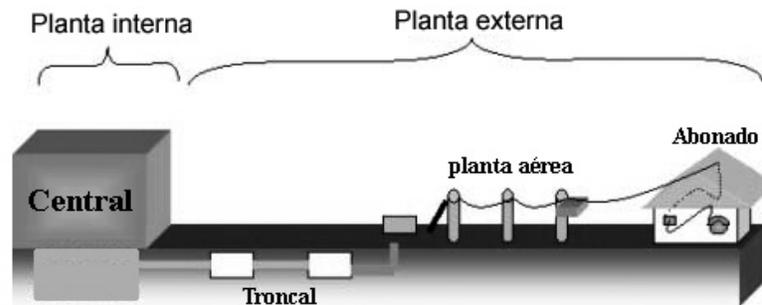


Figura 2.3. División de una planta telefónica.

2.2.2. Estructura interna de una central telefónica.

Planta interna:

Se denomina así, al conjunto de equipos e instalaciones que se ubican dentro de los edificios, el elemento característico de la planta interna es la oficina central que tiene las siguientes partes:

- ❖ *Sala de conmutación.* Contiene los equipos que permiten el establecimiento de los *camino de conversación* entre abonados.
- ❖ *Sala de transmisiones.* Contienen los equipos que generan las señales que permitirán el intercambio de información necesaria.
- ❖ *Sala de energía o cuadro de fuerza.* Contienen los equipos que proveen de la energía eléctrica suficiente para el funcionamiento de los equipos de conmutación, de transmisiones y alimentan toda la planta telefónica.

Además de la oficina central propiamente dicha existen los siguientes ambientes (**figura 2.4**):

- ❖ *Sala de Distribuidor Principal “MDF” (Main Distributing Frame)*. Se le denomina también pararrayos, contiene los *blocks* de hilos telefónicos y números debidamente ordenados. El *block* de hilos telefónicos son las terminales de todos los cables que existen en el área de influencia de la oficina central.
- ❖ *Centro de Prueba*. Donde se encuentran los equipos que sirven para probar todos los circuitos telefónicos, y determinar la naturaleza y la ubicación de la avería de la línea telefónica cuando ella se presente.
- ❖ *Sala de Telmet*. Lugar donde se ubican los equipos de tarificación de llamadas, así como equipos complementarios para el control en caso de reclamo de abonado.

En el caso de centrales de tecnología digital, la tarificación se hace en el mismo equipo.

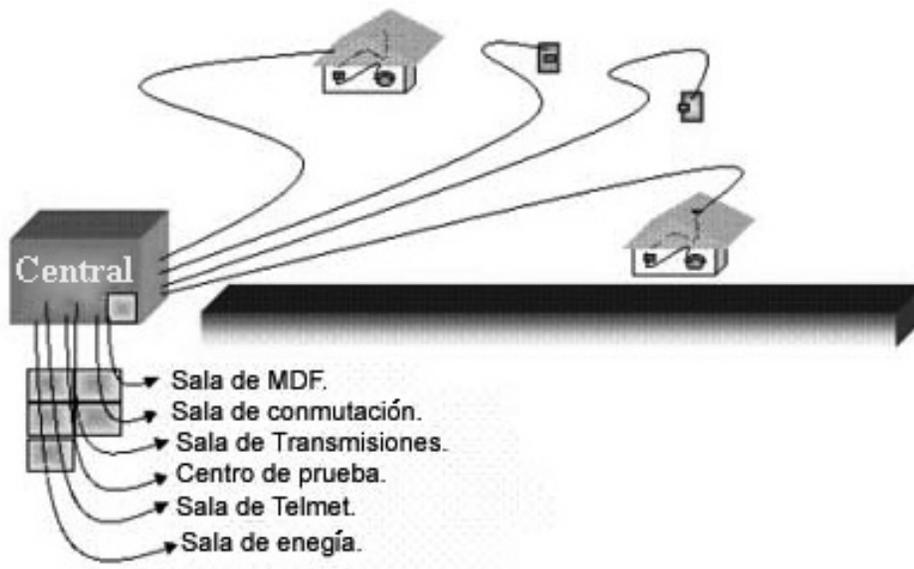


Figura 2.4. Estructura de la planta interna.

2.2.3. Estructura externa (o de abonado).

Planta externa:

Se denomina así, al conjunto de elementos que se ubican fuera de la planta interna y que llegan a los usuarios, la planta externa tiene las siguientes partes:

- ❖ *Los cables telefónicos.* Están constituidos por hilos conductores (de cobre con aislamiento) que se agrupan en pares, para formar un circuito. El número de estos pares son los que determinan la capacidad de los cables telefónicos. Los cables parten de cada oficina central en forma aérea y subterránea y se extienden hacia los equipos de abonado. Los cables que reparten el servicio telefónico se denominan cables de abonado. Los cables que tienen centrales se denominan troncales o enlaces.

- ❖ *La Red telefónica.* Los pares telefónicos distribuidos en el área de influencia de la central y sus conexiones.

La red se clasifica de la siguiente manera:

Por la Red.

- Red de abonado.

Es la parte que esta constituida por el conjunto de circuitos que son conectados en el **MDF**, y continua su recorrido hasta conectarlos en los aparatos de los abonados, públicos, o equipos **PBX** de una central local.

- Red troncal.

Esta conformada por los circuitos que enlazan el **MDF** de una oficina central con el **MDF** de otra oficina central y/o mas centrales en una área de multicentrales.



Figura 2.5. Red Troncal.

Por su instalación.

- *Planta aérea.*

Son los cables, cajas terminales, elementos de transmisión, ferretería, etc. Instalado sobre postes.

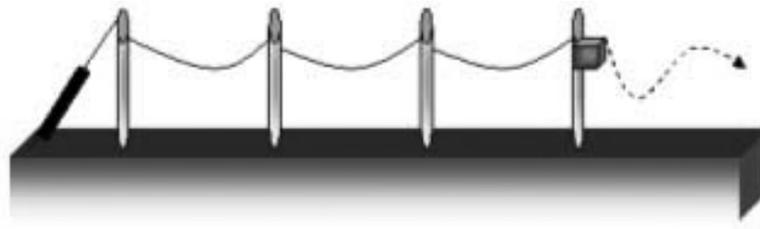


Figura 2.6. Planta aérea.

- *Planta subterránea.*

Constituida por los elementos instalados en canalizaciones subterráneas (cámaras, tuberías o ductos).

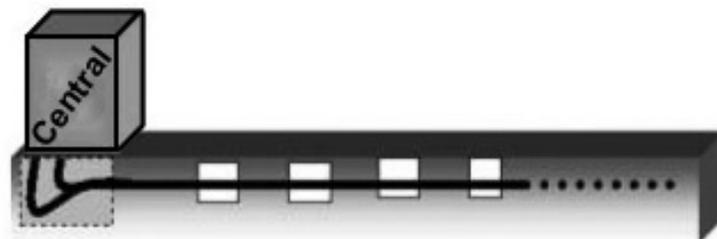


Figura 2.7. Planta subterránea.

2.3. Aspectos generales de una Red de larga distancia.

Para la apertura del servicio de larga distancia en México, se creó un Comité de Operadores de Larga Distancia el cual está conformado por un representante de cada una de las compañías que actualmente prestan el servicio de telefonía de larga distancia y un representante de la Comisión Federal de Telecomunicaciones (CFT), con la finalidad de establecer consensos y acuerdos que permitan el eficiente desarrollo de competencia entre compañías.

La NCS de México (*National Computers System*), es una compañía contratada por el Comité de Operadores de Larga Distancia con el objeto de que se encargue de la administración de la base de datos de los usuarios de los servicios de telecomunicaciones, la cual contiene los números telefónicos y datos del propietario de cada línea en el ámbito nacional.

Esta compañía se ha encargado del envío de boletas para la prescripción y la recolección de las mismas durante la apertura de la competencia del servicio de larga distancia.

Según las normas establecidas, los usuarios podrán seleccionar al operador de larga distancia mediante:

- ❖ El servicio de selección por marcación.
- ❖ El servicio de selección por prescripción.

Para poder prestar el servicio de larga distancia por prescripción, se creó un proceso a través de boletas que fueron enviadas de la administradora de la base de datos por correo a los domicilios de los usuarios de las principales 60 ciudades del país durante 1997. Gracias a este proceso, los usuarios han podido seleccionar al operador de larga distancia de su preferencia.

2.4. Redes conmutadas

La red consiste en una sucesión alternante de nodos y canales de comunicación, es decir, después de ser transmitida la información a través de un canal, llega a un nodo, éste a su vez, la procesa para enviarla por el siguiente canal que llega al siguiente nodo, y así sucesivamente.

Existen dos tipos de conmutación en este tipo de redes:

- a) Conmutación de circuitos.
- b) Conmutación de paquetes.

En la conmutación de circuitos se busca y reserva una trayectoria entre los usuarios, se establece la comunicación y se mantiene esta trayectoria durante todo el tiempo que se esté transmitiendo información. Para establecer una comunicación con esta técnica se requiere de una señal que reserve los diferentes segmentos de la ruta entre ambos usuarios, y durante la comunicación el canal quedará reservado para esta pareja de usuarios.

En la conmutación de paquetes, el mensaje se divide en pequeños paquetes, a cada uno se le agrega información de control (por ejemplo, las direcciones el origen y del destino), y éstos circulan de nodo en nodo, posiblemente siguiendo diferentes rutas. Al llegar al nodo al que está conectado el usuario destino, se reensambla el mensaje y se le entrega.

Esta técnica se puede explicar por medio de una analogía con el servicio postal. Supongamos que se desea enviar todo un libro de un punto a otro geográficamente separado, la conmutación de paquetes equivale a separar el libro en sus hojas, poner cada una de ellas en un sobre con la dirección del destino y depositar todos los sobres en un buzón. Cada sobre recibe un tratamiento independiente siguiendo posiblemente rutas diferentes para llegar a su destino, pero una vez que han llegado todos a su destino, se puede reensamblar el libro.

2.4.1. Conmutación de circuitos.

Para cada conexión entre dos estaciones, los nodos intermedios dedican un canal lógico a dicha conexión. Para establecer el contacto y el paso de la información de estación a estación a través de los nodos intermedios, se requieren estos pasos:

1. *Establecimiento del circuito*: El emisor solicita a un cierto nodo el establecimiento de conexión hacia una estación receptora. Este nodo es el encargado de dedicar uno de sus canales lógicos a la estación emisora (suele existir de antemano). Este nodo es el encargado de encontrar los nodos intermedios para llegar a la estación receptora, y para ello tiene en cuenta ciertos criterios de encaminamiento, costo, etc.
2. *Transferencia de datos*: una vez establecido el circuito exclusivo para esta transmisión (cada nodo reserva un canal para esta transmisión), la información se transmite desde el emisor hasta el receptor conmutando sin demoras de nodo en nodo (ya que estos nodos tienen reservado un canal lógico para ella).
3. *Desconexión del circuito*: una vez terminada la transferencia, el emisor o el receptor indican a su nodo más inmediato que ha finalizado la conexión, y este nodo informa al siguiente de este hecho y luego libera el canal dedicado. Así de nodo en nodo hasta que todos han liberado este canal dedicado.

Debido a que cada nodo conmutador debe saber organizar el tráfico y las conmutaciones, éstos deben tener la suficiente “inteligencia” como para realizar su labor eficientemente.

La conmutación de circuitos suele ser bastante ineficiente ya que los canales están reservados aunque no circulen datos a través de ellos.

Para tráfico de voz, en que suelen circular datos continuamente, puede ser un método bastante eficaz ya que el único retardo es el establecimiento de la conexión, y luego no hay retardos de

nodo en nodo (al estar ya establecido el canal y que ningún nodo tenga que procesar información alguna).

La conmutación de circuitos, a pesar de sus deficiencias es el sistema más utilizado para conectar sistemas informáticos entre sí a largas distancias debido a la profusión e interconexión que existe (debido al auge del teléfono) y a que una vez establecido el circuito, la red se comporta como si fuera una conexión directa entre las dos estaciones, ahorrando bastante lógica de control.

2.4.2. Conmutación de paquetes.

Principios de conmutación de paquetes.

Debido al auge de las transmisiones de datos, la conmutación de circuitos es un sistema muy ineficiente ya que mantiene las líneas mucho tiempo ocupadas, aun cuando no hay información circulando por ellas. Además, la conmutación de circuitos requiere que los dos sistemas conectados trabajen a la misma velocidad, cosa que no suele ocurrir hoy en día debido a la gran variedad de sistemas que se comunican.

En conmutación de paquetes, los datos se transmiten en paquetes cortos. Para transmitir grupos de datos más grandes, el emisor “corta” estos grupos en paquetes más pequeños y les adiciona una serie de bits de control. En cada nodo, el paquete se recibe, se almacena durante un cierto tiempo y se transmite hacia el emisor o hacia un nodo intermedio.

Las ventajas de la conmutación de paquetes frente a la de circuitos son:

1. La eficiencia de la línea es mayor: ya que cada enlace se comparte entre varios paquetes que estarán en cola para ser enviados en cuanto sea posible. En conmutación de circuitos, la línea se utiliza exclusivamente para una conexión, aunque no haya datos a enviar.

2. Se permiten conexiones entre estaciones de velocidades diferentes: esto es posible ya que los paquetes se irán guardando en cada nodo conforme lleguen (en una cola) y se irán enviando a su destino.
3. No se bloquean llamadas: ya que todas las conexiones se aceptan, aunque si hay muchas, se producen retardos en la transmisión.
4. Se pueden usar prioridades: un nodo puede seleccionar de su cola de paquetes en espera de ser transmitidos, aquellos más prioritarios según ciertos criterios de prioridad.

Técnica de conmutación.

Cuando un emisor necesita enviar un grupo de datos mayor que el tamaño fijado para un paquete, éste los trocea en paquetes más pequeños y los envía uno a uno al receptor.

Hay dos técnicas básicas para el envío de estos paquetes:

- Técnica de Datagramas.

Cada paquete se trata de forma independiente, es decir, el emisor enumera cada paquete, le añade información de control (por ejemplo número de paquete, nombre, dirección de destino, etc.) y lo envía hacia su destino. Puede ocurrir que por haber tomado caminos diferentes, un paquete con número por ejemplo 6, llegue a su destino antes que el número 5. También puede ocurrir que se pierda el paquete número 4. Todo esto no lo sabe ni puede controlar el emisor, por lo que tiene que ser el receptor el encargado de ordenar los paquetes y saber los que se han perdido (para su posible reclamación al emisor), y para esto, debe tener el software necesario.

- Técnica de circuitos virtuales.

Antes de enviar los paquetes de datos, el emisor envía un paquete de control que es de petición de llamada, este paquete se encarga de establecer un camino lógico de nodo en nodo por donde irá uno a uno todos los paquetes de datos. De esta forma se establece un camino virtual para todo el grupo de paquetes. Este camino virtual será numerado o nombrado inicialmente

en el emisor y será el paquete inicial de petición de llamada el encargado de ir informando a cada uno de los nodos por los que pase de que más adelante irán llegando los paquetes de datos con ese nombre o número. De esta forma, el encaminamiento sólo se hace una vez (para la petición de llamada). El sistema es similar a la conmutación de circuitos, pero se permite a cada nodo mantener multitud de circuitos virtuales a la vez.

Las ventajas de los Circuitos Virtuales frente a los Datagramas son:

- ❖ El encaminamiento en cada nodo sólo se hace una vez para todo el grupo de paquetes. Por lo que los paquetes llegan antes a su destino.
- ❖ Todos los paquetes llegan en el mismo orden del de partida ya que siguen el mismo camino.
- ❖ En cada nodo se realiza detección de errores, por lo que si un paquete llega erróneo a un nodo, éste lo solicita otra vez al nodo anterior antes de seguir transmitiendo los siguientes.

Desventajas de los circuitos virtuales frente a los datagramas:

- ❖ En Datagramas no hay que establecer llamada (para pocos paquetes, es más rápida la técnica de Datagramas).
- ❖ Los Datagramas son más flexibles, es decir que si hay congestión en la red una vez que ya ha partido algún paquete, los siguientes pueden tomar caminos diferentes (en circuitos virtuales, esto no es posible).
- ❖ El envío mediante Datagramas es más seguro ya que si un nodo falla, sólo un paquetes se perderá (en circuitos virtuales se perderán todos).

Tamaño del paquete.

Un aumento del tamaño de los paquetes implica que es más probable que lleguen erróneos. Pero una disminución de su tamaño implica que hay que añadir más información de control, por lo que la eficiencia disminuye. Hay que buscar un compromiso entre ambos.

2.4.3. Multicanalización.

Los medios de transmisión son caros y generalmente dos estaciones o nodos, no utilizan toda la capacidad de un enlace de datos. Para mejorar la eficiencia debería ser posible compartir la capacidad del enlace y la forma genérica de hacerlo es la multiplexación.

La multicanalización o multiplexación es una técnica utilizada en telecomunicaciones por la que se hace convivir en un canal señales procedentes de emisores distintos y con destino en un conjunto de receptores también diferentes. Realmente de lo que se trata es de hacer compartir un único canal físico estableciendo sobre él varios canales lógicos. No se debe confundir un multiplexor con un concentrador ya que el multiplexor tiene que tener una capacidad de transmisión igual o mayor a la capacidad de las señales originales sin multiplexar, cosa que no ocurre con los concentradores. Las técnicas básicas de multiplexación son:

- Multiplexación por División de frecuencias (FDM)

Es posible cuando el ancho de banda útil del medio de transmisión excede el ancho de banda que se necesita para transmitir la señal. Cuando esto ocurre se pueden transmitir simultáneamente varias señales si cada una de ellas se modula con una portadora de distinta frecuencia y las frecuencias de las portadoras están lo bastante separadas de forma que los anchos de banda no se solapen entre sí.

La señal compuesta que se transmite es analógica, sin embargo, las señales de entrada, pueden ser digitales o analógicas. Si las entradas son digitales se empleará alguna de las técnicas como PSK (ver Apéndice B) para generar la señal analógica y si las señales son analógicas las técnicas que se aplicarán serán AM, FM, PM etc. Para adecuar la señal a la frecuencia con la que queremos transmitir.

- Multiplexación por división del tiempo (TDM)

Es posible cuando la velocidad de transmisión de los datos disponible en el medio excede a la velocidad de transmisión de las señales digitales a transmitir. Cuando ocurre esto, se puede

transportar por un mismo medio de transmisión varias señales digitales intercalando porciones de cada una de las señales en el tiempo.

Gráficamente podríamos decir que los posibles emisores forman una fila y solo uno de ellos puede emitir mientras que los demás esperan su turno. Las señales son generalmente digitales y transportan datos digitales. En este tipo de multiplexación también existe el concepto de banda de protección ya que existe un intervalo de tiempo entre dos tramas entre las cuales no hay transmisión.

2.5. Enrutamiento: llamada local, nacional e internacional.

Una llamada iniciada por el usuario origen llega a la red por medio de un canal de muy baja capacidad, el canal de acceso dedicado a ese usuario se denomina línea de abonado. En un extremo de la línea de abonado se encuentra el aparato terminal del usuario (teléfono o fax) y el otro está conectado al primer nodo de la red, que en este caso se llamó central local (**figura 2.8**).

La función de una central consiste en identificar en el número seleccionado, la central a la cual está conectado el usuario destino y enrutar la llamada hacia dicha central, con el objeto que ésta le indique al usuario destino, por medio de una señal de timbre (también llamado tono), que tiene una llamada. Al identificar la ubicación del destino reserva una trayectoria entre ambos usuarios para poder iniciar la conversación. La trayectoria o ruta no siempre es la misma en llamadas consecutivas, ya que ésta depende de la disponibilidad instantánea de canales entre las distintas centrales.

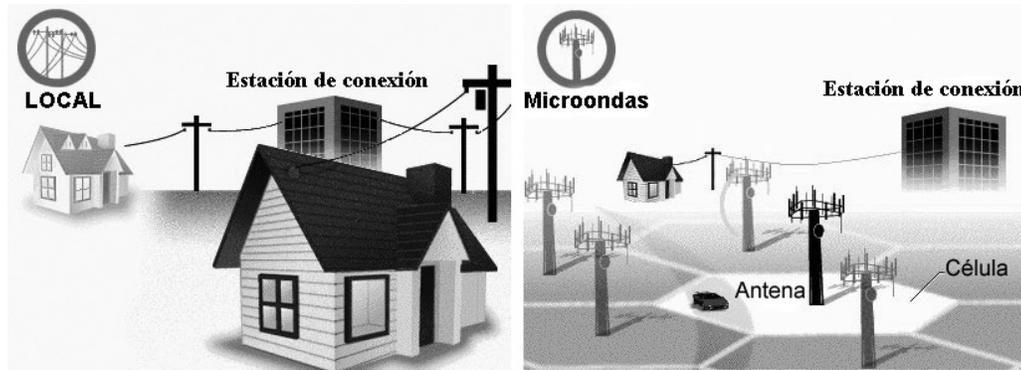


Figura 2.8. Llamada local.

Con esta arquitectura dos llamadas entre una pareja de usuarios, como se menciono, pueden ocupar diferentes rutas, lo cual frecuentemente se refleja también en la calidad de la llamada que los usuarios perciben. Por la dispersión geográfica de la red telefónica y de sus usuarios existen varias centrales locales, las cuales están enlazadas entre sí por medio de canales de mayor capacidad, de manera que cuando ocurran situaciones de alto tráfico no haya un bloqueo entre las centrales.

La red telefónica está organizada de manera jerárquica. El nivel más bajo (las centrales locales) está formado por el conjunto de nodos a los cuales están conectados los usuarios. Le siguen nodos o centrales en niveles superiores, enlazados de manera tal que entre mayor sea la jerarquía, de igual manera será la capacidad que los enlaza.

Con esta arquitectura se proporcionan a los usuarios diferentes rutas para colocar sus llamadas, que son seleccionadas por los mismos nodos, de acuerdo con criterios preestablecidos, tratando de que una llamada no sea enrutada más que por aquellos nodos y canales estrictamente indispensables para completarla (se trata de minimizar el número de canales y nodos por los cuales pasa una llamada para mantenerlos desocupados en la medida de lo posible).

Asimismo existen nodos (centrales) que permiten enrutar una llamada hacia otra localidad, ya sea dentro o fuera del país (**figura 2.9**). Este tipo de centrales se denominan centrales

automáticas de larga distancia (CALD's). El inicio de una llamada de larga distancia es identificado por la central por medio del primer dígito, y el segundo dígito le indica el tipo de enlace (nacional o internacional; en este último caso, le indica también el país de que se trata). A pesar de que el acceso a las centrales de larga distancia se realiza en cada país por medio de un código propio, éste señala, sin lugar a dudas, cuál es el destino final de la llamada.

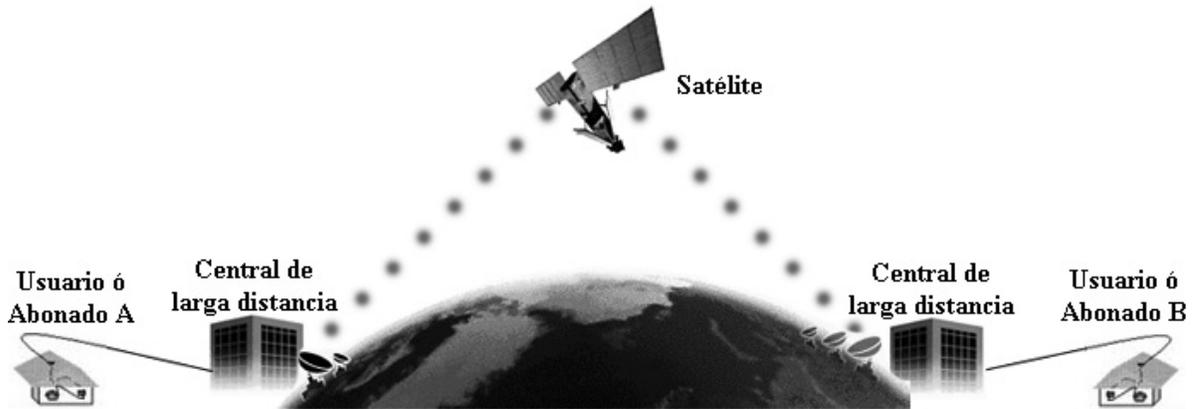


Figura 2.9. Llamada de larga distancia vía satelital.

3. Modelo de referencia OSI.

3.1. Definición.

El modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos **ISA**, (En ingles **OSI**, *Open Systems Interconnection*) es el ejemplo típico o patrón de los protocolos de capas. El objetivo del modelo **OSI** es el establecer estándares mundiales de diseño para los protocolos de datos de telecomunicaciones con la idea de que todos los equipos que se fabriquen sean compatibles.

El principio del modelo OSI es el de los protocolos de capas. Mientras las capas interactúen de manera “aparejada” y la interfaz entre la función de una capa y su capa inmediata superior e inferior no se afecten, no es importante la forma como se lleve acabo la función de esa capa individual. En total se definen siete capas, como se ilustra en la **figura 3.1**.

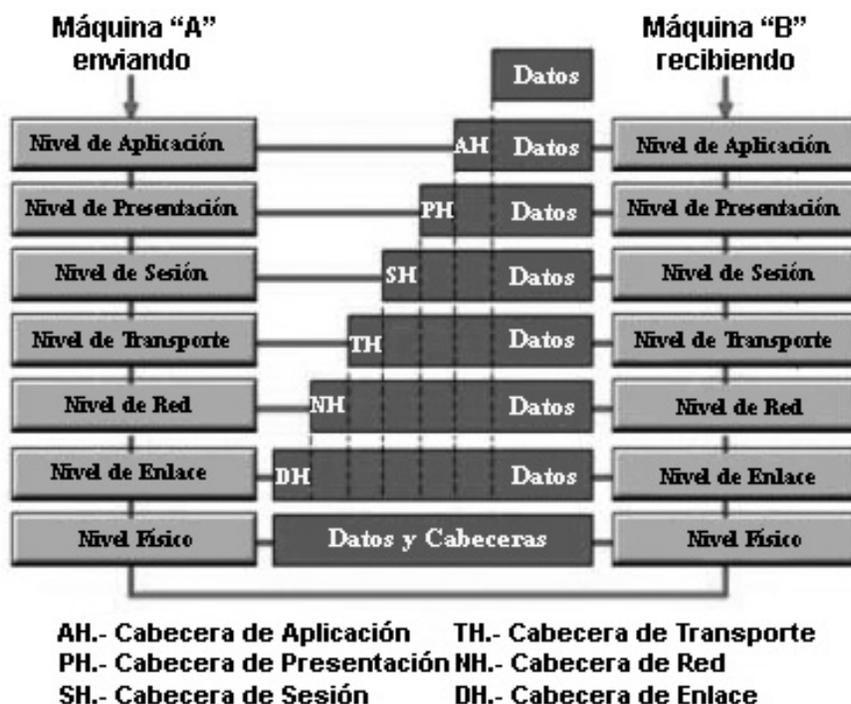


Figura 3.1. Modelo OSI.

3.1.1. Concepto de Protocolo en capas.

Las computadoras, aunque inteligentes, no son seres humanos que pueden, gracias a su capacidad de juicio, establecer una comunicación organizada en la que la información fluye apropiadamente y ordenadamente, de modo que representa una sesión coherente y significativa de intercambio de información. Además, a diferencia de las personas que efectúan una conversación, los mensajes distorsionados no tienen sentido alguno para las máquinas, por lo cual éstas necesitan de reglas rápidas y estrictas de procedimiento para hacer frente a cualquier eventualidad. Por estas razones, se necesita establecer una serie de lineamientos de comunicación cuya función específica sirva para gobernar el intercambio ordenado de datos a través de la red y para suministrar la corrección de errores en la información incomprensible. Este conjunto de reglas de operación constituyen el protocolo de comunicación.

En un principio los protocolos fueron sencillos, pero a medida que las organizaciones crecieron y las redes de datos se volvieron más sofisticadas y difundidas, la logística y circuitería de soporte de comunicaciones se hicieron extraordinariamente complejas. Fue necesario entonces desarrollar protocolos más sofisticados para este tipo de Redes. Se crearon así los protocolos de capas. El principio de esta disciplina consiste en dividir todo el trabajo de un sistema de información en funciones, módulos o capas más pequeñas para el diseño y facilitar el control del sistema.

Los protocolos de capas están implementados para la operación de sistemas abiertos, lo cual significa que todos los sistemas serán compatibles, cualquiera que sea el fabricante, por lo que la interconexión de redes pertenecientes a diferentes países será perfectamente viable. Los sistemas abiertos estimulan un ambiente de competitividad real. El equipo de cada empresa puede estar construido con un diseño propio, pero los puertos de acceso y de conexión con el mundo exterior deben estar construidos con forma a las normas internacionales. La ventaja para el usuario de un sistema abierto es que tiene libertad para elegir el equipo que más le convenga sin depender exclusivamente de su proveedor actual.

El objetivo de los protocolos de capas es definir todas las funciones de telecomunicaciones y separarlas en conjuntos (capas) de subfunciones. Cada capa realiza una tarea distinta y autosuficiente, pero depende de las capas inferiores. Así, las tareas complejas emplearían varias capas, mientras que las sencillas requerirían sólo algunas. La función simple de cada capa implicaría la realización simple de circuitería y logística siendo independiente de las funciones de otras capas. De esta manera se podría cambiar las funciones o la realización de una capa funcional con el mínimo impacto sobre la logística y la circuitería de las otras capas.

La mayoría de los protocolos de transferencia de datos de uso común en la actualidad utilizan algún arreglo de protocolo de capas. Cada capa se comunica con su igual en el otro sistema remoto por medio de un protocolo. Sin embargo, la comunicación tiene realmente lugar usando los servicios de la capa inferior. La comunicación entre la capa n y la capa $n-1$ se conoce como interfaz. Así, cada capa presta sus servicios a la capa inmediatamente superior y usa los servicios de la capa inmediatamente inferior. La información fluye en “forma lógica” horizontalmente usando protocolos y en “forma real” verticalmente sobre las interfaces. Un protocolo conecta siempre dos entidades al mismo nivel, es decir la capa n de una entidad con la capa n de la otra, mientras que una interfaz acopla capas de una misma entidad.

3.1.2 Propósito del modelo de referencia OSI

El modelo de referencia **OSI** es el modelo principal para las comunicaciones por red. Aunque existen otros modelos, en la actualidad la mayoría de los fabricantes de redes relacionan sus productos con el modelo de referencia OSI, especialmente cuando desean enseñar a los usuarios cómo utilizar sus productos. Los fabricantes consideran que es la mejor herramienta disponible para enseñar cómo enviar y recibir datos a través de una red.

El modelo de referencia OSI permite que los usuarios vean las funciones de red que se producen en cada capa. Más importante aún, el modelo de referencia OSI es un marco que se puede utilizar para comprender cómo viaja la información a través de una red. Además, puede usar el modelo para visualizar cómo la información o los paquetes de datos viajan desde los programas de aplicación (por ejemplo, hojas de cálculo, documentos, etc.), a través de un

medio de red (por ejemplo, cables), hasta otro programa de aplicación ubicado en otro computador de la red, aún cuando el transmisor y el receptor tengan distintos tipos de medios de red.

Como ya se explico en el modelo de referencia OSI, hay siete capas numeradas, cada una de las cuales ilustra una función de red específica.

Si la red se divide en estas siete capas, se obtienen las siguientes ventajas:

- ❖ Divide la comunicación de red en partes más pequeñas y sencillas.
- ❖ Normaliza los componentes de red para permitir el desarrollo y el soporte de los productos de diferentes fabricantes.
- ❖ Permite a los distintos tipos de hardware y software de red comunicarse entre sí.
- ❖ Impide que los cambios en una capa puedan afectar las demás capas, para que se puedan desarrollar con más rapidez.

3.2. Capas del modelo OSI

Como ya se estableció, realmente los datos no se transmiten horizontalmente de maquina a maquina en cada capa, sino que se transfieren verticalmente hacia abajo en la computadora transmisora y verticalmente hacia arriba en la computadora receptora. Sólo en la capa 1 hay comunicación real entre maquinas.

Para entender mejor la filosofía de operación del modelo **OSI**, a continuación se presenta una analogía que consiste en la comunicación entre “Mr. Matsumoto” de Japón y “Juan Ramos” de México, asistida por interpretes y utilizando el servicio de comunicación vía satélite. El modelo de operación seria entonces como se ilustra en la **figura 3.2.** en esta analogía se puede observar que:

- a) Cada individuo considera que su comunicación es horizontal con su corresponsal, aunque en realidad es vertical con su interprete;

- b) La comunicación real es vertical no horizontal, excepto en la capa 1;
- c) Los tres protocolos son completamente independientes, es decir:
 - Los participantes pueden tratar cualquier otro asunto en su conversación sin que esto afecte a los intérpretes o al medio de enlace.
 - Los intérpretes pueden utilizar cualquier otro idioma, por ejemplo el francés en lugar de inglés, sin que esto afecte a la capa 1 ó 3.
 - La empresa de comunicaciones puede suministrar como medio de enlace un cable submarino a base de fibra óptica, sin que los interpretes o los participantes lo noten.

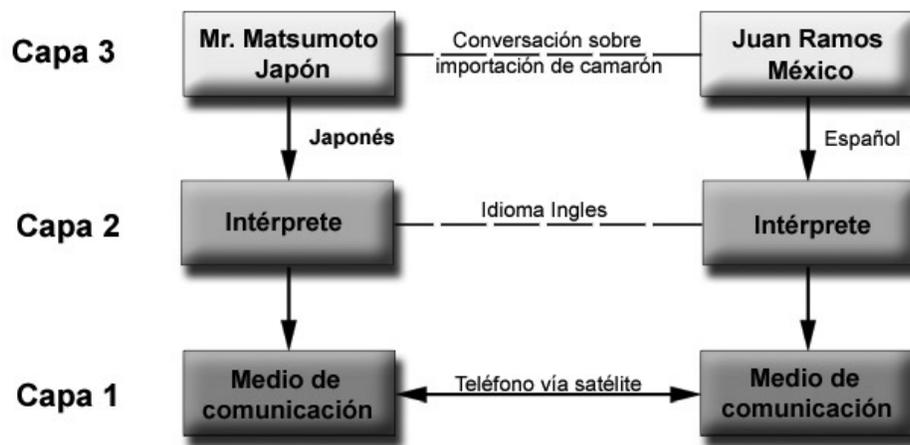


Figura 3.2. Analogía con el modelo OSI

Las características de independencia es requisito fundamental para el diseño de redes. Esta característica garantiza que los cambios de diseño producidos por factores tecnológicos en una capa, no afecten las funciones de las otras capas.

Antes de analizar las funciones específicas de cada capa del modelo OSI, conviene describir las principales funciones comunes de todas las capas (ver **figura 3.1**);

1. Encapsulado. El mensaje que una capa n recibe de la capa superior ($n+1$) es simplemente una secuencia de bits de datos. La capa n agrega un encabezado a este mensaje y lo

transfiere a la capa $n-1$. de nuevo a los bits que recibe, esta capa les agrega su propio encabezado. Esta función se le conoce como encapsulado.

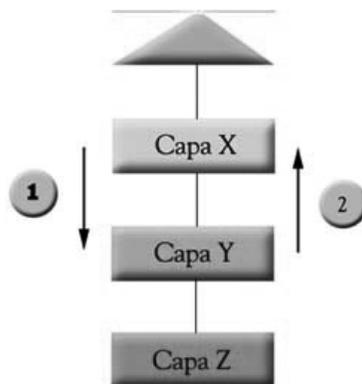
2. Segmentación. Con el fin de satisfacer sus propios requerimientos, una capa n puede segmentar el mensaje que recibe de la capa $n+1$. por ejemplo, la capa de red puede segmentar un mensaje de 1000 bytes que recibe de la capa de transporte en cinco paquetes de 200 bytes cada uno, porque el sistema de comunicación que se utiliza sólo maneja unidades de 200 bytes.
3. Establecimiento de la conexión. Una capa n puede proporcionar a la capa $n+1$ los siguientes tipos de servicios:

- *Servicio sin conexión.*

La capa n suministra a la capa $n+1$ las siguientes funciones:

- ❖ Acepta paquetes de la capa $n+1$ para transmisión.
- ❖ Entrega paquetes recibidos a la capa $n+1$.

El servicio sin conexión es semejante al servicio postal, pues si se desea transmitir un paquete de datos, simplemente se pone en un “sobre”, se anota la dirección de origen y de destino y se envía. (Ver **figura 3.3**).



La capa Y suministra dos tipos de funciones:

1. Aceptación de los paquetes de la capa X.
2. Entrega de paquetes a la capa X recibidas de la capa Z.

Figura 3.3. Servicio sin conexión.

- *Servicio orientado a conexión.*

Es similar al sistema telefónico en relación a que antes de realizar la transferencia de datos se necesita establecer una conexión. El servicio comprende las siguientes fases: 1) establecimiento de la conexión, 2) empleo de la conexión y 3) liberación de la conexión.

Por lo que respecta a la entrega de los mensajes, el servicio puede ser confiable cuando se requiere que el receptor emita un mensaje de reconocimiento de cada mensaje que recibe. Cuando no se garantiza la entrega del mensaje (Datagramas), no es necesario que el receptor envíe al transmisor el mensaje de reconocimiento por cada mensaje recibido.

4. Control de flujo. Esta función la desarrolla una entidad de la capa n (computadora **B**) para limitar el régimen de datos que recibe de la entidad correspondiente en la computadora A. Esto es necesario para que la entidad **A** no sature al buffer (ver Apéndice B) de la entidad correspondiente **B**.
5. Control de error. Esta función permite a la entidad de la computadora **B** determinar la presencia de algún error en la secuencia de datos que recibe de la entidad correspondiente **A**.

3.2.1 Funciones de las capas individuales de OSI.

Cada capa individual del modelo OSI tiene un conjunto de funciones que debe realizar para que los paquetes de datos puedan viajar en la red desde el origen hasta el destino. A continuación, se presenta una descripción de cada capa del modelo de referencia OSI tal como aparece en la **figura 3.1**.

Capa 7: La capa de aplicación

La capa de aplicación es la capa del modelo OSI más cercana al usuario; suministra servicios de Red a las aplicaciones del usuario. Difiere de las demás capas debido a que no proporciona servicios a ninguna otra capa OSI, sino solamente a aplicaciones que se encuentran fuera del

modelo OSI. Algunos ejemplos de aplicaciones son los programas de hojas de cálculo, de procesamiento de texto y los de las terminales bancarias. La capa de aplicación establece la disponibilidad de los potenciales socios de comunicación, sincroniza y establece acuerdos sobre los procedimientos de recuperación de errores y control de la integridad de los datos. Si desea recordar a la Capa 7, piense en los navegadores de Web.

Capa 6: La capa de presentación.

La capa de presentación garantiza que la información que envía la capa de aplicación de un sistema pueda ser leída por la capa de aplicación de otro. De ser necesario, la capa de presentación traduce entre varios formatos de datos utilizando un formato común. Si desea recordar la Capa 6, piense en un formato de datos común como el lenguaje ensamblador.

Capa 5: La capa de sesión.

La capa de sesión establece, administra y finaliza las sesiones entre dos usuarios que se están comunicando. La capa de sesión proporciona sus servicios a la capa de presentación. También sincroniza el diálogo entre las capas de presentación de los dos usuarios y administra su intercambio de datos. Además de regular la sesión, la capa de sesión ofrece disposiciones para una eficiente transferencia de datos, clase de servicio y un registro de excepciones acerca de los problemas de la capa de sesión, presentación y aplicación. Si desea recordar la Capa 5, piense en diálogos y conversaciones.

Capa 4: La capa de transporte.

La capa de transporte segmenta los datos originados del usuario emisor y los reensambla en una corriente de datos dentro del sistema del usuario receptor. El límite entre la capa de transporte y la capa de sesión puede imaginarse como el límite entre los protocolos de aplicación y los protocolos de flujo de datos. Mientras que las capas de aplicación, presentación y sesión están relacionadas con asuntos de aplicaciones, las cuatro capas inferiores se encargan del transporte de datos.

La capa de transporte intenta suministrar un servicio de transporte de datos que aísla las capas superiores de los detalles de implementación del transporte. Específicamente temas como la confiabilidad del transporte entre dos usuarios es responsabilidad de la capa de transporte. Al proporcionar un servicio de comunicaciones, la capa de transporte establece, mantiene y termina adecuadamente los circuitos virtuales. Al proporcionar un servicio confiable, se utilizan dispositivos de detección y recuperación de errores de transporte. Si desea recordar a la Capa 4, piense en calidad de servicio y confiabilidad.

Capa 3: La capa de red.

La capa de red es una capa compleja que proporciona conectividad y selección de ruta entre dos sistemas de usuario que pueden estar ubicados en redes geográficamente distintas. Si desea recordar la Capa 3, piense en selección de ruta, direccionamiento y enrutamiento.

Capa 2: La capa de enlace de datos.

La capa de enlace de datos proporciona tránsito de datos confiable a través de un enlace físico. Al hacerlo, la capa de enlace de datos se ocupa del direccionamiento físico (comparado con el lógico), la topología de red, el acceso a la red, la notificación de errores, entrega ordenada de tramas y control de flujo. Si desea recordar la Capa 2, piense en tramas y control de acceso al medio.

Capa 1: La capa física.

La capa física define las especificaciones eléctricas, mecánicas, de procedimiento y funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas finales. Las características tales como niveles de voltaje, temporización de cambios de voltaje, velocidad de datos físicos, distancias de transmisión máximas, conectores físicos y otros atributos similares son definidos por las especificaciones de la capa física. Si desea recordar la Capa 1, piense en medios de transmisión.

A continuación se presenta la **tabla 3.1**, que simplifica cada una de las capas del modelo OSI, en ella se muestra su funcionamiento así como su propósito en una forma simplificada.

<i>Capa</i>	<i>No.</i>	<i>Función</i>	<i>Propósito</i>
Física	1	Transmisión real de los datos a través de un medio físico.	Lograr el intercambio de datos.
De enlace de datos	2	Confiabilidad de la transmisión	Conseguir la transferencia útil de datos
De red	3	Enrutamiento de las conexiones a través de la Red	Lograr la conexión entre terminales específicas de manera precisa y óptima
De transporte	4	Mantener la integridad entre extremos de los datos.	Conseguir la comunicación completa y ordenada.
De sesión	5	Controlar el dialogo entre dispositivos.	Conseguir diálogos coherentes y con significado.
De presentación	6	Codificación y formateo de datos	Conseguir la compatibilidad de sistemas y mayor eficiencia de los canales de comunicación.
De aplicación	7	Proporcionar servicios	Actuar como administrador general de la Red.

Tabla 3.1. Descripción simplificada del modelo OSI.

3.2.2 Nombre de los datos en cada capa.

Para que los paquetes de datos puedan viajar desde el origen hasta su destino, cada capa del modelo OSI en el origen debe comunicarse con su capa igual en el lugar destino. Esta forma de comunicación se conoce como *comunicaciones de par-a-par*. Durante este proceso, cada protocolo de capa intercambia información, que se conoce como *unidades de datos de protocolo (PDU)*, entre capas iguales. Cada capa de comunicación, en el computador origen,

se comunica con un PDU específico de capa y con su capa igual en el computador destino, como lo ilustra la **figura 3.4**.

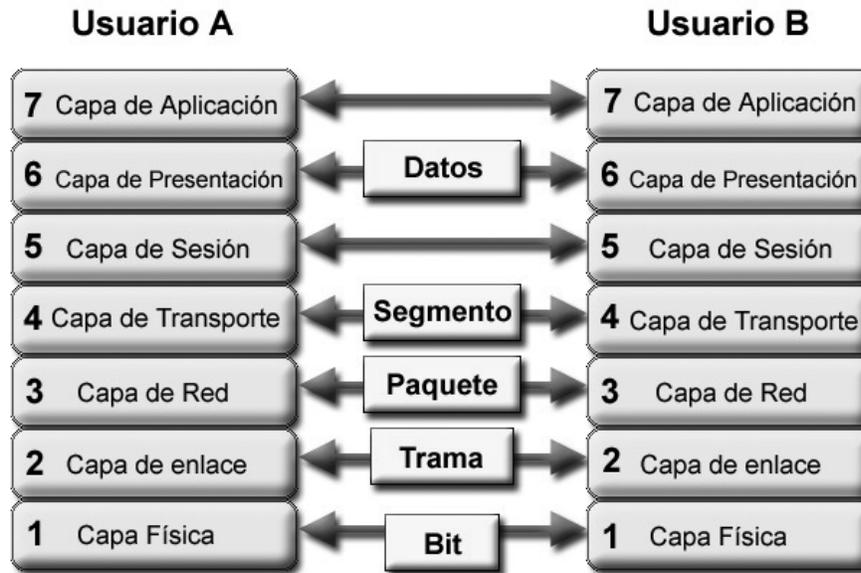


Figura 3.4. Unidades de datos de protocolos.

Los paquetes de datos de una red parten de un origen y se envían a un destino. Cada capa depende de la función de servicio de la capa OSI que se encuentra debajo de ella. Para brindar este servicio, la capa inferior utiliza el encapsulamiento para colocar la **PDU** de la capa superior en su campo de datos, luego le puede agregar cualquier encabezado e información final que la capa necesite para ejecutar su función. Posteriormente, a medida que los datos se desplazan hacia abajo a través de las capas del modelo OSI, se agregan encabezados e información final adicionales. Después de que las Capas 7, 6 y 5 han agregado la información, la Capa 4 agrega más información. Este agrupamiento de datos PDU en la Capa 4, se denomina *segmento*.

Por ejemplo, la capa de red presta un servicio a la capa de transporte y la capa de transporte presenta datos al subsistema de *internetwork*. La tarea de la capa de red consiste en trasladar esos datos a través de la *internetwork*. Ejecuta esta tarea encapsulando los datos y agregando un encabezado, con lo que crea un paquete (PDU de Capa 3). Este encabezado contiene la

información necesaria para completar la transferencia, como por ejemplo, las direcciones lógicas origen y destino.

La capa de enlace de datos suministra un servicio a la capa de red encapsulando la información de la capa de red en una *trama* (la PDU de Capa 2); el encabezado de la trama contiene información (ej. direcciones físicas) que es necesaria para completar las funciones de enlace de datos.

La capa física también suministra un servicio a la capa de enlace de datos. La capa física codifica los datos de la trama de enlace de datos en un patrón de unos y ceros (bits) para su transmisión a través del medio (generalmente un cable) en la Capa 1.

3.2.3 Empleo de las capas nulas.

Un aspecto importante del modelo OSI es que proporciona grandes posibilidades en el desarrollo de redes muy sofisticadas. No todas las funciones necesitan de las capas más complejas además de que su instrumentación puede elevar el costo y el volumen de la administración. El modelo se diseña para permitir el empleo en algunas de las capas de los protocolos nulos. Por ejemplo, en una Red que usa dispositivos terminales similares, las posibilidades de conversión de sintaxis de la capa de presentación son innecesarias. De igual manera, en una conexión de punto a punto de datos, los protocolos de capa 1 y 2 pueden ser suficientes sin necesitar mucho trabajo en las capas 3 y 4 (capas de Red y transporte).

3.2.4 Encapsulado de datos.

Si un computador “A” desea enviar datos a otro computador “B” en primer término los datos deben empaquetarse a través de un proceso denominado encapsulamiento.

El encapsulamiento rodea los datos con la información de protocolo necesaria antes de que se una al tránsito de la red. Por lo tanto, a medida que los datos se desplazan a través de las capas del modelo OSI, reciben encabezados, información final y otros tipos de información. (Nota:

La palabra “encabezado” significa que se ha agregado la información correspondiente a la dirección).

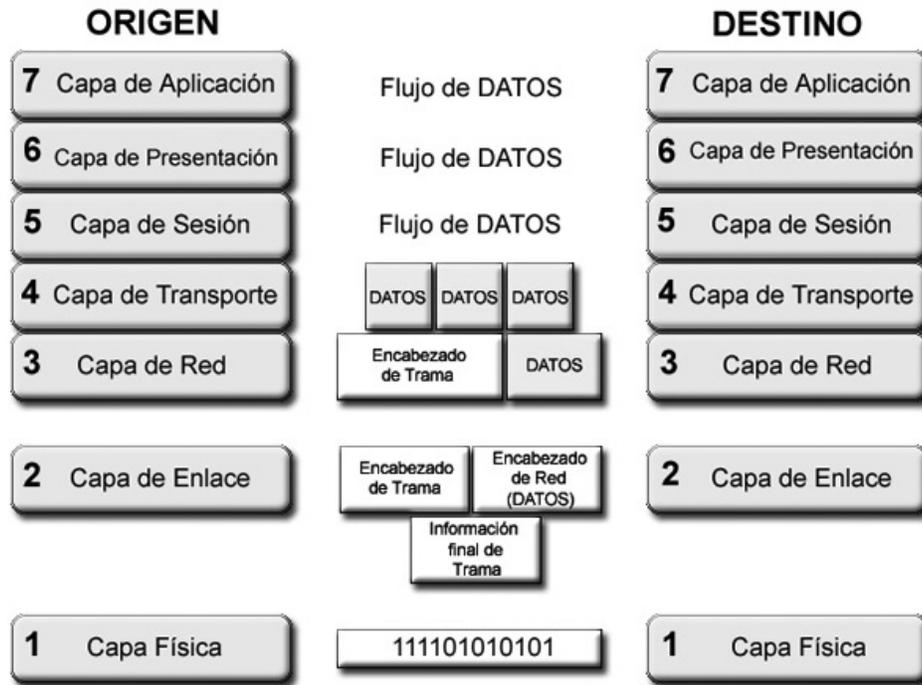


Figura 3.5. Encapsulamiento de datos.

Una vez que se envían los datos desde el origen, como se describe en la **figura 3.5**, viajan a través de la capa de aplicación y recorren todas las demás capas en sentido descendente. Como puede ver, el empaquetamiento y el flujo de los datos que se intercambian experimentan cambios a medida que las redes ofrecen sus servicios a los usuarios finales.

3.3. Protocolos

Para que los paquetes de datos puedan viajar desde el origen hasta su destino a través de una red, es importante que todos los dispositivos de la red hablen el mismo lenguaje o protocolo.

Un *protocolo* es un conjunto de reglas que hacen que la comunicación en una red sea más eficiente. Una semejanza de protocolos son los siguientes ejemplos dentro de la vida diaria:

- ❖ Mientras se está conduciendo un auto, otros autos envían señales cuando desean girar; y si no lo hicieran, las rutas serían un caos.
- ❖ Al volar un avión, los pilotos obedecen reglas muy específicas para poder comunicarse con otros aviones y con el control del tráfico aéreo.

Cada capa del modelo OSI se puede considerar como un programa o proceso en una máquina que se comunica con el proceso correspondiente en otra máquina. Las leyes que rigen esta conversación, para determinada capa, constituyen el protocolo de esa capa. Un protocolo contiene tres elementos principales:

- a) *Sintaxis*: define el formato de datos y los niveles eléctricos de las señales.
- b) *Semántica*: define la información de control para coordinación y el manejo de errores.
- c) *Base de tiempo*: establece la sincronización del receptor y el transmisor para la detección adecuada de los bits. También define el acoplamiento de las velocidades y las secuencias de paquetes de datos.

3.3.1 Servicio y protocolo.

Se debe distinguir entre los conceptos de servicio y protocolo. El servicio es un conjunto de operaciones que una capa n ofrece a la capa $n+1$, en tanto que el protocolo es el conjunto de reglas que gobiernan la sintaxis (formato de datos y niveles de señales), la semántica (significado de los mensajes y control de errores) y la base de tiempo (velocidad y secuencia) de los mensajes que se intercambian entre entidades iguales en las capas correspondientes de las computadoras. Los protocolos son usados por la entidad de una capa para implementar la definición de sus servicios, y la entidad es libre de cambiar sus protocolos siempre que no se cambie el servicio disponible para sus usuarios.

El servicio define las operaciones que una capa puede desarrollar en nombre de los usuarios, pero no establece nada acerca de la implementación de esas operaciones. Eso es materia de los fabricantes que pueden producir diseños propios.

3.3.2. Formato de mensaje de datos.

La clave de cualquier protocolo consiste en el uso de los encabezados. Cada protocolo de capa agrega un encabezado que contiene información para su propio uso. Así, todo el mensaje es más largo que el que se recibe desde el protocolo de la capa más alta. Los encabezados portan la información que el protocolo necesita para hacer su trabajo. Se eliminan del mensaje que se recibe mediante el manejador correspondiente de protocolo en el dispositivo receptor distante, y el resto del mensaje se transfiere a la siguiente capa superior normalmente de manera sincrónica. La **figura 3.6**, ilustra el formato típico de un mensaje de datos en donde se muestran algunos de los campos que corresponden a las funciones de servicio de red de las capas 1 – 3. El formato exacto depende de los protocolos particulares que se empleen. En orden de transmisión, estos campos son:

- ❖ **Bandera.** Indica el comienzo de cada mensaje y se emplea en el protocolo de capa 2.
- ❖ **Bits de control.** Controlan el flujo de datos, pasando el “recibo de confirmación”, así como información adicional para el control del enlace de datos (capa 2).
- ❖ **Encabezado.** Esta información está suministrada por la capa de transporte y se emplea en la capa de red para asegurar la entrega correcta del mensaje a través de la red. Contiene la dirección de red del destino y puede incluir la identidad del origen.
- ❖ **Numero de secuencia.** Es el número de serie que identifica singularmente al mensaje. Permite que los mensajes individuales sean armados en el orden correcto en el extremo receptor. Además, suministra los medios de identificación y confirmación de mensajes que se han recibido y se puede emplear para solicitar la retransmisión de mensajes completamente errados o perdidos. El número de secuencia se emplea en la capa de enlace de datos.

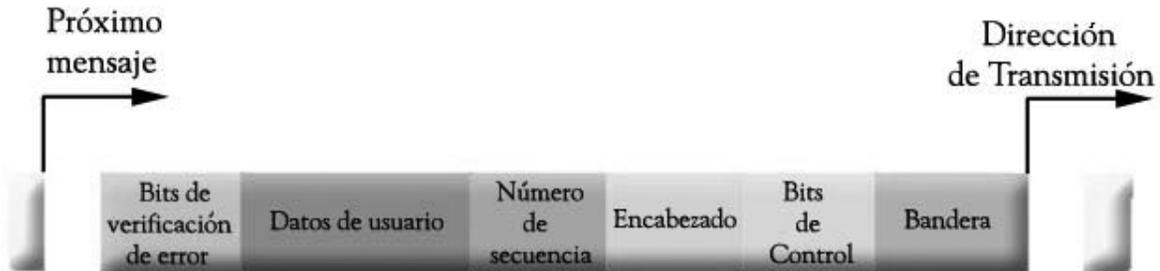


Figura 3.6. Formato típico de mensaje de datos.

- ❖ Datos de usuario. Es la información real que se quiere transmitir. Este campo se puede dividir adicionalmente para suministrar funciones OSI de capa superior (capa 4 – 6) si se necesita.

- ❖ Bits de detección de error. Se emplean para verificar la transmisión exitosa y libre de errores de todo el mensaje. Por ejemplo, uno de los bits de detección de errores comunes es el bit de paridad. Este bit se pone para que el número total de bits de valor binario “1” dentro del mensaje como un todo (incluyendo al bit de paridad) sea par o impar. Si, al recibirse, el número total de bits puestos en el valor binario “1” no corresponde con la indicación del bit de paridad, entonces habrá un error en el mensaje. Otros bits de detección de error pueden permitir también la corrección de error. En todo caso, siempre se podrá solicitar la retransmisión del mensaje identificándolo mediante el número de secuencia apropiado.

4. Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

4.1. Principios de la RDSI.

La red telefónica, la más grande en la actualidad, se ha digitalizado ya en gran medida, en canales de 64 Kbps. Consecuentemente, **RDSI** (del inglés **ISDN**, *Integrated Services Digital Network*) puede surgir como resultado de la evolución de la red telefónica digital, que también se conoce como *red digital integrada (RDI)*.

RDSI admite tanto conmutación de circuitos como conmutación de paquetes. Además, RDSI proporciona servicios no conmutados con líneas dedicadas a ello. RDSI proporciona conexiones tanto para conmutación de circuitos como de conmutación de paquetes a 64Kbps.

RDSI tiene una arquitectura de protocolo en capas. Los protocolos para acceso a la RDSI presentan una arquitectura de capas que se puede hacer corresponder con la del modelo OSI. RDSI tiene una variedad de configuraciones, es posible más de una configuración física para poder implementarla. Esto permite diferencias en políticas nacionales, en el estado de la tecnología, y en las necesidades y equipos existentes de la base de clientes.

4.1.1. Definición de RDSI

La RDSI es una red emanada de la red telefónica digital integrada que suministra conectividad digital de extremo a extremo en apoyo de una gama amplia de servicios a los cuales los usuarios tienen acceso mediante un conjunto limitado de interfaces estándar de abonado de multipropósito. De la definición anterior se deducen los siguientes puntos:

- ❖ Primero, RDSI requiere de una red digital;
- ❖ Segundo, esta red no solo es entre centrales, sino que se extiende hasta los usuarios;
- ❖ Tercero, no solo suministra el servicio telefónico sino que incluye otros servicios diferentes;

- ❖ Cuarto, el usuario o suscriptor no requiere una interfaz independiente para cada servicio que suministra, sino que puede hacer uso de todos los servicios vía un solo punto de acceso, en su defecto, será un conjunto limitado de interfaces estándar de suscriptor de multipropósito.

En la **figura 4.1**, se ilustra estos principios:

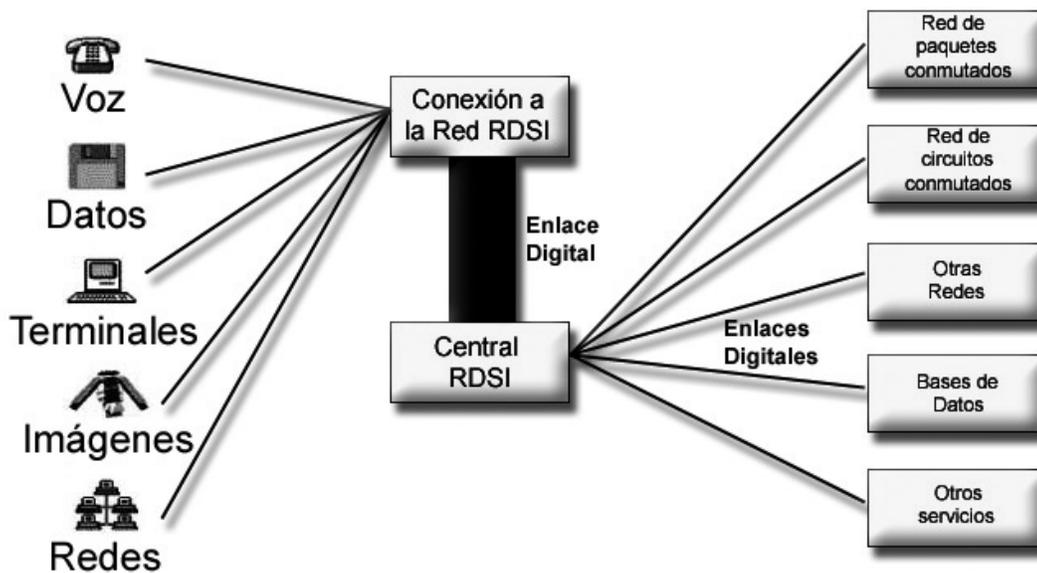


Figura 4.1. Visión global de la RDSI.

RDSI cancelará la necesidad, para los usuarios de telecomunicaciones, de enlaces físicos independientes para cada red de servicio. Con RDSI se proporciona una sola conexión física (o más bien una de dos tipos) en las instalaciones del suscriptor, con la cual se puede disponer de una gama amplia de servicios. Además, si se necesita, los servicios se pueden emplear simultáneamente, pues el acceso no está restringido a un servicio por vez.

4.1.2. Señalización

La forma de realizar una llamada a través de una línea analógica es enviando una señal de voltaje que hace sonar la “campana” en el teléfono destino. Esta señal se envía por el mismo canal que las señales analógicas de sonido. Establecer la llamada de esta manera requiere bastante tiempo.

En una conexión RDSI, la llamada se establece enviando un paquete de datos especial a través de un canal independiente de los canales para datos. Este método de llamada se engloba dentro de una serie de opciones de control de la RDSI conocidas como señalización, y permite establecer la llamada en un par de segundos.

Además informa al destinatario del tipo de conexión (voz o datos) y desde que número se ha llamado, y puede ser gestionado fácilmente por equipos inteligentes como un ordenador.

La señalización entre el usuario y la RDSI está estructurada en tres niveles según el modelo OSI. La transferencia es a través del canal D (**figura 4.2**):

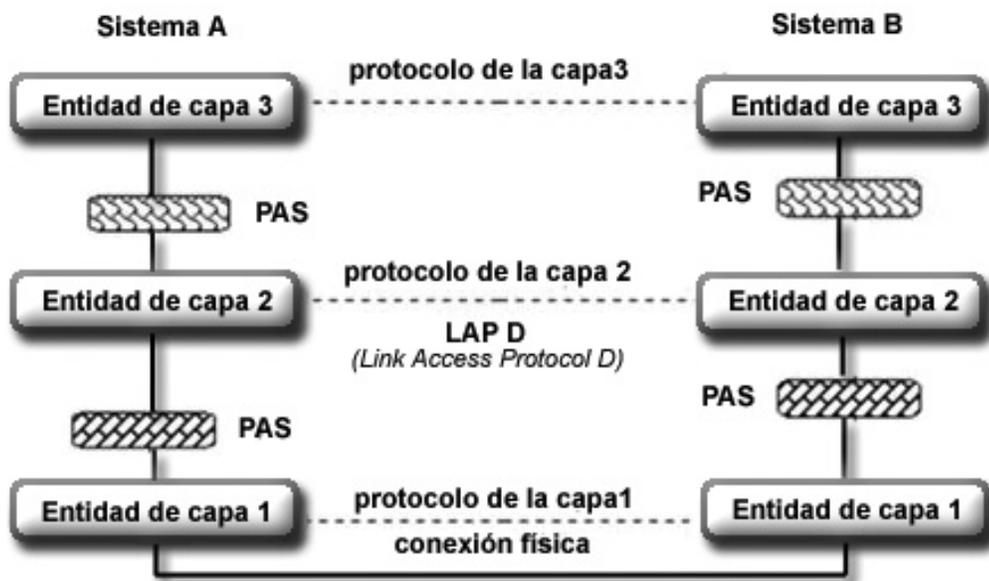


Figura 4.2. Señalización.

La capa 1, define los parámetros eléctricos de la señal en el interfaz (voltaje, impedancias, etc.), la estructura de la trama y su temporización, la activación y desactivación de las terminales y el control del acceso de los terminales conectados en paralelo al bus del interfaz “S”.

La capa 2, define los procedimientos de transferencia de las tramas, la provisión de una o más conexiones de enlace de datos sobre un mismo canal D (**LAP D**), la detección y el control de errores de la transmisión y el control de flujo de la transferencia de tramas, cuando la capa de red desea enviar datos, se los pasa a la capa de enlace de datos a través del llamado Punto de Acceso al Servicio (**PAS**), de la capa de enlace de datos, ésta los trocea y añade su cabecera, finalmente constituyendo así una trama que será enviada, a través de la capa física, a la capa de enlace de datos remota que al recibirla extraerá la información que ha de pasar a la entidad de capa de red.

La capa 3, establece los procedimientos de encaminamiento y retransmisión, establece las conexiones con la red, realiza la transferencia de información del usuario y realiza también control de flujo. Por medio de los procedimientos de capa 3 se pueden realizar conexiones por conmutación de circuitos, de paquetes, transferir información de señalización usuario-usuario transparentemente a través de la red y solicitar de ésta facilidades o servicios suplementarios.

4.2. Estructura de la RDSI.

Al provenir la RDSI de la RDI, las primeras instalaciones ofrecen conexiones a 64 Kbps, llegando hasta el propio terminal de abonado. Los canales en la RDSI se dividen en canales B y canal D.

Los primeros tienen una tasa de 64 Kbps y el canal D tendrá una tasa de 16 Kbps o de 64 Kbps según se trate de un acceso básico (2B+D) o un acceso primario (30B+D) respectivamente (ver punto 4.2.2 y 4.2.3). Estos canales están multiplexados en el tiempo.

Debe tener modos de interconexión con redes no digitalizadas (con el fin de integrar la mayor cantidad de otras redes). A diferencia de la RDI que sólo soporta conmutación de circuitos, la RDSI incorpora centros de conmutación de paquetes.

En la RDSI deberá aparecer el tipo de servicio solicitado. La RDSI utiliza el sistema de señalización por canal común CCITT nº 7 (hoy llamado **SS7**, *Signaling System 7*), y dentro de éste, una parte de usuario específica denominada *Parte de Usuario de Servicios Integrados (PUSI)*. Algunos servicios suplementarios hacen uso de otra parte del sistema SS7 denominada *Parte de Control de la Conexión de la Señalización (PCCS)*.

El **PUSI** realiza el control de las conexiones por conmutación de circuitos (64 Kbps) y proporciona los procedimientos para ofrecer servicios suplementarios a los usuarios de la RDSI. El **PCCS** establece los procedimientos para la utilización de la red de señalización por canal común para la transferencia de información, de usuario o de control de la propia red.

En resumen la RDSI está formada por:

- ❖ Red digital integrada (RDI), que constituye la infraestructura de la misma.
- ❖ Sistema de señalización por canal común CCITT nº 7 (**SS7**), y concretamente, PUSI y PCCS.
- ❖ Extensión de la línea digital hasta el propio terminal de usuario.
- ❖ Equipos de conmutación de paquetes.
- ❖ Diversos centros especializados:
 - Nodos de interconexión con otras redes.
 - Centros de operadoras.
 - Servicios centralizados y especializados.

La RDSI utiliza las centrales digitales existentes (de la RDI) con canales de 64 Kbps y cuando haga falta la interconexión con un servicio de conmutación de paquetes lo hará a través de la

red pública que exista. Posteriormente, se integrará el servicio de conmutación de paquetes en la propia red (RDSI).

El siguiente paso podría ser la incorporación de anchos de banda superiores para servicios tales como videoconferencia, sonido HiFi, etc., mediante la utilización simultánea de varios canales.

Ya para anchos de banda (RDSI Banda Ancha (**BA**)) que excedan las posibilidades de simultaneidad de canales (videotelefonía, TV), la vía hacia la integración vendría por la incorporación de nuevos elementos tecnológicos:

- ❖ Conmutadores de banda ancha.
- ❖ Acceso digital del usuario a la red por sistemas de fibra óptica.

4.2.1. Configuración de Referencia.

La configuración de referencia (ver **figura 4.3**) está definida por Agrupaciones funcionales, equipos con una función concreta, y puntos de referencia o interfaces, puntos concretos en los que la RDSI presenta características de transmisión o conmutación determinadas.



Figura 4.3. Configuración de Referencia.

4.2.1.1. Agrupaciones funcionales.

Las agrupaciones funcionales son elementos que desarrollan una función, en este caso corresponden a equipos o elementos de los mismos, bien del cliente ó de la central.

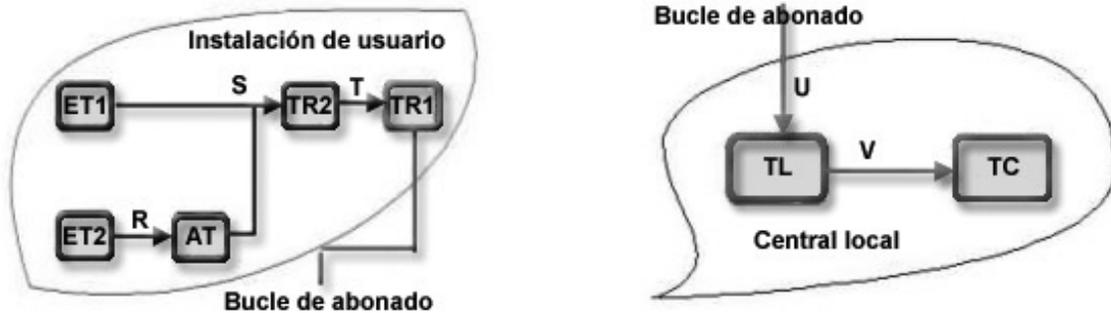


Figura 4.4. Agrupaciones funcionales e interfaces.

Donde:

TC.- Terminación de Central, situada en la central de conmutación se encarga del mantenimiento del Acceso de Usuario. Realiza la conexión de canales, soporta la señalización del usuario y el envío de información en modo paquete.

TL.- Terminación de Línea, situada en la Central, se encarga de los aspectos de transmisión. Convierte el código binario al código de línea empleado. Controla la sincronización del Acceso. Ésta agrupación funcional está unida a la TC formando una agrupación.

TR1.- Terminación de Red n° 1, es el primer elemento en el domicilio del Cliente y obligación de la compañía explotadora del servicio. Permite la sincronización con los equipos conectados en continuación, controla la conexión con la Central, adecua las señales de la línea a códigos adecuados para la conexión de los equipo, permite la verificación a distancia, pudiéndose evaluar la calidad del enlace.

TR2.- Terminación de Red nº 2, realiza funciones de control en la instalación del Cliente: tratamiento de la señalización, multiplexación de canales de información, posible conmutación local, concentración de tráfico y mantenimiento de la instalación del usuario.

ET1.- Equipo Terminal nº 1, es el Equipo Terminal RDSI, preparado para señalización en modo paquete y gestión de canales de información. Algunos ejemplos pueden ser Teléfonos RDSI, equipos de Videotelefonía, Tarjetas de PC, etc.

AT.- Adaptador de Terminales, se trata de un equipo RDSI que tiene la capacidad de adaptar interfaces. Convierte las señales de otros equipos no RDSI a señales adecuadas al interfaz correspondiente (interfaz "S").

ET2.- Equipos Terminales nº 2, son equipos no RDSI que pueden conectarse mediante un interfaz, no normalizado por RDSI, a la red. (ej. Fax, teléfonos analógicos, módem, etc.).

El **punto S** está constituido por 4 hilos (2 de transmisión y 2 de recepción), aunque opcionalmente puede llevar incorporados 2 pares de hilos para alimentar los ET's desde la TR.

Todos los tipos de interfaz deben de cumplir con ciertas características para obtener la mejor eficiencia y confiabilidad de la transmisión de información entre los usuarios de la red.

4.2.1.2. Puntos de referencia o interfaces.

Los Puntos de Referencia son interfaces entre las agrupaciones funcionales y pueden ser Reales o Virtuales, los puntos de referencia Virtuales no son accesibles, o en algunos casos coinciden con otra Interfaz (**Ver figura 4.3**).

V.- representa la separación entre las funciones de conmutación y transmisión en la Central. Se trata de un interfaz Virtual ya que TL y TC están unidos en la placa de línea de la central pública.

U.- representa las características de transmisión en la línea, de forma que especifica el formato de la trama en la misma, los códigos posibles, niveles de señal, las perturbaciones permitidas (atenuación, ruido). Brinda al TR1 la posibilidad de sincronización, activación, y sirve de transporte al Acceso.

T.- representa la separación entre la transmisión de línea y la transmisión en el domicilio del Cliente. Es un punto de transmisión que puede coincidir con el Punto “S”.

S.- representa el interfaz de conexión físico de los equipos terminales RDSI, y define la estructura de trama, la gestión del Canal D, la sincronización y las características de transmisión.

R.- representa un interfaz no normalizado en RDSI, y precisa de un AT para que el equipo correspondiente pueda conectarse al Acceso.

4.2.2. Canales de comunicación.

El cauce digital entre la central y el usuario RDSI se usa para llevar varios canales de comunicación. La capacidad del cauce, y por tanto el número de canales de comunicación, puede variar de un usuario a otro. Para la transferencia de información y señalización se han definido los siguientes canales:

Canal B:

Es el *canal básico de usuario*. Es un canal a 64 Kbps para transporte de la información generada por el terminal de usuario. Se puede usar para transferir datos digitales, voz digital codificada PCM (ver Apéndice B), o una mezcla de tráfico de baja velocidad, incluyendo datos digitales y voz digitalizada descodificada a la velocidad antes mencionada, 64 Kbps.

Estos canales no transportan información de control de la RDSI. Este tipo de canales sirve además como base para cualquier otro tipo de canales de datos de mayor capacidad, que se obtienen por combinación de canales tipo B.

Puede soportar las siguientes clases de conexiones:

- ❖ Conmutación de paquetes: El usuario se conecta a un nodo de conmutación de paquetes y los datos se intercambian con otros usuarios vía X.25. Los recursos no son dedicados.
- ❖ Permanentes: No requiere un protocolo de establecimiento de llamada. Es equivalente a una línea alquilada. Se contrata un canal fijo, permanente.
- ❖ Conmutación de circuitos: Es el equivalente al servicio digital conmutado disponible actualmente. El usuario hace una llamada y se establece una conexión de circuito conmutado con otro usuario de la red, con unos recursos dedicados. Cabe destacar que el diálogo de establecimiento de la llamada no tiene lugar en el canal B, sino en el D, que explicara a continuación:

Canal D:

Es un canal de señalización a 16 ó 64 Kbps. Sirve para dos fines. Primero, lleva información de señalización para controlar las llamadas de circuitos conmutados asociadas con los canales B. Además el canal D puede usarse para conmutación de paquetes de baja velocidad mientras no haya esperando información de señalización.

Los canales tipo D se utilizan principalmente para enviar información de control de la RDSI, como es el caso de los datos necesarios para establecer una llamada o para colgar. Por ello también se conoce un canal D como “canal de señalización”. Los canales D también pueden transportar datos cuando no se utilizan para control.

Canales H:

Están para información de usuario a altas velocidades, superiores a 64 Kbps. Son el H_0 que va a 384 Kbps (equivalente a 6B), el H_{11} a 1536 Kbps (24B) y por último el H_{12} a 1920 Kbps (30B).

Combinando varios canales B se obtienen canales tipo H, que también son canales para transportar solo datos de usuario, pero a velocidades mucho mayores. Por ello se emplean para información como audio de alta calidad o vídeo.

En la **tabla 4.1**, se engloban dichos canales:

<i>Canal</i>	<i>Función</i>	<i>Velocidad</i>
B	Servicios básicos	64 Kbps.
D	Señalización	16 Kbps. (BRI) 64 Kbps. (PRI)
H ₀	6 canales B	384 Kbps. (PRI)
H ₁	todos los canales H ₀ H ₁₁ (24B) H ₁₂ (30B)	1536 Kbps. (PRI) 1920 Kbps. (PRI)
H ₂	RDSI de banda ancha H ₂₁ H ₂₂	(propuesta actual) 34768 Kbps. 43-45 Mbps.
H ₄	RDSI de banda ancha	132-138,240 Mbps.

Tabla 4.1. Tipos de canales.

4.2.3. Acceso a la RDSI.

Las interfaces RDSI marcan el punto de acceso de los usuarios a la red. Se especifican dos tipos de interfaz usuario/red, que son:

- ❖ Interfaz de tasa básica **ITB** (o acceso básico): 2B + D (2 x 64 kbps + 16 kbps). Una línea de abonado individual que atiende a una sola terminal (punto a punto) o a un bus pasivo. Los dos canales B se emplean independientemente.

- ❖ Interfaz de tasa primaria **ITP** (o acceso de tasa primaria): $30B + D$ ($30 \times 64 \text{ kbps} + 64 \text{ kbps}$). Es una trayectoria digital hacia una central RDSI privada automática digital (**PAISDNX**).

Tanto una como otra incluyen cierto número de canales B (información de apoyo o de usuario) más un o dos canales D (datos o señalización). La **figura 4.5**, ilustra los accesos de suscriptor a la central RDSI local.

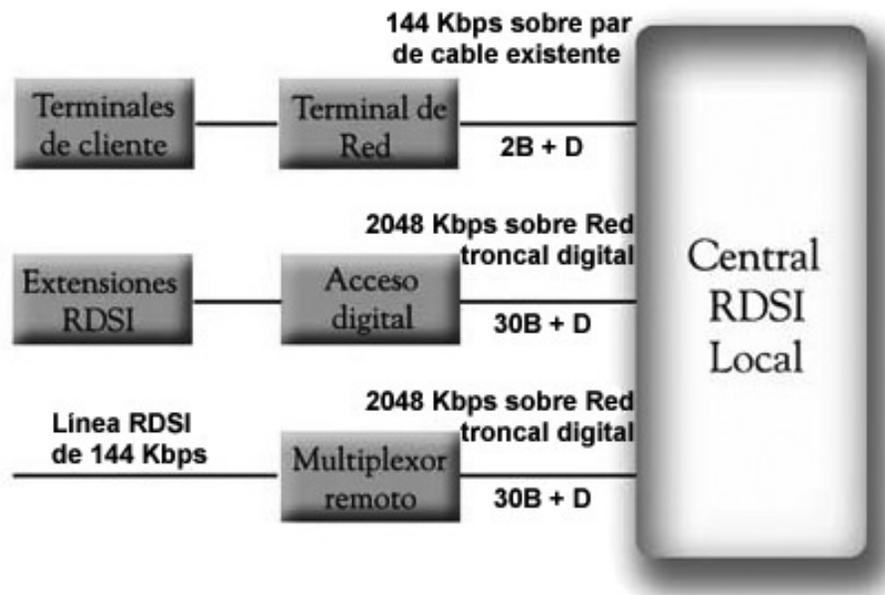


Figura 4.5. Interfaz de acceso de usuario a la central local RDSI.

4.2.3.1. Acceso Básico.

La especificación de tasa básica **ITB** (o **BRI** del inglés, *Basic Rate Interface*) del UIT no define un estándar de transmisión a dos hilos, sino que establece una interfaz estándar que presupone la presencia de un módulo de terminación de red que convierte cualquier sistema seleccionado de transmisión a la interfaz estándar. La **figura 4.6** ilustra la arquitectura y la terminología asociada de la interfaz de tasa básica.

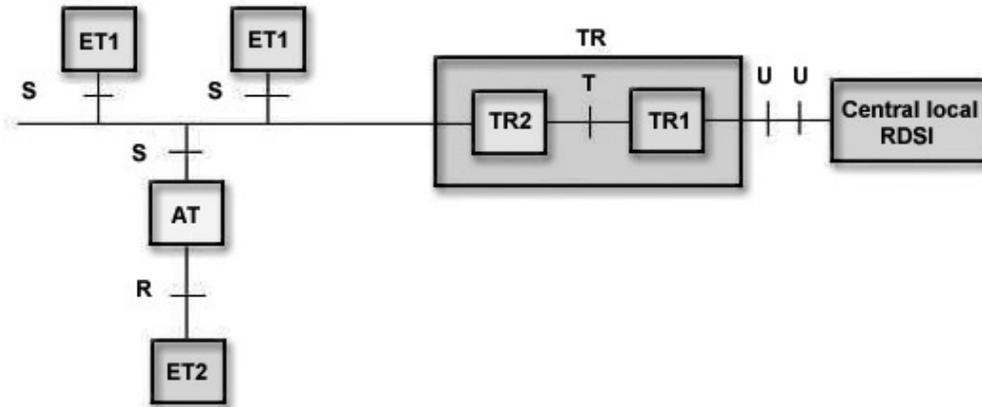


Figura 4.6. Arquitectura del acceso básico ITB ó BRI.

Interfaz S/T

Si bien la interfaz S es el nombre que se le da a la interfaz después de haber pasado a través de un equipo de enrutamiento de llamadas (TR2), es física y eléctricamente igual a la interfaz T. Debido a esto, con frecuencia estas interfaces se conocen como interfaz S/T o S.

La interfaz S/T se define del UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y debe ser suministrada por el equipo de terminación de red (TR1/TR2). Su empleo está destinado a las instalaciones de cliente solamente. Las especificaciones más importantes de esta interfaz son:

- ❖ Interfaz de cuatro hilos (uno para cada dirección).
- ❖ Longitud requerida máxima de 1 Km.
- ❖ Configuración de punto a punto a multipunto.

Interfaz U.

Es una interfaz de cuatro hilos. La conmutación en la central se hace también con base en cuatro hilos. Sin embargo, la línea de abonados es bifilar. A pesar de esto, el requisito es la transmisión digital *Full Duplex* (Ver Apéndice B), es decir, transmisión en ambos sentidos simultáneamente.

El UIT aún no tiene recomendaciones para este punto de referencia. Sin embargo, se cuenta con algunas diferentes soluciones en la actualidad. Una de estas emplea el método que se conoce como híbrido digital adoptivo. Ambos extremos de la línea de suscriptor se conectan a un híbrido (**Figura 4.7**); como un híbrido siempre genera algo de eco, se emplea un filtro adoptivo especial para su eliminación (Ver Apéndice B). Esto hace posible su transmisión en ambos sentidos dentro de la misma banda y al mismo tiempo.

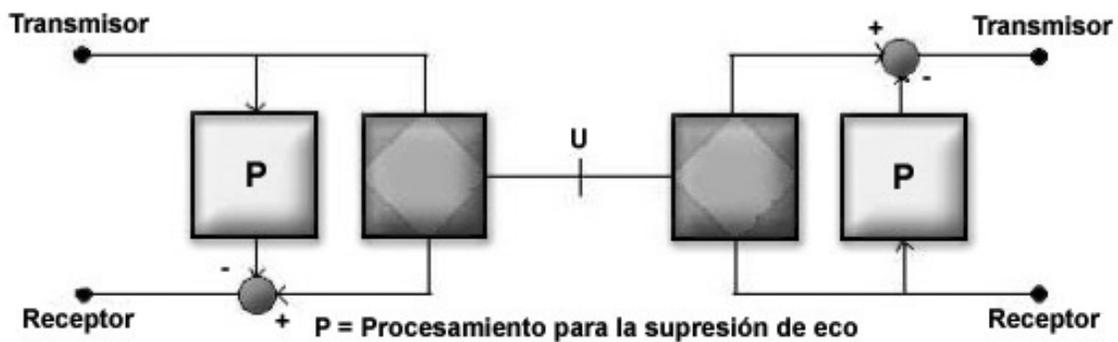


Figura 4.7. Interfaz U.

4.2.3.2. Acceso Primario.

El acceso primario **ITP** (del Ingles **PRI**, *Primary Rate Interface*) está destinado a usuarios con requisitos de capacidad mayores, tales como oficinas PBX digital o Red local. Debido a las diferencias en las jerarquías de transmisión digital usadas en distintos países, no es posible lograr un acuerdo en una única velocidad de los datos.

Estados Unidos, Japón y Canadá usan una estructura de transmisión basada en 1.544 Mbps, mientras que en Europa la velocidad estándar es 2.048 Mbps. Típicamente, la estructura para el canal de 1.544 Mbps es 23 canales B más un canal D de 64 Kbps y, para velocidades de 2.048 Mbps, 30 canales B más un canal D de 64 Kbps.

- ❖ $30B(64)+D(64)+\text{señalización}+\text{sincronización}(64) = 2048 \text{ Kbps}$ (Europa).
- ❖ $23B(64)+D(64)+\text{señalización}+\text{sincronización}(8) = 1544 \text{ Kbps}$ (Estados unidos, Japón).

En el Acceso Primario se conectará un TR2 para transformar la interfaz T en interfaz S permitiendo la conexión de equipos terminales RDSI. En el caso de equipos que gestionen los 30 canales de comunicación, Videoconferencia de alta calidad, este se conecta al interfaz T, ya que el equipo hará las funciones de TR2.

En el lado de la Central las agrupaciones TL y TC están siempre incluidas en la correspondiente tarjeta de línea, así pues el interfaz V no será accesible. El interfaz U puede adaptarse a otras señales mediante los equipos de transmisión adecuados, de esta forma se asegura una cobertura mayor (multiplexores).

4.3. Servicios de la RDSI.

La RDSI no se limita a ofrecer comunicaciones de voz sino que ofrece otros servicios, como transmisión de datos informáticos (servicios portadores), télex, facsímile, videoconferencia, conexión a Internet, y opciones como llamada en espera e identidad del origen.

Los servicios de RDSI se pueden dividir en dos categorías principales:

1. **Teleservicios**, que es el servicio completo de comunicación entre interfaces de usuario. Incluye todas las capas OSI 1 a 7. Un teleservicio también incluye funciones de terminal.
2. **Servicios de apoyo**, que significa la transferencia de información entre interfaces de usuario. Incluye las capas OSI 1 a 3. un servicio de apoyo se accede en la interfaz usuario/red.

Ambas categorías de servicio se pueden dividir en servicios básico y básico + suplementario (**tabla 4.2**). Un servicio suplementario no se puede ofrecer como servicio independiente. La telefonía es un servicio básico; la transferencia de llamadas es un servicio suplementario que no se puede ofrecer sin la telefonía.

<i>Servicios de Telecomunicación</i>	
Servicios de apoyo	Teleservicios
Servicio básico de apoyo	Teleservicio básico
Servicio básico y suplementario	Teleservicio básico y suplementario

Tabla 4.2. Categorías de servicio de telecomunicación.

Los abonados se suscriben comúnmente a los teleservicios, pero también es posible suscribirse a un servicio de apoyo solamente. Una línea rentada es un servicio típico de apoyo en donde la red sólo puede ofrecer una trayectoria de operación. En la **tabla 4.3**, se mencionan los servicios que se brindan.

<i>Teleservicios</i>	<i>Servicios Suplementarios</i>
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Telefonía Clásica. ❖ Telefonía a 7 KHz. ❖ Teletex. ❖ Videotex. ❖ Videotelefonía. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Grupo Cerrado de usuarios ❖ Identificación del usuario llamante. ❖ Restricción de la identificación del usuario llamante. ❖ Identificación de usuario conectado. ❖ Restricción de la identificación de usuario conectado. ❖ Identificación de llamada en espera. ❖ Múltiples números de abonado. ❖ Marcación abreviada. ❖ Conferencia a tres. ❖ Desvío de llamadas. ❖ Transferencia de llamadas dentro del bus pasivo. ❖ Información de Tarificación.

Tabla 4.3. Teleservicios y servicios suplementarios.

4.4. Aplicaciones de RDSI.

Los circuitos digitales conmutados y la conectividad en la red son los dos aspectos principales de la RDSI. El segundo es el más significativo en cuanto a la introducción de nuevos servicios. La conectividad digital a tasas más bajas se consigue más fácilmente con módems de banda de voz, o a tasas comparables a 64 kbps, a través de circuitos especiales de acceso para conectar redes públicas. De hecho, debido a la gran base instalada de equipo y logística de banda de voz, muchos usos iniciales de canales **B** implican interfaces de tasa baja solamente.

En contraste con los canales B, los canales D presentan oportunidades para características y servicios completamente nuevos. Las características más importantes del canal D es el suministro de la identificación del número que llama (**INL**). Aunque algunas veces con restricciones, los ofrecimientos del servicio INL se han aprobado en lo general. Las siguientes son algunas aplicaciones más evidentes del INL.

- ❖ Seguridad para el acceso a computadora por marcación o para la toma de orden por teléfono.
- ❖ Enrutamiento PBX o **ACD** (Distribuidor Automático de Llamadas) con base en INL, en contraposición con el número llamado. En la aplicación ACD, por ejemplo, una llamada puede ser enrutada automáticamente hacia el mismo servidor que manejó la llamada anterior desde el mismo número.
- ❖ Regreso automático de llamada hacia abonados que llaman y abandonaron una llamada después de encontrar una estación ocupada o sin contestación.

Otras características que suministra el canal D, pero que no se derivan de INL, son:

- ❖ Teléfonos multilínea con característica de activación de botón único similar a los teléfonos electrónicos propios, disponibles comúnmente con PBX.

- ❖ Marcas de clase de viaje para solicitar servicios especiales o mantener compatibilidad entre terminales (por ejemplo identificar llamadas de voz o datos, tráfico cifrado, o codificaciones especiales para teléfonos con bocinas o teleconferencia).
- ❖ Selección de servicio llamada por llamada para acceder servicios de conmutación de circuitos, servicios de paquetes o servicios de líneas privadas.

4.4.1. RDSI de Banda ancha.

Normalmente entendemos el concepto de red como al conjunto de recursos interconectados entre sí, gestionados de diversas maneras, que interaccionan para satisfacer las necesidades de los usuarios que hacen uso de ella. El concepto básico de banda ancha es más amplio aún, pudiendo ser considerado como aquel medio físico que transporta más de un canal de voz.

Adicionalmente, la integración se ha convertido también en un factor determinante en el desarrollo de las redes de banda ancha, ya que este concepto debe ser entendido como la integración de una variedad de servicios soportados sobre un medio digital común, integrando las subredes existentes en una red de información global. Otro factor a destacar es la interoperabilidad, con el objetivo de maximizar el valor de los productos existentes en el mercado, que además permita alcanzar el mayor número de usuarios, con el menor número de aplicaciones.

El transporte digital es bidireccional y se realiza utilizando tecnologías síncronas de alta velocidad, como la **SDH** (*Synchronous Digital Hierarchy*), que facilitan el transporte de contenidos multimedia a velocidades superiores a 155 Mbps (ver Apéndice B).

El sistema de transporte para aplicaciones multimedia está basado en conmutadores de modo de transferencia asíncrona **ATM** (*Asynchronous Transfer Mode*), con fibra óptica como medio físico. Esta tecnología es muy apta para gestionar gran ancho de banda y tiene gran flexibilidad y prestaciones para la gestión de redes multimedia (ver Apéndice B).

Otra de sus ventajas es la flexibilidad para asociarle parámetros diferentes de calidad, en función de los servicios requeridos por los usuarios.

Es previsible que las diferencias entre las distintas Redes de acceso subsistan durante un buen tiempo, y en ese entorno, el papel de las interfaces de usuario es fundamental, permitiendo la conexión de una gran variedad de equipos terminales a diferentes tipos de Redes de acceso.



Figura 4.8. Servicios en Banda Ancha.

5. Red Inteligente (RI).

5.1. Concepto de Red Inteligente.

Sobre la red telefónica, hoy en día, se ofrece no sólo el servicio de telefonía básica, sino toda una extensa gama de nuevos y variados servicios que son de utilidad para una gran mayoría de sus usuarios residenciales y de negocios. Ello es posible gracias a la incorporación de aplicaciones informáticas sobre nodos conectados a la infraestructura de conmutación telefónica, que viene a configurar lo que se denomina Red Inteligente **RI** (del inglés **IN**, *Intelligent Network*), aunque más apropiado sería emplear el término de inteligencia en la Red o *Network intelligence*.

Debido a ello, la creciente aparición de una serie de servicios de telecomunicaciones que tratan de satisfacer la creciente demanda de los usuarios a precios razonables, fáciles de utilizar, escalables, personalizados y disponibles en cualquier lugar así como de suministrar soluciones viables para las nuevas necesidades que el mercado, presumiblemente, va a presentar a corto plazo. Este fenómeno se ve enormemente favorecido e incluso impulsado por la tendencia que trata de dotar a entidades y empresas de una mayor competitividad, poniendo a su alcance todos los medios disponibles para lograr una mejor y más rápida comunicación.

Como consecuencia de todo ello aparece el concepto de “Red Inteligente”, plataforma basada en la interconexión de nodos en donde residen aplicaciones informáticas, centrales de conmutación y sistemas de bases de datos en tiempo real, enlazados mediante avanzados sistemas de señalización, para proveer la nueva generación de servicios.

Entre los diversos factores que han influido en su aparición se puede citar los siguientes:

- ❖ Necesidad de nuevos y mejores servicios: Servicios 800 de información y negocios, número personal, cobro revertido, centros de atención de llamadas, redes privadas virtuales, etc.

- ❖ Apertura de la red: Capacidad de soportar servicios de valor añadido en régimen de competencia, en el que varios operadores coexisten.
- ❖ Servicios en evolución: Rápida introducción de servicios y su modificación para satisfacer las necesidades del mercado en cada momento y adaptarse al corto ciclo de vida de los servicios actuales.
- ❖ Oferta de servicios de valor añadido: Complementan la conectividad básica para los nuevos operadores y les permite distinguirse de sus competidores en un mercado liberalizado.

En definitiva, la Red Inteligente es una arquitectura de red que permite alcanzar los puntos anteriormente comentados, evolucionando en todas y cada una de las áreas que la constituyen:

- ❖ Acceso
- ❖ Sistemas de conmutación
- ❖ Control y señalización.

Todo lo anterior implica la necesidad de disponer de centros de control y gestión para obtener el máximo rendimiento y disponibilidad, realizando la adecuada administración de la misma. La Red Inteligente permite, además, la integración de la red telefónica fija con las distintas redes móviles o con Internet, personalizando los servicios en función del perfil del usuario.

La Red Telefónica Básica (**RTB**), en un principio diseñada sola y exclusivamente para la interconexión de diversos usuarios que querían establecer una comunicación vocal, está experimentando una evolución tal que le permite el soporte de otro tipo de servicios, como por ejemplo la transmisión de datos, videoconferencia o la conexión a Internet; dentro de esta evolución se puede considerar como paso siguiente el establecimiento de la Red Digital de Servicios Integrados (**RDSI**) una red que integre todos los servicios, con independencia de la velocidad de transmisión requerida, y es aquí, donde cabe mencionar el concepto de Red Inteligente (**RI**), no como una nueva red, adicional a las ya existentes, sino como una evolución de las mismas, introduciendo una nueva arquitectura de red, en la que a los nodos de conmutación de circuitos o paquetes ya existentes, se incorporan otros nuevos, interconectados

entre sí mediante potentes medios de señalización, y especializados en la realización de determinadas funciones, diferentes a las propias y ya clásicas de la telefonía.

Con la introducción de estos nuevos elementos en la **RTB**, las nuevas técnicas de conmutación y transmisión, así como con la implantación de la señalización por canal común CCITT nº 7 (**SS7**), se hace posible configurar esta nueva arquitectura de red, capaz de soportar los nuevos “*Servicios de Inteligencia de Red*”.

Así, surgen en el año 1992 los primeros estándares de Red Inteligente, que especifican la arquitectura hardware y software que permite la llamada a procedimientos especiales durante el proceso de establecimiento de la llamada común, tanto en la central de conmutación como en la red que pueden, a su vez, controlar la conmutación y otros recursos en la red para realizar un encaminamiento inteligente, gestión de las terminales, facturación, etc. En la Red inteligente, al contrario de lo que sucede en la **RTB**, los datos de todos los clientes se encuentran en ciertos nodos de la misma, accesibles desde el resto mediante determinados protocolos de comunicación; así, en las comunicaciones que se cursan intervienen diferentes nodos, estratégicamente distribuidos por la red, y especializados en la realización de ciertas funciones, que dialogan entre sí durante la fase de establecimiento de la comunicación, posibilitando de este modo la prestación de los distintos servicios requeridos por los usuarios.

La Red Inteligente es en definitiva un concepto que, mediante la centralización de determinadas funciones de control y proceso sirve para prestar servicios que requieren el manejo eficiente de un considerable volumen de datos. Esta red ha sido posible gracias a la confluencia de la tecnología de conmutación digital con los nuevos sistemas de señalización, que permiten el intercambio de información entre todos los puntos de la red en una forma rápida y en grandes volúmenes, junto con las tecnologías de la información y las modernas técnicas de manejo de bases de datos.

5.2. Características de la Red Inteligente.

La Red Inteligente tiene como característica principal la independencia de los dos tipos de procedimientos involucrados en el tratamiento de una llamada:

1. Los relacionados con la conexión
2. Los relacionados con el servicio que hace uso de la conexión.

En relación con esta característica fundamental se pueden observar las siguientes características específicas:

- a) Uso eficaz de los recursos y las funciones de la red. La adición del entorno informático libera a los sistemas de conmutación de un porcentaje de carga de procesamiento que puede ser llevado a cabo de manera óptima por los sistemas adicionales. Del mismo modo, la modulación en el manejo de software permite la reutilización de ciertas partes de la funcionalidad en la prestación de los servicios.
- b) Independencia entre los servicios y la arquitectura de la central de conmutación. Como consecuencia de la separación entre la lógica y la operación del servicio, es posible manipular los servicios sin intervenir continuamente la configuración de la central de conmutación para efectuar la provisión de los mismos.
- c) Rapidez en la creación de nuevos servicios. Al administrar de manera independiente la lógica de los servicios se facilita la creación de nuevas soluciones a nivel de la lógica del servicio para garantizar al usuario la satisfacción de sus requerimientos específicos.
- d) Flexibilidad y escalabilidad. Los servicios configurados son fácilmente modificables lo que establece la posibilidad de introducción de mecanismos de personalización. Así mismo, el software y hardware utilizado por la Red Inteligente permite un crecimiento de la arquitectura a medida que aumentan los requerimientos de servicios.

- e) Uso organizado de información mediante bases de datos. El componente informático que aporta la Red Inteligente está constituido en buena parte por sistemas de almacenamiento y consulta dinámica de información a través de bases de datos. Las bases de datos permiten la correlación de información teniendo en cuenta dos entornos básicos: el rango de servicios y el conjunto de usuarios.

- f) Utilización de protocolos de comunicación eficientes. Debido a la intervención de los componentes informáticos en conjunto con sistemas de conmutación que utilizan Control por Programa Almacenado **SPC** (*Stored Program Control*), la Red Inteligente hace uso de protocolos de comunicación de alta eficiencia, tales como **X.25**, pero principalmente el conocido Sistema de Señalización No. 7 del UIT (**SS7**).

5.2.1. Requisitos Funcionales de la Red Inteligente

Los requisitos funcionales de la **RI** aparecen como resultado de la necesidad de suministrar capacidades de red tanto a los requerimientos de los clientes (requisitos de servicio) como del operador de red (requisitos de red).

Los *requisitos de servicio* permiten identificar qué servicios específicos se ofrecerán a los clientes. Entre los requisitos de servicios podemos mencionar los siguientes:

- ❖ Acceder a servicios por medio de una interfaz usuario/red usual (por ejemplo: abonado analógico ó **RDSI**).
- ❖ Solicitar un servicio durante una llamada por un período de tiempo; el servicio debe desactivarse una vez transcurrido el período.
- ❖ Realizar control de acceso a algunos servicios.
- ❖ Facilitar la definición y la introducción de algunos servicios.
- ❖ Registrar el tratamiento de servicio en la red (supervisión de servicio, pruebas, información de funcionamiento, etc.).
- ❖ Suministrar servicios que involucran el uso de funciones en varias redes.
- ❖ Controlar las interacciones entre diferentes solicitudes del mismo servicio.

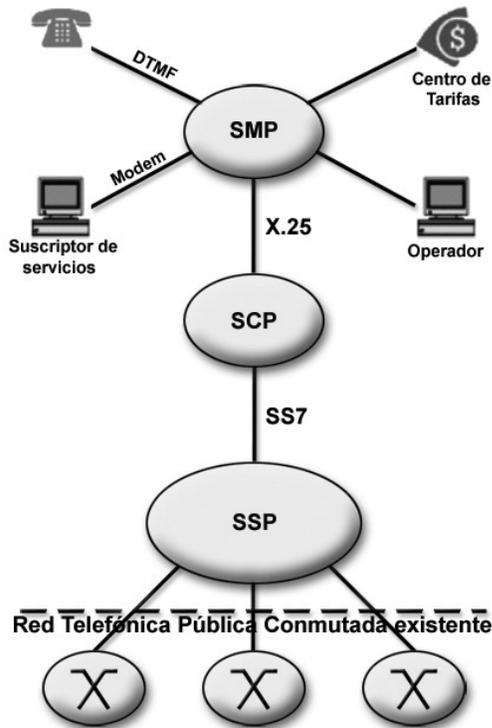
Los *requisitos de red* expanden la capacidad para crear, desarrollar, operar y mantener las capacidades de red para suministrar servicios. Entre los *requisitos de red* podemos mencionar los siguientes.

- ❖ Reducir redundancias entre funciones de red en entidades físicas (equipos).
- ❖ Permitir la asignación flexible de funciones de red a entidades físicas (equipos).
- ❖ Satisfacer la necesidad de protocolos de comunicaciones que permitan flexibilidad en la asignación de funciones (ej. **SS7**).
- ❖ Crear nuevos servicios a partir de las funciones de red de manera eficiente (a bajo costo y en un corto tiempo).
- ❖ Garantizar la integridad de la red cuando un nuevo servicio se introduce.
- ❖ Administrar los elementos y recursos de la red de manera que se garantice la calidad del servicio y el funcionamiento de la red.

5.3. Componentes principales de la Red inteligente.

Básicamente la estructura principal de la funcionalidad de la Red Inteligente sigue una estructura con tres componentes principales (**figura 5.1**).

- ❖ *Punto de conmutación de servicios SSP (Service Switching Point)*: Funciones de conmutación de servicio y de inteligencia periférica.
- ❖ *Punto de control de servicios SCP (Service Control Point)*: Funciones de control de servicio.
- ❖ *Punto de administración de servicios SMP (Service Management Point)*: Funciones de orientación de administración de servicio y acceso al cliente.



Donde:

- ❖ SS7 - Sistema de Señalización n. 7.
- ❖ DTFM - Multifrecuencia de Tonos Duales.

Figura 5.1. Configuración general de la Red Inteligente.

- *Punto de conmutación de servicios (SSP).*

El **SSP** se encarga de la conmutación y de las funciones de inteligencia periférica. Tiene interfaces con los niveles superiores de la Red Inteligente los cuales le dan las instrucciones al SSP de cómo debe manejar las llamadas de un servicio específico. En general, originan, terminan o conmutan las llamadas.

- *Punto de Control de Servicios (SCP).*

Es una base de datos centralizada que provee de la información lógica necesaria para capacidades avanzadas de procesamiento de llamadas. Se comunica con el SSP mediante el Sistema de Señalización n.7 (**SS7**).

- *Punto de Administración de Servicios (SMP).*

Este se encarga de todas las funciones “fuera de línea” requeridas para la administración operacional y comercial de los servicios. Las características principales del SMP son:

- ❖ Supervisión y cargado de la lógica del servicio hacia la red SCP.
- ❖ Interfaces y soporte para operadores de Red y proveedores de servicios.
- ❖ Administración de los registros de tarificación.
- ❖ Acceso para los suscriptores de los servicios.

Descomposición Funcional.

Generalmente las funciones de la Red Inteligente son separadas en:

- ❖ Funciones de Administración de servicio (**SMF**).
- ❖ Funciones de Control de Servicio (**SCF**).
- ❖ Funciones de Conmutación de servicio (**SSF**).
- ❖ Funciones de Inteligencia Periférica (**IPF**).

<i>Grupo de Funciones</i>	<i>Funciones</i>	<i>Bloque de la función</i>	<i>Componente</i>
SMF	Funciones orientadas al suscriptor del servicio.	Provisión del servicio.	SMP
	Funciones orientadas al proveedor del servicio		
	Funciones orientadas al operador del servicio.	Operación del servicio.	SCP
	Funciones orientadas al operador de Red.	Operación de la Red.	
SCF	Función de Control de servicio.	Control de servicio.	
SSF	Función de conmutación de servicio.	Conmutación del servicio.	SSP
IPF	Función de inteligencia periférica.		

Tabla 5.1. Proyección de las funciones en los componentes de la RI.

- *Funciones de administración de servicio (SMF).*

En anticipación de una futura distinción entre operadores de redes de telecomunicaciones y proveedores de servicios privados, las funciones de administración de servicios están divididos en:

- ❖ Funciones orientadas al operador de red.
- ❖ Funciones orientadas al operador de servicio.
- ❖ Funciones orientadas al proveedor de servicio.
- ❖ Funciones orientadas al suscriptor del servicio.

- *Funciones de Control de Servicio (SCF).*

El SCF controla el manejo de las llamadas específicas de la Red Inteligente (**RI**), como lo son la determinación del número destino y las características específicas del servicio del suscriptor. Estas funciones complementan la parte de conmutación del (**SSF**) como una unidad funcional centralizada separada del mismo. Estos se conectan por medio de la lógica que proporciona un protocolo. El SCF es implementado para que el establecimiento y control de las conexiones sea en el menor tiempo posible.

- *Funciones de conmutación de servicio (SSF).*

Las SSF interconectan la Red Inteligente con la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC), se encarga de reconocer, de entre todas las llamadas, aquellas que necesitan tratamiento de Red Inteligente. Usualmente esta localizadas en una unidad física, el Punto de conmutación de servicio (**SSP**). Durante una llamada en Red Inteligente, el SSP maneja el control de la llamada de manera de un intercambio digital. Las funciones de control de servicio, que están localizadas en el SCP, proveen información adicional de control a la RI, como por ejemplo el destino de la llamada.

- *Funciones de inteligencia periférica (IPF).*

Las funciones de inteligencia periférica, como por ejemplo los anuncios de voz, son fácilmente llevadas a cabo por el SSP. Por consiguiente, el IPF es considerado como parte de las funciones de conmutación de servicio. Funciones de inteligencia periférica adicional, como

correo de voz, reconocimiento de voz y servicios de fax pueden ser provistas por dispositivos periféricos externos.

5.3.1. Punto de Conmutación de Servicio (SSP).

Las llamadas de Red Inteligente son enrutadas a través de la red de telecomunicaciones hacia un Punto de Conmutación de Servicios (SSP). En la actual Red Inteligente, la funcionalidad del SSP es provista por un intercambio digital con componentes de *Hardware* y *Software* dedicados.

Las funciones principales del SSP son:

- *Detección de petición.*

El SSP reconoce las llamadas de servicios de **RI** para que sean después manejadas por un SCP.

- *Modulo de funciones Especiales (MFE).*

El modulo de funciones especiales en conjunto con el SSP es el elemento encargado de proporcionar los medios necesarios para establecer un dialogo entre la red y el usuario, de modo que esté pueda introducir de forma interactiva datos adicionales necesarios para la ejecución del servicio, así como recibir de la red informaciones de eventos o peticiones relacionadas con el servicio en curso o en su caso tener acceso al SMP según los privilegios que se tengan. La interacción se llevara acabo combinando funcionalidades tales como: generación de locuciones ó mensajes, reconocimiento de voz, recepción de tonos DTMF (*Dual-Tone MultiFrecuency*), recepción y envío de faxes, etc. Este elemento por lo tanto contiene la función IPF.

- *Comunicación con el SCP.*

El SSP es el punto de señalización para la comunicación con el SCP. Si las llamadas no son rechazadas por el control de congestión, estas dan paso a un dialogo entre el SSP y el SCP. Los diálogos son supervisados y terminados al final de la *Llamada-RI*. En el cual también se

pueden contar el número de llamadas rechazadas. Entre la transferencia de datos entre el SSP y el SCP hay parámetros de control de congestión, cuantificación de llamadas rechazadas y de llamadas exitosas. Las llamadas memorias intermedias o comúnmente llamadas *Buffers* permiten al SCP transferir gran cantidad de comandos de control en un solo mensaje de señalización.

- Ejecución de comandos SCP.

El SCP provee al SSP con todos los datos que son relevantes para establecer una conexión. El establecimiento y la liberación de la conexión son manejados, acorde al servicio RI especificado, por un control de programa localizado en el SCP.

- Generación y transferencia de los registros de llamada.

El SSP es el encargado de generar registros de llamada. Al final de una *Llamada-RI*, el registro de la misma es transferido al SCP, junto con información estadística adicional.

- Anuncios.

El SSP provee todos los anuncios relacionados al servicio y los relacionados a la red. El operador de la red, a través de este, puede crear nuevos anuncios o modificar los ya existentes.

- Administración del Tráfico.

En un ambiente desprotegido, un tráfico pesado de llamadas puede causar un congestionamiento o una sobrecarga en el sistema, por lo que es requerido un mecanismo para la administración del tráfico y un control de congestión. La tarea del administrador de tráfico es la de limitar el número de *Llamadas-RI* a un cierto nivel, el cual es predeterminado ya sea por el día, por horario, etc.

El SSP contiene mecanismos para proteger al SCP de una congestión causada por un excesivo tráfico. Las llamadas rechazadas son determinadas por el SSP de forma regular. Los parámetros para el control de congestión pueden ser accedidos por el SCP así como por el operador de red.

La administración del tráfico esta basada en las siguientes características:

- ❖ El tráfico es limitado por el SSP.
- ❖ Durante una sobrecarga, un mínimo de vías de conexión esta garantizada. Este mínimo de vías deberá corresponder a un tráfico promedio.
- ❖ Las llamadas que ya hayan sido aceptadas por el SCP mantendrán su conexión.
- ❖ El rechazo de una llamada será comunicada por anuncios asociados al servicio RI al cual se marco.
- ❖ Diferentes formas de administración del trafico como lo son el control global (el cual limita el total de número de llamadas sin ninguna distinción), control de servicio especifico (ej. Prohibir el acceso a un servicio de uso frecuente que afecte el desempeño de otros servicios), control de destino especifico (permite limitar el trafico en destinos seleccionados; sin este control la masiva concentración de llamadas hacia un solo destino afectarían la calidad del servicio dentro de la red).

5.3.2. Punto de Control de Servicio (SCP).

El Punto de Control de Servicio centraliza todas las funciones y datos que son requeridos para determinar el destino de la Llamada-RI. Estas incluyen la lógica general de los distintos servicios así como los parámetros específicos de cada suscriptor (tablas de enrutado o tablas de *Routing*). Activado por el SSP, el SCP recibe los números marcados y corre la lógica del servicio apropiada usando las *tablas de routing*. Las *tablas de routing* son actualizadas por el SMP en demanda al suscriptor y cargadas en el SCP.

Características básicas de servicio:

- ❖ Uso optimizado de recursos.
- ❖ Necesidad mínima de mantenimiento.
- ❖ Un sistema confiable y eficiente, capas de operar sin grandes retrasos en caso de fallas menores en el hardware y software en orden para proveer una disponibilidad de los servicios las 24 horas.

- ❖ Soluciones comunes para características asociadas a los diferentes mecanismos de enrutado o *routing*.

Características del software:

- ❖ Cargado de las *tablas de routing* del suscriptor mediante el SMP, integración de las mismas en la base de datos del SCP.
- ❖ Manejo de las Llamadas-RI según los parámetros definidos por el usuario o suscriptor.
- ❖ Envío de los datos cargados para estadísticas y tarificación hacia el SMP durante la llamada en curso.
- ❖ Envío de los datos de registro a través de estadísticas “*on-line*” hacia el SMP.

Estructura del software:

La estructura del software se puede dividir en tres partes principales:

- *Nivel de sistema operativo.*

El sistema operativo provee de funciones como el de manejo de horarios, administración de tareas, tareas internas de comunicación y sincronización, *buffers* lógicos, defensa del software, administrador de tiempos, administración de software, administración del hardware (ej. verificación del estado, reconfiguración), etc.

- *Plataforma de servicio general.*

En adición a las funciones normales de administración (como lo son configuración, manejo de errores etc.), el software del SCP provee al SMP de facilidades de comunicación (basado en X.25) así como al SSP (basado en SS7). Todas las facilidades básicas como el manejo de los enlaces de comunicación, administración de archivos y acceso al operador son parte de la plataforma de servicio general.

- *Aplicación Kernel.*

Esta aplicación contiene funciones específicas como el manejo de bases de datos en tiempo real para las *tablas de routing*, ejecutar la lógica del servicio, así como el envío de los pases ó peticiones de llamada del SSP y de los servicios hacia el SMP.

El manejo seguro y rápido de los datos del servicio del usuario en forma de *tablas de routing* es ejecutado por el sistema de administración de datos en tiempo real, este sistema integra las *tablas de routing* en la base de datos operacional.

El modulo central usado para la lógica del servicio se le llama Control de Lógica del Servicio (SLC). Este tiene una interfase con los módulos de comunicación de base de datos además de otros. El SLC es activado por los mensajes provenientes del SSP. El SCL corre la lógica del servicio, la cual esta conectada con otros módulos del software. Cuando hay una petición de un servicio, el SCL del servicio en cuestión es llamado y las características de la lógica del servicio son ejecutadas. De esta manera fácilmente se le pueden hacer cambios a la lógica del servicio con tan solo modificando el control de flujo del SCL.

Interfase entre el SCP y el SSP.

El protocolo usado entre el SCP y SSP esta basado en el estándar de Señalización n. 7 (SS7). El protocolo SCP/SSP soporta la comunicación entre la lógica del servicio de **RI** residente en el SCP y el software de señalización y control de conexión contenida en el SSP. Basado en dicho protocolo, el SCP controla el establecimiento y liberado de las llamadas a través del SSP, así como el SSP interactúa con los participantes de la llamada.

5.3.3. Punto de Administración de Servicio (SMP).

El SMP administra los servicios que son ejecutados en tiempo real en el SCP y permite al usuario del SMP modificar los parámetros del servicio y coleccionar y desplegar estadísticas de uso y actividad del mismo (ej. Perfiles de uso, calidad del servicio, etc.). Los usuarios del

SMP son por lo tanto capaces de monitorear y modificar la forma en que se ejecuta el servicio en el SCP vía la interfase del SMP.

Los usuarios del SMP son:

- ❖ El Suscriptor del servicio (**SS**).
- ❖ El Proveedor del servicio (**SP**).
- ❖ El Operador del servicio (**SO**).

El acceso a privilegios y rangos de funcionalidad para las diferentes clases de usuario que se incrementan de SS a SO (ej. La habilidad de cuestionar, modificar, activar y desactivar parámetros del servicio) son como sigue:

- ❖ El **SS** puede configurar su particular versión del servicio (ej. Mensaje de entrada para el Buzón de Voz).
- ❖ El **SP** provee del servicio básico al suscriptor. Puede determinar la configuración global del servicio (ej. Que características serán usadas y configurables por el suscriptor) y crea el perfil del suscriptor para cada suscriptor del servicio. EL SP también puede hacer la configuración detallada del servicio sin necesidad que el suscriptor lo haga, como parte del mismo servicio al suscriptor.
- ❖ El **SO** tiene acceso a todas las funciones del SS y del SP arriba mencionadas. De esta forma el puede actuar en vez del SP y el SS en una emergencia para invalidar o corregir las acciones de los mismos. Sin embargo, su rango normal de actividades incluye:
 - La instalación inicial del servicio y las características que va a usar.
 - Administración de las cuentas para el personal proveedor del servicio y definiendo los privilegios de acceso.
 - Administración de los anuncios estándar del servicio.

Esta funcionalidad del SMP resulta en las siguientes características:

- ❖ El SMP es la única interfaz “visible” para el suscriptor de un servicio de **RI** y para el proveedor del servicio. Presenta una interfaz “en línea” simple y confortable que es sencilla y tolerante a errores para el usuario.
- ❖ El SMP presenta un ambiente de proceso de transacción para el dialogo entre el usuario y el sistema:
 - El usuario opera en un ambiente en el cual todas las posibles acciones están definidas por un grupo de menús y formas. El usuario puede seleccionar acciones específicas (ej. Petición/cambio de parámetros de servicio, despliegue de datos estadísticos, entre otros), la acción es ejecutada y el resultado es desplegado en la terminal del usuario.
 - El SMP inicia y coordina los cambios de todos los datos específicos del servicio junto con los diferentes componentes del sistema de la **RI**.
 - EL SMP asegura junto con el SCP la consistencia global y la integridad de todas las bases de datos de la RI.
 - El SMP informa a los usuarios cuando las acciones requeridas han sido plena y correctamente ejecutadas.
- ❖ El SMP acepta datos de ejecución de un servicio en específico en el proceso de la *Llamada-RI*, y ejecuta un pre-procesamiento de estos datos. En demanda de un usuario “En línea” el SMP presenta estos datos al usuario en forma de estadísticas. Los datos también pueden ser debidamente reformateados y retenidos para posteriormente ser enviados a un centro externo de tarificación para un posterior procesamiento.

Requerimientos funcionales del SMP.

Una vez que un nuevo servicio es especificado, Debe ser implementado en el centro lógico de llamada del SCP y en la lógica del SMP para permitir que el servicio sea modificado. La

lógica del SMP para un servicio constituye a una Aplicación de Administración de Servicio (SMA).

El concepto global es que las Aplicaciones de administración de servicios (SMAs) pueden ser rápida y confiablemente desarrolladas e instaladas al mismo tiempo de la creación de un servicio, de esta manera el tiempo que tarda este nuevo servicio en entrar al mercado se reduce, permitiendo una respuesta rápida a la demanda del mercado.

El SMP y la plataforma independiente de servicio constituyen los productos del hardware y software que satisfacen los requerimientos de administración de los servicios de RI.

Las propiedades independientes del servicio, hablando de la plataforma SMP, son las siguientes:

- ❖ Un *Menú* e interfaz simple y confortable usando una variedad de tipos de formas de presentación.
- ❖ Administrar las sesiones del usuario sobre terminales de red de área local y conexiones de marcado remoto.
- ❖ Validación y verificación de los datos del usuario, incluyendo mensajes de diagnóstico y opciones de ayuda “en Línea”.
- ❖ Indicación del completado de la acción del usuario, ó en caso contrario, de la cancelación de la acción en caso de fallo del sistema, seguido del regreso al estado consistente antes de la falla (negociación de recuperación).
- ❖ Transferencia confiable de los parámetros hacia los componentes siguientes de la **RI** además de mantener la consistencia de dichos parámetros a lo largo de todos los componentes.
- ❖ Recepción de los datos de las actividades de la llamada por los componentes siguientes de la RI además de un confiable almacenado de estos datos para su posterior consulta.
- ❖ Preparación de la factura de llamada y de datos de uso del SMP, los cuales pueden ser posteriormente enviados a un centro externo de cobro para su futuro procesamiento.

- ❖ Los requerimientos específicos del servicio del SMP son implementados por los servicios específicos SMAs, que hacen uso de las funciones independientes de servicio provistas por Interfaces de programación de Aplicaciones (**API**).

Los servicios específicos SMAs son responsables de administrar los detallados parámetros del servicio controlando la actividad de cada suscriptor al servicio, y de iniciar la transferencia de estos datos hacia el SCP (invocando a la plataforma de funciones sobre los API). A pesar de que hay ciertas características en común en los diferentes servicios de la RI (de esta manera permitiendo compartir aplicaciones de software entre SMAs), cada servicio tiene su propio y específico SMA, el cual administra específicamente los parámetros para un servicio.

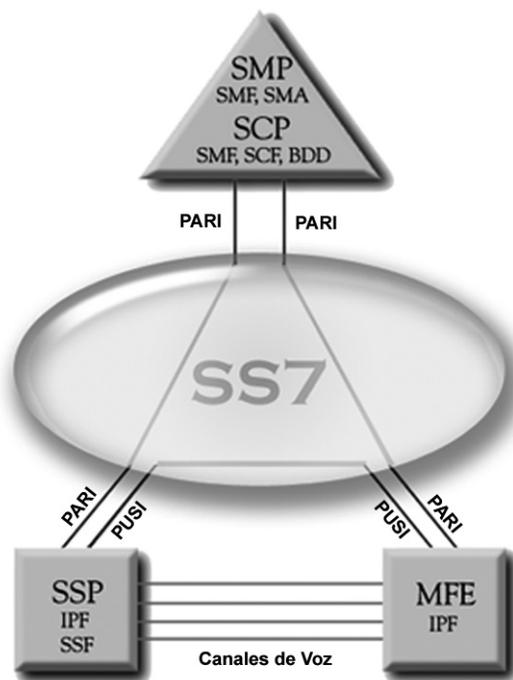
La típica forma de invocación o petición de una Aplicación Administradora de Servicio (SMA) por parte de un suscriptor de servicio o por un proveedor de servicio, es de la siguiente manera:

- ❖ El usuario establece una trayectoria de comunicación hacia el SMP y obtiene acceso a la aplicación de servicio previendo la correcta identificación o *password*.
- ❖ Al usuario se le permite el acceso a la cuenta de un servicio en particular al cual está suscrito. Dependiendo de los privilegios que tenga, puede invocar varias funciones para modificar los parámetros correspondientes a su suscripción, y producir reportes estadísticos sobre las actividades hechas en las Llamadas-RI.
- ❖ El usuario, entonces, invoca una o más funciones dentro de las que está permitido.
- ❖ El completado de cada una de sus acciones en las funciones son comunicadas al usuario; la función no completada satisfactoriamente (ya sea por error del usuario o del sistema) resultará en una cancelación de dicha función. Por lo tanto el usuario puede confiar en el servicio ya sea en un estado consistente del mismo o en una falla súbita.
- ❖ El usuario termina su sesión. Los datos son almacenados para el posterior uso ya sea para factura, cargo o para la consulta del suscriptor.

5.3.4. Funcionamiento general de los elementos de la RI en conjunto.

El Módulo de Funciones Especiales (**MFE**) es, como se ha descrito anteriormente, el elemento dentro de las funciones del SSP de la Red Inteligente que permite a ésta dialogar con el usuario mediante Funciones de Inteligencia Periférica (**IPF's**).

Es importante destacar que, según la arquitectura de Red descrita, el MFE es una entidad independiente de los servicios. Se comporta, por lo tanto, de forma totalmente transparente a los mismos; es decir, ignora en todo momento el servicio concreto que se está ofreciendo y se limita a obedecer "ciegamente" las órdenes que le son enviadas desde el SCP a través del SSP, donde el SCP es el elemento de la red que realmente controla todo el proceso involucrado en la ejecución del servicio. Esta arquitectura permite que la configuración del MFE no se vea afectada en absoluto por la introducción de nuevos servicios a menos que se precisen también nuevos recursos especiales (Ver **figura 5.2**).



Donde:

- ❖ PARI = Protocolo de Aplicación de Red Inteligente.
- ❖ PUSI = Parte de Usuario de red digital de Servicios Integrados.
- ❖ BDD = Base de Datos.

Figura 5.2. Funcionamiento de la RI.

El SSP al recibir datos mediante su interfaz IPF determina si se trata de una petición de servicio de Red Inteligente utilizando sus funciones SSF para dialogar con el SCP, a su vez esté, usando sus funciones de SCF, determina el número destino y las características específicas del servicio, cargando las tablas de *routing* del suscriptor, dichas *tablas de routing* son actualizadas y guardadas en bases de datos por el SMP en demanda al suscriptor, también la función de SMP es la de mantenimiento y creación de nuevos servicios que son probados antes, al término de dichas pruebas, la lógica es mandada al SCP donde se ponen en funcionamiento, el protocolo utilizado en el envío de datos está basado en el protocolo X.25, el cual se describe en el punto 5.4.

Finalmente cabe mencionar que toda la señalización dentro de la Red Inteligente está basada, como se muestra en la **figura 5.2**, y como ya se ha mencionado, en el estándar de Señalización n.º 7 (SS7) el cual se describe en el punto 5.5.

5.4. Protocolo X.25.

En las redes de teleinformática, la función de conmutación es imprescindible. Como ya se explicó en temas anteriores, esta función se encarga de la distribución de las conexiones, es decir, del enrutamiento de la información a través de la red hacia sus destinos precisos. Para estas redes existen dos tecnologías para instrumentar la función de conmutación: a) conmutación por circuitos y b) la conmutación de paquetes, los cuales ya fueron descritos.

Como se explicó, en la conmutación por paquetes, el mensaje de la fuente se descompone en pequeños mensajes, con algún formato de datos (llamados paquetes), para su transmisión a través de una red. A cada paquete se le incluye un encabezado que contiene información de control y dirección. La diferencia principal entre un sistema de conmutación de circuitos y uno de paquetes es que en el primero, el canal o ranura de tiempo se dedica a una terminal, la use o no, en tanto que en la conmutación de paquetes el canal de comunicaciones se comparte en forma dinámica entre diferentes usuarios.

La conmutación por paquetes se puede instrumentar a través de tres tecnologías:

- ❖ La conmutación de paquetes **X.25**.
- ❖ La conmutación de tramas *Frame Relay* (ver Apéndice B).
- ❖ La conmutación de celdas en Modo de Transferencia Asíncrono **ATM**.

En los sistemas de conmutación *X.25* y *Frame Relay*, los paquetes son de longitud variable y ocupan el canal hasta que termina la transmisión, como se ilustra en la **figura 5.3**. El sistema de conmutación de celdas ATM es una tecnología de conmutación de paquetes cuya característica también es la compartición de los canales pero, a diferencia de *X.25* y *Frame Relay*, los paquetes en ATM son de longitud fija.

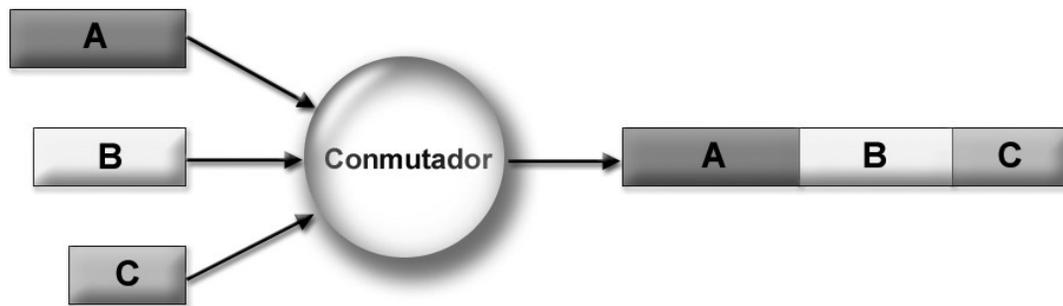


Figura 5.3. Conmutación para X.25 y Frame Relay.

X.25 se puede definir como una red de comunicación de datos que se basa en la tecnología de conmutación de paquetes para transmitir la información. Los datos se arreglan en forma de tramas cuya estructura es a base de paquetes. Es importante señalar que X.25 define la interfaz ETD/ECD entre un sistema síncrono en modo paquete y la Red pública de datos, pero no define la arquitectura interna ni la operación de esta Red; es decir, la arquitectura de la Red puede tener carácter propio. Este concepto se ilustra en la **figura 5.4**.

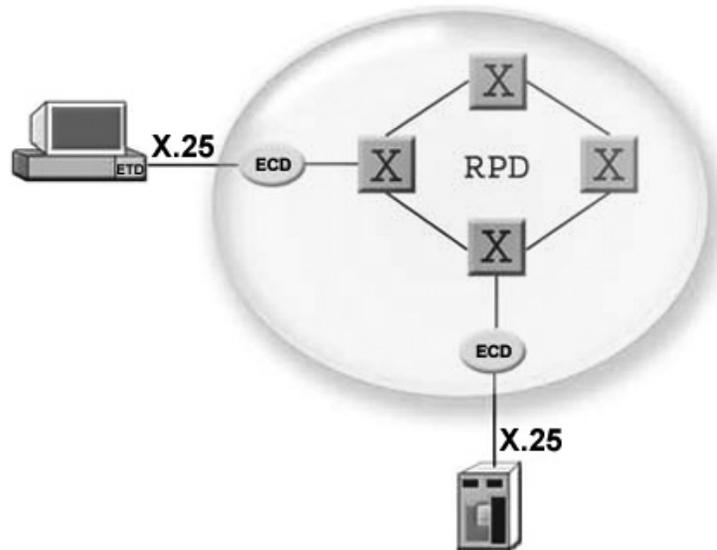


Figura 5.4. Red de Conmutación de paquetes X.25 (estándar internacional).

En resumen, X.25 define el acceso a la Red Pública de Datos (**RPD**) estableciendo las especificaciones para el Equipo Terminal de Datos (**ETD**) y el Equipo terminal de Circuito de Datos (**ECD**) para terminales conectadas a la red pública de datos mediante un circuito dedicado. El ECD es un nodo de la red que actúa como entrada o salida de la misma. X.25 define las características para la interconexión entre un ETD y equipos de cómputo como: computadora central, concentrador, terminal inteligente o el propio ECD.

En X.25, cuando un usuario envía una ráfaga de datos por la Red, se transmiten y se enrutan diferentes paquetes con base en la información de dirección del encabezado del paquete. Esta forma de multiplexaje se conoce como multiplexaje estadístico, ya que se basa en la probabilidad de que no todas las fuentes de datos transmiten al mismo tiempo.

En X.25 se establecen circuitos virtuales desde cada nodo fuente hasta cada nodo destino para llevar un registro del flujo de paquetes en cada conexión. Existen varios circuitos virtuales operando simultáneamente a través de una línea de transmisión.

Como toda tecnología, **X.25** requiere de un protocolo para su funcionamiento. El protocolo **X.25** presenta las siguientes características:

- ❖ Control de flujo.
- ❖ Control de errores.
- ❖ Multiplexaje.
- ❖ Transmisión de datos entre estaciones.

Con el sistema de control de flujo, **X.25** evita cualquier congestionamiento en la red limitando el flujo de paquetes de las estaciones de trabajo. Con el sistema de control de errores asegura que los paquetes se reciban en el destino sin error y sin duplicaciones. Con la técnica de multiplexaje permite que cada estación de trabajo establezca, al mismo tiempo, muchos circuitos virtuales con diferentes estaciones de trabajo.

5.4.1. Circuitos virtuales en X.25.

Como se explico anteriormente, un sistema de comunicación de circuitos establece una conexión continua, sin interrupciones, llamada circuito, entre dos estaciones que desean comunicarse. El circuito también se conoce como conexión punto a punto y la transmisión sobre él se lleva a cabo en tiempo real.

En la conmutación de paquetes, sin embargo, un mensaje completo se divide en muchos paquetes. A cada paquete se le agrega la información apropiada de encabezado y se envía a través de la red por un camino diferente. Además, la transmisión no es en tiempo real sino que se utiliza el principio de almacenamiento y envío, lo que significa que los paquetes pueden sufrir retardos importantes para llegar a su destino. Así, ninguno de los caminos (o enlaces) se dedica al transporte del mensaje completo; por el contrario, los paquetes individuales se pueden combinar con paquetes de otros mensajes para optimizar su utilización. El efecto es como si existiese una vía de comunicación física permanente entre la fuente y el destino de la información, aunque en realidad éste no es el caso. La conexión se conoce como circuito

virtual. Así esencialmente, un circuito virtual es un concepto lógico que implica direcciones y apuntadores en los nodos de la red, pero no facilidades de transmisión dedicadas.

En X.25 existen dos tipos de circuitos virtuales:

- ❖ Circuito virtual conmutado (**SVC**).
- ❖ Circuito virtual permanente (**PVC**).

En la operación con base en SVC, los paquetes de un mensaje completo siguen diferentes trayectorias a través de la red y los circuitos virtuales cambian de una conexión a la siguiente. En cambio, en la operación con base en circuitos virtuales permanentes, todos los paquetes de un mensaje completo siguen la misma ruta a través de la red. Antes de que empiece la comunicación interactiva, se establece una ruta a través de la red y todos los nodos participantes reciben información de la conexión y de cómo enrutar los paquetes individuales subsecuentes por la misma trayectoria.

Se puede decir, entonces, que la operación con base en SVC es análoga al servicio telefónico común, en tanto que la operación con base en PVC es análoga a la operación de una línea privada en un circuito telefónico, en donde el enlace entre dos teléfonos siempre esta disponible.

En X.25 se instrumenta la técnica llamada de canal lógico, que permite la existencia de muchos circuitos virtuales simultáneamente sobre un enlace físico entre la estación de usuario y la red de conmutación de paquetes X.25. A cada circuito virtual se le asigna un número determinado llamado de canal lógico (**LNC**, *Logic Channel Number*), que permanece válido y en operación por el tiempo que dura la llamada. El LNC se instala en cada paquete de datos asociado con la llamada y lo distingue de los paquetes generados por otros usuarios que comparten el mismo enlace físico. El empleo de los LCN permite, entonces, el multiplexaje sobre un enlace de comunicación.

5.5. Sistema de Señalización n.7.

¿Que es señalización?

La señalización se refiere al cambio de información entre componentes de llamada requeridos para proveer y mantener un servicio. Los usuarios de la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) intercambian señalización con elementos de la red todo el tiempo. Ejemplos de señalización entre un usuario telefónico y la red telefónica incluye: marcado de dígitos, tono de llamada, acceso al correo de voz, enviar el tono de espera, etc. A pesar que en la actualidad la mayoría de la transmisión entre centrales telefónicas es digital la señalización todavía esta basada en sistemas desarrollados para centrales analógicas. Con el uso y avance de las computadoras en las redes actuales, es posible introducir sistemas de señalización modernos. Tales sistemas de señalización deben estar basados en técnicas de comunicación de datos y ser capaces de transferir otras informaciones, además de la señalización misma.

El sistema de señalización n_o.7 (SS7) ha sido desarrollado para satisfacer estas demandas. La información es transportada en forma de mensajes. Los mensajes del SS7 pueden transportar información como por ejemplo:

- ❖ Estoy enviándote una llamada del número 212-555-1234 para el número 718-555-5678. buscala en el enlace o troncal 067.
- ❖ Alguien a marcado 800-555-1212. ¿A donde enruto la llamada?
- ❖ El usuario de llamada entrante en el troncal 11 esta ocupado, termina el enlace y manda el tono de ocupado.
- ❖ La ruta hacia XXX esta congestionada. Por favor no envíes ningún mensaje a XXX a menos que sean de prioridad 2 o más.
- ❖ Tomo el troncal 143 fuera de servicio por mantenimiento.

SS7 se caracteriza por sus paquetes de alta velocidad y por su señalización “fuera de banda”.

¿Que es señalización “Fuera de Banda”?

La señalización fuera de banda es el tipo de señalización que no toma parte sobre el mismo canal o camino que el de la conversación. Se esta acostumbrado a pensar en la señalización dentro de la banda; se escucha el tono de invitación a marcar, se marcan los dígitos, y se escucha el tono de llamada en progreso sobre el mismo canal en el mismo par de cables. Cuando la llamada se completa, se habla sobre el mismo camino que se usa para la señalización. La telefonía tradicional funciona de está manera. Las señales para realizar una llamada entre un punto y otro siempre toman lugar en el mismo troncal que eventualmente transportara la voz. La señalización toma la forma de una serie de tonos de Multifrecuencia (MF).

La señalización fuera de la banda establece un canal digital separado para el intercambio de información de señalización. Este canal es llamado Enlace (*Link*). Los enlaces de señalización son usados para cargar los mensajes de señalización necesarios entre nodos. De está manera cuando toma lugar una llamada, los dígitos marcados, el troncal a seleccionar, y demás información pertinente es enviada entre los puntos usando sus enlaces de señalización, más eficientemente que los troncales que finalmente llevaran la conversación. Estos enlaces de señalización llevan la información a una taza de 56 o 64 kbps.

¿Por qué usar la señalización fuera de banda?

La señalización fuera de banda tiene varias ventajas que la hacen más deseable que la señalización en banda tradicional:

- ❖ Esta permite un mayor envío de datos a mayor velocidad (56 kbps pueden llevar los datos más rápido que los pulsos basados en MF).
- ❖ Permite señalar en cualquier momento durante la duración de la llamada, no solo al principio.
- ❖ Permite una señalización con elementos de red con los cuales no hay un troncal de conexión directa.

Arquitectura de la Señalización Asociada.

Si la señalización va a ser llevada por un camino distinto que el de la voz y el tráfico de datos, entonces ¿Cómo debería verse ese camino? El diseño más sencillo sería poner uno de los caminos entre cada par de puntos de conmutación como un enlace de señalización. Sujeto a capacidad reprimible, todo el tráfico de señalización entre los dos puntos de conmutación o *switches* podría verterse en este enlace. Este tipo de señalización es conocida como señalización asociada, está se ilustra en la **figura 5.5**.

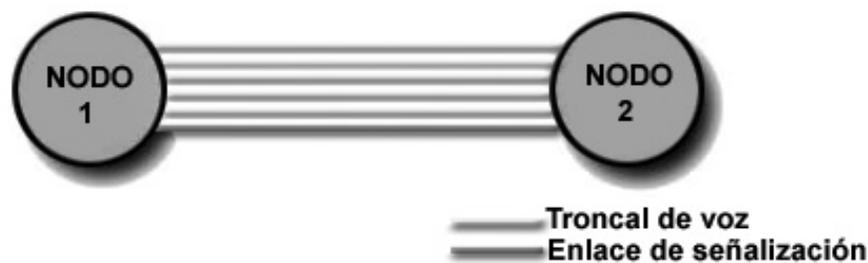


Figura 5.5. Señalización asociada.

La señalización asociada trabaja bien mientras los requerimientos del nodo o *switch* estén entre el mismo y otro nodo que tenga un troncal de conexión. Esta llama a la configuración de administración y realiza toda la señalización mediante su enlace de señalización. Como dato extra se puede mencionar que este tipo de señalización es la que más se usa en Europa.

En Norte América las personas que implementaron SS7, sin embargo, querían diseñar una red de señalización que permitiera a cualquier nodo el intercambio de señalización con cualquier otro nodo que fuera compatible con SS7. Evidentemente, la señalización asociada se vuelve más complicada cuando es usada para intercambiar señalización entre nodos que no tienen conexión directa. De esta necesidad, nació la arquitectura *SS7 Norteamericana* la cual es la que se utiliza en la Red Inteligente.

5.5.1. SS7 enfocado a Red Inteligente.

Arquitectura SS7 Norteamericana.

La arquitectura de señalización Norteamericana define una completamente nueva y separada red de señalización. La red esta construida mediante los siguientes tres componentes esenciales interconectados, como ya se explico, por un enlace de señalización.

- ❖ Puntos de conmutación de señal o de servicio (**SSP**, *signal switching points*). Los SSP's son nodos telefónicos (oficinas terminales o tandems) equipados con software de compatibilidad SS7 y terminales de enlace de señalización. Generalmente originan, terminan o conmutan las llamadas.
- ❖ Puntos de transferencia de señal (**STPs**, *signal transfer points*). Los STPs son los nodos de transferencia de paquetes de la Red SS7. estos reciben y enrutan los mensajes de señalización enviándolos a un destino apropiado.
- ❖ Puntos de control de señalización o de servicio (**SCPs**, *signal control points*). SCPs son bases de datos que proveen de la información necesaria para capacidades avanzadas de procesamiento de llamadas.

Una vez desplegada, la disponibilidad de la red SS7, es crítico llamar al procesamiento. A menos que los SSPs puedan intercambiar señalización, no podrán completar ninguna llamada. Por esta razón, la Red SS7 esta construida bajo una arquitectura altamente redundante. Cada elemento individual tiene que tener requerimientos exactos para su correcto funcionamiento.

Para hacer a la arquitectura de red de señalización fácilmente entendible, se han implantado una serie de símbolos estándar para representar las Redes SS7. La **figura 5.6** muestra los símbolos que se usan para representar los tres elementos esenciales del SS7 descritos.



Figura 5.6. Elementos de señalización SS7.

STPs y SCPs se acostumbran a desplegarse en pares. Cuando no están establecidos en una operación específica, el par trabaja de forma redundante para desempeñar la misma función lógica. Cuando se dibujan diagramas complejos de Redes, estos pares deben representarse como un solo elemento para simplicidad, como se muestra en la **figura 5.7**.



Figura 5.7. Elementos Pares.

Los módulos funcionales del SS7 que interviene en la arquitectura de la Red inteligente se caracteriza por:

- ❖ *Parte de Transferencia de Mensajes (MTP, Message Transferency Part):* es el soporte básico del **SS7**, ya que suministra un mecanismo de transferencia y entrega fiables de la información de señalización a través de la red. Proporciona las funciones de capa física, capa de enlace de datos y capa de red. Facilita el transporte de los mensajes de las aplicaciones que se montan en las capas superiores (partes de usuario).
- ❖ *Parte de Control de la Conexión de la Señalización (SCCP, Signalling Connection Control Part):* esta funcionalidad permite que los subsistemas (entidades funcionales de los nodos de la red de señalización) sean identificados y puedan establecer las

conexiones lógicas no relacionadas con circuitos. La SCCP utiliza los servicios de transporte de la MTP.

- ❖ *Parte de la Aplicación de las Capacidades de Transacción (TCAP, Terminal Capabilities Access Part):* apoya el intercambio de mensajes de aplicación entre los nodos de la red de señalización. LA TCAP utiliza las capacidades de conexión de la SCCP.

En cuanto al protocolo utilizado en la interfaz entre el **SCP** (*Service Control Point*) y el **SMP** (*Service Management Point*), éste generalmente corresponde a X.25.

El protocolo de aplicación propio de la **RI** y que define la interacción entre los diferentes módulos funcionales es el protocolo **INAP** (*Intelligent Network Application Protocol*). El protocolo INAP está conformado por una comunicación del **SCP** con las entidades lógicas que controlan los recursos del **SSP** (*Service Switch Point*) con las llamadas funciones de control de servicio **SCF**'s, ya explicadas.

6. Servicios de Red Inteligente.

6.1. Introducción.

Gracias a los avances tecnológicos en los sistemas de señalización y conmutación, ahora la telefonía permite a los usuarios hacer mucho más que sólo decir “Hola”. Hoy, gracias a las redes inteligentes, se puede, entre otras cosas, saber quién llama antes de contestar, ofrecer servicios gratuitos, contar con distribución de llamadas a varias líneas, reenviar llamadas, tener conferencias telefónicas entre más de 2 personas a la vez, contar con un correo de voz; y todo esto gracias a la convergencia que el Sistema de Señalización n_o.7 permite realizar, uniendo así las redes de voz con las redes de datos y abriendo estas y muchas otras posibilidades que apenas se empiezan a vislumbrar.

Esta convergencia se ha vuelto crucial en la industria de las telecomunicaciones y ha sido el foco de muchas de las tecnologías inteligentes que son la base no solo de los nuevos servicios ofrecidos por las compañías telefónicas, sino de las tecnologías de voz y datos que emergerán en un futuro.

A pesar de la existencia del concepto desde la década de los setenta, la Red Inteligente solamente empezó a recibir una atención seria cuando la liberalización telefónica fue presentada en los Estados Unidos a principios de los años ochenta. Cuando los operadores de redes públicas encontraron competencia entre ellos mismos, se volvió importante proveer rápidamente servicios que los clientes estaban demandando. La Red Inteligente solucionó el problema suministrando una plataforma para la implementación rápida de los servicios. En donde la entrega del servicio, desde el concepto a la activación, podría convencionalmente tomar dos o más años, los proveedores de Red Inteligente prometen un tiempo de entrega menor a un año. La Red Inteligente requiere una gran inversión inicial y la experiencia parece mostrar que la inversión se recupera en un largo plazo.

En la mayoría de los países de occidente, el mercado para los operadores públicos ha estado completamente saturado. La Red Inteligente provee a los operadores la habilidad de generar nuevos ingresos a través de innovación en los servicios, generando innumerables beneficios para los operadores, proveedores del servicio, subscriptores ó usuarios.

Adicionalmente, les da la posibilidad a los proveedores de diferenciar sus servicios de los de su competencia. Los operadores de redes están siendo forzados a evaluar sus estrategias e infraestructuras actuales para determinar cómo deberían proceder en el sentido de prepararse para futuros servicios de telecomunicaciones.

En este capítulo se realizará un estudio de los servicios que ofrece la Red Inteligente a estos operadores, basados en las recomendaciones de la UIT e información disponible por los proveedores de plataformas de Red Inteligente como Alcatel, Ericsson y recientemente Telmex.

6.1.1. Establecimiento de una llamada mediante SS7.

Para establecer una llamada se realizan los siguientes pasos (**figura 6.1**):

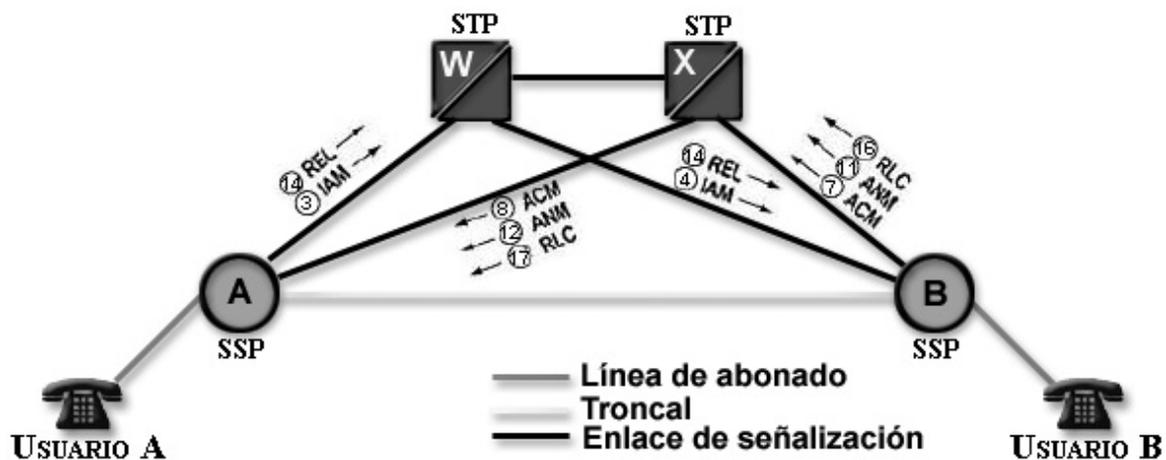


Figura 6.1. Llamada básica en SS7.

1. El nodo **A** analiza los dígitos marcados y determina que será necesario mandar la llamada al nodo **B**.
2. **A** selecciona una troncal hacia **B** y elabora un Mensaje Inicial de Dirección **IAM** (*Initial Address Message*), en él se identifica a **A** como origen, a **B** como destino, también se identifica el número que llama, el número a quien se le llama y más información.
3. **A** escoge uno de sus enlaces de acceso de señalización (por ejemplo A-W) y transmite el mensaje hacia el nodo **B**.
4. El STP **W** recibe el mensaje, revisa la etiqueta de ruteo y determina que debe ser ruteado al nodo **B**, por lo que transmite el mensaje en el enlace B-W.
5. El nodo **B** recibe el mensaje. Analizándolo determina que el número llamado le pertenece y que éste está desocupado.
6. El nodo **B** elabora un Mensaje de Dirección Completa **ACM** (*Address Complete Message*), la cual indica que el IAM ha llegado a su destino. El cual identifica a **A** como origen, a **B** como destino y el troncal seleccionado.
7. El nodo **B** escoge uno de sus enlaces de señalización (por ejemplo B-X) y transmite el ACM, al hacer esto completa la conexión de la llamada hacia atrás; manda tono de llamando hacia **A** y llama hacia la parte llamada.
8. El STP **X** recibe el mensaje, revisa su etiqueta de ruteo y determina que debe ser ruteado hacia **A**.
9. Al recibir el ACM, el nodo **A** conecta a la parte llamante a la troncal de regreso para que pueda escuchar el tono de llamada.

10. Cuando la parte llamada contesta, el nodo **B** elabora un Mensaje de Respuesta **ANM** (*Answer Message*).
11. El nodo **B** utiliza el mismo enlace de señalización para transmitir el ACM (enlace B-X) y transmite el ANM, para esto la troncal ya debe estar conectada a la línea llamada en ambas direcciones para permitir la conversación.
12. El STP **X** reconoce que el ANM está direccionado al nodo **A** y lo manda por el enlace A-X.
13. El nodo **A** se asegura que la parte llamante esté conectado a la troncal de salida (en ambas direcciones) para que la conversación tome lugar.
14. Si la parte llamante cuelga primero, **A** genera un mensaje de Liberación (**REL**) hacia el nodo **B**, identificando a la troncal asociada con la llamada. Manda el mensaje en el enlace A-W.
15. El STP **W** recibe el mensaje y lo retransmite al nodo **B**. En el enlace B-W.
16. El nodo **B** recibe el mensaje, desconecta la troncal utilizada, poniéndola en estado desocupado y genera un Mensaje de Liberación Completa (**RLC**) para el nodo **A**, y lo transmite por el enlace B-X. El RLC identifica el troncal usado para la llamada.
17. El STP **X** recibe el mensaje y lo direcciona hacia el nodo **A** y lo reenvía sobre el enlace A-X.
18. Al recibir el nodo **A** el mensaje, pone en estado desocupado a la troncal involucrada.

6.1.2. Establecimiento de una llamada a Red Inteligente.

Para visualizar de una forma sencilla el procedimiento de una llamada a Red Inteligente se observara la **figura 6.2**, que corresponde a una llamada hecha al servicio de televotación:

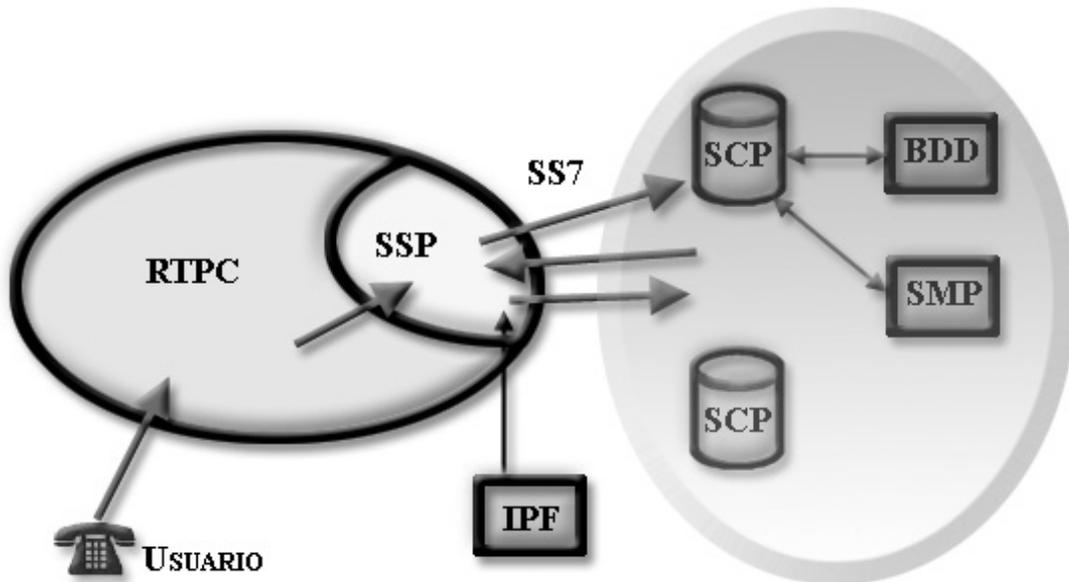


Figura 6.2. Llamada RI a servicio de televotación.

1. El usuario marca el número destinado para el servicio de *Tele-voto* ó también llamada *Tele-encuesta*, en este caso se marca 01 800 990 0826 y la llamada entra a la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC).
2. Con el prefijo marcado para este servicio de Red Inteligente (01 800; número de larga distancia gratuito para el usuario o abonado, en donde el costo es de una llamada local), la llamada se enruta por los nodos de la RTPC hacia el Punto de Conmutación del Servicio (SSP); este es el primer nodo de la Red Inteligente.
3. El SSP recibe la llamada, la analiza y determina que necesita ayuda para administrar la llamada por lo que pide instrucciones al Punto de Control del Servicio (SCP) que corresponde con el servicio que el usuario esta solicitando.

4. Después de que el SCP recibe la petición que le hizo el SSP para que interviniera en el control de la llamada, el SCP carga la lógica del “servicio de televotación”; así mismo el SCP envía una petición al SSP de establecer una conexión, supervisar los eventos resultantes de la llamada y activar las Funciones de Inteligencia Periférica (IPF) para enviar información sobre el servicio de televotación.
5. En este punto el usuario interacciona con el servicio de Red Inteligente ya que el IPF es el encargado de enviar anuncios sobre el servicio; en este caso un mensaje de voz que informa de las opciones de candidatos de la televotación.
6. Después de escuchar el mensaje de voz el usuario o abonado debe marcar a través del teclado numérico que opción va a elegir.
7. Al recibir el IPF la información del usuario, el SSP notifica al SCP acerca de la información recibida del IPF.
8. El SCP registra todos los datos relacionados al servicio así como la tarificación del servicio en una base de datos en tiempo real y a su vez envía los datos hacia el Punto de Administración del Servicio (SMP), con el fin de que en este punto se lleven acabo todas las acciones pertinentes con el servicio (en este caso las estadísticas que revelan la cantidad de llamadas hechas a las determinadas opciones de votación).
9. En el SMP se realizan todas la modificaciones que se puedan hacer a todos los servicios (dependiendo que tipo de usuario sea, ver pagina 115) que los suscriptores de servicio quieran modificar (tipo de cobro, modificación a los mensajes, carga de nuevos servicios y otros parámetros del servicio).

Cabe mencionar que toda la señalización en la RI se lleva acabo con el protocolo SS7, de manera similar al ejemplo visto en el punto 6.1.1.

6.1.3. Petición de una Base de Datos a Red Inteligente.

Para establecer una conexión hacia una base de datos en Red Inteligente se procede de la siguiente forma (**figura 6.3**):

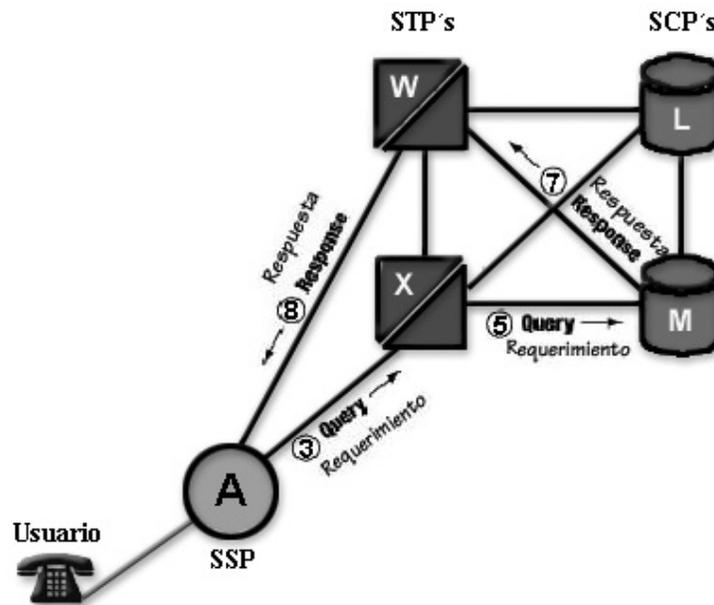


Figura 6.3. Requerimiento de una base de datos.

1. Una persona conectada al nodo A quiere reservar unos boletos de avión en la sucursal más cercana de la compañía de aviación. Marca el número 800 de la compañía de aviación.
2. Una vez que A recibe el número completo, reconoce que es un número 800 y que requiere ayuda para manejarlo.
3. El nodo A elabora un mensaje de petición 800 incluyendo quien llama y el número llamado, lo manda a cualquiera de sus STP (por ejemplo X) por un enlace de señalización hacia esa STP (A-X).
4. El STP X recibe y reconoce que el mensaje es una petición de número 800 y selecciona una base de datos que pueda responder a la petición (por ejemplo M).

5. El STP **X** manda una petición al SCP **M** por un enlace de señalización apropiado (M-X) El SCP **M** recibe la petición, y basándose en sus registros selecciona el número telefónico real o la red a la cual debe ser ruteada la llamada.
6. El SCP **M** elabora un mensaje de respuesta con la información necesaria para procesar la llamada, la direcciona hacia el nodo **A**, escoge un STP y un enlace de señalización para mandarlo (ej. M-W), y rutea la respuesta.
7. El STP **W** recibe el mensaje de respuesta, reconoce que es para el nodo **A** y lo rutea hacia él sobre A-W.
8. Una vez que el nodo **A** recibe la respuesta utiliza la información para determinar a donde debe ser ruteada la llamada, escoge una troncal hacia ese destino, genera un IAM y procede de la misma forma que en el ejemplo del punto 6.1.1.

6.2. Beneficios de la Red Inteligente.

Ahora, con las Redes inteligentes, los clientes pueden contar con servicios de valor agregado sin necesidad de contar con su propia red, ya que hacen uso de la Red Telefónica Pública Conmutada. Actualmente existe una amplia gama de servicios ofrecidos a través de las redes inteligentes, sin embargo, se siguen desarrollando nuevos servicios a medida que las capacidades de estas redes evolucionan y permite más interacción y convergencia.

El principal beneficio de la Red Inteligente consiste en la flexibilidad de diversos aspectos de los servicios, desde la configuración hasta la facturación. Las posibilidades ofrecidas por la Red Inteligente establecen beneficios tanto para el proveedor del servicio como para el usuario del mismo.

Muchos son los servicios que gracias a las Redes Inteligentes se pueden ofrecer, algunos de los cuales aún no se habilitan en México, sin embargo ya se utilizan en otros países.

Las redes se han transformado, y gracias a los nuevos sistemas de señalización como el SS7, se puede no solo hablar de nuevos servicios, sino de la interacción de estas redes entre sí para poder ofrecerlos. La palabra clave en esta evolución de redes es “convergencia”.

En el sector de las telecomunicaciones, los servicios se han vuelto un elemento clave y ahora se consideran valores diferenciales y factores fundamentales para obtener ventajas competitivas, por lo que las empresas proveedoras deberán poner énfasis en la provisión de estos servicios.

En la red del mañana, será el abonado mismo quien tenga el acceso para controlar sus servicios de Red, por lo que las compañías y los diseñadores de Redes de telecomunicaciones deben lograr nuevos estándares que aseguren la flexibilidad, accesibilidad y simplicidad que los usuarios estarán esperando.

6.2.1. Beneficios para el proveedor de servicios.

Los beneficios que proporciona la Red Inteligente para agilizar los servicios que ofrece el proveedor son:

1. Administración de los datos de los usuarios. La lógica del servicio involucra dos tipos de datos: datos del usuario y datos del servicio. La información de usuario puede ser utilizada por el proveedor de servicios a nivel comercial para establecer de manera anticipada las potenciales necesidades del mismo y de este modo ofrecerle soluciones adecuadas, lo que facilita el mercadeo de servicios.
2. Rápida introducción de servicios. El entorno informático que se encarga de la administración de los servicios ofrece beneficios como la rápida introducción de nuevos servicios debido a que no se realizan intervenciones en la central de conmutación sino en el software de manejo de los servicios, lo que acelera en gran proporción este proceso con respecto al manejo convencional.

3. Independencia del fabricante. El principal criterio para los proveedores de servicios es que el software debe ser desarrollado rápidamente y sin generar mayores costos. Debido a esto, los fabricantes tienen que integrar las capacidades del software disponible para crear las aplicaciones requeridas por los proveedores del servicio.
4. Gestión integral de los servicios. La cantidad de información manipulada en la Red Inteligente establece la necesidad de realizar una gestión centralizada de los servicios, y al hacerlo, permite efectuar control sobre el uso de los recursos y de la funcionalidad de la Red.

6.2.2. Beneficios para el usuario.

Los beneficios que obtiene el usuario de la Red Inteligente son los siguientes:

- ❖ Personalización de los servicios. El usuario dispone de servicios con características que se adaptan a sus necesidades, gracias a que la lógica del servicio, asociada a aspectos específicos, se maneja en los perfiles de usuario.
- ❖ Control sobre los servicios. La configuración de los servicios de Red Inteligente permite al usuario efectuar control sobre algunas características específicas asociadas con su uso (ej. Mensaje de voz en el servicio de *Buzón de Voz*).
- ❖ Posibilidad de explotación comercial de servicios. La configuración de servicios con patrones de facturación variables tales como los servicios de cobro revertido y tarifa con prima permiten al usuario utilizar la Red Inteligente como estrategia de negocios.

6.3. Servicios.

6.3.1. Servicios para usuarios y para proveedores.

Dentro de lo que es el concepto de Red Inteligente existen varias facetas diferentes. En primer lugar, de cara a los usuarios y proveedores, el principal objetivo de la RI es el de proporcionar una multitud de servicios, con una funcionalidad atractiva desde el punto de vista comercial y el mayor número de facilidades posible para su utilización. Así, por ejemplo, es posible ofrecer servicios como los siguientes:

- ❖ Tarifaciones especiales sobre las llamadas.
- ❖ Recoger datos estadísticos relacionados con las llamadas y suministrárselos de forma casi inmediata al cliente que ha contratado el servicio, (televoto).
- ❖ Ofrecer facilidades a las llamadas, tales como desvío automático en caso de ocupado, dependiendo del día de la semana, del origen geográfico de la llamada, etc.
- ❖ Cargar la llamada directamente a la cuenta particular de un usuario (llamadas a crédito).
- ❖ Posibilidad de establecer Redes Privadas Virtuales con un conjunto de números de la Red Telefónica Básica a nivel nacional.
- ❖ Ofrecer a los abonados números personales, que permitan encaminarles las llamadas independientemente de su situación geográfica.
- ❖ Para poder ofrecer todos estos servicios, la Red incluye la inteligencia necesaria dentro del control de la llamada, de modo que se ejecute el software que contiene la lógica de un servicio cuando se detecta un estado concreto de la llamada (cuelgue, descuelgue, etc.) o unos valores determinados de los parámetros asociados a la misma (número destino, hora, etc.).

Servicio de Tele-votación ó Tele-encuesta:

Brinda la posibilidad de conocer las opiniones, la aceptación, o el rechazo del público a determinados aspectos, a través de una comunicación telefónica. Está dirigido a entidades públicas o privadas, que basadas en los resultados que arrojen las encuestas propuestas podrán emprender acciones en *pro* de obtener mayores beneficios.

Este servicio permite al suscriptor proponer una votación por teléfono, en la que se pide al usuario que marque un número concreto que elige o bien un número único y que, después de escuchar el aviso, hace su elección pulsando el teclado o por diálogo vocal.

Generalmente, el grado de sofisticación entre las diferentes aplicaciones del servicio de Televotación está determinado por las necesidades variables de los suscriptores, que van desde contar simplemente el número de llamadas hasta tener una interacción extensa con el público que llama para extraer una información más amplia.

Partes involucradas en el servicio

Pueden identificarse cuatro participantes principales:

- ❖ El suscriptor del servicio.
- ❖ El cliente del suscriptor.
- ❖ El público que llama.
- ❖ La empresa operadora de Red.

La empresa operadora de Red (ej. Telmex) provee el servicio a un suscriptor (ej. Noticieros Televisa), el cual anunciará las ocasiones de televotación al público para invitarlo a llamar.

Grupos interesados.

El grupo de suscriptores interesados en el servicio de televotación está formado principalmente por estaciones de televisión, de radio y las compañías de publicidad.

Los clientes del suscriptor del servicio pueden ser investigadores de mercados, investigadores de opinión pública y cualquier compañía u organización que desee llevar a cabo un estudio simplificado de mercado.

Servicio de Cobro Revertido Automático (Freephone - FPH):

Permite que la llamada se facture al abonado al servicio de cobro revertido automático que la recibe en vez de la persona que la efectúa.

El servicio de cobro revertido automático permite al usuario servido (suscriptor), tener una o varias instalaciones a las que se puede acceder desde la totalidad o parte del país, o internacionalmente si corresponde, con un número de llamadas gratuitas para el llamante, tasándose al suscriptor este tipo de llamadas.

Partes Involucradas en el Servicio.

Pueden identificarse tres participantes principales:

- ❖ El suscriptor que tiene el servicio de llamada gratuita.
- ❖ El que llama a un suscriptor con servicio de llamada gratuita.
- ❖ La empresa operadora de Red.

Grupos interesados.

El servicio de llamada gratuita es interesante para aquellas empresas que desean que el costo de una llamada telefónica no impida que sus clientes les llamen. Esto es muy interesante para empresas que tienen un gran contacto con abonados residenciales.

Servicio de Llamadas con Tarjeta de Crédito (Credit Card Calling - CCC):

Permite a los abonados efectuar llamadas desde cualquier interfaz de acceso normal a cualquier número de destino, cargando el costo de esas llamadas en la cuenta especificada por el número CCC (ej. tarjetas *pre-pago* de larga distancia de Telmex y de AT&T).

Descripción N° 1.

El servicio de llamada con tarjeta con cargo a cuenta permite al suscriptor efectuar una llamada desde cualquier teléfono capaz de leer la tarjeta y cargar automáticamente el costo de las llamadas en un número de cuenta doméstica o empresarial, definido por el contenido de la tarjeta. El suscriptor recibe un código de acceso y un número de identificación personal **PIN** (*Personal Identification Number*). El suscriptor invoca el servicio marcando el código de acceso y, previa petición, marca su PIN o “Pasa” la tarjeta a través de un dispositivo lector.

El sistema valida la información y da al suscriptor una indicación de aceptación, pudiendo entonces proceder del modo habitual efectuando una llamada.

Descripción N° 2.

Este servicio permite al suscriptor llamante cargar automáticamente cualquier tipo de llamada saliente en una cuenta telefónica suscrita con el administrador de la Red. El suscriptor llamante debe marcar su número de tarjeta, su PIN, y luego el número llamado. En forma optativa puede permitirse el reenvío de las llamadas sin marcar de nuevo el número de la tarjeta ni el número de identificación personal.

Participantes en el servicio.

En este servicio se consideran dos participantes principales:

- El suscriptor al servicio de llamada con tarjeta con cargo a cuenta.
- La empresa operadora de Red.

La empresa operadora de Red vende el servicio y mantiene una base de datos con todos los suscriptores y conecta las llamadas con todos los costos facturados a la cuenta personal telefónica de cada suscriptor.

Grupos interesados

Este servicio es especialmente útil para:

- ❖ Gente de negocios que viaja mucho.
- ❖ Gente de negocios que trabaja parcialmente en casa.
- ❖ Abonados residenciales que desean tener acceso a este servicio cuando están de viaje.
- ❖ Sector corporativo que emplean mucha gente y necesitan acceso a teléfono y que las llamadas les sean facturadas a su cuenta.

Servicio de Correo de Voz:

Ofrece el almacenamiento y envío de mensajes hablados. Los abonados pueden disponer de un contestador que facilita un mensaje pregrabado al llamante cuando el abonado está ocupado o ausente. A petición del abonado, este servicio aceptará mensajes o reencaminará las llamadas. Se puede utilizar junto con otros servicios de la RI, tales como el de telefonía personal, para asegurarse que el abonado recibirá las llamadas o por los menos el mensaje del llamante. Estas combinaciones amplían las aplicaciones de la RI y, de este modo, aumentar las oportunidades de ingresos para la compañía telefónica.

Desde el punto de vista del proveedor de los servicios, el principal objetivo de la red Inteligente es el de generar beneficios gracias, no sólo a la tarificación propia asociada a estos servicios, sino también al aumento general de la utilización de la Red que se deriva de la oferta de los mismos.

Para que este objetivo pueda hacerse realidad, es necesario que la estructura de la Red sea tal que permita desplegar nuevos servicios con gran rapidez y de la forma más barata posible. Este aspecto es fundamental para poder mantener la competitividad en un mundo tan dinámico e innovador como el de los servicios de telecomunicaciones.

Todo ello implica:

- ❖ Disminuir los tiempos de implementación y reducir los costos de desarrollo: Para ello es muy importante que todo el proceso de creación y despliegue de los nuevos servicios se encuentre bajo control de la compañía operadora.
- ❖ Disponer de los recursos especiales necesarios para enriquecer las interacciones automáticas con los usuarios y facilitar el despliegue comercial de nuevos servicios.

- ❖ Periodos de pruebas cortos, efectivos y baratos.

Estos elementos, que reciben el nombre de Entornos de Creación de Servicios, utilizan una filosofía de construcción de servicios a base de piezas de software genéricas "independientes del servicio" **SIBs** (*Service Independent Blocks*), que se pueden combinar de distintas maneras para obtener una gama muy diversa de servicios.

6.3.2. Servicio de Red Privada Virtual.

EL Servicio de Red Privada Virtual (VPN):

Permite a los suscriptores tener las características de una red privada usando los recursos de la Red Telefónica Pública Conmutada o de una RDSI nacional o internacional, permitiéndoles hacer su propia configuración, adaptada a sus necesidades.

En una VPN se pueden prestar servicios de red privada tales como plan de numeración privada, marcación abreviada, código de facturación, filtrado de llamadas, acceso privado y control por parte del cliente en la administración de la red, entre otras.

Además, integra comunicaciones de voz y datos y usa las facilidades de la Red inteligente, utilizando los recursos de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

La VPN proporciona todos los servicios y facilidades de una Red Privada apoyándose en la Red pública y usando, además, las centrales y los medios de transmisión de esta.

Este servicio permite el uso de recursos de la red pública para proporcionar capacidades de red privada sin utilizar necesariamente recursos de red especiales. Las líneas de abonado, conectadas con distintas conmutaciones de la red, constituyen una red privada virtual que puede incluir capacidades como restricciones de marcación, plan de numeración privado, retención, transferencia de las llamadas, etc.

Red Privada Virtual en México.

El servicio consiste en una red privada virtual configurada mediante programas de "Software" dentro de la Red Inteligente de *Alestra* (parte de AT&T), que permite a las empresas integrar y utilizar la misma en concordancia con sus líneas privadas dedicadas o sus enlaces conmutados.

Ver **figura 6.4**.

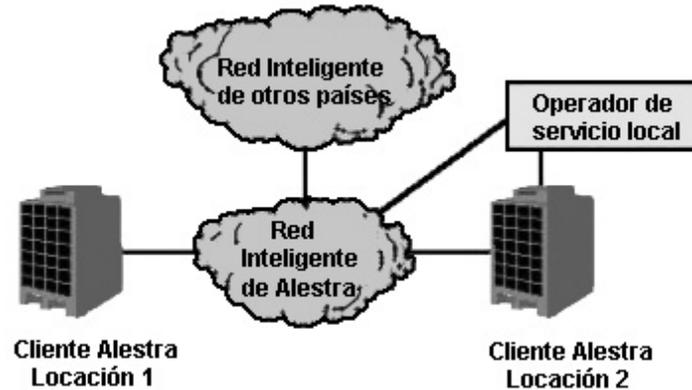


Figura 6.4. Red *Alestra/AT&T*.

Entre varios de los beneficios que ofrece esta compañía, se encuentran los siguientes:

- ❖ Diferenciación de tráfico para manejo de aplicaciones de datos, voz y video.
- ❖ Capacidad de manejar canales de voz entre los nodos que forman la red VPN.
- ❖ Cobertura con puertos dedicados en las 50 ciudades más importantes de México.
- ❖ Acceso a Internet con asignación dinámica del ancho de banda en los mismos puertos VPN.
- ❖ Alto nivel de seguridad en salida a Internet.
- ❖ Reducción significativa de costos al integrar servicios dentro de una misma red.
- ❖ Soporte al cliente con la garantía AT&T.

6.3.3. Creación de servicios.

El capítulo anterior (capítulo 5) puntualizó la arquitectura y teoría de la Red Inteligente (**RI**). En este apartado se discutirán varios aspectos de la creación de servicios, la herramienta que construye la representación del flujo de llamada para cada cliente individual. Muchos vendedores de software para RI han creado software de creación de servicio en una forma llamada “computación de arte gráfico” ó “entorno amigable”, para eliminar la necesidad de usar métodos tradicionales de programación. A través del uso de menús de software, los servicios son creados insertando varios parámetros de servicio.

Herramientas de creación de servicios.

- Auxiliar de Bloque constructor (Bulding-Block Approach).

La **figura 6.5** provee un ejemplo de un *Auxiliar de Bloque Constructor* para la creación de servicios RI, donde se muestran los bloques creadores de generación de comunicados, colección de dígitos, enrutado de llamada y traducción de número. El SSP tiene la habilidad de generar comunicados y coleccionar dígitos, de la misma forma que lo hace un Periférico Inteligente **IP** (*Intelligent Peripheral*). El enrutado de una llamada es función de un SSP, y la capacidad de traducción de número es de un SCP. Disponiendo de estas 4 capacidades o bloques constructores en varias combinaciones, servicios como los 800 con tono interactivo, llamada fuera de área y llamada dentro de área pueden ser creados.



Figura 6.5. Ejemplo de un Auxiliar de bloque constructor.

- Plantilla de creación de servicio (Service Creation Template).

La **figura 6.6** representa como debería verse una plantilla de creación de servicio. Para una llamada fuera de área protegida, el servicio empieza con el número telefónico del cliente. Este ejemplo de servicio permite al cliente marcar números 900, con la capacidad de proseguir con el número si inserta su número de identificación personal (**PIN**). Excepto por el número 703-974-3458, todos los números que no son 900 son procesados sin protección.

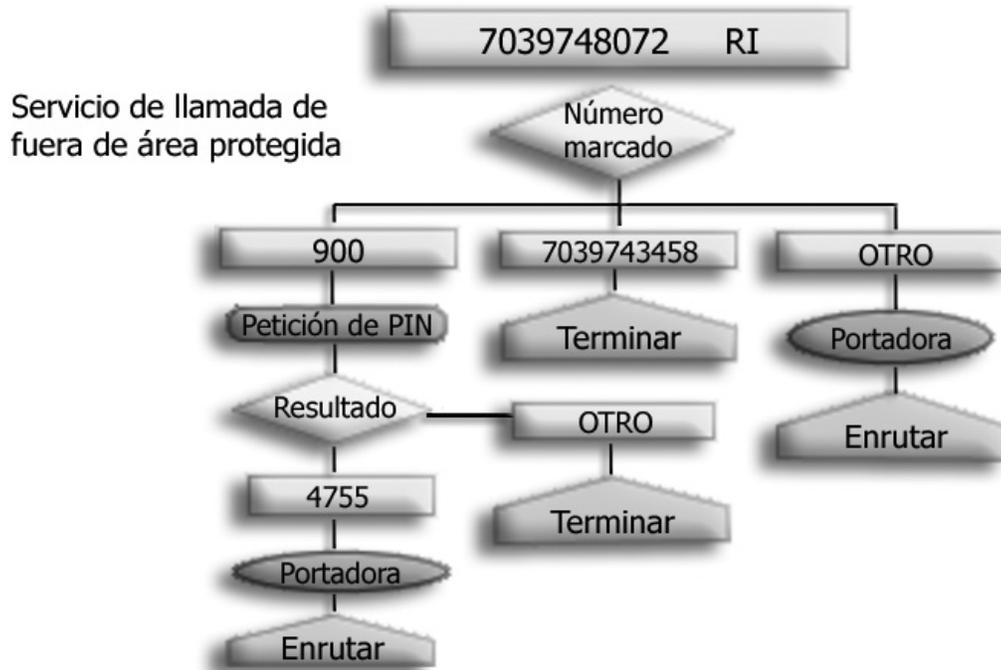


Figura 6.6. Plantilla de creación de servicio.

Ejemplos de creación de servicios.

- Servicio de “No Molestar” (Do-Not-Disturb Service).

La **figura 6.7**, muestra el servicio de “No Molestar”. Por ejemplo en este servicio la “familia Gudiño” tiene una terminal con un servicio lógico de protección en el SCP. Cualquiera que les hable, la lógica del servicio determina si se debe enrutar la llamada entrante ó se tiene que enviar un comunicado. En este caso en particular es un Telemarketer (ej. Vendedor de tarjetas de crédito) quien llama a la familia Gudiño. El SCP le dice al sistema de conmutación que enrute al Telemarketer hacia un comunicado (ej. Mensaje de voz).



Figura 6.7. Servicio "No molestar".

Los pasos que sigue el servicio son los siguientes:

- Todo empieza con la llamada del vendedor de tarjeta de crédito (*Telemarketer*) a la familia Gudiño, la cual esta suscrita al servicio de "no molestar" en modo activo.
- La llamada es enrutada a través de los nodos correspondientes SSP y su nodo de señalización STP (*flecha 1*).
- Es enrutada la llamada para que la lógica del servicio, situada en el SCP, analice el número que llama (*flecha 2*).
- El SCP determina que la llamada hecha desde el número telefónico del *Telemarketer* no debe ser enrutada al teléfono de la familia Gudiño y envía instrucciones al nodo de conmutación (*Flecha 3*).
- La instrucción indica al nodo de conmutación que enrute la llamada hacia un comunicado, indicando que el teléfono al que a marcado no esta disponible (*Flecha 4*).

La lógica del servicio SCP del cliente tal vez tenga una lista de números telefónicos de personas de las cuales si quieren dejar pasar mientras el servicio de “No Molestar” esta activo. En ese caso, si el SCP encuentra un parecido entre la llamada entrante y uno de los números de esa lista, la llamada es enrutada hacia la familia Gudiño.

- Servicio de llamada de número de área (*Area Number Calling Service*).

El servicio de llamada de número de área (ANC) se muestra en la **figura 6.8**. Este servicio es útil para compañías o sucursales que quieren un solo número telefónico pero que quieren que sus clientes sean enrutados hacia la sucursal más cercana a ellos. Los datos y la lógica del servicio del SCP (ej. Códigos postales), son usados para hacer una comparación entre el número de la persona que llama y su localización geográfica. La llamada es enrutada a la compañía o sucursal que esta más cercana para el cliente.

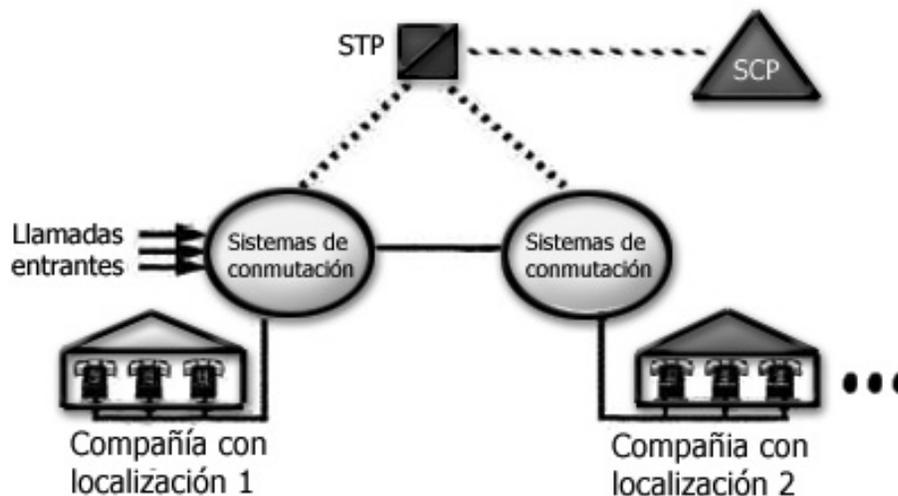


Figura 6.8. Servicio ANC.

Como se puede ver, con conceptos muy básicos se puede diseñar una serie de servicios muy útiles, ya para alguien con más experiencia en este fascinante mundo de la Red Inteligente, podrá diseñar servicios más complejos como los ya explicados en el apartado 6.3.1, demostrando la enorme ventaja que representa la Red inteligente no solo para usuarios particulares sino también para compañías que los usen o que los quieran proveer.

◆ Conclusiones.

Las tecnologías presentes y futuras relacionadas con las telecomunicaciones nos inducen a pensar de una manera diferente a como se ha hecho en el pasado. Entonces, utilizando como punto de partida los conceptos expuestos a lo largo de toda la Tesis, es decir, la telefonía básica y su vertiginoso desarrollo en los últimos años hacia una Red Inteligente, conlleva a las siguientes conclusiones.

Cada vez hay una conectividad mayor entre los usuarios de una red de telecomunicaciones y existe también mayor posibilidad de que las diferentes redes sean interconectadas, por lo cual es posible que en un futuro sea suficiente el estar conectado y tener acceso a una sola red para poder disfrutar de todos los servicios que se ofrezcan al público por medio de cualquier otra red. Seguramente no se verá revertido este hecho y la conectividad seguirá aumentando.

Las redes de telecomunicaciones tienden a ser redes de "autopistas" de información digital de altas capacidades, y la fuente de información, así como el servicio que se preste, son irrelevantes para la operación de las mismas.

Para una red no hay diferencia entre el transporte de datos correspondientes a voz, imágenes, textos, archivos provenientes de una computadora, o provenientes de otros tipos de fuentes.

La importancia de conocer la estructura de la Red Inteligente es para entender mejor cómo se pueden asociar nuevos sistemas de comunicación dentro de la red telefónica con el fin de mejorar los servicios hacia los usuarios, en este trabajo se mostró primero la incorporación de la RDSI en la red telefónica y después la incorporación de la Red Inteligente con todos los elementos que lo acompañan.

Como se pudo leer, la Red Inteligente tiene un amplio campo de acción de la cual se desprenden muchos servicios que pueden ser manipulados por los operadores de esta red para satisfacer las necesidades tanto de las instituciones que piden el servicio así como de los

usuarios o clientes, como ejemplo se pueden citar las Tele-encuestas que son tan usadas hoy en día por los noticieros del País.

Al analizar esta red nos lleva a encontrarnos con una nueva forma de telefonía. Una telefonía más interactiva, en cierto punto más rápida, y con un mayor porcentaje de seguridad.

Pero la Red Inteligente es sólo la base de la nueva telefonía por lo que el usuario del mañana tendrá demandas sofisticadas. El usuario privado querrá mayor ancho de banda para aplicaciones como vídeo teléfono, entretenimientos y compras desde el sitio del usuario. Los usuarios comerciales querrán mayor ancho de banda para aplicaciones como publicaciones, transmisión de registros, videoconferencias y transmisión de imágenes médicas. Adicionalmente, el usuario demandará algún control sobre estos servicios.

Para enfrentarse con tales demandas de los usuarios, hay una tendencia a nivel mundial para la desregulación del mercado de las telecomunicaciones. Esta liberación llevará a los operadores de la red y proveedores de servicios a ubicar sus propias necesidades en la red para prestar un mejor servicio que el de la competencia. La RI satisface esta necesidad en el área de los servicios de voz de banda estrecha. Sin embargo, en el área de los servicios avanzados de banda ancha, los usuarios pueden ser tentados a mirar a otro lado, como a los operadores de la red de cable y operadores móviles.

Con una red de acceso local en orden, los operadores de la red de cable se encuentran ya en posición para competir con los operadores de telecomunicaciones públicos. Para los servicios de vídeo y entretenimiento en casa, un sistema primitivo de señalización es todo lo que necesita el usuario para direccionamiento de la red.

En el futuro, las redes efectivamente serán redes de transporte inteligente de bits, a velocidades de muchos millones de bits por segundo. Al ser digital el transporte de información, la calidad que podrá ser disfrutada en cada uno de los servicios será muy alta. Los equipos de transmisión y control de una red de transmisión de datos permitirán la integración de prácticamente cualquier servicio sobre una misma red, sin disminuir la

velocidad de transmisión o la calidad del servicio. Es este el desafío de la RI, pues la red del mañana evolucionará a partir de los requerimientos emergentes de hoy.

Si los párrafos anteriores causaran la impresión de que el futuro ya casi está aquí, podría surgir la pregunta:

¿Entonces ya no habrá más cambios espectaculares en el futuro de más largo plazo?

Y la respuesta es: la historia demuestra que cada día surgen nuevas tecnologías que eran inimaginables una o dos generaciones antes, y que éstas se apoyan en todos los conocimientos y la experiencia acumulados a lo largo de la historia, desde las señales de humo, después años adelante, el correo y el telégrafo, hasta las redes digitales globales, las fibras ópticas y los satélites de comunicación de hoy.

◆ Bibliografía.

- ❖ Alcatel Intelligent Networks, Alcatel-Indetel Telecomunicaciones Públicas S.A. de C.V., México 1995.
- ❖ Comunicaciones por Satélite, Nerivela Rodolfo, Ed. Thomson, México 2003.
- ❖ Electrónica aplicada a los sistemas de las comunicaciones, Freznel, Ed. Alfa-Omega, México 2003, tercera edición.
- ❖ Fundamentos de telecomunicaciones, José Manuel Huidobro Moya, Ed. Thomson Learning, 2001.
- ❖ Ingeniería de sistemas de telecomunicaciones, Roger L. Freeman, Ed. Limusa, México 1991, Primera impresión.
- ❖ Introducción a los sistemas de comunicación, Ferel G. Stremler, Ed. Addison Wesley Longman de México, México 1998, tercera edición.
- ❖ Manual de Telecomunicaciones, José Manuel Huidobro Moya, Ed. Alfa-Omega, primera edición 2004.
- ❖ Sistemas de comunicaciones electrónicas, Wayne Tomasi, Ed. Prentice hall, México 2003, cuarta edición.
- ❖ Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones, Ronald J. Tocci, Ed. Pearson Education, 2003.
- ❖ Técnico en Telecomunicaciones (3 Tomos), Julian Espinosa de los Monteros, Oscar Lopez Gomez y varios más, Ed. Cultural S.A., México 2002.
- ❖ Tecnologías y redes de transmisión de datos, Enrique Herrera Pérez, Ed. Limusa 2003, primera edición.
- ❖ Todo sobre Telecomunicaciones, José Manuel Huidobro Moya, Ed. Parainfo, 2002.

Paginas de Internet Consultadas:

- ❖ Alestra/AT&T: www.alestra.com.mx
- ❖ Comisión Federal de Telecomunicaciones: www.cft.gob.mx
- ❖ Intel Telecom Solutions: www.intel.com
- ❖ Telmex: www.telmex.com
- ❖ The International Engineering Consortium: www.iec.org

Apéndice.

▪ Apéndice A: Acrónimos y siglas.

La siguiente es una lista de acrónimos y siglas utilizados a lo largo de toda la tesis dispuestos en forma alfabética.

ACM	– Mensaje de Dirección Completa (<i>Address Complete Message</i>).
ACD	– Distribuidor Automático de Llamadas (<i>Automatic Call Distributor</i>).
ADSL	– Línea de Suscriptor Asimétrica Digital (<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>).
AIN	– Red Inteligente Avanzada (<i>Advanced Intelligent Network</i>).
ANC	– Llamada de Número de Área (<i>Area Number Calling</i>).
ANM	– Mensaje de Contestación (<i>Answer Message</i>).
API	– Interfase de Programación de Servicios (<i>Service Programming Interface</i>).
BA	– Banda Ancha.
BDD	– Base de Datos.
BRI	– Interfase de Taza Básica (<i>Basic Rate Interface</i>).
CA	– Centro de Área.
CALD	– Central Automática de Larga Distancia.
CATV	– Televisión por Cable (<i>Cable Television</i>).
CCC	– Servicios de Llamada con Tarjeta de Crédito (<i>Credit Card Calling</i>).
CCITT	– Consejo Consultivo Internacional de Telecomunicaciones y Telegrafía.
CFT	– Comisión Federal de Telecomunicaciones
CM	– Centro Mundial.
CMX	– Centro Mundial de Transito.
CR	– Centro Regional.
CS	– Centro Suburbano.
CSDN	– Red de Datos de Conmutación de Circuitos (<i>Circuit Switched Data Network</i>).
CT	– Central Tandem.

CX	– Central Mixta.
CZ	– Centro de Zona.
DTMF	– Multifrecuencia de Tonos Duales (<i>Dual Tone Multifrequency</i>).
ECD	– Equipo terminal de Circuito de Datos.
ETD	– Equipo Terminal de Datos.
FDM	– Multiplexación por División de Frecuencia (<i>Frequency Division Multiplexing</i>).
FM	– Frecuencia Modulada.
FPH	– Servicio de Cobro Revertido Automático (<i>Free Phone</i>).
HF	– Frecuencias Altas (<i>High Frequency</i>).
IAM	– Mensaje Inicial de Dirección (<i>Initial Address Message</i>).
IN	– Red Inteligente (Intelligent Network).
INAP	– Protocolo de Aplicación de Red Inteligente (<i>Intelligent Network Application Protocol</i>).
INL	– Identificación del Número que Llama.
IPF	– Funciones de Inteligencia Periférica (<i>Intelligence Peripheral Functions</i>).
IPs	– Periféricos Inteligentes (<i>Intelligent Peripherals</i>).
ISA	– Interconexión de Sistemas Abiertos.
ISDN	– Red Digital de Servicios Integrados (<i>Integrated Services Digital Network</i>).
ITB	– Interfase de Taza Básica.
ITP	– Interfase de Taza Primaria.
LAN	– Red de Área Local (<i>Local Area Network</i>)
LAP B	– Protocolo de Acceso de Enlace B (<i>Link Access Protocol B</i>).
LAP D	– Protocolo de Acceso de Enlace D (<i>Link Access Protocol D</i>).
LNC	– Número de Canal Lógico (<i>Logic Channel Number</i>).
LOS	– Línea de Vista (<i>Line of Sight</i>).
MDF	– Sala de Distribución Principal (<i>Main Distribution Frame</i>).
MF	– Multifrecuencia.
MFE	– Modulo de Funciones Especiales.
MTP	– Parte de Transferencia de Mensajes (<i>Message Transferency Part</i>).
NCS	– Sistema de Computadores Nacional (<i>National Computers System</i>).

OSI	– Interconexión de Sistemas Abiertos (<i>Open System Interconnection</i>).
OT	– Oficina Terminal.
OTA	– Oficina Terminal Aislada.
OTS	– Oficina Terminal Suburbana.
OTTC	– Oficina Terminal de Telefonía Celular.
OTU	– Oficina Terminal Urbana.
PABX	– Red Privada Automática (<i>Private Automatic Branch Exchange</i>).
PAISDNX	– Central RDSI Privada Automática.
PAS	– Punto de Acceso al Servicio.
PBX	– Red Privada (<i>Private Branch Exchange</i>).
PCCS	– Parte de Control de Conexión de la Señalización.
PCM	– Modulación por Código de pulsos (<i>Pulse-Code Modulation</i>).
PDU	– Unidades de Datos de Protocolo (<i>Protocol Data Units</i>).
PIN	– Número de Identificación Personal (<i>Personal Identification Number</i>).
POTS	– Servicio Telefónico Convencional (<i>Plain Old Telephone Service</i>).
PRI	– Interfase de Taza Primaria (<i>Primary Rate Interface</i>).
PSDN	– Red de Datos de Conmutación de Paquetes (<i>Packet Switched Data Network</i>).
PSTN	– Red Telefónica Pública Conmutada (<i>Public Switched Telephone Network</i>).
PUSI	– Parte de Usuario de Servicios Integrados.
PVC	– Circuito Virtual Permanente.
RDI	– Red Digital Integrada.
RDSI	– Red Digital de Servicios Integrados.
REL	– Mensaje de Liberación (<i>Release</i>).
RI	– Red Inteligente.
RIn	– Red Internacional.
RLC	– Mensaje de Liberación Completa (<i>Release Complete</i>).
RM	– Red Mundial.
RPD	– Red Pública de Datos.
RS	– Red Suburbana.
RTB	– Red Telefónica Básica.

RTC	– Red Telefónica Celular.
RTPC	– Red Telefónica Pública Conmutada.
RU	– Red Urbana.
SCCP	– Parte de Control de la Conexión de la Señalización (<i>Signaling Connection Control Part</i>).
SCF	– Funciones de Control de Servicios (<i>Service Control Functions</i>).
SCP	– Punto de Control de Servicio (<i>Service Control Point</i>).
SDH	– Jerarquía Digital Síncrona (<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>).
SIBs	– Bloques de Servicio Independientes (<i>Service Independent Blocks</i>).
SLC	– Control de Lógica del Servicio (<i>Service Logic Control</i>).
SMA	– Aplicación de Administración de Servicio (<i>Service Management Application</i>).
SMF	– Funciones de Administración de Servicios (<i>Service Management Functions</i>).
SMP	– Punto de Administración de Servicios (<i>Service Management Point</i>).
SO	– Operador del Servicio (<i>Service Operator</i>).
SP	– Proveedor del Servicio (<i>Service Provider</i>).
SPC	– Control por Programa Almacenado (<i>Stored Program Control</i>).
SS	– Suscriptor del Servicio (<i>Service Subscriber</i>).
SS7	– Sistema de Señalización n.7 (<i>Signaling System 7</i>).
SSF	– Funciones de Conmutación de Servicios (<i>Service Switching Functions</i>).
SSP	– Punto de Conmutación de Servicios (<i>Service Switching Point</i>).
STP	– Puntos de Transferencia de Señal (<i>Signal Transfer Point</i>).
SVC	– Circuito Virtual Conmutado.
TCAP	– Parte de la Aplicación de las Capacidades de Transacción (<i>Terminal Capabilities Access Part</i>).
TDM	– Multiplexación por División de Tiempo (<i>Time Division Multiplexing</i>).
TL	– Terminación de Línea.
UHF	– Frecuencias Ultra Altas (<i>Ultra High Frequency</i>).
UIT	– Unión Internacional de Telecomunicaciones.
VAU	– Vía de Alto Uso.

- VAX** – Vía Auxiliar.
- VF** – Vía Final.
- VHF** – Frecuencias Muy Altas (*Very High Frequency*).
- VPN** – Red Privada Virtual (*Virtual Private Network*).
- VU** – Vía Única.

■ Apénice B: Conceptos extra.

ATM.

Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia asíncrono) es una tecnología de conmutación (switching) basada en unidades de datos de un tamaño fijo de 53 bytes llamadas celdas. En una red ATM las comunicaciones se establecen a través de un conjunto de dispositivos intermedios llamados nodos ó switches.

ATM está considerado como un nuevo y revolucionario paradigma de redes que no sólo satisface los requerimientos de las redes existentes, sino que también tiene la capacidad y características adicionales para apoyar las nuevas aplicaciones cuya base es el video. Su capacidad para integrar voz, datos, imágenes y video, así como su posibilidad de asignación dinámica del ancho de banda, lo convierten en una excelente opción para el aprovechamiento máximo de la infraestructura de la fibra óptica con la que cuentan los proveedores de servicios de comunicaciones en el mundo, permitiéndoles ofrecer nuevos servicios digitales de alta velocidad, como videoconferencia o conectividad LAN a 100 Mbps.

Backbone.

Canal principal para transmisión en una red, generalmente manejando alto volumen y alta densidad de tráfico. La red en *Backbone* es troncada, es decir han de tener un segmento troncal de un gran ancho de banda al cual se han de conectar una serie de subredes.

Buffer.

Es un área de datos compartida por dispositivos de hardware o procesos de programas que operan a distintas velocidades o con diferentes conjuntos de prioridades. El buffer permite que cada dispositivo o proceso opere sin verse interferido por otro.

Comunicación Simplex/Half-Duplex/Full-Duplex.

La transmisión simplex o *unidireccional* es aquella que ocurre en una dirección solamente, deshabilitando al receptor de responder al transmisor. Normalmente la transmisión simplex no se utiliza donde se requiere interacción humano/máquina.

Ejemplos de transmisión en forma simplex son: La radiodifusión (broadcast) de TV y radio

La transmisión half-duplex permite transmitir en ambas direcciones; sin embargo, la transmisión puede ocurrir solamente en una dirección a la vez. Tanto transmisor y receptor comparten una sola frecuencia. Un ejemplo típico de half-duplex es el radio de banda civil (CB) donde el operador puede transmitir o recibir, pero no puede realizar ambas funciones simultáneamente por el mismo canal. Cuando el operador ha completado la transmisión, la otra parte debe ser avisada que puede empezar a transmitir (ej. Diciendo "cambio").

La transmisión full-duplex permite transmitir en ambas direcciones simultáneamente por el mismo canal. Existen dos frecuencias una para transmitir y otra para recibir. Ejemplos de este tipo abundan en el terreno de las telecomunicaciones, el caso más típico es la telefonía, donde el transmisor y el receptor se comunican simultáneamente utilizando el mismo canal.

Comunicación Punto a punto y multipunto.

La distribución geográfica de dispositivos terminales, así como la distancia entre ellos, son parámetros importantes que deben ser considerados cuando se desarrolla la configuración de una red. Los dos tipos de conexiones utilizados en redes son punto a punto y multipunto.

Las líneas de conexión que solo conectan dos puntos son *punto a punto* (un Transmisor y un Receptor). Cuando dos o más localidades terminales comparten porciones de una línea común, la línea es *multipunto*. Aunque no es posible que dos dispositivos en una de estas líneas transmita al mismo tiempo, dos o más dispositivos pueden recibir un mensaje al mismo tiempo (un Transmisor y varios receptores).

Concentrador.

Es un dispositivo inteligente basado en un microprocesador, cuyo cometido principal es concentrar líneas de comunicaciones. Esta concentración conduce a economizar líneas, módems, adaptadores y puertos de conexión central, su uso puede ser local o remoto.

DTMF.

Dual-tone multifrequencv ó multifrecuencia de tonos duales. Los marcadores digitales o electrónicos simulan la acción mecánica de los marcadores de disco mediante un teclado que emite los pulsos a medida que se ingresa cada dígito. El uso de teclado permite marcar el número deseado con mayor rapidez.

El método de señalización DTMF utiliza 16 combinaciones distintas de frecuencias de audio, todas comprendidas dentro de la llamada banda de voz (300 Hz a 3 KHz).

Cada combinación consta de dos señales senoidales: una de un grupo bajo de frecuencias y otra de un grupo alto.

Al pulsar la tecla "5" por ejemplo, se envían simultáneamente a través de la línea telefónica un tono bajo de 770 Hz y un tono alto de 1336Hz. Estos tonos son decodificados en la central telefónica para identificar el dígito marcado. Al pulsar dos o más teclas de una misma fila o columna, se genera un solo tono (el correspondiente a esa fila o columna). La pulsación de teclas diagonales no genera tonos.

<i>Digito</i>	<i>Frecuencias [Hz].</i>
1	697 / 1209
2	697 / 1336
3	697 / 1477
4	770 / 1209
5	770 / 1336
6	770 / 1477
7	852 / 1209
8	852 / 1336
9	852 / 1477
0	941 / 1336
*	941 / 1209
#	941 / 1477

Tabla A.1. DTMF.

Ethernet.

La topología de una red es la disposición física y lógica de sus estaciones y la forma en la que se relacionan unos con otros.

El termino "Ethernet" se refiere a la familia de implementaciones de redes de área local.

Ethernet es la tecnología de conmutación de paquetes más utilizada en el mundo. Fue desarrollada en conjunto por Xerox, DEC e Intel.

La filosofía de Ethernet es simple; existe un Bus al cual están unidos varias máquinas y

basados en un algoritmo de acceso al medio (el bus).

Fax.

Sistema para la transmisión de imágenes fijas y su recepción en forma de registro permanente. El original puede consistir en fotografías, mapas, dibujos, páginas impresas, o cualquiera otra clase de material gráfico fijo. La imagen se explora y convierte en una onda de señal que se transmite por línea o por radio hasta el aparato receptor distante.

Frame Relay.

Frame Relay es la tecnología de comunicación de datos que utiliza el protocolo probablemente más simple que jamás se haya ideado. Diseñado para operar sobre circuitos virtuales libres de errores, *Frame Relay* es un protocolo simplificado para el transporte de información de alta velocidad. En efecto, *Frame Relay* suprime el nivel de red del modelo OSI trabajando sólo en los dos primeros niveles de dicho modelo. De esta forma, todos los protocolos que funcionan al nivel de red (Nivel 3) o mayor se transfieren en forma transparente a través de la red; esto provoca que la transmisión de las tramas

sea considerablemente veloz, permitiendo velocidades que van de 9.6 Mbps a 52 Mbps.

El servicio *Frame Relay* no se hace cargo de las funciones de control de flujo y control de errores usando un número de secuencia, como se lleva a cabo en **X.25**. Sin embargo, sí realiza la función de verificación de trama; pero si ésta contiene error, no existe retransmisión automática, simplemente se descarta la trama errónea. Así *Frame Relay* se concentra en la entrega rápida, en el orden y el lugar correcto de los datos, descartando definitivamente los datos incorrectos.

Frecuencias de Transmisión.

Las ondas de radio se encuentran por debajo del espectro infrarrojo, las cuales al movilizar los electrones de los átomos generan pequeñas corrientes eléctricas que al chocar contra los materiales conductivos de una antena, como el alambre de cobre, hace posible la comunicación por radio.

Las ondas con longitudes largas se pueden usar para transmisiones a larga distancia dado que las mismas se mantienen cercanas a la superficie de la tierra formando lo que se denomina “ondas terrestres”.

Las ondas de radio de alta frecuencia como las VHF y UHF, no se curvan alrededor del planeta, ni tampoco se reflejan en la ionosfera por lo que las mismas son utilizadas para transmisiones de carácter local como emisiones de FM, TV ó para transmisiones satelitales.

A continuación se muestra una tabla con algunas de las frecuencias más utilizadas en las telecomunicaciones.

<i>Designación</i>	<i>Intervalo</i>
VF	0.3KHz – 3KHz
VLF	3KHz – 30KHz
LF	30KHz – 300KHz
MF	300KHz – 3MHz
HF	3MHz – 30MHz
VHF	30MHz – 300MHz
UHF	300MHz – 3GHz
SHF	3GHz – 30GHz

Tabla A.2. Radio frecuencias.

Headend.

Parte de equipo en una red de banda amplia de cable sencillo o dual que utiliza bandas de división de frecuencia para proveer múltiples servicios.

Híbrido y supresor de eco.

Cuando se conecta un circuito de 2 hilos a uno de 4, se usa un circuito de interconexión llamado híbrido el cual compensa impedancias y proporciona aislamiento entre las dos direcciones de flujo de la señal. Al ser un circuito que balancea el sonido (en el caso de la telefonía) se generan dos señales, una con polaridad opuesta, al generarse ruido, esta señal al final del circuito es sumada con la original anulándose solamente el ruido.

Sin embargo este circuito llega a producir eco, lo cual es molesto, para ello se utiliza un supresor de eco el cual tiene un detector de voz, al recibir la señal del que habla, la deja pasar al receptor, si se produce eco, el circuito interrumpe el regreso al que habla. Una forma sencilla de ver un supresor es mediante unos diodos como se muestra en la siguiente figura:



Figura A.1. Supresor de eco básico.

Internet.

Es la interconexión de más de 100,000 redes de computadoras en todo el mundo. La red Internet permite que aproximadamente 50 millones de usuarios de computadoras intercambien información y correo electrónico, entre otras cosas.

Modem.

Modulador / Demodulador. Dispositivo que adapta las señales digitales para su transmisión a través de una línea analógica. Normalmente telefónica.

El módem es un dispositivo que permite conectar dos ordenadores remotos utilizando la línea telefónica de forma que pueda intercambiar información entre sí.

El módem es uno de los métodos más extendidos para la interconexión de ordenadores por su sencillez y bajo costo. La gran cobertura de la red telefónica convencional, posibilita la casi inmediata conexión de dos ordenadores si se utiliza un Modem.

Modulación.

Modulación se le llama al proceso de variación de una de las características, ya sea amplitud, fase o frecuencia de una

onda, en función del valor instantáneo de la amplitud de otra señal. En el caso digital esta señal primero se muestrea para obtener valores discretos, por lo regular ceros y unos (código binario), hay varias formas de modulación digital, una de ellas es:

Desplazamiento de fase (PSK): Es un método de frecuencia simple, donde las cadenas de bits de datos provocan un cambio de fase. El desplazamiento de fase está definido y puede, por lo tanto variar solo dentro de ciertos valores fijos. Un "0" binario no provoca cambio de fase, mientras que un "1" lógico produce un cambio de 180°. Los valores intermedios se obtienen por combinación de bits, tales como (en 4-PSK) 00, 01, 10, 11.

Multiplexor/Demultiplexor.

Los multiplexores son circuitos combinatoriales con varias entradas y una salida de datos, y están dotados de entradas de control capaces de seleccionar una, y sólo una, de las entradas de datos para permitir su transmisión desde la entrada seleccionada a la salida que es única.

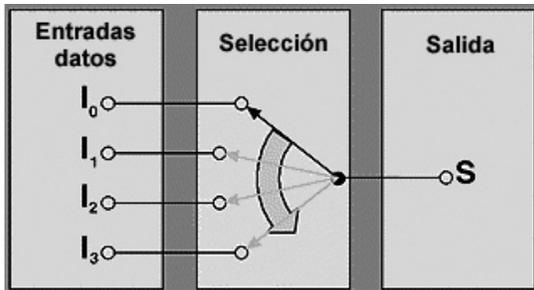


Figura A.2. Multiplexor.

El demultiplexor es un circuito destinado a transmitir una señal binaria a una determinada línea, elegida mediante un seleccionador, de entre las diversas líneas existentes. El dispositivo mecánico equivalente a un demultiplexor será un conmutador rotativo unipolar, de tantas posiciones como líneas queramos seleccionar. El seleccionador determina el ángulo de giro del brazo del conmutador.

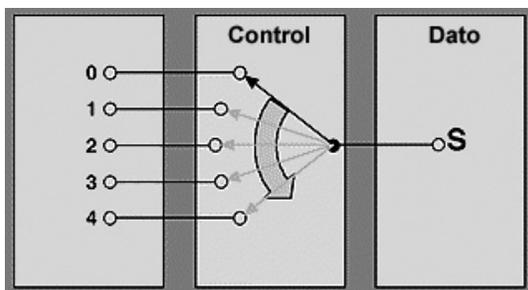


Figura A.3. Demultiplexor.

PCM

Pulse Code Modulation (PCM) ó modulación por amplitud de pulso, es una representación digital de una señal

analógica donde la magnitud de la señal es muestreada de forma regular en intervalos uniformes, después cuantificada en una serie de símbolos de código digital (usualmente el binario). PCM es utilizado en los sistemas telefónicos digitales y es un estándar para audio digital en computadoras y en varios formatos de disco compacto (CD), también utilizado en el video digital.

Satelite.

Dispositivo electrónico que permite la comunicación entre dos o más puntos del globo terráqueo. Un satélite de comunicaciones se puede ver como una gran repetidora de microondas en el cielo. El satélite contiene varios transpondedores, cada uno de los cuales capta alguna porción del espectro, amplifica la señal de entrada y después la redifunde a otra frecuencia para evitar la interferencia con la señal de entrada.

SDH.

Synchronous Digital Hierarchy (SDH) ó Jerarquía Digital Sincrona se refiere a un grupo de transmisión a diferentes tasas a través de fibras ópticas que pueden transportar señales digitales a diferentes capacidades.

El estándar original define el transporte de 1.5 / 2 / 6 / 34 / 45 / 140Mbps dentro de una transmisión a una tasa de 155.52Mbps (155 Mbps) y a sido desarrollada para cargar con otros tipos de trafico, como lo son ATM e *Internet Protocol* (IP). Casi todos los sistemas de transmisión a base de fibra óptica usan este protocolo.

Servicios RI.

Como ya se menciona en la Tesis los servicios RI son servicios extras que presenta la línea telefónica, aparte de la transportación de la voz, como ejemplos extra a los servicios ya mencionados se tienen los siguientes:

- El Servicio de Conferencia.

Permite a los abonados establecer conferencias múltiples tanto directamente como con ayuda de una operadora. El número de partes admitidas en una conexión simultánea variará conforme a los requisitos del puente de transmisión, con objeto de asegurar la calidad del servicio.

- El Servicio de Tarifa con Prima.

Da la posibilidad a los suscriptores ó proveedores de ofrecer servicios de

consulta o distribución de información de interés general. Este servicio permite abonar una parte del precio de la comunicación a la parte llamada, por tanto el llamante es tarifado con un cobro adicional al valor de la llamada normal. Este costo adicional (prima) corresponde a la ganancia del suscriptor ó proveedor del servicio.

Télex.

En 1958 apareció un sistema de intercambio de teleimpresión de llamada directa, denominado télex, que en el plazo de diez años contaba con más de 25,000 abonados. El sistema télex permite a sus abonados enviar mensajes y datos directamente a otros abonados y, a través de redes de operadoras internacionales, a otras muchas partes del mundo. El servicio télex mantuvo un crecimiento sostenido hasta 1987.

Transmisión Asíncrona.

En la transmisión asíncrona se envía la información carácter por carácter como un conjunto de bits. Un bit de principio de carácter y otro de parada separan cada carácter. Se utiliza un bit de paridad para la detección y corrección de errores.

Transmisión Sincrona.

En la transmisión síncrona se transfiere la información en bloques (tramas) de bits que se sincronizan con señales de *reloj*. Usan caracteres especiales para empezar la sincronización y periódicamente se comprueba su precisión.

Transpondedor/Transponder.

Dispositivo que forma parte del satélite, el cual es capaz de recibir la señal, filtrarla, cambiarla de frecuencia y de polarización, la amplifica en potencia y la retransmite al receptor de la estación terrena, con una cobertura amplia.

Los satélites llegan a tener hasta 12 Transpondedores verticales y 12 horizontales, según la tecnología de fabricación.

X.25.

Es el protocolo más utilizado. Se usa en conmutación de paquetes, sobre todo en RDSI y en Red Inteligente. Este protocolo especifica funciones de tres capas del modelo OSI: capa física, capa de enlace y capa de red.

El terminal de usuario es llamado DTE, el nodo de conmutación de paquetes es

llamado DCE. La capa de paquetes utiliza servicios de circuitos virtuales externos.

Este sistema ofrece dos tipos de circuitos virtuales externos: llamadas virtuales y circuitos virtuales permanentes. En el primer caso, se requiere establecimiento de conexión o llamada inicial, mientras que en el segundo no.

Cada paquete contiene cierta información de control, como por ejemplo el número de circuito virtual. Además de paquetes de datos, se transfieren paquetes de control en los que figura el número de circuito virtual además del tipo de información de control. Existen prioridades en los envíos de paquetes. Existen paquetes de reinicio de circuitos cuando hay un error, de reinicio de todo el sistema y de ruptura de conexión.