

01132  
6



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

## IMPLEMENTACIÓN DE UN ISP (INTERNET SERVER PROVIDER) BAJO UNIX

T E S I S  
Que para obtener el título de  
INGENIERO EN COMPUTACIÓN  
p r e s e n t a

MARCOS RENE ÁLVAREZ MORENO

DIRECTOR DE TESIS: M.I. MARCIAL CONTRERAS BARRERA



México, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2003



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*

*LA PERSONA A LA QUE MÁS QUIERO EN ESTA VIDA, CAPAZ DE AYUDARME A SALIR ADELANTE A PESAR DE LA ADVERSIDAD Y LOS PROBLEMAS, MI MAMA. TE DOY GRACIAS POR ESTAR CONMIGO.*

*LE DEDICO ESTE TRABAJO A MI PEQUEÑO HERMANO IVÁN ULISES QUE LO QUIERO MUCHO. GRACIAS POR ESTAR CONMIGO.*

*GRACIAS A DIOS POR PERMITIR COMPARTIR CON USTEDES ESTA META.*

## *AGRADECIMIENTOS ESPECIALES*

*MARCIAL CONTRERAS POR DARMME LA OPORTUNIDAD DE PERTENECER A UN EXCELENTE GRUPO DE TRABAJO Y POR SER TAN COMPRESIVO EN TODO MOMENTO Y CONFÍAR EN MÍ, GRACIAS.*

*A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO POR COMPARTIR SU AMISTAD Y CONOCIMIENTOS A LO LARGO DE TODO ESTE TIEMPO.*

*AL LIC. GONZALO RESENDÍZ POR DARMME LA OPORTUNIDAD DE CRECER ÉTICA Y PROFESIONALMENTE, CON SU APOYO Y DEDICACIÓN EN MI TRABAJO, GRACIAS.*

*ESPERANZA Y FORTUNA DE CONOCER A UNA MUJER QUE COMPARTIA CONMIGO ESTA META. GRACIAS POR ESTAR A MI LADO VIOLETA. TQM.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Introducción.....	1
<b>Capítulo I El entorno del sistema operativo Unix.....</b>	<b>3</b>
Introducción.....	3
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Planteamiento del problema.....	5
1.3. Objetivos.....	6
1.4. Alcances.....	6
<b>Capítulo II Redes de computadoras.....</b>	<b>8</b>
2. Arquitectura de Redes.....	8
2.1. Arquitectura de comunicación en el modelo OSI.....	8
2.2. Estándares.....	11
2.3. Sistema distribuido y red local.....	11
2.3.1. Redes de comunicaciones.....	12
2.3.1.1. Redes conmutadas.....	12
2.3.1.2. Redes de difusión.....	13
2.4. Modelos de redes locales.....	14
2.4.1. Ethernet.....	15
2.4.1.1. Estándares IEEE 802 para redes de área local.....	16
2.4.2. CSMA/CD (IEEE 802.3).....	17
2.4.2.1. IEEE 802.3 y Ethernet.....	18
2.4.3. TOKEN-BUS (IEEE 802.4).....	18
2.4.4. TOKEN-RING (IEEE 802.5).....	19
2.4.5. FDDI.....	19
2.4.6. Fast Ethernet.....	20
2.4.7. Gigabit Ethernet.....	23
2.5. Topología de una red.....	23
2.5.1. Tipos de topología.....	24
2.5.1.1 Topología física.....	24
2.5.1.2. Topología lógica.....	26
2.6. Sistemas de conexión y medios de transmisión.....	28
2.6.1. Dispositivos de conexión.....	28
2.6.2. Tipos y características de medios de transmisión.....	38
2.6.2.1. Fundamentos teóricos de la transmisión de datos.....	38
2.6.2.2. Medios de Transmisión.....	38
2.6.2.2.1. Medios guiados.....	40
2.6.2.2.2. Medios no guiados.....	47
2.7. Protocolo de comunicación TCP/IP.....	52

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<b>Capítulo III Canalización y tecnologías digitales de transmisión con proveedores de acceso a Internet (IAP/ISP)</b> .....	62
3. Proveedor de servicio de Internet.....	62
3.1. Infraestructura común de un ISP.....	62
3.2. Servicios e interfaces de red.....	69
3.2.1. El nivel de enlace en la Internet.....	69
3.2.2. Conexiones de línea telefónica conmutada.....	69
3.2.3. RDSI (ISDN).....	72
3.2.4. Tecnología xDSL.....	81
3.2.5. MODEMS por cable(Cable-MODEM).....	90
3.2.6. Líneas digitales de transmisión T1,T3.....	91
3.2.7. Líneas E1.....	97
3.2.8. Tecnología ATM.....	99
3.2.9. Frame Relay.....	109
<b>Capítulo IV Compañías de Telefonía en México(Carriers)</b> .....	117
4. Compañías de telefonía en México.....	117
4.1. Principales Carriers.....	118
4.1.1. Avantel.....	118
4.1.2. Alestra.....	135
4.1.3. Telmex.....	146
<b>Capítulo V Análisis y diseño de un proveedor de servicios de Internet</b> .....	160
5. Diseño de red de un ISP.....	160
5.1. Arquitectura Física.....	162
5.2. Análisis y selección del carrier en el diseño del ISP.....	163
5.2.1. Carriers (backbone's).....	163
5.2.2. Avantel como backbone principal.....	164
5.2.2.1. Ventajas sobre los Carriers Alestra y Telmex.....	164
5.2.2.2. Desventajas sobre los Carriers Alestra y Telmex.....	165
5.3. Infraestructura del ISP.....	166
5.3.1. Descripción de la infraestructura.....	166
5.3.1.1. Red de acceso.....	172
5.3.1.2. Red de concentración.....	175
5.3.1.3. Red troncal.....	177
5.3.1.4. Centro de procesos de datos.....	178
5.4. Consideraciones generales de diseño del ISP.....	179
5.5. Descripción de los servicios(solución integral).....	180
5.5.1. Funcionamiento.....	180
5.5.2. Beneficios.....	183
5.5.3. Requisitos mínimos impuestos por el carrier.....	183
5.5.4. Ventajas competitivas.....	184
5.5.5. Costos.....	184
5.5.6. Descuentos.....	185
5.5.7. Reglas aplicadas a estos servicios.....	185
5.5.8. Servicios del COR del ISP.....	185

Conclusiones..... 189

Bibliografía..... 193

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día la importancia de formar parte de un rubro de telecomunicaciones y de satisfacer necesidades dentro de éste, como estar comunicado con todo el mundo a través de infraestructuras de red y las personas encargadas de implementar estas arquitecturas deben hacer uso de diferentes elementos que sean capaces de soportar la transmisión de información como lo son video, voz y datos.

El hecho de mantener siempre una comunicación ya sea a corta o a larga distancia(LAN-WAN) nos lleva a tener una infraestructura de red la cual utiliza medios físicos(cables par de cobre, fibra óptica, etc) y no físicos(comunicación vía microondas, satelitales, etc.) así como de elementos que controlan y administran los enlaces de un punto a otro.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer todos los elementos que se requieren para el diseño, análisis e implementación de un proveedor de servicios de Internet(ISP) el cual forma parte de un complejo grupo de redes interconectadas a través de diferentes medios y tecnologías digitales de comunicación cuyo fin es de proporcionar servicios de Internet dentro de los cuales el más importante es el de establecer enlaces a Internet para sus clientes y/o usuarios finales tomando en consideración costos para la implementación de los servicios de conectividad.

Un ISP es una organización o empresa que establece la conexión entre los usuarios e Internet. El objetivo principal de un ISP es ofrecer servicios de red(conectividad a Internet), y dentro de su centro de operaciones: correo electrónico, web hosting, ftp y desarrollo de aplicaciones web, etc. bajo plataformas multiusuarios y multiprocesos como Unix, así como de controlar y administrar los enlaces de sus clientes a Internet.

El ISP ofrece un número de teléfono, por lo general local, para que los usuarios a través de los Access Servers(AS) se conecten a la red local(LAN) del ISP y por medio de un servidor de autenticación conocido como RADIUS(Remote Authentication Dial In User Service) validen su acceso y de esta forma puedan acceder a Internet.

El ISP es una organización que en primer lugar, brinda enlaces a Internet a diferentes anchos de banda bajo tecnologías digitales de transmisión(cable-MODEM, Frame Relay, ATM, xDSL, etc.) que le es proporcionado por los Carriers(Avantel, Alestra, Telmex, etc.) con determinados medios de transmisión, y solo el ISP definirá dependiendo de su infraestructura local, que tecnologías usará para sus clientes a través de estos medios proporcionados por los Carriers, este ancho de banda lo determina en relación a las necesidades de sus clientes y recursos con los que cuente.

La relación Carrier-ISP-Cliente que se define tiene como finalidad explicar la forma en la que se puede diseñar e implementar un ISP en cuanto a conectividad se refiere, las aplicaciones que en el centro de operaciones se implementen pasan a segundo plano; desde la arquitectura del ISP hasta la selección del Carrier.

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1

## Implementación de un ISP bajo Unix

---

A través de los cinco capítulos que comprende este trabajo se explicarán diferentes aspectos para diseñar un ISP así como los enlaces más comunes en usuarios finales satisfaciendo sus necesidades de conectividad.

El Capítulo 1 explica los fundamentos de diseño del ISP así como la importancia del uso del sistema operativo Unix como herramienta administrativa en el manejo y control de los dispositivos internos de la red del ISP; los factores que llevan al diseño e implementación del mismo; también se definen características de la estructura general de la Internet para la implementación del ISP.

El Capítulo 2 explica conceptos de redes que son la base para el diseño e implementación del ISP y la definición del conjunto de protocolos TCP/IP que es fundamental en toda red de comunicaciones.

El Capítulo 3 define el concepto de ISP, arquitectura básica y elementos que lo conforman, además se explican las principales tecnologías digitales de comunicación, las cuales son un factor primordial para el diseño e implementación del ISP, éstas pueden ser ATM, Frame Relay, T1, T3, E1, ISDN, Dial-Up, xDSL, etc.

El Capítulo 4 contempla las principales compañías de telefonía (Carriers) en la República Mexicana así como su infraestructura de comunicaciones (cobertura y tipos de servicios para ISP's), también se definen sus tarifas para enlaces punto a punto, multipunto con diferentes medios de transmisión (microondas, par de cobre, radiofrecuencia, etc.), los cuales nos ayudarán a tener una base para la selección del carrier el cual nos proporcionará el servicio de backbone digital de y hacia la Internet a través de la red del ISP.

El Capítulo 5 describe la arquitectura completa de red del ISP la cual esta formada por los diferentes elementos de red como los son routers de concentración, de acceso y troncales así como de servidores de acceso (AS) y servidores de autenticación (RADIUS) que permiten hacer la conversión de tecnologías para los diferentes servicios de conectividad proporcionados por el ISP a sus clientes y el acceso a la red local del ISP respectivamente.

Se menciona también la infraestructura general de comunicaciones que tendrá el ISP tomando a consideración el backbone del Carrier Avantel así como sus tarifas para el servicio de interconectividad, se menciona de igual forma la cobertura que puede tener el ISP con este Carrier y las ventajas sobre los otros, Telmex y Alestra; por último se define el esquema general de las aplicaciones que se manejan en el centro de operación de la red (NOC) del ISP para la administración y control de sus servicios.

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## CAPÍTULO I EL ENTORNO DEL SISTEMA OPERATIVO UNIX



### *Introducción*

Hoy en día el manejo, control y automatización de la información y la necesidad de comunicarse de ciudad en ciudad o de continente a continente ha llevado a las empresas públicas o privadas, instituciones educativas, etc., a expandir su infraestructura de comunicaciones y recursos, dificultando la decisión de selección de elementos de interconexión y sistemas a utilizar con estos elementos como lo son sistemas operativos y recursos help-desk (software de aplicación y atención en línea) que están sustentados en los OS (Operating Systems).

La "plataforma" o sistema operativo debe ser flexible, escalable, consistente (estable) y robusto de modo que ayude al manejo y control de elementos de red y aplicaciones que utilicen para el manejo de la información y que a su vez incremente la productividad de centros de información para crear una infraestructura compleja de recursos compartidos cliente-servidor en lugares donde se requiera dependiendo de las necesidades y medios con los que se cuente.

Un sistema cliente servidor es aquel en el que se comparten recursos como lo son: uso de memoria, acceso a bases de datos, programas de edición, hojas de cálculo, etc., este esquema lo componen básicamente dos terminales, una de ellas se encarga de tener información que la otra debe usar por lo que la terminal "servidor" debe manejar dependiendo de políticas de gestión y administración por parte de éste a las terminales las cuales les permitirá acceder a sus aplicaciones.

Unix es una herramienta fundamental en el diseño e implementación del proveedor de servicios de Internet (ISP) en el sentido de la configuración e instalación y gestión de los elementos de interconexión de la red local del ISP y la conexión hacia redes WAN así como de las aplicaciones a emplear en ambas redes y monitoreo de tales enlaces.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Unix es un sistema que además de ser multiprocesos y multitarea es capaz de soportar diferentes protocolos de comunicación principalmente de la familia TCP/IP mientras que su línea de comandos se adapta o es similar a las interfaces de entrada de los dispositivos de interconexión como lo son los routers, es decir, la configuración e instalación de estos dispositivos por medio de su software de aplicación, se asemeja al manejo y uso de comandos en un sistema Unix de tal modo que es relativamente sencillo usar ésta plataforma, además, el sistema es capaz de trabajar en arquitecturas cliente servidor basadas en TCP/IP de modo que los elementos de la red así como de sus aplicaciones están perfectamente gestionados para la interconexión entre los mismos de forma interna y externa.

Esto hace que Unix sea la plataforma adecuada para la administración y control de la arquitectura del ISP.

### 1.1. Antecedentes

Si vamos hacia la universalización de Internet a todos los ciudadanos, empresas pequeñas, y de gran expansión (enterprises) es necesario planificar la integración de los diferentes servicios de información locales así como de la necesidad de brindar servicios de telecomunicaciones a los clientes que así lo requieran.

Hoy en día la Internet es el medio más importante de comunicación y una fuente de recursos inagotable de transmisión y de consulta de información entre todo el mundo a través de una compleja red de telecomunicaciones.

La Internet es una red constituida por computadoras interconectadas entre sí a través de diferentes medios de transmisión y elementos de interconexión como por ejemplo routers, switches, satélites, etc., a través de todo el mundo. Esta conjunción de elementos viene dada por topologías y arquitecturas de red; estas características se darán más adelante.

La estructura de Internet la podemos visualizar a diferentes grados de agregación para un mejor entendimiento.

La Figura 1 muestra una visión general en donde se presentan, en primer lugar, los ISP (Internet Service Providers) que son la puerta de entrada a la red Internet.

Ellos tienen los accesos y conexiones con diferentes tecnologías de transmisión, los cuales se detallarán más adelante, que permiten a un usuario, persona o empresa establecer comunicación con cualquier otro usuario en la red.

Los usuarios pueden ser clientes, en el sentido de un equipo cliente individual, conectados por módem o en forma dedicada, habitualmente desde el hogar, con cable o RDSI, o empresas que tienen una red interna que se acopla a Internet.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

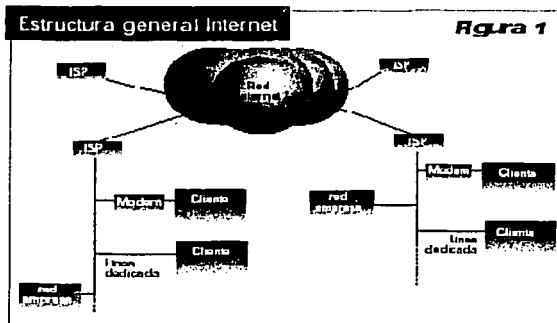


Figura 1. Estructura General de Internet

En todo el mundo existen redes que permiten el acceso a Internet, estos enlaces o accesos se dan a través de cierta infraestructura de red que define el cliente en conjunto con una compañía de telefonía llamada comúnmente "carrier", ISP o un ASP(application service provider), éste último solo se encarga de proporcionar líneas de alta velocidad para conexión con redes internacionales y centros de datos, creando redes nacionales e internacionales a través de backbone's regionales.

Los servicios proporcionados por los Carriers están definidos por tarifas que fijan de acuerdo al tipo de enlace que proporciona a sus clientes que pueden ser los ISP's o usuarios caseros o enterprises(empresas grandes).

Los enlaces son proporcionados con diferentes medios como lo son cable-MODEM, par de cobre, radiofrecuencia, microondas, etc.; así como de tecnologías de comunicación como son: Dial-up, T1(DS1), E1, xDSL, ATM, etc. Estos elementos conforman lo que es un sistema de información dado por los ISP's.

Todo esta arquitectura es lo que conforma la red mundial de información conocida como Internet.

## 1.2. Planteamiento del problema

La estructura física de la red Internet, el software que se ha provisto para operar sobre ella y las herramientas que existen para desarrollar aplicaciones en redes y centros de datos que funcionan en tal medio determinan la arquitectura de éstas, así como de las necesidades de los clientes en cuanto a anchos de banda y tecnologías de transmisión de datos. Esto permitirá al cliente tener una red eficiente y cumplir con las demandas de sus propios usuarios y/o necesidades además de tener una buena cobertura en el enlace que le proporcione el ISP.

Debido a la creciente tendencia de comunicarse entre distintos sitios, consultar y tener acceso a información de cualquier tipo en la Internet así como de compartir y proporcionar servicios de web, aplicaciones cliente-servidor portales de Internet y accesos a éste, etc., se han creado diferentes arquitecturas de red para proporcionar todos estos tipos de servicios, principalmente servicios de acceso a Internet; tal arquitectura se compone de un organismo que proporciona el enlace(ISP), un carrier(backbone-línea principal de transmisión) que lo proporciona la compañía de telefonía y los clientes del ISP que pueden ser empresas, organizaciones gubernamentales, usuarios caseros, etc.

Se busca definir una arquitectura de comunicaciones entre estos tres elementos de forma que se obtenga un beneficio común tanto para el ISP y sus clientes; este beneficio viene dado por costos de los enlaces o medios de transmisión dados por la compañía de telefonía y tipos de tecnologías a emplear en los mismos.

Las tarifas de los enlaces están dadas por las compañías de telefonía como Avante!, Telmex y Alestra que actualmente son las principales compañías de telefonía local y de larga distancia en la República Mexicana. Éstas se tomarán en cuenta para analizar cuales cumplen con los requerimientos tanto del ISP como del cliente a fin de tener la que más convenga en cuanto a costos y cobertura ofrecida en los servicios.

### 1.3. *Objetivos*

- Establecer la importancia del sistema operativo Unix dentro de la implementación del ISP.
- Definir la infraestructura de red de un ISP tomando como fundamentos conceptos básicos de redes LAN/WAN así como de sus elementos de conexión para establecer servicios de enlaces con diferentes tecnologías digitales de comunicación a través de medios proporcionados por Carriers conocidos como backbone's o líneas de media y alta velocidad.
- Definir alternativas de interconexión Carrier-ISP-Cliente basándose en planes de tarifas proporcionados por el carrier de forma que se obtengan beneficios para el ISP así como para sus clientes dando un mejor servicio de comunicación de y hacia la Internet a través de enlaces bajo tecnologías digitales.

### 1.4. *Alcances*

El manejo de información ya sea voz o datos, requiere de una infraestructura de comunicaciones capaz de soportar demandas de trabajo por parte de los usuarios en determinadas actividades ya sea en la casa o en la empresa haciendo uso de herramientas, aplicaciones, etc., para su mejor aprovechamiento y rendimiento.

La organización que se encargue de cubrir todas estas necesidades debe ser capaz de mantener y gestionar correctamente todos los recursos del cliente así como los propios por medio de una arquitectura de red de telecomunicaciones haciendo uso de aplicaciones y plataformas las cuales sustentarán el monitoreo de tal arquitectura.



El diseño e implementación de un ISP no ayudará a cubrir demandas y necesidades de los clientes que deseen formar parte de Internet, de esta forma el ISP tendrá la oportunidad de pertenecer a un extenso mercado cambiante en cuanto a servicios de telecomunicación se refiere y más aún competir para obtener mayor número de clientes y tener presencia en el Internet y en el mercado internacional de servicios de telecomunicaciones.

De esta forma la organización será capaz de cubrir todos los servicios requeridos por el cliente, principalmente el acceso a Internet a través de una arquitectura de red redundante, gestionada y administrada para proveer estos servicios.

Los elementos que intervienen en el diseño e implementación del ISP deben ser tales que puedan competir con lo de otros ISP's, y que puedan mantener los servicios al cliente, es decir, los enlaces, las tecnologías y los elementos de interconexión así como las políticas de administración deben sostenerse por al menos 5 años.

Esto quiere decir que la arquitectura de red del ISP en conjunto con la infraestructura del carrier debe mantenerse a la par en cuanto a los elementos arriba mencionados para poder sostener las demandas y necesidades de los clientes del ISP como son:

- ✓ Acceso hacia la Internet.
- ✓ Cubrir los anchos de banda requeridos por el cliente bajo determinada tecnología de transmisión.
- ✓ Tener una cobertura extensa en la red(Internet).
- ✓ Proporcionar redundancia en la red local así como en los enlaces.
- ✓ Tener presencia en la Internet.
- ✓ Utilizar tecnología de punta o al menos elementos que soporten cambios en la arquitectura e infraestructura de comunicaciones.

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPÍTULO II REDES DE COMPUTADORAS



### 2. *Arquitectura de Redes*

#### 2.1. *Arquitectura de comunicación en el modelo OSI*

En 1977 la Organización Internacional de Estandarización ISO estableció un subcomité encargado de diseñar una arquitectura de comunicación. El resultado fue el *Modelo de referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos OSI*, adoptado en 1983, que establece unas bases que permiten conectar sistemas *abiertos* para procesamiento de aplicaciones distribuidas. Se trata de un marco de referencia para definir estándares que permitan comunicar computadoras heterogéneas.

Dicho modelo define una arquitectura de comunicación estructurada en siete niveles verticales. Cada nivel ejecuta un subconjunto de las funciones que se requieren para comunicar con el otro sistema. Para ello se apoya en los servicios que le ofrece el nivel inmediato inferior y ofrece sus servicios al nivel que está por encima de él. Idealmente, los cambios que se realicen en un nivel no deberían afectar a su nivel vecino mientras no se modifiquen los servicios que le ofrece.

La tarea del subcomité ISO fue definir el conjunto de niveles y los servicios proporcionados por cada nivel. Los principios aplicados para establecer un nivel fueron los siguientes:

Se pueden listar diferentes niveles de abstracción en el manejo de los datos (por ejemplo diferencias en la morfología, la sintaxis, la semántica).

Cada nivel debe ejecutar una función bien definida.

Aprovechar la experiencia de protocolos anteriores. Las fronteras de niveles deben situarse donde la experiencia ha demostrado que son convenientes.

Establecer las divisiones de los niveles de forma que se minimice el flujo de información entre ellos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El número de niveles debe ser suficiente para que no agrupen funciones distintas, pero no tan grande que haga la arquitectura inmanejable.

Permitir que las modificaciones de funciones o protocolos que se realicen en un nivel no afecten a los niveles contiguos.

Cada nivel debe interactuar únicamente con los niveles contiguos a él (superior e inferiormente). Esto se aprecia mejor con la figura 2.1; la arquitectura de red del modelo de referencia OSI.

Niveles OSI

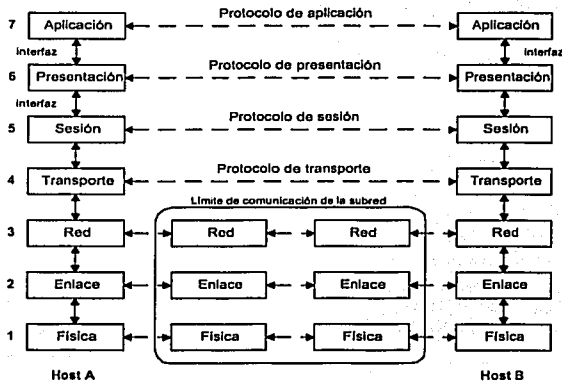


Figura 2.1 Arquitectura de red del modelo OSI

Los siete niveles que configuran el modelo OSI suelen agruparse en dos bloques. Los tres niveles inferiores (nivel físico, nivel de enlace y nivel de red) constituyen el bloque de transmisión. Son niveles dependientes de la red de conmutación utilizada para la comunicación entre los dos sistemas.

Por el contrario, los tres niveles superiores (nivel de sesión, de presentación y de aplicación) son niveles orientados a la aplicación y realizan funciones directamente vinculadas con los procesos de aplicación que desean comunicarse. El nivel intermedio (nivel de transporte) enmascara a los niveles orientados a la aplicación y el funcionamiento detallado de los niveles dependientes de la red.

En seguida se describe brevemente cada nivel del modelo OSI:

**Nivel físico:** El nivel físico se ocupa de la transmisión de bits a través de un canal de comunicación. Regula aspectos de la comunicación como el tipo de señal, el esquema de codificación, el modo de comunicación (dúplex, semi-dúplex o simplex) y, en general, todas las cuestiones eléctricas, mecánicas y de procedimiento en la interfaz física entre los dispositivos que se comunican.

**Nivel de enlace de datos:** Mientras el nivel físico proporciona únicamente un servicio de transmisión de bits a través de una canal, el nivel de enlace tiene el objetivo de hacer la comunicación fiable y proporcionar los medios para activar, mantener y desconectar el enlace. El principal servicio proporcionado por este nivel es el de detección y control de errores. Con un protocolo suficientemente elaborado, el nivel de red puede asumir una transmisión libre de errores a través del enlace. Pero, hay que tener en cuenta, que si los sistemas que se comunican no están directamente conectados, sino a través de varios enlaces, cada uno funcionará de forma independiente y los niveles superiores no estarán eximidos de la responsabilidad de controlar los errores.

**Nivel de Red:** El servicio básico de este nivel es proporcionar transferencia de datos transparente entre entidades de transporte. Es decir, libera al nivel de transporte de la necesidad de conocer el funcionamiento interno de la subred. Entre sus principales funciones se encuentran el encaminamiento y el control de la congestión.

**Nivel de Transporte:** Es el primer nivel que lleva a cabo comunicación *extremo - extremo*, condición que se mantiene en los niveles superiores a él. Su objetivo es proporcionar mecanismos que garanticen que el intercambio de datos entre procesos de distintos sistemas se lleve a cabo de forma fiable. El nivel de transporte debe asegurar que los paquetes de datos se entregan libres de error, ordenadas y sin pérdidas ni duplicados. Puede también optimizar el uso de los servicios de red (por ejemplo mediante multiplexación) y proporcionar la calidad de servicio solicitada por los servicios de sesión.

**Nivel de sesión:** Este nivel proporciona los mecanismos para controlar el diálogo entre aplicaciones. Como mínimo el nivel de sesión proporciona un medio para que dos procesos de aplicación puedan establecer y utilizar una conexión, llamada *sesión*. Además de esto, puede proporcionar una serie de servicios de mejora sobre el nivel de transporte, como son:

- 1 Gestión del diálogo, mediante la utilización de testigos.
- 2 Mecanismos de recuperación (*checkpointing*).

**Nivel de Presentación:** A diferencia de los niveles anteriores, interesados en la fiabilidad de los datos que se transmiten, el nivel de presentación se ocupa de aspectos sintácticos y semánticos de la información transmitida.

**Nivel de aplicación:** El nivel de aplicación proporciona un medio a los procesos de aplicación para acceder al entorno OSI. Contiene funciones de gestión y mecanismos útiles para soportar aplicaciones distribuidas. Ejemplos de protocolos a este nivel son los de transferencia de ficheros y correo electrónico.



## 2.2 Estándares

En la industria se aceptó hace ya bastante tiempo, la necesidad de estándares que gobernarán las acciones y las características físicas y eléctricas de los equipos de comunicación. Este punto de vista, sin embargo ha tardado en imponerse en la industria de los computadores.

Entre las organizaciones más importantes que han colaborado en el desarrollo de estándares en nuestra área tenemos:

**ISO (International Organization for Standardization):** Agrupa a 89 países, se trata de una organización voluntaria, no gubernamental, cuyos miembros han desarrollado estándares para las naciones participantes. Uno de sus comités se ocupa de los sistemas de información. Han desarrollado el modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection) y protocolos estándar para varios niveles del modelo.

**CCITT (Comité Consultatif International de Télégraphique et Téléphonique):** Organización de la Naciones Unidas constituida, en principio, por las autoridades de Correos, Telégrafos y Teléfonos (PTT) de los países miembros. Se encarga de realizar recomendaciones técnicas sobre teléfono, telégrafo e interfaces de comunicación de datos, que a menudo se reconocen como estándares. Trabaja en colaboración con ISO (que en la actualidad es miembro de CCITT).

**EIA (Electronic Industries Association):** Asociación vinculada al ámbito de la electrónica. Es miembro de ANSI. Sus estándares se encuadran dentro del nivel I del modelo de referencia OSI.

**ANSI (American National Standard Institute):** Asociación con fines no lucrativos, formada por fabricantes, usuarios, compañías que ofrecen servicios públicos de comunicaciones y otras organizaciones interesadas en temas de comunicación. Es el representante estadounidense en ISO, que adopta con frecuencia los estándares ANSI como estándares internacionales.

## 2.3. Sistema distribuido y red local

No se debe confundir una red local con un sistema distribuido, aunque parezca que son conceptos similares difieren en algunas cosas.

Un sistema distribuido es multiusuario y multitarea. Todos los programas que se ejecuten en un sistema distribuido lo van a hacer sobre la CPU del servidor en lo que en términos informáticos se denomina "tiempo compartido". Un sistema distribuido comparte la CPU.

Sin embargo, en una intranet, lo que en realidad se denomina servidor, lo es, pero de ficheros o de bases de datos. Cada usuario tendrá un ordenador autónomo con su propia CPU donde se ejecutarán las aplicaciones que correspondan. Además, con la aparición de la arquitectura cliente-servidor, la CPU del servidor puede ejecutar algún programa que el usuario solicite.

Una red local puede tener distintas configuraciones que se verán más adelante, pero básicamente se pueden hablar de dos tipos:

- **Red con un servidor:** existe un servidor central que es el "motor" de la red. El servidor puede ser activo o pasivo dependiendo del uso que se le dé.
- **Peer to peer :** Una red de igual a igual. Todos los puestos de la red pueden hacer la función de servidor y de cliente.

### 2.3.1. Redes de comunicaciones

Dependiendo de su arquitectura y de los procedimientos empleados para transferir la información las redes de comunicación se clasifican en:

- Redes conmutadas
- Redes de difusión

#### 2.3.1.1. Redes conmutadas

Consisten en un conjunto de nodos interconectados entre sí, a través de medios de transmisión (cables), formando la mayoría de las veces una topología mallada, donde la información se transfiere encaminándola del nodo de origen al nodo destino mediante conmutación entre nodos intermedios. Una transmisión de este tipo tiene 3 fases:

- Establecimiento de la conexión.
- Transferencia de la información.
- Liberación de la conexión.

Se entiende por conmutación en un nodo, a la conexión física o lógica, de un camino de entrada al nodo con un camino de salida del nodo, con el fin de transferir la información que llegue por el primer camino al segundo. Un ejemplo de redes conmutadas son las redes de área extensa.

Las redes conmutadas se dividen en:

- Conmutación de paquetes.
- Conmutación de circuitos.

#### Conmutación de paquetes

Se trata del procedimiento mediante el cual, cuando un nodo quiere enviar información a otro, la divide en paquetes. Cada paquete es enviado por el medio con información de cabecera. En cada nodo intermedio por el que pasa el paquete se detiene el tiempo necesario para procesarlo. Otras características importantes de su funcionamiento son:

- En cada nodo intermedio se apunta una relación de la forma: "todo paquete con origen en el nodo A y destino en el nodo B tiene que salir por la salida 5 de mi nodo".
- Los paquetes se numeran para poder saber si se ha perdido alguno en el camino.
- Todos los paquetes de una misma transmisión viajan por el mismo camino.
- Pueden utilizar parte del camino establecido más de una comunicación de forma simultánea.

Ventaja: no se requiere el establecimiento de un camino previo.

Desventajas: cada mensaje lleva dirección de origen y destino, los elementos de la red deben tener capacidad para almacenar mensajes. Posibilidad de congestión de la red.

**Conmutación de circuitos**

Es el procedimiento por el que dos nodos se conectan, permitiendo la utilización de forma exclusiva del circuito físico durante la transmisión. En cada nodo intermedio de la red se cierra un circuito físico entre un cable de entrada y una salida de la red. La red telefónica es un ejemplo de conmutación de circuitos.

Para establecer el camino físico se usan dos técnicas de señalización distintas:

- señalización por canal asociado: por el mismo canal por el que se realiza la transferencia de datos.
- señalización por canal común: la infraestructura común comparte un canal que sirve para el establecimiento de los circuitos.

La conmutación de circuitos es la más adecuada para la voz.

**Ventajas:** una vez que se ha establecido el camino, toda la información irá por el mismo canal físico. No hay peligro de congestión de la infraestructura común de comunicaciones. La información llega a su destino en el mismo orden en el que sale.

**Desventaja:** el hecho de tener que establecer un camino previo a la transmisión, introduce un retardo.

En la Tabla 2.1 se muestran las diferencias entre cada una de estas formas de comunicación.

<b>Conmutación de circuitos</b>	<b>Conmutación de paquetes</b>
Se reserva el ancho de banda al inicio	Se reserva ancho de banda a medida que se necesita
No se puede colapsar un enlace	Tráfico repentino puede colapsar la red
Los datos llegan en el mismo orden en que se han originado	Los datos pueden llegar en distinto orden
Precio en función de la distancia y del tiempo	Precio en función del tráfico y de la distancia

Tabla 2.1 Diferencias entre conmutación de circuitos y de paquetes

### 2.3.1.2. Redes de difusión

En este tipo de redes no existen nodos intermedios de conmutación; todos los nodos comparten un medio de transmisión común, por el que la información transmitida por un nodo es conocida por todos los demás. Ejemplo de redes de difusión son:

- Redes inalámbricas.
- Redes públicas de radio.
- Redes de área local.
- Redes infrarrojas.
- Redes de radio frecuencia.

#### 2.4. Modelos de redes locales

Casi todas las redes locales han sido estandarizadas por el IEEE, en el comité denominado 802. Los estándares desarrollados por este comité están enfocados a las capas 1 y 2 del modelo de referencia OSI. Este comité se divide en subcomités, cuyo nombre oficial es 'Grupos de Trabajo', que se identifican por un número decimal. El primero (802.1) describe los aspectos generales y las interfaces comunes a todas las LANs 802.x. El 802.2 describe la subcapa LLC (Logical Link Control), también común a todas las redes 802.x. La mayoría de los demás grupos de trabajo tienen que ver con diversas tecnologías de red local. Cada uno de ellos especifica el nivel físico y la subcapa MAC. Por ejemplo el estándar 802.3 describe el nivel físico y el subnivel MAC de la red con protocolo MAC CSMA/CD, mas conocida como Ethernet.

Los grupos de trabajo 802 no son algo estático; continuamente se están planteando para su estandarización nuevas técnicas y protocolos, nuevos medios físicos, etc. Cuando surge una nueva propuesta el grupo de trabajo correspondiente nombra un grupo de estudio que la analiza, y si el informe es favorable se crea un 'subgrupo' de trabajo (llamado oficialmente proyecto) que eventualmente propone una agenda al estándar para su aprobación. Los proyectos se identifican por letras añadidas al grupo de trabajo del que provienen, por ejemplo el proyecto que propuso el estándar Gigabit Ethernet era el 802.3z.

En total el comité 802 está formado por 13 grupos de trabajo que se agrupan de la siguiente manera:

- 802.1: Panorámica y Arquitectura, Puentes, redes locales virtuales (VLANs).
- 802.2: LLC, Logical Link Control (actualmente en hibernación e inactivo).
- 802.3,4,5,6,9,11,12,14: métodos de acceso y señalización física para tipos concretos de tecnologías LAN y MAN.
- 802.7 y 802.8: Grupos técnicos asesores en redes de banda ancha y en fibras ópticas, respectivamente.(actualmente en hibernación e inactivo)
- 802.10: Niveles de seguridad en estándares 802

Los grupos de trabajo especializados en métodos de acceso corresponden a las siguientes tecnologías:

- 802.3: CSMA/CD (Ethernet)
- 802.4: Token Bus (actualmente en hibernación e inactivo)
- 802.5 Token Ring
- 802.6: DQDB, Distributed Queue Dual Bus (actualmente en hibernación e inactivo)
- 802.9: Servicios Integrados (Iso-Ethernet)
- 802.11: Redes inalámbricas
- 802.12: Demand Priority (100VG-AnyLAN)
- 802.14: Redes de televisión por Cable (actualmente en desarrollo del primer estándar)

A título de ejemplo se detallan a continuación algunos de los proyectos más relevantes del comité 802:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- 802.1D: Puentes transparentes
- 802.1p: Filtrado por clase de tráfico (Calidad de Servicio)
- 802.1Q: Puentes en redes locales virtuales
- 802.3u: Fast Ethernet
- 802.3x. Ethernet Full dúplex y control de flujo
- 802.3z: Gigabit Ethernet
- 802.3ab: Gigabit Ethernet en cable UTP-5 (en desarrollo)

Todos los estándares IEEE 802 son más tarde aprobados por ANSI y por la ISO. El estándar IEEE 802.x tiene un estándar equivalente ISO 8802, todos los estándares IEEE son aprobados posteriormente por ISO bajo la denominación 8802.x, convirtiéndose así en estándares internacionales; así por ejemplo el estándar ISO 8802.3 es equivalente al IEEE 802.3

Existen algunas tecnologías de red local que siguen fielmente la arquitectura IEEE 802, pero no han sido aprobadas por el IEEE. Los ejemplos más destacados en este sentido son FDDI y Fibre Channel; ambas son estándares aprobados por el ANSI.

#### 2.4.1. *Ethernet*

Ethernet se utiliza frecuentemente en redes locales con TCP/IP. Es un ejemplo de un protocolo de nivel de enlace de datos utilizado para englobar y transmitir mensajes pertenecientes al nivel de red más alto en paquetes de enlace de datos o tramas.

##### Características:

- Transferencia de datos en banda ancha (máxima 100 Mbytes/seg)
- Baja tasa de error y ofrece detección de errores pero no los corrige
- Protocolo no orientado a conexión; no garantiza la entrega de tramas
- No existe buffering o control de flujo cuando se envían mensajes

##### Utilización de Ethernet en una red local (LAN)

###### Ventajas

Ethernet ofrece un rendimiento mejor en entornos donde el tráfico de red tiende a ser esporádico. Ethernet es apropiado para transferencia de ficheros esporádicos, accesos al servicio de nombres e interacción cliente-servidor en un sistema de ventanas.

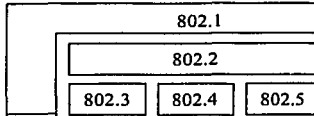
Ethernet es más barato para implementar el hardware que otros protocolos debido a su interfaz más simple.

###### Desventajas

Ethernet utiliza métodos de acceso que no están establecidos como seguros para ciertos tipos de aplicaciones. Ethernet es ineficiente con una carga superior al 40% y no es ideal para sostener copias de seguridad de sistemas de ficheros masivos, duplicación de medios o transferencias de datos continuas. Esto puede dar lugar en una red sobrecargada a ser incapaz de manipular el volumen de transmisión.

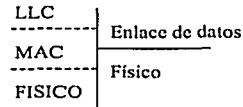
## 2.4.1.1. Estándares IEEE 802 para redes de área local

A continuación se resumen el conjunto de normas 802 con el siguiente esquema:



Se ha empezado a trabajar con normas de este estilo a mayores velocidades de transmisión. 802.1 uso de primitivas y normas con lo que van a trabajar las demás 802.2 corresponde al nivel de enlace de datos en el modelo OSI. Se llama LLC (Logic Link Control)

Se pueden hacer unas equivalencias entre el modelo OSI y las normas IEEE 802



La Tabla 2.2 muestra el estándar para redes locales creado por el IEEE, que se denomina proyecto 802, y se ha dividido en las siguientes normas:

IEEE 802.1	Niveles de aplicación, transporte y red
IEEE 802.2	Subnivel LLC (control de enlaces lógicos) del nivel de enlace
IEEE 802.3, 802.4, 802.5	Subnivel MAC (Control de Acceso al Medio) del nivel de enlace y nivel físico implementado en la tarjeta de red.

Tabla 2.2. Estándares para redes locales

El subnivel MAC se encarga de controlar el tipo de acceso al medio de las redes locales. Es el más cercano al nivel físico. El subnivel LLC es el más cercano al nivel de red.

Modelo OSI	Modelo IEEE
NIVEL DE ENLACE	SUBNIVEL LLC
	SUBNIVEL MAC
NIVEL FISICO	NIVEL FÍSICO

Tabla 2.3. Modelo IEEE en relación al modelo OSI

Las principales características son:

- El nivel MAC se encarga de independizar a los niveles superiores del tipo de red que se tiene.
- Es el encargado de enviar paquetes a sus destinos.

- Toma la información que le llega del nivel superior (LLC) y la empaqueta en una trama dependiente de la topología utilizada en la red física. Por tanto debe entender de tramas Ethernet, tramas anillo, etc.
- Habitualmente este nivel está microprogramado en la tarjeta de red, es decir se implementa en la propia tarjeta de red.

#### 2.4.2. CSMA/CD (IEEE 802.3)

Las características del nivel físico de la norma 802.3 son:

- La comunicación se establece en banda base.
- Las velocidades de transmisión estándares son: 1 Mbps y 10 Mbps.
- El cable coaxial utilizado es de 50 ohmios.
- El número máximo de estaciones en una red de este tipo es de 1024.
- La longitud máxima por segmento de cable es de 500 metros.
- La distancia máxima permitida entre estaciones situadas en diferentes segmentos es de 2,5 Km.
- La distancia mínima entre estaciones es de 2,5 metros.
- Las estaciones no amplifican ni regeneran la señal, sólo la escuchan.
- Podemos conectar un máximo de 100 estaciones por segmento.
- Se permiten hasta 4 repetidores por segmento.
- La frecuencia de colisiones depende mucho del tráfico de la red.
- El rendimiento de la red es bueno cuando el tráfico es bajo/medio.
- Las estaciones se conectan con una topología en bus.
- Permite la interconexión de diferentes sistemas.

Esta norma es muy parecida a la Ethernet, aunque difieren en el nivel lógico. El modelo Ethernet ha tendido a hacerse compatible con esta norma.

Mejora de los protocolos ALOHA, introducir la posibilidad de detectar si el canal está siendo ocupado. Este tipo de protocolos se denomina CSMA (Carrier Sense Multiple Access).

Dentro de los protocolos CSMA se distinguen 3 tipos:

**CSMA 1-persistente:** la estación escucha del medio, si está libre transmite y sino sigue escuchando hasta que detectan que queda libre, en el momento en el cual transmiten.

No es un protocolo libre de colisión, si más de una estación están preparadas para transmitir, estarán escuchando del medio y cuando este quede libre intentarán transmitir a la vez. Cuando se detecta una colisión, las estaciones dejarán pasar un tiempo aleatorio antes de volver a testear el canal.

**CSMA no-persistente:** antes de transmitir escuchan del medio, si está libre no transmiten sino que esperan un tiempo aleatorio antes de transmitir la trama. Se evitan colisiones a costa de introducir retardos.

**CSMA p-persistente:** se divide el tiempo en time-slots, la estación cuando está lista para transmitir escucha del medio, si está libre transmite con una probabilidad  $p$ , mientras con una probabilidad  $q=1-p$  espera hasta el siguiente slot.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.4.2.1. IEEE 802.3 y Ethernet

Aunque se suelen confundir y se suele hablar indistintamente, Ethernet y 802.3 no son equivalentes. Ethernet se desarrolló inicialmente como una tecnología de banda ancha. Otras aproximaciones optaron por la transmisión digital. La unión de todas las tecnologías que surgieron utilizando el protocolo CSMA/CD dio lugar a las normas 802.3

Intel y Xerox sentaron las bases de estas normas. Aunque la norma cubre el nivel de acceso al medio y el nivel físico, en cada norma se distinguen estos dos niveles mostrados en la tabla 2.4.

	10 BASE 5	10 BASE 2	1 BASE 5	10 BASE T	10 BROAD 36
Velocidad Trans.	10	10	1	10	10
Long. Max. Segm.	500	185	250	100	1800
Medio físico	Coaxial grueso	Coaxial fino	UTP	UTP	Coax. CATV
Topología	BUS	BUS	ESTRELLA	ESTRELLA	BUS

Tabla 2.4. Categorías en ethernet

Significado del nombre: 10 BASE T

- 10 → velocidad de transferencia, en Mbps
- Base → indica el modo de transmisión, banda base o banda ancha (broad)
- T → hace referencia al medio físico de transmisión. En principio trata de indicar la longitud máxima del segmento.
  - F indica que el medio físico es fibra óptica
  - T cable de par trenzado

Coaxial CATV = cable coaxial de TV, cuya impedancia es de  $75\Omega$

Aquí aunque todas las estaciones estén unidas al mismo bus, lo que representa el medio es la topología del cableado por eso aparece topología ESTRELLA.

## 2.4.3. TOKEN-BUS (IEEE 802.4)

Sus principales características son:

- Bus de banda ancha.
- Cable coaxial de 75 Ohmios.
- Velocidad de transmisión de 1,5 ó 10 Mbps.
- Se trata de una configuración en bus física, pero funcionando como un anillo lógico.
- Todas las estaciones están conectadas a un bus común, sin embargo funcionan como si estuviesen conectadas como un anillo.
- Cada estación conoce la identidad de las estaciones anterior y posterior.



La estación que tiene el testigo, tiene el control sobre el medio y puede transmitir tramas de datos. Cuando la estación ha completado su transmisión, pasa el testigo a la próxima estación del anillo lógico; de esta forma concede a cada estación por turno la posibilidad de transmitir.

El medio se usa alternativamente para fases de transmisión de datos y de paso de testigo. Cada estación puede tener el testigo un tiempo máximo establecido en la red o el tiempo que necesite para efectuar sus transmisiones si es menor.

Los turnos se establecen haciendo circular un testigo, en cada instante solo puede transmitir la estación que tiene el testigo.

- **Nivel físico:** se usa cable coaxial de  $75\Omega$ , variantes de la modulación FSK, las velocidades de transferencia van de 1,5 a 10 Mbps.
- **Nivel MAC (acceso al medio):** se establecen 4 niveles de prioridad distintos y se subdivide cada estación en 4 partes como si tuvieran 4 subestaciones, esto hace que las tramas se encolen en la cola correspondiente a su prioridad. Todas las estaciones empiezan a transmitir por la cola más prioritaria.

#### 2.4.4. TOKEN-RING (IEEE 802.5)

Este estándar está basado en el anillo con paso de testigo de IBM.

Las características del nivel físico de esta norma son:

- Transmisión en banda base.
- Velocidad de transmisión: 1,4 ó 16 Mbps.
- Utiliza cable de par trenzado blindados de 150 Ohmios.
- Topología en anillo con cableado en estrella.
- Número máximo de estaciones: 260. Si se necesitan más lo que se hace es poner un bridge y automáticamente podemos poner 260 más.
- La distancia máxima desde una estación hasta la MAU, depende del cableado que se utilice, pero puede estar alrededor de los 100 metros.
- Se puede configurar un anillo creando varias estrellas a través de concentradores y uniendo estos. Se pueden utilizar puentes para interconectar hasta 7 anillos.

Desarrollado por IBM para sus redes de área local. Se estructura como un anillo físico al que se conectan todas las estaciones. Por ese anillo físico se hace circular un testigo siempre en el mismo sentido, una estación sólo puede transmitir si tiene el testigo. Las estaciones transmitirán en el orden en que están conectadas al anillo.

Las estaciones que virten las tramas al anillo también las retiran, de manera que las tramas siempre dan la vuelta completa al anillo.

#### 2.4.5. FDDI

La FDDI (Fiber Distributed Data Interfaz) es un estándar para redes de área local de alta velocidad.. Se trata de un modelo presentado por ANSI y que los organismos internacionales están frecuentemente normalizando.

Sus principales características son:

- Es una red basada en fibra óptica.
- La velocidad de transmisión es de unos 100 Mbps.
- Utiliza una configuración en anillo.
- Puede soportar distancias de hasta 2 Km de fibra óptica entre estaciones, y una circunferencia total de fibra de 200 Km.
- El número máximo de estaciones conectadas es de 500, aunque se pueden conectar dos redes a través de un bridge.
- Habitualmente los enlaces con FDDI se utilizan para unir el concentrador que conecta varias estaciones a un servidor muy potente.
- Utiliza como método de acceso al medio el paso de testigo.

Ideas que sugirieron su creación:

- Incrementar la velocidad
- Mayor fiabilidad, consta de 2 anillos

Esta norma se recogió en IEEE 802.8

La utilización de FDDI es para LAN'S de muy alta velocidad o como red "backbone" para conectar otras redes.

Especificaciones del nivel físico:

- Velocidades de transferencia de 100 Mbps
- Acceso al medio mediante pase de testigo
- Anillo dual
- Fibra óptica

Se pueden conectar hasta 1000 estaciones con una separación entre ellas máxima de 2 kilómetros. La longitud total de la red puede ser de 200 km. Tiene todas las ventajas de la fibra óptica.

#### 2.4.6. *Fast Ethernet.*

##### Características

Fast Ethernet es un estándar de transmisión en una red de área local que proporciona rangos de datos de 100 megabits por segundo (referido como "100BASE-T").

##### Descripción técnica.

La subcapa (MAC)

Interfaz de comunicación independiente (MII)

La Capa Física:

- Capa física 100BaseT4
- Capa física 100BaseTX
- Capa física 100BaseFX

Las características de 100BaseT son:

- Una ratio de transferencia de 100 Mbps.
- Una subcapcaca (MAC) idéntica a la de 10BaseT.
- Formato de tramas idéntico al de 10BaseT.
- El mismo soporte de cableados que 10BaseT (cumpliendo con EIA/TIA-568).
- Mayor consistencia ante los errores que los de 10 Mbps.

La norma 100BaseT (IEEE 802.3u) se comprende de cinco especificaciones. Éstas definen la subcapa (MAC), el interfaz de comunicación independiente (MII), y las tres capas físicas (100BaseTX, 100BaseT4 y 100BaseFX).

La tabla 2.5 resume los cableados y distancias para los tres medios de comunicación físicos y en la tabla 2.6 muestra una comparación de tecnologías.

CAPA FISICA	ESPECIFICACION DEL CABLE	LONGITUD (METROS)
100 Base T4	UTP categorías 3, 4, y 5 cuatro pares.	1000 half/full-duplex
100 Base TX	UTP categoría 5, dos pares. STP Tipos 1 y 2, dos pares.	100 half/full-duplex. 100 half/full-duplex.
100 Base FX	Fibra multimodo 62.5/125 2 segmentos.	400 half-duplex. 2000 full-duplex.

Tabla 2.5. Tipos de cables y distancias máximas

	100BaseT Fast Ethernet	100VG-ANYLAN	CDDI/FDDI	ATM
Tasa de Transferencia	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	De 25 a 622 Mbps
Método de Acceso	CSMA/CD	Demanda por Prioridad	Token Passing	Basado en Células
Tamaño de la Trama	De 64 a 1500 Bytes	De 64 a 16 Kbytes	De 64 a 1500 Bytes	53 Bytes
Tipo de Transmisión	Asíncrona	Asíncrona y Síncrona	Asíncrona y Síncrona	Isócrona, Asíncrona y Síncrona

Diámetro de la Red	250 m. (UTP categoría 5)	2000 m. (UTP categoría 5)	De 100 m. a 200 Km.	De 100 m. a Múltiples Km.
Administración	SNMP y Ethernet MIBs	SNMP y MIBs	SMT y SNMP	MIBs y SNMP Proprietarios
Coste	Bajo Coste	Bajo coste	Coste en descenso	Muy alto
Tolerancia a Fallos	Spanning Tree		Doble Anillo	Múltiples vías
Aplicación en	PC's de escritorio, Estaciones de trabajo, y como Backbone	PC's de escritorio, Backbone y Multimedia	PC's de escritorio, Estaciones de trabajo, y como Backbone	Backbone, WAN, LAN, Multimedia, Y PC's de escritorio

Tabla-2.6. Fast ethernet. Tabla comparativa de tecnologías alternativas

Ventajas de Fast Ethernet

- Los datos pueden moverse entre Ethernet y Fast Ethernet sin traducción protocolar
- Fast Ethernet también usa las mismas aplicaciones y los mismos drivers usados por Ethernet tradicional.
- Fast Ethernet está basado en un esquema de cableado en estrella. Este topología es más fiable y en ella es más fácil de detectar los problemas que en 10Base2 con topología de bus.
- En muchos casos, las instalaciones pueden actualizarse a 100BaseT sin reemplazar el cableado ya existente.
- Fast Ethernet necesita sólo 2 pares de UTP categoría 5, mientras 100VG-AnyLAN necesita 4 pares.

Desventajas de Fast Ethernet

- Si el cableado existente no se encuentra dentro de los estándares, puede haber un costo sustancial en el recableado.
- Fast Ethernet puede ser más rápido que las necesidades de la workstations individuales y más lento que las necesidades de la red entera.
- La tecnología "no es escalable" más allá de 100 Mbps. Así que el próximo perfeccionamiento tecnológico puede requerir una inversión mayor.

Las tendencias de mercado parecen indicar que Fast Ethernet se está convirtiendo en un estándar y en conclusión, uno tendría que decir que Fast Ethernet es una tecnología intermedia que resuelve algunos problemas, pero que no es aplicable en todos los casos.

#### 2.4.7. Gigabit ethernet

La aparición de aplicaciones de tipo intranet pronostican una migración a nuevos tipos de datos, incluso vídeo y voz. Antes se pensaba que el vídeo podría requerir una tecnología de gestión de redes diferente, diseñada específicamente para la multimedia. Pero hoy es posible mezclar datos y vídeo sobre Ethernet a través de una combinación de:

- Aumentos del ancho de banda proporcionados por Fast Ethernet y Gigabit Ethernet, reforzados por LAN's conmutadas.
- La aparición de nuevos protocolos, como RSVP, que proporciona reserva del ancho de banda.
- La aparición de nuevas normas como 802.1Q y/o 802.1p que proporcionará VLAN's y la información de prioridad explícita para los paquetes en la red.
- El uso extendido de compresión de vídeo avanzada, como MPEG-2.

#### Conclusión

Los objetivos importantes son desarrollar una norma Gigabit Ethernet que:

- Permita Half y Full Duplex a velocidades de 1000 Mbps.
- Use el formato de trama de el 802.3/Ethernet.
- Use los métodos de acceso CSMA/CD con soporte para un repetidor por dominio de colisión.
- Mantenga total compatibilidad con las tecnologías 10BaseT y 100BaseT.

#### 2.5. Topología de una red

La topología de una red define únicamente la distribución del cable que interconecta las diferentes computadoras, es decir, es el mapa de distribución del cable que forma la intranet. Define cómo se organiza el cable de las estaciones de trabajo. A la hora de instalar una red, es importante seleccionar la topología más adecuada a las necesidades existentes. Hay una serie de factores a tener en cuenta a la hora de decidirse por una topología de red concreta y son:

- La distribución de los equipos a interconectar.
- El tipo de aplicaciones que se van a ejecutar.
- La inversión que se quiere hacer.
- El coste que se quiere dedicar al mantenimiento y actualización de la red local.
- El tráfico que va a soportar la red local.
- La capacidad de expansión. Se debe diseñar una intranet teniendo en cuenta la escalabilidad.

No se debe confundir el término topología con el de arquitectura. La arquitectura de una red engloba:

- La topología.
- El método de acceso al cable.
- Protocolos de comunicaciones.

Actualmente la topología está directamente relacionada con el método de acceso al cable, puesto que éste depende casi directamente de la tarjeta de red y ésta depende de la topología elegida.

### 2.5.1. Tipos de topología

#### 2.5.1.1 Topología física

Es lo que hasta ahora se ha venido definiendo; la forma en la que el cableado se realiza en una red. Existen tres topología físicas puras:

- Topología en anillo.
- Topología en bus.
- Topología en estrella.

Existen mezclas de topologías físicas, dando lugar a redes que están compuestas por mas de una topología física.

#### Topología en bus

Consta de un único cable que se extiende de un ordenador al siguiente de un modo serie. Los extremos del cable se terminan con una resistencia denominada **terminador**, que además de indicar que no existen más computadoras en el extremo, permiten cerrar el bus.

Sus principales ventajas son:

- Fácil de instalar y mantener.
- No existen elementos centrales del que dependa toda la red, cuyo fallo dejaría inoperativas a todas las estaciones.

Sus principales inconvenientes son:

- Si se rompe el cable en algún punto, la red queda inoperativa por completo.

Cuando se decide instalar una red de este tipo en un edificio con varias plantas, lo que se hace es instalar una red por planta y después unir las todas a través de un bus troncal tal como se muestra en la figura 2.2.

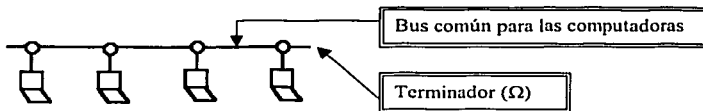


Figura 2.2. Topología en forma de bus

### Topología en anillo

Sus principales características son:

- El cable forma un bucle cerrado formando un anillo.
- Todos las computadoras que forman parte de la red se conectan a ese anillo.
- Habitualmente las redes en anillo utilizan como método de acceso al medio el modelo "paso de testigo".

Los principales inconvenientes serían:

- Si se rompe el cable que forma el anillo se paraliza toda la red.
- Es difícil de instalar.
- Requiere mantenimiento.

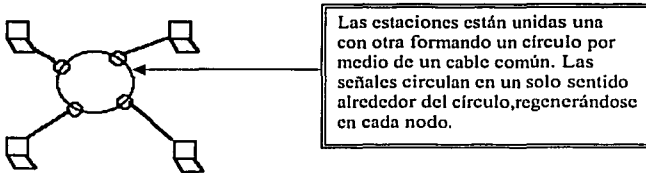


Figura 2.3. Topología en anillo

### Topología en estrella

Sus principales características son:

- Todas las estaciones de trabajo están conectadas a un punto central (concentrador), formando una estrella física.
- Habitualmente sobre este tipo de topología se utiliza como método de acceso al medio pooling, siendo el nodo central el que se encarga de implementarlo.
- Cada vez que se quiere establecer comunicación entre dos computadoras, la información transferida de uno hacia el otro debe pasar por el punto central.
- Existen algunas redes con esta topología que utilizan como punto central una estación de trabajo que gobierna la red.
- La velocidad suele ser alta para comunicaciones entre el nodo central y los nodos extremos, pero es baja cuando se establece entre nodos extremos.
- Este tipo de topología se utiliza cuando el traspaso de información se va a realizar preferentemente entre el nodo central y el resto de los nodos, y no cuando la comunicación se hace entre nodos extremos.
- Si se rompe un cable sólo se pierde la conexión del nodo que interconectaba.
- Es fácil de detectar y de localizar un problema en la red.

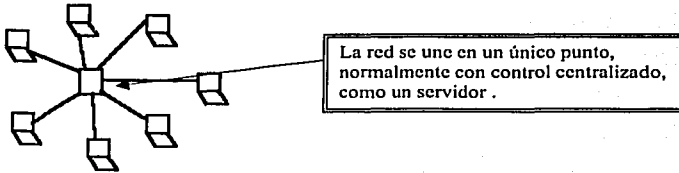


Figura 2.4. Topología en estrella

### Topología en estrella pasiva

Se trata de una estrella en la que el punto central al que van conectados todos los nodos es un concentrador (hub) pasivo, es decir, se trata únicamente de un dispositivo con muchos puertos de entrada.

### Topología de estrella activa

Se trata de una topología en estrella que utiliza como punto central un hub activo o bien un ordenador que hace las veces de servidor de red. En este caso, el hub activo se encarga de repetir y regenerar la señal transferida e incluso puede estar preparado para realizar estadísticas del rendimiento de la red. Cuando se utiliza un ordenador como nodo central, es éste el encargado de gestionar la red, y en este caso suele ser además del servidor de red, el servidor de ficheros.

#### 2.5.1.2. Topología lógica

Es la forma de conseguir el funcionamiento de una topología física cableando la red de una forma más eficiente. Existen topologías lógicas definidas:

- Topología anillo-estrella: implementa un anillo a través de una estrella física.
- Topología bus-estrella: implementa una topología en bus a través de una estrella física.

### Topología anillo-estrella

Uno de los inconvenientes de la topología en anillo era que si el cable se rompía toda la red quedaba inoperativa; con la topología mixta anillo-estrella, éste y otros problemas quedan resueltos. Las principales características son:

- Cuando se instala una configuración en anillo, el anillo se establece de forma lógica únicamente, ya que de forma física se utiliza una configuración en estrella.
- Se utiliza un concentrador, o incluso un servidor de red (uno de los nodos de la red, aunque esto es el menor número de ocasiones) como dispositivo central, de esta forma, si se rompe algún cable sólo queda inoperativo el nodo que conectaba, y los demás pueden seguir funcionando.
- El concentrador utilizado cuando se está utilizando esta topología se denomina MAU (Unidad de Acceso Multiestación), que consiste en un dispositivo que proporciona el punto de conexión para múltiples nodos. Contiene un anillo interno que se extiende a un anillo externo, esto se aprecia mejor en la figura 2.5.



- A simple vista, la red parece una estrella, aunque internamente funciona como un anillo.
- Cuando la MAU detecta que un nodo se ha desconectado (por haberse roto el cable, por ejemplo), puentea su entrada y su salida para así cerrar el anillo.

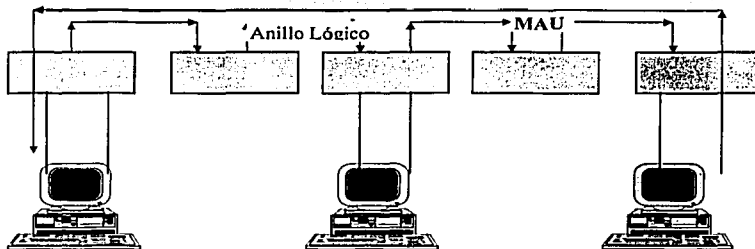


Figura 2.5. Topología anillo-estrella

#### Topología bus-estrella

Este tipo de topología es en realidad una estrella que funciona como si fuese en bus. Como punto central tiene un concentrador pasivo (hub) que implementa internamente el bus, y al que están conectados todas las computadoras. La única diferencia que existe entre esta topología mixta y la topología en estrella con hub pasivo es el método de acceso al medio utilizado.

La tabla 2.7 refleja las longitudes máximas de los segmentos dependiendo de las diferentes topologías de red.

TOPOLOGÍAS	LONGITUD
Ethernet gruesa	500 metros
Ethernet fina	185 metros
Ethernet de par trenzado	100 metros
Ethernet de fibra óptica (Gyga-ethernet)	2.000 metros
Token-Ring de par trenzado	100 metros

Tabla 2.7. Longitudes de segmentos en topologías

La interconexión de intranets se puede establecer a varios niveles: desde el nivel físico, a través de un dispositivo llamado **hub** (concentrador) hasta niveles más altos (niveles del modelo OSI) a través de dispositivos como un puente (Bridge) o un router (encaminador). La tabla 2.8 muestra el nivel en el que trabajan los diferentes dispositivos.

DISPOSITIVO	NIVEL
repetidor	Físico
concentrador	Físico
puente	Enlace
encaminador	Red
pasarela	aplicación

Tabla 2.8. Nivel OSI por dispositivo

Para la segmentación de intranets, y teniendo en cuenta que uno de los motivos por el que se realiza esta operación es mejorar el rendimiento de la red, es necesario emplear dispositivos inteligentes, como pueden ser un encaminador o un puente.

Las redes locales tienen una serie de limitaciones inherentes a su naturaleza:

- Limitaciones en el número de hosts.
- Limitaciones en la distancia que puede cubrir.
- Limitaciones en el número y tipo de nodos que se pueden conectar.
- Limitaciones en el acceso a los nodos.
- Limitaciones en la comunicación con los usuarios.

Para resolver estos problemas se utilizan soluciones de dos naturalezas: software y hardware:

- Elementos de interconexión.
- Software de servicios.

De forma genérica existen varias maneras de ampliar las intranets:

- Hubs: Para unir hosts dentro de una red.
- Repetidores: conexión a nivel físico, en el mismo segmento.
- Bridges: Conexión a nivel de enlace entre dos segmentos (iguales o distintos).
- Routers: Conexión a nivel de red.
- Gateways: Conexión a nivel de presentación, entre dos redes distintas.

## 2.6. Sistemas de conexión y medios de transmisión

Los medios y sistemas de transmisión son aquellos que permiten la interconexión entre los diferentes elementos de una red local o extensa.

### 2.6.1. Dispositivos de conexión

**Concentradores ("hubs")**

**Concentradores:** Dispositivo que centraliza la conexión de los cables procedentes de las estaciones de trabajo. Existen dos tipos de concentradores: pasivos y activos. Los concentradores pasivos son simplemente cajas que disponen de unos puertos a los que se conectan las estaciones de trabajo dentro de una configuración en forma de estrella, únicamente se trata de un cuadro de uniones.

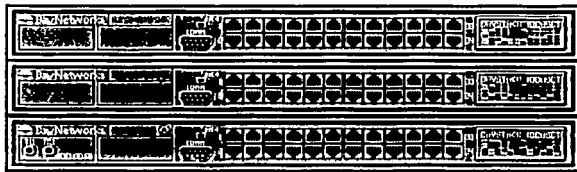
Un concentrador activo es un concentrador que dispone de más puertos que un concentrador pasivo para la conexión de estaciones y que realiza más tareas, como puede ser la de amplificación de la señal recibida antes de su retransmisión. A veces se utilizan para estructurar la topología de una Intranet, permitiendo mayor flexibilidad en la modificación de ésta.

Dispositivo que interconecta host dentro de una red. Es el dispositivo de interconexión más simple que existe. Sus principales características son:

- Se trata de un armario de conexiones donde se centralizan todas las conexiones de una red, es decir un dispositivo con muchos puertos de entrada y salida.
- No tiene ninguna función aparte de centralizar conexiones.
- Se suelen utilizar para implementar topologías en estrella física, pero funcionando como un anillo o como un bus lógico.



Figura 2.6. Captura de la pantalla de la estación de *Network Management* de un Hub modular 10 Mbits/s comportando tres tipos de medio y una caja de *Management* equipada de una toma AUI.



Módulo fibras    Módulo de administración

Figura 2.7. Imagen de un Hub *Stackable*.

También se puede apilar conectándolos mediante un cable paralelo de los módulos de 12 o 24 puertos *twisted pair*.

Sólo el primer Hub está equipado de un módulo de fibra óptica para la conexión al *Backbone* y de un módulo de *Management*.

Hubs activos: permiten conectar nodos a distancias de hasta 609 metros, suelen tener entre 8 y 12 puertos y realizan funciones de amplificación y repetición de la señal.

Hubs pasivos: son simples armarios de conexiones. Permiten conectar nodos a distancias de hasta 30 metros. Generalmente suelen tener entre 8 y 12 puertos.

En resumen:

- El hub funciona al nivel 1 del modelo OSI.
- Hace el oficio de convertidor de medios
- Algunos Hubs pueden acoger un módulo de Management
- Todos los segmentos o aparatos conectados a un Hub forman parte del mismo dominio de colisión.

#### Repetidores

La versión 1.0 de Ethernet definía un repetidor como un elemento activo que permite acoplar directamente dos segmentos de cable amarillo. Dos segmentos distantes de menos de un Km pudiendo estar enlazados por dos repetidores para fibra óptica.

Características de un Repetidor:

- Permite extender la longitud de la red más allá de los 500m de un ramal (4 repetidores max entre dos nodos)
- Amplifica y regenera la señal
- Aisla un ramal desfalleciente - Partitionning - (Cable abierto, por ejemplo)
- Adapta dos medios Ethernet diferentes (fibra-coaxial, Thick Ethernet a Thin Ethernet)
- Funcionan a nivel físico.
- Amplifican la señal eléctrica, la señal que reciben es regenerada y repetida.
- Pueden unir segmentos de cables distintos. Por ejemplo un Ethernet de cable gordo con otro de cable fino o con fibra óptica.

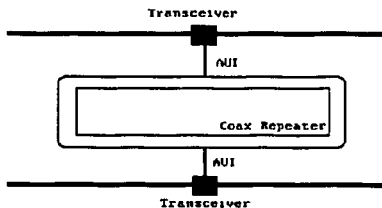


Figura 2.8. Repetidor coaxial uniendo dos segmentos de cable amarillo

Nota: Actualmente, los repetidores ya no se utilizan más que para la conversión de los medios:

- Par trenzado a Thin Ethernet
- Par trenzado a Fibra óptica
- Par trenzado a AUI

En resumen:

- El repetidor funciona en el nivel 1 del modelo OSI
- Permite extender la red
- Ofrece la función de Partitionning
- Hace el oficio de convertidor de medios
- Todos los segmentos conectados a un repetidor forman parte del mismo dominio de colisión

### Routers ("encaminador")

Es un dispositivo el cual en la mayoría de los casos constituye software en una computadora (que puede ser UNIX), que determina el siguiente punto que el paquete sigue a través de la red hasta su destino.

El router se encuentra entre las dos redes y decide por que camino mandar los paquetes de información de forma que haya entendimiento entre el estado de las redes que se conectan.

Sus principales características son:

- Es como un puente incorporando características avanzadas.
- Trabajan a nivel de red del modelo OSI, por tanto trabajan con direcciones IP.
- Un router es dependiente del protocolo.
- Permite conectar redes de área local y de área extensa.
- Habitualmente se utilizan para conectar una red de área local a una red de área extensa.
- Son capaces de elegir la ruta más eficiente que debe seguir un paquete en el momento de recibirlo.
- La forma que tienen de funcionar es la siguiente.
  - Cuando llega un paquete al router, éste examina la dirección destino y lo envía hacia allí a través de una ruta predeterminada.
  - Si la dirección destino pertenece a una de las redes que el router interconecta, entonces envía el paquete directamente a ella; en otro caso enviará el paquete a otro router más próximo a la dirección destino.
  - Para saber el camino por el que el router debe enviar un paquete recibido, examina sus propias tablas de encaminamiento.
- Existen routers multiprotocolo que son capaces de interconectar redes que funcionan con distintos protocolos; para ello incorporan un software que pasa un paquete de un protocolo a otro, aunque no son soportados todos los protocolos.
- Cada segmento de red conectado a través de un router tiene una dirección de red diferente.

Los encaminadores son dispositivos software o hardware que se pueden configurar para encaminar paquetes entre sus distintos puertos utilizando la dirección lógica correspondiente a la internet (subred).

### Nivel de operación

El encaminador interconecta redes de área local operando en el nivel 3 de OSI (Figura 2.9), por tanto, su funcionalidad está fuertemente condicionada por el protocolo de red.



Esto hace que su rendimiento sea menor, ya que emplea tiempo de proceso en analizar los paquetes del nivel de red que le llegan, sin embargo, permiten una organización muy flexible de la interconexión de las redes.

Hay dos tipos fundamentales de encaminadores, según que la red a la que deben servir esté orientada a la conexión o no. Además, hay que tener en cuenta el protocolo de red que debe encaminar. Un router que encamine TCP/IP no sirve para encaminar ningún otro protocolo. Los encaminadores comerciales suelen tener capacidad para encaminar los protocolos más utilizados, todos ellos en el nivel 3: IP, IPX, AppleTalk, DECnet, XNS, etc.

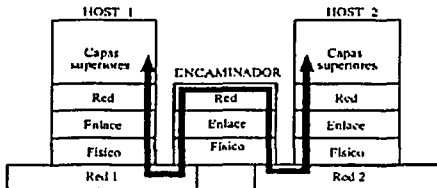


Fig 2.9. Secuencia de un encaminador

Las características fundamentales de los encaminadores se pueden resumir del modo que sigue:

- Interpretan las direcciones lógicas de la capa 3, en lugar de las direcciones MAC o capa de enlace, como hacen los puentes o los conmutadores.
- Son capaces de cambiar el formato de la trama, ya que operan en un nivel superior a la misma. Poseen un elevado nivel de inteligencia y pueden manejar distintos protocolos previamente establecidos.
- Proporcionan seguridad a la red, puesto que se pueden configurar para restringir los accesos a ésta.
- Reducen las congestiones de la red aislando de tráfico las distintas subredes que interconectan. Por ejemplo, un router TCP/IP puede filtrar los paquetes que le llegan utilizando las máscaras IP.
- Determinación del mejor camino: Un Metric es un estándar de medición (Por ejemplo Path Length) que es utilizado por los algoritmos de ruteo para determinar el camino óptimo para un destino.

Para conocer los puertos donde hacer pasar los paquetes, el algoritmo de ruteo crea y mantiene las *tablas de ruteo* que contienen una variedad de informaciones, como la *Destination/Next hop*.

Ya que un router recibe un paquete, busca la dirección de la red de destino en la tabla de ruteo y la envía sobre la interface concernida o hacia la ruta por defecto si esta no se encuentra allí.

En resumen:

- Los Routers funcionan principalmente en el nivel 3 del modelo OSI.

- Pueden hacer oficio de Bridge para ciertos protocolos
- Permiten dividir una clase de dirección en Subnets, limitando así el tráfico y la tasa de Broadcast
- Pueden filtrar las direcciones
- Determinan el mejor camino en función de la banda pasante de la línea y del número de nodos Hops a travérsar
- Mantienen y transmiten a los nodos siguientes sus tablas de ruteo
- Coleccionan los pares <Adresse Protocole - Adresse MAC> en una tabla ARP
- Hacen el oficio de servidor de tiempo NTP

#### Switches(Conmutador o Hub inteligente)

El switch es un conmutador que tiene funciones de nivel 2 de OSI y que, por tanto, se parece a un bridge en cuanto a su funcionamiento. Sin embargo, tiene algunas características que lo distinguen:

- El switch es siempre local
- Conecta segmentos de red en lugar de redes, aunque en estos niveles inferiores no es fácil diferenciar un caso de otro.
- La velocidad de operación del switch es mayor que la del puente, que introduce mayores tiempos de retardo.
- En un switch se puede repartir el ancho de banda de la red de una manera apropiada en cada segmento de red o en cada nodo, de modo transparente a los usuarios. Esto proporciona facilidades para la construcción de redes virtuales(VLAN's).
- Gran parte de los modelos comerciales de conmutadores son apilables, y por tanto, fácilmente escalables, por lo que les da una flexibilidad semejante a los repetidores, pero con la funcionalidad de los puentes en cuanto a la gestión del tráfico de la red se refiere.
- Algunos conmutadores de muy alto rendimiento se conectan en forma modular a un bus de muy alta velocidad (backplane) por el que producen su conmutación.
- Un Switch puede ser considerado como una matriz de conexión que permite interconectar simultáneamente los segmentos o los aparatos a 10 Mbits/s ET/O 100 Mbits/s.
- Notar que ciertos modelos de switches son auto sensings, lo que quiere decir que adaptan la velocidad de sus puertos (10/100 Mbits/s) a la del aparato que les es conectado.
- Cada puerto de un Switch forma parte de un solo dominio de colisión.
- Cada puerto del Switch aprende dinámicamente las direcciones MAC (Ethernet) de los equipos que le son conectados.
- El Switch posee un Buffer circular interno trabajando entre 1 o 2 Gbits/s que distribuye los paquetes entrantes a los puertos de destino si existe concordancia con la dirección aprendida dinámicamente por este.
- El Switch es capaz "de aprender" 1024 o 2048 direcciones por puerto.



En resumen:

- El Switch funciona en el nivel 2 o 3 del modelo OSI
- Permite configurar las VLAN
- Pueden ser accedidas por el Network Management o en modo terminal, vía Telnet
- Todos los puertos de un Switch son del dominio de colisión diferentes
- Pueden ser auto sensing 10/100

### Bridges("Puentes")

Un Bridge es un elemento de filtrado que permite aislar dinámicamente 2 segmentos de una red o acoplar 2 segmentos distantes utilizando una línea de velocidad más débil que 10 Mbits/s. (Típicamente las líneas de MODEM)

El puente es una máquina de red que posee alguna inteligencia, ya que debe almacenar y reexpedir las tramas que le llegan por sus puertos en función del contenido de las mismas. Por tanto, son pequeñas microcomputadoras que realizan una serie de operaciones básicas en la red.

La instalación de un puente en una red de área local es justificable cuando han de conectarse distintas redes que se caracterizan por su función o por su propietario, también si se desea conectar redes de distintos edificios en la misma organización sin perder ninguna funcionalidad entre ellas, o cuando se desea aislar el tráfico en cada segmento de red que conecta el puente, etc.

Un puente añade algunas ventajas; por ejemplo, si necesitamos una red Ethernet con una longitud mayor de 2,5 km podemos instalar un puente en mitad de la red asignando a cada segmento una longitud no superior a 2,5 km, con lo que conseguiríamos una red Ethernet de hasta 5 km de longitud.

### Nivel de operación

Los puentes operan en nivel 2 de OSI, es decir, su unidad de operación básica es la trama de red (Figura 2.10). Cuando un puente debe pasar una trama de un segmento a otro de la red, normalmente ejecuta las siguientes fases:

Almacena en memoria la trama recibida por cualquier puerto para su análisis posterior.

Comprueba el campo de control de errores de la trama con el fin de asegurarse de la integridad de la misma. Si encontrara un error, eliminará la trama de la red, con lo que tramas incompletas o erróneas no traspasarán la frontera del segmento de red donde se produjo el fallo.

Algunos puentes son capaces de retocar de modo sencillo el formato de la trama (añadir o eliminar campos), con el fin de adecuarla al formato del segmento destinatario de la misma. El puente reexpide la trama si determina que el destinatario se encuentra en un segmento de red accesible por alguno de sus puertos.

Puesto que los puentes operan en el nivel 2, no pueden tomar decisiones de encaminamiento que afecten a los protocolos o sistemas de direccionamiento del nivel 3: sólo pueden operar con direcciones de nivel 2 (direcciones MAC).



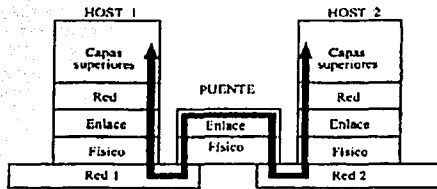


Fig 2.10. Modo en el cual opera un bridge

En resumen:

- Los Bridges funcionan en el nivel 2 del modelo OSI
- Pueden reenlazar 2 segmentos distantes (Remote Bridges)
- Pueden ser manejado por Network Management
- Permiten aislar segmentos de una misma Subnet IP
- Separan los dominios de colisión

Gateways("pasarelas")

Son conceptualmente similares a los puentes, pero funcionan en el nivel de red.

A veces se utiliza el término pasarela como sentido genérico, aplicable a cualquier capa, y el término encaminador (router) para una pasarela en la capa de red. Se usan en redes WAN.

Características:

- Son más flexibles que los puentes; pueden traducir más protocolos.
  - Una computadora puede tener tantas direcciones de nivel de red como protocolos entienda.
- Son, por tanto, más lentas que los puentes, puesto que su trabajo es más complejo (afecta a mayor número de capas).
- Podemos tener routers multiprotocolo.
- Se les pide que acepten y reexpidan tráfico de una red a otra en tiempo real.
- Son capaces de filtrar las tramas de broadcast.
- Algunas son capaces de crear redes virtuales.
- Tipos de pasarelas : Orientadas a conexión y sin conexión.
- Si el paquete está dirigido al propio encaminador evalúa la información remanente en el paquete.
- Si un paquete tiene destino en la propia red, el encaminador simplemente lo envía.
- Si la lista de filtros está disponible, el encaminador compara la dirección del paquete con los valores de la lista y lo descarta si es necesario. Esto hace que un paquete quede dentro o fuera de la red, en base a razones de seguridad.
- Si el paquete contiene información procedente del encaminamiento fuente, en la que se contenga el nombre del próximo encaminador que está en la ruta hacia su destino, simplemente dirige el paquete hacia él.

- Un encaminador mantiene una tabla de rutas que pueden emplear los paquetes para cruzar la interred.
- Si un encaminador no conoce la ruta, o no puede encontrar la dirección de destino del paquete en su tabla de caminos, descarta el paquete y podría devolver un mensaje de error a la fuente.
- Algunos paquetes (del tipo de los TCP / IP) contienen información acerca del número de saltos que han hecho en la red. Si un paquete sobrepasa un cierto número, el encaminador lo descarta ya que asume que está en un bucle. El encaminador podría devolver un mensaje de error a la fuente.

Ventajas de los Puentes frente a las Pasarelas :

1. Pueden tomar decisiones de encaminamiento.
2. Control de flujo, si existe una carga excesiva pueden desviar el tráfico.
3. Pueden fragmentar tramas.

Características	Puente	Pasarela
Encaminamiento basado en un algoritmo o protocolo	Normalmente No	SI
Usa dirección de Red	NO	SI
Lee todas las tramas del medio	SI	NO
Decisiones de avance	Elementales	Pueden ser complejas
Transmisión por múltiples caminos	Limitada	Alta
Control de encaminamiento	Limitado	Alto
Control de flujo	NO	SI
Fragmentación de tramas	NO	SI
Rango de procesamiento de paquetes	Alto	Moderado
Precio	Más barato	Más caro

Tabla 2.9. Comparación entre puentes y pasarelas

#### MODEM

El MODEM es un dispositivo que permite conectar dos computadoras remotos utilizando la línea telefónica de forma que puedan intercambiar información entre si(ver figura 2.11).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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

El MODEM es por todas estas razones el método más popular de acceso a la Internet por parte de los usuarios privados y también de muchas empresas (a través de ISP's o carriers).

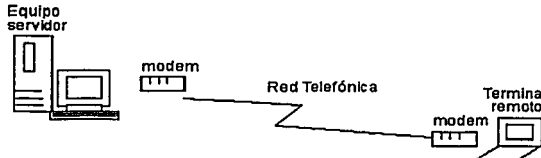


Figura 2.11. Conexión física de un modulator-demodulator

La información que maneja el ordenador es digital, es decir esta compuesta por un conjunto discreto de dos valores el 1 y el 0. Sin embargo, por las limitaciones físicas de las líneas de transmisión no es posible enviar información digital a través de un circuito telefónico. Para poder utilizar las líneas de teléfono (y en general cualquier línea de transmisión) para el envío de información entre computadoras digitales, es necesario un proceso de transformación de la información (ver figura 2.12). Durante este proceso la información se adecúa para ser transportada por el canal de comunicación. Este proceso se conoce como modulación-demodulación y es el que se realiza en el MODEM.



Figura 2.12. Señal analógica(continua) a señal digital(discreta)

Los MODEM se conectan con el ordenador a través de un puerto de comunicaciones del primero. Estos puertos siguen comúnmente la norma RS232 (modo de transmisión). A través del cable RS232 conectado entre el ordenador y MODEM estos se comunican. Hay varios circuitos independientes en el interfaz RS232. Dos de estos circuitos, el de transmitir datos (TD), y el de recibir datos (RD) forman la conexión de datos entre PC (la computadora) y MODEM. Hay otros circuitos en el interfaz que permiten leer y controlar estos circuitos.

#### Características de un MODEM:

Un MODEM abreviación de **MOD**ulador **DEM**odulador es un convertidor digital/analógico (vease figura 2.12) o adaptador digital/digital destinado a escuchar datos sobre líneas habitualmente reservadas al teléfono.

Hay dos familias principales de MODEM:

- Los MODEM para líneas conmutadas (líneas domésticas) utilizando los mismos circuitos que el teléfono clásico - Modo Asíncrono, en general
- Los MODEM para líneas permanentes dedicadas a las transmisiones de datos punto a punto entre dos sitios unidos por circuitos alquilados a los operadores de las telecomunicaciones(ISP's) - Modo Síncrono

En resumen:

- Un MODEM Modulador - DEModulador es un aparato que permite transmitir datos sobre líneas destinadas al teléfono
- Un MODEM "inteligente" es capaz de adaptarse a los parámetros del ordenador al que está conectado y de administrar la transmisión sobre la línea cobre (Retransmisión en caso de error y compresión de los datos)
- Para unir dos redes de manera permanente, se utilizan MODEM para línea(s) dedicada(s)

## 2.6.2. Tipos y características de medios de transmisión

### 2.6.2.1. Fundamentos teóricos de la transmisión de datos

Los medios de transmisión se pueden clasificar en medios guiados y medios no guiados:

- *Guiados*: las ondas se transmiten confinándolas dentro del medio de transmisión a lo largo de todo su camino (pares de cobre, cables metálicos, cables fibra óptica).
- *No guiados*: las ondas electromagnéticas que circulan por ellos no se encauzan sino que se propagan a través del aire, agua e incluso el vacío (transmisiones de radio).

Todas las señales que se pueden intercambiar entre dos puntos se denominan ondas electromagnéticas, que se pueden agrupar en función del tiempo y en función de la frecuencia.

Dentro del dominio temporal, las ondas pueden ser:

- *continuas*: la intensidad de la señal varía suavemente en el tiempo sin presentar saltos ni discontinuidades.
- *discretas*: la intensidad se mantiene constante durante un determinado intervalo de tiempo, transcurrido el cual la señal varía a otro valor constante.

### 2.6.2.2. Medios de Transmisión

Medio de transmisión: se trata de cualquier medio físico, incluso el aire (como por ejemplo en las comunicaciones inalámbricas o por radio), que pueda transportar información en forma de señales electromagnéticas. El medio de transmisión es el soporte de toda la Intranet: si no tenemos medio de transmisión, no tenemos Intranet. Existen diferentes medios de transmisión: cable coaxial, fibra óptica, par trenzado, microondas, ondas de radio, infrarrojos, láser, etc. La elección del medio de transmisión para una red no se hace de forma aleatoria; existen un serie de factores que lo determinan: la velocidad que

queramos en la red, la arquitectura, el ruido e interferencias que va a tener que soportar, la distancia, etc.

Los principales elementos que necesitamos para instalar una red son:

- Tarjetas de interfaz de red.
- Cable.
- Protocolos de comunicaciones.
- Sistema operativo de red.
- Aplicaciones capaces de funcionar en red.

Determinación de la velocidad de transmisión en una red

Existen varios factores que determinan la velocidad de transmisión de una red, entre ellos podemos destacar:

- El cable utilizado para la conexión. Dentro del cable existen factores como:
  - El ancho de banda permitido.
  - La longitud.

Existen otros factores que determinan el rendimiento de la red, son :

- Las tarjetas de red.
- El tamaño del bus de datos de las máquinas.
- La cantidad de retransmisiones que se pueden hacer.

Medios de transmisión de una red local

Se pueden diferenciar dos grupos:

- Los cables (medios guiados)

El cable utilizado para formar una red se denomina a veces *medio*. Los tres factores que se deben tener en cuenta a la hora de elegir un cable para una red son:

- Velocidad de transmisión que se quiere conseguir.
  - Distancia máxima entre computadoras que se van a conectar.
  - Nivel de ruido e interferencias habituales en la zona que se va a instalar la red. Los cables más utilizados son el par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica.
- Los medios inalámbricos (medios no guiados)

Todos los medios de este tipo se caracterizan porque usan antenas. En la transmisión la antena radia energía electromagnética en el medio y para la recepción las antenas captan la energía electromagnética presente en su entorno.

Existen dos configuraciones para la transmisión inalámbrica:

- Direccional: se concentra la energía en un haz y para su correcta propagación la antena del emisor y la del receptor deben estar alineadas.
- Omnidireccional: el diagrama de radiación de la antena es disperso. A mayores frecuencias es más fácil concentrar toda la energía en un haz, en una dirección.

Microondas, 2Ghz-40Ghz, se pueden conseguir haces altamente direccionables.

Ondas de radio, 30Mhz-1Ghz, normalmente transmisión omnidireccional.

Infrarrojos, 3000 Ghz - 20000 Ghz, son direccionables pero se reflejan.

### 2.6.2.2.1. Medios guiados

La capacidad del canal depende de dos factores:

- De la distancia del enlace.
- Será mayor si el enlace es punto a punto que si es multipunto

#### Par trenzado

Se trata de dos hilos de cobre aislados y trenzados entre sí, y en la mayoría de los casos cubiertos por una malla protectora. Los hilos están trenzados para reducir las interferencias electromagnéticas con respecto a los pares cercanos que se encuentran a su alrededor (dos pares paralelos constituyen una antena simple, en tanto que un par trenzado no).

Se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, y su ancho de banda depende de la sección de cobre utilizado y de la distancia que tenga que recorrer.

Se trata del cableado más económico y la mayoría del cableado telefónico es de este tipo. Presenta una velocidad de transmisión que depende del tipo de cable de par trenzado que se esté utilizando. Está dividido en categorías por el EIA/TIA:

- Categoría 1: Hilo telefónico trenzado de calidad de voz no adecuado para las transmisiones de datos. Velocidad de transmisión inferior a 1 Mbits/seg
- Categoría 2 : Cable de par trenzado sin apantallar. Su velocidad de transmisión es de hasta 4 Mbits/seg.
- Categoría 3 : Velocidad de transmisión de 10 Mbits/seg. Con este tipo de cables se implementa las redes Ethernet 10-Base-T
- Categoría 4 : La velocidad de transmisión llega a 16 bits/seg.
- Categoría 5 : Puede transmitir datos hasta 100 Mbits/seg.

Tiene una longitud máxima limitada y, a pesar de los aspectos negativos, es una opción a tener en cuenta debido a que ya se encuentra instalado en muchos edificios como cable telefónico y esto permite utilizarlo sin necesidad de obra.

La mayoría de las mangueras de cable de par trenzado contiene más de un par de hilos por lo que es posible encontrar mangueras ya instaladas con algún par de hilos sin utilizarse. Además resulta fácil de combinar con otros tipos de cables para la extensión de redes.

Actualmente casi todo el cable de cobre utilizado en redes Ethernet es el de pares trenzados sin apantallar (UTP, Unshielded Twisted Pair, ver figura 2.13); mas raramente se emplea cable de pares trenzados apantallado (STP, Shielded Twisted Pair, ver figura 2.14) o también cable coaxial. Esto no se debe a las virtudes del cable UTP, que es peor que el STP o el coaxial para transmitir señales de alta frecuencia, sino al requerimiento de utilizar un cable de bajo costo que permita un cableado integrado de voz y datos.

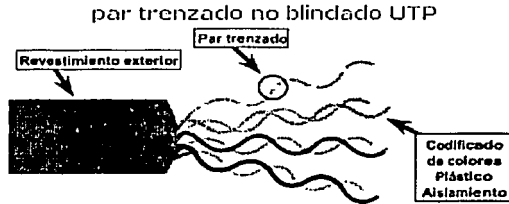


Figura 2.13. Par trenzado UTP

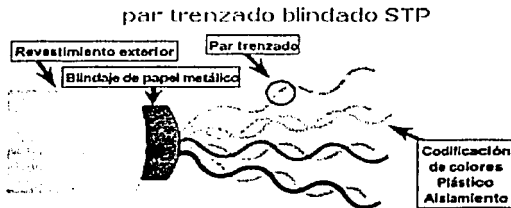


Figura 2.14. Par trenzado STP

Las normativas de cableado estructurado clasifican los diferentes tipos de cable de pares trenzados en categorías de acuerdo con sus características. Una categoría mayor soporta mayores frecuencias y supone una mayor capacidad para transmitir datos.

En la tabla 2.10 se resumen los medios físicos de cobre más utilizados en Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.

Denominación	Cable	Pares	Full dúplex	Conectores	Distancia
10BASE5	Coaxial grueso	1	No	'N'	500 m
10BASE2	RG 58 (Coaxial fino)	1	No	BNC	185 m
10BASE-T	UTP cat. 3	2	Sí	RJ-45	100 m
10BASE-T	UTP cat. 5	2	Sí	RJ-45	150 m*

100BASE-TX	UTP cat. 5	2	Sí	RJ-45	100 m
100BASE-TX	STP	2	Sí	9 pin D sub.	100 m
100BASE-T4	UTP cat. 3	4	No	RJ-45	100 m
100BASE-T2	UTP cat. 3	2	Sí	RJ-45	100 m
1000BASE-CX	STP	2	Sí	8 pin HSSDC o 9 pin D sub.	25 m
1000BASE-T (prev. mar.99)	UTP cat. 5	4	Sí	RJ-45	100 m

Tabla 2.10. Medios físicos

\*La longitud máxima del cable UTP-5 según las normativas de cableado estructurado es 100 m, pero la norma 802.3 permite un alcance de 150 m cuando se utiliza 10BASE-T con cable categoría 5

#### Cable coaxial

Consiste en un núcleo de cobre rodeado por una capa aislante. A su vez, esta capa está rodeada por una malla metálica que ayuda a bloquear las interferencias; este conjunto de cables está envuelto en una capa protectora (ver figura 2.15). Le pueden afectar las interferencias externas, por lo que ha de estar apantallado para reducirlas. Emite señales que pueden detectarse fuera de la red.

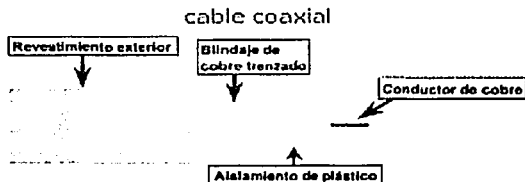


Figura 2.15. Estructura típica de un cable coaxial

Es utilizado generalmente para señales de televisión y para transmisiones de datos a alta velocidad a distancias de varios kilómetros.



La velocidad de transmisión suele ser alta, de hasta 100 Mbits/seg; pero hay que tener en cuenta que a mayor velocidad de transmisión, menor distancia podemos cubrir, ya que el periodo de la señal es menor, y por tanto se atenúa antes.

La nomenclatura de los cables Ethernet tiene 3 partes:

- La primera indica la velocidad en Mbits/seg.
- La segunda indica si la transmisión es en Banda Base (BASE) o en Banda Ancha (BROAD).
- La tercera los metros de segmento multiplicados por 100.

CABLE	CARACTERÍSTICAS
10-BASE-5	Cable coaxial grueso (Ethernet grueso). Velocidad de transmisión: 10 Mb/seg. Segmentos : máximo de 500 metros.
10-BASE-2	Cable coaxial fino (Ethernet fino). Velocidad de transmisión: 10 Mb/seg. Segmentos : máximo de 185 metros.
10-BROAD-36	Cable coaxial Segmentos : máximo de 3600 metros. Velocidad de transmisión: 10 Mb/seg.
100-BASE-X	Fast Ethernet. Velocidad de transmisión: 100 Mb/seg.

Tabla 2.11. Características del cable coaxial

#### Cable de fibra óptica

Una fibra óptica es un medio de transmisión de la luz que consiste básicamente en dos cilindros coaxiales de vidrios transparentes y de diámetros muy pequeños. El cilindro interior se denomina núcleo y el exterior se denomina envoltura, siendo el índice de refracción del núcleo algo mayor que el de la envoltura.

En la superficie de separación entre el núcleo y la envoltura se produce el fenómeno de reflexión total de la luz, al pasar éste de un medio a otro que tiene un índice de refracción más pequeño. Como consecuencia de esta estructura óptica todos los rayos de luz que se reflejan totalmente en dicha superficie se transmiten guiados a lo largo del núcleo de la fibra.

Este conjunto está envuelto por una capa protectora. La velocidad de transmisión es muy alta, 10 Mb/seg siendo en algunas instalaciones especiales de hasta 500 Mb/seg, y no resulta afectado por interferencias. En la figura 2.16 se muestran las características físicas de la fibra óptica.

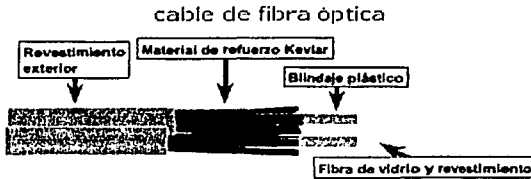


Figura 2.16. Fibra óptica

Los cables de fibra óptica tienen muchas aplicaciones en el campo de las comunicaciones de datos:

- Conexiones locales entre computadoras y periféricos o equipos de control y medición.
- Interconexión de computadoras y terminales mediante enlaces dedicados de fibra óptica.
- Enlaces de fibra óptica de larga distancia y gran capacidad.

Los cables de fibra óptica ofrecen muchas ventajas respecto de los cables eléctricos para transmitir datos:

- Mayor velocidad de transmisión. Las señales recorren los cables de fibra óptica a la velocidad de la luz ( $c = 3 \times 10^8$  m/s), mientras que las señales eléctricas recorren los cables a una velocidad entre el 50 y el 80 por ciento de ésta, según el tipo de cable.
- Mayor capacidad de transmisión. Pueden lograrse velocidades por encima de 1 Gbit/s.
- Inmunidad total ante interferencias electromagnéticas. La fibra óptica no produce ningún tipo de interferencia electromagnética y no se ve afectada por rayos o por pulsos electromagnéticos nucleares (NEMP) que acompañan a las explosiones nucleares.
- No existen problemas de retorno de tierra, crosstalk o reflexiones como ocurre en las líneas de transmisión eléctricas.
- La atenuación aumenta con la distancia más lentamente que en el caso de los cables eléctricos, lo que permite mayores distancias entre repetidores.
- Se consiguen tasas de error típicas del orden de 1 en  $10^9$  frente a las tasas del orden de 1 en  $10^6$  que alcanzan los cables coaxiales. Esto permite aumentar la velocidad eficaz de transmisión de datos, reduciendo el número de retransmisiones o la cantidad de información redundante necesaria para detectar y corregir los errores de transmisión.
- No existe riesgo de cortocircuito o daños de origen eléctrico.
- Los cables de fibra óptica pesan la décima parte que los cables de corte apantallados. Esta es una consideración de importancia en barcos y aviones.
- Los cables de fibra óptica son generalmente de menor diámetro, más flexibles y más fáciles de instalar que los cables eléctricos.

- Los cables de fibra óptica son apropiados para utilizar en una amplia gama de temperaturas.
- Es más difícil realizar escuchas sobre cables de fibra óptica que sobre cables eléctricos. Es necesario cortar la fibra para detectar los datos transmitidos. Las escuchas sobre fibra óptica pueden detectarse fácilmente utilizando un reflectómetro en el dominio del tiempo o midiendo las pérdidas de señal.
- Se puede incrementar la capacidad de transmisión de datos añadiendo nuevos canales que utilicen longitudes de onda distintas de las ya empleadas.
- La fibra óptica presenta una mayor resistencia a los ambientes y líquidos corrosivos que los cables eléctricos.
- Las materias primas para fabricar vidrio son abundantes y se espera que los costos se reduzcan a un nivel similar al de los cables metálicos.
- La vida media operacional y el tiempo medio entre fallos de un cable de fibra óptica son superiores a los de un cable eléctrico.
- Los costos de instalación y mantenimiento para grandes y medias distancias son menores que los que se derivan de las instalaciones de cables eléctricos.

La mayor desventaja es que no se puede "pinchar" fácilmente este cable para conectar un nuevo nodo a la red.

Las transmisiones de la señal a grandes distancias se encuentran sujetas a atenuación, que consiste en una pérdida de amplitud o intensidad de la señal, lo que limita la longitud del cable. Los segmentos pueden ser de hasta 2000 metros.

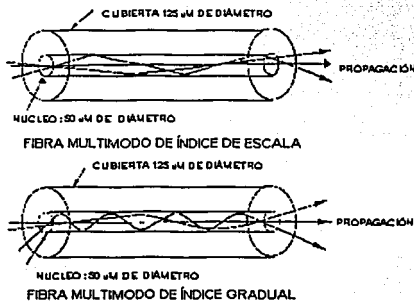


Figura 2.17. Propagación multimodo en una fibra óptica de índice de escala y de índice gradual

En la tabla 2.12 se muestran las principales características de todos los medios de fibra óptica actualmente utilizados en Ethernet, y sus alcances.

Medio	Ventana	Luz	Fibra	Conector	Distancia
10BASE-FL	1ª	Normal	62,5/125	ST	2 Km
100BASE-FX	2ª	Normal	62,5/125	SC	2 Km
100BASE-SX (propuesto)	1ª	Láser	62,5/125 50/125	SC o ST	500 m 500 m
1000BASE-SX	1ª	Láser	62,5/125 50/125	SC	275 m 550 m
1000BASE-LX	2ª	Láser	62,5/125 50/125 9/125	SC	550 m 550 m 5 Km

Tabla 2.12

Tres factores principales influyen en el ancho de banda de una fibra:

- El diámetro del núcleo: el ancho de banda es menor cuanto mayor es el diámetro del núcleo, ya que el pulso va más 'ancho' y rebota más. Por tanto en general la fibra de 62,5/125 tiene menor ancho de banda que la de 50/125, y el retardo en modo diferencial no se da, o es despreciable, en fibras monomodo (de hecho el parámetro ancho de banda modal no se especifica en las fibras monomodo).
- La longitud de onda: el ancho de banda es mayor cuanto mayor es la longitud de onda, ya que el haz viaja más 'ajustado' en la fibra. Por tanto una misma fibra suele tener mayor ancho de banda en segunda ventana que en primera.
- La calidad de la fibra. Los procesos de fabricación permiten reducir hasta cierto punto la creación de haces secundarios, con lo que el ensanchamiento se reduce. Por tanto las fibras construidas con mayores controles de calidad tienen un ancho de banda mayor.

Fibra o estándar	Diámetro (m m)	Ancho de banda 850 nm (MHz*km)	Ancho de banda 1300 nm (MHz*km)
EIA/TIA 56B	62,5/125	160 (220m)	500(550 m)
ISO/IEC 11801	62,5/125	200(275 m)	500(550 m)
Alcatel GIGAlite	62,5/125	500	500
BRUGG FG6F	62,5/125	300	1200

ISO/IEC 11801	50/125	200 (275 m)	500 (550 m)
ISO/IEC 11801 (propuesto)	50/125	500 (550 m)	500 (550 m)
ANSI Fibre Channel	50/125	500 (550 m)	500 (550 m)
Alcatel GIGAlite	50/125	700	1200
BRUGG FGSF	50/125	600	1200

Tabla 2.13. Ancho de banda en 1ª y 2ª ventanas de los estándares y algunas fibras típicas de alta calidad (entre paréntesis aparece el alcance máximo en Gigabit Ethernet para cada caso)

#### 2.6.2.2.2. Medios no guiados

Se distinguen 4 tipos de señales que sirven para transmisiones inalámbricas:

- Microondas terrestres.
- Microondas vía satélite.
- Ondas de radio.
- Infrarrojos.

Microondas (enlaces ópticos al aire libre)

El principio de funcionamiento de un enlace óptico al aire libre (ver figura 2.18) es similar al de un enlace de fibra óptica, sin embargo el medio de transmisión no es un polímero o fibra de vidrio sino el aire.

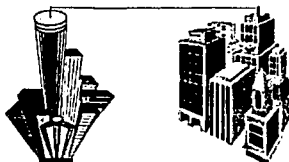


Figura 2.18. Enlace vía microondas

El emisor óptico produce un haz estrecho que se detecta en un sensor que puede estar situado a varios kilómetros en la línea de visión.

Las aplicaciones típicas para estos enlaces se encuentran en los campus de las universidades, donde las carreteras no permiten tender cables, o entre los edificios de una compañía en una ciudad en la que resulte caro utilizar los cables telefónicos.

Los enlaces de microondas se utilizan mucho como enlaces allí donde los cables coaxiales o de fibra óptica no son prácticos.

Se necesita una línea de visión directa para transmitir en la banda de SHF, de modo que es necesario disponer de antenas de microondas en torres elevadas en las cimas de las colinas o accidentes del terreno para asegurar un camino directo con la intervención de pocos repetidores.

Las bandas de frecuencias más comunes para comunicaciones mediante microondas son las de 2,4, 6 y 6.8 GHz. Un enlace de microondas a 140 Mbits/s puede proporcionar hasta 1920 canales de voz o bien varias comunicaciones de canales de 2 Mbits/s multiplexados en el tiempo.

Los enlaces de microondas presentan unas tasas de error en el rango de  $1$  en  $10^5$  a  $1$  en  $10^{11}$  dependiendo de la relación señal/ruido en los receptores. Pueden presentarse problemas de propagación en los enlaces de microondas, incluyendo los debidos a lluvias intensas que provocan atenuaciones que incrementan la tasa de errores.

Pueden producirse pequeños cortes en la señal recibida cuando una bandada de pájaros atraviesa el haz de microondas, pero es poco frecuente que ocurra. En la tabla 2.14 se muestra la relación de distancia por frecuencia en un enlace de microondas.

Frecuencia (GHz)	Distancia (km)
2	60
4/5/6	50
7/8	45
11	35
13	25
15	20
18/20	10
30	5
60	0.5

Tabla 2.14. Relación de distancia y frecuencia en las microondas

#### Microondas vía satélite

El conjunto de satélites puestos en órbita aumenta continuamente, así como su capacidad de tráfico y potencia de señal, por lo que están surgiendo servicios que, basados en ellos, abarcan un mayor número de aplicaciones fijas y móviles y, en consecuencia, una población mayor.

En particular destacan los denominados VSAT (Very Small Aperture Terminal), aparecidos hace poco más de una década, que permiten una gran rapidez y flexibilidad en la puesta en marcha de redes de comunicaciones junto con la economía que representa el poder utilizar equipos de usuario de bajo coste.

Algunas de las aplicaciones soportadas sobre una red VSAT son: videoconferencia, telemetría, transmisión de datos, difusión de información, autorización de transacciones y reserva de plazas.

Un satélite de comunicaciones hace la labor de repetidor electrónico. Una estación terrena A transmite al satélite señales de una frecuencia determinada (canal de subida). Por su parte, el satélite recibe estas señales y las retransmite a otra estación terrena B mediante una frecuencia distinta (canal de bajada). La señal de bajada puede ser recibida por cualquier estación situada dentro del cono de radiación del satélite, y puede transportar voz, datos o imágenes de televisión. De esta manera se impide que los canales de subida y de bajada se interfieran, ya que trabajan en bandas de frecuencia diferentes.

La capacidad que posee un satélite de recibir y retransmitir se debe a un dispositivo conocido como transpondedor. Los transpondedores de satélite trabajan a frecuencias muy elevadas, generalmente en la banda de los gigahertzios. La mayoría de los satélites de comunicaciones están situados en una órbita denominada geostacionaria, que se encuentra a 36000 Km sobre el ecuador. Esto permite que el satélite gire alrededor de la tierra a la misma velocidad que ésta, de modo que parece casi estacionario. Así, las antenas terrestres pueden permanecer orientadas hacia una posición relativamente estable (lo que se conoce como "sector orbital") ya que el satélite mantiene la misma posición relativa con respecto a la superficie de la tierra.

Banda	Límite inferior	Límite superior	Frecuencia central	Denominación
C (Up)	5,925	6,425	6,175	6/4
(Down)	3,700	4,200	3,950	
X (Up)	7,925	8,425	8,175	8/7
(Down)	7,250	7,750	7,500	
Ku(Up)	14,00	14,50	14,25	14/12
(Down)	11,70	12,20	11,95	
Ka				30/20

Tabal 2.15. Bandas de frecuencias (GHz) empleadas comúnmente en la transmisión por satélite.

Algunos ejemplos típicos del uso de los sistemas VSAT, además de los de difusión de televisión y telefonía, son:

Para grandes compañías multinacionales:

- Intercambio de datos entre todas sus oficinas
- Correo electrónico instantáneo para todos sus empleados
- Nivel de seguridad mayor que la que ofrecen los sistemas terrestres
- Videoconferencia de alta calidad para telerreuniones

Para los Proveedores de Servicio Internet (ISP):

- Acceso a alta velocidad a los grandes nodos de Internet
- Difusión con una cobertura instantánea para grandes áreas

## Ondas de radio

Consiste en la emisión/recepción de una señal de radio, por lo tanto el emisor y el receptor deben sintonizar la misma frecuencia. La emisión puede traspasar muros y no es necesario la visión directa de emisor y receptor.

La velocidad de transmisión suele ser baja: 4800 Kbits/seg. Se debe tener cuidado con las interferencias de otras señales.

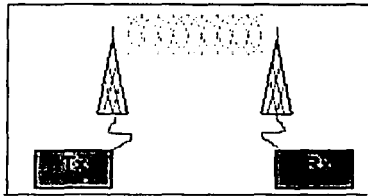


Figura 2.19. Sistema de radiofrecuencia

Un medio de transmisión al que estamos habituados es el radioenlace, por cierto que es uno de los medios más empleados en las formas de interconexión de redes más modernas, las redes inalámbricas que emplean parte del espectro para mover información entre los equipos.

Por definición, la radiocomunicación es la técnica que permite el intercambio de información entre dos puntos geográficos distantes mediante la transmisión y recepción de ondas electromagnéticas, como se ilustra en la figura 2.19. Estas tienen una velocidad de propagación muy cercana a la velocidad de la luz, es decir 300000km/seg, lo que representa una velocidad por demás aceptable. En todo sistema de transmisión por radio, debe existir un transmisor y una antena asociada al mismo. El transmisor emite entre su potencia de salida a la antena, la que genera una señal hacia el exterior. El proceso contrario se da cuando una antena receptora captura las señales y las deriva a un equipo capaz de extraer la información contenida en la misma. Entre ambas antenas se propagan las señales electromagnéticas.

BANDA DE FRECUENCIA	DESIGNACIÓN	LONGITUD DE ONDA	USO EN COMUNICACIONES
300KHz → 3MHz	MF (Middle Frequency)	1Km → 100m	Radiodifusión AM
3MHz → 30MHz	HF (High Frequency)	100m → 10m	Onda Corta (radiocalificados)
30MHz → 300MHz	VHF (Very High Frequency)	10m → 1m	TV, Radio FM, Radiollamadas
300MHz → 3GHz	UHF (Ultra High Frequency)	1m → 10cm	Microondas, TV
3GHz → 30 GHz	SHF (Super High Frequency)	10cm → 1cm	Microondas, Satélite

Tabla 2.16 Relación de bandas y designación de las mismas



Propagación de las ondas electromagnéticas

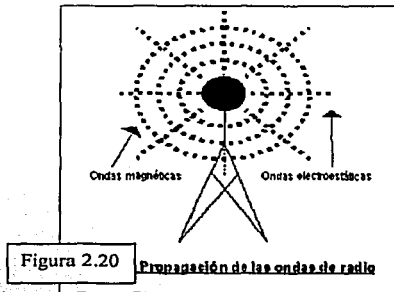
Las ondas electromagnéticas son literalmente impulsos eléctricos que se desplazan por el medio ambiente. Su descubrimiento se debe al científico Heinrich Hertz, por esta razón, las ondas electromagnéticas se conocen con el nombre de ondas de radio o hertzianas. Son bastante similares a las ondas de luz, ya que ambas poseen características electromagnéticas

Espectro de radiofrecuencias

El espectro de radiofrecuencias hace referencia a cómo está dividido todo el ancho de banda que se puede emplear para transmitir diversos tipos de señales. La relación completa se muestra en la tabla 2.16. Existe una reglamentación que asignan determinadas frecuencias a determinados tipos de transmisión de información

Naturaleza de las ondas de radio

El proceso de transmisión es el siguiente: Se aplica una potencia de radiofrecuencia a una antena (una potencia eléctrica modulada). Los electrones contenidos en el metal de la antena, comienzan a oscilar instantáneamente. El movimiento de estos electrones genera una corriente eléctrica que se manifiesta de dos formas sobre la antena. Mediante un campo magnético concéntrico al conductor de la antena, con líneas de fuerza concéntricas al conductor, y un campo electrostático cuyas líneas de fuerza son perpendiculares a las líneas de fuerza del anterior campo, es decir centrífugas. La fuerza o potencia eléctrica que se aplica a la antena tiene una forma senoidal, forma que fielmente reproducen tanto las ondas magnéticas como las electrostáticas. La longitud de onda está directamente relacionada al tamaño de la antena, aspecto que debe ser considerado al momento de instalar la misma. En la figura 2.20 se ilustra lo dicho.

Infrarrojos

La tecnología de rayos infrarrojos cuenta con muchas características sumamente atractivas para utilizarse en este tipo de redes, y otras que no lo son tanto.

En principio, los rayos infrarrojos tienen una longitud de onda cercana a la de la luz y, por lo tanto, con un comportamiento similar, tanto en sus ventajas como en sus inconvenientes. Entre estas características, la más evidente es que no pueden atravesar objetos sólidos como paredes, lo que supone un serio freno a su capacidad de difusión. Bien es cierto que no hay mal que por bien no venga y esta misma limitación supone un seguro contra receptores no deseado. También, debido a su alta frecuencia, presentan una fuerte resistencia a las interferencias electromagnéticas artificiales radiadas por otros dispositivos, pudiendo, además, alcanzar grandes velocidades de transmisión; de hecho, se han desarrollado sistemas que operan a 100 Mbps.

### 2.7. Protocolo de comunicación TCP/IP

Un protocolo es aquel que establece el conjunto de reglas de comunicación entre dos puntos pertenecientes a sistemas (redes de telecomunicación) totalmente diferentes en estructura física y lógica. Un protocolo es aquel que establece la comunicación entre dos computadoras.

Para comunicar las redes, se desarrollaron varios protocolos: El protocolo de Internet y los protocolos de control de transmisión. Posteriormente estos protocolos se englobaron en el conjunto de protocolos TCP/IP.

La arquitectura de un sistema en TCP/IP tiene una serie de metas:

- La independencia de la tecnología usada en la conexión a bajo nivel y la arquitectura del ordenador
- Conectividad Universal a través de la red
- Reconocimientos de extremo a extremo
- Protocolos estandarizados

#### Características de TCP/IP

TCP/IP es un conjunto de protocolos, en total más de 100 protocolos, que proporcionan las reglas para comunicarse. En un protocolo es donde se contienen los detalles de los formatos de los mensajes, y describen como responde una computadora cuando llega un mensaje, especificando cómo maneja el error un PC u otras condiciones no normales. Permite reflexionar sobre la comunicación por computadora de manera independiente del hardware de red de cualquier marca.

TCP (Protocolo de Control de Transmisión) e IP (Protocolo de Internet), el IP se encarga de la transmisión de datos y el TCP asegura que todo funcione correctamente, dividiendo la información a enviar en paquetes, y añadiendo a cada paquete los caracteres de control de errores.

Estos paquetes, a los que comúnmente llaman socket's se envían a la red, y el IP lo transporta hasta el host remoto (destino), al otro extremo, TCP recibe los paquetes y comprueba si no hay errores. Si hubiese un error, TCP pide que se le vuelva a enviar el socket, encargándose de buscar la mejor ruta y asegurándose de que la información llegue en buen estado.

El conjunto de protocolos que componen el TCP/IP abarca los 7 niveles OSI, y como historia que predeterminó su trayecto podría decir que se adoptó para la red ARPANET, del

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Depto. de defensa de los EE.UU. a principios de 1970. Y en 1980 se le incluyó en la versión UNIX 4.2 de BARKELEY, siendo en 1983 el protocolo militar estándar en EE.UU. Se hizo popular rápidamente gracias a su independencia del fabricante, a que soporta múltiples tecnologías, a que puede funcionar en máquinas de todo tamaño (multiplataforma), y a que su uso mayoritario actualmente en Internet le ha vuelto tan popular.

#### Funcionamiento de TCP/IP

Una red TCP/IP transfiere datos mediante el ensamblaje de bloques de datos en paquetes conteniendo:

- La información a transmitir.
- La dirección IP del destinatario.
- La dirección IP del remitente.
- Otros datos de control.

#### Protocolo Ip

Trata de un protocolo a nivel de red cuyas principales características son:

- Ofrece un servicio no orientado a la conexión; esto significa que cada trama en la que ha sido dividido un paquete es tratado por independiente. Las tramas que componen un paquete pueden ser enviadas por caminos distintos e incluso llegar desordenadas.
- Ofrece un servicio no muy fiable porque a veces los paquetes se pierden, duplican o estropean y este nivel no informa de ello pues no es consciente del problema.

TCP/IP son un conjunto de protocolos

Telnet	FTP	Http					
-----							
TCP / UDP							
-----							
IP	ICMP						
		ARP					
		RARP					

IP es un protocolo sin conexión y no fiable. A la unidad de datos del nivel de red, el protocolo IP la denomina datagramas.

Tabla 2.17. Formato del mensaje TCP

	msb								lsb
	7	6	5	4	3	2	1	0	
T	<i>Source Port</i>								
C	<i>Destination Port</i>								
P	<i>Sequence Number</i>								
	<i>Acknowledgement Number</i>								

Header	Header Length		Reserved					
	RSV	Code Bits						
	Window							
	Checksum							
	Urgent Pointer							
	Options							
	Padding							
	TCP Data							
	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

## Direccionamiento IP.

## Direcciones IP

Las direcciones IP hacen que el envío de datos entre computadoras se haga de forma eficaz, de un modo similar al que se utilizan los números de teléfono.

Las direcciones IP tienen 32 bits, formados por cuatro campos de 8 bits separados por puntos. Cada campo puede tener un valor comprendido entre 0 y 255. Esta compuesta por una dirección de red, seguida de una dirección de subred y de una dirección de host.

Existen cinco clases de subredes, tal y como se muestra en la figura 2.21.

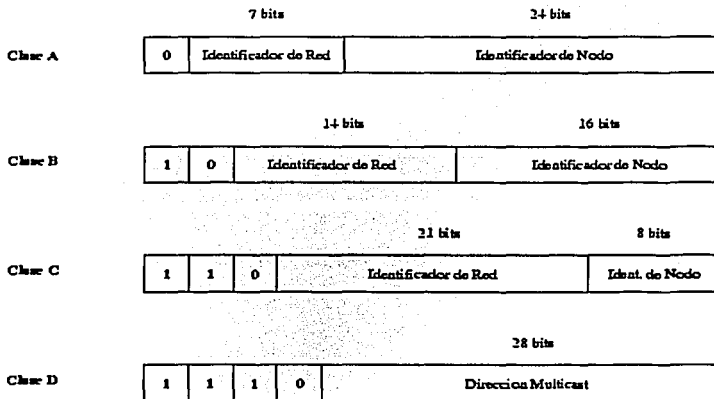


Figura 2.21. Clases de Direcciones IP

- La clase A contiene 7 bits para direcciones de red, con lo que permite tener hasta 128 redes, con 16.777.216 computadoras cada una. Las direcciones estarán comprendidas entre 0.0.0.0. y 127.255.255.255., y la máscara de subred será 255.0.0.0.
- La clase B contiene 14 bits para direcciones de red y 16 bits para direcciones de hosts. El número máximo de redes es 16.536 redes, con 65.536 computadoras por red. Las direcciones estarán comprendidas entre 128.0.0.0. y 191.255.255.255. y la máscara de subred será 255.255.0.0.
- La clase C contiene 21 bits para direcciones de red y 8 para hosts, lo que permite tener un total de 2.097.142 redes, cada una de ellas con 256 computadoras. Las direcciones estarán comprendidas entre 192.0.0.0. y 223.255.255.255., y la máscara de subred será 255.255.255.0.
- La clase D se reserva todas las direcciones para multidestino (multicast), es decir, un ordenador transmite un mensaje a un grupo específico de computadoras de esta clase. Las direcciones estarán comprendidas entre 224.0.0.0. y 239.255.255.255.
- La clase E se utiliza exclusivamente para fines experimentales. Las direcciones están comprendidas entre 240.0.0.0. y 247.255.255.255.

Una dirección se representa por cuatro valores decimales separados por puntos, para que sea más fácil su escritura y memorización.

[0..255] . [0..255] . [0..255] . [0..255]

Una dirección IP está compuesta por dos partes: un identificador de red y un identificador de host. Todas las direcciones IP se componen de cuatro octetos, y en función del espacio destinado a cada parte se definen varias clases de direcciones:

#### Clases de Redes

El tipo depende de el número de máquinas que forman la red; atendiendo esto se pueden distinguir tres clases de redes :

#### Direcciones de clase A:

Redes de clase A : Las principales características son :

Se tratan de redes de mayor tamaño, redes que tengan más de  $2^{16}$  hosts.

El espacio reservado para la dirección de red es más pequeño por dos motivos:

- Porque existen menos redes de este tipo.

- Porque al tener más hosts necesitamos dejar más espacios para direccionar a estos.

La parte que identifica la red consta de

- un cero (0)
- 7 bits más.

Se podrán direccionar por tanto  $2^7$  redes que hace un total de 128 redes diferentes. Cada una de estas redes podrá tener  $2^{24}$  posibles hosts. La dirección 127 no se utiliza.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1.....7 8.....32

Dirección de la red  
0.....

Identificador de la máquina

Formadas por un octeto para el identificador de red y tres para el identificador del host. Se caracterizan porque el primer bit es un cero.

0	7 bits(red)	24 bits(host)
---	-------------	---------------

Se pueden crear 125 redes de clase A, ya que la dirección todo ceros y todo unos no se puede utilizar.

Direcciones de clase B:

Redes de clase B: Son redes de tamaño mediano que tienen entre  $2^8$  y  $2^{16}$  hosts. La parte que identifica la red consta de

- La secuencia uno-cero (10).
- 14 bits con cualquier valor.

Por tanto, el rango de valores para el primer byte de los dos asignados a la red es de :128-191.

Estas redes pueden tener  $2^{16}=65536$  hosts cada una de ellas. El formato de las direcciones es:

1.....16 17.....32

Dirección de la red  
10.....

Identificador de la máquina

formadas por dos octetos para el identificador de red y dos para el identificador del host. Se caracterizan porque comienzan por 10.

10	14 bits(red)	16 bits(host)
----	--------------	---------------

Tendremos  $2^{14} - 2$  redes, cada una de ellas de 65.534 máquinas.

Direcciones de clase C:

Redes de clase C: Son redes menor tamaño que pueden tener hasta  $2^8$  hosts. La parte que identifica la red consta de

- La secuencia uno-uno-cero (110).
- 21 bits con cualquier valor.

Por tanto, el rango de valores para el primer byte de los dos asignados a la red es de :192-223.

Estas redes pueden tener  $2^8=256$  hosts cada una de ellas. El formato de las direcciones es:

0.....23	24.....31
Dirección de la red 110.....	Identificador de la máquina

formadas por tres octetos para el identificador de red y un único octeto para el identificador del host.

110	21 bits(red)	8 bits(host)
-----	--------------	--------------

Tendremos 2.097.152 redes de 254 máquinas cada una.

Al igual que en los casos anteriores no son válidas las direcciones de host formadas todas por ceros o por unos.

NIC (Network Information Center) organismo encargado de gestionar las direcciones de Internet. La dirección de red se indica poniendo los octetos del host a cero. Una dirección con todos los bits del host a uno hace referencia a todas las máquinas de la red.

#### Direcciones de clase D:

direcciones multicast, hacen referencia a un grupo de estaciones destinatarias.

1110	
------	--

Por último, la clase E, que corresponde al valor 11110 en los primeros cinco bits, está reservada para usos futuros.

Puede darse el caso de que no se ajuste la dirección asignada a nuestras necesidades, para esto tenemos la máscara de subred que indica el número de bits de una dirección IP que se destinan al identificador de red.

	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 3
Clase A	0...126	0...255	0...255	0...255
Clase B	128...191	0...255	0...255	0...255
Clase C	192...223	0...255	0...255	0...255

Tabla 2.18. Esquema de los formatos de direcciones

Existen más clases de redes, como la D, E y F cuyo rango de direcciones oscila entre 224.0.0.0 y 254.0.0.0. Este tipo de redes son experimentales o se reservan para un uso futuro.

**Ejemplo:** la dirección 156.35.41.20 identifica el host 41.20 de la red 156.35.

#### Convenciones de direcciones especiales

Existen algunas direcciones (combinaciones de unos y ceros) que no se asignan con direcciones IP, sin que tienen un significado especial. Estas combinaciones son:

dirección de la red	Todo unos
---------------------	-----------

Esta dirección se llama difusión dirigida y permite direccionar a todas las máquinas dentro de la red especificada. Es un direccionamiento muy útil, ya que con un solo paquete podemos enviar el mismo mensaje a todas las máquinas de una red.

127	Cualquier combinación (normalmente 1)
-----	---------------------------------------

Esta dirección se denomina *loopback* y se utiliza para realizar pruebas y comunicaciones entre procesos dentro de una misma máquina. Si un programa envía un mensaje a esta dirección, TCP/IP le devolverá los datos sin enviar nada a la red, aunque se comporta como si lo hubiera hecho.

Parte de la red a ceros	dirección de host
-------------------------	-------------------

Esta dirección permite direccionar a un host interno de la red.

Todos unos	Todos unos
------------	------------

Esta dirección se denomina difusión limitada; realiza un direccionamiento a todos los host de la propia red.

Todos ceros	Todos ceros
-------------	-------------

Esta dirección, direcciona al propio host.

Una dirección Internet no identifica a un host, sino a una conexión a red. Un ejemplo: si se dispone de un gateway que conecta una red con otra, ¿qué dirección de Internet se le da a esta estación?, ya que tiene dos posibles direcciones, una por cada red a la que esté conectada. En realidad, se le asigna a cada estación tantas direcciones IP como conexiones a redes tenga la estación.

La arquitectura de Internet esta basada en capas. Esto hace mas fácil implementar nuevos protocolos. El conjunto de protocolos TCP/IP, al estar integrado plenamente en Internet, también dispone de este tipo de arquitectura. El modelo de capas de TCP/IP es algo diferente al propuesto por ISO (International Standard Organization) para la interconexión de sistemas abiertos (OSI). Lo anterior se puede ver en la tabla 2.19 y la figura 2.22.



Aplicación	TELNET	FTP	SNMP	SMTP	DNS	HTTP
Presentación						
Sesión						
Transporte	TCP					
Red	IP					
Liga de Datos	802.2				X.25	LLC/SIAP
	802.3	802.5		LAPB		ATM
Física	Ethernet	Token Ring	FDDI	Línea Síncrona V.35		SONET

Tabla 2.19. Relación del modelo TCP/IP con el modelo OSI

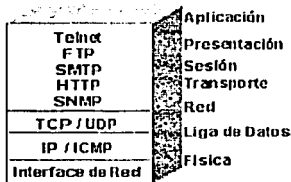


Figura 2.22. Modelo de capas de TCP/IP

Muchos usuarios prefieren utilizar un nombre que sea más fácil de recordar que una dirección numérica. Para hacer esto, un servidor debe transformar el nombre en la dirección correcta. Esto se hacía originalmente en Internet mediante una tabla única situada en un servidor central, donde estaban contenidos todos los nombres de Host. Esto era posible debido a que solo existían unos cientos de servidores, pero debido a un gran aumento del número de servidores, fue necesario descentralizar el servidor de nombres y dividirlo en múltiples DNS (servidores de nombres de dominio).

Esto redujo el tiempo de respuesta del servidor, y disminuyó el tráfico en la red.

La estructura del sistema de dominios es similar a la estructura de directorios del DOS o del UNIX. Es decir, es una estructura en forma de árbol, y los archivos están identificados con una ruta de acceso. La diferencia es que en el DNS la ruta empieza con el nombre del nodo en vez del directorio raíz. Además, las rutas en un servidor DNS se escriben en sentido inverso a las del DOS.

Desde el punto de vista de un programa el funcionamiento de este servicio es muy simple. El programa proporciona un nombre de dominio, y el DNS le devuelve su dirección IP.

**Máscara de Subred**

Cuando una red aparece segmentada (dividida en subredes), se debe utilizar un dispositivo que interconecte los segmentos y se hace necesario identificar de algún modo cada uno de los segmentos. Si todos los segmentos tienen la misma dirección IP, se hace necesaria la existencia de algún mecanismo que diferencie los segmentos. Este mecanismo es la máscara de la subred.

A cada dirección IP de red, es decir, a cada red física, se le asocia una máscara que tiene 32 bits. La máscara sirve para dividir la parte de la dirección IP destinada a identificar el host en dos partes: la primera identificará el segmento, y la segunda el host dentro de este segmento. En esta máscara los bits a 1 significan que el bit correspondiente de la dirección IP será tratado como bit correspondiente a la dirección de la subred, mientras que los bits a 0 en la máscara, indican que los bits correspondientes de la dirección IP serán interpretados como identificadores del host. Así con una misma dirección de red se pueden direccionar muchas subredes.

Máscara de subred para direcciones de la clase A: 255.0.0.0  
 B: 255.255.0.0  
 C: 255.255.255.0

Es posible utilizar parte de los bits que en principio identificarían al host para identificar la red. En lugar de usar la máscara de bits por defecto se amplía el número de bits.

**Ejemplo:** Clase B

150	128	0	0	dirección IP
1111111	1111111	0...0	0...0	máscara por defecto
1111111	1111111	10...0	0...0	máscara extendida

Esto indicará que habrá dos redes:

150.128.00...0  
 150.128.10...0

No se puede usar un solo bit para extender la máscara, en este caso se debería expandir la máscara en dos bits.

150.128.00x...x no se puede usar  
 150.128.01x...x  
 150.128.10x...x  
 150.128.11x...x no se puede usar

150	128	00	$2^{14} - 2$
		01	
		10	
		11	

Siempre que se usa una máscara extendida se perderá espacio de direccionamiento.



150.128 en dos subredes  $2 \times (2^{14} - 2)$   
en seis subredes  $6 \times (2^{13} - 2)$

Cuando más extendamos la máscara, menos espacio de direccionamiento perderemos.

¿Cómo sabe una estación si otra está en la misma red que ella?

Mirando la parte de la dirección que identifica la red.

150.128.13.21                      máscara 255.255.224.0  
150.128.200.215

Sabemos si están en la misma red haciendo un AND entre las direcciones de las estaciones y la máscara y comprobando que obtenemos el mismo resultado, es decir, la dirección de la red.

Razones para dividir una red en varias subredes:

- eficiencia
- seguridad
- mejorar la gestión

En la máscara de la subred se marca con unos los bits del identificador de red y con ceros los bits del identificador del host.

Cuando utilicemos direcciones IP no podremos usar direcciones con todo ceros o todo unos en el identificador de red, el del host o en la máscara de la subred.

Cuando se intercambia información entre dos estaciones dentro de la misma red se utilizan encaminamiento directo, en cambio si las estaciones no se encuentran en la misma red se usa encaminamiento indirecto ya que se necesita la participación de un tercer elemento denominado gateway o router (encaminador).

### CAPÍTULO III CANALIZACIÓN Y TECNOLOGÍAS DIGITALES DE TRANSMISIÓN CON PROVEEDORES DE ACCESO A INTERNET (IAP/ISP)



#### 3. Proveedor de Servicio de Internet

Es muy común que cuando se oye el término "Proveedor de Servicio" se relacione con una compañía que ofrece servicios de conexión a Internet.

En realidad esta concepción es equivocada, ya que este tipo de compañías solo son un subconjunto de los proveedores de servicio de Red (llamadas Internet Service Provider, o ISP). En realidad, un proveedor de servicio es cualquier entidad que ofrece servicios relacionados con redes. Entre los servicios que puede ofrecer un Proveedor de Servicios están: Acceso a Internet, conmutado ó dedicado (personal o de empresas), Telefonía IP, Web Hosting, etc.

#### 3.1. Infraestructura común de un ISP

La topología de la red de un Proveedor de Servicios tiene una peculiaridad que no tienen otras topologías: generalmente se puede claramente dividir en dos partes (ver Figura 3.1):

- Red Interna
- Red Externa

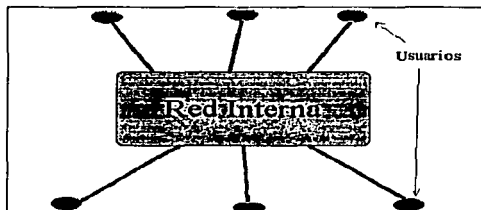


Figura 3.1. Topología de Red de un Proveedor de Servicios

La Red Externa consiste en toda la parte de la topología que abarca a los clientes o usuarios que utilizan los servicios que ofrece el ISP (incluyendo las vías de acceso para llegar de la Red Interna a estos usuarios).

Por otra parte, la Red Interna es la base del Proveedor de Servicios (Service Provider), y su objetivo es servir a la Red Externa, de tal manera de ofrecer el servicio requerido; por ejemplo se describe a continuación como sería esta división en un ISP:

La Red Externa sería toda la Red que se forma desde el MODEM que tienen los usuarios en sus casas, hasta llegar a una central de operaciones del ISP, en donde se conecta cada uno de estos enlaces a una Red Interna, la cual a su vez tiene una conexión de ancho de banda muy grande con Internet. La Red Interna en este caso sirve como el enlace entre los usuarios a Internet.

Debido a que la Red Interna debe manejar eficientemente todos los tramos de la Red Externa, generalmente esta debe usar una tecnología de red mucho más rápida. Las tecnologías utilizadas en redes externas son generalmente: Radio Frecuencia (transmisión por cable coaxial), DSL (Digital Subscriber Line), Frame Relay, Dial-Up (conexión por línea telefónica), ISDN, y otras. En cambio, debido a los requerimientos en velocidad y capacidad de la red interna, en la mayoría de los casos se utilizan redes ATM (aunque ahora esta surgiendo una nueva tecnología para redes rápidas llamada: Optical Internetworking, OC-x).

Como las redes internas y externas casi siempre funcionan con tecnologías diferentes, se necesita algún equipo que permita realizar la conversión de una forma de transmisión de datos a la otra. Estos equipos se llaman "Access Servers"(AS), y ellos forman la línea borde que delimita la Red Interna con respecto a la Externa.

Cisco ofrece varias líneas de Access Servers, cada una adaptada a cierta tecnología de red y capacidad requerida. Para la tecnología de Red Externa ISDN/MODEM Análogo, Cisco ofrece las líneas AS5X00 y Cisco 2500. Por otro lado, para DSL, Cisco ofrece las líneas Cisco 6000 y Cisco 6400.

Se considera en detalle la línea Cisco AS5X00 para entender mejor como funciona un Access Server.

La línea AS5X00 esta diseñada para unir tecnologías de ISDN/MODEM Análogo con redes Ethernet y ATM (red interna del ISP). La línea consta de 3 equipos: AS5200, AS5300 y AS5800. En la Tabla 3.1 se muestran las diferencias entre cada uno de los tres equipos.

	Conexiones Entrada	# Max. MODEM	Redes de Salida	Costo
5200	2 E1 o 2 T1	60	Ethernet	5000 \$
5300	8 E1/T1	240	Ethernet	8000 \$
5800	48 E1/T1 o 2 T3	1344	Ethernet/ATM	

Tabla 3.1. Línea AS5X00 de Access Servers

Para explicar el funcionamiento de estos Access Server, vemos la Figura 3.2, la cual muestra un Cisco AS5200.

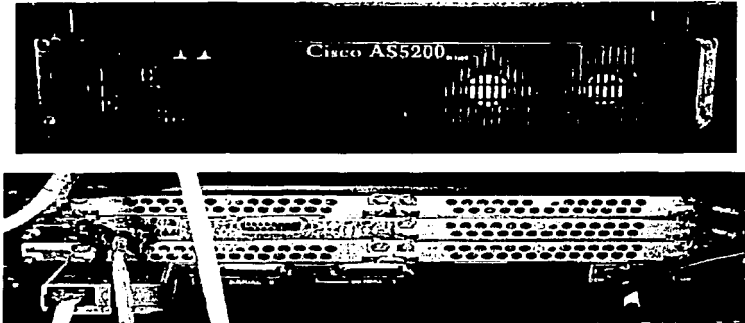


Figura 3.2. Parte delantera y trasera del CISCO AS5200

En la figura anterior se muestra la parte delantera y trasera del Access Server 5200. Como se puede apreciar en la figura 3.2, este equipo tiene 6 slots que inicialmente vienen vacíos. En uno de los slots se necesita agregar una tarjeta de entrada de la Red Externa.

Para este modelo existen dos tarjetas de este tipo: Dual E1 o Dual T1. La tarjeta que vemos en la figura 3.2 es la Dual E1 y permite dos entradas E1 (30 líneas de voz / datos), de las cuales solo se estaba utilizando una en el momento en el cual se tomó la foto (la conexión a E1 es el cable con el conector plateado).

Luego de tener esta tarjeta de entrada, los demás slots se utilizan para tarjetas de MODEM. Cada tarjeta de MODEM posee 12 MODEM internos, los cuales servirán cada uno de ellos a cada conexión de entrada.

En este caso vemos que se utilizaron todos los slots para meter tarjetas de MODEM K56, pero también existen otros tipos de tarjetas como V.34 o V.110 (diferentes protocolos de transferencia en MODEM).

Finalmente, vemos abajo el conector a la red Ethernet local (el conector RJ45). Por lo tanto lo que hace el Access Server es recibir conexiones por el / los cable(s) de entrada (E1 o T1), los maneja con los MODEM internos, y envía la información a la red Ethernet interna. Se pueden ver en la figura dos conectores seriales (Serial 0 y Serial 1), estos conectores son para conexión a redes WAN. También se puede ver un conector RJ45 a la derecha. Esta conexión sirve para configurar el equipo con un terminal.

**Proveedores de Servicio Internet:**

Una rama de los Proveedores de Servicios son los que ofrecen servicios relacionados con Internet, como por ejemplo acceso dial-up o hosting de páginas Web. Para este tipo de proveedores, Cisco ofrece una gama de productos varios, como firewalls, sistemas de caché de Web, y sistemas de balanceo de tráfico inteligente. A continuación se describen algunos equipos que ofrecen estos servicios.

**Pix Firewall:**

"Pix Firewall" es un sistema de Firewall el cual permite agregar seguridad a la red mediante el establecimiento de políticas de seguridad para restringir el acceso de ciertos dominios o máquinas a determinadas máquinas y/o puertos locales como se puede apreciar en la figura 3.3.

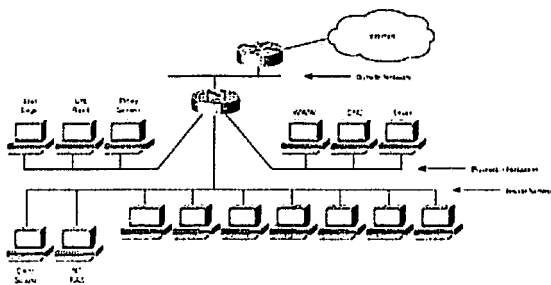


Figura 3.3. Ejemplo de Topología utilizando Pix Firewall con 2 niveles

La característica más importante de este Firewall es su capacidad de dividir la Red en varios niveles o capas de protección, cada una saliendo de una interfaz distinta del Firewall. En la Figura 3.3, se usa el Pix Firewall con dos distintas capas de seguridad. En la primera capa se incluyen los servidores con puertos públicos abiertos (como por ejemplo un servidor de HTTP), y en la segunda capa se incluyen los servidores privados de la compañía.

Este sistema de múltiples capas aumenta significativamente la seguridad de la red ya que si alguien logra violar la seguridad de alguna de las máquinas con puertos públicos (lo cual se hace posible cada vez que se encuentra un bug(gusano) en alguno de los servicios que permita violar la seguridad), no podrá acceder a las máquinas internas de la red, ya que están en otro nivel.

A continuación se presentan algunas características del Pix Firewall:

- Soporta hasta 256,000 conexiones simultaneas(sesiones concurrentes).
- Puede trabajar hasta con un tráfico de 170 Mbit/s.
- Programa de configuración de Políticas hecho en Java (se puede ver en cualquier navegador de Web).

- Floppy Disk para Update del software interno del Firewall.
- 6 slots para Interfaces (In / out y 4 interfaces adicionales para niveles).
- Funciona para redes Token Ring o Ethernet (todas las interfaces deben ser del mismo tipo).



Figura 3.4. Pix Firewall

En la Figura 3.4 se puede observar un Pix Firewall en funcionamiento. En este caso se insertaron interfaces Ethernet en solo tres de los seis slots. Las dos interfaces de las cuales salen los cables son las Interfaces IN y OUT (encontradas en cualquier Firewall). La tercera interfaz no estaba siendo utilizada al momento de tomar la foto, pero esta interfaz agrega un nivel más, al cual se le pueden definir diferentes políticas de seguridad que al otro nivel. El cable negro (con el conector blanco) es la conexión a terminal para realizar la configuración del Firewall. También se puede ver una unidad de floppy, la cual se utiliza para hacer upgrades al software interno del Firewall.

#### Local Director:

Cuando se tiene un servidor (de Web o cualquier otro servicio) el cual tiene mucha popularidad, llega un momento en que una sola máquina no puede atender todas las peticiones(request) que se le presentan.

Para solucionar este problema, se compran varios servidores, de los cuales cada uno se encarga de parte de las peticiones.

Para poder implementar esta solución, se necesita de un mecanismo de "Load Balancing" que balancee la carga entre todos los servidores y le envíe parte de las peticiones a cada uno de ellos.

Algunos switches implementan un mecanismo básico de balanceo llamado DNS Round Robin, el cual consiste en enviar una petición a cada servidor utilizando una política de round robin. Este mecanismo de balanceo tiene dos desventajas: si un servidor se cae, el switch no se da cuenta y le sigue mandando peticiones, causando que algunos de ellas se pierdan.

También tiene la desventaja de que envía igual carga a todos los servidores, entonces puede pasar que tenga una máquina muy poderosa y otra no tanto y se les envíe la misma carga, lo cual es ineficiente.



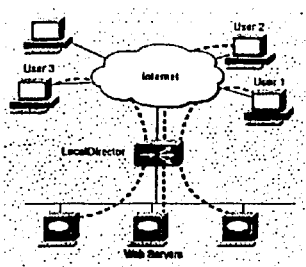


Figura 3.5. Funcionamiento del Local Director

"Local Director" es un equipo de Cisco cuya función es implementar un Balanceo Inteligente. Este mecanismo de balanceo tiene básicamente dos ventajas muy significativas sobre el mecanismo anterior. Primero, Local Director verifica constantemente los servidores, y en el momento en que detecta que alguno se cayó, redirecciona su tráfico a través de los demás servidores; esta ventaja permite, además poder remover un servidor para hacerle mantenimiento o algún upgrade(actualización) de software sin tener que dejar de ofrecer el servicio. La otra ventaja de local director es la capacidad de definir la cantidad de tráfico que se desea distribuir en cada servidor, para así aprovechar mejor los servidores más potentes y a su vez no sobrecargar los servidores menos potentes. En la Figura 3.5 se puede observar una topología del funcionamiento del Local Director.

A continuación se presentan varias características resaltantes del Local Director:

- Sirve para cualquier aplicación TCP (no tiene que ser necesariamente Web).
- Puede mantener hasta 700,000 conexiones TCP abiertas simultáneamente.
- Puede trabajar con un tráfico hasta de 300 Mbit/s.



Figura 3.6. Local Director

En la Figura 3.6 se puede observar el Local Director funcionando con tres interfaces Ethernet. Cada una de estas interfaces se conecta a una red Ethernet separada que contienen varios servidores que ofrecen uno o varios servicios TCP. Las conexiones que se ven a la derecha son conexiones para configurar el equipo.

### Cache Engine 500

"Cache Engine 500" es un equipo de Cisco cuya función es implementar un mecanismo de Cache de Web, de tal manera de reducir el tráfico WAN y aumentar el performance (rendimiento) de la red.

El funcionamiento del Cache Engine se realiza en conjunto con el router de entrada de Internet, utilizando el protocolo WCCP (Web Cache Communication Protocol). El proceso consiste en lo siguiente:

- Cuando al router le llega un request en el puerto 80 (puerto http), en vez de enviárselo al servidor http se lo envía al Cache Engine. Si el Cache Engine posee el documento o el archivo solicitado, se lo envía al router, el cual a su vez se lo envía al origen. En cambio, si el Cache Engine no posee el documento, le hace el request al servidor http, y luego la respuesta del servidor la guarda y la envía simultáneamente al router.

A continuación se presentan algunas características del Cache Engine 500:

- Soporta hasta 3000 conexiones simultáneas TCP.
- Funciona para redes Ethernet 10/100.
- Puede manejar hasta 80Mbit/s.
- Posee un floppy para poder reinstalar el sistema si se llega a corromper alguno de los discos internos.
- Memoria RAM: 256 Mbytes SDRAM.
- Memoria en Disco: Dos Discos Ultra 2 LVD SCSI de 9.1 Gbytes.

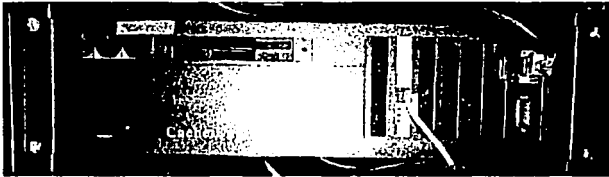


Figura 3.7. Cisco Cache Engine 500

En la Figura 3.7 se puede observar el Cache Engine 500. Este sistema posee una sola interfaz Ethernet 10/100, por la cual le llegan los request y envía las respuestas. También se puede observar el floppy para recuperación y los puertos de conexión a terminal para configuración (a la derecha).

### 3.2. Servicios e Interfaces de Red (protocolos a nivel de enlace)

Desde hace varios años se están desarrollando gran cantidad de tecnologías para redes de alta velocidad (broadband access technologies), generalmente enfocadas para redes LAN y WAN. Estas redes de alta velocidad satisfacían la creciente necesidad de transmitir grandes cantidades de información constantemente, pero esta necesidad no solo surge al nivel de redes internas, también al nivel de los usuarios finales, conectados desde sus hogares o pequeñas oficinas.

Las tecnologías de redes de alta velocidad tienen un alto costo y requieren de cableados especiales, lo que no es accesible para un usuario final. Estos se vieron por mucho tiempo relegados a conexiones telefónicas vía MODEM con un ancho de banda muy reducido.

Posteriormente se están desarrollando tecnologías enfocadas específicamente al mercado de los usuarios finales, llamadas tecnologías de banda ancha, siendo estas capaces de proveerle un acceso a la red de manera más rápida y con un ancho de banda mucho mayor. Los principales factores que han influido en la aceptación y comercialización de estas tecnologías son:

- Utilización de la red física existente
- Bajos costos
- Estandarización

Como por ejemplo Cisco Systems ofrece una serie de productos que utilizan las tecnologías que se han consolidado como las más importantes y utilizadas en esta área. Para cada una de estas tecnologías se ofrece su descripción teórica a continuación.

#### 3.2.1. El nivel de enlace en la Internet

El modelo TCP/IP dice muy poco acerca del nivel de enlace; desde hace bastante tiempo está especificado como transportar paquetes IP sobre redes locales, redes X.25, etc., pero sorprendentemente el transporte de paquetes IP sobre líneas serie (dedicadas o RTC) se ha efectuado durante mucho tiempo con protocolos particulares, y no ha sido estandarizado hasta época reciente.

#### 3.2.2. Conexión de Línea Telefónica conmutada

##### *Conexión PPP*

Para mejorar la situación el IETF puso en marcha un grupo de trabajo que desarrolló un protocolo de enlace que pudiera llegar a ser un estándar Internet. El resultado fue un protocolo elaborado en 1990 denominado PPP (Point-to-Point Protocol) definido en los RFC 1661, 1662 y 1663.

Creo que primero sería bueno saber que significa PPP. PPP son las siglas de Point to Point Protocol, Protocolo Punto a Punto. Qué significa esto?, que la conexión se realiza, obviamente, siempre entre dos hosts (integrantes de la conexión) o puntos de conexión. Siempre un integrante de la conexión es cliente y el otro servidor. Este cliente va a ser el host que se quiere conectar a Internet (nosotros), y el servidor va a ser el ISP.

Este protocolo se utiliza bajo líneas telefónicas, por eso se la denomina conexión dial-up (dial en inglés es llamar). PPP es una evolución de un protocolo anterior, SLIP (Serial Line IP, Protocolo de Internet por Línea Serie, así se llama a las líneas en las cuales se conectan los MODEM), y su diferencia principal es que PPP es un protocolo que permite el transporte de otros protocolos, valga la redundancia, además de TCP/IP (Transmisión Control Protocol, Protocolo de Control de Transmisión), como IPX (de Novell), etc. SLIP solamente estaba diseñado para TCP/IP. Aún quedan en Argentina proveedores que ofrecen conexión SLIP.

Otra diferencia importante son los distintos métodos de conexión en PPP, desde el punto de vista de la validación del usuario. Existen, al menos, tres sistemas: por script, por PAP y por CHAP. El más usado es de script, en el cual el servidor hace preguntas como de nombre de usuario y password, y un pequeño "programa" responde automáticamente con la información requerida. Cabe aclarar que esta conexión también se puede hacer en forma manual. Los otros sistemas son diferentes, ya que no trabajan en modo texto sino que el nombre de usuario y password se guardan en un archivo y desde ahí se envían al proveedor en cada conexión, mediante una "conversación" especial que realizan los hosts.

PPP ha sido diseñado para ser muy flexible; para ello incluye un protocolo especial, denominado LCP (Link Control Protocol), que se ocupa de negociar una serie de parámetros en el momento de establecer la conexión con el sistema remoto.

La estructura de trama de PPP se basa en la de HDLC, salvo por el hecho de que se trata de un protocolo orientado a carácter, por lo que la longitud de la trama ha de ser un número entero de bytes.

El protocolo establece mecanismos que permiten a los LCPs dialogar para llegar a un consenso en caso de discrepancia. LCP suministra mecanismos que permiten validar al ordenador que llama (mediante el uso de claves tipo usuario/password). Esto resulta especialmente útil en el caso de conexiones por RTC, por ejemplo para proveedores de servicios Internet que han de facturar a sus usuarios en función del tiempo de conexión.

Existe otro componente de PPP que es el NCP (Network Control Protocol). Este se encarga de negociar los parámetros específicos para cada protocolo utilizado. Por ejemplo, en el caso de una conexión IP desde un usuario conectado vía MODEM le asigna dinámicamente una dirección IP, lo cual es especialmente útil en casos en que el número de direcciones IP disponibles sea menor que el número de usuarios del servicio (aunque por supuesto el número de direcciones IP disponibles debe ser suficiente para poder asignar una diferente a cada usuario simultáneo).

PPP es un mecanismo de transporte de tramas multiprotocolo que puede utilizarse sobre medios físicos muy diversos, por ejemplo conexiones mediante MODEM y RTC, RDSI, líneas dedicadas, o incluso por conexiones SONET/SDH de alta velocidad (aunque esto último no es normal).

**SLIP Serial Line IP**

Este es el más antiguo de los dos protocolos y data de 1984. Se trata de un protocolo muy sencillo que utiliza un carácter como indicador, y caracteres de relleno en caso de que dicho carácter aparezca en la trama. Debido a su sencillez sólo se utiliza en conexiones conmutadas.

Algunas versiones recientes de SLIP llevan a cabo la compresión de la información de cabecera TCP e IP; esto se hace porque a menudo paquetes consecutivos tienen muchos campos de cabecera comunes.

SLIP no genera un CRC (Cyclic redundancy checking), y por tanto no es posible detectar tramas erróneas; cualquier error ha de ser corregido por los niveles superiores. Evidentemente esto simplifica enormemente las implementaciones pero reduce de forma apreciable el rendimiento.

Además del problema de la detección de errores SLIP tiene una serie de inconvenientes importantes que lo hacen inapropiado para cualquier utilización mínima; su uso está decayendo.

A pesar de haberse publicado como un RFC (1055), SLIP no es un Internet Standard. Recordemos que para llegar a ser un Internet Standard el protocolo propuesto debe ser considerado interesante por el IAB (Internet Architecture Board).

**Protocolos SLIP Vs PPP**

SLIP y PPP son dos protocolos de nivel 2 ampliamente utilizados; en especial para realizar conexiones caseras entre un PC y el proveedor de acceso a Internet (ver figura 3.8); donde se requiere un protocolo punto a punto de enlace de datos. Son sencillos y pequeños; pensando tal vez en su fácil implementación; y en la baja velocidad de los enlaces telefónicos.

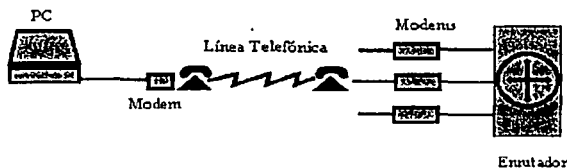


Figura 3.8. Topología del enlace dial-up a un ISP

SLIP viene de Serial Line IP; es una forma muy simple de encapsulación para datagramas IP en líneas seriales; diseñado en 1984 por Rick Adams para conectar estaciones de trabajo SUN a Internet a través de una línea de filtrado usando un MODEM.

Se ha vuelto muy popular para conectar sistemas caseros a Internet a través del puerto serial RS-232 que se encuentra en casi todos los computadores y MODEM.

El PPP es el producto del grupo de trabajo IETF (Internet Engineering Task Force), y es básicamente un protocolo de enlace de datos para líneas punto a punto.

PPP provee un protocolo de encapsulación tanto sobre enlaces sincrónicos orientados a bits, como sobre enlaces asincrónicos con 8 bits de datos sin paridad.

PPP puede operar a través de cualquier interfaz DTE/DCE (Data Terminal Equipment/Data Circuit Equipment). Estos enlaces deben ser Full-Duplex pero pueden ser dedicados, o de circuitos conmutados.

Lo conforman básicamente 3 aspectos:

1. Un método de encapsulado sin ambigüedades que identifica claramente el inicio de un datagrama y el final del anterior.
2. Un protocolo de control de enlace, para activar y probar líneas; negociar opciones y desactivar el enlace ordenadamente cuando ya no es necesario.
3. Una familia de NCPs (Network Control Protocols) para negociar opciones de la capa de red con independencia del protocolo de red usado.

SLIP	PPP
Fácil de implementar.	Más complejo.
Añade muy pocos bytes de overhead	Mayor overhead
Utilizado por muchas aplicaciones	Su uso está en crecimiento
Efectúa compresión de overhead (CSLIP)	Puede configurarse para que use compresión de overhead.
No estándar	Estándar
No efectúa detección ni corrección de errores.	Suma de verificación (CRC) en cada marco.
Solo reconoce IP	Múltiples protocolos
Debe conocerse el IP de cada extremo.	Permite la asignación dinámica de IP.
No confiable	Transmisión confiable opcional.
Estático	Configurable a través de LCP.

Tabla 3.2. Comparación entre SLIP y PPP

### 3.2.3. RDSI (ISDN)

La red digital de servicios integrados (RDSI) es una extensión de la red pública telefónica, diseñada para transmitir llamadas de voz o datos digitalizados, desde un abonado a otro. Sus principales ventajas sobre la red de telefonía convencional son una mayor calidad de voz, mayores velocidades, menor tasa de error, mayor rapidez en el establecimiento de llamadas y mayor flexibilidad. Los costos de RDSI son similares a una llamada de teléfono convencional lo que, combinado con la velocidad disponible, hacen de la RDSI una buena elección para interconexión de LANs, sobre todo cuando las comunicaciones entre ellas son muy intermitentes.

Los objetivos de la RDSI son, fundamentalmente, proporcionar una capacidad de interoperatividad en red que permita a los usuarios acceder fácilmente, integrar compartir información de todo tipo: datos, audio, texto, imagen y vídeo, con independencia de las

fronteras geográficas, organizativas y tecnológicas. La RDSI, así pues, es una consecuencia evidente de la convergencia de la informática y las telecomunicaciones.

La UIT-T (cuando se denominaba CCITT) define la RDSI como una red evolucionada de la red de telefonía integrada digital, que proporciona una conectividad digital extremo a extremo para dar soporte a una amplia gama de servicios, los usuarios tienen acceso a través de un conjunto limitado de interfaces estándar multipropósito.

El concepto extremo a extremo significa que RDSI es una tecnología diseñada para digitalizar hasta el último metro, es decir, llevar la red digital hasta el abonado, fábrica u oficina.

Se pueden distinguir tres grandes etapas en esta evolución correspondientes a la implantación de las siguientes redes:

- Red Digital Integrada (RDI)
- Red Digital de Servicios Integrados de Banda Estrecha (RDSI-BE)
- Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA)

En la tabla 3.3 se pueden ver las características tecnológicas básicas en cada una de estas etapas exponiéndose a continuación las líneas principales de evolución:

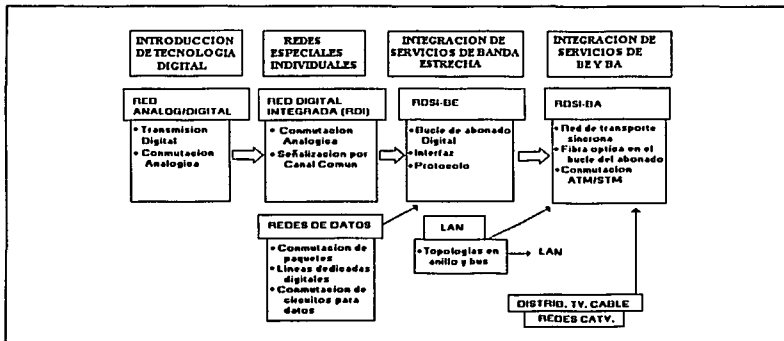


Tabla 3.3. Características tecnológicas de RDSI

**RDI**

El soporte básico de RDSI es la RDI (Red Digital Integrada) a la que se llega desde la red analógica por la digitalización paulatina de los medios de transmisión, de las centrales de conmutación y por último de los sistemas de señalización. La digitalización comienza por los medios de transmisión a larga distancia y las centrales de tránsito extendiéndose posteriormente a las centrales locales y medios de transmisión de corta distancia.

TRISIS CON FALLA DE ORIGEN

La digitalización acelerada de la transmisión y conmutación es una de las claves del éxito de la RDSI, así como la extensión del sistema de señalización digital CCITT N°7 que concede a la red la potencialidad necesaria para el intercambio de información entre centrales RDSI.

La digitalización de la red y la introducción de nuevas tecnologías como la fibra óptica, con una mayor capacidad de transporte, producen un cambio en las estructuras de costes de transmisión y conmutación. Este hecho, junto con los mayores requerimientos de seguridad en la red y de simplicidad en la gestión marca la tendencia hacia nuevas arquitecturas de red para la RDI, cuyas premisas son las siguientes:

- Disminución del número de niveles jerárquicos.
- Dobles conexiones entre los nodos de la red.
- Nodos de conmutación de mayor capacidad.

En esta arquitectura básica de RDI deberán integrarse las funciones de la RDSI-BE.

### RDSI-BE

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) esta definida por el CCITT como una red que proporciona conectividad digital extremo a extremo para soportar un amplio rango de servicios, incluyendo servicios vocales y no vocales, a los cuales tienen acceso los usuarios por un conjunto limitado de interfaces usuario-red normalizados.

El ancho de banda ofrecido al usuario es uno de los factores básicos que marcan la diferencia entre la RDSI-BE y la RDSI-BA.

En la RDSI-BE se ha definido un acceso básico de 144K bit/s y un acceso primario de 1,5 ó 2 Mbps. Además de la velocidad de los accesos se han definido una serie de servicios a proporcionar en la RDSI-BE, algunos de ellos soportados en modo circuito y otros en modo paquete.

La estrategia de evolución en la RDSI-BE se puede considerar bajo dos aspectos: la evolución funcional y la estrategia de introducción a partir de redes actuales.

La evolución funcional en la RDSI-BE puede contemplarse en tres fases diferenciadas básicamente por el nivel de integración del tráfico en modo paquete y en modo circuito. Las fases son las siguientes:

1. Integración en el acceso del usuario
2. Integración en la propia red.
3. Introducción de nuevos modos de transferencia de paquetes.

Integración en el acceso del usuario.

Las implicaciones de integrar varios servicios en un acceso único de usuario son las siguientes:

- El uso de la misma línea de acceso para varios servicios produce ventajas en los costes para el operador de red y para el usuario.
- El ancho de banda proporcionada en la línea de acceso (144 Kbps en la RDSI-BE) permitirá al usuario acceder a varios servicios simultáneamente sin interferir en ellos.



- La integración de servicios en una línea única se realizará con un interfaz estándar independiente del servicio, permitiendo disponer de un amplio rango de capacidades en los terminales y mejorar las prestaciones del terminal sin cambiar el interfaz de la línea de acceso.

En esta fase de conmutación del tráfico de paquetes que generen los abonados RDSI se realiza en las redes públicas de paquetes preexistentes, estableciéndose conexiones conmutadas o semi-persistentes en las centrales RDSI para el tráfico de paquetes que se encamina a dichas redes a través de la RDSI.

La primera generación, a la que a veces se llama RDSI de Banda Estrecha, RDSI-BE (**narrowband ISDN**), es una red que procede por evolución de la red telefónica existente, basada en conexiones por conmutación de circuitos a 64 Kbps, que ofrece conexiones digitales extremo a extremo proporcionando múltiples servicios: voz, imagen, texto, datos. Sigue una arquitectura estándar internacional definida en las recomendaciones de la UIT-T y de ISO y dispone de múltiples canales dúplex de información (canal B, canal portador o bearer channel) y de un canal común de señalización (canal D, canal delta).

La segunda generación denominada RDSI de banda ancha, RDSI-BA (**BISDN, Broadband ISDN**) soporta velocidades de transmisión muy altas de hasta Gbps, y esta basada en la tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode) ó Modo de Transferencia Asíncrono.

#### Estructura RDSI

RDSI fue diseñado sobre la noción de canales separados a 64 Kbps. Este número apareció por la velocidad a la cual se muestrea la señal analógica (8000 muestras por segundo, 8 bits por muestreo) en la RDI. La RDSI es básicamente combinación de estos canales, además de canales más lentos a 16 Kbps usados para señalización.

#### Los canales RDSI

La conexión digital entre abonado y central puede transportar un conjunto de canales,

- Canal B: 64 Kbps
- Canal D: 16 ó 64 Kbps
- Canal H0: 384 Kbps
- Canal H11: 1,536 Mbps
- Canal H12: 1,92 Mbps

El **Canal B** es el canal de usuario básico. Se puede utilizar para transmitir datos digitales, voz digitalizada o una mezcla de tráfico a baja velocidad, incluyendo datos digitales y voz digitalizada codificada como una fracción de 64 Kbps. En el caso del tráfico mixto, todo el tráfico del canal B debe tener por destino el mismo punto final; esto quiere decir que la unidad elemental de conmutación de circuito es el canal B. Si el canal B está formado por dos o más subcanales, todos ellos deben ir por el mismo circuito entre los mismos usuarios. Sobre el canal B se pueden establecer tres tipos de conexiones:

1. Conmutación de circuitos: Es equivalente al servicio de conmutación digital, disponible hoy en día. El usuario realiza una llamada, y se establece una conexión de conmutación de circuito con otro usuario de la red.
2. Conmutación de paquetes: El usuario se conecta a un nodo de conmutación de circuitos, e intercambia datos con otros usuarios vía X.25 o *Frame Relay*
3. Semipermanente: es una conexión con otro usuario fijada mediante un acuerdo anterior y que no requiere un protocolo de establecimiento de llamada. Es equivalente a una línea dedicada. Se establece mediante procedimientos del plano de gestión.

La elección de 64 Kbps como velocidad estándar para el canal de usuario pone de manifiesto la desventaja fundamental de la estandarización. Esta velocidad se eligió en su día, como la más efectiva para la voz digitalizada; hoy en día, la tecnología ha progresado hasta el punto de que 32 Kbps proporcionan una reproducción de voz igualmente satisfactoria. Incluso hay técnicas de compresión que permiten la transmisión de voz a velocidades inferiores, como 8 Kbps o 4 Kbps.

El Canal D sirve para dos propósitos principales. El primero, transmitir información de señalización para controlar las llamadas de conmutación de circuitos asociadas con los canales B en la interfaz de usuario. Si el usuario quiere llevar a cabo una llamada en el canal B, por el canal D se envía un mensaje de control a la central RDSI pidiendo la conexión. El canal D se utiliza para establecer las llamadas de todos los canales B en la interfaz del usuario. Esta técnica se llama *señalización de canal común*, del inglés *common channel signaling*, ya que el canal D se utiliza como un canal común que proporciona señales de control para todos los demás canales, permitiendo que estos se utilicen de manera más eficiente.

Además, el Canal D puede utilizarse para conmutación de paquetes o telemetría a baja velocidad. Estos tres tipos de tráfico comparten el canal D utilizando multiplexación estadística; es decir la suma de las velocidades de pico de todas las comunicaciones puede ser superior a la capacidad del canal.

Los Canales H (H0, H11, H12) se utilizan para transmisión de información de usuario a alta velocidad. El usuario puede utilizar el canal como una línea de alta velocidad o subdividirlo de acuerdo al propio esquema TDM (Multiplexación por División en el Tiempo) del usuario. Como ejemplos de aplicaciones tenemos facsímil rápido, vídeo, datos a alta velocidad, audio a alta velocidad y flujos de información multiplexados a velocidades bajas.

#### Estructuras de transmisión

Estos canales se agrupan en estructuras de transmisión que se ofrecen como un paquete al usuario. La estructura más significativas son la *estructura de canal básico (acceso básico)* y la *estructura de canal primario (acceso primario)*. La interfaz de acceso básico se suele usar para los hogares, mientras que el acceso primario es usado aplicaciones de negocios.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- El acceso básico (BRI) proporciona dos canales B dúplex a 64 Kbps y un canal D dúplex a 16 Kbps(ver figura 3.9). En las instalaciones de usuario la velocidad de transmisión de información total es de 192 Kbps que se obtiene de la suma de los dos canales B, el canal D y los bits de control, sincronismo y mantenimiento.

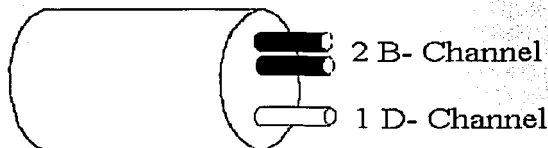


Figura 3.9. Canal de acceso básico

Este servicio intenta responder a las necesidades de la mayoría de los usuarios individuales, incluyendo abonados residenciales y pequeñas oficinas. Permite el uso simultáneo de voz, y de varias aplicaciones de datos, como el acceso por conmutación de paquetes, un enlace a un servicio central de alarma, facsímil, teletexto. Se puede acceder a estos servicios a través de un terminal multifuncional o varios terminales separadas. En ambos casos solo se necesita una única interfaz física. La mayoría de los bucles locales de par trenzado soportan esta interfaz.

En algunos casos, uno de los dos canales B no es necesario, con lo que tendríamos una interfaz B+D o D más que uno 2B+D. Pero para simplificar la implementación de la red, la velocidad de la interfaz sigue siendo de 192 Kbps.

- El acceso primario (PRI) está pensado para usuarios que necesiten mayor capacidad de transmisión, como pueden ser oficinas con una Central de Conmutación, PBX(Private Branch Exchange)digital o una Red de Área Local. Debido a las diferentes jerarquías de transmisión digital utilizadas en diferentes países, no fue posible elegir una única velocidad de transmisión. Los EE.UU, Canadá y Japón utilizan estructuras de transmisión basadas en 1,544 Mbps, que se corresponden con el servicio de transmisión T1. En Europa, 2,048 Mbps es la velocidad estándar (servicio E1). Ambas velocidades se proporcionan como un servicio de acceso primario. La estructura de canales para la velocidad de 1544 Mbps es de 23 canales B y un canal D de 64 Kbps; y para la velocidad de 2048 Mbps es de 30 canales B mas uno D de 64 Kbps y el sincronismo también a 64 Kbps(ver figura 3.10).

La velocidad de 1544 Mbps proviene de una estructura de 24 canales de 8 bits más 1 bit de control por trama; es decir, 193 bits que deben transmitirse en 125  $\mu$ s. Los bits de control se consolidan en una estructura de jerarquía superior denominada supertrama.

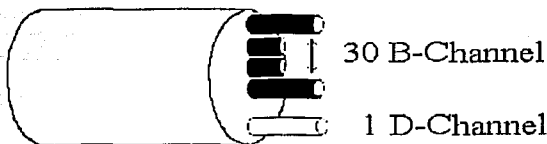


Figura 3.10. Canal de acceso primario

Un usuario con menores requisitos puede emplear menos canales, teniendo en este caso una estructura de canal  $nB+D$ , donde  $n$  varía de 1 a 23 o de 1 a 30 para ambos servicios primarios. Asimismo, si el usuario necesita mayor velocidad, se le puede proporcionar más de una interfaz física primaria. Aquí, uno de los canales D de una de las interfaces será suficiente para realizar la señalización, el resto de las interfaces estarán formadas únicamente por canales B (24B o 31B).

Con un PRI, se puede tener también la opción de combinar varios canales B en uno más grande llamado canal H. Algunas de estas estructuras incluyen un canal D de 64 Kbps para señalización de control. Si este canal no está presente, es que se está utilizando otro canal D de otra interfaz primaria suscrita por el mismo abonado. Hay varias velocidades de canal H.

- Estructuras de canal H0: soporta múltiples canales H0 a 384 Kbps. Las estructuras son  $3H0+D$  y  $4H0$  para el acceso a 1544 Mbps, y  $5H0+D$  para el acceso a 2049 Mbps.
- Estructuras de canal H11 y H12: la estructura de canal H11 consiste en un canal H11 a 1536 Kbps es decir, 24 canales B, y la de canal H12 está formada por un canal H12 a 1920 Kbps (30 canales B) y un canal D.
- Estructuras de canal formadas por canales B y H0. Esta interfaz está formada por uno o ningún canal D más cualquier combinación posible de los canales B y H0 dentro de la capacidad de la interfaz física. Por ejemplo:  $3H0+5B+D$  y  $3H0+6B$  para la interfaz de 1544 Mbps.
- Estructuras de canal H21: proporcionan 32 Mbps (512 canales B)
- Estructuras de canal H22: proporcionan 44 Mbps (690 canales B)
- Estructuras de canal H4: proporcionan 135 Mbps (2112 canales B), diseñado para usarlo con HDTV comprimido.

#### Los servicios RDSI

Las recomendaciones UIT-T de la serie I.200, conocidas como *capacidades del servicio*, proporcionan una clasificación y un método de descripción de los servicios de telecomunicaciones soportados por RDSI. Estas recomendaciones recogen servicios existentes y definen algunos adicionales. Su propósito es proporcionar un marco común para examinar estos servicios y exponer los requisitos de usuario para RDSI. Estas

recomendaciones, sin embargo, no imponen guías de implementación o configuración, es decir, no definen el modo en que el servicio debe ser proporcionado.

UIT-T define tres tipos de servicios: *servicios portadores*, *teleservicios* y *servicios suplementarios*.

Los servicios portadores proporcionan los medios para transmitir información (voz, datos, vídeo, etc.) entre usuarios en tiempo real y sin alteración del contenido del mensaje. Son los que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre puntos de terminación de red definidos. Entre ellos podemos citar la telefonía digital y la transmisión digital de datos.

Los tele servicios combinan la función de transporte con la de procesamiento de la información. Emplean servicios portadores para transmitir los datos y, además, proporcionan un conjunto de funciones de alto nivel. Ejemplos de tele servicios son telefonía, teletexto, facsímil o correo electrónico.

Tanto los servicios portadores como los tele servicios pueden ser ampliados mediante los servicios suplementarios. Por definición, los servicios suplementarios se ofrecen como complemento a los anteriores, no independientemente. Comprenden funciones como llamada abreviada, identificación de llamada entrante, conferencia entre varios usuarios, etc. IBERCOM y otras redes ofrecen en la actualidad este tipo de servicios, si bien en un escenario no RDSI.

En cada una de las tres categorías ( portador, tele servicio o suplementario), hay un número de servicios especificados. Para definir y diferenciar con mayor precisión estos servicios se ha definido un conjunto de atributos.

#### Los servicios portadores

UIT-T ha definido hasta ahora 11 tipos distintos de servicios portadores que se resumen a continuación. Los cuatro primeros proporcionan la capacidad de transferencia de información a 64 Kbps. Esta velocidad de transmisión es el bloque básico de construcción para los servicios RDSI. El primero de ellos, conocido como *64 Kbps, no restringido, estructurado a 8 kHz*, es el servicio de propósito mas general a esta velocidad. El término no restringido significa que la información se transmite sin alteración; es lo que se conoce como servicio portador transparente. Los usuarios pueden utilizar este servicio para cualquier aplicación que necesite una velocidad de transmisión de 64 Kbps.

El término estructurado a 8 kHz significa que, además de los bit, se transmite una estructura entre los usuarios. Cuando un usuario transmite información a otro usuario, se pasa también una información de reloj a 8 Khz, que delimita los datos en unidades de 8 bits. Esto asegura que un octeto nunca se divide dentro de los límites de un intervalo de tiempo y se aplica especialmente a la transmisión de voz, que requiere una estructura de 8 kHz además de un flujo de información de 64 Kbps, para que los octeto formados por codificación de voz sean reconocidos por el receptor.

El segundo servicio de la lista, *64 Kbps, estructurado a 8 kHz, utilizable para transmisión de voz*, define una estructura específica para la señal digital, cuyo nombre es MIC -modulación por impulsos codificados - o, en ingles, Pulse Code Modulation (PCM). Como

la red asume que los datos codificados son voz y utiliza técnicas de procesamiento apropiadas, tales como cancelación de eco o compresión. Como, además, estas transformaciones pueden no ser reversibles, la integridad de los bits no está garantizada. Sin embargo, la señal recibida debe producir la señal de voz transmitida con una alta calidad. Por lo demás, este servicio es el mismo que el anterior.

El servicio de *64 Kbps, estructurado a 8 kHz, utilizable para transferencia de información de audio a 3.1 kHz*, asume que se transmite información de audio digitalizada. Esto permite enrutamiento en circuitos analógicos como el servicio anterior, pero no permiten otras formas de procesamiento propias de las señales de voz.

El siguiente servicio *Alternativo voz / 64 Kbps, no restringido, estructurado 8 kHz*, proporciona al usuario dos canales de 64 Kbps que mantienen alguna relación entre ambos. Los detalles de este servicio están todavía por desarrollar.

Los siguientes tres servicios proporcionan transmisión digital de alta velocidad a 384, 1526 y 1920 Kbps. Estos servicios se pueden utilizar en numerosas aplicaciones como vídeo, conexión privada entre PBX's (private branch exchange, sistemas de teléfonos de uso privado) y enlaces entre otras redes.

Entre los servicios de conmutación de paquetes, el primero: *llamada virtual y circuito virtual permanente* es el clásico servicio que permite ambos tipos de circuitos virtuales; los usuarios se conectan a RDSI como si lo hicieran a una red de conmutación de paquetes, utilizando X.25. El servicio no orientado a conexión proporciona conmutación de paquetes a través de datagramas. Este servicio puede utilizarse para soportar aplicaciones como telemetría, alarma y servicios de transacción que no necesitan orientación a conexión. El protocolo de acceso puede ser diferente al X.25. El último servicio, *señalización de usuario*, proporciona señalización de control entre usuarios.

### Los teleservicios

Los teleservicios pretenden cubrir lo que normalmente se denominan *Servicios de Valor Añadido o SVA*. El problema está en definir la frontera entre Servicios de Valor Añadido y los Servicios Portadores. Además, esta frontera varía considerablemente en el tiempo, dadas las tendencias de liberalización existentes. Por ello, en este apartado se incluyen solamente los definidos en la Recomendación UIT-T I.212. Curiosamente, la mensajería X.400 no está incluida en la I.212.

Los teleservicios definidos son:

- Telefonía: proporciona comunicación de voz de 3.1 kHz de ancho de banda (derivada del espectro 300-3400 kHz). La codificación es estándar y la red puede proporcionar funciones adicionales como compresión o cancelación de eco.
- Teletex: su objetivo es proporcionar una comunicación extremo a extremo de caracteres codificados. Tuvo algunas expectativas en los años 80 si bien no ha llegado a desarrollarse.
- Telefax: proporciona comunicación de facsímil extremo a extremo utilizando protocolos de comunicación, resolución y codificación de gráficos. Se basa en la recomendación de la UIT-T grupo 4 (facsímil digital).

- Mixto: combina los dos servicios anteriores.
- Videotext: mejora el servicio videotex existente proporcionando mayor capacidad y funciones de buzón para información textual y gráfica. Es difícil predecir su evolución ante el extraordinario desarrollo de los servidores Internet.
- Telex: Proporciona una comunicación interactiva de texto, siguiendo las recomendaciones para telex para la Capa Física RDSI.

#### Los servicios suplementarios.

Como se ha indicado anteriormente, los servicios suplementarios están siempre asociados con un servicio portador o un teleservicio. Cada servicio se define y puede implementarse de manera independiente del servicio portador o teleservicio en el que puede ser utilizado. Esto permite que cada servicio suplementario se utilice de modo uniforme y sin tener en cuenta el servicio portador o teleservicio que lo soporta.

A continuación, listo todos los servicios suplementarios definidos hasta el momento. Todos ellos se han originado en el ámbito telefónico, pero pueden aplicarse a los servicios portadores modo paquete y a algunos teleservicios.

En la figura 3.11 se representan esquemáticamente los servicios RDSI, teniendo presente el criterio expuesto:

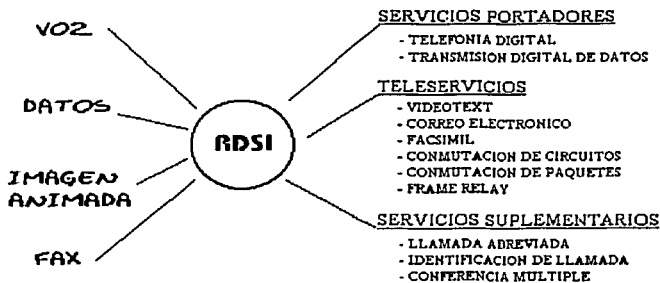


Figura 3.11. Servicios que se pueden ofrecer con RDSI

#### 3.2.4. Tecnología xDSL (High-Speed Digital Subscriber Line)

La demanda por nuevos servicios es el factor definitivo en el desarrollo de tecnología de transmisión de voz y datos de hoy en día.

Los usuarios requieren actualmente de servicios que necesitan gran ancho de banda, como lo son acceso a Internet, Intranets, telecomutación (acceso a servicios de oficina desde el hogar) y acceso remoto a Redes de Área Local.

Afortunadamente, las nuevas tecnologías proveen soluciones de gran ancho de banda sobre la red telefónica de cobre existente, permitiendo a los carriers de telecomunicación y a las compañías que poseen redes privadas de cobre, rápidamente cubrir sus demandas y requerimientos sin necesidad del recableado costoso y consumidor de tiempo.

Los beneficios de este renacimiento tecnológico son inmensos. Los Proveedores de Redes de Servicios (ISP's) pueden ofrecer nuevos servicios de avanzada de inmediato, incrementando las ganancias y complementando la satisfacción de los usuarios. Los propietarios de redes privadas pueden ofrecer a sus usuarios los servicios expandidos que juegan un papel importante en la productividad de la compañía y los impulsa a mejorar su posición competitiva.

La red telefónica, con más de 700 millones de líneas repartidas por todo el mundo, es ideal para ser el soporte de las comunicaciones, puesto que ya está implantada y es capaz de llegar a casi cualquier rincón del mundo.

Sin embargo, la red telefónica también tiene grandes limitaciones. La más importante de ellas es su ancho de banda, que llega tan solo a los 4 KHz, lo que no permite el transporte de aplicaciones que requieran mayor ancho de banda (véase la figura 3.12).

Bajo estas características nace xDSL (x Digital Subscriber Line), tecnología que soporta un gran ancho de banda con costos de inversión relativamente bajos y que trabaja sobre la red telefónica ya existente. Además la facilidad de instalación de los equipos xDSL reduce los costos por tiempo.

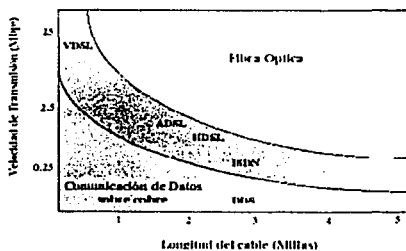


Figura 3.12. Límite Teórico del Cobre

xDSL esta formado por un conjunto de tecnologías que proveen un gran ancho de banda sobre circuitos locales de cable de cobre, sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, entre la conexión del cliente y el primer nodo de la red. Son tecnologías de acceso punto a punto a través de la red pública (PSTN), que permiten un flujo de información tanto simétrico como asimétrico y de alta velocidad sobre el anillo de abonado.



Los costos de inversión son relativamente bajos, especialmente comparados con los costos de recableado de la planta instalada de cobre. Adicionalmente a esto, la facilidad en la instalación de los equipos xDSL permite la reducción de costos por tiempo de instalación para la puesta en marcha de los nuevos servicios.

Las tecnologías xDSL convierten las líneas analógicas convencionales en digitales de alta velocidad, con las que es posible ofrecer servicios de banda ancha en el domicilio de los abonados, similares a los de las redes de cable o las inalámbricas, aprovechando los pares de cobre existentes, siempre que estos reúnan un mínimo de requisitos en cuanto a la calidad del circuito y distancia.

xDSL es una tecnología "MODEM-Like" (muy parecida a la tecnología de los MODEM) en la que se necesita un dispositivo módem xDSL terminal en cada extremo del circuito de cobre. Estos dispositivos aceptan flujo de datos en formato digital y lo superponen a una señal analógica de alta velocidad.

En general, en los servicios xDSL, el envío y recepción de datos se establece a través de un módem xDSL (que dependerá de la clase de xDSL utilizado: ADSL, VDSL,...). Estos datos pasan por un dispositivo, llamado "splitter" (ver figura 3.13), que permite la utilización simultánea del servicio telefónico básico y del servicio xDSL. El splitter se coloca delante de los MODEM del usuario y de la central; está formado por dos filtros, uno paso bajo y otro paso alto. La finalidad de estos dos filtros es la de separar las señales transmitidas por el canal en señales de alta frecuencia (datos) y señales de baja frecuencia (Telefonía).

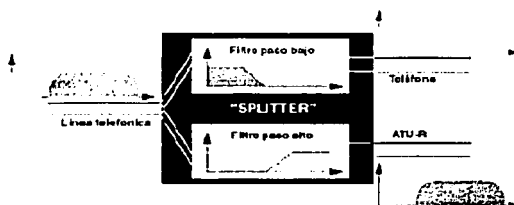


Figura 3.13. Splitter

Las transmisiones de voz, residen en la banda base (4 KHz e inferior), mientras que los canales de datos de salida y de entrada están en un espectro más alto (centenares de KHz).

La tecnología xDSL soporta formatos y tasas de transmisión especificados por los estándares, como lo son T1 (1.544 Mbps) y E1 (2.048 Mbps), y es lo suficientemente flexible como para soportar tasas y formatos adicionales, como por ejemplo, 6 Mbps asimétricos para la transmisión de alta velocidad de datos y video.

Hay tres técnicas de modulación usadas actualmente para xDSL son:

- "2B1Q" (2 bits, 1 Quaternary)  
2B1Q es un tipo de codificación de línea, en la cual, pares de bits binarios son codificados de 1 a 4 niveles para la transmisión (por tanto 2 binarios/1 cuaternario) Será utilizada, exclusivamente, en la tecnología IDSL.  
"Carrier-less amplitude modulation" (CAP)
- Esta modulación está basada en QAM ("quadrature pulse amplitude modulation"). El receptor de QAM necesita una señal de entrada que tenga la misma relación entre espectro y fase que la señal transmitida. Las líneas telefónicas instaladas no garantizan esta calidad en la recepción, así pues, una implementación QAM para el uso de xDSL tiene que incluir equalizadores adaptativos que puedan medir las características de la línea y compensar la distorsión introducida por el par trenzado.

Una variación de QAM denominada CAP fue desarrollada por AT&T. Su funcionamiento es muy parecido a la modulación QAM: CAP divide la señal modulada en segmentos que después almacena en memoria. La señal portadora se suprime, puesto que no aporta ninguna información ("carrierless").

La onda transmitida es la generada al pasar cada uno de estos segmentos por dos filtros digitales transversales con igual amplitud, pero con una diferencia de fase de  $\pi/2$  ("quadrature"). En recepción se reensamblan los segmentos y la portadora, volviendo a obtener la señal modulada. De este modo, obtenemos la misma forma del espectro que con QAM, siendo CAP más eficiente que QAM en implementaciones digitales.

Las principales ventajas de la modulación CAP son:

- bajo coste, debido a su simplicidad
- velocidad de 1.544 Mbps (la correspondiente a las líneas T1)

Por otro lado, presenta el gran inconveniente de no estar estandarizado por ningún organismo oficial (ni europeo ni americano).

- "Discrete multi-tone modulation" (DMT).  
DMT es un tipo de modulación multiportadora, que elimina el problema de las altas frecuencias (aumentan considerablemente las pérdidas debido al ruido) en las líneas de cobre, dividiendo el ancho de banda disponible en 256 subcanales. Estos subcanales son comprobados para determinar su capacidad portadora.

La modulación DMT emplea la transformada discreta de Fourier para crear y demodular portadoras individuales, dividiendo el ancho de banda disponible en unidades más pequeñas. La línea se comprueba para determinar qué banda de frecuencias es posible y cuántos bits pueden ser transmitidos por unidad de ancho de banda. Los bits se codifican en el transmisor mediante la transformada rápida de Fourier inversa y después pasan a un conversor analógico/digital. Al recibirse la señal, ésta se procesa mediante una transformada rápida de Fourier para decodificar la trama de bits recibida. DMT puede operar con una velocidad fijada o en modo adaptativo; es decir, puede usar un valor constante de velocidad, o puede modificar dicho valor durante la operación, como respuesta a las características de la línea.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los principales inconvenientes de esta modulación son:

- el uso de la transformada de Fourier que, al introducir armónicos adicionales que no transportan información, consumen potencia y ancho de banda innecesarios.
- su elevado costo.
- su gran complejidad.

Por otro lado, tiene como ventaja el estar estandarizada por ANSI, ETSI e ITU. xDSL ofrece configuraciones asimétricas o simétricas según sean las velocidades de acceso en sentido usuario-red y red-usuario.

**DSL:** IDSN Digital Subscriber Line

Simétrico: 128 Kbps

Emplea la modulación 2B1Q.

**HDSL:** High-data-rate Digital Subscriber Line

Simétrico: 1.544 Mbps (emplea dos líneas de par trenzado) y 2.048 Mbps (emplea tres líneas de par trenzado)

Se usa para servicios T1/E1, acceso a redes LAN y WAN y acceso a servidor.

**SDSL:** Symmetric Digital Subscriber Line

Simétrico: 1.544 Mbps (emplea dos líneas de par trenzado) y 2.048 Mbps (emplea tres líneas de par trenzado).

Igual que HDSL, añadiendo funciones de acceso a servicios simétricos.

**ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line

Asimétrico:

- De 1,5 a 9 Mbps en sentido red-usuario.

- De 16 a 640 Kbps en sentido usuario-red.

Se utiliza para el acceso a Internet, video bajo demanda, video en modo simplex, acceso a redes LAN, multimedia interactiva, etc.

**RADSL:** Rate Adaptive Digital Subscriber Line

ADSL basado en tecnología CAP.

Tiene una gran capacidad para adaptarse a las condiciones de la línea.

**VDSL:** Very High-data-rate Digital Subscriber line

(También llamado BDSL o VADSL).

Asimétrico:

- De 25 a 52 Mbps en sentido red-usuario

- De 1,5 a 2,3 Mbps en sentido usuario-red

Igual que ADSL añadiendo nuevas funciones de alta velocidad, pero en líneas más cortas.

### IDSL

IDSL es una tecnología xDSL desarrollada por Ascend Communications, que permite el uso de las tecnologías de tarjetas RDSI para el uso exclusivo de datos. Esta tecnología va a ser la única de las xDSL, que utilice la modulación 2B1Q (este tipo de modulación es también usado por las líneas RDSI).

IDSL transmite la información, de manera simétrica (en ambos sentidos), a 128 Kbps por un cable telefónico (cable de cobre de par trenzado) desde el usuario hasta el destino



usando transmisión digital, pasando por la central telefónica, que trabaja con señales analógicas.

### HDSL

HDSL es un tipo de tecnología xDSL simétrica, es decir, provee el mismo ancho de banda en los dos sentidos.

Debido a su velocidad (1.544Mbps sobre dos pares de cobre y 2.048Mbps sobre tres pares), las compañías telefónicas emplean HDSL como una alternativa para las líneas T1/E1 (las líneas T1, usadas en América del Norte y Japón, tienen una velocidad de 1.544Mbps; las líneas E1, usadas en Europa, tienen una velocidad de 2.048Mbps), disminuyendo el costo de dichas líneas y el tiempo que requiere su instalación.

HDSL puede operar hasta una distancia máxima de 3\*6 km. Aunque esta distancia es menor que la de ADSL, existen repetidores que las compañías telefónicas pueden instalar para aumentar dicho alcance, sin elevar excesivamente el costo.

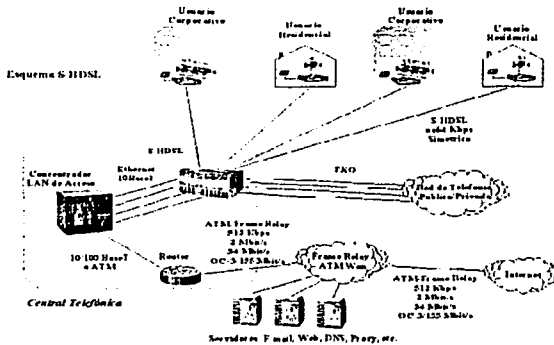


Figura 3.14. Esquema general de un enlace con tecnología xDSL(HDSL)

Estos términos se refieren a la manera en que el ancho de banda de transmisión es configurado y usado para soportar las necesidades del cliente.

HDSL está enfocado principalmente hacia usos empresariales (interconexión de nodos proveedores de Internet, redes privadas de datos, enlaces entre centralitas, etc) más que hacia el usuario (cuyas necesidades se verán mejor cubiertas por las tecnologías ADSL y SDSL).

HDLS2 fue propuesto como la segunda generación de HDSL por ANSI y ETSI: tiene las mismas características que HDSL, pero sobre un cable simple.

### SDSL

Igual que HDSL, SDSL también contribuye a las transmisiones T1/E1 simétricas, pero SDSL difiere de HDSL en dos factores muy importantes:

Por un lado, emplea un único par de cobre (en lugar de dos o tres como ocurría con HDSL) y por otro, tiene una distancia máxima de operación de 3km (menor que la de HDSL).

Con estas limitaciones de distancia, SDSL es muy apropiada en aplicaciones que requieren la misma velocidad tanto en sentido red-usuario como en sentido usuario-red, como pueden ser la videoconferencia o el compartir recursos entre diferentes computadoras.

SDSL es un precursor de HDSL2.

### ADSL

ADSL es una tecnología asimétrica, lo que permite un mayor ancho de banda en sentido red-usuario que en sentido usuario-red. Esta asimetría, combinada con el acceso "always on" (que elimina el establecimiento de llamada), hace que ADSL sea la tecnología ideal para la navegación Internet/Intranet, video bajo demanda y acceso a LANs, puesto que los usuarios de estas aplicaciones generalmente demandan más información que la que depositan en la red.

### R-ADSL

R-ADSL opera con las mismas velocidades de transmisión que ADSL, pero se adapta dinámicamente a las variaciones en la longitud y otros parámetros de las líneas de pares trenzados.

Con R-ADSL es posible conectar diferentes líneas que vayan a distintas velocidades. La velocidad de la conexión se puede seleccionar cuando se inicia, durante la conexión, o bien cuando la señal llega a la oficina central.

### VDSL

La tecnología VDSL es la más rápida de todas las tecnologías xDSL, con velocidades en sentido red-usuario dentro del rango 13-52Mbps y en sentido usuario-red 1'5-2'3Mbps, sobre un único par de cobre.

VDSL se considera como una buena alternativa a la fibra en el hogar. Sin embargo, la distancia máxima para esta tecnología asimétrica es, tan solo, 1'5 km.

VDSL, además de soportar las mismas aplicaciones que ADSL, tiene un mayor ancho de banda que ésta, lo que facilita a los proveedores de servicio de red ofrecer televisión de alta definición (HDTV), video bajo demanda y video digital conmutado, así como servicios en redes LAN.

Estos términos se refieren a la manera en que el ancho de banda de transmisión es configurado y usado para soportar las necesidades del cliente.

Servicios que se pueden ofrecer con un sistema de comunicación xDSL:

- Navegación Internet
- Intranet
- Video Conferencia
- Servicios Transparentes LAN para Clientes Corporativos
- Acceso Remoto LAN para Clientes Corporativos

- Educación a Distancia
- Video en Demanda / Televisión Interactiva
- Juegos Interactivos

Considerando la necesidad de soportar el incremento en la demanda para el acceso a Internet combinada con telecommutación e interconectividad de las Redes LAN, se puede ver que xDSL ofrece a los carriers, proveedores de servicios Internet (ISP's) y proveedores de acceso competitivo, una oportunidad excelente y maravillosa de ampliar sus recursos.

Enfrentados al reto de desarrollar soluciones que cumplan con las necesidades crecientes de un mercado en expansión, los proveedores de servicios están concluyendo rápidamente que xDSL se les presenta con una serie de opciones invaluable.

Dado que la tecnología xDSL ha madurado rápidamente y ha establecido una segura y muy fuerte penetración en la industria de las comunicaciones, las aplicaciones que requieren gran ancho de banda pueden ser soportadas en una plataforma altamente competitiva y costo-efectivo.

Acceso a Internet, telecommutación y acceso a Redes LAN, pueden ser soportadas como nunca antes dada la compatibilidad de xDSL con los estándares tradicionales de comunicación. Dados esos desarrollos importantes y difíciles de alcanzar, esta claro que la tecnología xDSL será el mayor componente de la infraestructura del proveedor de servicios. Usando estas capacidades, los proveedores podrán ofrecer un rango completo de servicios asegurando un excelente servicio.

Las soluciones xDSL también ofrecen a los proveedores de servicios la habilidad de maximizar los recursos de personal, utilizando empleados y habilidades existentes con gran eficiencia.

Consecuentemente, sus clientes tendrán alto nivel de satisfacción y los proveedores podrán potencialmente experimentar una ganancia saludable sobre su inversión.

A las puertas de un nuevo milenio, la tecnología de comunicaciones es más vital para el progreso de los negocios que nunca. Gracias a la Tecnología xDSL, nuevos y excitantes servicios de telecomunicaciones están siendo implementados mundialmente, incrementando ganancias y mejorando la productividad.

Una de las principales modalidades de la tecnología xDSL y la más empleada en el mercado de las comunicaciones por MODEM es la ADSL. Esta tecnología permite la utilización simultánea de la red telefónica básica (RTB) y del servicio ADSL. Es decir, el usuario puede hablar por teléfono a la vez que navega por Internet.

Para ello, establece tres canales independientes sobre la línea telefónica estándar:

- Un canal de alta velocidad de envío de datos
- Un canal de alta velocidad de recepción de datos
- Un tercer canal para la comunicación normal de voz (RTB)

Los dos canales de datos son asimétricos, siendo considerablemente mayor la del canal de recepción que la del canal de envío de datos.

Esta asimetría tiene sentido en sistemas en los que se dé prioridad al acceso de información (por ejemplo, Internet) en los que el volumen de información en sentido red-usuario es mucho mayor que en sentido contrario.

En la figura 3.15 se muestra un enlace común con tecnología ADSL:

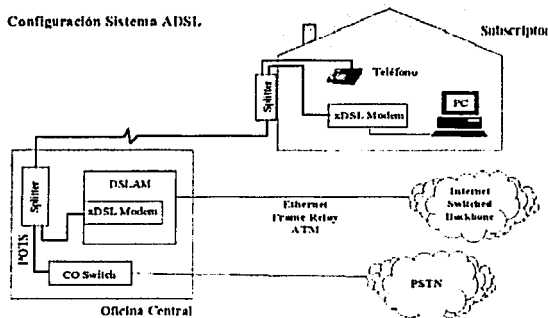


Figura 3.15. Configuración de un sistema ADSL

#### Ventajas

- Simultaneidad con el uso telefónico habitual
- ADSL permite la utilización de forma simultánea de la línea telefónica, tanto para las comunicaciones de voz y fax, como para la conexión a Internet.
- Ancho de banda dedicado
- El ancho de banda que se ofrece en sentido red-usuario y usuario-red no es compartido, sino que cada usuario disfrutará de un ancho de banda dedicado en el acceso. Cuando el acceso es compartido como ocurre en otras tecnologías, las prestaciones se degradan a medida que el número de usuarios que acceden simultáneamente sobre ese medio compartido aumenta. Esto no ocurre en ADSL donde el ancho de banda en el acceso es proporcionado a cada usuario en exclusividad.
- Alta velocidad
  - Veamos una comparativa respecto a un MODEM de 28,8 Kbps
    - MODEM 56 Kbits/seg, 2 veces más rápido,
    - ADSL tarifa plana básica, 9 veces más rápido.
    - ADSL tarifa plana avanzada, 18 veces más rápido.
    - ADSL tarifa plana profesional, 71 veces más rápido
- ALWAYS ON LINE (Siempre conectado)

Con ADSL no es necesaria la marcación, ya que el módem de usuario está permanentemente conectado con el de la central. Por tanto, no será necesario esperar

los tiempos de conexión ni tendrán lugar llamadas fallidas, pues el servicio está siempre activo.

- Conmutación de paquetes. Muy eficiente para la transferencia de datos, pues permite asignar ancho de banda bajo demanda.
- Posibilidades de terminación
- El tráfico ADSL puede ser terminado fuera de la red a través de servicios basados en ATM, Frame Relay o ADSL.
- Seguridad. ADSL no comparte el medio y utiliza técnicas de cifrado que permiten unas transacciones seguras de la información, mientras que el transporte de datos mediante la tecnología del cable se realiza compartiendo el mismo medio para todas las comunicaciones multimedia (televisión, teléfono,...)
- Inversión
- Esta tecnología convierte las líneas analógicas convencionales (de la RTB), en digitales de alta velocidad con una inversión mínima: Permite utilizar la infraestructura existente sin realizar grandes desembolsos en su sustitución, sino solo en equipos terminales.
- Posibilidad de ser transportado sobre atm
- Las redes básicas ADSL están preparadas para soportar tráfico ATM, lo que es garantía de futuro.

### 3.2.5. MODEM por cable(cable-MODEM)

Los módem por cable ofrecen acceso rápido a Internet por medio de las redes de televisión por cable. Este tipo de módem se emplea para tener acceso a Internet en el hogar, ya que la mayor parte de las áreas residenciales tienen instalación por cable.

Los dispositivos, producidos por fabricantes como Bay Networks y Motorola, por lo regular son cajas externas que se conectan a las PC del cliente a través de interfaces Ethernet pero esperamos ver módem por cable USB y Fire Wire.

En la mayoría de los casos a los usuarios de módem por cable se le asigna una sola dirección IP, pero muchos proveedores de módem por cable ofrecen direcciones adicionales para múltiples computadoras con un cargo extra.

Módem coaxiales de fibra óptica; (HFC; hybrid fiber-coax) son dispositivos bidireccionales que operan por cable HFC.

Los módem HFC por lo general ofrecen velocidades de carga en el rango de 3 a 30 Mb, con velocidades de descarga que van de 128 Kb hasta 10Mb, aunque actualmente los usuarios pueden esperar velocidades alrededor de 4 Mb.

Módem Unidireccionales; son más antiguos que los anteriores que operan por cable de televisión coaxiales tradicionales.

Los módem unidireccionales de cable coaxial permiten velocidades de carga de hasta 2 Mb; dichos módem requieren un módem convencional de marcación para completar la conexión.

No obstante cualquier módem por cable utiliza uno o dos canales de televisión de 6MHz. Dado que la red de la industria de cable tiene una topología de bus, todos los módem por cable en un área comparten acceso a una sola columna de conexiones de cable coaxial. El



uso compartido puede afectar el caudal de procesamiento aunque no se considera como un problema importante, ya que con un buen diseño se elimina.

Un ruteador de cable de cada área combina el tráfico de datos locales y se comunica con un ruteador más grande en la planta principal de la compañía de cable mediante la parte de la fibra óptica de cable de la columna de conexiones HFC.

#### Semejanzas entre las dos tecnologías:

Hay muchas similitudes entre los módem por cable y xDSL. Ambos ofrecen velocidades muy superiores de los módem convencionales y también es posible utilizar cualquiera de los dos para una conexión de acceso remoto a una LAN.

Las dos tecnología también presentan el problema de conectar a miles de usuarios de multimegabits a Internet sin crear cuellos de botella adicional.

No esta claro como harán las compañías de teléfonos locales para manejar el problema de ancho de banda, pero es probable que tengan que agregar capacidad de red de columna de conexiones entres sus oficinas centrales para manejar el tráfico adicional generado por los usuarios de Internet xDSL.

La selección de estas dos tecnologías puede depender del precio, la mayoría de las suscripciones que se hacen de módem por cable incluyendo Internet cuesta alrededor de 40 a 50 dólares por mes, con un cargo de la instalación de 100 a 200 dólares.

#### 3.2.6. Líneas digitales de transmisión T1(DS1) y T3(DS3)

Las líneas digitales dedicadas son frecuentemente usados para transportar voz, datos y video. Los servicios digitales proveen velocidades de datos hasta 45 Mbps. En la actualidad, las líneas digitales son posibles al "acondicionar" líneas normales (cobre) con equipos especiales para transportar altas velocidades.

T1 provee transmisiones de datos a velocidades de 1.544 Mbps y pueden llevar tanto voz como datos. Un T1 esta dividido en 24 canales de 64 Kbps cada uno. Esto es debido a que cada circuito de voz requiere de 64 Kbps de ancho de banda, así cuando los T1 son divididos en canales de 64 Kbps, voz y datos pueden ser llevados sobre el mismo servicio T1. Un T3 es equivalente a 28 líneas T1, es decir 45 Mbps o 672 DS0's o 672 canales de 64 Kbps.

T1,T3: El sistema de acarreo(carrier) "T", introducido en los Estados Unidos por Bell en la década de los 60's, fue el primer sistema exitoso que soporto la transmisión digital de voz. La transmisión original en la línea T-1 (1.544 Mbps) es comúnmente utilizada por los proveedores de servicio de Internet (ISP) en sus conexiones a la red mundial. Existe otro nivel, la línea T-3, la cual provee velocidades de 44.736 Mbps.

#### T1(DS1)

Cuando una tecnología gana aceptación rápidamente, ésta aunque tenga alcances considerables su estatus de comprensión y estudio es todavía puesta a prueba. Así T1:

aunque es una parte importante de muchas redes de comunicaciones, muchos de nosotros todavía estamos intentando aprender los principios.

T1 es un enlace digital de comunicaciones que habilita la transmisión de voz, datos, y señales de video en un rango de 1.544 millones de bits por segundo (Mb/s). Introducido en los años sesenta, fue usado inicialmente por compañías de teléfono quienes buscaban reducir el número de cables de teléfono en áreas metropolitanas grandes.

En sus días de iniciación, el gasto de instalar T1 ha hecho a la tecnología costo-prohibitivo para muchos usuarios finales.

De hecho, el usuario primario de servicios externos T1 de las compañías de teléfono fue el gobierno federal. Pero a inicio de los años 80s, el servicio fue ratificado para que existieran ahorros sustanciales que pudieran comprender la compra de cantidades grandes de bandwidth (ancho de banda).

Después de la ratificación, la demanda para T1 presiono el tiempo de espera para la nueva instalación a más de un año. Lo que es más, T1 continua creciendo; analistas predicen que el número de usuarios basados en T1 se triplicarán en los primeros tres años de la década.

T1 simplifica la tarea de gestión de redes de diferentes tipos de equipo de comunicaciones. Para ilustrarlo véase la Figura 3.16 que muestra la red de comunicaciones de una compañía sin T1.

La Figura 3.16 muestra que el teléfono, facsímil, y las aplicaciones de la computadora podrían requerir líneas separadas. Típicamente, la voz y aplicaciones de datos de baja velocidad son proporcionadas por líneas analógicas, mientras las aplicaciones de datos de gran velocidad son proporcionadas por medios digitales.

La Figura 3.17 muestra la misma arquitectura pero con un enlace T1 instalado.

En enlaces T1 ambos, voz y datos se encuentran en un solo enlace de comunicaciones digital. Reduciendo el número de líneas necesarias para llevar la información, la tarea de manejar muchas redes diferentes se simplifica. Un ejemplo de equipos que une estas señales es el multiplexor T1.

Este multiplexor se encarga de generar una sola señal digital de salida de varios servicios (señales) como pueden ser un sistema telefónico, un fax, una computadora, etc., esto gracias a la arquitectura del mismo, es decir, el multiplexor se encarga de combinar varias señales de transmisión (teléfono, fax, computadora, etc) sobre un mismo medio.

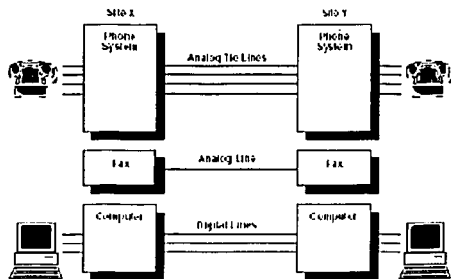


Figura 3.16. Red de comunicaciones sin enlace T1

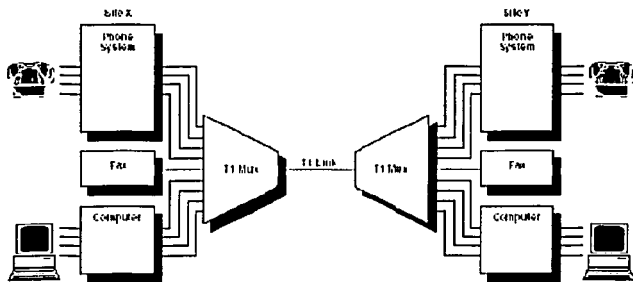


Figura 3.17. Red de comunicaciones con enlace T1

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

T1 es sumamente barato para las organizaciones con volúmenes de tráfico altos. Como un ejemplo, la Figura 3.18 describe una red corporativa "multilínea" entre Dallas y Denver. En 1985, los costos de operación mensuales de la red mostrada en Figura 3.18 son aproximadamente \$27,000.

Usando un enlace T1 para eliminar el gasto de líneas separadas como se muestra en Figura 3.19, los costos de operación mensual disminuyen aproximadamente \$7,000 por mes, o \$85,000 por año. Y desde 1985, las tarifas se han movido más favorablemente al uso de T1. Las economías anuales en costos de operación para esta red corporativa ha aumentado subsecuentemente a más de \$150,000. Además de las economías de costos, el modelo T1 mostrado en la Figura 4 proporciona suficiente banda ancha para futuras expansiones sin los costos aumentados de la transmisión.

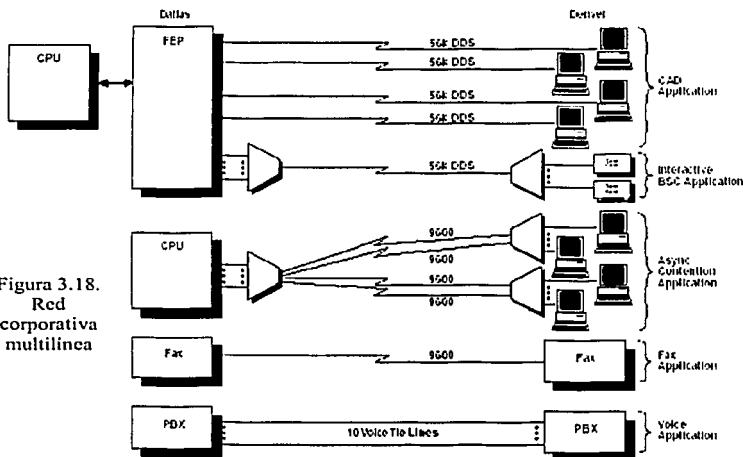


Figura 3.18.  
Red corporativa multilínea

T1 también proporciona una señal que es superior de forma consistente en calidad a señales proporcionadas por medios analógicos. Los circuitos analógicos amplifican ruido y distorsión a los niveles que pueden dañar voz y degradar servicios de los datos. Pero T1 regenera la señal original sin el ruido y distorsión en los puntos a lo largo del enlace.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

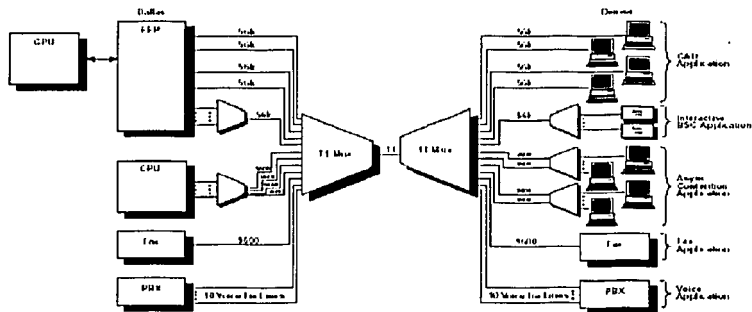


Figura 3.19. Red corporativa con enlace T1

En la tabla 3.4 se muestra el cálculo del rango del T1:

Step	What Happens	Calculation
1	The eight-bit digital samples created by PCM (for voice signals only) are grouped into the 24 discrete timeslots created by TDM. Each group of 24 timeslots is called a T1 frame.	$\frac{24 \text{ samples} \times 8 \text{ bits per sample}}{192 \text{ information bits per frame}}$
2	A framing bit is added to mark the end of one frame and the beginning of the next.	$\frac{192 \text{ information bits} + 1 \text{ framing bit}}{193 \text{ total bits per frame}}$
3	T1 frames are transmitted at the rate of 8,000 per second.	$\frac{8,000 \text{ samples} \times 193 \text{ total bits}}{1,544,000 \text{ bits per second (1.544 Mbps)}}$

Tabla 3.4. Cálculo del rango en T1(1.544Mbps)

**T3(DS3)**

Para conocer las demandas crecientes de comunicaciones de voz y datos, las corporaciones más grandes de América están explorando los mundos de gran velocidad de fibra óptica y

circuitos DS3. Como los usuarios-finales continúan exigiendo más "throughput"(salida), el movimiento a circuitos DS3 es a menudo la mejor solución para redes privadas basadas en DS1. Hoy en día se implementan tarifas para servicios DS3 para atraer a clientes, aun cuando estos clientes no puedan tomar ventaja inmediatamente del bandwidth extra. Y, dependiendo del sitio(lugar) y distancia, un circuito DS3 costará casi la misma cantidad que cuatro a 10 circuitos DS1.

Una vez realizado el salto al bandwidth DS3, los usuarios tienen un medio rentable para implementar un host de nuevas tecnologías de comunicación incluyendo videoconferencia, estaciones de trabajo basados en ambientes gráficos, procesamiento de datos distribuidos, y adelantos en transmisión del facsimil.

Debido a la presencia creciente de circuitos DS3, el entendimiento del canal DS3 es indispensable. Se proporciona una descripción detallada de cómo el canal DS3 se forma o multiplexa en 28 canales DS1 separados.

La multiplexación involucra en forma una señal DS3 como un proceso de dos pasos. Primero, las 28 señales DS1 son multiplexadas en siete señales DS2 separadas, donde cada señal DS2 contiene cuatro señales DS1. Segundo, las siete señales DS2 se combinan para formar la señal DS3.

#### Fundamentos del Bit Stuffing

Bit Stuffing es un método de sincronización usado por multiplexores para ajustar los diferentes rangos entrantes. Bit Stuffing trabaja para hacer el rango de la salida global grande lo suficiente para manejar un rango de proporciones de entrada. Por ejemplo, cuatro señales DS1 multiplexadas en una señal DS2 requiere el bandwidth mínimo siguiente:

4 x 1.544 Mb/s (DS1 nominal)	6,176,000 b/s
bits OH-DS2	+ 128,816 b/s
	-----
Ancho de banda mínimo total DS2	6,304,816 b/s

El rango de salida normalmente escogido para DS2 es 6.312 Mb/s el cual es un múltiplo incluso del rango de muestreo de los 8 kHz y proporciona bandwidth extra más allá del requisito mínimo de 6,304,816 b/s. El bandwidth extra se usa para acomodar bit stuffing para cada señal entrante DS1 hasta que cada rango es incrementado a un rango "intermedio" de 1,545,796 b/s. Tomando la suma de los cuatro rangos "intermedios" DS1 junto con los bits OH DS2 dan el rango de salida agregada DS2 de 6.312 Mb/s. Durante el proceso de multiplexación los bits stuffing se insertan a locaciones fijas en el formato del framing, y se identifica y se quita durante la demultiplexación.

El rango de salida escogido para DS3 es 44.736 Mb/s que es también un múltiplo incluso del rango de muestras de 8 kHz y proporciona el bandwidth extra necesario para el bit stuffing al nivel DS3.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

La señal DS3 está compuesta de 28 señales DS1 y se construye usando un proceso de multiplexación de dos pasos.

1. Primero, las 28 señales DS1 son multiplexadas en siete señales DS2.

2. Segundo, las siete señales DS2 son multiplexadas en una señal DS3.

Cada paso de multiplexación usa el bit stuffing para manejar las diferentes frecuencias de entrada. Los bits OH proporcionan alineación, verificación de error, comunicaciones en banda, y control de información del bit stuffing.

### 3.2.7. Líneas E1

*E1* posee casi las mismas características que un T1 excepto que este tipo de servicio tiene más capacidad. Un *E1* tiene 2.044 Mbps dividido en 30 canales de 64 Kbps. El *E1* es un servicio estándar reconocido por la ITU-T usado en todo el mundo, mientras el T1 es solo usado dentro de Estados Unidos.

La demanda para circuitos de alta calidad de 2.048Mbps requieren para su instalación completa, pruebas y mantenimientos consistentes y análisis del circuito. Para proporcionar transmisiones "limpias" libres de error, el personal que mantiene e instala los circuitos 2.048Mbps prueba el rendimiento de éstos exigiendo equipo fiable para sus necesidades.

Un circuito de 2.048Mbps proporciona alta velocidad, transmisión digital para voz, datos, y señales de video a 2.048Mbps. Sistemas de transmisión a 2.048Mbps son basados en las especificaciones ITU-T, G.703, G.732 y G.704, y es predominante en Europa, Australia, Africa, América del Sur, y regiones de Asia. Debido a un aumento en la demanda de comunicaciones globales en años recientes, instalaciones de circuitos de 2.048Mbps en América del Norte ha subido considerablemente, y existe junto a los estándares de sistemas T-Carrier.

Las normas de 2.048Mbps son ahora establecidas firmemente para sistemas de transmisión y son usadas por proveedores de red en telecomunicaciones, portadores internacionales, y usuarios terminales(finales).

El uso primario de los 2.048Mbps es junto con multiplexores para la transmisión de señales de voz y datos a velocidad baja, múltiple sobre un canal de comunicación o más bien sobre múltiples trayectorias o "paths". En la Figura 3.20 se muestra un sistema típico de un circuito de 2.048mbps.

En esta figura se muestran los elementos que constituyen ambas redes de los usuarios, los DTE's( equipos terminales de datos) su correspondiente multiplexor(MUX) y su equipo terminal de red que puede ser un router(NTE).

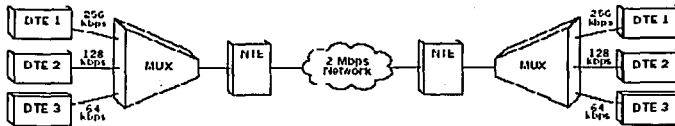


FIGURA 1:  
A typical 2.048 Mbps transmission system

3.20. Típico circuito E1

FORMATO DE FRAMING	ANCHO DE BANDA DISPONIBLE PARA VOZ/DATOS	NOTAS/RESTRICCIONES
No framing	2.048Mbps(32 time slots)	No puede usar la red "switchheada" públicamente
No Multiframeing	1.984Mbps(31 time slots)	Transmisión sin voz con posible señalización TS-16
Multiframeing TS-16 Multiframeing sin CRC	1.920Mbps(30 time slots)	Monitoreo del error sin error vía CRC's
Multiframeing CRC Multiframeing sin TS-16	1.984Mbps(31 time slots)	Transmisión sin voz con posible señalización TS-16
Multiframeing TS-16 y Multiframe* CRC	1.920Mbps(30 time slots)	Transmisión de voz con señalización TS-16 y posible monitoreo de error

Tabla 3.5. Varios formatos multiframe y frame de 2.048Mbps

\*Nota: Las dos estructuras multiframe no se relacionan, y no necesitan alinearse cada una de alguna u otra forma.

Causas de deterioros en un circuito de 2.048Mbps

Hay cuatro causas principales de deterioros de un circuito de 2.048Mbps:

1. **Equipo defectuoso:** Cualquier pieza de un equipo de 2.048Mbps puede causar errores cuando los componentes fallan o operan fuera de especificaciones. Errores, que pueden señalar equipo defectuoso, incluso errores de código, errores de bits, errores FAS (frame), agitaciones excesivas, y resbalones. Para el caso, los errores

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



del código pueden ocurrir debido a circuitería de recuperación de reloj defectuosa en repetidores. Estos errores ocurren cuando el equipo se pone más viejo y empieza a "flotar" fuera de especificaciones.

2. **Conexiones improprias:** Los errores de transmisión son creados por conexiones o configuraciones improprias. Por ejemplo, los errores intermitentes pueden ocurrir cuando componentes o conexiones del cable se pierden, y errores en tiempo pueden ocurrir cuando existen inconsistencias de "timing" cuando se tienen conectados dos "origenes". Los errores constantes son a menudo causados por pérdidas o desconexiones de cables o por tapas del puente. Más allá, en la instalación, el circuito puede no trabajar del todo debido a que no se etiquetan las pines de salida a los bloques terminales del cable, es decir no hay una estandarización en cuanto a cableado se refiere (transmisor-transmisor, transmisor-receptor). Estos errores se descubren típicamente en la instalación del circuito y posiblemente durante la aceptación del circuito cuando las pruebas son realizadas para finalizar dicho circuito (end-to-end).
3. **Medio ambiente:** Tormentas eléctricas, líneas de voltaje, ruido eléctrico, interferencia, y el crosstalk entre los enlaces de transmisión que pueden causar errores lógicos, errores FAS (frame), errores de CRC además de los errores del código. Típicamente, estas condiciones causan señales intermitentes, para errores que en algunos casos son más difíciles para localizar.
4. **Datos Específicos:** Características de los datos, tales, como patrones repetitivos, pueden forzar al equipo a crear "agitaciones" de patrones dependientes y errores del código. Estos errores pueden no existir al probar el camino (trayectoria) de la transmisión con patrones pseudoaleatorios normales.

### 3.2.8. Tecnología ATM

Tres letras - ATM - se repiten cada vez más en estos días en los ambientes Informáticos y de Telecomunicaciones. La tecnología llamada *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) Modo de Transferencia Asíncrona es el corazón de los servicios digitales integrados que ofrecerán las nuevas redes digitales de servicios integrados de Banda Ancha (B-ISDN), para muchos ya no hay cuestionamientos; el llamado tráfico del "Cyber espacio", con su voluminoso y tumultuoso crecimiento, impone a los operadores de redes públicas y privadas una voraz demanda de anchos de banda mayores y flexibles con soluciones robustas. La versatilidad de la conmutación de paquetes de longitud fija, denominadas celdas ATM, son las tablas más calificadas para soportar la cresta de esta "Ciberola" donde los surfadores de la banda ancha navegan.

Algunos críticos establecen una analogía de la tecnología ATM con la red digital de servicios integrados o ISDN por sus siglas en inglés. Al respecto se escuchan respuestas de expertos que desautorizan esta comparación aduciendo que la ISDN es una gran tecnología que llegó en una época equivocada, en términos de que el mercado estaba principalmente en manos de actores con posiciones monopolísticas.

Ahora el mercado está cambiando, la ISDN está encontrando una gran cantidad de aplicaciones. De toda forma la tecnología ATM se proyecta para diferentes necesidades, a

pesar de su estrecha relación con ISDN, en términos de volúmenes de datos, flexibilidad de conmutación y facilidades para el operador.

Los conmutadores ATM aseguran que el tráfico de grandes volúmenes es flexiblemente conmutado al destino correcto. Los usuarios aprecian ambas cosas, ya que se cansan de esperar los datos y las pantallas de llegada a sus terminales. Estas necesidades cuadran de maravilla para los proveedores de servicios públicos de salud, con requerimientos de videoconferencias médicas, redes financieras interconectadas con los entes de intermediación y validación, o con las exigencias que pronto serán familiares como vídeo en demanda para nuestros hogares con alta definición de imágenes y calidad de sonido de un CD, etc.

Para el operador, con la flexibilidad del ATM, una llamada telefónica con tráfico de voz será cobrado a una tasa diferente a la que estaría dispuesto a pagar un cirujano asistiendo en tiempo real a una operación al otro lado del mundo. Ese es una de las fortalezas de ATM usted paga solamente por la carga de celdas que es efectivamente transportada y conmutada para usted. Además la demanda por acceso a Internet ha tomado a la industria de telecomunicaciones como una tormenta. Hoy día los accesos conmutados a Internet están creando "Cuellos de Botella" en la infraestructura. Para resolver este problema los fabricantes no solo han desarrollado sistemas de acceso sino aplicaciones para soluciones de fin a fin con conmutadores ATM, con sistemas de administración de la red (Network Management).

En varios aspectos, ATM es el resultado de una pregunta similar a la de teoría del campo unificada en física ¿Cómo se puede transportar un universo diferente de servicio de voz, vídeo por un lado y datos por otro de manera eficiente usando una simple tecnología de conmutación y multiplexación?

ATM contesta esta pregunta combinando la simplicidad de la multiplexación por división en el tiempo (Time Division Multiplex TDM) encontrado en la conmutación de circuitos, con la eficiencia de las redes de conmutación de paquetes con multiplexación estadística. Por eso es que algunos hacen reminiscencias de perspectivas de conmutación de circuitos mientras que otros lo hacen a redes de paquetes orientados a conexión.

#### Multiplexación en ATM:

Un examen más cercano del protocolo ATM y cómo opera ayudará a explicar cómo los circuitos virtuales, las rutas virtuales, los conmutadores y los servicios que ellos acarrear se afectan entre sí.

En la figura 3.21 se muestra un formato básico y la jerarquía de ATM. Una conexión ATM, consiste de "celdas" de información contenidos en un circuito virtual (VC). Estas celdas provienen de diferentes fuentes representadas como generadores de bits a tasas de transferencia constantes como la voz y a tasas variables tipo ráfagas (bursty traffic) como los datos. Cada celda compuesta por 53 bytes, de los cuales 48 (opcionalmente 44) son para trasiego de información y los restantes para uso de campos de control (cabecera) con información de "quién soy" y "donde voy"; es identificada por un "virtual circuit identifier" VCI y un "virtual path identifier" VPI dentro de esos campos de control, que incluyen tanto el enrutamiento de celdas como el tipo de conexión.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La organización de la cabecera (header) variará levemente dependiendo de si la información relacionada es para interfaces de red a red o de usuario a red. Las celdas son ruteadas individualmente a través de los conmutadores basados en estos identificadores, los cuales tienen significado local - ya que pueden ser cambiados de interface a interface.

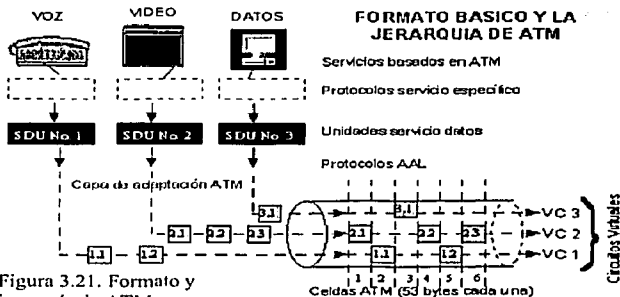


Figura 3.21. Formato y jerarquía de ATM

La técnica ATM multiplexa muchas celdas de circuitos virtuales en una ruta (path) virtual colocándolas en particiones (slots), similar a la técnica TDM. Sin embargo, ATM llena cada slot con celdas de un circuito virtual a la primera oportunidad, similar a la operación de una red conmutada de paquetes. La figura 3.22 describe los procesos de conmutación implícitos en los VC switches y los VP switches.

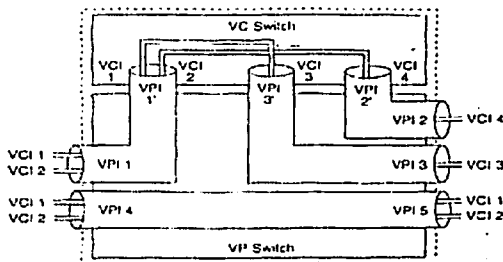


Figura 3.22. Procesos de conmutación en los VC y VP.

Los slots de celda no usados son llenados con celdas "idle", identificadas por un patrón específico en la cabecera de la celda. Este sistema no es igual al llamado "bit stuffing" en la multiplexación Asíncrona, ya que aplica a celdas enteras.

Diferentes categorías de tráfico son convertidas en celdas ATM vía la capa de adaptación de ATM (AAL - ATM Adaptation Layer), de acuerdo con el protocolo usado. (Más adelante se explica este protocolo).

La tecnología ATM ha sido definida tanto por el ANSI como por el CCITT a través de sus respectivos comités ANSI T1, UIT SG XVIII, como la tecnología de transporte para la B-ISDN (Broad Band Integrated Services Digital Network), la RDSI de banda ancha. En este contexto "transporte" se refiere al uso de técnicas de conmutación y multiplexación en la capa de enlace (Capa 2 del modelo OSI) para el trasiego del tráfico del usuario final de la fuente al destino, dentro de una red. El ATM Forum, grupo de fabricantes y usuarios dedicado al análisis y avances de ATM, ha aprobado cuatro velocidades UNI (User Network Interfases) para ATM: DS3 (44.736 Mbit/s), SONET STS3c (155.52 Mbit/s) y 100 Mbit/s para UNI privados y 155 Mbit/s para UNI privadas. UNI privadas se refieren a la interconexión de usuarios ATM con un switch ATM privado que es manejado como parte de la misma red corporativa. Aunque la tasa de datos original para ATM fue de 45 Mbit/s especificado para redes de operadores (carriers) con redes T3 existentes, velocidades UNI adicionales se han venido evaluando. También hay un alto interés en interfases, para velocidades E1 (2Mbps) y T1 (1,544 Mbps) para accesos ATM de baja velocidad.

#### Protocolo ATM:

El protocolo ATM consiste de tres niveles o capas básicas (Ver figura 3.23).

La primera capa llamada capa física (Physical Layer), define los interfases físicos con los medios de transmisión y el protocolo de trama para la red ATM es responsable de la correcta transmisión y recepción de los bits en el medio físico apropiado.

A diferencia de muchas tecnologías LAN como Ethernet, que especifica ciertos medios de transmisión, (10 base T, 10 base 5, etc.) ATM es independiente del transporte físico.

Las celdas ATM pueden ser transportadas en redes SONET (Synchronous Optical Network), SDH (Synchronous Digital Hierarchy), T3/E3, T1/E1 o aún en MODEM de 9600 bps.

Hay dos subcapas en la capa física que separan el medio físico de transmisión y la extracción de los datos:

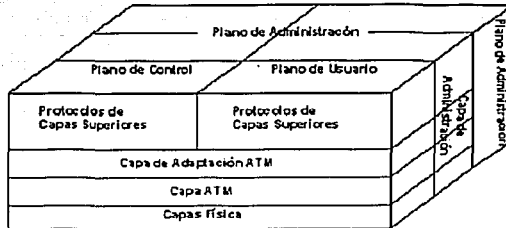


Figura 3.23. Protocolo del modelo de referencia para ATM banda ancha

La subcapa PMD (Physical Medium Dependent) tiene que ver con los detalles que se especifican para velocidades de transmisión, tipos de conectores físicos, extracción de reloj, etc., Por ejemplo, la tasa de datos SONET que se usa, es parte del PMD. La subcapa TC (Transmission Convergence) tiene que ver con la extracción de información contenida desde la misma capa física. Esto incluye la generación y el chequeo del Header Error Corrección (HEC), extrayendo celdas desde el flujo de bits de entrada y el procesamiento de celdas "idles" y el reconocimiento del límite de la celda. Otra función importante es intercambiar información de operación y mantenimiento (OAM) con el plano de administración.

La segunda capa es la capa ATM. Ello define la estructura de la celda y cómo las celdas fluyen sobre las conexiones lógicas en una red ATM, esta capa es independiente del servicio. El formato de una celda ATM es muy simple. Consiste de 5 bytes de cabecera y 48 bytes para información.

Las celdas son transmitidas serialmente y se propagan en estricta secuencia numérica a través de la red. El tamaño de la celda ha sido escogido como un compromiso entre una larga celda, que es muy eficiente para transmitir largas tramas de datos y longitudes de celdas cortas que minimizan el retardo de procesamiento de extremo a extremo, que son buenas para voz, vídeo y protocolos sensibles al retardo. A pesar de que no se diseñó específicamente para eso, la longitud de la celda ATM acomoda convenientemente dos Fast Packets IPX de 24 bytes cada uno.

Los comités de estándares han definido dos tipos de cabeceras ATM: los User-to-Network Interface (UNI) y la Network to Network Interface (NNI). La UNI es un modo nativo de interfaz ATM que define la interfaz entre el equipo del cliente (Customer Premises Equipment), tal como hubs o routers ATM y la red de área ancha ATM (ATM WAN). La NNI define la interfase entre los nodos de la red (los switches o conmutadores) o entre redes. La NNI puede usarse como una interfase entre una red ATM de un usuario privado y la red ATM de un proveedor público (carrier). Específicamente, la función principal de ambos tipos de cabeceras de UNI y la NNI, es identificar las "Virtual paths identifiers"

(VPIS) y los "virtual circuits" o virtual channels"(VCIS) como identificadores para el ruteo y la conmutación de las celdas ATM.

La capa de adaptación de ATM:

La tercer capa es la ATM Adaptation Layer (AAL). La AAL juega un rol clave en el manejo de múltiples tipos de tráfico para usar la red ATM, y es dependiente del servicio. Específicamente, su trabajo es adaptar los servicios dados por la capa ATM a aquellos servicios que son requeridos por las capas más altas, tales como emulación de circuitos, (circuit emulation), video, audio, frame relay, etc. La AAL recibe los datos de varias fuentes o aplicaciones y las convierte en los segmentos de 48 bytes. Cinco tipos de servicio AAL están definidos actualmente:

La capa de Adaptación de ATM yace entre el ATM layer y las capas más altas que usan el servicio ATM. Su propósito principal es resolver cualquier disparidad entre un servicio requerido por el usuario y atender los servicios disponibles del ATM layer. La capa de adaptación introduce la información en paquetes ATM y controla los errores de la transmisión. La información transportada por la capa de adaptación se divide en cuatro clases según las propiedades siguientes:

- Que la información que esta siendo transportada dependa o no del tiempo.
- Tasa de bit constante/variable.
- Modo de conexión.

Estas propiedades definen ocho clases posibles, cuatro se definen como B-ISDN Clases de servicios. La capa de adaptación de ATM define 4 servicios para equiparar las 4 clases definidas por B-ISDN:

1. AAL-1
2. AAL-2
3. AAL-3
4. AAL-4

La capa de adaptación se divide en dos subcapas:

1)Capa de convergencia (convergence sublayer (CS)) :

En esta capa se calculan los valores que debe llevar la cabecera y los payloads del mensaje. La información en la cabecera y en el payload depende de la clase de información que va a ser transportada.

2)Capa de Segmentación y reensamblaje (segmentation and reassembly (SAR))

Esta capa recibe los datos de la capa de convergencia y los divide en trozos formando los paquetes de ATM. Agrega la cabecera que llevara la información necesaria para el reensamblaje en el destino.

La figura 3.24 aporta una mejor comprensión de ellas. La subcapa CS es dependiente del servicio y se encarga de recibir y empacar los datos provenientes de varias aplicaciones en tramas o paquete de datos longitud variable.

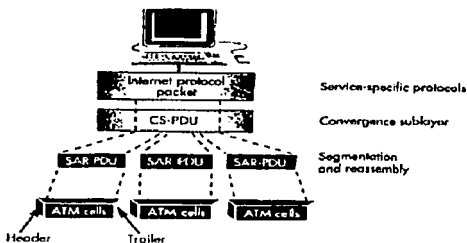


Figura 3.24. Cabeceras en ATM

Estos paquetes son conocidos como (CS-PDU) CONVERGENCE SUBLAYER PROTOCOL DATA UNITS.

Luego, la subcapa recibe los SAR CS-PDU, los reparte en porciones del tamaño de la celda ATM para su transmisión. También realiza la función inversa (reensamblado) para las unidades de información de orden superior. Cada porción es ubicada en su propia unidad de protocolo de segmentación y reensamblaje conocida como (SAR - PDU) SEGMENTATION AND REASSEMBLER PROTOCOL DATA UNIT, de 48 bytes.

Finalmente cada SAR - PDU se ubica en el caudal de celdas ATM con su header y trailer respectivos.

#### AAL1:

AAL-1 se usa para transferir tasas de bits constantes que dependen del tiempo. Debe enviar por lo tanto información que regule el tiempo con los datos. AAL-1 provee recuperación de errores e indica la información con errores que no podrá ser recuperada.

#### Capa de convergencia:

Las funciones provistas a esta capa difieren dependiendo del servicio que se provió. Provee la corrección de errores.

#### Capa de segmentación y reensamblaje:

En esta capa los datos son segmentados y se les añade una cabecera. La cabecera contiene 3 campos:

- Número de secuencia usado para detectar una inserción o pérdida de un paquete.
- Número de secuencia para la protección usado para corregir errores que ocurren en el número de secuencia.
- Indicador de capa de convergencia usado para indicar la presencia de la función de la capa de convergencia.

#### AAL 2:

AAL-2 se usa para transferir datos con tasa de bits variable que dependen del tiempo. Envía la información del tiempo conjuntamente con los datos para que esta puede recuperarse en

el destino. AAL-2 provee recuperación de errores e indica la información que no puede recuperarse.

Capa de convergencia:

Esta capa provee para la corrección de errores y transporta la información del tiempo desde el origen al destino.

Capa de segmentación y recuperación:

El mensaje es segmentado y se le añade una cabecera a cada paquete. La cabecera contiene dos campos.

Numero de secuencia que se usa para detectar paquetes introducidas o perdidas.

El tipo de información es:

BOM, comenzando de mensaje

COM, continuación de mensaje

EOM, fin de mensaje o indica que el paquete contiene información de tiempo u otra.

El payload también contiene dos de campos :

indicador de longitud que indica el número de bytes válidos en un paquete parcialmente lleno.

CRC que es para hacer el control de errores.

### AAL 3:

AAL-3 se diseña para transferir los datos con tasa de bits variable que son independientes del tiempo. AAL-3 puede ser dividido en dos modos de operación:

Fiabile: En caso de pérdida o mala recepción de datos estos vuelven a ser enviados. El control de flujo es soportado.

No fiable: La recuperación del error es dejado para capas más altas y el control de flujo es opcional.

Capa de convergencia:

La capa de convergencia en AAL 3 es parecida al ALL 2. Esta subdividida en dos secciones:

Parte común de la capa de convergencia. Esto es provisto también por el AAL-2 CS. Añade una cabecera y un payload a la parte común

La cabecera contiene 3 campos:

- Indicador de la parte común que dice que el payload forma parte de la parte común.
- Etiqueta de inicio que indica el comienzo de la parte común de la capa de convergencia.
- Tamaño del buffer que dice al receptor el espacio necesario para acomodar el mensaje.

El payload también contiene 3 campos:

Alineación es un byte de relleno usado para hacer que la cabecera y el payload tengan la misma longitud.

Fin de etiqueta que indica el fin de la parte común de la CS(capa de convergencia).

El campo de longitud tiene la longitud de la parte común de la CS.

Parte especifica del servicio. Las funciones proveidas en esta que capa dependen de los servicios pedidos. Generalmente se incluyen funciones para la recuperación y detección de errores y puede incluir también funciones especiales.



Capa de segmentación y reensamblaje

En esta capa los datos son partidos en paquetes de ATM. Una cabecera y el payload que contiene la información necesaria para la recuperación de errores y reensamblaje se añaden al paquete. La cabecera contiene 3 campos:

1) Tipo de segmento que indica que parte de un mensaje esta en payload. Tiene uno de los siguientes valores:

BOM: Comenzando de mensaje

COM: Continuación de mensaje

EOM: Fin de mensaje

SSM: Mensaje único en el segmento

2) Número de secuencia usado para detectar una inserción o una pérdida de un paquete.

3) Identificador de multiplexación. Este campo se usa para distinguir datos de diferentes comunicaciones que ha sido multiplexadas en una única conexión de ATM.

El payload contiene dos de campos:

1) Indicador de longitud que indica el número de bytes útiles en un paquete parcialmente lleno.

2) CRC es para el control de errores.

AAL 4:

AAL-4 se diseña para transportar datos con tasa de bits variable independientes del tiempo. Es similar al AAL3 y también puede operar en transmisión fiable y no fiable. AAL-4 provee la capacidad de transferir datos fuera de una conexión explícita.

AAL 2, AAL 3/4 y AAL 5 manejan varios tipos de servicios de datos sobre la base de tasas de bits variables tales como Switched Multimegabit Data Service (SMDS), Frame Relay o tráfico de redes de área local (LAN). AAL 2 y AAL 3 soportan paquetes orientados a conexión. (Ver figura 3.25)

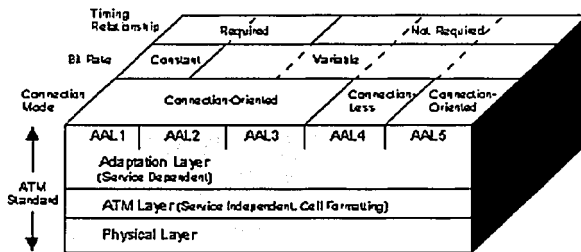


Figura 3.25. ATM y la AAL

(El término orientado a conexión describe la transferencia de datos después del establecimiento de un circuito virtual).

**Problemas en ATM:**

En el pasado los protocolos de comunicaciones de datos evolucionaron en respuesta a circuitos poco confiables. Los protocolos en general detectan errores en bits y tramas perdidas, luego retransmiten los datos.

Los usuarios puede que jamás vean estos errores reportados, la degradación, de respuesta o de caudal (through put) serían los únicos síntomas.

A diferencia de los mecanismos de control extremo a extremo que utiliza TCP en internetworking, la capacidad de Gbit/seg de la red ATM genera un juego de requerimientos necesarios para el control de flujo. Si el control del flujo se hiciese como una realimentación de extremo a extremo, en el momento en que el mensaje de control de flujo arribase a la fuente, ésta habría transmitido ya algunos Mbytes de datos en el sistema, exacerbando la congestión. Y en el momento en que la fuente reaccionase al mensaje de control, la condición de congestión hubiese podido desaparecer apagando innecesariamente la fuente. La constante de tiempo de la realimentación extremo a extremo en las redes ATM (retardo de realimentación por producto lazo - ancho de banda) debe ser lo suficientemente alta como para cumplir con las necesidades del usuario sin que la dinámica de la red se vuelva impracticable.

Las condiciones de congestión en las redes ATM están previstas para que sean extremadamente dinámicas requiriendo de mecanismos de hardware lo suficientemente rápidos para llevar a la red al estado estacionario, necesitando que la red en sí, éste activamente involucrada en el rápido establecimiento de este estado estacionario. Sin embargo, esta aproximación simplista de control reactivo de lazo cerrado extremo a extremo en condiciones de congestión no se considera suficiente para las redes ATM.

El consenso entre los investigadores de este campo arroja recomendaciones que incluyen el empleo de una colección de esquemas de control de flujo, junto con la colocación adecuada de los recursos y dimensionamiento de las redes, para que aunados se pueda tratar y evadir la congestión ya sea:

- Detectando y manipulando la congestión que se genera tempranamente monitoreando de cerca las entradas/salidas que están dentro de los conmutadores ATM y reaccionando gradualmente a medida que vaya arribando a ciertos niveles prefijados.
- Tratando y controlando la inyección de la conexión de datos dentro de la red en la UNI (unidad interfaz de red) de tal forma que su tasa de inyección sea modulada y medida allí primero, antes de tener que ir a la conexión de usuario a tomar acciones más drásticas.

El estado de la red debe ser comunicado a la UNI, generando rápidamente una celda de control de flujo siempre que se vaya a descartar una celda en algún nodo debido a congestión. La UNI debe entonces manejar la congestión, cambiando su tasa de inyección o notificándola a la conexión de usuario para que cesce el flujo dependiendo del nivel de severidad de la congestión.

El mayor compromiso durante el control de congestión es el de tratar y afectar solo a los flujos de conexión que son responsables de la congestión y actuar de forma transparente

frente a los flujos que observan buen comportamiento. Al mismo tiempo, permitir que el flujo de conexión utilice tanto ancho de banda como necesite sino hay congestión.

La recomendación UIT - T I. 371 especifica un contrato de tráfico que define como el tráfico del usuario sería administrado. El contrato que existe para cada conexión virtual (virtual path o virtual channel), es básicamente un acuerdo entre el usuario y la red con respecto a la Calidad de Servicio (Quality Of Service - Q o S) y los parámetros que regulan el flujo de celdas. Estos descriptores de tráfico dependen de una particular clase de servicio y pueden incluir bajo la especificación del ATM Forum UNI / a cinco Q o S referenciados en los AALS. El objetivo de estas subclases de servicio es agrupar características de servicio como requerimiento de ancho de banda similares, sensibilidad a la pérdida de datos y retardos para un correcto manejo de los datos en los puertos de acceso ATM, etc. Estos parámetros pueden incluir el Sustained Cell Rate (SCR), el Minimum Cell Rate (MCR), el Peak Cell Rate (PCR) y/o el Burst Tolerance (BT). Para soportar todas las diferentes clases de servicios definidos por los estándares el switch ATM debe ser capaz de definir éstos parámetros en base a cada VC o cada VP y debe proveer amortiguadores (buffers) para absorber las ráfagas de tráfico.

#### Interoperabilidad entre Frame Relay y ATM

El objetivo final para todos los servicios descritos anteriormente es una migración suave de Frame Relay y/o SMDS a redes ATM. Por ejemplo la recomendación UIT - T I.555, provee un marco para la interoperabilidad de Frame Relay y ATM.

Para alcanzar una máxima eficiencia se trata de brindar este servicio de interoperabilidad en la capa más baja posible mediante conversión de protocolo.

#### 3.2.9. *Frame Relay*

Frame Relay es un servicio de transmisión de datos especialmente diseñado para cubrir las necesidades de uso e interconexión de Redes de Área Local (RAL), con el fin de eliminar distancias geográficas y aumentar considerablemente el volumen de datos a transmitir.

Frame Relay es la solución ideal para todas las empresas que requieren transmitir datos a alta velocidad entre sus distintos centros de actividad y que con frecuencia necesiten tiempos de respuesta muy cortos.

##### Características

Alta velocidad y bajos retardos.

Gran capacidad de transmisión de información.

Óptimo grado de servicio, con Compromiso de Calidad de Servicio por contrato.

Frame Relay es un servicio de comunicaciones de datos a alta velocidad (de 64 kbit/s a 2 Mbit/s), dirigido al entorno corporativo y que permite la interconexión eficiente entre instalaciones de cliente de diversos tipos.

El Servicio Frame Relay permite que diferentes canales compartan una sola línea de transmisión. La capacidad de enviar en ciertos periodos breves de tiempo un gran volumen de tráfico ("tráfico a ráfagas") aumenta la eficiencia de las redes basadas en Frame Relay.

Se trata de un servicio de transporte que opera en la capa 2 del modelo OSI, transmite la información estructurada en tramas y es capaz de soportar múltiples protocolos y aplicaciones correspondientes a diversos entornos de comunicaciones de clientes.

El carácter multiprotocolo del Servicio Frame Relay se ha visto ampliado por el desarrollo de estándares para la transmisión de voz sobre Frame Relay.

El servicio Frame Relay se plasma en la Red de Cliente como un conjunto integrado de conexiones de acceso, circuitos virtuales y, en general, recursos de red que constituyen el servicio entregado al cliente. La Red de Cliente se soporta sobre la Red UNO que proporciona la interconexión con otras redes internacionales.

Para los clientes del Servicio Frame Relay existe la posibilidad de contratar el Servicio Nodo de Red que permite introducir un Nodo de Red gestionado en el propio domicilio del cliente.

Frame Relay es un protocolo WAN de alto rendimiento que opera en la capa física y de datos del modelo OSI. Frame Relay originalmente se diseñó para el uso a través de interfaces de Redes Digitales de Servicios Integrados(ISDN). Hoy en día, se usa sobre una variedad de interfaces de redes. En este tema enfoco la característica técnica de Frame Relay y aplicaciones en el contexto de servicios WAN los cuales se contemplan en ISP's.

Frame Relay es un ejemplo de una tecnología paquete-switchado(packet-switched). Las redes paquete-switchado habilitan estaciones finales para compartir el medio de la red y el bandwidth(banda ancha) disponible dinámicamente. Las siguientes dos técnicas se usan en tecnologías paquete switchado:

- Paquetes de longitud variable
- Multiplexación estadística

Se usan paquetes de longitud variable para optimizar la transferencia de los datos. Estos paquetes son switchcados entre los varios segmentos en la red hasta que el destino se alcanza.

#### Dispositivos de Frame Relay

Los dispositivos relacionados con una WAN sobre frame relay caen dentro de las siguientes dos categorías generales:

- Equipo de Datos Terminal (DTE)
- Equipo de Datos circuito-terminal(DCE)

Generalmente se considera que los DTE's son equipos terminales para una red específica y típicamente son localizados en las premisas de un cliente. De hecho, ellos pueden ser propios del cliente. Ejemplos de dispositivos DTE que son terminales, computadoras personales, routers, y puentes.

Los DCEs son dispositivos de internetworking que controlan parcialmente el tráfico de datos(carrier-owned), como por ejemplo un MODEM. El propósito del equipo DCE es proporcionar tiempos de respuesta(clocking) y switcheo de servicios en una red que son los dispositivos a través de los que realmente se transmiten datos en la WAN. En la mayoría de

los casos, éstos son interruptores(switches) de paquetes. En la Figura 3.26 se muestra la relación entre las dos categorías de dispositivos.

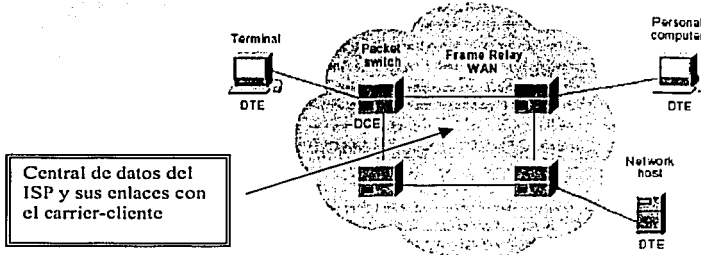


Figura 3.26. Los DCE's generalmente residen dentro de portador-operado de una WAN

La conexión entre un dispositivo de DTE y un dispositivo de DCE consiste en ambos un componente de la capa física y un componente de capa de enlace. El componente físico define lo mecánico, eléctrico, funcional, y especificaciones de procedimiento para la conexión entre los dispositivos. Una de las interfaces más comúnmente usadas en la capa física es la especificación norma recomendada (RS)-232. El componente de la capa de enlace define el protocolo que establece la conexión entre el dispositivo de DTE, como un router, y el dispositivo de DCE, como un switch. En este capítulo examino la especificación de un protocolo normalmente utilizado en el uso de redes WAN: el protocolo Frame Relay.

#### Aplicaciones Internet y Frame Relay

Debido a que los Proveedores de Servicios Internet (PSI o ISP) intentan responder ante el explosivo crecimiento de Internet, Frame Relay ha llegado a jugar un papel muy significativo en la cambiante infraestructura de Internet.

Los ISPs tienen el reto de ofrecer una alta densidad de puertos de acceso, a velocidades desde 14.4kbps hasta 45Mbps, así como incrementar la capacidad de su backbone para transportar todo este tráfico.

Las redes frame relay ofrecen una conexión local económica, escalable y altamente fiable entre el punto de presencia del ISP (POP) y el cliente. Los ISPs pueden beneficiarse de la capacidad de frame relay de manejar tráfico a ráfagas (burst traffic) para ofrecer un servicio básico a un precio establecido, y permitir tráfico en exceso si hay capacidad disponible. La capacidad de frame relay de rápidamente incrementar el ancho de banda definida en CIR (hasta la velocidad de línea) hace que las velocidades de acceso a la red sean fácilmente incrementadas.

Históricamente, las redes de Internet han utilizado routers para rutear paquetes IP hasta su destino. Los routers cumplían tres propósitos: Equipos en casas habitación como interfaz entre la LAN del cliente e Internet; equipos de acceso en el POP del ISP para recibir los paquetes y enviarlos hacia su destino; y como nodos de tránsito en el centro de la red.

Esta arquitectura funcionaba bien mientras que las redes no tenían demasiado tráfico. Al crecer las redes de los ISPs se hizo evidente la necesidad, en los nodos de tránsito, de un tecnología de nivel dos más rápida - por ejemplo, frame relay

Cuando un router actúa como nodo de tránsito, la dirección IP de cada paquete tiene que ser leída para poder rutear el paquete, además el paquete no puede ser transmitido hasta que se haya recibido completamente en el router. Estos procesos evidentemente incrementan el retardo en la transmisión.

Las redes frame relay pueden escalar hasta convertirse en redes extremadamente grandes, sin los retardos incorporados por el procesamiento de los paquetes IP. Los conmutadores frame relay son conmutadores de nivel dos y el retardo que incorporan es mínimo, esto hace que la red frame relay local sea ideal para conectarse al ISP.

Frame relay tiene también ventajas cuando se utiliza como infraestructura de red, y varios ISPs han implementado conmutadores de tránsito en sus infraestructuras. Los routers todavía juegan un papel importante como equipos de acceso y equipos CPE, pero generalmente un paquete que entra en una red nacional de un ISP vería un router sólo en la entrada y en la salida de red. Entre medias (como nodos de tránsito) se utilizan conmutadores frame relay, como se muestra en la figura 3.27.

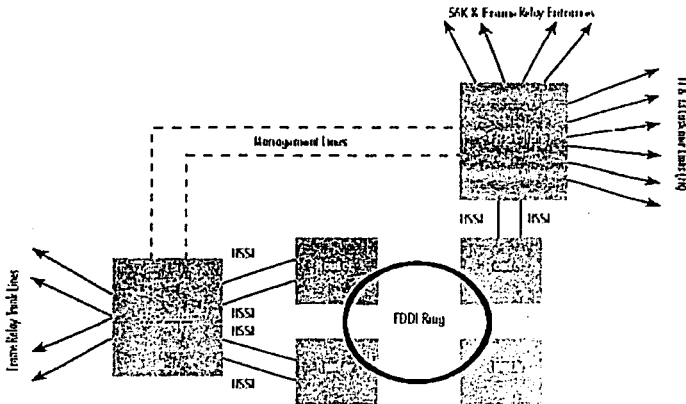


Figura 3.27. PoP típico de un ISP con conmutadores Frame Relay

Una nueva aplicación de frame relay en Internet son las Redes Privadas Virtuales (RPV), las cuales permiten a los datos ser transmitidos a través de Internet de manera segura, atravesar el firewall de la compañía y entrar en la red corporativa. Frame relay soporta VPNs seguras y eficientes sin la necesidad de costosas líneas dedicadas.

#### Redes públicas portadoras(Carrier-Provided)

En una red frame relay publica de carrier-provided, los equipos switch de frame relay se localiza en oficinas centrales de un portador(carrier) de telecomunicaciones.

Generalmente, el equipo de DCE también es poseído por el proveedor de telecomunicaciones. El equipo DCE o serán los propios clientes o quizás serán los propios proveedores de telecomunicaciones como un servicio al cliente. La mayoría de las redes Frame Relay de hoy son redes públicas portadoras.

#### Puntos fuertes de Frame Relay

Los beneficios aportados por Frame Relay pueden ser analizados desde tres criterios básicos: tarifas, multiplexación y tráfico en ráfagas. Por lo que se refiere a las tarifas, hay que decir que buena parte del éxito de Frame Relay en los Estados Unidos se explica por la independencia de su costo respecto a la distancia.

En este punto, los servicios obedecen a una lógica inversa a la de las líneas alquiladas, donde el factor distancia es fundamental a la hora de fijar los costos.

En Frame Relay, se pueden poner en servicio varios circuitos virtuales sobre una misma interfaz física. Esta forma de multiplexación favorece el enlace completo de una red sin provocar los gastos elevados inherentes a la instalación de múltiples líneas especializadas y de sus respectivas interfaces.

También es este sentido se explica la amenaza real que representan los servicios Frame Relay para el negocio de líneas alquiladas. Así, por ejemplo, gracias al CIR una empresa que disponga de varios centros puede optar por instalar una red completa basada en Frame Relay con velocidades de 32 ó 64 Kbps desde la oficina central hacia dichos centros y de 16kbps en el sentido inverso.

En la tabla 3.6 se muestran algunas ventajas de Frame Relay frente a otras tecnologías:



	TCM	X.25	FRAME RELAY	ATM
Facilidades	Alto/Bajo	Alto/Bajo	Alto/Bajo	Alto/Bajo
Velocidad	Alto	Alto/Bajo	Alto	Alto/Alto
Redundancia	Alto/Bajo	Alto	Alto/Bajo	Alto/Bajo
Transparencia	Alto	Alto/Bajo	Alto	Alto/Bajo
Coste CPE	Alto/Bajo	Alto/Bajo	Alto/Bajo	Alto
Conectividad	Alto	Alto/Bajo	Alto/Bajo	Alto
Punto a Punto	No	Si	Si	Si
Tipo de tráfico	Combinado	Datos	Datos/Voz	Alto/Bajo

Tabla 3.6. Frame Relay frente a otras tecnologías

Las aplicaciones típicas del Servicio Frame Relay son:

- Intercambio de información en tiempo real, dentro del ámbito empresarial.
- Correo electrónico.
- Transferencia de ficheros e imágenes.
- Impresión remota.
- Aplicaciones host-terminal.
- Aplicaciones cliente-servidor.
- Acceso remoto a bases de datos.
- Construcción de bases de datos distribuidas.
- Aplicaciones de CAD/CAM.
- Dado el alto grado de informatización que han alcanzado las empresas en los últimos años, es muy común la convivencia de varias de las aplicaciones citadas y otras similares en el entorno de un mismo cliente, lo que hace aún más provechosa la utilización del servicio Frame Relay como medio de transporte único.
- Optimización de los costos de telecomunicaciones: Con el servicio Frame Relay los usuarios podrán transportar simultáneamente, compartiendo los mismos recursos de red, el tráfico perteneciente a múltiples comunicaciones y aplicaciones, y hacia diferentes destinos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- Solución Personalizada de Red: Según las necesidades del cliente, tras un estudio personalizado de las características del mismo, Telefónica Transmisión de Datos realiza el diseño de la red de comunicaciones Frame Relay.
- Servicio gestionado extremo a extremo: Telefónica Transmisión de Datos se ocupa de la configuración, administración, mantenimiento, supervisión y control permanente durante las 24 horas del día, los 365 días del año de los elementos de red.
- Tecnología punta y altas prestaciones: Frame Relay proporciona alta capacidad de transmisión de datos por la utilización de nodos de red de alta tecnología y bajos retardos como consecuencia de la construcción de la red (backbone) sobre enlaces a 34 Mbps. y de los criterios de encaminamiento de la Red UNO.
- Flexibilidad del servicio: Frame Relay es una solución adaptable a las necesidades cambiantes del cliente, basada en circuitos virtuales permanentes (CVP). Sobre un interfaz de acceso a la red se pueden establecer simultáneamente múltiples circuitos virtuales permanentes distintos, lo que permite una fácil incorporación de nuevas sedes a la Red de Cliente.
- Servicio Normalizado: Frame Relay es un servicio normalizado según los estándares y recomendaciones de ITU-T y ANSI con lo que queda garantizada la interoperatividad con cualquier otro producto Frame Relay asimismo normalizado.
- Se distinguen tres fases en la provisión del servicio: de oferta o preventiva, de instalación y de prestación o post-venta. En cada una de estas fases se identifican en Telefónica Transmisión de Datos unos procedimientos y unos interlocutores que garantizan la calidad del servicio y una completa atención al cliente.
- Frame Relay es un servicio de tarifa plana que incluye una cuota de alta inicial y cuotas mensuales fijas independientes del tráfico.

#### Resumen

Frame Relay es un protocolo de red que trabaja a fondo en dos niveles del modelo de referencia OSI: el físico y el de enlace de datos. Es un ejemplo de una tecnología de paquete switchcado, la cual habilita estaciones finales para compartir recursos de la red dinámicamente.

Los dispositivos de frame relay entran en las siguientes dos categorías generales:

- Equipo terminal de datos(DTEs), que incluye terminales, computadoras personales, routers y puentes.
- Equipos de datos de circuito terminal(DCEs), los cuales transmiten los datos a través de la red y son a menudo dispositivos propios portadores (aunque, cada vez más, las empresas están comprando sus propios DCEs y llevándolos a cabo en sus redes).

Las redes frame relay transfieren datos usando uno de los siguientes dos tipos de conexión:

- Circuitos virtuales switchcados(SVCs), los cuales son conexiones temporales que se crean para cada dato que se transfiere y entonces son terminados cuando la transferencia está completa (no es una conexión ampliamente usada).
- Circuitos virtuales Permanentes(PVCs), los cuales son conexiones permanentes.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

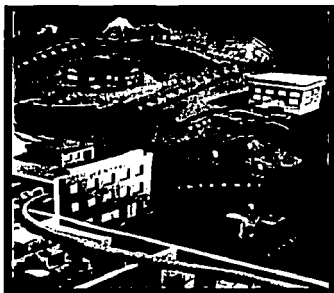
El DLCI es un valor asignado a cada circuito virtual y el punto de conexión del dispositivo DTE en la WAN frame relay. Dos conexiones diferentes pueden ser asignadas al mismo valor dentro de la misma WAN frame relay, una en cada lado de la conexión virtual.

En 1990, los Sistemas Cisco, StrataCom, Northern Telecom, y la Corporación de Equipo Digital(DEC) desarrollaron un juego de perfeccionamientos de Frame Relay llamado Interfaz de Control Local (LMI). El perfeccionamiento LMI ofrece varios rasgos (llamados extensiones) para el complejo control de trabajo en grupo(internetworks), incluyendo lo siguiente:

- Direccionamiento Global.
- Mensajes de estado del circuito Virtual.
- Multicasting.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPÍTULO IV COMPAÑÍAS DE TELEFONÍA EN MÉXICO(Carriers)



### 4. Compañías de telefonía en México

Internet se ha convertido en una necesidad para cualquier corporación, la economía de red está haciendo los negocios más complejos y competitivos, abriendo las puertas a nuevos mercados. Las corporaciones están volcando todos sus esfuerzos para implementar sus estrategias comerciales a través de Internet para desarrollar nuevas y rentables relaciones comerciales, confiando en Internet y en las redes IP para expandir sus negocios. Para todas estas compañías es fundamental dotarse de las adecuadas infraestructuras de servicios para afrontar estos retos y hacer crecer sus negocios en estos entornos.

La conexión de personas e información a través de redes corporativas y de Internet, así como, la creación de una plataforma integral adecuada para afrontar la nueva economía de red y el mundo on-line(interconectado) se hacen, hoy en día, imprescindibles para cualquier corporación, no solo para corporaciones sino para cualquier persona que quiera entrar al fascinante mundo de Internet(red mundial)con una disponibilidad, integridad y seguridad en las comunicaciones.

Hoy en día las compañías de telefonía en nuestro país forman un importante papel en las telecomunicaciones de modo que se ha creado una red compleja que enlaza cada una de las subredes de datos, voz y video de diversos clientes a lo largo de la infraestructura de cada una de éstas y la red telefónica "switchcada" pública (PSTN) en la que en ésta se interconectan todas las demás siendo propietaria tanto el gobierno como los Carriers.

En relación a Internet, la PSTN actualmente proporciona mucha de la infraestructura de larga distancia de la Internet. Esto porque los ISP's(Internet service providers) pagan a proveedores de larga distancia(comúnmente ASP's - Application Service Provider)para acceder a su infraestructura y compartir los circuitos entre muchos usuarios a través de paquetes "switchcados" (packet-switching), de esta forma los usuarios de Internet evitan tener que pagar cuotas a proveedores externos que no sean sus propio ISP's. De esto se hablará en el capítulo V, en el diseño e implementación del ISP.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4.1. Principales Carriers

Debido a que existen en la actualidad muchas compañías dedicadas a proporcionar servicios de Banda Ancha y renta de "espacios y medios" para telefonía principalmente, se toma a análisis solo tres compañías que hasta la fecha son las más importantes en nuestro país en cuanto servicios de telefonía local y de larga distancia se refiere:

- Avantel
- Alestra
- Telmex

A la fecha, Telmex solo tiene 3 competidores reales en los servicios de telefonía:

En larga distancia Avantel y Alestra son los únicos reales competidores, ya que los otros participantes se enfocan a segmentos del mercado muy reducidos. El otro competidor es AXTEL en telefonía local pero inalámbrica, porque el otro competidor PEGASO no ofrece el roaming(servicio de cobertura amplia) nacional.

Cabe mencionar que al hablar de telefonía existen más compañías que ofrecen diversos servicios a nivel nacional con enlaces de microondas, radiofrecuencia, satelital, etc., pero las compañías arriba mencionadas son las que ocupan un mayor mercado y no solo eso sino que los enlaces de telefonía constituyen una infraestructura fuerte, sólida y redundante para cualquier tipo de cliente, es decir, este tipo de enlace se encuentra a las posibilidades de cualquiera que desee crear en su empresa, compañía, institución, negocio, etc., una estructura formal de organización que participe en el desarrollo y crecimiento de Internet y las Tecnologías de Información así como de la automatización de sus recursos.

A continuación se describen las tres compañías arriba mencionadas así como las tarifas correspondientes para los servicios de acceso a su infraestructura para los enlaces que ofrecen los ISP's a sus clientes(por ejemplo Avantel le llama ISP virtual), los enlaces que éstos proporcionan pueden ser por microondas, par de cobre(dial-up), radio, etc. con determinada tecnología(DSO, DS1, E1,ADSL, frame relay), etc. haciendo uso de la infraestructura propia o del Carrier según sea el diseño de red y las necesidades del cliente. Las tarifas se adaptan a cualquier diseño de arquitectura de red del ISP, es decir, los Carriers solo darán los puertos de acceso.

##### 4.1.1. Avantel

La red Avantel

La red de Avantel cuenta con cerca de 8,000 kilómetros de fibra óptica 100% digital y está diseñada para proteger totalmente la transmisión.

Su moderna tecnología permite restaurar el servicio en casos de cortes de la fibra óptica sin afectar el mismo, y asignar dinámicamente rutas y canales de manera remota. A diferencia de otras redes, la de Avantel permite manejar grandes volúmenes de información a muy altas velocidades, así como servicios de facturación, control y supervisión de la misma, y personalización de servicios para sectores de mercado muy particulares.

La arquitectura de la red de Avantel es innovadora:

Basada en una infraestructura de tres anillos dobles que la hacen redundante, ubicados en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, con interconectividad a cualquier parte del país.

Cuenta con dos sistemas lineales, un canal de protección y dos salidas internacionales, lo cual garantiza un alto grado de confiabilidad.

La figura 4.1 muestra la cobertura nacional de la red de Avantel.



Figura 4.1. Red Avantel

#### Infraestructura de Avantel

La red digital de fibra óptica más avanzada, con la cual miles de compañías mexicanas pueden llegar a cualquier lugar de México y a más de 280 países en el mundo.

Un Centro de Atención y Servicio que se encuentra entre los más grandes y eficientes de Latinoamérica: una sola llamada a cualquier hora y en cualquier día del año resuelve toda necesidad de los clientes.

Cuatro Centrales Inteligentes de Conmutación en la república mexicana, que permiten integrar nuevos servicios y además responden a las demandas de telecomunicaciones del mercado.

Centro de Monitoreo de la Red en Apodaca, Nuevo León, que garantiza un soporte permanente para las empresas y que para mayor seguridad, está respaldado por un Centro "espejo" en Guadalajara. Oficinas centrales en México, Guadalajara y Monterrey.

#### Cobertura de Avantel

Avantel se caracteriza principalmente por sus servicios de acceso dedicado y abarca los siguientes estados de la república:

D.F., Aguascalientes, Baja California Norte, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Edo. de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Veracruz, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas.

### Arquitectura de Red del Centro de Datos Avantel

#### Conectividad

Consciente de la importancia que reviste la disponibilidad del acceso al contenido (estático o transaccional) y disponer del ancho de banda de manera oportuna, Avantel ofrece la siguiente solución de conectividad:

- Internacional a través de los *gateways* con Unnet y Cable&Wireless, con accesos a niveles STM-4, STM-1(34Mbps y 2 Mbps respectivamente; SMT-Synchronous Transfer Mode) y DS3.
- Directa con el *backbone IP* Avantel a niveles de STM-16(140Mbps) ó 2.5 Gbps, con posibilidad de crecer a niveles de STM-64.
- Acuerdos de intercambio de tráfico con las principales redes IP del país, lo cual permite reducir los tiempos de respuestas de las peticiones de los usuarios (acuerdos conocidos como de *peering*). Cabe mencionar al respecto que Avantel es el principal proveedor de accesos dedicados a Internet del país toda vez que cuenta con más de 60,000 usuarios de acceso conmutado.

#### Zonas de Servicio

##### *Zona Pública*

La zona pública del Centro de Datos Avantel es una zona resguardada en la cual se encuentran los servicios de DNS, de caching(caché de datos), streaming(canalización), servidor FTP y de hospedaje compartido. El tráfico que transita por esta zona es debidamente distribuido gracias a balanceadores de carga (tecnología Arrow Point y Alteon).

##### *Zona de soluciones de co-ubicación y hospedaje dedicado*

Avantel ofrece para clientes de esa zona soluciones a la medida, así como configuraciones estándar de acuerdo a sus requerimientos; se garantizan en ambos casos aspectos tan relevantes como:

- Balanceo de tráfico: soluciones en alta disponibilidad, balanceo de sesiones, balanceo de tráfico de aplicaciones.
- Seguridad del sitio de comunicaciones: incluye las recomendaciones del hardware y del software del *firewall*, la definición de reglas y políticas de seguridad a aplicar para las direcciones IP homologadas.
- El hardware y las configuraciones de los servidores web, los servidores de aplicación así como los servidores de bases de datos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Zona de monitoreo**

El Centro de Datos Avantel cuenta con una plataforma integral redundante de monitoreo de servicios de Internet, la cual incluye productos de *HP Openview*(soluciones de servicio y aplicación).

Avantel ofrece un servicio de monitoreo avanzado mediante el cual el cliente tiene acceso a más de 300 parámetros de desempeño de sus servidores.

La plataforma de monitoreo del Centro de Datos Avantel permite ofrecer para los distintos servicios de hospedaje los *Service Level Agreements*, principalmente enfocados a dos aspectos fundamentales:

- Disponibilidad de la conexión *LAN* o *WAN*, igual al 99.98%
- Disponibilidad de los elementos de comunicaciones y servidores que conforman el sitio del cliente servidores web, servidores de aplicación, servidores de bases de datos. Esta disponibilidad aplica en principio para los servicios de hospedaje dedicado y depende de la configuración propuesta por Avantel; para determinar el porcentaje de disponibilidad, se toman en cuenta las configuraciones de los elementos de comunicaciones así como de los servidores que conforman la solución: solución de alta disponibilidad, configuración de los balanceadores de carga, configuración de los servidores (ambiente *single server* o *multiple servers*). Avantel ofrece por escrito la disponibilidad antes mencionada de acuerdo a la solución contratada.

**Zona de Almacenamiento**

Le ofrece la posibilidad de resguardar la información en infraestructura propiedad de Avantel y con respaldos periódicos de acuerdo a las necesidades (soluciones a la medida) *DRP (disaster recovery plan)*.

**Servicios**

Los servicios ofrecidos en el Centro de Datos Avantel se estructuran de la siguiente manera:

- Servicios básicos

<i>Coubicación</i>	<i>Hospedaje dedicado</i>	<i>Hospedaje compartido</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerto <i>LAN 100 BT</i> dedicado.</li> <li>• Ancho de banda "<i>burstable</i>".</li> <li>• Espacio físico (m2), en gabinetes cerrados con llave o en jaula independiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerto <i>LAN 100 BT</i> dedicado.</li> <li>• Ancho de banda "<i>burstable</i>".</li> <li>• Infraestructura de servidores según paquetes de <i>hardware</i> ofrecidos por Avantel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio lógico en servidores de Avantel con dirección IP homologada.</li> <li>• Medición de la transferencia de datos sobre la dirección IP asignada.</li> </ul>

Tabla 4.1. Servicios básicos ofrecidos por Avantel

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- **Servicios administrados**

Avantel ofrece una vasta gama de servicios administrados que soportan los servicios básicos antes señalados:

- ❖ **Servicios de seguridad Soluciones avanzadas de seguridad a la medida del cliente:** soluciones de alta disponibilidad con firewalls (incluyendo balanceo de cargas de las sesiones manejadas por los firewalls) o la solución "Seguridad Avantel" (10 reglas incluidas personalizadas para ftp, http, POP3, SMTP y el análisis de riesgo y de vulnerabilidad).
- ❖ **Servicios de Administración eficiente de Red**

#### *Caching Avantel*

Avantel cuenta con una plataforma exclusivamente dedicada al caching de tráfico(cache engine como se describió en el capítulo III). Con este servicio administrará de manera eficiente el tráfico destinado a los sitios de Internet al ser atendidas las peticiones de tráfico directamente en la granja de servidores de caching de Avantel; esto permite escalar las propias granjas del cliente con servidores de menor desempeño lo que le ayuda a realizar ahorros significativos en infraestructura de cómputo. Este servicio es particularmente redituable cuando el tráfico presenta picos estacionales (picos en quincena o en una determinada época del año).

Por ejemplo: Florerías que cuentan con un sitio y realizan un incremento de actividades comerciales en fechas específicas como el 14 de febrero, 10 de mayo, etc.

#### *Distribución de Contenido*

Avantel cuenta con una plataforma para la distribución automática del contenido, principalmente destinado a contenidos altamente dinámicos a ser replicados en varios servidores web a la vez; la plataforma de distribución de contenido le permite concentrar el contenido en un mismo servidor (servidor *staging*) y de manera automática distribuirlo en los servidores de destino.

Ejemplo: El sitio de una agencia de noticias que cuenta con varios servidores distribuidos en distintas localidades geográficas.

#### *Balanceo*

Con el fin de optimizar el desempeño de los componentes físicos y aplicativos del sitio web, Avantel ofrece soluciones "a la medida" para el balanceo de tráfico por sesiones o por aplicación.

Ejemplo: peticiones http hacia un conjunto de servidores que atienden las peticiones con la misma función.

#### *Administración de DNS*

La administración de los servidores de DNS es intensiva y demandante tanto en tiempo como en recursos humanos. Avantel pone a disposición del cliente personal altamente calificado por la experiencia obtenida, al ser sitio alterno del NIC para la administración de las peticiones hacia servidores de DNS en México.

Sinergias con otras plataformas

Con el fin de ofrecer soluciones integrales y globales el Centro de Datos Avantel ofrece, en un mismo sitio, conectividad con las demás plataformas del protocolo IP:





- VPNs y enlaces dedicados: soluciones técnicas ideales para soluciones de administración remota, conectividad del *front-office* con el *back-office*.
- ISP virtual y acceso conmutado: solución adaptada a comunidades que requieran acceso a aplicaciones hospedadas en el Centro de Datos Avantel.
- Correo electrónico: solución que permite conjuntar en un mismo sitio físico la administración del correo así como de las aplicaciones hospedadas en el Centro de Datos Avantel.

Un punto de presencia (POP) es el sitio de un concesionario o un operador extranjero ubicado en las ciudades en las cuales ofrece sus servicios. Este sitio tiene toda la infraestructura necesaria para proporcionar y dar soporte a sus servicios.

Puntos de presencia (POP) en red son aquellos puntos de presencia en los cuales Avantel cuenta con red de fibra óptica propia y que contengan toda la infraestructura de telecomunicaciones necesaria para proporcionar y dar soporte a sus servicios.

Puntos de presencia (POP) fuera de red son aquellos puntos de presencia en los cuales Avantel no cuenta con infraestructura de telecomunicaciones propia(en este caso entra la infraestructura del ISP para formar un acceso a los enlaces de los usuarios de éste).

Ciudades en red son las ciudades dentro de la República Mexicana en las cuales Avantel cuenta con un punto de presencia en red.

Ciudades fuera de red son las ciudades dentro de la República Mexicana en las cuales Avantel no cuenta con un punto de presencia en red.

Los términos "precios" y "cargos" se utilizan indistintamente para denominar las tarifas registradas debidamente de los servicios ofrecidos por Avantel y se podrán modificar mediante su debido registro ante la Comisión Federal de Telecomunicaciones.

Todos los precios y cargos están expresados en moneda nacional (M.N.) a menos que se especifique lo contrario.

Las tarifas a considerar se basan en los accesos a la infraestructura propia de Avantel para los enlaces punto a punto y multipunto para los ISP's. Este esquema de conexión también se aplica para Alestra y Telmex.

Las tarifas y normas establecidas por Avantel para este tipo de enlaces son los siguientes: Debido a la cobertura que ofrece Avantel y para este caso en particular se tomarán los servicios de telecomunicaciones para enlaces Punto a Punto y Punto a Multipunto tanto para enlaces locales y no locales.

#### Avantel Local

Servicios locales(microondas ó de radio)

*Espectro radioeléctrico 38 Ghz*

Servicio de provisión de capacidad para el establecimiento de enlaces de microondas punto a punto, en la banda de 38 Ghz.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Cuotas aplicables**, consistentes en (i) un cargo inicial por cada enlace y (ii) una cuota trimestral recurrente con base en el número total de enlaces contratados por un usuario, que considera el ancho de banda utilizado en cada uno de los enlaces:

**(i) Cargo inicial:**

Distrito Federal (área metropolitana) \$ 19,000.00

Monterrey (área metropolitana) \$ 19,000.00

Guadalajara (área metropolitana) \$ 19,000.00

Resto del País \$ 19,000.00

**(ii) Cuota trimestral por enlace:**

Distrito Federal (área metropolitana):

Número total de enlaces por usuario:	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$54,264.00	\$108,528.00	\$217,056.00
100-299	\$40,698.00	\$81,396.00	\$162,792.00
300-499	\$32,558.40	\$65,116.80	\$130,233.60
500 en adelante	\$27,132.00	\$54,264.00	\$108,528.00

Tabla 4.2. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en el DF

Monterrey (área metropolitana):

Número total de enlaces por usuario:	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$27,132.00	\$54,264.00	\$108,528.00
100-299	\$20,349.00	\$40,698.00	\$81,396.00
300-499	\$16,279.20	\$32,558.40	\$65,116.80
500 en adelante	\$13,566.00	\$27,132.00	\$54,264.00

Tabla 4.3. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en Monterrey

Guadalajara (área metropolitana):

Número total de enlaces por usuario:	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$16,279.20	\$32,558.40	\$65,116.80
100-299	\$12,209.40	\$24,418.80	\$48,837.60
300-499	\$9,767.52	\$19,535.04	\$39,070.08
500 en adelante	\$8,130.60	\$16,279.20	\$32,558.40

Tabla 4.4. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en Guadalajara

Resto del País:

Número total de enlaces por usuario	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$5,246.40	\$10,852.80	\$21,705.60
100-299	\$4,069.80	\$8,139.60	\$16,279.20
300-499	\$3,255.84	\$6,511.68	\$13,023.36
500 en adelante	\$2,713.20	\$5,246.40	\$10,852.80

Tabla 4.5. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en resto del país

Reglas de aplicación de las tarifas correspondientes a este plan:

- Para fines de determinar la tarifa aplicable a cada enlace, se tomará en cuenta el número total de enlaces contratados por un usuario (ISP), incluyendo los que pertenezcan al bloque de 15 Ghz y 23 GHz.
- El enlace de microondas punto a punto que se instale al amparo del contrato correspondiente deberá apegarse invariablemente a las condiciones técnicas establecidas en la constancia de no interferencia correspondiente.
- La tarifa correspondiente a la provisión de capacidad deberá pagarse de manera trimestral por adelantado, considerando el número de enlaces que tenga contratados el usuario al momento de hacer el pago.
- El cargo inicial incluye el costo de gestión de la certificación, verificación, supervisión y captura en los sistemas de administración interna del enlace.
- El cargo inicial se pagará al momento de solicitar la capacidad para cada enlace, como requisito para que Avantel Servicios Locales, S.A. pueda gestionar la obtención de la constancia de no interferencia correspondiente, con base en la información proporcionada por el usuario en la solicitud de constancia de no interferencia.
- El primer pago trimestral se pagará a partir de la fecha de instalación u operación del enlace.
- Las siguientes cuotas trimestrales se pagarán una vez concluido el trimestre en que se efectuó la instalación de cada enlace, conforme a la tarifa vigente para el servicio de provisión de capacidad para el establecimiento de enlaces de microondas punto a punto en la banda de 38 GHz.
- En caso de rubricación de los transreceptores del enlace, instalación de nuevos enlaces o modificación de las características técnicas de la constancia correspondiente, el usuario deberá pagar nuevamente el cargo inicial.
- El cargo inicial no aplica para aquellos usuarios que estén operando al amparo de un permiso emitido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, deseen contratar con Avantel Local capacidad para su enlace y las características técnicas del enlace coincidan con las establecidas en el permiso respectivo.
- Avantel determinará la frecuencia óptima de operación del enlace de acuerdo a sus criterios de planeación y administración del espectro radioeléctrico que le ha sido concesionado.

Las bandas de frecuencias sujetas a estas tarifas son:

Ancho de Banda Total	Segmento inferior	Segmento superior
112 MHz	37,114 – 37,170 MHz	38,374 – 38,430 MHz

Tabla 4.6. Bandas de frecuencias establecidas para el ancho de banda de 112Mhz

- Para fines de la presente tarifa, el Distrito Federal (área metropolitana) comprende: el Distrito Federal y los municipios de Atizapan de Zaragoza, Coacalco de Berriozabal, Cocotitlán, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán, Chalco, Chimalhuacán, Ecatepec, Ixtapaluca, Jaltenco, Melchor Ocampo, Nextlalpan, Nezahualcóyotl, La Paz, Tecamac (excepto el área geográfica que contiene a la población de Los Reyes Acozac), Temamatla, Tepozotlán, Tlalnepan de Baz, Tultepec, Tultitlán y Valle de Chalco Solidaridad, así como las áreas geográficas de Chicoloapan, Huixquilucan, Isidro Fabela, Jilotzingo, Naucalpan y Nicolás Romero, todos del Estado de México.
- Para fines de la presente tarifa, Monterrey (área metropolitana) comprende: los municipios de Monterrey, Abasolo, Apodaca, Carmen, García, General Escobedo, Guadalupe, Juárez, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina, así como la población de Salinas Victoria, todos del Estado de Nuevo León.
- Para fines de la presente tarifa, Guadalajara (área metropolitana) comprende: los municipios de Guadalajara, Juanacatlán, El Salto, Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan, así como las poblaciones de La Calera, Nicolás R. Casillas, Palomar, San Sebastián El Grande y Santa Cruz del Valle, todos del Estado de Jalisco.
- Para fines de la presente tarifa, el Resto del País comprende el territorio nacional que no forma parte del Distrito Federal (área metropolitana), Monterrey (área metropolitana) y Guadalajara (Monterrey), conforme a lo establecido en el presente.

#### *Espectro radioeléctrico 15 Ghz*

Servicio de provisión de capacidad para el establecimiento de enlaces de microondas punto a punto en el bloque 32 de la banda de 15 Ghz.

**Cuotas aplicables**, consistentes en (i) un cargo inicial por cada enlace y (ii) una cuota trimestral recurrente con base en el número total de enlaces contratados por un usuario, que considera el ancho de banda utilizado en cada uno de los enlaces:

**(i) Cargo inicial:**

Distrito Federal (área metropolitana) \$ 19,000.00

Monterrey (área metropolitana) \$ 19,000.00

Guadalajara (área metropolitana) \$ 19,000.00

Resto del País \$ 19,000.00

**(ii) Cuota trimestral por enlace:**

Distrito Federal (área metropolitana):

Número total de enlaces por usuario	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$67,830.00	\$135,660.00	\$271,320.00
100-299	\$50,872.50	\$101,745.00	\$203,490.00
300-499	\$40,698.00	\$81,396.00	\$162,792.00
500 en adelante	\$33,915.00	\$67,830.00	\$135,660.00

Tabla 4.7. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en el DF dentro del espectro de 15 Ghz

Monterrey (área metropolitana):

Número total de enlaces por usuario:	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$33,915.00	\$67,830.00	\$135,660.00
100-299	\$25,436.25	\$50,872.50	\$101,745.00
300-499	\$20,349.00	\$40,698.00	\$81,396.00
500 en adelante	\$16,957.50	\$33,915.00	\$67,830.00

Tabla 4.8. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en Monterrey dentro del espectro de 15 Ghz

Guadalajara (área metropolitana):

Número total de enlaces por usuario.	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$20,349.00	\$40,698.00	\$81,396.00
100-299	\$15,261.75	\$30,523.50	\$61,047.00
300-499	\$12,209.40	\$24,418.80	\$48,837.60
500 en adelante	\$10,174.50	\$20,349.00	\$40,698.00

Tabla 4.10. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en Guadalajara dentro del espectro de 15 Ghz

Resto del País:

Número total de enlaces por usuario.	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$6,783.00	\$13,566.00	\$27,132.00

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

100-299	\$5,087.25	\$10,174.50	\$20,349.00
300-499	\$4,069.80	\$8,139.60	\$16,279.20
500 en adelante	\$3,391.50	\$6,783.00	\$13,566.00

Tabla 4.11. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en el resto del país dentro del espectro de 15 Ghz

Reglas de aplicación de las tarifas(correspondiente al espectro de 15 Ghz):

- ✓ Para fines de determinar la tarifa aplicable a cada enlace, se tomará en cuenta el número total de enlaces contratados por un usuario, incluyendo los que pertenezcan al bloque de 23 Ghz.
- ✓ El enlace de microondas punto a punto que se instale al amparo del contrato correspondiente deberá apegarse invariablemente a las condiciones técnicas establecidas en la constancia de no interferencia correspondiente.
- ✓ La tarifa correspondiente a la provisión de capacidad deberá pagarse de manera trimestral por adelantado, considerando el número de enlaces que tenga contratados el usuario al momento de hacer el pago.
- ✓ El cargo inicial incluye el costo de gestión de la certificación, verificación, supervisión y captura en los sistemas de administración interna del enlace.
- ✓ El cargo inicial se pagará al momento de solicitar la capacidad para cada enlace, como requisito para que Avantel Servicios Locales, S.A. pueda gestionar la obtención de la constancia de no interferencia correspondiente, con base en la información proporcionada por el usuario en la solicitud de constancia de no interferencia.
- ✓ El primer pago trimestral se pagará a partir de la fecha de instalación u operación del enlace.
- ✓ Las siguientes cuotas trimestral se pagarán una vez concluido el trimestre en que se efectuó la instalación de cada enlace, conforme a la tarifa vigente para el servicio de provisión de capacidad para el establecimiento de enlaces de microondas punto a punto en la banda de 15 Ghz.
- ✓ En caso de reubicación de los transreceptores del enlace, instalación de nuevos enlaces o modificación de las características técnicas de la constancia correspondiente, el usuario deberá pagar nuevamente el cargo inicial.
- ✓ El cargo inicial no aplica para aquellos usuarios que estén operando al amparo de un permiso emitido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, descen contratar con Avantel Local capacidad para su enlace y las características técnicas del enlace coincidan con las establecidas en el permiso respectivo.
- ✓ Avantel determinará la frecuencia óptima de operación del enlace de acuerdo a sus criterios de planeación y administración del espectro radioeléctrico que le ha sido concesionado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La banda de frecuencias sujeta a estas tarifas es:

Banda Número	Segmento de ida	Segmento de retorno
32	14,732.0-14,760.0 Mhz	15,047.0-15,075.0 Mhz

Tabla 4.12. Rango de frecuencias establecidas para la banda 32

- Para fines de la presente tarifa, el Distrito Federal (área metropolitana) comprende: el Distrito Federal y los municipios de Atizapán de Zaragoza, Coacalco de Berriozabal, Cocotitlán, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán, Chalco, Chimalhuacán, Ecatepec, Ixtapaluca, Jaltenco, Melchor Ocampo, Nextlalpan, Nezahualcóyotl, La Paz, Tecamac (excepto el área geográfica que contiene a la población de Los Reyes Acozac), Temamatla, Tepozotlán, Tlalnepantla de Baz, Tultepec, Tultitlán y Valle de Chalco Solidaridad, así como las áreas geográficas de Chicoloapan, Huixquilucan, Isidro Fabela, Jilotzingo, Naucalpan y Nicolás Romero, todos del Estado de México.
- Para fines de la presente tarifa, Monterrey (área metropolitana) comprende: los municipios de Monterrey, Abasolo, Apodaca, Carmen, García, General Escobedo, Guadalupe, Juárez, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina, así como la población de Salinas Victoria, todos del Estado de Nuevo León.
- Para fines de la presente tarifa, Guadalajara (área metropolitana) comprende: los municipios de Guadalajara, Juanacatlán, El Salto, Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan, así como las poblaciones de La Calera, Nicolás R. Casillas, Palomar, San Sebastián El Grande y Santa Cruz del Valle, todos del Estado de Jalisco.
- Para fines de la presente tarifa, el Resto del País comprende el territorio nacional que no forma parte del Distrito Federal (área metropolitana), Monterrey (área metropolitana) y Guadalajara (área metropolitana), conforme a lo establecido en el presente.

#### *Espectro radioeléctrico 23 Ghz*

Servicio de provisión de capacidad para el establecimiento de enlaces de microondas punto a punto en los bloques 5, 6, 7 y 22 de la banda de 23 Ghz.

Cuotas aplicables, consistentes en (i) un cargo inicial por cada enlace y (ii) una cuota trimestral recurrente con base en el número total de enlaces contratados por un usuario, que considera el ancho de banda utilizado en cada uno de los enlaces:

**(i) Cargo inicial:**

Distrito Federal (área metropolitana) \$ 19,000.00

Monterrey (área metropolitana) \$ 19,000.00

Guadalajara (área metropolitana) \$ 19,000.00

Resto del País \$ 19,000.00

**(ii) Cuota trimestral por enlace:**

Distrito Federal (área metropolitana):



Número total de enlaces por usuario	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$39,900.00	\$79,800.00	\$159,600.00
100-299	\$29,925.00	\$59,850.00	\$119,700.00
300-499	\$23,940.00	\$47,880.00	\$95,760.00
500 en adelante	\$19,950.00	\$39,900.00	\$79,800.00

Tabla 4.13. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en el DF dentro del espectro de 23 Ghz

Monterrey (área metropolitana):

Número total de enlaces por usuario:	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$19,950.00	\$39,900.00	\$79,800.00
100-299	\$14,962.50	\$29,925.00	\$59,850.00
300-499	\$11,970.00	\$23,940.00	\$47,880.00
500 en adelante	\$9,975.00	\$19,950.00	\$39,900.00

Tabla 4.14. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en Monterrey dentro del espectro de 23 Ghz

Guadalajara (área metropolitana):

Número total de enlaces por usuario.	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$11,970.00	\$23,940.00	\$47,880.00
100-299	\$8,977.50	\$17,955.00	\$35,910.00
300-499	\$7,182.00	\$14,364.00	\$28,728.00
500 en adelante	\$5,985.00	\$11,970.00	\$23,940.00

Tabla 4.15. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en Guadalajara dentro del espectro de 23 Ghz

Resto del País:

Número total de enlaces por usuario	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1-99	\$3,990.00	\$7,980.00	\$15,960.00
100-299	\$2,992.50	\$5,985.00	\$11,970.00

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



300-499	\$2,394.00	\$4,788.00	\$9,576.00
500 en adelante	\$1,995.00	\$3,990.00	\$7,980.00

Tabla 4.16. Cuotas por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz respectivamente en el resto del país dentro del espectro de 23 Ghz

Reglas de aplicación de las tarifas(correspondiente al espectro de 23 Ghz):

- Para fines de determinar la tarifa aplicable a cada enlace, se tomará en cuenta el número total de enlaces contratados por un usuario, incluyendo los que pertenezcan al bloque de 15 Ghz.
- El enlace de microondas punto a punto que se instale al amparo del contrato correspondiente deberá apegarse invariablemente a las condiciones técnicas establecidas en la constancia de no interferencia correspondiente.
- La tarifa correspondiente a la provisión de capacidad deberá pagarse de manera trimestral por adelantado, considerando el número de enlaces que tenga contratados el usuario al momento de hacer el pago.
- El cargo inicial incluye el costo de gestión de la certificación, verificación, supervisión y captura en los sistemas de administración interna del enlace.
- El cargo inicial se pagará al momento de solicitar la capacidad para cada enlace, como requisito para que Avantel Servicios Locales, S.A. pueda gestionar la obtención de la constancia de no interferencia correspondiente, con base en la información proporcionada por el usuario en la solicitud de constancia de no interferencia.
- El primer pago trimestral se pagará a partir de la fecha de instalación u operación del enlace.
- Las siguientes cuotas trimestral se pagarán una vez concluido el trimestre en que se efectuó la instalación de cada enlace, conforme a la tarifa vigente para el servicio de provisión de capacidad para el establecimiento de enlaces de microondas punto a punto en la banda de 23 Ghz.
- En caso de reubicación de los transreceptores del enlace, instalación de nuevos enlaces o modificación de las características técnicas de la constancia correspondiente, el usuario deberá pagar nuevamente el cargo inicial.
- El cargo inicial no aplica para aquellos usuarios que estén operando al amparo de un permiso emitido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, deseen contratar con Avantel Local capacidad para su enlace y las características técnicas del enlace coincidan con las establecidas en el permiso respectivo.
- Avantel determinará la frecuencia óptima de operación del enlace de acuerdo a sus criterios de planeación y administración del espectro radioeléctrico que le ha sido concesionado.

Las bandas de frecuencias sujetas a estas tarifas son:

Banda Numero	Segmento de ida	Segmento de retorno
5	21,339.5-21,367.5 Mhz	22,571.5-22,599.5 Mhz

6	21,367.5-21,395.5 Mhz	22,599.5-22,627.5 Mhz
7	21,395.5-21,423.5 Mhz	22,627.5-22,655.5 Mhz
22	22,100.0-22,150.0 Mhz	23,300.0-23,350.0 Mhz

Tabla 4.17. Range de frecuencias establecidas para las bandas 5, 6, 7 y 22

- Para fines de la presente tarifa, el Distrito Federal (área metropolitana) comprende: el Distrito Federal y los municipios de Atizapan de Zaragoza, Coacalco de Berriozabal, Cocotitlán, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán, Chalco, Chimalhuacán, Ecatepec, Ixtapaluca, Jaltenco, Melchor Ocampo, Nextlalpan, Nezahualcóyotl, La Paz, Tecamac (excepto el área geográfica que contiene a la población de Los Reyes Acozac), Temamatla, Tepozotlán, Tlalnepantla de Baz, Tultepec, Tultitlán y Valle de Chalco Solidaridad, así como las áreas geográficas de Chicoloapan, Huixquilucan, Isidro Fabela, Jilotzingo, Naucalpan y Nicolás Romero, todos del Estado de México.
- Para fines de la presente tarifa, Monterrey (área metropolitana) comprende: los municipios de Monterrey, Abasolo, Apodaca, Carmen, García, General Escobedo, Guadalupe, Juárez, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina, así como la población de Salinas Victoria, todos del Estado de Nuevo León.
- Para fines de la presente tarifa, Guadalajara (área metropolitana) comprende: los municipios de Guadalajara, Juanacatlán, El Salto, Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan, así como las poblaciones de La Calera, Nicolás R. Casillas, Palomar, San Sebastián El Grande y Santa Cruz del Valle, todos del Estado de Jalisco.
- Para fines de la presente tarifa, el Resto del País comprende el territorio nacional que no forma parte del Distrito Federal (área metropolitana), Monterrey (área metropolitana) y Guadalajara (área metropolitana), conforme a lo establecido en el presente.

#### Acceso dedicado

Servicio que proporciona conectividad, en la misma localidad, entre los inmuebles del cliente y un punto de presencia de Avantel, de forma tal que el cliente pueda utilizar los servicios proporcionados por Avantel.

Los puntos de presencia ayudarán a los ISP's a proporcionar accesos y por ende los enlaces correspondientes a sus usuarios por medio de la infraestructura de Avantel de y desde la locación del ISP.

#### **Términos y Condiciones:**

El cliente(ISP) podrá elegir cualquiera de las siguientes opciones de acceso dedicado:

**Acceso dedicado local:** Arreglo del acceso dedicado proporcionado de acuerdo a la disponibilidad de tecnología de transmisión en el punto de presencia de Avantel más cercano al inmueble de cliente para poder proporcionarle al cliente acceso directo a los servicios de Avantel.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**Acceso dedicado Avantel:** Opción de acceso que se instala en la localidad del cliente a partir de un acceso de 2048 Kbps que permite conectar inmuebles del cliente a puntos de presencia designados por Avantel para poder proporcionarle acceso directo a los servicios de Avantel. La capacidad inicial a contratar es de 1 E1 (2048 Kbps), después del primer circuito se pueden proporcionar servicios de ampliación de anchos de banda. Este tipo de acceso está sujeto a disponibilidad. La opción de acceso dedicado Avantel está sujeto a disponibilidad en las siguientes ciudades: México, D.F., Aguascalientes, Aguascalientes; Monterrey, Nuevo León; Torrcón, Coahuila; Guadalajara, Jalisco; Puebla, Puebla; Querétaro, Querétaro; Cuernavaca, Morelos; Cuidad Juárez, Chihuahua; Tampico, Tamaulipas; Reynosa, Tamaulipas; Matamoros, Tamaulipas; Saltillo, Coahuila; León, Guanajuato; Celaya; Guanajuato y Toluca, Edo. de México.

Los servicios de Acceso Dedicado Avantel y Acceso Dedicado Local a 64 Kbps están disponibles únicamente para aquellos clientes que, con el fin de recibir los servicios de Avantel, contraten como mínimo un acceso dedicado de 2.048 Mbps.

Este servicio se contratará por un periodo mínimo de un año. En caso de cancelación anticipada, el cliente se compromete a pagar las rentas mensuales por vencer del primer año de servicio.

A aquellos clientes que no cumplen con el plazo de contratación comprometido, se les aplicarán los cargos por terminación anticipada, según corresponda.

*Cargos por terminación anticipada-* Aquellos clientes que cancelen su contrato con Avantel antes de cumplir con el plazo mínimo de contratación deberán pagar a Avantel la cantidad monetaria equivalente de los descuentos y/o promociones otorgados durante el plazo en el cual utilizaron el servicio contratado. Estos cargos no se aplicarán a aquellos clientes que cancelen su contrato con el fin de celebrar otro acuerdo con Avantel en el cual se requieran compromisos mínimos de plazos o volúmenes de consumo de igual o mayor valor y/o plazo de los compromisos mínimos del contrato actual.

Las tarifas aquí descritas podrán ser incrementadas de acuerdo a la variación en el índice nacional de precios al consumidor, previo registro ante la Comisión Federal de Telecomunicaciones.

*Precios del servicio de acceso dedicado:*

Se aplican los cargos iniciales y mensuales del Acceso Dedicado local o Acceso Dedicado Avantel correspondientes al servicio contratado.

Precios del servicio de acceso dedicado punto a punto y punto a multi-punto a 2.048 Mbps

Tabla 4.18. Acceso Dedicado Punto a Punto						
Velocidad	1er Acceso E1 (2048 Kbps)	2do. Acceso E1	3er Acceso E1	4to Acceso E1	64 Kbps	Acceso Adicional 64 Kbps
Cargo Inicial	\$ 90,971.00	\$ 72,300.00	\$ 54,200.00	\$ 45,100.00	\$ 12,908.00	\$ 12,908.00
Renta Mensual	\$ 5,321.00	\$ 5,321.00	\$ 5,321.00	\$ 5,321.00	\$ 907.00	\$ 907.00

Tabla 4.19. Acceso Dedicado Punto a Multipunto				
Velocidad	1er Acceso E1 (2048 Kbps)	2do. Acceso E1	3er Acceso E1	4to Acceso E1 [1]
Cargo Inicial	\$ 90,971.00	\$ 72,300.00	\$ 54,200.00	\$ 45,100.00
Renta Mensual	\$ 15,981.00	\$ 15,981.00	\$ 15,981.00	\$ 15,981.00

Tabla 4.20. Acceso Dedicado Fraccionado								
Velocidad	64 Kbps	128 Kbps	192 Kbps	256 Kbps	384 Kbps	512 Kbps	768 Kbps	1024 Kbps
Cargo Inicial	\$ 12,908.00	\$ 19,362.00	\$ 25,816.00	\$ 32,270.00	\$ 38,724.00	\$ 45,178.00	\$ 51,632.00	\$ 58,086.00
Renta Mensual	\$ 907.00	\$ 1,725.00	\$ 2,042.00	\$ 2,579.00	\$ 2,901.00	\$ 3,331.00	\$ 3,869.00	\$ 4,406.00

Condiciones Generales para el cambio de domicilio de Accesos Dedicados:

- Para el caso de Acceso Dedicado Avantel, cuando se realice un cambio de domicilio, las adecuaciones correspondientes del sitio del cliente, instalaciones eléctricas y obra civil estarán a cargo del cliente en un 100%, es decir, no existe el bono de obra civil.
- Para el caso de Acceso Dedicado Local, cuando se realice un cambio de domicilio las condiciones anteriores están sujetas a la disponibilidad del proveedor del acceso dedicado local en el nuevo sitio.
- Para clientes que solicitan el cambio de domicilio durante los tres primeros meses de instalado el servicio, se les cobrará el 100% de los Cargos de Instalación del Acceso Dedicado Local.

Para clientes que solicitan el cambio de domicilio después de los tres primeros meses de instalado el servicio, se les cobrará el Cargo de Instalación del Acceso Dedicado Local de acuerdo a la tabla 4.21:

Cambio de Domicilio	Cargos de Instalacion
En el mismo edificio	20% del Acceso Dedicado Local
En la misma ciudad	50% del Acceso Dedicado Local
En otra ciudad	100% del Acceso Dedicado Local

Tabla 4.21. Cargos sobre cambio de domicilio

\*Cualquier otro caso no considerado en estas políticas, se cobrará el 100% de los Cargos de Instalación del Acceso Dedicado Local.

*Condiciones Generales para la Ampliación de Ancho de Banda de Acceso Dedicado Local:*  
Para los clientes que soliciten una ampliación del ancho de banda del servicio de Acceso Dedicado Local Fraccionado se le harán los cargos de acuerdo al ancho de banda actual y al incremento que solicite.

Velocidad (Kbps)	64	128	192	256	384	512	768	1024	2048
	Precios Unicos por Ampliación de Ancho de Banda [2]								
64	N/A	\$6,454.00	\$12,908.00	\$19,362.00	\$25,816.00	\$32,270.00	\$38,724.00	\$45,178.00	\$78,063.00
128	-	N/A	\$6,454.00	\$12,908.00	\$19,362.00	\$25,816.00	\$32,270.00	\$38,724.00	\$71,069.00
192	-	-	N/A	\$6,454.00	\$12,908.00	\$19,362.00	\$25,816.00	\$32,270.00	\$65,155.00
256	-	-	-	N/A	\$6,454.00	\$12,908.00	\$19,362.00	\$25,816.00	\$58,701.00
384	-	-	-	-	N/A	\$6,454.00	\$12,908.00	\$19,362.00	\$52,247.00
512	-	-	-	-	-	N/A	\$6,454.00	\$12,908.00	\$45,793.00
768	-	-	-	-	-	-	N/A	\$6,454.00	\$39,339.00
1024	-	-	-	-	-	-	-	N/A	\$32,885.00
2048	-	-	-	-	-	-	-	-	N/A

Tabla 4.22. Cargos Unicos por Ampliaciones de Ancho de Banda de Acceso Dedicado Local:

[1] El 5to El Adicional se considerará como un acceso nuevo.

[2] Los cargos Unicos por Ampliación de Ancho de Banda se cobrarán al cliente por única vez cuando el cliente solicite la ampliación del ancho de banda contratado en ese momento.

#### 4.1.2. Alestra

##### La red Alestra

Alestra ofrece los servicios AT&T en México a través de una red de más de 4,400 kilómetros de fibra óptica de última generación.

La Red de Larga Distancia de Alestra es una de las más avanzadas del mundo y brinda acceso transparente a la Red Inteligente Mundial AT&T, la cual opera en más de 280 países y territorios alrededor del mundo. Con una transmisión diaria de 250 millones de mensajes de voz y datos, es la más grande y poderosa del planeta(según ésta).

En enero de 1999, Alestra se convirtió en el primer operador en América Latina en expandir la capacidad de su Red al adoptar el sistema WaveStar de Lucent Technologies con la tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing).

Con ello, la Red Alestra aumentó su capacidad de transmisión 16 veces; lo cual, le permitirá conducir simultáneamente 500,000 llamadas telefónicas o el equivalente a 320,000 páginas de texto por segundo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Los ingenieros especializados de Alestra que trabajan en el COR son responsables de supervisar y administrar el tráfico que transporta la red durante las 24 horas de los 365 días del año.

Su área de supervisión incluye las cinco centrales digitales de conmutación SESS (que Alestra ha instalado en Monterrey, México, Guadalajara, Tijuana y Ciudad Juárez). Desde el COR se verifica el nivel de calidad en todos los servicios de voz, datos y video que Alestra ofrece a sus clientes y adecua la Red Alestra para garantizar su óptimo funcionamiento en situaciones especiales: desastres naturales y días de intenso tráfico.

#### CPC (Centro de protección y control)

El Centro de Protección y Control de la Red Alestra detecta y analiza anomalías en el tráfico de larga distancia de los clientes para prevenir e investigar fraudes y cobros indebidos.

El software utilizado en el CPC es único en México. Fue diseñado por AT&T con los altos estándares de calidad y confiabilidad del líder mundial en telecomunicaciones.

El CPC forma parte del AT&T Security Network, el centro de prevención de fraudes en telecomunicaciones más confiable del mundo.

El software utilizado por el CPC construye patrones de comportamiento de clientes, tomando en consideración los siguientes factores: tipo de línea (residencial o de negocios), zonas de origen y de destino de la llamada, horarios habituales en que se efectúan las llamadas, días inhábiles, entre otros.

Con base en el uso telefónico de los clientes, se determinan variables en el sistema para la emisión de señales de alarma. Al detectar anomalías, el cliente es avisado y se inicia una investigación. De esta manera se asegura que las llamadas sean legítimas.

Las tarifas que se describen a continuación por parte de Alestra son para accesos dedicados, es decir, así como los demás(Avantel y Telmex dependiendo de la infraestructura de cada uno de ellos)los medios de accesos pueden ser por fibra, radiofrecuencia, microondas, etc.

#### Cobertura de Alestra(AT&T)

Alestra se caracteriza principalmente por sus servicios de Internet Dedicado, Dial Up, Webhosting, Correo Electrónico, DNS y su cobertura abarca los siguientes estados: D.F., Aguascalientes, Jalisco, Edo. de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Zacatecas.

#### Acceso directo

##### *Espectro radioeléctrico 10.5 Ghz*

#### Descripción del Plan

El programa comercial tiene como finalidad ofrecer el servicio de capacidad para enlaces punto a multipunto en tres regiones geográficas en la banda de 10.5 GHz. De acuerdo con la concesión para el uso, aprovechamiento y explotación de bandas del espectro radioeléctrico con el que cuenta Alestra.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los bloques de frecuencias disponibles en este plan de tarifas son los siguientes:

Banda	Región	Segmento de Ida MHz	Segmento de Retorno MHz
10.5	4 (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas)	10,240 10,270	10,590 – 10,620
10.5	6 (Jalisco, Nayarit, Colima y Michoacán)	10,240 10,270	10,590 – 10,620
10.5	9 (Distrito Federal, Morelos, Estado de México e Hidalgo)	10,240 10,270	10,590 – 10,620

Tabla 4.23. Bloque de frecuencias disponibles dentro del espectro de 10.5Ghz

**Segmento de Ida.-** Espectro radioeléctrico necesario para la transmisión de una señal digital a través de un equipo de telecomunicación.

**Segmento de Retorno.-** Espectro radioeléctrico necesario para la recepción de una señal digital a través de un equipo de telecomunicación.

#### Reglas de Aplicación

Este plan contempla un cargo inicial por concepto de contratación y una renta anual que dependerá del volumen de enlaces contratados.

Los equipos de telecomunicaciones que se utilicen en el establecimiento de enlaces radioeléctricos serán propiedad del cliente y deberán estar homologados por la Comisión Federal de Telecomunicaciones y/o la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

#### Tarifas

El costo de renta anual dependerá del número de enlaces solicitados y al espectro requerido. La siguiente tabla muestra las tarifas en pesos.

Frecuencia: 10 Ghz.

Cargo de contratación: \$12,500.00

Enlaces	Renta Anual			
	15 Mhz	30 Mhz	45 Mhz	60 Mhz
1-20	1,000,000	1,500,000	1,750,000	2,000,000
20 en adelante	800,000	1,350,000	1,500,000	1,750,000

Tabla 4.24. Costos de enlaces por rango de frecuencias disponibles dentro del espectro de 10Ghz

#### Términos y condiciones

- El esquema de tarifas contempla un cargo de contratación y una renta anual pagada por adelantado.
- Los servicios de provisión de capacidad para el establecimiento de enlaces de microondas se contratarán por un periodo mínimo de un año.
- El presente esquema de tarifas podrá ser actualizado tomando como base el índice nacional de precios al consumidor publicado por el Banco de México en el Diario Oficial de la Federación y ofrecido previo registro en la Comisión Federal de Telecomunicaciones.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



- Los Enlaces estarán sujetos a disponibilidad técnica, por lo que Alestra determinará la frecuencia óptima de operación del enlace de acuerdo a sus criterios de planeación y administración del espectro radioeléctrico.
- En caso de solicitar la rubicación del enlace, este se considerará como un enlace nuevo, por lo que deberá pagar tanto la contratación como la renta anual.
- El servicio de provisión de capacidad no incluye ningún tipo de equipo para el enlace.

#### Espectro radioeléctrico 15 y 23 Ghz

##### Descripción del Plan

El programa comercial tiene como finalidad ofrecer el servicio de capacidad para enlaces punto a punto a nivel nacional en las bandas de 15 y 23 GHz. de acuerdo con la concesión para el uso, aprovechamiento y explotación de bandas del espectro radioeléctrico con el que Alestra cuenta.

Los bloques de frecuencias disponibles en este plan de tarifas son las siguientes:

Banda Número	Segmento de IDA MHz	Segmento de Retorno MHz
15	14,704 – 14,732	15,019 – 15,047
23	21,619.5– 21,647.5	22,851.5– 22,879.5

Tabla 4.25. Bloque de frecuencias disponibles en las bandas 15 y 23

##### Reglas de Aplicación

Este plan contempla un cargo inicial por concepto de contratación y una renta anual que dependerá del volumen de enlaces contratados y que deberá pagarse por adelantado.

##### Tarifas

El costo de renta anual dependerá del número de enlaces solicitados y al espectro requerido. La siguiente tabla muestra las tarifas en pesos mexicanos y no incluyen I.V.A.

Bandas de 15 y 23 Ghz.
Contratación.
En cualquier ciudad del territorio mexicano \$19,000 Pesos.

Número de Enlaces Contratados	Renta Anual (aplica solo en México, D.F.)		
	7 MHz	14 MHz	28 MHz
1 a 99	\$271,320	\$ 542,640	\$1,085,280
100 a 299	\$203,488	\$ 406,980	\$813,960
300 a 499	\$162,792	\$ 325,584	\$643,168

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

500 o +	\$ 135,660	\$ 271,320	\$ 542,640
Número Total de Enlaces Contratados	Renta Anual (aplica solo en Monterrey, N.L. y Guadalajara, Jal.)		
	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1 a 99	\$ 135,660	\$ 271,320	\$ 542,640
100 a 299	\$ 101,744	\$ 203,488	\$ 406,980
300 a 499	\$ 81,396	\$ 162,792	\$ 325,584
500 o +	\$ 67,828	\$ 135,660	\$ 271,320
Número Total de Enlaces Contratados	Renta Anual (aplica en el Resto del País)		
	7 Mhz	14 Mhz	28 Mhz
1 a 99	\$ 27,132	\$ 54,264	\$ 108,528
100 a 299	\$ 20,348	\$ 40,700	\$ 81,396
300 a 499	\$ 16,280	\$ 32,560	\$ 65,116
500 o +	\$ 13,568	\$ 27,132	\$ 54,264

Tabla 4.26. Costos por enlaces en el rango de 7, 14 y 28Mhz disponibles dentro del espectro de 15 y 23Ghz

#### Términos y Condiciones

- ✓ El cargo por la contratación deberá ser cubierto al momento de solicitar la asignación de espectro para cada enlace.
- ✓ El esquema de tarifas contempla un cargo inicial de contratación y una renta anual pagada por adelantado que varía dependiendo de la ciudad y la cantidad total de enlaces contratados. La contratación incluye el certificado de no-interferencia, pero no garantiza el resultado que este arrojará por lo que el pago efectuado por el Cliente por concepto de contratación, no será reembolsado aún y cuando el estudio arroje resultados desfavorables. Por lo tanto se cancelará la contratación de dicho enlace y el Cliente no tendrá que cubrir los cargos por concepto de renta.
- ✓ En caso de solicitar la reubicación del espectro, o algún cambio de ancho de banda del espectro provisto para un determinado enlace, este se considerará como un enlace nuevo, por lo que deberá pagar tanto la contratación así como la renta anual nuevamente.
- ✓ Los servicios de provisión de capacidad para el establecimiento de enlaces de microondas se contratarán por un periodo mínimo de un año.
- ✓ El presente esquema de tarifas podrá ser actualizado tomando como base el índice nacional de precios al consumidor publicado por el Banco de México en el Diario Oficial de la Federación o por medio de un nuevo esquema de tarifas emitido por Alestra.
- ✓ Los enlaces estarán sujetos a disponibilidad técnica, por lo que Alestra determinará la frecuencia óptima de operación del enlace de acuerdo a sus criterios de planeación y administración del espectro radioeléctrico.
- ✓ El enlace de microondas punto a punto que se instale al amparo del contrato correspondiente deberá apegarse invariablemente a las condiciones técnicas establecidas en la constancia de no interferencia correspondiente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Enlaces Dedicados de Acceso

Los enlaces dedicados de Acceso son enlaces de telecomunicaciones que permiten transmitir información digital entre un inmueble del cliente(ISP) y un Punto de Presencia (POP) de *Alestra* (ver Figura 4.3).

Los enlaces de Acceso pueden ser proporcionados al Usuario del ISP a través de infraestructura de *Alestra* o a través de otro Operador(ISP), siendo en este último caso responsabilidad de *Alestra* administrar al Operador y asegurar la calidad del enlace bajo los Estándares *Alestra*.

Estos enlaces se utilizan para dar Acceso Dedicado de la Red de *Alestra* a los sitios del Usuario, cuando éste contrata servicios de Larga Distancia (LD) y/o Valor Agregado (VAS).

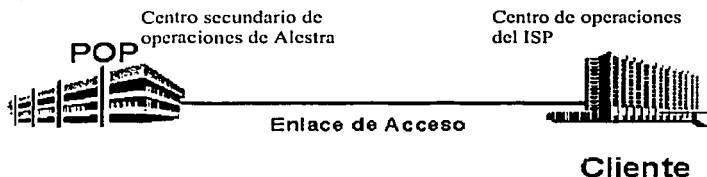


Figura 4.3. Punto de presencia

Enlaces a través de otro Operador(ISP)

Es un enlace que proporciona un Acceso Dedicado con capacidad para transmitir información digital a diferentes capacidades entre un inmueble del cliente y un POP de *Alestra*, ambas localidades dentro de la misma zona local, ofrecidos a través de la infraestructura de otro Operador. El medio por el cual se entrega el enlace dependerá del proveedor alterno, los cuales pueden ser: Fibra Óptica, Cable Coaxial, Par de Cobre, Radio Digital o microondas. La cobertura está sujeta a la disponibilidad del Operador Local. Estos enlaces se pueden utilizar para servicios de Valor Agregado (Frame Relay, Internet, Líneas Privadas, etc.).

En función de los requerimientos técnicos del Cliente, el ancho de banda solicitado, la cobertura, disponibilidad de infraestructura y la factibilidad técnica de los operadores locales, *Alestra* se reserva la solución apropiada a proponer al cliente, esto buscando cumplir al máximo con los requerimientos del Cliente y ofreciendo el mejor servicio.

Tomando en cuenta los factores antes mencionados las tarifas podrán variar, según se muestra en las tablas 4.27 Enlaces Locales Especiales y 4.28 Enlaces Locales Convencionales.

Capacidad Kbps.	Instalación Sitio Nuevo	Ampliación	Renta Mensual
64	\$ 10,400	\$ 8,000	\$ 907
128	\$ 12,393	\$ 16,000	\$ 1,500
192	\$ 15,000	\$ 24,000	\$ 2,000
256	\$ 18,413	\$ 30,000	\$ 2,500
384	\$ 60,000	\$ 30,000	\$ 2,650
512	\$ 60,000	\$ 30,000	\$ 2,950
1024	\$ 62,000	\$ 30,000	\$ 3,800
1544	\$ 62,000	\$ 30,000	\$ 4,375
2048	\$ 74,799	\$ 30,000	\$ 4,375
34 Mbps	\$ 350,000	\$ 100,000	\$ 65,000
45 Mbps	\$ 350,000	\$ 100,000	\$ 65,000
155 Mbps	\$ 1,050,000	\$ 1,050,000	\$ 150,000

Tabla 4.27. Tarifas Enlaces Locales Especiales

Ancho de Banda	Precio	
	Instalación	Renta
64	\$ 12,908	\$ 907
128	\$ 19,362	\$ 1,725
192	\$ 25,816	\$ 2,042
256	\$ 32,270	\$ 2,579
384	\$ 63,468	\$ 6,093
512	\$ 78,170	\$ 7,587
768	\$ 101,120	\$ 7,738
1,024	\$ 124,070	\$ 8,810
2,048	\$ 181,942	\$ 10,642

Tabla 4.28. Tarifas Enlaces Locales Convencionales

**Enlace Nacional de Acceso NX64 Kbps**

Este enlace se utiliza para dar acceso a los sitios de Cliente que se encuentran en Ciudades donde *Alestra* no tiene presencia y por lo tanto se ofrece a través de otro operador. (ver figura 4.4).

Este enlace comprende el enlace de Larga Distancia entre la central del otro Operador de LD en la Ciudad donde se localiza el sitio del Usuario y el POP de *Alestra* más cercano, por lo que es necesario complementar el acceso dedicado con el enlace local de acceso entre el sitio del Usuario y la central del otro Operador.

Se recomienda contratar un Enlace Nacional de Acceso y un Enlace Local de Acceso para ofrecer acceso dedicado a sitios en Ciudades donde *Alestra* no tiene presencia.

Es un enlace de Acceso Dedicado con capacidad para transmitir información digital a una velocidad de NX64 Kbps (donde n = 1 hasta 30), entre un sitio del Usuario y un POP de *Alestra* ambas localidades en distintas Zonas de Enlace Local.

Las tarifas podrán variar de acuerdo a las tarifas del operador alterno. Dichas tarifas se muestran en la tabla 4.29.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Ancho de Banda	Rango Km	Costo Total		
		Instalación	Fijo	Cargo/Km
64	0 - 81	\$20,720	\$1,941	\$13.00
	82 - 161		\$2,486	\$9.00
	162 - 805		\$3,395	\$3.00
	> 805		\$4,190	\$3.00
128	0 - 81	\$31,908	\$3,744	\$24.00
	82 - 161		\$4,779	\$17.00
	162 - 805		\$6,503	\$7.00
	> 805		\$8,016	\$5.00
192	0 - 81	\$43,024	\$5,141	\$36.00
	82 - 161		\$6,783	\$26.00
	162 - 805		\$9,476	\$10.00
	> 805		\$11,938	\$7.00
256	0 - 81	\$54,139	\$6,870	\$51.00
	82 - 161		\$9,239	\$34.00
	162 - 805		\$13,101	\$14.00
	> 805		\$16,689	\$10.00
384	0 - 81	\$69,378	\$9,576	\$81.00
	82 - 161		\$13,398	\$60.00
	162 - 805		\$19,599	\$23.00
	> 805		\$25,438	\$16.00
512	0 - 81	\$84,618	\$12,389	\$111.00
	82 - 161		\$17,666	\$82.00
	162 - 805		\$26,204	\$31.00
	> 805		\$34,295	\$22.00
768	0 - 81	\$108,105	\$13,860	\$140.00
	82 - 161		\$20,590	\$104.00
	162 - 805		\$31,467	\$40.00
	> 805		\$41,809	\$29.00
1024	0 - 81	\$131,592	\$16,252	\$170.00
	82 - 161		\$24,436	\$126.00
	162 - 805		\$37,651	\$48.00
	> 805		\$50,244	\$35.00
2048	0 - 81	\$194,235	\$20,558	\$226.00
	82 - 161		\$31,472	\$168.00
	162 - 805		\$49,795	\$64.00
	> 805		\$65,870	\$45.00

Tabla 4.29. Tarifas Enlaces Nacionales

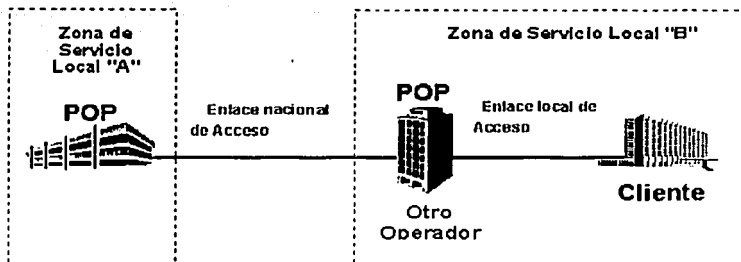


Figura 4.4 Enlace Nacional de Acceso

#### Equipo Edge Device

En caso de que el acceso dedicado sea provisto por un operador alterno, es posible que Alestra instale un equipo con el objetivo de monitorear los enlaces, con el fin de poder aislar en un momento dado las fallas que se pudieran presentar en el enlace. El costo por este equipo se muestra a continuación.

Instalación	Renta Mensual
-	\$200.00

Tabla 4.30. Costo adicional por equipo de monitoreo de enlaces

#### Enlaces a través de la Infraestructura de Alestra

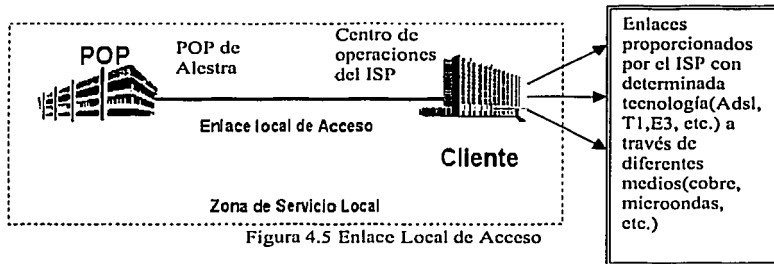
##### Enlace Local de Acceso NX64 Kbps

Enlace disponible para aquellos clientes que con el fin de utilizar los servicios de Alestra, contraten como mínimo un enlace E1 o ampliación de enlaces E1 existentes, con capacidad de 64 Kbps.

##### Enlace Local de Acceso 2048 Kbps

Enlace que proporciona un acceso dedicado con capacidad para transmitir información digital a una velocidad de 2 megabits por segundo (Mbps), entre el Usuario y un POP de Alestra (ver figura 4.5) ambas localidades dentro de la misma Zona de Enlace Local. El circuito E1 se entrega bajo los estándares de la ITU G.703/G.704.

Este enlace se ofrece a través de infraestructura de Alestra o a través de otro Operador y se utiliza para productos de LD (LDN y LDI) y VAS (Frame Relay, Internet, Líneas Privadas, etc.).



Tarifas de los Enlaces Dedicados de Acceso a través de Infraestructura de Alestra

Las Tarifas que aplican para los enlaces a través de la infraestructura de Alestra, son las mismas que se describen en la Tabla 4.27.

Alestra se reserva el tipo de solución dependiendo de la factibilidad técnica y disponibilidad de infraestructura.

Los usuarios inscritos en el programa de Acceso Directo podrán hacer uso de los siguientes servicios:

- Larga Distancia Automática
- Larga Distancia Automática Avanzada
- Servicios de Operador
- Servicio 800
- Servicio 800 Avanzado
- Redes Privadas Virtuales de voz y datos
- Tarjetas Telefónicas Post-pagadas
- Servicio de Datos de Capacidad Variable
- Servicio de Telefonía Local
- Líneas Privadas
- Frame Relay
- Servicios de valor agregado

Reglas de Aplicación

Tabla de tipo de Acceso para cada enlace de LD y VAS.

El acceso directo de Alestra cubre los diferentes productos de LD y Valor Agregado. Siendo Alestra una compañía de LD, no es posible utilizar el acceso como un medio para cursar tráfico local, de tal forma que el Usuario requerirá siempre de la conexión física al Operador local. La tabla de accesos para algunos productos de Alestra en el 2003, se muestra a continuación:

	LD	INTERNET	FR	LP
NX64		√	√	√
NXE1	√	√	√	√

Tabla 4.31. Accesos proporcionados por Alestra a partir del 2003

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

#### 4.1.3. *Telmex*

La modernización tecnológica de Telmex está sustentada en la digitalización de la red. Actualmente tanto su red local como la de larga distancia están 100% digitalizadas. En 1990 el índice de digitalización era del 30.9 por ciento.

Telmex tiene una red de fibra óptica, entre Larga Distancia y Local, superior a los 67 mil kilómetros, la cual es una de las más importantes en el contexto internacional.

Esta red cuenta con centrales telefónicas duplicadas para evitar interrupciones en las comunicaciones en caso de desastres, con lo que se garantiza la continuidad del servicio.

La red de Telmex está apoyada por anillos de seguridad de alta capacidad que permiten la redundancia y en caso de cortes del servicio por desastres naturales restablece la comunicación en cuestión de microsegundos que no son percibidos por el usuario, dando un alto nivel de seguridad y confiabilidad.

La capacidad de velocidad de los anillos de seguridad permite la transmisión de más de 30,000 conversaciones telefónicas de larga distancia de forma simultánea por cada par de fibra óptica.

Como soporte a sus operaciones Telmex cuenta con el Centro Nacional de Supervisión de la Red de Larga Distancia (CNS) en Querétaro, tres Centros Regionales de Larga Distancia, ubicados en las Ciudades de Puebla, Guadalajara y Monterrey, así como ocho Centro Locales de Administración (CAR) en el Distrito Federal y las ciudades de Hermosillo, Chihuahua, Monterrey, Guadalajara, Querétaro, Puebla y Mérida.

Con este soporte, Telmex es también la única empresa que atiende a todos los sectores de la población, incluso aquellos que son de baja rentabilidad económica, pero que tienen un alto beneficio social, a través de productos específicos como LADAFON Teléfono Compartido y Lad@net, el primer servicio de Internet público en México.

Con 1,420 posiciones digitales de operadores en 39 centros de tráfico, la digitalización rebasó el 65% del sistema total y casi 9,000 kilómetros de la red de fibra óptica para larga distancia fueron construidos. De esta forma Telmex estaba dotando a México con una de las mejores redes del mundo y con una infraestructura de comunicación internacional para más de 25 años.

Por ser una de las compañías más importante en cuanto a proveedores de servicio se refiere y propietaria de la mayor infraestructura de telecomunicaciones en México, Telmex para poder controlar y administrar tal infraestructura y sus correspondientes servicios de telefonía ha definido varios ISP's propios, registrados ante NIC de México de forma tal que pueda otorgar el mejor servicio, enseguida se muestran en la tabla 4.32 cuantos ISP's tiene definidos, cual es su cobertura, que servicios ofrece y la ubicación de la central de datos.



NOMBRE DEL ISP	COBERTURA	SERVICIOS	UBICACION
Internet directo personal de Telmex	D.F., Aguascalientes, Baja California Norte, Coahuila, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Edo. de México, Nuevo León, Veracruz, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Veracruz, Yucatán,	Servicio de acceso a Internet	México D.F.
Prodigy Web de Telmex	D.F., Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Edo. de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Veracruz, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán, Zacatecas	Hospedaje de Páginas, Renta de Espacio, Correo Electrónico, Comercio Electronico, DNS, Seguridad, Audio&Video, Unix&NT	México D.F.

Tabla 4.32. ISP's de Telmex

Telmex es una compañía que se dedica principalmente a dar servicios de telefonía local y telefonía local inalámbrica basándose en su infraestructura global para brindar soluciones "inteligentes" a sus N clientes y las siguientes son sus tarifas para tales servicios:

La cobertura de Telmex se puede apreciar en la siguiente figura:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

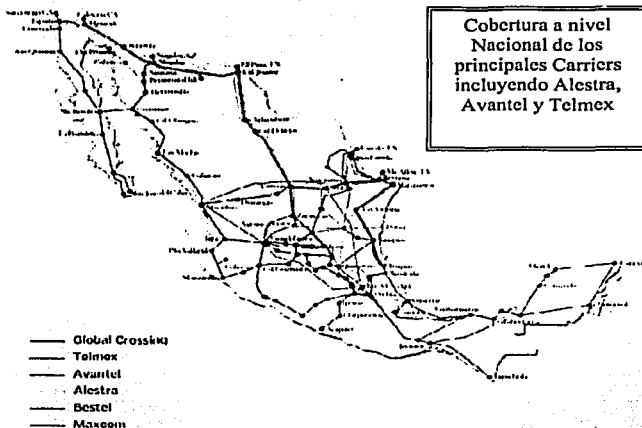


Figura 4.6. Cobertura a nivel nacional de Telmex así como de otras compañías de telefonía

A continuación se definen de igual forma las tarifas y políticas correspondientes a los servicios de acceso y enlaces a la infraestructura de Telmex que pueden ser ofrecidos a un ISP.

### Servicios Privados

Son servicios dedicados para la transmisión de señales de datos y voz entre punto a punto o multipuntos en la red pública de Telmex, redes privadas o de operadores de Telecomunicaciones a velocidades de 9.6 Kbps, 19.2 Kbps, 64 Kbps, 128 Kbps y 2 Mbps.

Los enlaces pueden proporcionarse a nivel:

**Local:** Se da cuando ambos extremos del enlace se encuentran dentro de la misma población o área metropolitana.

**Larga Distancia:** Se da cuando los extremos del enlace se encuentran en diferentes poblaciones y puede ser:

- **Nacional:** Se da entre poblaciones de la República Mexicana.
- **Internacional:** Se proporciona hacia Estados Unidos y Canadá, exceptuando las ciudades fronterizas de México.
- **Mundial:** Se brinda hacia el resto de los países del mundo con los que se tiene acuerdos, salvo Estados Unidos y Canadá.
- **Fronterizo:** Se da entre una población fronteriza de México hacia cualquier población de Estados Unidos, Canadá, Guatemala o Belice.

Servicios complementarios de interconexión

Puerto de acceso para troncales digitales de 2.048 Mbps.

- Gastos de Instalación: \$7,019.24
- Renta Mensual: \$1,414.08

Coubicación Física.

- Gastos de Construcción y acondicionamiento: \$102,222.08
- Coubicación en región alto costo (por m2/mes): \$1,908.14
- Coubicación en región medio costo (por m2/mes): \$1,635.56
- Coubicación en región alto bajo (por m2/mes): \$1,362.96

Nota: Servicio sujeto a disponibilidad. Tarifas expresadas en pesos  
Incluye: Módulo de Coubicación (3x3 m.), según estándares de Telmex.  
Fuerza y Clima. Señalamientos dentro del área.

Redundancia.

Redundancia en Enlace de Interconexión. Servicio de transporte dedicado de una señal entre el domicilio del Operador y el nodo de La Red que se defina como el punto de interconexión en la misma población ( servicio para acceso conmutado ).

Enlace conmutado con capacidad de 2.048 Mbps.

- Gastos de Instalación: \$67,566.74
- Renta Mensual: \$4,939.98

La asignación de tráfico para un enlace y un enlace redundante será 50/50 %.

Lada enlaces.

Para el servicio de Interconexión entre el Operador y Telmex.

Enlace conmutado de Interconexión . Servicio de transporte dedicado de una señal entre el domicilio del Operador y el nodo de La Red que se defina como el punto de interconexión en la misma población ( servicio para acceso conmutado )

Enlace conmutado con capacidad de 2.048 Mbps.(Puerto a La Red, para Troncales Digitales de 2.048 Mbps)

- Gastos de Instalación: \$84,458.43
- Renta Mensual: \$4,939.98

Servicios de enlace de señalización local de 2.048 Mbps. El concesionario pagará a Telmex por cada enlace para señalización.

Tarifas por el servicio de interconexión a la red local telefónica publica(PSTN)

Concesionarios:

Cargos por Conexión

Telmex cobra por los servicios de interconexión para otros concesionarios o permisionarios(en los que pueden ser los ISP's) de redes públicas de telecomunicaciones autorizadas, o redes complementarias o de valor agregado, una tarifa o cargo de acceso a "La Red Telefónica Pública".

La Interconexión se paga por cada conexión a la red telefónica pública que se establezca y se aplica tanto a los servicios de Larga Distancia como a los otros servicios proporcionados por los concesionarios.

Pago inicial de Conexión al concesionario por puerto de 2 Megabits de las Centrales de la Red Telefónica Pública.

Pago por Conexión.	\$ 6,678.17
La Renta Mensual al concesionario por puerto de 2 Megabits de las Centrales de la Red Telefónica Pública.	\$ 1,345.36

Tabla 4.33. Renta mensual por puerto de 2Mbps

### Servicios de Lada enlaces digitales

A. Condiciones generales de los Lada enlaces digitales.

- 1) La entrada en vigor del presente esquema tarifario cancela cualquier otro esquema tarifario, planes de descuento y promociones anteriores.
  - 2) Será decisión de Telmex "seleccionar" la solución tecnológica a emplear.
  - 3) Los LADA ENLACES DIGITALES se contratarán por un mínimo de un año, comprometiéndose el cliente a pagar en caso de cancelación antes del vencimiento de este período las mensualidades no cubiertas.
  - 4) Los LADA ENLACES DIGITALES podrán ser usados para transmisión de datos de acuerdo a las necesidades o aplicaciones del cliente.
  - 5) Los LADA ENLACES DIGITALES podrán ser usados para transmisión de voz, exclusivamente en enlaces punto a punto en facilidades del mismo cliente.
  - 6) El presente esquema tarifario se actualizará:
    - En forma trimestral tomando como base el Índice Nacional de Precios al consumidor publicado por el Banco de México en el Diario Oficial de la Federación.
    - Con la liberación de un nuevo esquema tarifario por parte de Telmex.
- Cualquier actualización aplicará hasta que exista el comunicado oficial por parte de la Dirección Comercial Mercado Empresarial.
- 7) El gasto de instalación incluye el equipamiento hasta el domicilio del cliente, exceptuando el multiplexor de orden cero.
  - 8) El cliente que exija o demande la instalación del servicio en fibra óptica en sitios sin infraestructura de fibra, deberá contratar pagando gastos de instalación de 4 LADA ENLACES de 2 Mbps.

Es decir, este pago le permite utilizar éstos 4 LADA ENLACES de 2 Mbps en el mismo sitio y solo pagará la renta mensual correspondiente de los LADA ENLACES que utilice y contrate hasta cubrir su capacidad.

Para cualquier ampliación posterior donde el cliente exija o demande fibra óptica en el sitio, o sin capacidad disponible, deberá contratar en los mismos términos nuevamente.



	RANGO KM	Gasto Instalación por tramo	Renta Mensual Por TRAMO	
			Fijo	Cargo/Km
Local	N.A.	\$90,971	\$5,321	n.a.
	0 - 81	\$12,293	\$ 9,916	\$226
	81 - 161		\$20,830	\$168
Larga Distancia Nacional	161 - 805		\$39,153	\$ 64
	805 - más		\$55,228	\$ 46
	0 - 81		\$16,224	\$226
Larga Distancia Internacional	81 - 161	\$18,440	\$27,581	\$168
	161 - 805		\$46,638	\$ 64
	805 - más		\$83,356	\$ 46
FRONTERIZO	N.A.	.\$90,971	\$10,289	n.a.

Tabla 4.34. Tarifas Lada enlace de 2 Mbps

*Premisas de aplicación para LADAENLACE de 2 Mbps.*

1. En la contratación de servicios locales se deberá cubrir los gastos de instalación de dos tramos locales. La renta mensual de servicios locales deberá incluir dos tramos locales. Solamente aplicará el cobro de una parte local en la conexión a otros servicios (redes públicas de datos, redes privadas virtuales, etc.) cuando existan servicios Telmex de Lada enlaces con capacidad disponible para ese fin en la otra parte local.
2. En la contratación de servicios nacionales se deberán cubrir los gastos de instalación de dos tramos locales, más el tramo de larga distancia nacional. La renta mensual de servicios nacionales deberá incluir dos tramos locales, más el tramo de larga distancia nacional. Solamente aplicará el cobro de una parte local más el tramo de larga distancia en la conexión a otros servicios (redes públicas de datos, redes privadas virtuales, etc.) cuando existan servicios Telmex de Lada enlaces con capacidad disponible para ese fin en la otra parte local.
3. En la contratación de servicios internacionales se deberán cubrir los gastos de instalación de un tramo local mas el tramo de larga distancia internacional. La renta mensual de servicios internacionales deberá incluir un tramo local, más el tramo de larga distancia internacional. Estos cargos incluyen únicamente la parte México del enlace.
4. En la contratación de servicios fronterizos se deberán cubrir los gastos de instalación de un tramo fronterizo. La renta mensual de servicios fronterizos deberá incluir un tramo fronterizo. Estos cargos incluyen únicamente la parte México del enlace.

	RANGO	Gasto Instalación	Renta Mensual Por TRAMO	
-	Km	Por Tramo	Fijo	Cargo/km
Local	N.A.	\$90,971	\$15,981	N.A.

Tabla 4.35. Tarifas para el Lada enlace Punto-Multipunto

*Premisas de aplicación para Lada enlace Punto-Multipunto*

Con la contratación del LADAENLACE Punto-Multipunto el cliente podrá activar desde 1 hasta 30 canales de 64 Kbps o su equivalente en alguna de las siguientes formas.

- Contratando LADA ENLACES Nx64 (64, 128, 192, 256, 384, 512, 768 y 1024 Kbps) en los sitios remotos para rematarlos en el Punto-Multipunto, debiendo cubrir:
  - En el lado del Punto-Multipunto el cargo por la activación de los canales respectivos. En los sitios remotos los gastos de instalación y las rentas mensuales correspondientes de los LADA ENLACES NX64 (un solo tramo local y el tramo de larga distancia en su caso).
- Conectando canales de 64 Kbps con otro Punto-Multipunto para formar LADA ENLACES N x64 (64, 128, 192, 256, 384, 512, 768 y 1024 Kbps) debiendo cubrirse:
  - El cargo por la activación de los canales respectivos en ambos sitios. En caso de enlaces de larga distancia nacional se deberá cubrir adicionalmente al punto anterior el gasto de instalación y la renta mensual del tramo de larga distancia nacional.
- Activando canales de 64 Kbps para formar LADA ENLACES Nx64 (64, 128, 192, 256, 384, 512, 768 y 1024 Kbps) como accesos para otras aplicaciones Telmex, debiendo cubrirse:
  - El cargo por la activación de los canales respectivos en el sitio del Punto-Multipunto.

El cargo por activación de cada canal de 64 Kbps o equivalente es el siguiente:

- No aplica en la primera activación de canales para ese LADAENLACE Punto-Multipunto. En activaciones posteriores, por cualquier re-enrutamiento o por cambio de modalidad, se deberá cubrir el 1.2% de gastos de instalación del LADAENLACE Punto-Multipunto por cada canal de 64 Kbps o equivalente es decir;  $1.2\% \times GI \text{ LADAENLACE Punto-Multipunto } \times n$ , donde  $n=1$  en 64, 2 en 128, 3 en 192, 4 en 256, 6 en 384, 8 en 512, 12 en 768 y 16 en 1024.

Los LADA ENLACES Punto-Multipunto solo se comercializan para formar redes privadas. Caso práctico, el ISP virtual que se verá en el siguiente capítulo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Lada enlaces Nx64.

	Rango	Gasto Instalación		Renta mensual por Tramo	
		por Tramo	Fijo	Cargo/Km	
-	Km				
64 KBPS	N.A.	\$12,908	\$ 907		N.A.
128 KBPS	N.A.	\$19,362	\$1,725		N.A.
192 KBPS	N.A.	\$25,816	\$2,042		N.A.
256 KBPS	N.A.	\$32,270	\$2,579		N.A.
384 KBPS	N.A.	\$38,724	\$2,901		N.A.
512 KBPS	N.A.	\$45,178	\$3,331		N.A.
768 KBPS	N.A.	\$51,632	\$3,869		N.A.
1024 KBPS	N.A.	\$58,086	\$4,406		N.A.

Tabla 4.36. Tarifas Lada enlaces Nx64 locales

*Premisas de aplicación para LADA ENLACES Nx64 locales:*

1. En la contratación de servicios locales se deberá cubrir los gastos de instalación de dos tramos locales. La renta mensual de servicios locales, deberá incluir dos tramos locales. Solamente aplicará el cobro de una parte local en la conexión a otros servicios (redes públicas de datos, redes privadas virtuales, etc.) cuando existan servicios Telmex de LADA ENLACES con capacidad disponible para ese fin en la otra parte local.
2. Es responsabilidad del área de Servicio a Clientes y/o Ingeniería determinar la solución tecnológica más conveniente para proporcionar los servicios, garantizando con ello la rentabilidad de los mismos.

Tarifas para LADA ENLACES Nx64 Nacionales

	RANGO	Gasto Instalación		Renta Mensual por Tramo	
		por Tramo	Fijo	Cargo/Km	
-	Km				
	0 - 81		\$ 502		\$ 13
	81 - 161		\$ 1,047		\$ 9
64 KBPS	161 - 805	\$3,688	\$ 1,956		\$ 3
	805 - más		\$ 2,751		\$ 3
	0 - 81		\$ 955		\$ 24
128 KBPS	81 - 161	\$4,298	\$ 1,990		\$ 17

	161 - 805		\$ 3,714	\$ 7
	805 - más		\$ 5,227	\$ 5
	0 - 81		\$ 1,503	\$ 36
	81 - 161		\$ 3,145	\$ 26
192 KBPS	161 - 805	\$4,836	\$ 5,838	\$ 10
	805 - más		\$ 8,300	\$ 7
	0 - 81		\$ 2,163	\$ 51
	81 - 161		\$ 4,532	\$ 37
256 KBPS	161 - 805	\$5,373	\$ 8,394	\$ 14
	805 - más		\$11,982	\$ 10
	0 - 81		\$ 3,483	\$ 81
	81 - 161		\$ 7,305	\$ 60
384 KBPS	161 - 805	\$5,910	\$13,506	\$ 23
	805 - más		\$19,345	\$ 16
	0 - 81		\$ 4,802	\$111
	81 - 161		\$10,079	\$ 82
512 KBPS	161 - 805	\$6,448	\$18,617	\$ 31
	805 - más		\$26,708	\$ 22
	0 - 81		\$ 6,122	\$140
	81 - 161		\$12,852	\$104
768 KBPS	161 - 805	\$6,985	\$23,729	\$ 40
	805 - más		\$34,071	\$ 29
	0 - 81		\$ 7,442	\$170
	81 - 161		\$15,626	\$126
1024 KBPS	161 - 805	\$7,522	\$28,841	\$ 48
	805 - más		\$41,434	\$ 35

Tabla 4.37. Tarifas para Lada enlaces Nx64 Nacionales

154

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



*Premisas de aplicación para LADA ENLACES N x64 Nacionales:*

1. En la contratación de servicios nacionales se deberá cubrir los gastos de instalación de dos tramos locales, más el tramo de larga distancia nacional. La renta mensual de servicios nacional deberá incluir dos tramos locales, más el tramo de larga distancia nacional. Solamente aplicará el cobro de una parte local más el tramo de larga distancia en la conexión a otros servicios (redes públicas de datos, redes privadas virtuales, etc.) cuando existan servicios Telmex de LADA ENLACES con capacidad disponible para ese fin en la otra parte local.
2. Es responsabilidad del área de Servicio a Clientes y/o Ingeniería determinar la solución tecnológica más conveniente para proporcionar los servicios, garantizando con ello la rentabilidad de los mismos.

Tarifas Lada enlaces nx64 internacionales.

	RANGO	Gasto Instalación	Renta Mensual Por TRAMO	
	KM	por tramo	Fijo	Cargo/Km
	0 - 81		\$ 4,832	\$ 13
64 KBPS	81 - 161	\$ 4,865	\$ 5,110	\$ 9
	161 - 805		\$ 6,040	\$ 3
	805 - más		\$ 6,794	\$ 3
	0 - 81		\$ 9,181	\$ 24
128 KBPS	81 - 161	\$ 6,081	\$ 9,710	\$ 17
	161 - 805		\$ 11,475	\$ 7
	805 - más		\$ 12,908	\$ 5
	0 - 81		\$ 9,230	\$ 36
192 KBPS	81 - 161	\$ 6,448	\$ 10,086	\$ 26
	161 - 805		\$ 12,865	\$ 10
	805 - más		\$ 15,209	\$ 7
	0 - 81		\$ 9,594	\$ 51
256 KBPS	81 - 161	\$ 7,522	\$ 11,593	\$ 37
	161 - 805		\$ 15,590	\$ 14
	805 - más		\$ 19,013	\$ 10

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

	0 - 81		\$11,363	\$ 98
	81 - 161		\$15,929	\$ 72
384 KBPS	161 - 805	\$ 8,597	\$24,039	\$ 32
	805 - más		\$34,119	\$ 20
	0 - 81		\$12,106	\$123
	81 - 161		\$18,038	\$ 91
512 KBPS	161 - 805	\$ 9,671	\$28,332	\$ 39
	805 - más		\$40,340	\$ 25
	0 - 81		\$12,850	\$149
	81 - 161		\$19,858	\$110
768 KBPS	161 - 805	\$10,746	\$32,625	\$ 46
	805 - más		\$46,562	\$ 30
			\$13,594	\$174
	0 - 81		\$21,677	\$129
1024 KBPS	81 - 161	\$11,821	\$36,918	\$ 54
	161 - 805		\$52,784	\$ 35
	805 - más			

Tabla 4.38. Tarifas Lada enlances nx64 internacionales.

*Premisas de aplicación para Lada enlances Nx64 Internacionales:*

1. En la contratación de servicios internacionales se deberá cubrir los gastos de instalación de un tramo local, más el tramo de larga distancia internacional. La renta mensual de servicios internacionales deberá incluir un tramo local, más el tramo de larga distancia internacional. Estos cargos solo incluyen la parte México del enlace.
2. Es responsabilidad del área de Servicio a Clientes y/o Ingeniería determinar la solución tecnológica más conveniente para proporcionar los servicios, garantizando con ello la rentabilidad de los mismos.

Tarifas Lada enlaces Nx64 fronterizos

	rango	Gasto de Instalación	RENTA MENSUAL por Tramo	
			por Tramo	Fijo Cargo/Km
-	Km			
64 KBPS	N.A.	\$12,908	\$3,608	N.A.
128 KBPS	N.A.	\$19,362	\$4,728	N.A.
192KBPS	N.A.	\$25,816	\$4,809	N.A.
256KBPS	N.A.	\$32,270	\$4,889	N.A.
384KBPS	N.A.	\$38,724	\$5,373	N.A.
512KBPS	N.A.	\$45,178	\$6,018	N.A.
768KBPS	N.A.	\$51,632	\$6,985	N.A.
1024KBPS	N.A.	\$58,086	\$8,366	N.A.

Tabla 4.39. Tarifas Lada enlaces Nx64 fronterizos

*Premisas de aplicación para Lada enlaces N x64 Fronterizos:*

1. En la contratación de servicios fronterizos se deberá cubrir los gastos de instalación de un tramo fronterizo. La renta mensual de servicios fronterizos deberá incluir un tramo fronterizo. Estos cargos sólo incluyen la parte México del enlace.
2. Es responsabilidad el área de Servicio a Clientes y/o Ingeniería determinar la solución tecnológica más conveniente para proporcionar los servicios, garantizando con ello la rentabilidad de los mismos.

LADA ENLACES de 34 Mbps.

Es un servicio privado digital que permite enlaces punto a punto ya sean locales, nacionales, internacionales y fronterizos para transmitir información (voz o datos).

	Rango Km	Gasto Instalación por tramo	Renta Mensual por tramo	
			Fijo	Cargo/Km
<b>Local</b>	N.A.	\$1,091,652	\$63,852	N.A.
	0 - 81		\$59,496	\$1,356
	82 - 161		\$124,980	\$1,008
<b>Nacional</b>	162 - 805	\$ 147,516	\$234,918	\$ 384
	> 805		\$331,368	\$ 276
	0 - 81		\$97,344	\$1,356
<b>Internacional</b>	82 - 161	\$ 221,280	\$165,486	\$1,008

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

	162 - 805		\$279,828	\$ 384
	> 805		\$380,136	\$ 276
Fronterizo	N.A.	\$1,091,652	\$123,468	N.A.

Tabla 4.40. Tarifas de Lada enlaces de 34Mbps

*Reglas Generales de aplicación al servicio.*

1. El presente esquema tarifario permite establecer la comercialización del Lada enlace Digital de 34 Mbps en las ciudades donde Telmex cuente con las facilidades de infraestructura disponible para proporcionar el servicio.
2. Será decisión de Telmex "seleccionar" la solución tecnológica a emplear.
3. El Lada enlace Digital de 34 Mbps se contratará por un período mínimo de un año.
4. El Lada enlace Digital de 34 Mbps deberá ser usado para transmisión de datos punto a punto de acuerdo a las necesidades o aplicaciones del cliente.
5. El presente esquema tarifario se actualizará:
  - En forma trimestral tomando como base el Índice Nacional de Precios al consumidor publicado por el Banco de México en el Diario Oficial de la Federación. Con la liberación de un nuevo esquema tarifario por parte de Telmex.

El Lada Enlace Digital de 34 Mbps se comercializa para formar redes privadas. La comercialización de este servicio para los operadores o concesionarios de telecomunicaciones deberá sujetarse a los mismos términos indicados en este plan.

Los Lada Enlaces Digitales de 34 Mbps, Internacionales y Fronterizos sólo se comercializarán entre ciudades de la República Mexicana y ciudades de los Estados Unidos de Norte América.

Los Lada Enlaces Digitales de 34 Mbps, no tendrán cobertura a nivel mundial

*Premisas de Aplicación de tarifas.*

## 1. Contratación

En la contratación de un Lada Enlace Local se deberán cubrir los gastos de instalación de dos tramos locales.

En la contratación de un Lada enlace Nacional se deberán cubrir los gastos de instalación de dos tramos locales, más el tramo de larga distancia nacional.

En la contratación de un Lada enlace Internacional se deberán cubrir los gastos de instalación de un tramo local, más el tramo de larga distancia internacional.

En la contratación de un Lada enlace Fronterizo se deberán cubrir los gastos de instalación de un tramo fronterizo.

## 2. Renta Mensual

En la contratación de un Lada enlace Local se deberán cubrir la renta mensual de dos tramos locales.

En la contratación de un Lada enlace Nacional se deberán cubrir la renta mensual de dos tramos locales, más el tramo de larga distancia nacional.

En la contratación de un Lada enlace Internacional se deberán cubrir la renta mensual de un tramo local, más el tramo de larga distancia internacional.

TESTIS CON  
FALLA DE ORIGEN 158

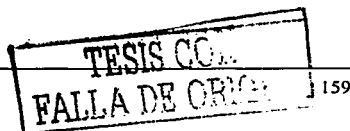
En la contratación de un Lada enlace Fronterizo se deberán cubrir la renta mensual de un tramo fronterizo.

En ambos puntos el cargo incluye únicamente la parte México del enlace.

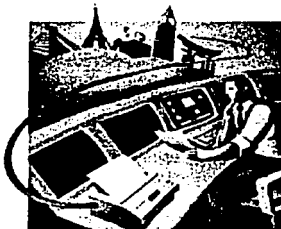
Es importante mencionar que aunque el modelo o plan tarifario correspondiente a cada uno de los Carriers pueda ser modificado en años próximos el protocolo y las bases de los servicios ofrecidos serán prácticamente el mismo.

Una vez definidas las tarifas correspondientes de las tres empresas más importantes de telefonía en la Republica Mexicana en cuanto a proveedores de servicio digitales (Carriers) se refiere para servicios a ISP's como posibles enlaces independientes; se definirá en el siguiente capítulo la arquitectura del ISP tomando a consideración el servicio de acceso a la infraestructura de Avantel, los enlaces pueden ser microondas, radiofrecuencia, par de cobre, cable coaxial así como las tarifas correspondientes para este servicio en particular y una comparación de servicios, disponibilidad, rentabilidad y cobertura de los enlaces proporcionados por Telmex y Alestra.

El análisis a realizar del diseño del ISP contempla características principales que tendrá su arquitectura y de que modo puede acoplarse tanto a la infraestructura del Carrier como a la de sus clientes. Esto es esencial debido a que, dependiendo de las necesidades del cliente, la arquitectura del ISP debe ser capaz de adaptarse a cualquier medio siendo redundante y sin perder en cuenta que tipos de servicios va a proporcionar y que tecnologías y medios de enlace ocupará(aparte del backbone del Carrier) para poder ser un proveedor de servicios, de esta forma se determinará en el diseño la disponibilidad, redundancia y escalabilidad de la arquitectura del ISP así como de las características de los posibles servicios de acceso a Internet que le proporcionará a sus clientes.



## CAPÍTULO V ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET (IAP/ISP)



### 5. Diseño de red de un ISP

Se deben considerar varios factores importantes para establecer un buen diseño de red para el ISP, posteriormente se definen tecnologías que habrán de implementarse en él para los enlaces correspondientes para cada cliente a través del backbone proporcionado por el carrier y por el ISP respectivamente.

Se deben tomar en cuenta los siguientes factores en el diseño, análisis e implementación del ISP:

- ❖ Arquitectura Física:
  - Diseño modular
  - Diseño funcional
  - Diseño de la red jerárquica por niveles
- ❖ Carriers(backbone's)
  - ¿Cual es el mejor y más económico?
  - Avantel como backbone principal
    - Ventajas
    - Desventajas
  - Infraestructura del ISP
    - Descripción de la infraestructura
    - Red de acceso
    - Red de concentración
    - Red troncal
    - Centro de proceso de datos
    - Consideraciones generales de diseño
  - Análisis de costos tomando como base las tarifas de acceso dedicado para este servicio(acceso dedicado del carrier al ISP) y requerimientos del ISP.
    - Rentabilidad
    - Disponibilidad
    - Cobertura

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El análisis para el diseño de un ISP es muy complejo ya que las perspectivas del diseño siempre están modificándose, como por ejemplo se debe considerar que Internet no es como cualquier otra red, que el crecimiento por la demanda de los anchos de banda y por ende de clientes ha sido de más del 100% haciendo que un año de crecimiento se vea reflejado en 3 meses desde la primera década de redes locales posteriormente esto se incrementa con las redes MAN y WAN y servicios de red así como del cambio en la infraestructura tradicional de las compañías de telecomunicaciones provocando que la implementación del ISP sea más compleja, es decir, para que no exista un desfaseamiento en las arquitecturas y estándares propios de las compañías y la del ISP se deben utilizar los recursos software / hardware capaces de soportar y de mantener una compatibilidad con los recursos y/o elementos de red de las compañías proveedoras de servicios digitales(Carriers)como lo son routers, antenas emisoras / receptoras de radio digital y/o microondas, etc.

Por otro lado se debe considerar también la adopción de determinada tecnología para los enlaces de cada cliente tomando en cuenta la arquitectura de la red(ISP), de modo que el siguiente paso sea la búsqueda de la mejor opción en cuanto a Carriers se refiere capaz de soportar las tecnologías que el ISP proporcionará, es decir, servicios de comunicación digital(uso del medio de enlace entre el usuario-ISP-Internet).

En la figura 5.1 se muestra una estadística sobre las tecnologías usadas y cual ha sido su adopción hoy en día.

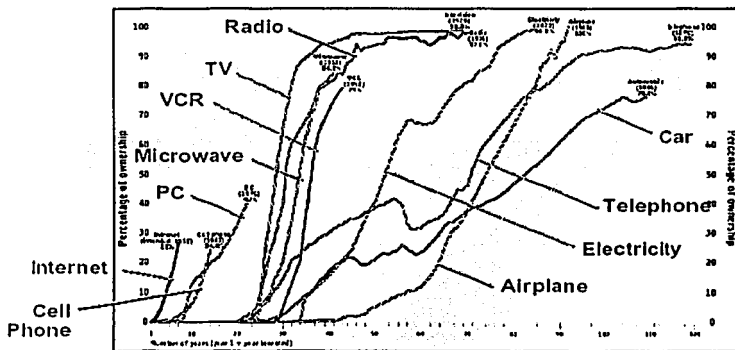


Figura 5.1. Tendencias de uso de las tecnologías de comunicación

### 5.1. Arquitectura Física

#### Diseño modular

Organiza la red en módulos separados y "repetibles"

- Backbone
- POP
- Servicios de Hosting
- Servicios de ISP
- Soporte NOC (Network Operation Center-Centro de Operación de la Red)

La modularidad hace más fácil escalar la red, se diseñan unidades más pequeñas de la red que son conectadas una de la otra, cada módulo puede construirse para una función específica en la red. Se actualizan trayectorias alrededor de los módulos, y no en la red entera, esto hace más fácil el trabajo para los routers fronterizos.

#### Diseño funcional

El diseño funcional consiste en definir perfectamente la función de cada uno de los elementos constitutivos de la red así como de la relación entre cada uno de ellos:

- Un "dispositivo" no lo puede hacer todo
- Cada router/switch en la red tiene una función bien definida
- Los dispositivos tienen interactividad uno del otro
- Las redes ISP son sistemas de metodología para el diseño, es decir, cada una de las funciones interactúan entre sí para soluciones globales en toda la red.

#### Diseño de la red jerárquica por niveles

Plana: topologías engranadas no se escalan

Jerarquía: la jerarquía es usada en diseños de red para escalar la red misma

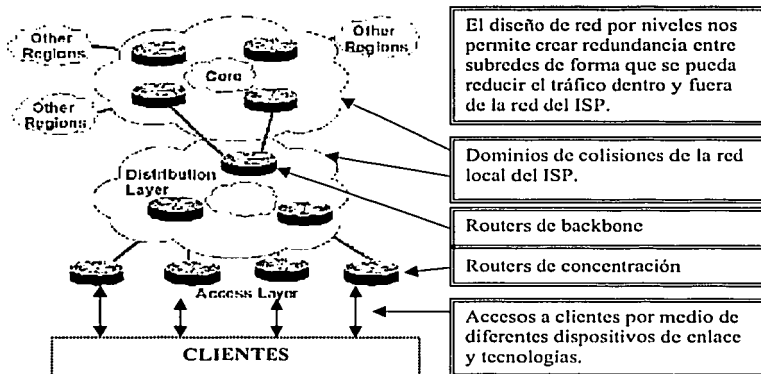


Figura 5.2. Diseño de red por niveles

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



La topología de cualquier red, en este caso del ISP, que es redundante es aquella que es capaz de dar servicio a sus clientes y/o usuarios independientemente de fallas en algunos de sus elementos de interconexión(circuitos dedicados) así como de sus aplicaciones, esto es, tal como se muestra en la figura 5.2 la arquitectura de red puede tener "equipos" alternos de servicio llámense POP's(los ISP's dan acceso a sus clientes a través de Puntos de Presencia-POP, Point of Presence), o dependiendo del diseño de red pueden ser otras compañías Carriers de las cuales depende el ISP en cuanto a infraestructura se refiere, aunque algunos ISP's tienen la propia pero esto resulta muy costoso a medida que el número de clientes del ISP va creciendo; que la simple "renta" del medio(backbone); por el lado de las aplicaciones el ISP cuenta con equipos capaces de mantener su ancho de banda "constante" y evitar el tráfico de red como lo es el cache-engine que sirve para servicios de web, etc.

## 5.2. Análisis y selección del carrier en el diseño del ISP

### 5.2.1. Carriers (backbone's)

Para no confundirse con el término, un carrier es una compañía telefónica o un ASP(Access Service Provider) que vende o alquila servicios de telecomunicaciones, uno de los cuales son el cobrar por uso de su infraestructura(transmisión de información a través de medios como cable-cobre o líneas de alta velocidad como lo es la fibra óptica, etc.); los cuales pueden ser del siguiente tipo:

- LEC(local exchange carrier): Compañía telefónica local; las líneas de los clientes, casas, instituciones, empresas, etc., terminan en un "local exchange"(es la oficina central de operaciones del LEC conocida también como central de datos); estas oficinas o centrales de datos se conectan a otros centros de datos a través de una área de acceso local(LATA, Local Access and Transport Area) o también se pueden conectar a los IEC(Alestra, Avantel, Telmex, etc.).
- IXC/IEC: Compañía telefónica que puede habilitar largas distancias (inter-exchange carrier), esto es, es una compañía que proporciona conexiones entre centrales de datos locales a diferentes áreas geográficas(puede ser un ASP).
- ASP: Alquila líneas de alta velocidad para conexión con redes internacionales y centros de datos, creando redes privadas virtuales en escala regional, nacional o internacional.

¿Cual es el mejor y más económico?

Esto dependerá del proveedor ya que es necesario considerar varios factores:

- ✓ Tipos de enlaces que proporcionará el ISP(vía MODEM, microondas, ondas de radio, etc.); esto es, los tres Carriers que se mencionan tienen diferentes arquitecturas de telecomunicaciones así como de tarifas aceptables de servicio de backbone pero dependerá del diseño de red del ISP adoptar determinado enlace y/o tecnología.
- ✓ Arquitectura y topología que implementará el ISP para brindar sus servicios(tipos de tecnología a emplear en sus enlaces así como elementos de interconexión,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Switches, Routers, Hubs, etc.), esto para optimizar los anchos de banda ofrecidos por los Carriers a su vez de brindar un servicio redundante a los clientes del ISP.
- ✓ Escalabilidad (agregar servicios a la arquitectura y compatibilidad de elementos de interconexión LAN-WAN)
  - ✓ Cobertura del Carrier; es muy importante considerar el ahorro de recursos tiempo-dinero para el ISP y sus clientes.

### 5.2.2. Avantel como backbone principal

Avantel cuenta con una red de cerca de 8,000 kilómetros de fibra óptica 100% digital y está diseñada para proteger totalmente la transmisión.

Su moderna tecnología permite restaurar el servicio en casos de cortes de la fibra óptica sin afectar el mismo, y asignar dinámicamente rutas y canales de manera remota. A diferencia de otras redes, la de Avantel permite manejar grandes volúmenes de información a muy altas velocidades, así como servicios de facturación, control y supervisión de la misma, y personalización de servicios para sectores de mercado muy particulares, caso práctico la solución completa y rápida de Infraestructura (*Outsourcing*) para el ISP.

Su red de 6,300 kilómetros de fibra óptica autorrestaurable permite a cientos de miles de clientes comunicarse a cualquier lugar de México y a más de 280 países en el mundo con ahorros garantizados y mediante la tecnología más avanzada.

Además de enlazar a las principales ciudades del país con su extensa red, Avantel cuenta con tres anillos metropolitanos que la acercan aún más a sus clientes corporativos en México, Monterrey y Guadalajara. Sus cuatro Centrales Inteligentes de Conmutación le permiten integrar innovadores servicios, de manera que hoy la empresa cuenta con una completa gama de productos de valor agregado para la transmisión de voz, datos e imágenes. Asimismo, Avantel es el proveedor premier de acceso a Internet en México. Su backbone alcanza velocidades de más de 1,000 Mbps en su acceso internacional, además de contar con un grado de 99.98% de confiabilidad en la transmisión.

Proporciona ancho de banda a través del espectro radioeléctrico en las frecuencias de 38, 15 y 23GHz haciendo de la red del ISP escalable, redundante y versátil en todos los aspectos.

En las principales áreas metropolitanas de la República se encuentran instalados además anillos de fibra óptica para proporcionar acceso directo a la red a grandes usuarios (dentro de éstos se encuentran los ISP's).

#### 5.2.2.1. Ventajas sobre los Carriers Alestra y Telmex:

- Internet dedicado: significa que sus principales servicios son orientados a proporcionar enlaces del tipo POP y dedicados (aunque los demás también cuentan con este plan pero no cuentan con ISP virtuales como se explica más adelante).
- Brinda servicios de enlaces a través de otro operador: quiere decir que la infraestructura de Avantel puede usarse por otros operadores (en este caso un ISP) para proporcionar los servicios correspondientes de accesos a clientes más pequeños con determinada tecnología.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Los costos de los accesos dedicados son menores que los de los otros carriers como se verá más adelante.
- La salida a EE.UU. MCI WorldCom es por 2 canales SMT-4(622Mbps cada canal) a diferencia de Telmex que solo es por un canal SMT-1(155Mbps)
- Acuerdos de intercambio de tráfico con las principales redes IP del país(NAP's), lo cual permite reducir los tiempos de respuestas de las peticiones de los usuarios (acuerdos conocidos como de *peering*). Cabe mencionar al respecto que Avantel es el principal proveedor de accesos dedicados a Internet del país toda vez que cuenta con más de 60,000 usuarios de acceso conmutado. Esta es una gran ventaja ya que el ISP puede hacer uso de este espacio para enlazar sus POP's y tener más clientes a lo largo de la República Mexicana.
- Versatilidad en la infraestructura del ISP: independientemente del uso del backbone del carrier, el ISP puede implementar sus propios POP's donde Avantel no tiene cobertura, esto hace de la red externa del ISP versátil, redundante y escalable con cobertura donde los clientes lo requieran.

#### 5.2.2.2. Desventajas sobre los Carriers Alestra y Telmex:

- La red de fibra óptica (8,000Km) es casi la 9na parte de la de Telmex(67,000Km) haciendo de ésta menos significativa a la hora de considerar infraestructura de backbone's regionales.
- Carece de enlaces intercontinentales a través de cables submarinos(como el Maya-1 de Telmex)haciendo de éste tipo de enlaces(intercontinentales) más caros ya que se deben emplear accesos vía satélite y/o enlaces de larga distancia con fibra óptica.
- Obliga al ISP a implementar POP's en donde no tiene presencia el carrier(aunque ésta desventaja también la tienen los demás).
- A pesar de la cobertura que tiene(mostrada en la figura 5.3)Telmex sigue siendo el líder en cuanto a infraestructura de fibra a lo largo de la Republica mexicana.

Lo anterior se puede apreciar en la figura 5.3:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

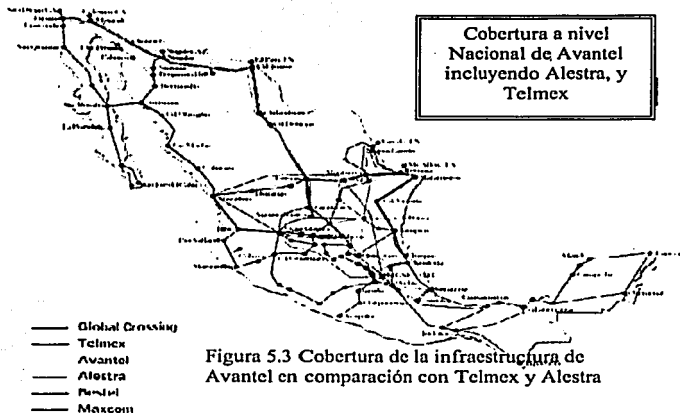


Figura 5.3 Cobertura de la infraestructura de Avantel en comparación con Telmex y Alestra

### 5.3. Infraestructura del ISP

Se considerará el escenario más completo, es decir, el caso de un proveedor que disponga de infraestructura propia en los diferentes niveles de la red. De forma de poder compensar el backbone regional del carrier a través de POP's regionales por parte del ISP.

Se describirán los componentes de la infraestructura y los principios típicos de diseño, así como algunas posibles evoluciones a medida que crezca la red, si bien es necesario indicar que en la práctica existen tantos diseños diferentes como ISP's.

La estructura de red que se expone sigue un modelo de red jerárquico (ver figura 5.2) que permite diseñar las redes por capas. La utilización de modelos jerárquicos presenta la ventaja de que la modularidad en el diseño permite crear elementos de diseño que se pueden replicar a medida que la red crece.

La estructura modular de la red también facilita el aislamiento de fallos y en consecuencia la operación de la red.

#### 5.3.1. Descripción de la infraestructura

Físicamente, Internet está compuesto por routers interconectados por enlaces de comunicación. Las redes IP más simples están formadas por unos pocos routers de propósito general interconectados por enlaces propios del ISP (POP's) o alquilados (backbone del carrier).

A medida que las redes se vuelven más complejas, con un número mayor de elementos, se requiere más estructura. Los elementos se especializan en sus aplicaciones, la gestión y la seguridad adquieren mayor importancia, la localización física es un factor a tener en cuenta,

y la capacidad de manejar altas densidades de clientes es crítica. Como los routers trabajan con direcciones de nivel 3, que tienen una estructura, al imponer una estructura jerárquica a una red los routers pueden usar caminos redundantes y determinar rutas óptimas incluso en una red que cambia dinámicamente. Las estructuras de red jerárquicas también facilitan la separación de dominios de difusión.

Por otro lado, el mecanismo de enrutamiento del protocolo IP es el enrutamiento salto-a-salto (*hop-by-hop*) sin estado basado en el destino, que tiene intrínsecamente a agregar tráfico en las principales rutas troncales, lo que justifica la implantación de una estructura jerárquica.

Un modo de imponer una estructura a la red compleja consiste en asignar tareas específicas a routers particulares. La solución que se toma en la red del ISP es realizar la siguiente división de routers :

- **Routers de concentración**, que proporcionan acceso a la red a los clientes individuales. Estos equipos tienden a centrarse en soportar números elevados de puertos de relativa baja velocidad conectados a los clientes(ver figura 5.2).
- **Routers de backbone**, que proporcionan transporte óptimo entre nodos de la red, enviando paquetes a gran velocidad de un dominio a otro o de un proveedor de servicios a otro. El énfasis se pone en alcanzar las mayores tasas de transmisión o *forwarding rates* sobre los interfaces más rápidos disponibles(ver figura 5.2).

Así pues, la infraestructura de red(ver figura 5.4)necesaria para proveer los servicios IP se puede descomponer a alto nivel en 4 partes :

1. Red de acceso.
2. Red de concentración.
3. Backbone o red troncal, que incluye la interconexión con otros proveedores y salida a Internet.
4. Red de gestión, DNS, Radius/Autenticación. Estas aplicaciones críticas para el ISP se centralizan en un CPD o Centro de Proceso de Datos(la red misma del ISP o su POP).

La mayor parte del ISP también impone una estructura física a sus redes organizándolas en Puntos de Presencia (POP). Un POP es una ubicación física donde se dispone, como se verá más adelante, de una serie de equipos:

- ✓ Nodos de acceso o RAS(Servidor de Acceso Remoto).
- ✓ Routers concentradores de RAS.
- ✓ Routers concentradores de clientes con líneas dedicadas.
- ✓ Routers de backbone.

La interconexión de los usuarios con la red de datos del proveedor se realiza en estos POP que puede ser con enlaces(microondas, radio, fibra óptica, etc)directos del proveedor ó a través del backbone del carrier(ver figura 5.4).

En la figura 5.4 se puede apreciar la infraestructura global del ISP ya implementada, la cual esta organizada como sigue:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- ❖ La zonas (todas las que se consideren en el diseño tienen la misma arquitectura) corresponden a la interconexión de las redes locales, esta interconexión se da con medios (líneas de alta velocidad que puede ser fibra óptica, par de cobre, microondas, radio, etc. proporcionados por el carrier o por el ISP mismo) físicos o inalámbricos (microondas, radio) a centros de datos (POP's) propios del ISP y de este punto a los clientes del ISP.
- ❖ Los gateways son para interconectar una red con otra en algún punto de los backbones regionales donde a su vez comparten el medio con NAP's (Puntos de acceso a la red) que permiten la transmisión de información de una backbone a otro.

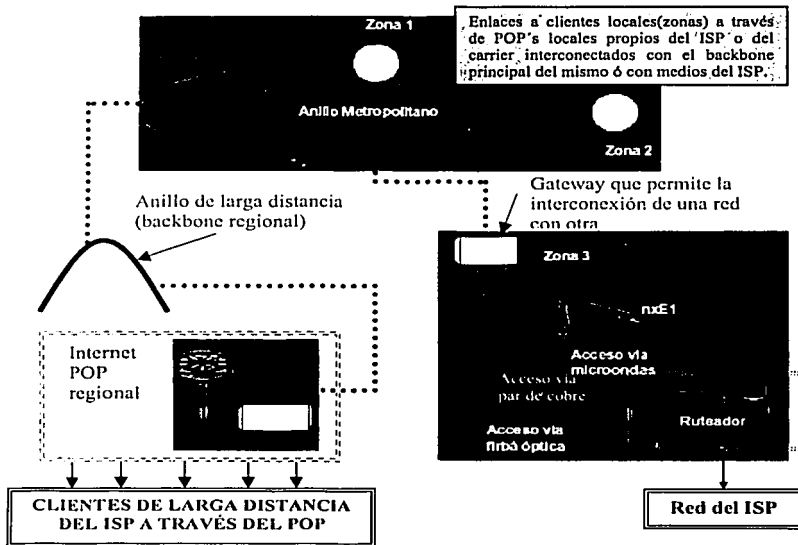


Figura 5.4. Arquitectura de los enlaces del ISP a sus clientes a través de medios propios o alquilados (fibra óptica, microondas, radio, par de cobre, etc.).

De acuerdo con esta estructura de red, en la red del ISP se perfilan tres niveles jerárquicos de interconexión, como se muestra en la figura 5.5 :

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

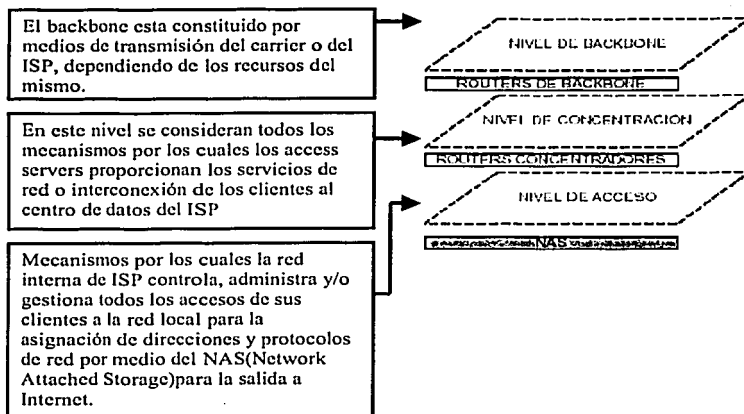


Figura 5.5 Niveles jerárquicos de interconexión

La figura 5.6 muestra el esquema general de la interconexión de POP's tanto del ISP como del carrier de forma que se pueda hacer uso del medio (por parte del cliente) a través de éstos (también véase figura 5.4).

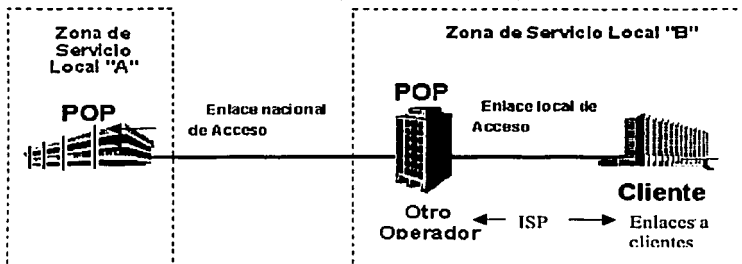


Figura 5.6 Interconexión de POP's del ISP y del Carrier

Con este tipo de infraestructura los clientes del ISP de acceso telefónico por ejemplo, que se utiliza principalmente para describir conexiones locales a través de un MODEM, no tienen que hacer llamadas o conexiones de larga distancia. Por ejemplo, un determinado

ISP puede tener su base en San José, pero tener "POP" en Los Ángeles y Nueva York, para el ISP esto se lograría con el carrier de forma que el enlace cliente-ISP sea local pero con la arquitectura POP la cobertura del enlace es mucho mayor, nacional y/o internacional.

En la figura 5.4 se definen los accesos en la arquitectura de los enlaces Cliente-ISP-Carrier; como se puede apreciar todos comparten la misma infraestructura junto con la red telefónica, cable-modem, microondas, fibra óptica, etc. Las líneas de transmisión de alta capacidad(backbone's) conectan las redes regionales y las locales; routers y switches se encargan de asegurar que la información llegue a los destinos.

Al hablar de POP's no necesariamente la interfaz para el enlace cliente-ISP debe ser con un MODEM común, sino éste puede ser un MODEM xDSL, un LAN-modem, etc., dependiendo de las necesidades del cliente y el ancho de banda requerido, para definir elementos de conexión entre el cliente y el ISP y sus correspondientes tecnologías de transmisión.

La infraestructura de telecomunicaciones es el hardware usado para interconectar computadoras y usuarios; la infraestructura incluye medios de transmisión(como los descritos en el capítulo II), líneas telefónicas líneas de cable, antenas de radio, satélites; ruteadores, repetidores, switches, y otros dispositivos que controlan la transmisión de información a través de rutas. La infraestructura también incluye software usado para enviar, recibir, y manejar las señales que son transmitidas.

La arquitectura local del ISP que se tiene es la siguiente:

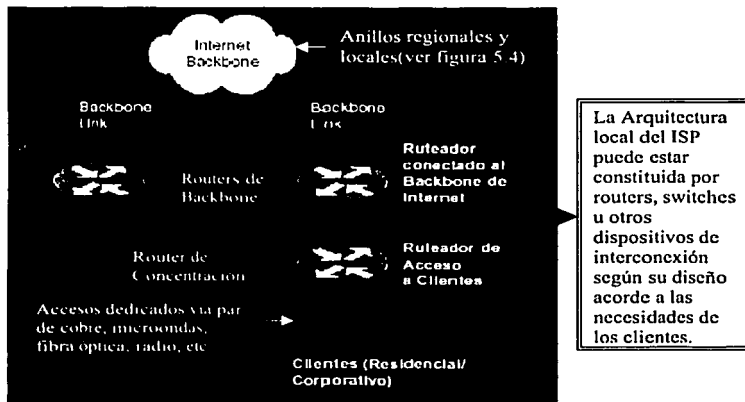


Figura 5.7. Arquitectura de red local del ISP(red del ISP)



Hay dos posibilidades en este tipo de arquitectura; una puede ser que los medios de acceso a los clientes los proporcione el ISP de forma que el uso del carrier sea exclusivamente para el enlace a la Internet (por medio del backbone) a esto se le llama co-ubicación y consiste de poner equipo propiedad del usuario sobre las instalaciones del ISP, de esta forma el cliente evita comprar equipo como el ruteador, CSU/DSU(Channel Service Unit/Data Service Unit)etc. lo cual es caro y consume tiempo de implementación; o que el carrier proporcione los medios en ambos extremos de interconexión haciendo que los enlaces dependan parcialmente del diseño de red del ISP, es decir, la forma en la que el ISP manejará su tráfico y optimizará el ancho de banda proporcionado por el backbone del carrier(accesos de alta velocidad).

Las formas de acceder a Internet por medio del ISP tienen las siguientes características:

- ❖ Dial-Up
  - Velocidad de acceso desde 9.6Kbps hasta 56Kbps
  - Número telefónico disponible
  - Una de las desventajas es debido a la cantidad de usuarios que hace menos probable encontrar líneas disponibles de acceso, esto si el ISP cuenta con pocos módems de acceso(tarjetas pool de módems de su Access Server).
- ❖ Acceso directo / Enlaces dedicados
  - Cobre con capacidad de 1E0 (64Kbps) – 1E1 (2.048Mbps)
  - Radio con capacidad de 1E0 (64Kbps) – nxE1's
  - Fibra Óptica con capacidad de nxE0's – nxE1's.

Esto se puede apreciar en la figura 5.8:

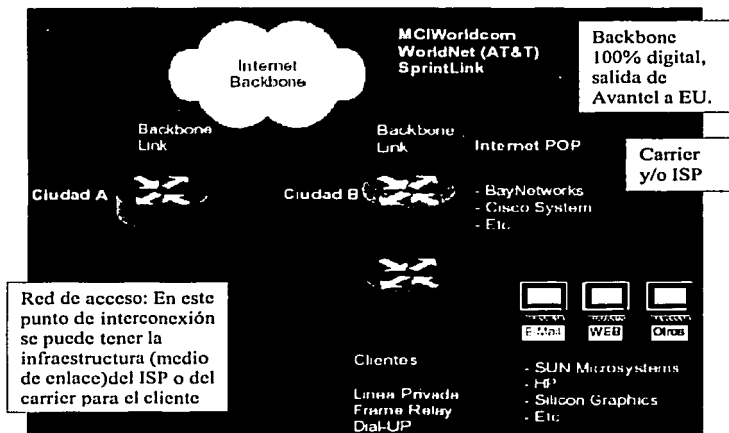


Figura 5.8 Arquitectura local del ISP con los servicios adicionales y accesos a los clientes

### 5.3.1.1. Red de acceso

Los clientes pueden acceder por :

**Líneas conmutadas o *dial-up*** , que representan actualmente más del 90 % de los clientes. Este tráfico (sobre enlaces portadores+enlace señalización) llega al Punto de Interconexión del operador de acceso, que está conectado con la central de conmutación. La central toma como argumento el número de destino y saca en interfaces primarios (ISDN PRI) el tráfico de Internet. Estos primarios se suministran a los equipos RAS (*Remote Access Server*) situados en los POP de la Red de Datos.

El usuario final dispone de un equipo del ISP (MODEM o router) que establece una sesión PPP(punto a punto) con el RAS.

El RAS es un dispositivo de acceso remoto que dispone de un pool de módems(como el que se describió en el capítulo III) y que realiza funciones de cliente RADIUS, autenticando al usuario y terminando la sesión PPP.

RADIUS es un estándar de Internet adoptado de manera generalizada en las situaciones en las que un dispositivo de acceso remoto necesita autenticar a un usuario de acceso conmutado frente a un servicio de directorio. La salida del RAS se enlaza con un router concentrador de acceso mediante VLAN(LAN virtual).

Para incrementar el nivel de servicio se realiza un diseño redundante (ver figura 5.9), en el que cada RAS tiene dos salidas, una Fast Ethernet y otra Ethernet y se conecta a dos VLAN. Cada una de las VLAN tiene conexión con dos routers concentradores de acceso diferentes.

Los RAS tendrán dos rutas por defecto. La ruta por defecto a través de la interfaz Ethernet tendrá una métrica superior a la ruta a través de la interfaz Fast Ethernet.

En los últimos años han surgido los gateways SS7(Signaling System 7). Estos equipos realizan las funciones de un RAS pero se pueden conectar directamente con señalización SS7 al punto de Interconexión, eliminando la necesidad de puertos de conmutación y de interfaces primarios. Además estos equipos permiten reducir la congestión de red y aumentar las tasas de conexión.

Para incrementar el nivel de servicio es conveniente considerar una doble conexión física entre el Gateway SS7 y el router.



La figura 5.9 representa el escenario del proveedor con un Gateway SS7 :

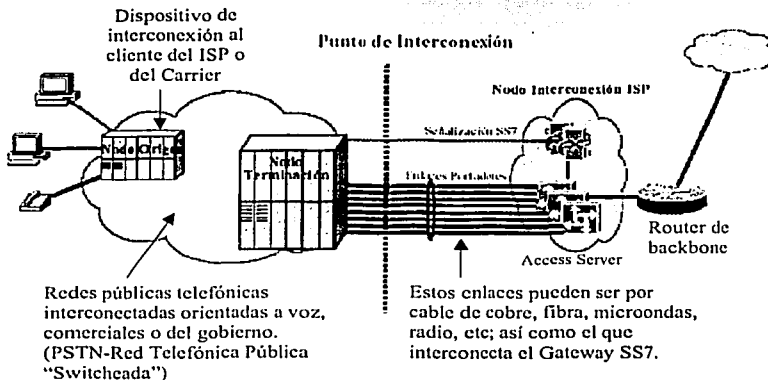


Figura 5.9 Infraestructura lógica de los enlaces del ISP al cliente por medio de Gateways SS7

Con relación a Internet, las PSTN actualmente proporcionan mucha de la infraestructura de larga distancia de Internet. Por que el ISP paga a los proveedores de larga distancia (Carrier o ASP's) para acceder a su infraestructura y compartir los circuitos entre muchos usuarios a través del switcheo de paquetes, de esta forma los usuarios de Internet evitan tener que pagar cuotas a otros proveedores que no sea su propio ISP. He de aquí la razón de diseñar e implementar un ISP.

**Líneas dedicadas :** uno de los componentes de más rápido crecimiento del acceso a Internet es la conectividad entre negocios mediante líneas alquiladas. El tráfico de líneas alquiladas se define como DSO, N\*64, E1, E3 ó STM-1 (Módulo de Transporte Síncrono que proporciona un rango de 155Mbps).

En este caso los clientes disponen de un router que se enlaza directamente mediante una línea dedicada con un router concentrador de acceso, por el que entra a la red de datos del proveedor. El router concentrador de acceso realiza la agregación del tráfico procedente de líneas alquiladas (del carrier).

El enlace entre el router de cliente y el router concentrador se soporta actualmente sobre anillos de fibra óptica de área metropolitana de Avantel en caso contrario se utilizan otros medios de forma que no se rompa con el enlace.

Los POP's diseñados antes de la generalización de los interfaces SDH (Synchronous Digital Hierarchy) en los routers requerían una multitud de bastidores de DSU (data service units) para terminar E1's sobre pares de cobre tradicionales.

Los routers concentradores de acceso actuales proporcionan una alta densidad de terminaciones para conexiones DS1 y DS3, de modo que una sola tarjeta de línea puede terminar cientos de circuitos DS1 transportados sobre una sola fibra.

**Líneas ADSL**, que permiten a los clientes disponer de acceso permanente de banda ancha sobre una línea telefónica convencional. El usuario es provisto de un equipo de cliente que incluye un módem ADSL. Este equipo se conecta al punto de terminación telefónica en el domicilio del usuario. En el otro extremo del par de cobre se localiza el DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), encargado de terminar las conexiones ADSL de nivel físico de múltiples usuarios y de conmutar las celdas ATM transportándolas hacia la red de acceso (POP).

El ISP de Internet se conecta mediante un enlace ATM al Punto de Acceso Indirecto (PAI) del operador de acceso, que establece un PVC (circuito virtual permanente) de ATM entre el usuario y el PAI. Para soportar el acceso por líneas ADSL es necesario introducir en la red de datos un nuevo elemento denominado BAS o *Broadband Access Server* (ver figura 5.10). Este equipo concentra el tráfico y actúa como frontera entre los niveles 2 y 3, teniendo funcionalidades de enrutamiento, autenticación y control de tráfico.

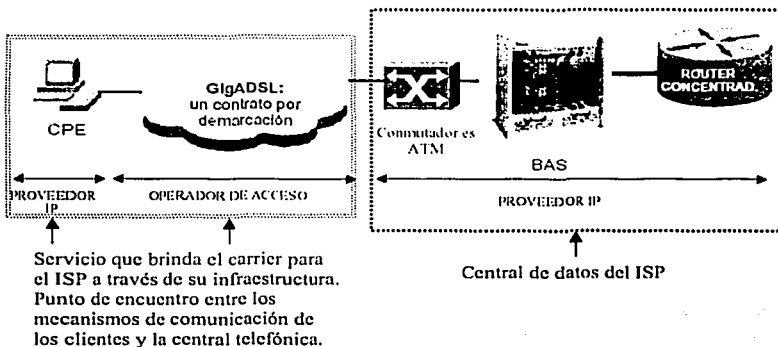


Figura 5.10 Enlace a través de líneas ADSL

En la red del ISP se tiende actualmente a desplegar ATM únicamente en el borde de la red, con la misión de agregar tráfico ADSL de los DSLAM, así como servicios de Frame Relay, en switches ATM. La mayor parte del ISP ya no despliega ATM en la red troncal, que está basada íntegramente en IP.

La demanda de servicios de ADSL exige que los conmutadores ATM tengan capacidad para soportar un número elevado de VC (circuitos virtuales). Los conmutadores ATM no estaban diseñados inicialmente para soportar múltiples DSLAM, que pueden tener cientos de circuitos virtuales por cada circuito DSLAM-conmutador.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 5.3.1.2. Red de concentración

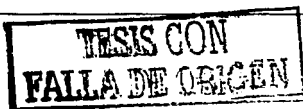
La misión de la red, situada en el borde de la red de datos, es agregar las conexiones de los clientes en los puntos de presencia del proveedor. Dentro del POP, en el nivel de concentración se tienen dos tipos de routers de concentración, unos dedicados a la concentración de clientes conmutados y otros dedicados a la concentración de clientes dedicados.

Las características clave de los routers concentradores de acceso son :

- ❖ Escalabilidad y alto ancho de banda para satisfacer la demanda creciente de transmisión de datos, voz y video.
- ❖ Alta densidad de puertos para satisfacer el crecimiento continuado del número de clientes.
- ❖ Procesador optimizado para gestionar agregaciones de tráfico de gran volumen y nuevas funcionalidades software.
- ❖ Prestaciones de valor añadido adicionales al enrutamiento de paquetes de alta velocidad : redes privadas virtuales, seguridad con listas de acceso extendidas y firewalls, diferenciación de calidad de servicio, soporte multicast, etc.
- ❖ Mecanismos para flexibilizar las velocidades de acceso permitidas, como Multilink PPP. Este estándar de Internet (IETF RFC 1990) usa cabeceras de paquetes y procedimientos especiales para distribuir un único flujo de paquetes sobre varios enlaces en paralelo y recomponerlo en el extremo receptor. Esto permite a los clientes cuyas necesidades han sobrepasado una línea E1 (2Mb/s), utilizar varias líneas E1 en vez de pasar a una línea E3 (34 Mb/s), lo cual supone un salto excesivo. Este protocolo también se emplea para permitir que un cliente pueda conectarse a Internet utilizando a la vez los 2 canales B de un acceso básico RDSI.

Si tomamos el caso de los clientes dial-up, los routers concentradores disponen en ambos extremos de interfaces Fast Ethernet o Gigabit Ethernet con redundancia física, conectándose en un extremo a las VLAN de los RAS y en el otro extremo a las VLAN de los routers de backbone (ver figura 5.11).

La figura 5.11 representa la estructura y conexiones lógicas del POP :



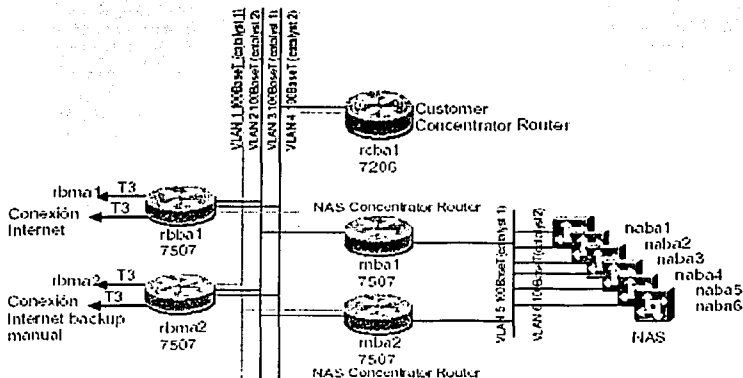


Figura 5.11 Estructura y conexiones lógicas del POP

Como se aprecia, en este escenario se emplea el switching Ethernet (tecnología IP/Ethernet) tanto en la interconexión entre el nivel de acceso y el de concentración como entre el nivel de concentración y el troncal.

Se puede optimizar este escenario reemplazando el switching Ethernet por enlaces punto a punto (tecnología PACKET OVER SONET) en la interconexión entre el nivel de concentración y el troncal. En este caso sería necesario disponer de GigaRouters en el nivel troncal con capacidad para concentrar un gran número de interfaces de fibra. Este nuevo escenario presentaría los siguientes beneficios:

1. Reducir el retardo de los paquetes en el POP, por la supresión del proceso de tramas (SWITCH LEVEL 2) entre la capa de concentración y la capa troncal.
2. Reducir puntos de fallo en la interconexión entre la capa de concentración y backbone.
3. Optimizar las interconexiones mediante un entorno VLAN conmutado entre la capa de acceso y concentración.

Volviendo a las características de los routers de concentración, estos deben disponer de funcionalidades de routing OSPF y BGP, y políticas de control de tráfico. En los bordes de la red la política de control de tráfico más empleada es CAR (*Committed Access Rate*), que limita la tasa máxima de tráfico transmitido o recibido, y también puede marcar la Precedencia IP de los paquetes. Los dispositivos del interior de la red pueden usar la precedencia IP para determinar cómo se trata el tráfico para entregar la calidad de servicio requerida, usando algoritmos de planificación como WFQ (*Weighted Fair Queuing*).

DWRED (*Distributed Weighted Random Early Discard*) es un algoritmo inteligente de gestión de colas para tráfico TCP que establece en función de la precedencia IP la probabilidad de que un paquete sea descartado, evitando congestiones de los enlaces y

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

mejorando su utilización. No es propiamente un mecanismo de control de congestión, sino más bien un mecanismo para prevención de congestiones, que evita la sincronización entre sesiones de transporte y las oscilaciones.

Sin embargo, la activación de estos mecanismos incrementa la carga en los procesadores de los routers, y limita por tanto el ancho de banda de los enlaces que son capaces de gestionar. Se pueden instalar en los routers módulos con procesadores adicionales para ejecutar estos algoritmos en modo distribuido, con lo que se podrían gestionar anchos de banda más elevados (45 Mb/s o incluso 155 Mb/s).

Si se desea implementar un control de tráfico más refinado en la red, se requieren mecanismos de diferenciación de servicios como *Diffserv*, o MPLS (Multiprotocol Label Switching) es un estándar de tecnología aprobado para acelerar el flujo de tráfico en la red y hacer más fácil el manejo del mismo.

En cuanto a las políticas de Routing en la red de datos, los RAS implementan generalmente rutas estáticas y usan RIPv2 para la publicación de las direcciones de las sesiones PPP. Los routers concentradores de clientes "sumarizan" las direcciones que reciben por RIPv2 y las publican vía OSPF a los demás routers de la red.

Los routers de backbone no necesitan conocer cada red individual en el nivel de acceso. Por eso los routers concentradores, en lugar de anunciar al backbone una gran cantidad de información detallada sobre destinos individuales, "sumarizan" o concentran grupos de destinos del nivel de acceso en prefijos de ruta únicos más cortos, y anuncian estas rutas "sumarizadas" al backbone.

Asimismo, esta técnica (*address summarization*) permite que cada vez que se produzcan cambios topológicos la información no tenga que ser transmitida por toda la red, sino sólo por la región de concentración local, y hace que las tablas de enrutamiento se reduzcan de modo significativo.

### 5.3.1.3. Red troncal

La red troncal se encarga de :

- Agregar el tráfico procedente de las redes de acceso y concentración.
- Interconexión con el resto del POP de la Red.
- Interconexión a otras Redes, proveedores de tránsito y puntos neutros.
- En uno de los POP se efectuará también la interconexión con el entorno del Centro de Proceso de Datos.

En la tabla 5.1 se muestran las principales diferencias entre los routers de concentración y los routers de backbone para el caso práctico:

VARIABLE	ROUTER BACKBONE	ROUTER CONCENTRADOR
Throughput en paquetes/seg	Extremadamente alto	Alto
Conjunto de funcionalidades de procesamiento de paquetes	Mínimo, centrado en el reenvío rápido	Funcionalidades de alto valor añadido
Tipos de interfaces	Número modesto de interfaces de muy alta velocidad	Número elevado de interfaces de relativamente baja velocidad
Patrones de tráfico	Cualquier interfaz a cualquier interfaz	Predominantemente cliente-troncal y troncal-cliente

Tabla 5.1 Diferencias de los routers de backbone y de concentración

Las diferencias listadas en esta tabla no son absolutas, y frecuentemente un router concreto puede desempeñar ambos papeles. No obstante, a medida que el tráfico de Internet siga creciendo la exigencia de que los routers de concentración tengan una mayor densidad y los routers troncales manejen throughputs (salida de flujo de datos) más elevados se irá acentuando. Otra cuestión importante es que la existencia de un número de elevado de interfaces, es decir la densidad, en los routers de concentración mejora el rendimiento estadístico de la red. Ello es debido a que las redes de paquetes están diseñadas para aprovechar la multiplexación estadística, basándose en el hecho de que todos los enlaces no están activos al mismo tiempo. El tener más enlaces disponibles reduce la probabilidad de que un pico de tráfico simultáneo de varias fuentes cause una congestión de red temporal.

Otros beneficios de la densidad son :

- El coste del metro cuadrado en un POP es elevadísimo. El gasto en alquiler de locales se rebaja al disminuir el número de bastidores necesarios para conectar un número elevado de clientes.
- La gestión de red se simplifica al desplegar un número menor de routers de mayor potencia. Disponer de menos routers individuales que configurar, gestionar y monitorizar produce una operación más eficiente.

#### 5.3.1.4. Centro de procesos de datos

Alberga los servidores de: gestión de red IP, gestión de equipos de cliente, DNS, Radius. Todos ellos son sistemas de elevada disponibilidad en balanceo de carga, altamente escalables, y protegidos por firewalls.

Al tratarse de sistemas críticos, encontrar las causas de posibles fallos en el menor tiempo posible se convierte en una prioridad. En consecuencia, se recomienda no instalar sistemas heterogéneos en un mismo segmento de LAN. Asimismo, es necesario realizar un diseño con el mínimo número de equipos entre la red de acceso y los servidores finales, para eliminar puntos de fallo.

En el caso de sistemas que lleven un tráfico reducido o no sean críticos (por ejemplo, sistemas de News) se puede reemplazar la instalación de un firewall por la implantación de listas de control de acceso (ACL) en los routers y la seguridad a nivel de sistema operativo.



#### 5.4. Consideraciones generales de diseño del ISP

Para favorecer una alta calidad de acceso a Internet, la topología interna de la red de datos del ISP se diseña de manera que el número máximo de saltos en toda la red es reducido de forma que el tráfico interno sea mínimo. Asimismo, se utilizan equipos de altas prestaciones y se establecen políticas de routing que favorecen el reparto de carga entre todos los enlaces.

Se han realizado distintos modelos teóricos para optimizar el diseño de una red de paquetes en base a la reducción del retardo medio de tránsito. Este parámetro es crucial para las aplicaciones en tiempo real, multimedia y streaming. Las variables que se pueden ajustar en el diseño son la capacidad de los enlaces y la topología, y se considera como condición de contorno adicional el coste de la red.

Las topologías ideales que resultan son las de alta conectividad, es decir, aquellas que tienden a conectar los routers del backbone con todos los demás. El ejemplo extremo es la topología en malla, es decir, un circuito de comunicaciones o camino de transmisión dentro de la red interna del ISP; puesto que existe más de un camino entre los nodos, la topología de malla(o cerrada) ofrece redundancia en caso de falla o congestión. La topología de malla total ocurre cuando todos los nodos están directamente conectados con los demás nodos dentro de la red del ISP en la que el número medio de saltos en el backbone debe ser tal que minimice el tráfico dentro de ésta. Por otro lado, una topología completamente cerrada sobrecarga el protocolo de enrutamiento IGP (Interior Gateway Protocol) del ISP.

En la práctica se tiende a un compromiso, empezando con una topología de red suficiente para las necesidades del momento y se va cerrando en función de la utilización de los enlaces y de las necesidades cambiantes de los clientes.

Asimismo, se habilitan enlaces redundantes(ver figura 5.7) que protejan frente a la caída o saturación de los enlaces principales, y todos los enlaces se sobredimensionan para hacer frente al crecimiento del tráfico, toda vez que en la práctica desde la solicitud de un enlace a un operador de acceso hasta su disponibilidad transcurren varias semanas.

Para la conectividad internacional se dispone de varios proveedores de tránsito. La conexión con los proveedores de tránsito internacionales o puntos neutros nacionales se efectúa por POPs distintos, consiguiendo de este modo:

- Ofrecer un mejor balanceo de carga en el interior de la red, con la consiguiente mejora de calidad de servicio a los clientes al no centralizar en un único punto de la red todo el tráfico de Internet.
- Proteger el acceso internacional frente a desastres en un único POP.

Los ISP simplifican el diseño y mantenimiento de la red usando un mismo patrón para todos sus POP. El diseño de POP típico es el reflejado en la figura 5.11, que tiene las siguientes ventajas :

- Los routers de concentración y backbone están separados, por lo que la configuración de los routers de backbone puede permanecer relativamente estable en el tiempo. Los routers de backbone no se ven afectados cuando se añaden o eliminan clientes individuales de los routers de concentración, o cuando clientes individuales contratan servicios de valor añadido(frame relay, líneas privadas, etc).

- Se emplean dos routers de backbone en cada POP para aumentar la disponibilidad de red.
- Hay redundancia en los enlaces entre los routers y entre los RAS y los routers de acceso, mejorando la disponibilidad de red.
- Se pueden añadir fácilmente routers de concentración a medida que crece el número de usuarios.

### 5.5. Descripción de los servicios (solución integral)

Enseguida se definen los parámetros a considerar en cuanto a las tarifas dadas por Avantel para este caso en específico y como sería la arquitectura a seguir para los servicios de conectividad hacia los Puertos de Acceso Conmutado, Servidores de Acceso, Troncales Digitales de Acceso, Servidores de Proxy, Ruteadores y la Conexión misma a Internet.

Es una solución completa para ISP's y ASP's, ofrece puertos de acceso para servicio dial-up que empaqueta: servidores de acceso, líneas telefónicas conmutadas, servidores de Proxy, Ruteadores y la conexión a Internet

#### 5.5.1. Funcionamiento

El Servidor de Acceso a la plataforma permite pasar el tráfico del cliente hacia el Servidor de Proxy, quien lo redirecciona al Servidor de Autenticación (servidor AAA/RADIUS) del cliente por medio de un enlace dedicado, propiedad del cliente. La autenticación es responsabilidad del cliente. Permite contar con una calidad constante en la transmisión de la información del ISP. Los clientes del ISP en primer instancia se conectan a la red telefónica pública (PSTN) a la cual todas las compañías no solo ISP's sino los demás Carriers en cierto momento hacen uso parcial de ella para sus enlaces correspondientes, en este caso en particular para los enlaces que proporcionará el ISP por medio de la infraestructura de Avantel a sus clientes, éstos pasarán por uno de los puertos de acceso conmutados (AS) que permitirán la redirección o el acceso a la red interna del ISP para su autenticación y posterior acceso a Internet por medio de sus servidores de AAA (Autenticación, Autorización y Administración) usando protocolo estándar RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service).

Los servidores RADIUS/AAA resuelven el control de acceso, la prestación del servicio y las necesidades de registro de la actividad de los usuarios, y de los operadores inalámbricos. Tanto si proporciona el acceso inalámbrico como de conexión a Internet, el acceso remoto a pequeñas empresas, gestión de VPNs, servicios de banda ancha o cualquier combinación, el servidor AAA centraliza el control de la autenticación de todos los clientes localmente, por medio de un proxy RADIUS o ambos ofreciendo el nivel de servicio que corresponda a cada cliente.

El servidor AAA integra en todos los aspectos de su NOC (Centro de operaciones de red del ISP), la base de datos de información de los clientes, los sistemas de aprovisionamiento y facturación de la oficina de gestión. Se pueden implementar servicios de valor añadido (Frame Relay, ADSL, Microondas, líneas privadas, etc.) basándose en su uso, y facturar a los clientes de acuerdo con el uso real del servicio.

Finalmente, el servidor AAA posee la capacidad de administrar la red de una elevada ocupación, de fácil escalabilidad para acomodarse al crecimiento del negocio de los clientes

y ofrecer la capacidad de disponer de la mayor flexibilidad a la hora de organizar las bases de datos.

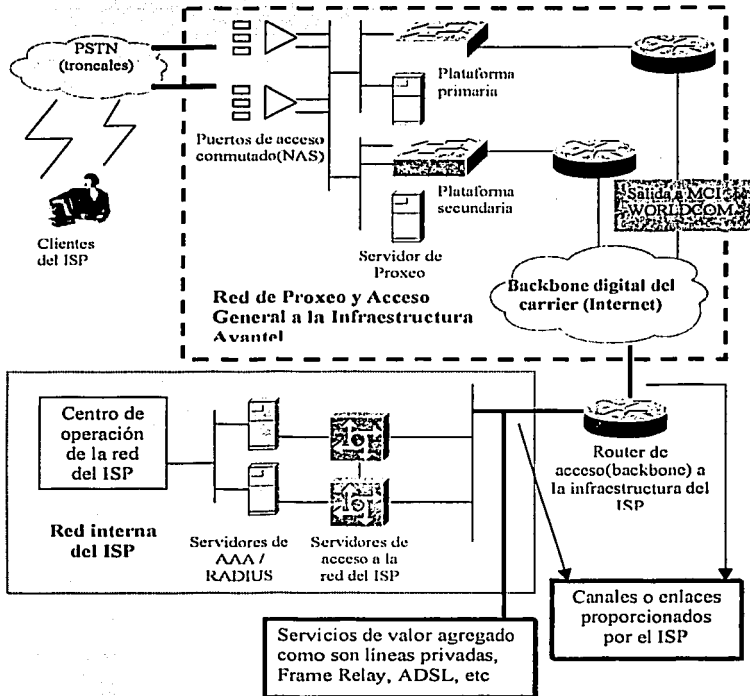


Figura 5.12. Funcionamiento de la infraestructura general de los servicios ofrecidos por el ISP a través de la infraestructura del carrier Avantel.

Por medio de Ruteadores de alto desempeño y rendimiento, el ISP Virtual que se implementa (por medio de Avante) proporciona acceso a una de las plataformas más robustas de Internet en México, con una capacidad de salida Internacional hacia el Backbone de MCI WORLD COM (*antes UUNET, es el mayor centro en EU para interconectar tráfico entre ISP's*) de 2 STM-4 (más de 1.2Gbps) ver figura 5.12.

Esta arquitectura sugiere una relación de 1 puerto de acceso por cada 10 usuarios, por tanto el ISP Virtual ofrece la flexibilidad de manejar la relación de usuarios que el cliente desee otorgar a sus usuarios finales.

Cada uno de los puertos locales ofrecidos por el ISP implican:

- Solución dirigida para aquellos clientes que deseen contar con presencia local (una sola ciudad) ó varias ciudades específicas
- Se asigna un DID(num. telefónicos virtuales) específico por localidad y por cliente
- La autenticación del cliente es por el DID único asignado
- Cobertura en 56 ciudades
- Número de puertos pre-definido, sin desborde entre localidades contratadas

Cada uno de los puertos regionales ofrecidos por el ISP implican:

- Solución dirigida para aquellos clientes que deseen contar con presencia en varias ciudades que se encuentren dentro de la misma región del país: Norte, Occidente ó Centro
- Se asigna un DID específico por región contratada
- Existe desborde entre ciudades de la misma región
- El número total de puertos contratados se calcula por región y no por ciudad, permitiendo una mejor administración de la infraestructura

Región Norte	Región Occidente	Región Centro
Monterrey	Guadalajara	México
Cd. Juárez	Aguascalientes	Campeche
Cd. Obregón	Cd. Valles	Cancún
Cd. Victoria	Celaya	Cd. Del Carmen
Culiacán	Guanajuato	Córdoba
Chihuahua	Irapuato	Cuautila
Durango	León	Cuernavaca
Hermosillo	Mazatlán	Jalapa
Matamoros	Ocotlán	Mérida
Mexicali	Puerto Vallarta	Morelia
Nuevo Laredo	Querétaro	Orizaba
Reynosa	San Luis Potosí	Pachuca
Saltillo	Tepatlán	Poza Rica
Tampico	Tepic	Puebla
Tijuana	Tula	Tehuacan
Torreón	Tulancingo	Texcoco
	Zacatecas	Tlaxcala
	Tuxtla Gutiérrez	Toluca
	Oaxaca	Veracruz
		Villa hermosa
		Coatzacoalcos

Tabla 5.2. Locaciones de puertos regionales ofrecidos para el ISP

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La cobertura ofrecida por estos servicios de interconexión abarcan las siguientes ciudades:

1	Aguaascalientes	20	Irapuato	39	Reynosa
2	Campeche	21	Jalapa	40	Saltillo
3	Cancún	22	León	41	San Luis P.
4	Celaya	23	Matamoros	42	Tampico
5	Chihuahua	24	Mazatlán	43	Tehuacan
6	Cd. Del Carmen	25	Mérida	44	Tepatitlán
7	Cd. Juárez	26	Mexicali	45	Tepic
8	Cd. Obregón	27	México	46	Texcoco
9	Cd. Valles	28	Monterrey	47	Tijuana
10	Cd. Victoria	29	Morelia	48	Tlaxcala
11	Coatzacoalcos	30	Nuevo Laredo	49	Toluca
12	Córdoba	31	Oaxaca	50	Torreón
13	Cuautla	32	Ocotlán	51	Tula
14	Cuernavaca	33	Orizaba	52	Tulancingo
15	Culiacán	34	Pachuca	53	Tuxtla G.
16	Durango	35	Poza rica	54	Veracruz
17	Guadalajara	36	Puebla	55	Villahermosa
18	Guanajuato	37	Puerto Vallarta	56	Zacatecas
19	hermosillo	38	Querétaro		

Tabla 5.3. Cobertura del ISP a través de la infraestructura de Avantel

### 5.5.2. Beneficios

- ✓ Solución Completa y Rápida de Infraestructura (*Outsourcing*)
- ✓ Presencia en el Corto Plazo en el Mercado (*Time To Market*)
- ✓ Bajos costos de inversión en infraestructura
- ✓ Crecimiento Sostenido de los Negocios
- ✓ Alta Calidad de Servicio, Niveles de Venta, y Distribución
- ✓ Permite enfocarse en el Proceso de Adquisición Y Mantenimiento del Segmento de Mercado

### 5.5.3. Requisitos mínimos impuestos por el carrier

- Contar con Servidor de Autenticación bajo estándares RADIUS
- Enlace Dedicado a Internet (*128K como mínimo*)
- Dominio registrado ante el NIC

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN 183

## 5.5.4 Ventajas competitivas

Competidores	Precio mensual por puerto	Autenticación	Soporte técnico	Software (API)	Regionalización	Observaciones
Alestra	\$786.25	Si	Alto Nivel	No	No	
Protel	\$1200.00	No	No	No	No	Revisen el servicio de Maxcom
Maxcom	\$1200.00	No	No	No	No	
Telmex	\$950.00	Si	Si	No	No	
Axtel	\$1016.00	Si	Si	No	No	Proporcionan garantía de servicio: si el usuario no se conecta en el primer intento le dan una hora gratis de conexión
Avantel	\$800.00	No	Alto nivel	No	Si	Único en diferenciar los tipos de puertos de acuerdo a las necesidades del cliente
Avantel 2da. Fase	\$1200.00	Si	Si	Si	Si	Valores adicionales para proporcionar una solución integral al cliente

Tabla 5.4. Comparación de tarifas de puertos de acceso a la infraestructura de Avantel

- Renta de puertos de acceso conmutado para oferta de servicios de Internet dial up en las 56 ciudades de la red Avantel.
- Renta de puertos en desborde. Esto es a partir de cierta cantidad de puertos fijos contratados se pueden solicitar puertos adicionales que serán utilizados conforme la demanda de usuarios se incrementa.
- El servicio de ISP Virtual permite manejar el acceso a Internet bajo el dominio del cliente.
- Servicio de roaming nacional e internacional
- Acceso a todos los servicios de Internet como Correo Electrónico, Navegación, FTP, News Groups, Net Meeting, etc.
- Servicio Integral de alta velocidad a través de un solo proveedor a nivel nacional
- Adaptabilidad a las plataformas más comunes de PC (Windows 3.x, Windows 95 o Windows 97)
- Soporte a plataformas Macintosh, Unix, Linux, etc.

## 5.5.5. Costos

## \* Cargos de Instalación:

10% de la renta mensual del puerto

## \* Renta mensual:

- Puertos Locales \$800.00 mensuales por puerto
- Puertos Regionales \$850.00 mensuales por puerto
- Puertos Roaming \$900.00 mensuales por puerto
- Puertos Nacionales \$950.00 mensuales por puerto

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

### 5.5.6. Descuentos

#### Descuentos por volumen:

50- 99	0%
100- 499	5%
500- 1,499	8%
1,500- 2,999	10%
3,000- +	12%

### 5.5.7. Reglas aplicadas a estos servicios

- Todo Cliente deberá cubrir los requisitos mínimos de contratación expuestos
- Cualquier orden de ingreso deberá venir validada como aceptada por el área de Activaciones, garantizando que existe infraestructura de puertos disponible ( Tiempo de Respuesta Máximo : 15 días naturales )
- La contratación mínima de puertos locales por ciudad es de 10 Puertos
- Para un Cliente que desee cobertura nacional, existen dos tipos de puertos :
  - ROAMING número total de puertos < a 500
  - NACIONALES número total de puertos > a 500 ó necesidad comercial de contar con un DID único asignado
- Los puertos Nacionales y Roaming no se podrán vender al mismo cliente por tener la misma funcionalidad
- Para vender puertos de Roaming o Regional es necesario contar previamente con un esquema Local en esa zona.

### 5.5.8. Servicios del Centro de Operación de Red(COR) del ISP

Con la arquitectura de red del ISP definida, la descripción de sus componentes principales así como de las tecnologías LAN-WAN usadas en éste, y las directrices para el diseño de una arquitectura que satisfaga las necesidades de los usuarios; solo resta definir el esquema general de funcionamiento de los elementos de comunicaciones y servidores que conforman el sitio(COR) del ISP, servidores web, servidores de aplicación(ftp, correo electrónico, webhosting, etc.), servidores de bases de datos, etc., basados en plataformas Unix.

La disponibilidad aplica en principio para los servicios de conectividad posteriormente a los servicios arriba mencionados y depende de la configuración propuesta por el ISP; para determinar el porcentaje de disponibilidad, se toman en cuenta las configuraciones de los elementos de comunicaciones así como de los servidores que conforman la solución: solución de alta disponibilidad, configuración de los balanceadores de carga(arreglo de routers y switches de la red local del ISP), configuración de los servidores (ambiente *single server* o *multiple servers*)Unix.



La elección de esta plataforma de aplicación usada en el COR del ISP depende de varios factores como son:

- En primer instancia la experiencia en el manejo del sistema operativo.
- Sistema multiusuario y multitarea.
  - A pesar de que existen varias plataformas como IBM, Linux, Windows, etc. que poseen características similares, su sistema de archivos es sencillo consistente y eficiente; se caracteriza principalmente por su desempeño en la interconexión de redes.
- Facilidad y disponibilidad en el uso de la plataforma.
  - Interfaz y línea de comandos fácil de interpretar para el usuario y/o administrador capacitado, es orientado a red, es decir, sus revisiones están organizadas para un uso de red fácil y funcional.
- Versatilidad y portabilidad de operación del sistema operativo(OS)
  - Puede ser instalado en diferentes arquitecturas de hardware; con tan solo pequeñas modificaciones y adaptaciones puede ser llevado desde microcomputadoras hasta equipos de grandes dimensiones corriendo diversas funciones principalmente de red.

Esta sección engloba los servicios de red y la administración de los mismos bajo plataforma Unix, en particular, de las tecnologías de la información, servicios de correo-e, servidor de web, DNS, web-hosting (el cual abarca uso de ftp, telnet, cgi's, etc.)

Cada uno de estos servicios hace uso de un protocolo distinto y, normalmente, de un programa específico para él. Los servicios de Internet más comunes y usados por el ISP son los mostrados en la tabla 5.5:

Servicios	Protocolos	Permite:
Navegación en la web	HTTP	Ver páginas de hipertexto
Correo electrónico	POP3, IMAP, SMTP, LDAP	Enviar y recibir correo
Noticias (news, usenet)	NNTP	Leer y enviar noticias
FTP	FTP	Descargar archivos o colocarlos en ellos
IRC	IRC	Charlar en tiempo real
Telnet	Telnet	Acceso a la línea de comandos de equipos remotos
DNS	TCP/IP(Puerto 53)	Mapear direcciones físicas a cadenas simples de nombres

Tabla 5.5. Servicios proporcionados por el COR del ISP

Esta es una lista limitada de los servicios más utilizados en el Internet, pero se pueden implementar servicios propios y asignar sus propios puertos por la versatilidad que ofrece Unix.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Cabe mencionar que, por ejemplo, como Windows "llegó tarde" al Internet, muchos de estos servicios son estándar o gratis bajo Unix, pero son programas comerciales (o a veces no existen) bajo Windows. Por otra parte, Windows es muy enfocado al cliente, y hay una gran variedad de programas cliente para casi todos los servicios estándar que corren en Windows, está es otra de las ventajas de usar Unix como plataforma de aplicación para la administración de recursos a nivel operación.

Por último se hace una comparación de las tecnologías más usadas hoy en día de altas tasas de transmisión por parte de los Carriers. Enseguida se definen las ventajas y desventajas de estos enlaces.

<b>Tabla 5.6. Tecnologías de enlaces para tasas altas de transmisión de datos</b>		
<b>Tecnologías</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Enlaces por cable	Facilidad de uso Servicio dado en cualquier lugar No hay requerimientos de línea de vista	Tasa de transmisión limitada Costo alto de ciclo de vida Posible retraso para establecer el servicio
Enlaces inalámbricos con licencia(microondas)	Capacidad de enlaces distantes Habilidad para sobreponerse a obstáculos Capacidad de tasas de transmisión altas No se requiere de derecho de vía Rápida recuperación de la inversión	Requerimientos de licencia de SCT Coordinación de rutas y frecuencia Se requiere terreno para la torre(estación base) Requerimientos de línea de vista Efectos de clima Retraso de seis meses a dos años para obtener el servicio (licencia)
Enlaces ópticos	Implementación rápida Inmunidad e interferencia EM Capacidad e tasas de transmisión altas No se requiere de derecho de vía No se requiere licencia	Rango limitado Efectos del clima adversos Requerimientos de línea de vista Experiencia operacional limitada
Enlaces inalámbricos sin licencia(spread spectrum)	Enlaces distantes, sin licencia Habilidad para sobreponerse a obstáculos	Tasas de datos limitadas Posible interferencia entre usuarios

Cabe mencionar que los tres Carriers son los que actualmente rigen el mercado de telecomunicaciones en cuanto a telefonía digital se refiere esto quiere decir que, el diseño de un ISP en México considerando a estas compañías dependerá de los siguientes factores :

- Ubicación de la central de datos del ISP de forma que se establezca un monitoreo de los enlaces proporcionados al cliente minimizando de esta forma los tiempos de respuesta por enlace y los medios utilizados para este fin.
- Recursos financieros, humanos y materiales para poner en marcha el ISP.
- Enlaces que se proporcionarán a los clientes a través del backbone de la compañía de telefonía.
- Infraestructura que ofrece el carrier, es decir, por ejemplo Alestra tiene 3 anillos que hacen redundante su red así como de enlaces por fibra óptica pero no tiene la cobertura ni la infraestructura como la de Avantel capaz de solventar las necesidades de sus clientes.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES

El papel actual de las redes en el campo de las telecomunicaciones es determinante, la excelente operación y el servicio de las mismas es la columna vertebral de las comunicaciones por lo que el objetivo principal del diseño del ISP es ofrecer las soluciones de comunicación a través de una infraestructura de red diseñada para satisfacer las necesidades y requerimientos específicos de los clientes y la interconectividad de sus redes hacia la Internet.

Cambios importantes están ocurriendo en los que una vez fueron dos mundos separados de información y comunicaciones. Las tendencias nos llevan a estos cambios y abriendo grandes oportunidades, influenciadas por la convergencia de tecnologías, industrias y mercados.

Hoy en día las comunicaciones establecidas entre instituciones, empresas privadas, de gobierno y principalmente clientes pequeños requieren de un acceso a la red mundial a través de cierta infraestructura propia o de otra organización que sea capaz de proporcionar servicios de conectividad que soporte tales demandas en cuanto anchos de banda, reducción de tráfico y principalmente redundancia en los enlaces así como de aplicaciones usadas por los clientes.

Las redes requieren diferentes tasas de transmisión, niveles de prioridad de los datos y niveles de servicio. Estas también tienen diferentes presupuestos disponibles para conexiones en redes de área amplia (WAN) por medio de los ISP's. Afortunadamente, existe una gran variedad de servicios disponibles proveídos por lo Carriers o Proveedor de Servicios de Telecomunicaciones como son, Telmex, Avantel, Alestra, Axtel, Telcel, SatMex, etc., los cuales utilizan los ISP's para brindar sus propios servicios a sus clientes a través de una infraestructura común de red LAN con una red WAN(Internet) con servicios como:

- Líneas tradicionales analógicas conmutadas (switched analog lines)
  - Líneas conmutadas
  - Líneas dedicadas
- Servicios por conmutación de circuitos (Circuit-switched services)
  - Servicio conmutado 56K (switched 56K service)
  - Red digital de servicios integrados (ISDN)
- Servicio de conmutación de paquetes (packet-switched services)
  - X.25
  - Frame Relay
- Servicios de conmutación de celdas (cell-switched services)
  - ATM
  - SMDS (Switched Multimegabit Data Service)
- Servicios dedicados digitales (dedicated digital services)
  - T1
  - E1
  - E1/T1 Fraccional

## Implementación de un ISP bajo Unix

---

- Otros servicios digitales dedicados
  - ADSL
  - HDSL
  - Cable MODEM

Las empresas dedicadas a ofrecer acceso a Internet a través de la línea telefónica y otros medios (microondas, radiofrecuencia, etc), y servicios de red principalmente, hospedaje de páginas *web*, *correo electrónico*, *ftp*, etc., son los llamados ISPs (*Internet Service Providers*); conocidos tanto por sus servicios de comunicación como de sus servicios de acceso a la red mundial (Internet).

Un ISP es aquella organización que en primer lugar proporciona servicios de accesos a la red a través de infraestructura común o propia de un Carrier, es decir, el ISP usará un backbone proporcionado por una compañía de telefonía llámese Telmex, Alestra, Avantel, etc. que dependiendo de las restricciones en cuanto a cobertura, costos por enlace, anchos de banda que pueden correr sobre esos backbons, el ISP determinará cual es el más indicado de forma que lo pueda usar para darle el servicio a sus propios clientes con determinada tecnología digital en sus enlaces.

Es muy importante tener en cuenta los siguientes factores en el diseño de un ISP:

- Recursos humanos y materiales del centro de operaciones del ISP.
- Tipo de arquitectura a diseñar para el centro de operaciones del ISP.
- Basándose en la arquitectura del ISP que tipo de enlaces proporcionará a los clientes.
- Definir que compañía telefónica nos proporcionará el backbone para los enlaces a los clientes.
- Plataforma que se utilizará para administrar las red de datos del ISP.
- Tipo de aplicaciones que se utilizarán para los enlaces, es decir, tecnologías a emplear para los accesos a la Internet (cable-MODEM, xDSL, ADSL, Frame Relay, etc.).

Uno de los puntos más importantes en el diseño del ISP es tratar de crear redundancia, esto es, que los accesos proporcionados por el ISP a sus clientes no tengan problema en cuanto a tiempos de respuesta, pérdida de información, caídas de los enlaces, etc., todo esto se logra con políticas de seguridad (lógicas y físicas) que permitan enlaces de alta calidad y permanentes.

Para establecer este tipo de arquitecturas es necesario definir perfectamente las necesidades del cliente para que el ISP pueda diseñar una topología acorde a estas necesidades. Esto llevará a consideración varios factores en común de ambas partes, es decir, elementos como ruteadores y switches y topologías de red que proporcionarán redundancia y versatilidad en los enlaces tanto a la red local del ISP como del enlace mismo del cliente.

Existen infinidad de soluciones para los servicios de red por parte del ISP; el presente trabajo tiene como objetivo primordial definir la arquitectura general de red del ISP así como la infraestructura de comunicaciones a través de un carrier que se ocupará para dar servicio de conectividad a los usuarios del ISP y sus respectivos costos de acceso a la infraestructura del Carrier.

---

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Cabe mencionar que el ISP puede tener dentro de su infraestructura medios que le permitan optimizar los enlaces a través del backbone dado por el Carrier. El Carrier analizado fue Avante! ya que éste cuenta con mejores planes y tarifas en su infraestructura a lo largo de toda la República Mexicana que aunque no posee una cobertura mejor que Telmex pero esto se compensa con sus planes de servicios a proveedores de servicio de Internet.

El carrier propuesto a pesar de que no tiene una cobertura tan amplia como la de Telmex es capaz de solventar las necesidades no solo de un ISP sino de clientes individuales ya que a diferencia de Telmex, posee 2 troncales SMT-4 con salida a EE.UU. país que cuenta con mayor número de IXP(NAP's).

Internet esta dividida en áreas llamadas sistemas autónomos. Cada ISP tiene un sistema autónomo. Estos sistemas autónomos están conectados entre sí a través de conexiones privadas, o a través de NAPs (Network Access Points). Los ISP's dan acceso a sus clientes a través de Puntos de Presencia (POP, Point of Presence).

Un sistema autónomo (AS, Autonomous System) es un grupo de redes/routers que se encuentran bajo la administración de una misma empresa u organización, por lo tanto comparten las mismas políticas administrativas. Los sistemas autónomos son dominios administrativos. A cada sistema autónomo se le asocia un número entero entre 1 y 65535. Estos números son administrados por el IANA(Internet Assigned Numbers Authority). Debido a la poca disponibilidad de estos números, la empresa que requiere implementar un AS debe presentar una solicitud bien justificada. Una organización que se conecte a mas de un ISP debería tener un AS. Entonces, cada ISP debe tener por lo menos un sistema autónomo.

Un NAP es definido como una red de alta velocidad a la cual se pueden conectar varios proveedores de acceso a Internet con el propósito de intercambiar tráfico, permitiendo por ejemplo la interconexión de redes regionales. Opera por lo general a velocidades iguales o superiores a 100Mbps, en algunos casos conformadas por switches FDDI o ATM (155Mbps), pasando tráfico de un proveedor a otro. Los proveedores de Internet que se conectan al NAP deben respetar las políticas definidas por los otros proveedores conectados a este.

El diseño de red de un ISP contempla muchas facetas las cuales pueden ser alteradas por las necesidades cambiantes de lo usuarios; se ven reflejadas en los anchos de banda requeridos por los usuarios así como de los tipos de enlaces que éstos solicitan.

Todo el análisis referente al diseño del ISP involucra necesariamente los servicios de un carrier digital o compañía de telefonía local que permita al ISP extender sus servicios principalmente de acceso a la red mundial para sus clientes, a este esquema comúnmente se le conoce como "outsourcing" esto implica que el ISP utilizará los servicios de una compañía que le proporcione un backbone digital que se a capaz de cubrir a su vez las necesidades de los usuarios y que a medida que éstos van creciendo existan métodos de solución para solventar estas necesidades que por lo general van de un ancho de banda más grande hasta la cobertura de los enlaces proporcionados.

## Implementación de un ISP bajo Unix

---

No existe ISP capaz de solucionar por sí solo la cobertura ni mucho menos la necesidad de ancho de banda para sus usuarios sino que necesariamente requiere del carrier para poder dar sus servicios, de esta forma es como esta constituida la red mundial conocida como Internet; la única compañía capaz de tener sus propios ISP's en nuestro país con su infraestructura propia es Telmex.

Hoy en día la comunicación por líneas de cobre (línea telefónica común) para los accesos a Internet por parte de los ISP's es la más usada incluyendo tecnologías como ADSL, T1 o hasta E1 que pueden hacer uso de la simple línea para incrementar los anchos hasta 2.044Mbps; las comunicaciones vía microondas o radio frecuencias son más usadas por las compañías de telefonía celular pero cabe mencionar que estos medios en años próximos se convertirán en los principales accesos a la red mundial. Una vez que se tenga un esquema viable y ordenado del espectro de radiofrecuencia.

Este proyecto se basa principalmente en la arquitectura de red local del ISP y la forma en que se dan los servicios de accesos a la red a sus clientes por medio de un Carrier o backbone de la compañía Avantel así como las ventajas que tiene éste.

También es importante considerar de que forma se debe proteger el centro de datos (ISP); y que realmente no es fácil compaginar una amplia oferta de servicios con una buena seguridad: cualquier administrador de máquinas Unix sabe que cada puerto abierto en su sistema es una potencial fuente de problemas para el mismo, por lo que conviene reducir al mínimo su número.

Si los ISPs viven de permitir accesos a Internet o a sus propios servidores parece obvio que no podrán aplicar estrictas políticas de seguridad en las máquinas: mientras que por ejemplo en una empresa el administrador puede obligar relativamente a sus usuarios a utilizar protocolos cifrados, si un ISP no permite acceso ftp a los clientes que deseen colgar sus páginas web y les obliga a usar un protocolo de transferencia de archivos que aplique criptografía, es muy probable que muchos de esos clientes abandonen y se vayan a la competencia: es más fácil utilizar el ftp clásico que instalar *software* adicional para poder actualizar una página web.

Si se realiza una inversión de tiempo o dinero para adquirir equipos nuevos, la mejora se nota inmediatamente; si esa inversión se realiza para incrementar la seguridad, quizás las mejoras obtenidas nunca las pueda notar un usuario.

Y si las nota, con toda probabilidad es peor, es porque han fallado. La mayor parte de los potenciales clientes de un ISP preferirá una conexión un poco más rápida frente a una conexión o unos servicios más seguros.

Todo esto conlleva a establecer una arquitectura lógica y física de red común que permita ofrecer servicios de alta calidad, utilizando dispositivos como los que se describen en el capítulo 2 de este trabajo, otra herramienta primordial a utilizar son las plataformas operativas como lo es Unix el cual nos permite acorde a la experiencia establecer un buen esquema de funcionalidad y operatividad para los servicios de conectividad y aplicativos.

BIBLIOGRAFÍA

- HUIDOBRO Moya, José Manuel.  
Sistemas Telemáticos. Madrid : Paraninfo, 1999. 212p
- HUIDOBRO Moya, José Manuel.  
Comunicaciones de voz y datos. Madrid : Paraninfo, 1996. 299p
- HUIDOBRO Moya, José Manuel.  
Comunicaciones. Madrid : Paraninfo, 1995. 218p
- OLIVER C., Ibc.  
Remote Access Networks and services. Ottawa : Wiley Computer, 1999. 366p
- UDAY O., Pabrai.  
UNIX: Interconexión de redes. Madrid : ra-ma, 1997. 502p
- Raveendran Greene, Barry.  
Cisco ISP Essentials. E.U. : Cisco Press, 2002. 448p
- LÓPEZ González, Ángel.  
Protocolos de Internet: Diseño e implementación en sistemas UNIX. Madrid : ra-ma, 1999. 428p
- FORD, Merilee.  
Tecnologías de interconectividad de redes. México : Prentice-Hall, 1998. 736p
- Gralla Preston.  
How the Internet Works. Indianapolis : QUE, 2002. 340p
- Eckel George  
Construya un servidor de Internet con Unix. México : Prentice-Hall, 1996. 325p
- Direcciones de Internet (actualización periódica):
- <http://www.cft.gob.mx>  
<http://www.alestra.com.mx>  
<http://www.telmex.mx>  
<http://www.avantel.mx>  
<http://www.setsi.mcyt.es>  
<http://www.bgp4.com>  
<http://olmo.pntic.mcc.es>  
<http://isp.webopedia.com>  
<http://www.ttc.com>  
<http://www.cisco.com>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN