

60



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGÓN

ANÁLISIS DE ENRUTAMIENTO DINÁMICO Y  
VLAN PARA INTERCONECTAR REDES EN  
RED.

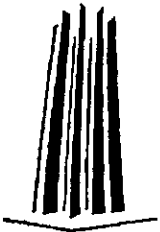
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECANICO  
ELÉCTRICO

P R E S E N T A N :

ROJAS MARTÍNEZ GLORIA MARCELA  
LÓPEZ NAVA LUIS FRANCISCO

ASESOR :  
ING. DAVID B. ESTOPIER BERMUDEZ



MÉXICO

2000



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.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM.

JEFATURA DE CARRERA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA.

OFICIO: ENAR/JAMF/0237/2000.

ASUNTO: Sinodo.

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS,  
SECRETARIO ACADÉMICO

Presente:

Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sinodo del Examen Profesional del alumno LÓPEZ NAVA LUIS FRANCISCO con Número de Cuenta 9019437-3, con el tema de tesis "ANÁLISIS DE ENRUTAMIENTO DINÁMICO Y VLAN PARA INTERCONECTAR REDES EN RED".

PRESIDENTE:	ING. PINEDA DÍAZ ELEAZAR M.	OCTUBRE	80
VOCAL:	ING. ÁLVAREZ MELÉNDEZ OSCAR E.	ABRIL	82
SECRETARIO:	ING. CERECEDO HDEZ.FORTUNATO	JULIO	85
SUPLENTE:	ING. NARCISO ACEVEDO HDEZ.	ENERO	86
SUPLENTE:	ING. DAVID B.ESTOPIER BERMÚDEZ	JUNIO	87

Quiero subrayar que el Director de Tesis es el Ing David B Estopier Bermudez, el cual está incluido en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes profesionales de esta Escuela

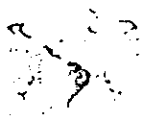
ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragon Edo. Mex. marzo 16 del 2000

EL JEFE DE CARRERA.

ING. IVÁN MUÑOZ SOLÍS.

cc p - Lic. Ma. Teresa Luna Sanchez - Jefe del Depto. de Servicios Escolares  
cc p - Ing. David B. Estopier Bermudez - Asesor de Tesis  
cc p - Alumno

\*MS'mlex\*



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM.

JEFATURA DE CARRERA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA.

OFICIO: ENARJAME/0238.2000.

ASUNTO: Sinodo.

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS,  
SECRETARIO ACADÉMICO  
Presente:

Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sinodo del Examen Profesional del alumno ROJAS MARTÍNEZ GLORIA MARCELA, con Número de Cuenta 9039456-6, con el tema de tesis "ANÁLISIS DE ENRUTAMIENTO DINÁMICO Y VLAN PARA INTERCONECTAR REDES EN RED".

PRESIDENTE:	ING. PINEDA DÍAZ ELFAZAR M.	OCTUBRE	80
VOCAL:	ING. ÁLVAREZ MELÉNDEZ OSCAR E.	ABRIL	82
SECRETARIO:	ING. CERECEDO HDEZ.FORTU NATO	JULIO	85
SUPLENTE:	ING. NARCISO ACEVEDO HDEZ.	ENERO	86
SUPLENTE:	ING. DAVID B.ESTOPIER BERMÚDEZ	JUNIO	87

Quiero subrayar que el Director de Tesis es el Ing David B Estopier Bermúdez, el cual está incluido en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes profesionales de esta Escuela

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Edo. Mex. marzo 16 del 2000

EL JEFE DE CARRERA.

ING. IVÁN MUÑOZ SOLÍS.

ccp - Lic. Ma. Teresa Luna Sanchez - Jefe del Depto. de Servicios Escolares  
ccp - Ing. David B Estopier Bermúdez - Asesor de Tesis  
ccp - Alumno

IMS/mlev\*

**A LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN.**

**AL ING. DAVID B. ESTOPIER BERMÚDEZ**  
Por su valiosa dirección.

**A NUESTROS PROFESORES**  
Quienes han colaborado para la  
elaboración de esta tesis.

**A NUESTROS PADRES**

Como un tributo a su gran apoyo y  
como culminación a sus grandes  
esfuerzos.

**A NUESTROS HERMANOS**

Con el más profundo cariño.

**A NUESTROS FAMILIARES**

Con estimación y afecto.

**A NUESTROS COMPAÑEROS Y AMIGOS**

**A LUIS FCO. LÓPEZ NAVA**

Por su apoyo y comprensión  
incondicional en los momentos  
difíciles.

**A GLORIA M. ROJAS MARTÍNEZ**

Por su paciencia, cariño y  
consejos que me brindo a lo  
largo de la carrera.

# ANÁLISIS DE ENRUTAMIENTO DINÁMICO Y VLAN PARA INTERCONECTAR REDES EN RED.

## OBJETIVOS

## INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I

#### INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE ÁREA LOCAL.

1.1. Conceptos Generales.	1
1.2. Clases de redes (LANs, MANs y WANs).	2
1.2.1. Red LAN.	
1.2.2. Red MAN.	
1.2.3. Red WAN.	
1.3. Normas.	6
1.3.1. Estándares y Regulaciones.	
1.3.2. CCITT (Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony).	
1.3.3. ISO (International Standard Organization).	
1.3.4. ANSI (American National Standard Institute) e IEEE.	
1.4. Ventajas y Desventajas.	10
1.5. Principales componentes.	13
1.5.1. Servidores.	
1.5.2. Sistema operativo de red.	
1.5.3. Estaciones de trabajo.	
1.5.4. Tarjeta de interface.	
1.5.5. Medios de transmisión.	
1.6. Topologías.	15
1.6.1. Topología en estrella.	
1.6.2. Topología en bus lineal.	
1.6.3. Topología en anillo	
1.6.4. Topología anillo doble redundante (FDDI).	
1.6.5. Topología en árbol.	
1.6.6. Topología en ring.	



1.7. Medios de transmisión.	20
1.7.1. Fibra óptica.	
1.7.2. Par trenzado.	
1.7.3. Cable coaxial.	
1.8. Elección del Medio de transmisión y topología	23
1.9. Protocolos de Comunicación.	24
1.9.1. CSMA/CD.	
1.9.2. Token bus.	
1.9.3. Token ring.	
1.10. Comunicación básica.	27
1.10.1. Introducción.	
1.10.2. Señales en cables.	
1.10.3. Codificación de la información.	
1.10.4. El módem.	
1.11. Puertos de Comunicación.	30
1.11.1. El puerto paralelo.	
1.11.2. El puerto serie.	
1.11.3. Especificaciones eléctricas del interfaz RS-232.	
1.12. Impedancia característica de la línea de transmisión.	32
1.13. Protocolos de la capa de enlace en redes LAN y WAN.	34
1.13.1. Ethernet.	
1.13.2. HDLC.	
1.13.3. Trama estándar Frame Relay.	

## **CAPITULO II.**

### **INTERCONECTIVIDAD ENTRE REDES.**

2.1. Modelo de referencia OSI de ISO.	41
2.1.1. Capa física.	
2.1.2. Capa de enlace.	

2.1.3. Capa de red	
2.1.4. Capa de transporte	
2.1.5. Capa de sesión	
2.1.6. Capa de presentación.	
2.1.7. Capa de aplicación	
2.2. Protocolo DoD (Departament of Defense).	46
2.3. Interconexión entre redes.	50
2.3.1. Repetidores.	
2.3.2. Puentes (Bridges).	
2.3.3. Ruteadores (Routers).	
2.3.4. Compuertas (Gateways).	
2.4. Transferencia de información (Tecnología de conmutación de paquetes).	54
2.4.1. TCP/IP.	
2.4.2. Ejemplo de operación de TCP/IP.	
2.4.3. Estructura de Direccionamiento IP.	
2.5. ARP (Protocolo de resolución de dirección).	60
2.5.1. Encapsulamiento ARP	
2.5.2. Formato del mensaje ARP.	
2.5.3. ProxyARP.	
2.6. RARP (Protocolo de resolución de dirección inversa)	62
2.7. El protocolo internet IP	63
2.7.1. Formato del datagrama IP.	
2.7.2. Encapsulamiento del datagrama IP.	
2.7.3. Tamaño del datagrama, unidad de transferencia máxima y fragmentación.	
2.7.4. Tiempo de vida.	
2.7.5. Enrutamiento IP.	
2.7.6. Algoritmos de enrutamiento	
2.8. ICMP (Protocolo de mensajes de control internet)	71

2.8.1. Encapsulamiento del mensaje ICMP.	
2.8.2. Formato del mensaje ICMP.	
2.9. UDP (Protocolo de datagrama de usuario).	73
2.9.1. Multiplexaje y demultiplexaje.	
2.9.2. Puertos y Sockets.	
2.9.3. Encapsulamiento UDP.	
2.9.4. Formato del datagrama UDP.	
2.9.5. Pseudo-Encabezado UDP.	
2.10. TCP (Protocolo de control de transmisión).	77
2.10.1. Puertos, conexiones y puntos finales.	
2.10.2. Aperturas pasivas y activas.	
2.10.3. Formato del segmento TCP.	
2.10.4. Encapsulamiento de TCP.	
2.10.5. Reconocimientos.	
2.10.6. Establecimiento de una conexión TCP.	
2.10.7. Cierre de una conexión TCP.	

### **CAPITULO III.**

#### **CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES ATM.**

3.1. Introducción.	85
3.2. Estructura de una celda ATM.	87
3.3. Modelo en capas para ATM.	91
3.3.1. Capa física.	
3.3.1.1. Mapeo de celdas ATM en SONET STS-3.	
3.3.1.2. Mapeo de celdas en DS3.	
3.3.1.3. Mapeo de celdas en FDDI.	
3.3.2. Capa ATM.	
3.3.3. Capa de Adaptación a ATM (AAL).	
3.3.3.1. Organización de la capa AAL.	
3.3.3.2. Servicios de la capa AAL.	

3.3.3.3. Protocolos AAL	
3.3.3.4. Protocolos AAL tipo 1.	
3.3.3.5. Protocolo AAL tipo 2	
3.3.3.6. Protocolo AAL tipo 3.	
3.3.3.7. Protocolo AAL tipo 5	
3.4. Emulación de LAN.	111
3.4.1. Inicialización.	
3.4.2. Configuración.	
3.4.3. Unión.	
3.4.4. Inicialización de bus.	
3.4.5. Transferencia de datos.	
3.4.6. Virtual LAN (VLANs).	

#### **CAPITULO IV.**

#### **CONMUTACIÓN Y TRÁFICO EN ATM.**

4.1. Conmutadores ATM.	119
4.1.2. Switch de medio compartido con configuración anillo.	
4.1.2.1. Medio de acceso	
4.1.3. Switch de medio compartido con arquitectura de bus.	
4.1.4. Switch de medio compartido.	
4.2. Tráfico ATM.	126
4.3. Control de tráfico y control de congestión.	128
4.4. Funciones para conseguir un control de tráfico y un control de la congestión	128
4.5. Asignación del ancho de banda.	129
4.6. Retraso variable	130
4.7. Procedimiento del control de admisión y conexión	132
4.8. Control del parámetro de uso.	132
4.9. Parámetros de desempeño en la UNI	133
4.10. Conformación del tráfico	133

4.11. Tasa e intervalos de llegadas de las celdas.	134
4.12. Parámetros de desempeño para la transferencia de celdas ATM.	135
<b>CAPITULO V.</b>	
<b>APLICACIÓN DE REDES DE ÁREA LOCAL (LANs) EN AMBIENTE ATM PARA CONTROLES FINANCIEROS.</b>	<b>137</b>
5.1. Antecedentes de Banca Electrónica.	137
5.1.1. Definición.	
5.1.2. Servicios Bancarios que ofrece Banca Electrónica.	
5.2. Estructura Organizacional de Banca Electrónica.	138
5.2.1. Localización.	
5.2.2. Descripción general de las gerencias de Banca Electrónica.	
5.2.3. Flujo de información entre los diversos departamentos.	
5.3. Descripción de necesidades, problemática y equipo informático actual.	144
5.3.1. Necesidades.	
5.3.2. Problemática actual.	
5.3.3. Equipo informático existente.	
5.4. Riesgos y beneficios con la implantación de la red LAN a ATM.	146
5.4.1. Riesgos.	
5.4.2. Beneficios.	
5.4.3. Alternativas ATM para la migración de la red.	
5.4.3.1. Emulación LAN.	
5.4.3.2. Configuración Backbone Colapsado.	
PASO 1. Backbone colapsado con LANs virtuales y grupos de trabajo.	150
A) LANs virtuales y grupos de trabajo.	
B) Grupos de trabajo.	
PASO 2. Backbone colapsado con enlaces de alta velocidad.	152
A) Enlaces FDDI.	
B) Enlaces Fast Ethernet.	
C) Enlaces ATM de alta velocidad.	

D) Interfaces ATM para ruteadores y concentradores.	
PASO 3. Aumentando el backbone colapsado con ruteo ATM	155
A) Determinación de la ruta para sistemas terminales ATM	
5.5. Descripción del equipo que se implantará en la Banca Electrónica de la Cd. de México.	156
5.5.1. Especificaciones de la nueva red Banca Electrónica.	
5.5.2. Características del equipo de la red BEMX.	
5.5.3. Costos de implementación de la Red.	
5.5.4. Diagramas de la representación gráfica de la Banca Electrónica y propuesta de implementación de VLANs.	175
5.5.5. Programa computacional de la Banca Electrónica.	176
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>179</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>181</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>197</b>

## Objetivos

- Implementar una red que proporcione una integración de voz, datos y vídeo, ofreciendo servicios de Banca Directa y Banca por Internet, además que cuente con una infraestructura Frame Relay cien por ciento digital, conectando las localidades de la banca. Cada región estará conectada mediante un router el cual se enlazará al carrier de Frame Relay para tener el concepto de red privada telefónica, mediante el cual nos comunicaremos sin tener que conmutar por el carrier público telefónico del país.
- Desarrollar una red que proporcione servicios a través de Internet, incorporandola al mercado de banca electrónica mundial con tecnología de punta (como lo es Windows NT), ya que la red estará basada en esta plataforma y las aplicaciones permitirá el manejo de toda la red en forma remota.
- Implementar un programa que ofrezca a los clientes necesidades de hoy en día en cuanto a rapidez, pues el servicio en casa u oficina deberá ser amigable, ya que deberá contar con una interfaz gráfica que aumente la facilidad de uso para el cliente.
- Contactar un carrier que cuente con una participación importante en el mercado de integración de servicios para efectuar transacciones y transmisiones de mensaje de línea. Aquí la tendencia se orienta cada vez a un mayor número de transacciones electrónicas y a la conectividad de la red pública de datos, a través de tecnologías como Frame Relay, utilizando protocolos como TCP/IP, y debido a que el mercado está empujando hacia NT, éste será la base para la migración de la red.
- Proponer un esquema de enrutamiento dinámico, donde se tenga asegurada la comunicación entre las sucursales de la banca, en el caso de que el enlace o servidor primario fallen, se debe contar con alternativas de enrutamiento para cuidar y mantener la información.

## INTRODUCCIÓN

El sector financiero es uno de los mercados que más requieren nuevas soluciones tecnológicas para poder ofrecer a sus clientes mejores maneras de acceder a los bancos y utilizar los productos de Banca Electrónica.

Esto se logra a través del estudio, diseño, construcción e implementación de soluciones integrales para el sector financiero, como son redes de cajeros automáticos, transacciones y transmisiones de mensajes en línea y de datos a través de la red, banco por teléfono, comercio electrónico y banco en su casa a través de Internet, así como la intercomunicación entre localidades.

La Banca Electrónica debe contar con una participación importante en el mercado en lo referente a la integración de servicios para efectuar transacciones y transmisiones en línea. Aquí la tendencia se orienta a manejar cada vez más a un mayor número de transacciones electrónicas y a la conectividad hacia la red pública de datos, a través de tecnologías como Frame Relay, y utilizando como protocolos el TCP/IP. Principalmente se realizan consultas vía remota, por ejemplo, planes promocionales, información sobre seguros, localización de cajeros, saldos, traspasos entre cuentas, servicios al cliente o el monitoreo del servicio.

La Banca Electrónica al integrar soluciones como la de "banco en su casa", pone al alcance de los usuarios bancarios la posibilidad de ahorrar tiempo, evitando asistir a las sucursales. En este renglón existe la demanda de otros servicios alternos, también electrónicos, para los cuales se utiliza la plataforma Internet y que a su vez permiten la diversificación de los servicios, como es el caso del pago de boletos de avión, reservaciones, pago de servicios públicos, entre otros.

Se eligió el sistema operativo para redes Microsoft Windows NT como plataforma para cómputo distribuido, que proporcionará servicios de impresión, capacidad para compartir archivos, servicios de paquetería, Internet, transferencia electrónica de información y distribución de software, a través del System Management Server y Correo Electrónico, a las oficinas locales y foráneas, para ello se migrará de Netware 4.11 a Windows NT 4.0.

Para comprender todo esto, hemos elaborado el trabajo de tesis en cinco capítulos, en donde los primeros cuatro proporcionan toda teoría sobre las redes y la forma de interconectarlas, y en el último capítulo analizamos un caso práctico, y proponemos una posible solución a la necesidades de la banca para su correcto funcionamiento.

En el capítulo primero se da una introducción de las redes LAN, MAN y WAN, mencionando las organizaciones que regulan y crean normas para dichas redes. Aquí se analiza los tipos de topologías y protocolos LAN y WAN.



En el capítulo segundo analizamos el modelo de referencia OSI, y el DoD. Se mencionan los diferentes equipos para interconectar las redes, así como un análisis detallado de la transferencia de información (TCP/IP).

En el capítulo tercero debido a que TCP/IP no satisface las necesidades de rapidez y confiabilidad se analiza las características y funcionamiento de las redes ATM, para obtener un acceso más rápido a Internet. Otra parte fundamental del estudio es la emulación LAN y Virtual LAN's en donde proporcionamos la teoría para implementarla en un sistema real.

En el capítulo cuarto se analiza los tipos de conmutadores ATM, así como el tráfico ATM que es una de las funciones más importantes que tiene que llevarse a cabo para el correcto desempeño de una red.

El quinto y último capítulo se realiza una aplicación de LAN's en ambiente ATM para controles financieros, dando toda la información de los servicios que ofrece la Banca Electrónica, su posible implementación y descripción del equipo que se utilizará para migrar la actual red.

Este trabajo pretende contribuir a la formación profesional de la población estudiantil de la ENEP Aragón, y en especial a los alumnos de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE ÁREA LOCAL

## INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE ÁREA LOCAL.

### 1.1. CONCEPTOS GENERALES.

El poder compartir recursos de baja utilización y de alto costo, aunado a la necesidad de trabajar de manera simultánea y la falta de integridad en los datos a la hora de intercambiar disquetes, llevó a varios fabricantes a desarrollar la idea de las redes de área local (LAN), por sus siglas en inglés (Local Area Network).

Las primeras redes locales estaban basadas en Servidores de Disco (Disco Servers). Estos equipos permitían a cada usuario el mismo acceso a todas las partes del disco, causando obvios problemas de seguridad y de integridad de datos.

La primera compañía en introducir un Servidor de Archivos (file Server) fue Novell Inc., en la que todos los usuarios pueden tener acceso a la misma información, compartiendo archivos y contando con niveles de seguridad, lo que permite que la integridad de la información no sea violada.

Novell, Inc. basó su investigación y desarrollo en la idea de que es el software de la red, y no el hardware de la misma, el que hace la diferencia en la operación de la red. En la actualidad Novell soporta más de 100 tipos de redes.

En la década de los 70's con el surgimiento de las computadoras personales se inicia el desarrollo de las redes de Área Local (LAN's). La primer red llamada "Ethernet" fue desarrollada por Xerox en su centro de investigación en Palo Alto, California tomando como base el proyecto "Aloha" iniciado en los 60's por la Universidad de Hawai.

El origen de las LAN's es consecuencia de la necesidad de compartir recursos que en un principio estaban aislados, lo cual conlleva al desaprovechamiento de los equipos y periféricos a ellos conectados.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) formaron un comité, llamado el grupo de trabajo 802, para crear los estándares de las redes LAN's. Con estos estándares se logró la interoperabilidad entre los equipos (CPU's y terminales) existentes en esa época sin importar quién fuera el fabricante.

---

## 1.2. CLASE DE REDES (LANs, MANs y WANs)

### 1.2.1. RED LAN.

Una Red de Área Local (LAN), es una red de comunicaciones circunscrita a una área geográfica pequeña (con un radio máximo de una milla), que proporciona interconexión a una variedad de dispositivos; transmitiendo datos a altas velocidades por un medio de transmisión.

Una red se define como un grupo de microcomputadoras conectadas entre sí para intercambiar información y compartir recursos. La comunicación entre estas se realiza mediante bloques de datos a través de un cable. La forma de estos bloques de datos la determina el protocolo de transporte (como son TCP/IP, IPX/SPX).

Para poder transmitir la información o los datos, las computadoras tienen que acordar las reglas para cada una se comuniquen cuando ninguna otra lo haga. Estas reglas se determinan por la forma física de la red y se conocen como *protocolos de comunicación*.

La regulación de estas especificaciones está dada por diversas organizaciones que existen a nivel internacional entre las cuales tenemos: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), ANSI (American National Standards Institute), ISO (International Standards Organization) y CCITT (Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony).

### 1.2.2. RED MAN.

Una red MAN (Metropolitan Area Network) está definida por el estándar IEEE 802.6 y adoptada por el American National Standards Institute (ANSI). Este tipo de red está ubicada en una zona metropolitana y se puede considerar como una extensión de una red LAN sin llegar a ser una red WAN, aunque algunas de las técnicas de estas últimas son usadas en las redes MAN, como son tener conexión punto a punto o redes conmutadas, estas técnicas son usadas cuando alguna corporación crece, sus necesidades de comunicación son mayores, y requieren de mayor velocidad, normalmente se usa la infraestructura de las redes públicas o privadas, o ambas, con lo que se pueden tener beneficios a bajo costo y tener una cobertura más amplia.

Las redes MAN ofrecen ciertas características como son:

**Alta Velocidad:** La MAN ofrece un rango de velocidades que van desde 1.544 Mbps hasta 155 Mbps. Originalmente se manejaba una velocidad de 44.7 Mbps.

**Direcciones:** Las estaciones reconocen direcciones de 48 y 16 bits usadas por otros estándares 802, en forma adicional el formato de 60 bits es una opción y está disponible para compatibilidad con ISDN (Integrated Services Digital Network).

**Soporte para LLC (Logical Link Control):** Este tipo de red soporta tráfico de datos por debajo de conexiones no reconocidas 802.2 LLC.

**Medio Compartido:** Las redes MAN pueden compartir su medio logrando conectar un gran número de dispositivos. Esto permite soportar tráfico síncrono y asíncrono.

**Paquetes de Longitud Fija:** A direcciones de LAN ATM (Asynchronous Transfer Mode), la MAN utiliza paquetes de tamaño fijo, para tener compatibilidad con ATM utiliza celdas de 53 octetos (llamadas slots) con 48 octetos precargados, en estos se transmite la información y en los cinco restantes se llevan los datos de control. El contar con paquetes de longitud fija permite tener una mayor eficiencia para el soporte de pequeños o grandes paquetes de información y para datos síncronos.

**Bus Dual:** En una red MAN se utiliza dos buses separados, y ambos pueden llevar datos al mismo tiempo. El estándar 802.6 hace referencia a una subred DQDB (Distributed-Queue Dual Bus). Esto se refiere a la topología y técnicas utilizadas para el control de acceso, el término subred nos permite considerar que es parte de un conjunto de redes que proveen el servicio.

Una red MAN está optimizada para un área mayor a la de una LAN, y puede cubrir unos cuantos edificios en una misma ciudad. Cada red local que permanece a la MAN puede utilizar canales de moderada a gran velocidad dependiendo de sus necesidades y los recursos a los cuales pueda tener acceso, puesto que normalmente se tiene que hacer uso de recursos públicos, ya que ellos proveen los medios de interconexión para las redes. Cabe aclarar que no para todas las redes se tienen los mismos requerimientos, únicamente la comunicación a nivel de datos y otros más necesitan en forma adicional transmitir voz y vídeo.

---

La topología escogida para las redes MAN es un bus dual y se asumió como medio de transmisión la fibra óptica, ya que es la que permite transmisiones a altas velocidades como son requeridas en estos casos.

La topología de bus dual es la que mejor se adapta a las necesidades de una red MAN y técnicamente es la más accesible para el manejo de la fibra óptica, ya que este esquema se cuenta con un respaldo intrínseco, puesto que si un bus llega a fallar se cuenta con el otro para poder conectar y mantener la conexión. En este tipo de esquema todos los nodos están conectados a ambos buses, de esta forma una estación puede transmitir en los buses, es independiente entre sí, lo que permite tener un mejor rendimiento.

### 1.2.3. RED WAN.

Una Red WAN (Wide Area Network / Red de Área Amplia) es una colección de redes ya sean LAN ó MAN, que cubren grandes distancias, puede ser en una ciudad, un país, un continente o bien en todo el mundo, se puede decir que su límite de crecimiento es el propio planeta. La técnica empleada para este tipo de red es punto a punto y requiere de protocolos que estén basados en la conexión, es decir requieren siempre tener un emisor y un receptor activos.

Este tipo de red requiere al igual que las redes MAN de servicios de terceros para poder y tener acceso a transmisión vía satélite, líneas telefónicas digitales (E1 / T1, canales de alta velocidad, por ejemplo un E1 tiene una capacidad de transmitir hasta 2 Mbits, este tipo de línea se divide en subcanales con capacidad de 64 Kbits cada uno), entre otros. Se puede hacer la aclaración que las conexiones de WAN no siempre son de altos volúmenes de datos.

Los servicios ofrecidos por terceros, son:

- *PPP (Protocol Point to Point)*: Protocolo de encapsulamiento para el transporte de tráfico IP a través de enlaces punto a punto. El protocolo PPP también estableció un estándar para las funciones de asignación y administración de direcciones IP, el encapsulamiento asíncrono (inicio/parada), y síncrono orientado a bit, el multiplexaje del protocolo de red, la configuración de enlace, la prueba de la calidad de enlace, la detección de errores y opciones de negociación para capacidades como la negociación de direcciones de la capa de red y la negociación de la compresión de datos.

- X.25: Estándar de la ITU-T que define la interface entre una PDN (Public Data Network) y un nodo (DTE, Data Terminal Equipment), en otras palabras permite una conectividad universal entre el usuario y la red, define los servicios

---

que puede tener disponibles el usuario que haga uso de los recursos, incluyendo la facilidad de contar con circuitos virtuales en forma directa, haciendo uso de las PDN.

El servicio de conmutación de paquetes soporta numerosos tipos de fabricantes diversos. Es de mayor importancia definir el tipo de interface entre el equipo del usuario final y la red. El servicio de conmutación de paquetes es una técnica donde los datos que son transmitidos son subdivididos en paquetes de tamaño pequeño que se transmiten por separado en la red, y una vez que llegan a su destino son pegados dejándolos en su forma original. Tenemos dos formas de hacer transmitir con X.25, una es usando la técnica de *Datagrama* en donde cada paquete que es transmitido puede seguir caminos diferentes, ya que cada uno de ellos es tratado en forma independiente, y la otra técnica que se emplea, es la de circuitos virtuales, en este caso todos los paquetes siguen el mismo camino, está última técnica es la más empleada. El conmutar paquetes presenta una serie de ventajas entre las que podemos mencionar.

- Mayor rendimiento de la línea, ya que los enlaces de larga distancia son compartidos dinámicamente por varias llamadas

- *Frame Relay*: Protocolo de conmutación de paquetes de alta velocidad, más rápido que X.25, funciona mejor en la transmisión de datos y vídeo. Es un protocolo estándar para la comunicación entre equipos de terminal de datos y equipos de comunicación de datos. Es más sencillo y eficiente que su predecesor X.25, y está diseñado para la eficiencia requerida en aplicaciones basadas en LAN's. Los datos son transmitidos en tramas y en cada una de ellas se encuentra la dirección del nivel de enlace de datos (Data Link Layer) conocidos como DLCI (Data Link Connection Identifiers), que permite identificar cada circuito virtual en la red. Frame Relay no realiza verificaciones en los datos ya que esta tarea es asignada a un protocolo de mayor nivel, con lo cual se incrementa la eficiencia en la red.

- *ISDN*: Estándar de la ITU-T que define el rango de comunicaciones de datos como resultado de una integración total de voz y datos. El ISDN implica la digitalización de la red telefónica, que permite que voz, datos, texto, gráficas, vídeo y otros materiales fuente se transmitan a través de los cables telefónicos. Teniendo los mejores resultados en los diseños donde se requiera intercambio y multiplexaje de la información. Se puede disponer de hasta 24 y 30 canales.

- *ATM*: Es un estándar de la ITU-T, para la conmutación de celdas donde la información para múltiples tipos de servicios, como voz, vídeo y los datos, se transporta en celdas pequeñas de tamaño fijo. El propósito de la celdas ATM es la conexión. ATM es un producto de los esfuerzos del estándar de la B-ISDN (Red

---

Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha) de la ITU-T. Concebida originalmente como una tecnología de transporte a alta velocidad para voz, vídeo y datos a través de redes públicas. El Foro de ATM amplió la visión de la ITU-T de ATM y planteó su uso en redes públicas y privadas.

### 1.3. NORMAS.

Ha sido altamente aceptado en la industria de las telecomunicaciones que los estándares son requeridos para gobernar las características físicas y eléctricas en los equipos de comunicación. A diferencia de los fabricantes en equipos de comunicación que reconocen la compatibilidad con otros fabricantes en cuanto a sus productos, ellos tratan de monopolizar a sus clientes. La proliferación de computadoras y el procesamiento distribuido, ha hecho de esto una posición incontentible.

Las computadoras de diferentes proveedores deben comunicarse con otras, y con la evolución subsecuente de los estándares en protocolos.

Las principales ventajas de una estandarización son las siguientes:

- \* Asegura la existencia de un gran mercado para una pieza, equipo o software en particular. Esto favorece la producción en masa, y en algunos casos, el uso de técnicas de gran escala de integración (VLSI), a bajo costo.

- \* Permite que los productos de múltiples fabricantes se comuniquen, dando mayor flexibilidad en uso y selección.

La principal desventaja de los estándares es que tiende a frenar la tecnología, esto es, mientras se desarrolla un estándar, muchas tecnologías podrían avanzar en ese tiempo.

#### 1.3.1. Estándares y Regulaciones.

Los estándares regulatorios se desarrollan por agencias del gobierno unidas por un mismo objetivo público, como pueden ser, económicos, de salud y de seguridad. Estos estándares tienen el respaldo de la ley y deben concordar con los proveedores en el contexto donde se apliquen las regulaciones. Las regulaciones se pueden aplicar a una gran variedad de productos, incluyendo aquellas relacionadas con las computadoras y comunicaciones.

Los estándares voluntarios son desarrollados por organizaciones especializadas en éstos, como la CCITT (Consultative Committee International



Telegraphy and Telephony) e ISO (International Standards Organization). Son voluntarios debido a que la existencia del estándar no está ligada a su uso, es decir, los fabricantes voluntariamente implementan un producto que conformará un estándar si se percibe un beneficio para ellos mismos, y no se necesita de un requerimiento legal para conformarlo.

Estos estándares son también voluntarios en el sentido de que se desarrollan por gente voluntaria que no cobra por su trabajo, estos voluntarios son generalmente empleados de organizaciones involucradas en el proceso, tales como fabricantes y agencias de gobierno. Los estándares voluntarios funcionan debido a que se desarrollan concienzudamente y a que el cliente demanda una aplicación estándar de los productos.

Los estándares voluntarios de uso regulatorio son relativamente nuevos, reducen la regla del mercado concerniente a agencias de gobierno, fortalecen la cooperación entre el gobierno y las organizaciones de estándares para producir estándares de aplicación variada y reducen la variedad de estándares que los proveedores deben conocer.

Entre las organizaciones más importantes para el campo de las redes de transmisión de datos, tenemos:

### **1.3.2. CCITT (Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony).**

Es un comité de la International Telecommunications Union (ITU-T), la cual depende de la Organización de las Naciones Unidas, con sede en Ginebra, Suiza. Los miembros del CCITT son organismos gubernamentales.

La ITU-T esta organizada en 15 grupos de estudio que preparan estándares, llamados recomendaciones.

- 1.- Organización de redes.
  - 2.- Principios para tarifas y contabilidad.
  - 3.- Servicios.
  - 4.- Mantenimiento.
  - 5.- Protección contra efectos electromagnéticos.
  - 6.- Plantas externas.
  - 7.- Redes de comunicación de datos.
  - 8.- Terminales para servicios de telemática.
  - 9.- Redes de telegrafía y equipos de telegrafía terminal.
  - 10.- Lenguajes para aplicaciones de telecomunicaciones.
  - 11.- Switcheo y señalización.
-

- 12.- Rendimiento de transmisión en redes y terminales de telefonía.
- 13.- Sistemas y equipos de transmisión.
- 14.- Transmisión de información sobre redes telefónicas.
- 15.- ISDN (Integrated Services Digital Network).

El objetivo de la ITU-T es estudiar y conformar recomendaciones sobre elementos técnicos, operativos y de tarifas pertenecientes a telegrafía y telefonía. Cada cuatro años se lleva a cabo una asamblea plenaria donde se estudian todas las recomendaciones hechas por los 15 grupos además de integrar nuevas recomendaciones a ellos.

Dos procedimientos se llevan a cabo para la adopción de nuevas recomendaciones, la tradicional es aceptar las propuestas de hace 4 años antes por votación con mayoría de votos. Todas las recomendaciones aprobadas son publicadas en un conjunto de libros cada 4 años. El segundo procedimiento se empezó a llevar a cabo desde la asamblea de 1988, donde las recomendaciones son aceptadas si el 70% de los miembros las aprueba en un período de 4 meses.

### **1.3.3. ISO (International Standards Organization ).**

Es una organización voluntaria no lucrativa a cuyos miembros se les asigna la estructura de estándares para naciones participantes más organizaciones adicionales. Su propósito es promover el desarrollo de estandarizaciones y actividades relacionadas para facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios, y desarrollar la cooperación en actividades del ámbito intelectual, científico, tecnológico y económico.

En el contexto de redes, ISO proporciona estándares enfocados al diseño de redes, que introduce modularidad por la división de entes complejos de protocolos de comunicación en capas más manejables y funcionales. Un área importante de estandarización lidia con cada capa de las siete que conforman la arquitectura OSI (Open Systems Interconnections).

En el campo de la comunicación de datos y el procesamiento de información, existe una división de intereses entre el CCITT e ISO. La primera, se enfoca a la transmisión de datos y elementos de las redes de comunicación; ocupando estas las 3 capas inferiores de la arquitectura OSI. ISO se enfoca a las comunicaciones por computadora y elementos de proceso distribuido, los cuales corresponden de las capas 4 a la 7 de la misma arquitectura OSI.

### 1.3.4. ANSI (American National Standards Institute) e IEEE.

La ANSI es una organización que publica estándares reconocidos nacionalmente. La IEEE es una sociedad internacional profesional que elabora sus propios estándares y es miembro de las asociaciones ANSI e ISO.

En la vanguardia del desarrollo de estándares para LAN, el principal ha sido el comité IEEE 802, miembro de la sociedad en computación IEEE, estos estándares son para la interconexión de equipos computacionales en LAN's y están relacionados con capas de enlace físico del modelo de referencia ISO para OSI. El comité 802 ha sido acreditado por la ANSI para desarrollar estándares pilotos que llegarán a ser estándares ANSI. Los estándares IEEE cubren lo que se refiere actualmente a LAN's de rangos de datos moderados (alrededor de 20 Mbps).

Entre las especificaciones de la IEEE para redes LAN están:

- 802.1 describe un algoritmo que evita la existencia de ciclos de puentes creando un árbol de recubrimiento, desarrollado por Digital Equipment Co.
  - 802.2 protocolo IEEE LAN que especifica una implementación de la subcapa LLC de la capa de enlace de datos. Maneja los errores, el entramado, el control de flujo y la interface de servicio (capa 3) de la capa de red.
  - 802.3 protocolo IEEE LAN que especifica una aplicación de la capa física y de la subcapa MAC de la capa de enlace de datos. Utiliza el método de acceso CSMA/CD a una gran variedad de velocidades sobre diferentes medios de transmisión.
  - 802.4 protocolo IEEE LAN que especifica una aplicación de la capa física y de la subcapa MAC de la capa de enlace de datos. Utiliza el método de acceso de estafeta circulante en una topología bus y está basado en la arquitectura Token Bus.
  - 802.5 protocolo IEEE LAN que especifica una aplicación de la capa física y de la subcapa MAC de la capa de enlace de datos. Utiliza un método de acceso de estafeta circulante a 4 o 16 Mbps sobre cableado STP y es similar a la red de IBM Token Ring.
  - 802.6 Especificación MAN basada en la tecnología DQDB. Soporta tasas de transmisión de 1.5 a 155 Mbps.
  - 802.8 es el estándar para fibra óptica en redes LAN.
-

- 802.9 esta enfocado a aspectos del ISDN sobre integración de voz/datos sobre redes LAN con estándares 802.3 y 802.4. Este comité solo publica propuestas.
- 802.11 comité emergente dedicado al descubrimiento de nuevas tecnologías en redes LAN inalámbricas.
- 802.12 estándar IEEE LAN que especifica la capa física y la subcapa MAC de la capa de enlace de datos. Utiliza el esquema de acceso al medio de prioridad por demanda a 100 Mbps sobre una gran variedad de medios físicos de transmisión.

#### 1.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

La necesidad de compartir recursos caros dentro de las empresas y la adecuación de la información para que sea compartida, hacen que surjan los principios de las redes. Dentro de las redes de área local (LAN), se manejan principalmente dos esquemas de funcionamiento: Cliente Servidor y Punto a Punto.

El primer esquema es el tradicional donde una red local implica tener una computadora normalmente de alto costo con características especiales (velocidad, capacidad, etc.), dedicada exclusivamente a funcionar como servidor de archivos. El sistema operativo de red que se use podrá ser para 5, 10, ó 25 ó más usuarios, lo que implica un gasto que no será devengado muchas veces, mas costos de instalación, de cableado y tarjetas de red. Dentro del esquema Cliente-Servidor el principal elemento es el servidor de archivos, que provee de recursos y servicios a las computadoras conectadas a él. La relación costo beneficio de este esquema es notoriamente inclinado hacia los ahorros a mediano plazo y a los beneficios en rendimiento e integración de la información.

Las redes punto a punto (Peer to Peer) permiten que cualquier computadora personal con un disco duro sea potencialmente un servidor de archivos y/o recursos. En este esquema no es necesario que exista un servidor central, disco duro o memoria de gran tamaño y velocidades de proceso altas, ya que cada computadora que cuente con su disco duro puede compartir sus recursos como son: disco, archivos, impresoras, unidades de discos compactos y módems, así como aplicaciones hacia cualquier otra computadora conectada en este tipo de red.

Este tipo de redes opera bajo un protocolo y un programa redirector que son llamados punto a punto, porque la comunicación entre una computadora y

otra es posible sin necesidad de pasar a través de un servidor central sin importar el tipo de cable y topología con que se cuente. Además permite que la incorporación de computadoras a la red sea paulatina al igual que la inversión para este efecto.

El rendimiento del tipo de red anterior es considerablemente menor que el esquema Cliente Servidor, y debemos adoptarlo como solución pensando en integrar aplicaciones que no requieren un alto rendimiento en redes o una seguridad alta en cuanto a manejo de archivos se refiere.

Dentro de una red, el sistema operativo de red (NOS), cumple la difícil tarea de controlar todas las funciones y procesos. En el caso del sistema operativo de Novell Netware tenemos como características principales las siguientes:

Posee un servicio de directorio redimensionable llamado NDS que es un sistema jerárquico, el cual identifica individualmente a cada uno de los recursos o dispositivos de la red. También es extensible, es decir, los diseñadores pueden añadir tanto objetos como atributos para las aplicaciones de la red. Todos los recursos se pueden administrar desde un punto único.

Utilizado en conjunto con múltiples procesadores Pentium Pro, da una plataforma redimensionable y de alto rendimiento para la conexión de los usuarios con las redes de empresa, múltiples empresas, y empresa consumidor.

Posee soluciones con tolerancia a fallas:

*HOT FIX:* Protección mediante un área que alojará información que fue tratada de escribir en un área de trabajo normal del disco y que no se logró por que el sector donde se realizaría la grabación está dañado, el análisis de esta área de Hot Fix nos ayuda para determinar si el disco debe de ser reemplazado o está dentro de la tolerancia de sectores dañados permisibles, normalmente esta área corresponde al 2% del área total del disco.

*SFTIII:* Duplicación y duplicación bicanal, duplicación completa de memoria y disco a nivel de servidor, se trata de una duplicación del servidor.

Los principales beneficios que obtenemos como usuario final al interconectar los diferentes recursos de cómputo para formar una red son los siguientes:

• El compartir recursos caros tanto en Hardware como en Software tales como:

- Terminales.
- Estaciones de trabajo.

- Almacenamiento y compartición en disco.
- Impresoras de alta velocidad, etc.
  
- Compartir e intercambiar datos entre sistemas, como proceso de datos, imágenes y voz.
  
- Integración de funciones (ingeniería, contabilidad, finanzas, sistemas, etc.)
  
- Proporcionar alta confiabilidad en los sistemas, la cual se crea con la duplicación de los recursos.
  
- Comunicación entre dispositivos de alta velocidad.
  
- Obtención de un ahorro económico en el uso del equipo de cómputo, ya que hay una tendencia a usar computadoras pequeñas de bajo costo interconectadas en lugar de usar grandes computadoras autónomas.
  
- Proporcionar un medio de comunicación entre personas por medio de un correo electrónico.

Se podrían resumir en cuatro puntos los beneficios de usar redes locales:

- 1.- Comunicación entre diferentes puntos de trabajo
- 2.- Información oportuna donde se requiere.
- 3.- Racionalización del uso de recursos.
- 4.- Abatimiento de costos.

Dentro de las principales desventajas de las redes de área local LAN se tienen:

- Los programas y aplicaciones deben ser para trabajo en red.
  - El equipo y periférico están relacionados con el objetivo principal de explotar la información a manejar.
  - La estructura de cableado y topología están sujetas a: condiciones físicas y condiciones ambientales.
  - La administración y mantenimiento son más rigurosos que para un equipo personal.
-

- Necesidad de aplicaciones y programas verificadores y/o monitores de integridad de información.

Una de las principales y quizá la más grave de las desventajas con las que se enfrenta una red es el poco ó mínimo control que tiene el administrador de la misma con los usuarios al o poder checar la información que cada usuario puede introducir a sus máquinas en disquetes, la cuál puede llevar consigo algún VIRUS que podría causar pérdida ó alteración de la información.

Otra de las desventajas, es la limitante en cuanto a la capacidad de almacenamiento y de procesamiento de información en comparación con un Mainframe, ya que por mucho que una LAN crezca en cuanto a memoria, disco y almacenamiento nunca tendrá la capacidad de procesamiento de información y de almacenamiento que pueda tener un Mainframe.

La necesidad de compartir recursos caros dentro de las empresas como son: terminales, estaciones de trabajo, impresoras de calidad y alta velocidad, scanners, etc. y la adecuación de la información para que sea compartida, por medio de la compartición de paquetes de software y el almacenamiento y compartición en disco, hacen que surjan los principios de las redes locales (LAN), dentro de las cuales se manejan dos esquemas de funcionamiento principales que son cliente servidor y punto a punto.

Otra posible desventaja dentro de una LAN es que los programas y aplicaciones deben ser para uso exclusivo de trabajo en red, que el equipo y accesorios de la misma deben estar relacionados con el objetivo principal de exploración de información que se manejará y en cuanto al tipo de cableado y estructura de la topología que se utilicen, están expuestas a todo tipo de condiciones físicas y ambientales.

## 1.5. PRINCIPALES COMPONENTES.

La estructura básica de una red está compuesta de dos partes, el software y el hardware, teniendo como principales componentes:

- Servidores de archivos, impresión y comunicaciones.
  - Sistema operativo de la red.
  - Estaciones de trabajo.
  - Tarjetas de interface.
  - Medios de transmisión.
-

### **1.5.1. Servidores.**

El servidor de archivos es la computadora más importante de la red que permite compartir los recursos, y es donde se encuentra alojado el sistema operativo. El servidor es el corazón de la red ya que controla el acceso a los archivos, y permite compartir impresoras y otros recursos dentro de la misma, actualmente existen procesadores Pentium I y II, Pentium II Xeón, entre otros que se emplean como servidores. Los servidores de impresión y de comunicaciones, aunque podrían estar en el servidor de archivos, frecuentemente se encuentran de manera independiente en otra computadora, esto es con fin de liberar al servidor de archivos de proporcionar estos servicios (impresión, comunicaciones, etc.) y por lo tanto mantener un óptimo desempeño en la red.

### **1.5.2. Sistema Operativo de Red.**

Es el software que se encarga de administrar los recursos que los usuarios estarán compartiendo dentro de la red como son los discos duros, impresoras, paquetería, etc., proporciona también niveles de seguridad en la red y monitorea los recursos propios.

### **1.5.3. Estaciones de trabajo.**

Son las computadoras interconectadas por medio de una tarjeta de interface al servidor, estas comparten los recursos del servidor y realizan un proceso distribuido, es decir se encargan de usar los recursos de éste como si fueran propios y acceder a los datos y aplicaciones de la red para procesarlos de manera independiente.

### **1.5.4. Tarjeta de Interface.**

Es el hardware que permite realizar la conexión ó enlace físico entre los dispositivos. El tipo de tarjeta requerida dependerá de la topología utilizada, siendo la mas conocida Ethernet, Token Ring y Arcnet.

### **1.5.5. Medios de Transmisión.**

Es el medio físico de interconexión entre las tarjetas de interface de los dispositivos, es decir, el cable que permite la comunicación física entre los diferentes elementos que componen la red. Existen diferentes tipos de cable como son: coaxial, par trenzado y fibra óptica.

El tipo de cable a utilizar estará en función de la topología elegida y los requerimientos físicos, como son: la distancia, la velocidad, la resistencia a interferencias electromagnéticas.

---



## 1.6. TOPOLOGÍAS.

Los nodos de red (las computadoras) necesitan estar conectados para comunicarse. A la forma en que están conectados los nodos se le llama *topología*. Una red tiene dos diferentes topologías: una física y una lógica.

La *topología física* es la disposición física de la red, la manera en que los nodos están conectados unos con otros (ver figuras 1,3,4,5,6,7). La *topología lógica* es el método que se usa para comunicarse con los demás nodos, la ruta que toman los datos de la red entre los diferentes nodos de la red (ver fig. 2). Las topologías física y lógica pueden ser iguales o diferentes.

Para conformar las diferentes topologías, existen dos tipos básicos de enlaces a considerar que son: punto a punto y multipunto.

Enlaces punto a punto es la conexión directa entre dos nodos.

Enlaces multipunto es la conexión entre 3 ó más dispositivos en un mismo enlace.

Existen varias topologías de red, que son:

- En Estrella
- En bus
- En anillo
- Anillo doble redundante (FDDI)
- En árbol
- Ring

### 1.6.1. Topología en Estrella.

Cada dispositivo se conecta a través de un enlace punto a punto con un nodo central ó concentrador (HUB), todas las transmisiones pasan a través del nodo central, ver figura 1.1. Este HUB central actúa como un switch que envía paquetes de datos solo al destino de la red. Las ventajas de esta topología son: la facilidad de mantener y de resolver fallas en la misma y su desventaja es que si el HUB falla, una gran parte de la red se verá afectada. La topología de estrella requiere de más cableado que las otras topologías ya que cada cliente debe ser conectado al HUB y no al cliente más cercano.

---

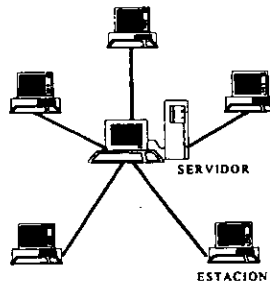


Figura 1.1. Topología en Estrella.

En la figura 1.2, en la cual el elemento central de la estrella es un elemento activo conocido como HUB. Cada estación es conectada al Hub por dos pares torcidos (transmisor y receptor). El Hub actúa como un repetidor.

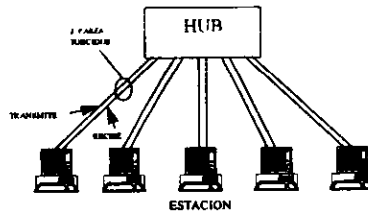


Figura 1.2. Concentrador (HUB).

Note que a través de la figura 1.2, es físicamente una estrella, y lógicamente es un bus: una transmisión de una de las estaciones es recibida por todas las otras estaciones, y si dos estaciones transmiten al mismo tiempo, entonces habrá una colisión.

### 1.6.2. Topología de Bus Lineal.

Esta topología es tal vez la más simple para la conexión de las computadoras. En este sistema las estaciones son conectadas a un cable continuo y que ambos extremos, final e inicial del bus se coloca una resistencia conocida como terminador, como se muestra en la figura 1.3.

La ventaja de esta topología es que requiere un mínimo de cable para conectar todas las estaciones ya que cada una de ellas estará conectada a la más cercana, sin embargo cualquier ruptura de este cable es capaz de afectar al segmento en cuestión, y para la localización de la falla se requieren herramientas especiales y en la mayoría de los casos es difícil lograr la detección del segmento dañado. Es posible cablearla por medio de cable coaxial, par trenzado ó fibra óptica

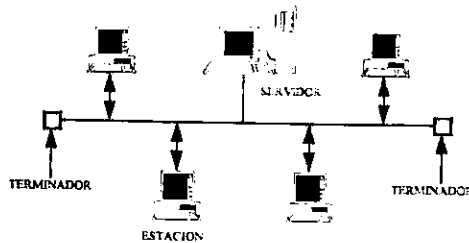


Figura 1.3. Topología en Bus.

### 1.6.3. Topología en Anillo.

En esta topología el cable forma un anillo lógico a través de enlaces a punto entre los nodos, cada nodo tiene la responsabilidad de retransmitir la señal al siguiente extremo, todas las transmisiones son escuchadas por los nodos conectados al anillo. El derecho a transmitir es controlado por un paquete de información conocido como Token, un token puede tener dos estados, ocupado cuando lleva datos, y libre cuando sólo indica el derecho a transmitir. Cuando una estación recibe un token libre, tiene derecho a transmitir solamente por un determinado periodo de tiempo. Si la estación tiene algo que transmitir y recibe un token libre, cambia el estado a ocupado, le anexa los datos que desea transmitir y transmite el paquete (con todo y token a la siguiente estación). Si una estación recibe un token ocupado, verifica la dirección que tiene el paquete de datos para saber si está dirigido a ella, si es así procesa el paquete, de lo contrario lo retransmite. Siempre se transmite el paquete a la siguiente estación. Cuando un token ocupado regresa a la estación que lo generó, está quita los datos anexados al token y manda un token al siguiente. Típicamente se emplea cable de par trenzado (UTP o STP) para esta topología, con velocidades de 4 o 16 Mbps.

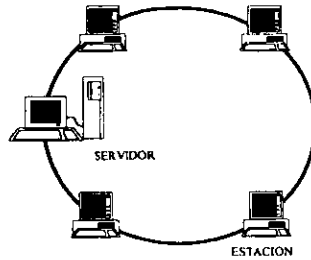


Figura 1.4. Topología en Anillo.

#### 1.6.4. Topología Anillo Doble Redundante (FDDI).

La topología FDDI (Fiber Distributed Data Interface) fue diseñada para redes que requieren alta velocidad. Consiste en dos anillos de transmisión en contrasentido. El anillo primario es utilizado como canal principal. Si por alguna razón el anillo primario es interrumpido, el secundario restablece la continuidad del primario en forma automática, actuando como redundancia o anillo de respaldo. Se utiliza como medio principal el cableado de Fibra óptica y muy recientemente el cable UTP categoría 5 y cable STP. Con esta topología se pueden alcanzar velocidades de hasta 100 Mbps.

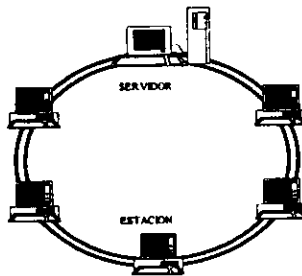


Figura 1.5. Topología en FDDI.

#### 1.6.5. Topología en Árbol.

La topología Árbol es una generalización de la topología bus. El medio de transmisión es una sección de cable sin lazo cerrado. La disposición del árbol comienza en un punto conocido como el Headend. Uno o más cables pone en marcha al Headend, y cada uno de estos puede tener secciones.

Además, una transmisión de cualquier estación se propagará por todo el medio, y podrá ser recibida por todas las demás estaciones. Para ambas topologías bus y árbol, el medio es referido a multipunto. Por que todos los nodos en un bus o árbol comparten un enlace común de transmisión, solamente una estación puede transmitir en un tiempo. Algunas formas de control de acceso son requeridas para determinar cuál estación puede transmitir el próximo.

Como en el Ring, la transmisión de paquetes es típicamente usada para la comunicación. Una estación desea transmitir descomponiendo su mensaje en paquetes y enviará estos en un tiempo. Para cada paquete de la estación que desea transmitir, espera para su próximo turno y entonces transmitirá el paquete. El propósito de la estación destino es poder reconocer su dirección, como la del paquete enviado y una copia de él. No hay nodos intermediarios y sin conmutadores o repetidores implicados.

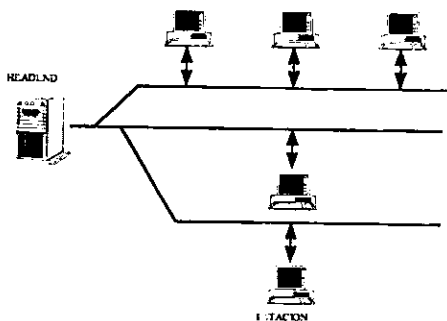


Figura 1.6. Topología en Árbol.

### 1.6.6. Topología en Ring.

En la topología ring, la red consiste de un ajuste de repetidores acoplados por enlaces punto a punto en un lazo cerrado. Desde ahora cada repetidor participa en dos enlaces. El repetidor es un mecanismo simple comparador, capaz de recibir datos en un enlace y transmitirlo, bit por bit, en el otro enlace se recibe rápidamente, sin tope para el repetidor. El enlace es unidireccional; eso es, los datos son transmitidos en una dirección solamente y todos son orientados en el mismo camino. Así los datos circulan alrededor del ring en una dirección (en sentido o sentido opuesto de manecillas del reloj).

Cada estación asigna a la red un repetidor. Los datos son transmitidos en paquetes. Así, por ejemplo, si la estación X desea transmitir un mensaje a la estación Y, se interrumpe el mensaje dentro del paquete. Cada paquete contiene

una porción de algunos datos extras del control de información, incluyendo la dirección Y's. Los paquetes son insertados en un ring en un tiempo y circula a través de otros repetidores. La estación Y reconoce su dirección y copia los paquetes enviados por ellos.

Dado que los mecanismos múltiples comparten el ring, el control necesario para determinar en que tiempo cada estación puede insertar paquetes. Esta es casi siempre hecha con algunas formas del control distribuido. Cada estación contiene acceso lógico que controla la transmisión y recepción.

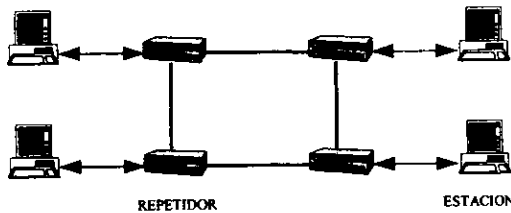


Figura 1.7. Topología en Ring.

## 1.7. MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

El medio de transmisión empleado para conectar las estaciones de la red está en función de la velocidad, flexibilidad, distancia y costos. Se deben considerar dos factores principales cuando se selecciona el tipo de cableado: la topología de la red y el tipo de cable que reúne los requerimientos necesarios.

### Tipos de Medio.

Existen varios tipos de cables para la interconectividad de las redes locales y entre ellos destacan:

- Fibra óptica
- Par trenzado
- Cable coaxial

### 1.7.1. FIBRA ÓPTICA.

Es una de las tecnologías más recientes de transmisión. Está hecha por fibra de material conductor de luz (vidrio ó plástico). Estas fibras se encuentran al centro de un tubo de revestimiento protector, a su vez rodeada de una gruesa cubierta exterior. Existen dos tipos de Fibra Óptica: Multimodo y Monomodo.

Los dispositivos de interfaz para fibra óptica convierten las señales de las computadoras en pulsos de luz y viceversa, la cual es llevada por la fibra de vidrio, los pulsos de luz son generados por diodos emisores de luz LED (Light Emisor Diode) (multimodo) ó por diodos de inyección láser de Fotodiodos (monomodo). Este cable es utilizado para grandes distancias y alta capacidad de aplicaciones de comunicación y cuando el ruido y la interferencia electromagnética son un factor ineludible ya que entre sus múltiples ventajas tiene la inmunidad a la interferencia electromagnética. En efecto la fibra óptica actúa como una guía de onda para frecuencias en el rango  $10^{14}$  a  $10^{15}$  Hz., el cuál cubre el espectro visible, y parte del espectro infrarrojo.

### 1.7.2. PAR TRENZADO.

Este tipo de cable adquiere su nombre por la forma como está construido: está formado por dos hilos de cable cruzados entre ellos con el fin de reducir los campos electromagnéticos generados. Existen dos tipos de cable de par trenzado: Shielded Twisted Pair (STP) y Unshielded Twisted Pair (UTP). El primero está recubierto por una malla metálica que aísla al cable aún más de interferencias y lo hace más confiable. Esto también tiene como desventaja que lo hace menos flexible e incrementa su costo. El cable UTP es muy flexible, fácil de instalar y de bajo costo, es usado con Ethernet (10 base T) y Token Ring.

Para señales analógicas, los amplificadores son requeridos cada 5 a 6 km. Para señales digitales, los repetidores son usados cada 2 o 3 km. Los canales múltiples de voz pueden ser multiplexados, usando FDM, sobre un solo par de cables. El par trenzado tiene una capacidad de 24 canales usando un ancho de banda de 268 kHz. Los datos digitales pueden ser transmitidos sobre un canal de voz analógico usando un módem.

### 1.7.3. CABLE COAXIAL.

El cable coaxial consiste en un núcleo conductor de cobre rodeado de material aislante. El material está cubierto por una segunda capa de material conductor, generalmente en forma de malla. Por último sigue un revestimiento aislante que protege al cable completo.

Los anchos de banda son muy parecidos a los del cable de par trenzado. Varios tipos de cable coaxial son de uso común en las redes, dependiendo del tipo de red y de los requerimientos del servicio, algunos tipos y estándares en los cuales se usa cable coaxial son:

- RG-8 y RG-11 para Ethernet en cable grueso (50 ohms), 500 m máximo.
- RG-58 para Ethernet en cable delgado (50 ohms), 185 m máximo.

Existen dos servicios de transmisión con cable coaxial son:

**Banda base:** Utilizada principalmente en transmisión de datos, usa una sola frecuencia de transmisión (portadora), los datos se transmiten tal como se encuentran, esto es, se transmiten en forma digital.

**Banda ancha:** Los datos se transmiten en forma analógica y pueden ocurrir varias transmisiones dentro de un mismo canal, es un servicio de transmisión simultánea de múltiples señales (datos, vídeo y audio) que trabajan gracias a esquemas de multiplexaje de la información.

El cable CATV (*Community Antenna Television*), es usado para señales digitales y analógicas. Para señales analógicas, las frecuencias son arriba de 300 a 400 Mhz. Los canales de TV son cada uno alojado en el ancho de banda de 6 Mhz. Cuando se esta usando FDM, el cable CATV es referido como ancho de banda.

El espectro de frecuencia del cable es dividido en canales, cada de los cuales llevan señales analógicas. Varios esquemas de modulación pueden ser usados para datos digitales, incluyendo ASK, FSK y PSK.

---



TIPO DE CABLE	DISTANCIA SOPORTADA	ANCHO DE BANDA	IMPEDANCIA
COAXIAL DELGADO	185 m	10 MHz	50 Ohms
COAXIAL GRUESO	500 m	10 MHz	50 Ohms
UTP	100 m	10-100 MHz	100 Ohms
STP	150 m	10-100 MHz	150 Ohms
FIBRA ÓPTICA MULTIMODO	2,000 m	160 MHz-Km a 850nm 500 MHz-Km a 1300nm	—
FIBRA ÓPTICA MONOMODO	50,000 m	160 MHz-Km a 850nm 500 MHz-Km a 1300nm	—

Tabla 1.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

## 1.8. ELECCIÓN DEL MEDIO DE TRANSMISIÓN Y LA TOPOLOGÍA.

La elección del medio de transmisión y topología no es independiente. La tabla 1.2 muestra las combinaciones preferibles. La topología Ring requiere enlaces punto a punto entre repetidores. El cable par trenzado, cable coaxial (banda base) y fibra óptica se puede usar para abastecer el enlace. Sin embargo, el cable coaxial (banda ancha) no podrá trabajar bien en esta topología. Cada repetidor podrá ser capaz de recibir y transmitir datos simultáneamente sobre múltiples canales. Es poco seguro que el costo de tales mecanismos fuera justificado.

Para la topología Bus, son apropiados el par trenzado y ambos cables coaxiales (banda base y banda ancha), y existen numerosos productos para cada de estos medios. Hasta que recientemente, la fibra óptica no ha sido considerada factible; la configuración multipunto no es costeable, debido a la dificultad en la construcción de la llave óptica de baja pérdida. Sin embargo, recientes avances han hecho práctica la fibra óptica en bus, regulando completamente la tasa de datos superiores.

La topología Árbol puede emplear cable coaxial (banda ancha). La unidireccionalidad de la señal en ancho de banda permite la construcción de una arquitectura árbol. En el otro lado, la bidireccionalidad de la señal en banda base en uno u otro (par torcido o cable coaxial) no es adaptable a la topología árbol.

La topología Estrella requiere un enlace punto a punto entre cada mecanismo y el nodo central. Para conmutación de circuitos, en donde el nodo central desempeña la tarea de la conmutación de circuitos, el par trenzado es tradicionalmente usado. La mayor tasa de datos de cable coaxial o fibra óptica podría arrollar el nodo típico de conmutación de circuitos. Para la conmutación de paquetes, el desempeño de la topología estrella dependerá si se usa una configuración activa o pasiva.

Medio	T O P O L O G I A			
	Bus	Árbol	Ring	Estrella
Par Trenzado	X		X	X
Cable Coaxial Banda Base	X		X	
Cable Coaxial Ancho de Banda	X	X		
Fibra Óptica	X		X	X

Tabla 1.2. Relación entre Medio y Topología.

### 1.9. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

Un protocolo es un conjunto de reglas que coordinan una conversación entre dos o más entidades. En protocolo de comunicaciones establece el orden en el cual dos máquinas intercambian datos y provee un conjunto de reglas que describe como se deberán interpretar los datos.

Debe de existir una metodología y una estandarización para el desarrollo de los protocolos. La más conocida es la denominada arquitectura de capas.

El método de arquitectura de capas consiste en que la tarea de comunicación entre los sistemas de computación es seccionado en diferentes niveles o capas. Cada una de estas tiene una función bien definida, de la cual es responsable. Cada capa proporciona servicios a la capa superior para proveer una completa funcionalidad. Por este hecho esto es conocido como un protocol stack o stack simplemente.

La forma de comunicarse de estos stacks es conceptualmente simple: una capa en una computadora se comunica con su capa correspondiente en la otra computadora. Estas capas son usualmente numeradas, iniciando con la capa 1 en el nivel más inferior.

Debido a que estas dos capas están en el mismo nivel e implementa la misma función, este tipo de comunicación es conocido como punto a punto. El lenguaje que estos dos puntos usan para comunicarse es el protocolo. Esto hace por lo tanto que se hable de un protocolo de la capa n.

Cuando dos computadoras necesitan comunicarse pero usan diferentes protocolos un Gateway es requerido para trasladar efectivamente de un protocolo a otro. Un Gateway es un dispositivo especial que entiende dos o más protocolos y pueda trasladar los datos transmitidos de un protocolo dado al formato del otro.

Los protocolos, arquitecturas e interfaces se clasifican en dos categorías: *de jure* (poy ley) *de facto* (sin lineamientos de la ley, por la existencia misma), un ejemplo de arquitectura *de jure*, es el modelo OSI, el cual ha sido desarrollado por el Organismo Internacional ISO y un ejemplo de protocolo *de facto* es el TCP/IP, primeramente comisionado por el Departamento de Defensa de los E.U. y posteriormente aceptado por los diferentes fabricantes de hardware.

El protocolo determina el método con el que los nodos generará el acceso al cableado. Los más utilizados son:

- CSMA/CD.
- Token Bus.
- Token Ring.

### 1.9.1. CSMA/CD.

Sus siglas significan Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection. Este protocolo es utilizado junto con la arquitectura de bus lineal. En este protocolo los nodos escuchan continuamente a la línea para saber si está ocupada o no, y cuando está desocupada, el nodo envía sus paquetes. En el caso de que dos nodos transmitan su señal simultáneamente, se presenta una colisión la cual es detectada por los nodos, que esperan un tiempo aleatorio para reintentar su transmisión.

### 1.9.2. Token Bus.

La técnica Token Bus es más compleja que CSMA/CD. Para esta técnica, las estaciones sobre el bus o árbol forman un Ring lógico; eso es, las estaciones son asignadas en posiciones lógicas en un orden secuencial, con el último miembro de la secuencia seguido por el primero. Cada estación conoce la identificación de las estaciones precedentes y siguientes. El orden físico de la estación en el bus es irrelevante e independiente del orden lógico.

Una trama de control conocida como Token regula el correcto acceso. La trama Token contiene una dirección destino. La estación recibe el Token supuesto de control del modo para un tiempo especificado. La estación puede transmitir uno o más tramas y podrá sondear estaciones y recibir respuestas. Donde la estación es terminal o el tiempo ha vencido, se aprueba el Token sobre la siguiente estación en secuencia lógica. Esta estación ahora tiene permiso para transmitir. Por lo tanto la operación en estado estable consiste de la transferencia de datos y la transferencia de fases del Token. Las estaciones que no usan Token son asignadas en el bus. Estas estaciones pueden responder solamente a sondeos o respuestas de reconocimiento.

### 1.9.3. Token Ring.

La técnica Token Ring esta basada en el uso de una pequeña trama, llamada Token, que circula alrededor del Ring, donde todas las estaciones están desocupadas. Una estación desea transmitir deberá esperar hasta que sea detectado por un Token passing. Entonces agarra el Token a una trama de arranque secuencial para una trama. La estación entonces adjunta y transmite el resto de los campos necesarios para construir una trama.

Ahora no hay Token sobre el Ring, así otras estaciones desean transmitir deberá, esperar. La trama en el Ring hará un viaje redondo y dejara libre para la estación transmisora. La estación transmisora insertará un nuevo Token sobre el Ring ambas condiciones siguientes están siendo presentadas:

- \* La estación esta completando la transmisión de su trama.
- \* El principal borde de su trama transmitida ha sido regresada (después de completar la circulación del Ring) hasta la estación.

Cuando una estación transmisora suelta un nuevo Token libre, la estación siguiente más abajo con datos para enviar es capaz de agarrar el Token y transmitirlos.

---

## 1.10. COMUNICACIÓN BÁSICA.

### 1.10.1. INTRODUCCIÓN.

Las redes de computadoras conectan computadoras, unas con otras, de manera que puedan intercambiar información. Si bien las modernas redes de computadoras son combinaciones complejas de hardware y software, las primeras redes de computadoras eran mucho menos complicadas.

Desde el descubrimiento de la electricidad, inventores, científicos e ingenieros han trabajado en la forma de utilizar las señales eléctricas en la comunicaciones. Los principios descubiertos han conducido al desarrollo de sistemas de comunicación rápidos y confiables. En términos generales el conocimiento de la comunicación digital puede dividirse en tres etapas históricas. La *primera etapa* se enfocaba hacia las propiedades de las señales por medio de cables. La *segunda*, se orientaba a cómo utilizar las señales para enviar bits y organizarlos como caracteres. La *tercera etapa* se enfoca en cómo detectar y corregir los errores que ocurren durante la transmisión.

### 1.10.2. SEÑALES EN CABLES.

Las primeras investigaciones estudiaban la forma en que las señales eléctricas pasan a través de los cables. Se descubrió, por ejemplo, que una señal eléctrica se refleja en el extremo de un cable de metal de la misma forma en que la luz se refleja en un espejo (este es el motivo por el cual muchas redes modernas requieren de un "terminador" en el extremo de cualquier cable). Se descubrió también que las señales pierden energía cuando pasan a lo largo de un cable (razón por la cual las redes modernas limitan la longitud de los cables de interconexión o utilizan dispositivos electrónicos para amplificar las señales). Se sabe actualmente que una señal eléctrica en un cable emite radiación electromagnética y que esta puede interferir con la señal de cables cercanos (esta razón por la cual en las redes de alta velocidad y las conexiones de TV por cable utilizan cables especiales protegidos por un blindaje).

### 1.10.3. CODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Una vez que los investigadores comprendieron cómo enviar las señales eléctricas por cables, los estudios se concentraron en la forma de codificar la información por medio de señales eléctricas. Gran parte del trabajo se dedicó a la forma de codificar la voz humana para transmitirla a través de las líneas

---

telefónicas con un mínimo de distorsión, y muchas de estas técnicas se aplican a la comunicación en general.

Los investigadores descubrieron una técnica conocida como *modulación*, la cual permite una buena transmisión de la voz. Para aplicar la modulación, quien transmite debe contar con un dispositivo denominado *modulador*. El modulador funciona con una señal eléctrica básica que oscila con regularidad. A esta señal básica oscilante se le llama *portadora*. El modulador utiliza una segunda señal (por ejemplo la señal generada por la voz humana al hablar por teléfono), que modifica ligeramente la portadora. En el extremo de recepción del cable, un dispositivo *demodulador* realiza la operación inversa, que se conoce como *demodulación*. El demodulador se sintoniza para captar la portadora. Mediante la medición de qué tanto se desvía la señal de entrada con respecto a una portadora perfecta, el receptor puede recuperar la segunda señal (la voz humana). Luego de determinar el rango de tonos para la voz humana, los científicos encontraron la señal portadora adecuada para transmitir información audible.

#### 1.10.4. EL MÓDEM.

La palabra módem proviene de modulador y demodulador, que es lo que hace este equipo. La técnica de modulación consiste en intercambiar información poniendo una onda de señal variable encima de otra onda transmisora más estable. El módem que está en el extremo transmisor de la conexión modula la señal para transmitir información a través de la línea telefónica o conexión serial; el módem receptor demodula la señal para volverla a transformar en información digital, para que se envíe a la computadora. La figura 8 ilustra el proceso.

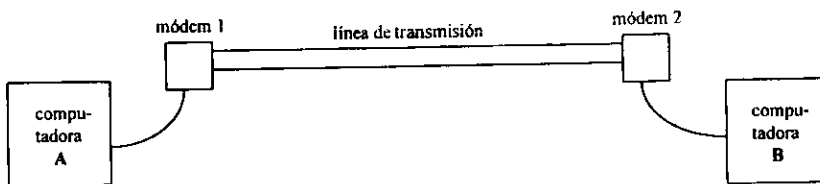


Figura 1.8. Ilustración de módems que utilizan la modulación para enviar datos a través de una línea de transmisión. Cuando una computadora interactúa con un módem, envía y recibe información digital; el módem codifica los datos para su transmisión.

Si bien los módems pueden emplearse para enviar a otras computadoras información por medio de alambres de una función, la gran mayoría se utiliza para

conectar computadoras a las líneas telefónicas y transmitir información por este medio. La comunicación de escritorio está ampliándose al plano mundial dado lo completo de los equipos de módem y del software para la comunicación, además de su precio razonable.

También hay módems que permiten la comunicación por medio de una conexión telefónica ordinaria. Un módem de línea de marcar contiene circuitería adicional que permite llamar a un número telefónico específico o responder a una llamada entrante. El usuario puede instruir a un módem en un extremo de la línea para llamar y a otro, en el otro extremo, para responder. Una vez que ha sido aceptada la llamada, ambos módems pueden comenzar la transferencia de datos.

Un módem de línea de marcar utiliza un tono audible como portadora en la cual se codifican los datos (la portadora es el sonido de tono alto que se escucha en el auricular cuando un módem está ocupando una línea telefónica). Cada vez que una computadora envía datos, el módem que los envía modula el tono de la portadora. El módem receptor monitorea la portadora y decodifica los datos según los cambios de la portadora.

Una razón por la que los primeros módems eran tan lentos son las limitaciones de las líneas telefónicas. Como sólo se necesita una amplitud de banda limitada para transmitir información oral, las líneas de teléfonos transportan señales entre 300 y 3,000 Hz. Esta poca amplitud de banda restringe verdaderamente la comunicación por módem, que depende de las señales de audio.

No obstante, la última tecnología de módem está rompiendo esta barrera. Los módems actuales transmiten y reciben información a 14.4k, 28.8k, 33.6k y 56k bits por segundo cuando menos. Esto se logra mediante una compleja serie de codificaciones y decodificaciones.

Un módem es un dispositivo necesario para la comunicación a través de una conexión telefónica ordinaria o para la comunicación a larga distancia por cable. Un módem soporta la comunicación en ambos sentidos porque contiene un modulador para el envío de señales y un demodulador para su recepción.

## 1.11. PUERTOS DE COMUNICACIÓN.

### 1.11.1. EL PUERTO PARALELO.

Las computadoras de hoy, por lo menos cuentan con dos puertos de comunicación estándar. Uno de estos es el puerto paralelo, el cual conecta a la impresora. A veces al puerto paralelo de la PC se le dice puerto Centronics, nombre de la empresa que lo dio a conocer. La tecnología de este puerto casi no ha cambiado, salvo que la interfaz original tenía un contacto de 36 patas y la actual en general emplea el contacto de 25 patas con escudo D (DB25). Esto reduce los requisitos para arraigar el contacto, y en realidad no afecta a la operación de la interfaz. Lo único que sucede es que el nuevo contacto tiene menos conductores de tierra.

La interfaz de la impresora se llama interfaz paralela porque la información pasa de la computadora a la impresora a través de cables paralelos, esto es, los ocho bits de información se desplazan juntos. La ventaja de las conexiones paralelas es que con ocho cables para transportar información simultáneamente, está fluye hacia la impresora más rápidamente que en la mayoría de las conexiones seriales. Una de las principales limitaciones del puerto paralelo es la limitación de la distancia de las líneas paralelas. Como las líneas de información son paralelas, hay más posibilidad de interferencia a medida que aumenta el largo de la línea, con los consiguientes errores de información. La comunicación paralela sirve para distancias de cuatro metros cuando mucho.

### 1.11.2. EL PUERTO SERIE.

El otro puerto de comunicaciones estándar es el serial. Actualmente, las PC en general tiene cuando menos dos de estos puertos. Como su nombre lo indica, el puerto serial se distingue del paralelo en que la información se envía por la línea en una corriente en serie, no paralela. Esto hace que hasta cierto punto la información fluya más despacio, pero permite comunicarse a mayores distancias. En lugar del alcance máximo del puerto paralelo, que es de 3 a 4 metros, puede emplearse una línea serial de 15 metros o más sin que se afecte la comunicación.

El serial estándar RS-232 requiere 25 líneas, pero en dado caso puede usarse con menos. Se puede utilizar el contacto de 9 patas con escudo D que suele usarse para el puerto COMM1 en la mayoría de las PC. Con el puerto serial COMM2 se emplea el contacto DB 25, que es más antiguo. Sin embargo, tampoco el contacto más grueso tiene conectadas las 25 patas.



### 1.11.3. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS DE LA INTERFAZ RS-232.

Las especificaciones eléctricas de la interfaz RS-232 permiten transferir datos con una velocidad máxima de 20 Kbps, recomendándose que la longitud del cable de la interfaz, no sobre pase los 15 metros. Como consecuencia, de la restricción de distancia impuesta por la interfaz RS-232, se emplean los módems que son dispositivos que conectan computadoras terminales, controladores y otros equipos similares para las comunicaciones de datos sobre distancias relativamente limitadas. Tales como el interior de un edificio, el campus de una universidad o dentro de una misma ciudad. Los módems han sido diseñados para superar las limitaciones de las interfaces de comunicaciones de datos.

Así por ejemplo un módem a 2 hilos puede tener una alcance de 7.5 Km a 9.6 Kbps y otro a 4 hilos puede tener una distancia de 10 Km a 19.2 Kbps. Los dos ejemplos anteriores guardan una relación distancia-velocidad de transmisión respectivamente, esto es debido a que a mayor distancia se sacrifica la velocidad de transmisión en Kbps, está premisa es válida tanto para dos y cuatro hilos. La figura 1.9 muestra un circuito equivalente de los circuitos de enlace tipo V.24V.28. Las características eléctricas de estos circuitos deben ser las siguientes:

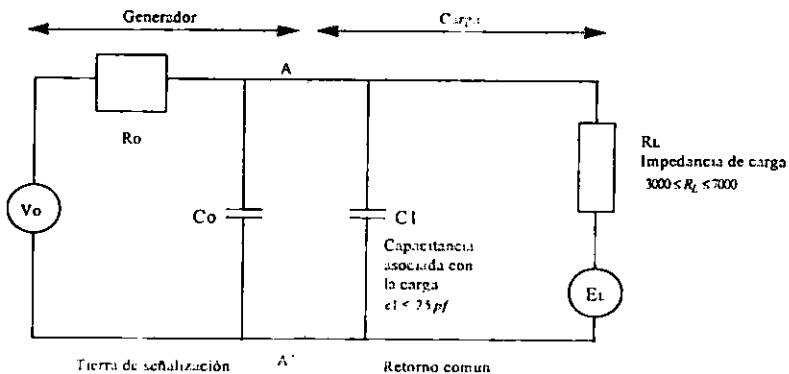


Figura 1.9. Circuitos Equivalentes del Enlace tipo V.24V.28.

\* La impedancia del lado de la carga deben tener una resistencia  $R_o$  de valor comprendido entre 3,000 y 7,000 Ohms.

\* La capacitancia en paralelo, asociada con la carga, no debe exceder de 25 pf.

\* La tensión puesta por el generador en el punto de demarcación A-A', debe ser como mínimo de 5 Volts y como máximo 15 Volts, con polaridad negativa

para un UNO lógico o un circuito ABIERTO y positiva para un CERO lógico o un circuito CERRADO.

\* El receptor debe funcionar adecuadamente cuando detecte una tensión de entrada de 3 Volts, de la polaridad correspondiente al nivel lógico o al estado del circuito.

\* La tensión que el receptor ponga en la línea de enlace, no debe de exceder 2 Volts, con cualquier polaridad.

### 1.12. IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.

Un parámetro importante asociado con cualquier línea de transmisión es su impedancia característica. Para comprender su significado, necesitamos considerar las propiedades eléctricas de una línea de transmisión. Cualquier línea de transmisión tiene una inductancia y capacitancia, las cuales son distribuidas a lo largo de la longitud entera de la línea. Estas cantidades pueden ser expresadas en términos de inductancia y capacitancia por unidad de longitud, por ejemplo, si aplicamos un voltaje de 100 volts, producirá una corriente de 2 amperes que fluyen sobre la línea cuando el switch está cerrado, ya sea que este conectado a una línea de transmisión de longitud infinita o para una resistencia de 50 ohms, como se muestra en la figura 1.10.

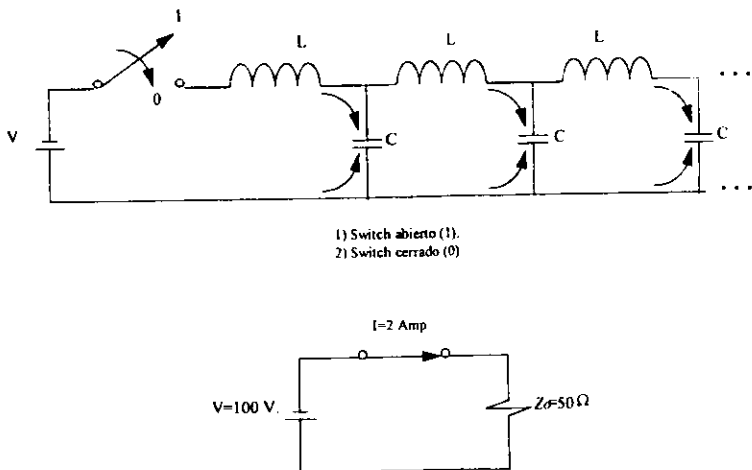


Figura 1.10. Impedancia Característica.

La impedancia característica está dada por la ecuación:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Donde:

Z= Impedancia característica de la línea, en Ohms.

L= Inductancia, en henrys por unidad de longitud.

C= Capacitancia, en farads por unidad de longitud.

Puesto que la inductancia y capacitancia depende de la construcción de la línea, la impedancia característica puede también ser determinada por las dimensiones físicas de la línea.

En particular para el CABLE COAXIAL, tenemos:

Donde:

log= logaritmo base 10.

D= Diámetro exterior del conductor.

d= Diámetro interior del conductor.

$\epsilon$ = Constante dieléctrica del material aislante entre 2 conductores: para aire, el valor es 1.

Para un dieléctrico de 1 y una impedancia de 50 ohms, el radio D/d es 2.3, y para una impedancia de 75 ohms, el radio es 3.5.

Esto es importante para saber que la impedancia característica de línea de transmisión está en función de la construcción de la misma línea; esto no depende de la señal acarreada o que es lo que este conectado a la línea.

El significado de la impedancia característica es: cuando la línea está terminada en su impedancia característica, cualquier señal sobre la línea es absorbida cuando alcanza su resistencia terminal, entonces no habrá reflexiones.

**1.13. PROTOCOLOS DE LA CAPA DE ENLACE EN REDES LAN Y WAN.**

Entre los protocolos de la capa de enlace de datos que se utilizan con mayor frecuencia en redes LAN y WAN, y para nuestro estudio son: Ethernet, HDLC y Frame Relay respectivamente.

**1.13.1. ETHERNET.**

Los formatos para las tramas Ethernet e IEEE 802.3 se muestran en las figuras 1.10 respectivamente y sus campos se describen a continuación.

a) Formato de Trama para Ethernet.

PREAMBULO	DIRECCIÓN DESTINO	DIRECCIÓN FUENTE	TIPO	DATOS	CRC
8 BYTES	6 BYTES	6 BYTES	2 BYTES	46-1500 BYTES	4 BYTES

B) Formato de Trama para IEEE 802.3

PREAMBULO	DELIMITADOR DE INICIO DE TRAMA	DIRECCIÓN DESTINO	DIRECCIÓN FUENTE	LONGITUD	ENCABEZADO 802.2 Y DATOS	CRC
7 BYTES	1 BYTE	2 o 6 BYTES	2 o 6 BYTES	2 BYTES	46-1500 BYTES	4 BYTES

Figura 2.10. Formatos de Tramas Ethernet e IEEE 802.3.

A) Preámbulo y Delimitador de Inicio de Trama.

Para iniciar una trama, el MAU/transceiver transmite un preámbulo de 8 bytes en Ethernet y IEEE 802.3 un preámbulo de 7 bytes, consistiendo de unos ceros alternativos. El siguiente byte de IEEE 802.3 es el delimitador de inicio de trama que es como el preámbulo, excepto que éste finaliza con dos unos consecutivos. Estos bits anuncian que viene una trama y sincronizan a todos los receptores en la LAN.

**B) Dirección de Destino.**

Esta dirección es de 6 bytes para Ethernet y de 2 o 6 bytes para IEEE 802.3 e indica el destino donde debe ser entregada la información de la trama.

**C) Dirección Fuente.**

Es la dirección de quien envía la trama, como la dirección destino, esta dirección es de la misma longitud para cada estándar. IEEE es responsable de asignar los primeros 3 bytes para cada vendedor. La dirección se encuentra en la ROM de las tarjetas de red en los puertos de los equipos de comunicación de redes y cada vendedor asigna 3 bytes adicionales a los asignados por el IEEE para formar un número de 6 bytes.

**D) Longitud de Datos.**

El campo de longitud de 2 bytes indica el número de bytes de datos que se encuentran antes del chequeo de secuencia de trama. Este número dice cuantos bytes de datos están en la trama. Este número no incluye los bytes de relleno que pueden existir dentro del campo de datos. La capa de MAC usa este número para delinear el paquete IEEE 802.3.

**E) Tipos de Datos.**

Las tramas Ethernet utilizan este campo, en lugar del campo de longitud, para indicar el protocolo de capa superior contenido en el campo de datos de la trama.

**F) Campo de Datos.**

Contiene los datos de la trama. El número de bytes contados en el campo de longitud constituye el paquete IEEE 802.3. Los bytes de relleno incluyen cualquier número de bytes antes del chequeo de secuencia de trama.

G) Secuencia de Chequeo de Trama (FCS).

Este campo de la trama contiene un código de chequeo de redundancia cíclica de 32 bits (4 bytes) que calcula el emisor antes de la transmisión y confirma el receptor en la recepción.

El chequeo de redundancia cíclica (CRC), se calcula sobre los campos de dirección fuente, dirección destino, longitud o tipo, datos y campos de relleno de la trama. El receptor calcula el CRC con la información recibida y compara éste con el CRC en el campo FCS. El receptor descarta cualquier trama con un CRC que no cumpla con ser igual al CRC calculado por el emisor.

La siguiente ecuación es el polinomio generador para CRC-32 de redes LAN.

$$G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

**1.13.2. HDLC.**

Este protocolo de comunicación provee el control para ligas o líneas de comunicación simples, acomodando el número de redes conectadas, y opera en forma Half o Full Dúplex, sobreponiéndolas a facilidades privadas o switcheadas. IBM pone su propio protocolo denominado SDLC.

En la figura 2.11, se muestra la estructura de la trama y el campo de control de HDLC.

Estructura de la trama

8 bits	8	8	>0	16	8
BANDERA	DIRECCION	CONTROL	DATOS	CRC	BANDERA
01111110					01111110

## Estructura del Campo de Control

TRAMA TIPO	COMANDO	RESPUESTA	CODIFICACIÓN							
			8	7	6	5	4	3	2	1
INFORMACIÓN	I (INFORMACIÓN)		N(R)		P	N(S)				0
SUPERVISIÓN	RR (REC LISTA) RR (REC LISTA)	RR (REC LISTA)	N(R)		P	0	0	0	0	1
	RNR (REC NOS LISTA)	RNR (REC NO LISTA)	N(R)		P	0	1	0	0	1
	REJ (RECHAZO)	REJ (RECHAZO)	N(R)		P	1	0	0	0	1
NO NUMERADA		DM (MODO DESCONEX)	0	0	0	F	1	1	1	1
	SABM (SET ASINC BALANCE MODE)		0	0	1	P	1	1	1	1
	DISC (DESCONEXIÓN)		0	1	0	P	0	0	1	1
		UA (RECON. NO NUMERADO)	0	1	1	F	0	0	1	1
		FRMR (RECHAZO DE TRAMA)	1	0	0	F	0	1	1	1

P - COMANDO  
 F - RESPUESTA  
 P/P - 1 PIDE RESPUESTA  
 P/F - 0 FINAL

Figura 2.11. Estructura de la trama HDLC.

### Configuración de HDLC

El protocolo HDLC se puede configurar para funcionar de las formas:

- Transmisión dúplex y semidúplex.
- Configuración punto a punto y multipunto.
- Línea conmutada y no conmutada.

En HDLC una estación tiene 3 posibilidades:

- Estación principal. Tiene el control del enlace, mediante un envío de comandos a las estaciones secundarias y de las cuales espera respuestas.
- Estación secundaria. No interfiere en el control del canal y solo envía tramas de respuesta a los comandos recibidos.

- Estación combinada. Transmite, recibe comandos, respuestas desde y hacia otra estación combinada.

Los estados lógicos de comunicación de una estación son:

Desconexión lógica:

- Desconexión normal. Una estación secundaria no puede transmitir tramas sin autorización explícita.

- Desconexión asíncrona. Aplicable a estaciones combinadas, primarias y secundarias. Estas pueden transmitir tramas sin autorización, mediante la solicitud de un comando para activar el nodo de transferencia de datos.

Transferencia de información. Aplicable a estaciones combinadas, primarias y secundarias. Permite el envío y recepción de información.

Dentro del estado de transferencia de información hay tres modos:

- NRM (Modo de Respuesta Normal). Una estación secundaria requiere de autorización para transmitir tramas hacia la estación primaria.

- ARM (Modo de Respuesta Asíncrona). Una estación secundaria puede transmitir tramas sin permiso de la primaria.

- ABM (Modo Asíncrono Balanceada). Emplea estaciones combinadas, las cuales pueden transmitir tramas sin autorización de la otra.

Configuraciones del canal HDLC:

- No equilibrada. Una estación controla a las secundarias y establece los modos de respuesta mediante comandos de activación.

---



- Simétrica. Consiste en dos configuraciones no equilibradas punto a punto independientes. Cada estación se compone de dos estaciones lógicas: primaria y secundaria. Una estación principal envía comandos a la secundaria situada en el otro extremo del canal y viceversa.

- Equilibrada. Consiste en dos estaciones combinadas por un único enlace punto a punto. Ambas poseen el mismo derecho sobre el canal y control sobre el enlace, e intercambian tráfico sin permiso previo.

### 1.13.3. TRAMA ESTANDAR FRAME RELAY.

Las organizaciones a nivel mundial están utilizando cada vez más redes privadas Frame Relay. En las redes privadas Frame Relay, la administración y el mantenimiento de la red son responsabilidad de una empresa (o compañía privada). El cliente es el dueño de todo el equipo, incluyendo el de conmutación. La figura 2.12 se muestra el formato básico de la trama de Frame Relay

#### a) Trama Frame Relay

INDICADORES	DIRECCIONES	DATOS	FCS	INDICADORES
8 Bytes	16 Bytes	Variable	16 Bytes	8 Bytes

Figura 2.12 Trama de Frame Relay

- Indicadores – Delimitan el comienzo y la terminación de la trama. El valor de este campo es siempre el mismo y se representa como el número decimal 7E o el número binario 01111110.
- Direcciones – Contiene la información siguiente:
  - DLCI: El DLCI de 10 bits es la esencia del encabezado Frame relay. Este valor representa la conexión virtual entre el dispositivo DTE y el switch. Cada conexión virtual que se multiplexe en el canal físico será representada por un DLCI único. Los valores de DLCI tienen significado local solamente; por lo tanto, los dispositivos que se encuentran en los extremos opuestos de una conexión pueden utilizar diferentes valores DLCI para hacer referencia a la misma conexión virtual.

EA: La Ea (Dirección Extendida) se utiliza para indicar si el byte cuyo valor EA es 1, es el último campo de direccionamiento. Si el valor es 1, entonces se determina que este byte es el último octeto DLCI. Aunque todas las implementaciones actuales de Frame Relay utilizan un DLCI de dos octetos,

esta característica permitirá que en el futuro se utilicen DLCIs más largos. El octavo bit de cada byte del campo Direcciones se utiliza para indicar el EA.

**C/R:** El C/R es el bit que sigue después del byte DLCI más significativo en el campo Direcciones. El bit C/R no está definido hasta el momento.

**Control de la Saturación:** Este campo consta de 3 bits que controlan los mecanismos de notificación de la saturación en Frame Relay. Estos son los bits FECN, BECN y DE, que son los últimos 3 bits en el campo Direcciones.

**FECN** (Notificación de la Saturación Explícita Hacia delante) es un campo de un solo bit que puede fijarse en un valor de 1 por medio de un interruptor para indicar a un dispositivo DTE terminal, como un ruteador, que ha habido saturación en la dirección de la transmisión de la trama del origen al destino. La ventaja principal de usar los campos FECN y BECN es la habilidad que tienen los protocolos de las capas superiores de reaccionar de manera inteligente ante estos indicadores de saturación. Hoy en día, los protocolos DECnet y OSI son los únicos protocolos de las capas superiores que implementan estas características.

**BECN** (Notificación de Saturación Explícita Hacia Atrás) es un campo de un solo bit que, al ser establecido en 1 el valor por un switch, indica que ha habido saturación en la red en la dirección opuesta a la de la transmisión de la trama desde el origen al destino.

**DE** (Elegibilidad para Descarte) es fijado por el dispositivo DTE, un ruteador por ejemplo, para indicar que la trama marcada es de menor importancia en relación con otras tramas que se estén transmitiendo. En una red saturada las tramas que se marcan como "elegible para descarte" deben ser descartadas antes de cualquier otra. Lo anterior representa un mecanismo justo de establecimiento de prioridad en las redes Frame Relay.

- **Datos** – Los datos contienen información encapsulada de las capas superiores. Cada trama en este campo de longitud variable incluye un campo de datos de usuario o carga útil que variará en longitud y podrá tener hasta 16,000 bytes. Este campo sirve para transportar el PDU a través de una red Frame Relay.
- **Secuencia de Verificación de Tramas** – Asegura la integridad de los datos transmitidos. Este valor es calculado por el dispositivo de origen y verificado por el receptor para asegurar la integridad de la transmisión.

**CAPITULO 2**  
**INTERCONECTIVIDAD ENTRE**  
**REDES**

## INTERCONECTIVIDAD ENTRE REDES.

### 2.1. MODELO DE REFERENCIA OSI DE ISO.

La Organización Internacional de Estándares (ISO) propuso un modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos (OSI). Tal modelo corresponde en sí a una arquitectura jerárquica de protocolos. Las capas o niveles considerados y sus respectivos nombres asociados se muestran en la siguiente figura 2.1.

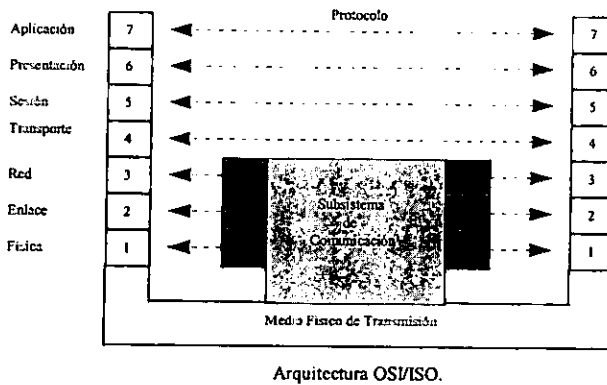


Figura 2.1. Capas del Modelo OSI.

Es importante enfatizar que cada capa es independiente de las otras por tal motivo, una vez definidas y especificadas las interfases entre capas, los protocolos pueden cambiarse sin que esto tenga consecuencias contrarias. Siguiendo con el mismo razonamiento, el medio físico de transmisión puede variar y, a lo más podrá afectar a las tres primeras capas con ligeros cambios.

#### 2.1.1. CAPA FÍSICA.

El medio físico de transmisión puede ser, según el sistema de transmisión de datos: par trenzado (simple alambre metálico tipo telefónico), cable coaxial (tipo cable de televisión CATV: Community Antenna Televisión), fibra óptica, ondas (radio, micro ondas, satélite, óptico). El uso de algún medio físico en particular dependerá del contexto específico de aplicación de la red. Por ejemplo: para una red industrial quizás la fibra óptica proporcione la inmunidad al ruido

deseada; la situación particular de una red local para oficina podría solucionarse adecuadamente con el cable coaxial.

La capa física ocupa la menor jerarquía (es la más baja) en la arquitectura OSI/ISO. Ella asegura el transporte físico de la información. Las entidades de esta capa son responsables de establecer, mantener y romper una conexión física entre un DTE y DCE. La norma RS-232 C representa el ejemplo más simple y conocido de una capa física. Su unidad de transferencia es el Bit.

### 2.1.2. CAPA DE ENLACE.

La capa de enlace (Data Link) es responsable de la transferencia de datos libres de errores en la línea física. Es un hecho real que las líneas físicas (alambre metálico, cable coaxial, satélite, radio, etc.) son susceptibles a errores provocados por interferencias electromagnéticas, ruidos eléctricos, obstáculos materiales, etc. Otra de sus funciones específicas es el control de flujo de la información, es decir, la regulación de tráfico en la línea. Su unidad de transferencia es la *trama* (Frame: bloque de bits u octetos). Para la mayoría de las redes teleinformáticas esta capa es la más importante.

### 2.1.3. CAPA DE RED.

La capa red permite multiplexar la línea física en un conjunto de circuitos virtuales. Esto significa que varios usuarios pueden transferir información por una misma línea física de manera compartida. Su unidad de transferencia es el *paquete*; el cual es contenido en la trama. Además es responsable del enrutamiento de los paquetes a través del subsistema de comunicaciones, así como el control de flujo de éstos (regulación de tráfico a nivel circuito virtual). Finalmente, una función muy importante y recientemente de gran interés es la interconexión de redes o simplemente conectividad.

### 2.1.4. CAPA DE TRANSPORTE.

La capa de transporte es la interfaz entre el subsistema de comunicaciones (capas 1, 2, y 3) y las capas superiores (5, 6 y 7) que tienen relación con la aplicación del usuario. El servicio que puede proporcionar depende de la calidad del subsistema de comunicaciones. El protocolo de transporte es el primer protocolo de extremo a extremo (end to end) por medio del cual interactúan entidades (procesos) localizadas en sitios diferentes. Esta capa es responsable de que los mensajes (conjunto de paquetes) enviados por la entidad emisora lleguen bien a la entidad destinataria. Su unidad de transferencia es el *mensaje*. Una de

sus funciones típicas explícitas consiste en fragmentar los mensajes en bloques de menor tamaño denominados paquetes, en el lado transmisor y recomponerlos en el lado receptor. En esta capa es completamente independiente del hardware particular del sistema de comunicaciones, una decisión acertada sobre la capa tiene implicaciones cruciales para las aplicaciones deseadas del usuario.

### 2.1.5. CAPA DE SESIÓN.

La capa de sesión sirve como interfaz entre el usuario y el servicio de transporte. Está es responsable del establecimiento y diálogo entre procesos distantes. Tiene como función activar y sincronizar ciertos eventos, por ejemplo:

- Diálogo bilateral simultáneo o alternado.
- Puntos de sincronización para el chequeo intermedio y recuperación de transferencias de archivos.
- Aborto y re-inicio.
- Sincronización de procesos distribuidos para mantener coherencia de la información.

### 2.1.6. CAPA DE PRESENTACIÓN.

La capa de presentación permite la homogeneización de datos y de dispositivos. Es útil para máquinas que utilizan códigos ASCII, EBCDIC, BAUDOT, que al formar parte de una red no deben tener problemas de incompatibilidad. Así también terminales con características diversas se podrán integrar a la red sin dificultad (TV-100, IBM 3270, terminales tontas). La disparidad de sistemas de manejo de archivos, por la diferencia de sistemas operativos, no será más obstáculo. También es común encontrar en esta capa distintos servicios de valor agregado, tales como: criptografía, compresión de datos, videotext, teletext, ..., etc.

### 2.1.7. CAPA DE APLICACIÓN.

Este nivel es el que permite una total transparencia entre los usuarios de los equipos de cómputo, a nivel de aplicaciones. Especifica la interfaz de comunicación con el usuario y administra la comunicación entre aplicaciones de la red.

---

Para poder interconectar redes o segmentos de ellas existen varios dispositivos que superan las limitantes que se presentan, estos son:

- Repetidores
- Puentes
- Ruteadores
- Gateways

La arquitectura del modelo OSI/ISO ha tenido una gran aceptación entre los diversos fabricantes, actualmente se le considera el marco de referencia para todo lo relacionado con comunicaciones de datos. Una ilustración gráfica de su cobertura se muestra en la figura 2.2.

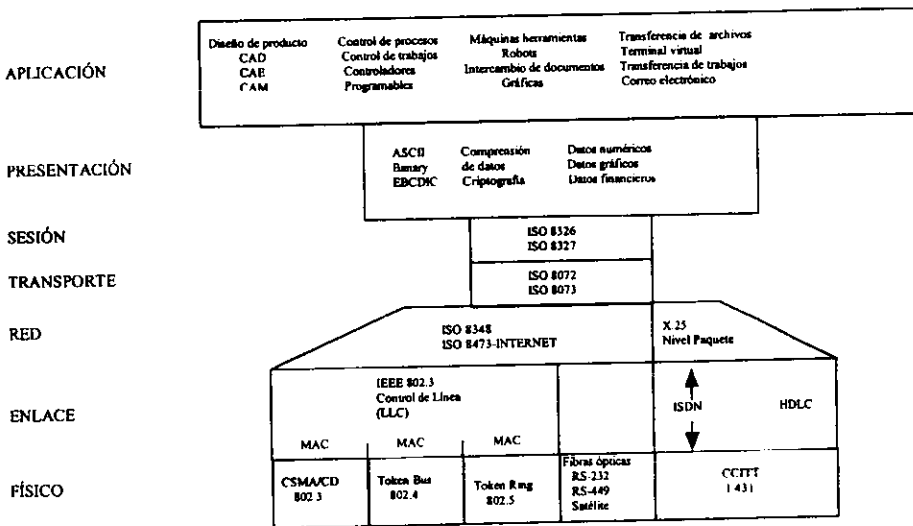


Figura 2.2. El Modelo OSI/ISO como marco de referencia global.

Sin embargo, no todos los fabricantes o inclusive organismos normativos han adoptado por completo el modelo OSI/ISO, aunque tienen perspectiva optimistas de que ello se logre en los próximos años; es evidente que la amplitud del mercado internacional los hará sensibles a la problemática. En la Tabla 2.1 se muestra comparativamente el modelo OSI/ISO con respecto a otras normas.

ISO	SNA	NBS	IEEE 802	TELEPROCESO
Aplicación	Usuario	Varios	Varia según Fabricantes	Varia según la Aplicación
Presentación	Servicios Nau	Varios		
Sesión	Control de Flujo	Sesión		
Transporte	Control Transmisión	Transporte		
Red X.25	Control de Trayectoria	Entre Procesadores		Multiplexores y/o Concentradores
Enlace LAP-B	SDLC	LAP-B	LLC MAC	Síncrono o Asíncrono
Físico X.21	X.21	X.21	Físico	Físico

Tabla 2.1. El modelo OSI y algunas normas de facto.

Como puede observarse en la Tabla 2.1, la red SNA (System Network Architecture) de IBM no es compatible con OSI/ISO; a pesar de ello IBM ha adoptado una solución intermedia: en primer lugar proporciona su red SNA, útil para todos los equipos IBM; en segundo lugar término ofrece productos compatibles con OSI/ISO cuando los equipos no sean del mismo fabricante.

Es notorio el caso de las redes de teleproceso, donde cada fabricante impone su norma; tal parece que todo esto se debiera a cierto grado de conectividad: en la medida que se incrementa el grado de conectividad, equipos y redes de distintos fabricantes deberán coexistir, lo cual resultará imposible sino se sigue una norma internacional y única.

Después de más de 10 años de normalización la ISO no ha terminado su labor. Durante este arduo período de trabajo ha establecido alianzas con otros organismos, en especial con CCITT. Por ejemplo, las recomendaciones X.25 las estableció CCITT, la ISO únicamente las refinó y las integro en su modelo de referencia. En la Tabla 2.2, se muestra el estado actual de la normalización en el ISO y en CCITT.



ARQUITECTURA OSI	NORMA OSI	RECOMENDACIÓN CCITT
Modelo de referencia OSI	IS 7498	X200
Capa Física y Enlace	DIS 8208	X.21, HDLC
Capa de Red	DP 7776	X.25 paquetes
Servicio de Red	DIS 8348	X.213
Conexión entre Redes	DIS 8473	X.300
Servicio Transporte	DIS 8072	X.214
Protocolo Transporte	DIS 8073	X.224
Transporte Teletex		T.70 incluido en X.214 y X.224
Servicio Sesión	DIS 8326	X.215
Protocolo Sesión	DIS 8327	X.225
Sesión Teletex		T6 incluido en X.215 y X.225
Servicio de Presentación		T77
Protocolo Presentación		T101 videotex
Sintaxis Transferencia	IS 2022, IS 646	X.409
Codificación Datos		T61 caracteres
		T100
		T4 gráficas
		T6
Servicio y Protocolo de mensajería de transferencia de archivos de transferencia y manipulación de trabajos a distancia	FTAM (en curso de estudio)	X.400-401-408-410-411 420-430

Tabla 2.2. Normas establecidas en ISO y en CCITT.

## 2.2. PROTOCOLO DoD (Department of Defense).

El protocolo DoD tiene los elementos mostrados en la figura 2.3.

El Departamento de Defensa de EUA (DoD) desarrollo este protocolo a lo que posteriormente les llamó de Internet (TCP/IP), que fueron diseñados para soportar comunicaciones entre hosts en el medio.

La capa de Protocolo de Internet (IP) dirige los datos entre hosts. Los datos pueden recorrer una simple red o pueden ser relevados a través de redes severas en una Internet. Los datos son acarreados en unidades llamadas **Datagramas**.

La capa IP es conocida como "no orientada a conexión", por que cada datagrama es dirigido independientemente e IP no puede garantizar la confiabilidad o una secuencia deliberada de los datagramas.

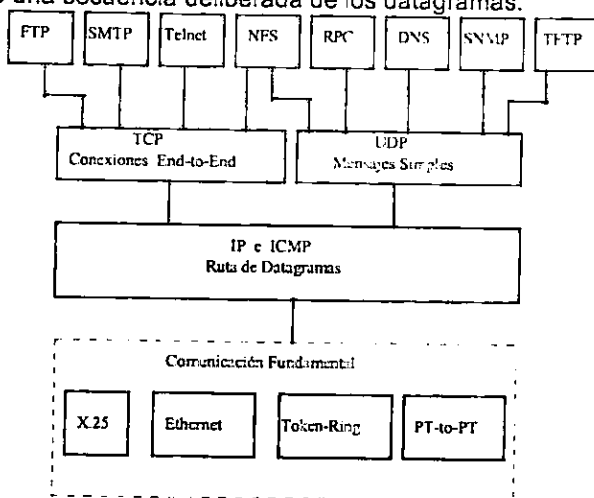


Figura 2.3. Protocolo DoD.

El Protocolo Internet no tiene mecanismos para reportar o corregir errores. Esto se puede realizar mediante un módulo llamado el Protocolo de Control de Mensajes de Internet (ICMP) para: (a) reportar errores en el procesamiento de un datagrama, y (b) provee unos mensajes de estado y administrativos.

ICMP reside en una computadora host o una compuerta como una acompañante para el IP. El ICMP es usado entre hosts y compuertas por un número de razones, tales como: (1) cuando los datagramas no pueden ser entregados, (2) cuando una compuerta directa con tráfico sobre una ruta corta, o (3) cuando una compuerta no tiene la suficiente capacidad en buffer para mantener y transmitir protocolos de datos.

ICMP es un usuario de IP. IP encapsula las unidades de datos ICMP en datagramas IP para transportarlos a través de un Internet.

El Protocolo de Control de Transmisión (TCP) provee un servicio "orientado a conexión". Es responsable de ensamblar datos pasados desde aplicaciones de capas superiores a paquetes estándar y asegurar que los datos se transfieran correctamente. TCP contiene mecanismos usados para garantizar que los datos estén libres de errores, completos y en secuencia.

\* *Servicio Orientado a Conexión*: Es aquél que necesita reconocimiento de la transmisión para asegurar la integridad de los datos, pero es un protocolo lento. Implica el uso de una trayectoria específica que se establece durante el tiempo que dura la conexión. Tiene tres fases: el establecimiento de la conexión, la transferencia de datos y la terminación permanente.

TCP manda unidades llamadas **Segmentos** que pasan hacia IP, el cuál los dirige a su destino. TCP acepta segmentos de entrada de IP, determina cuál aplicación es el receptivo y aprueba los datos para aquella aplicación, en el orden en el cuál fueron enviados.

Telnet, SMTP y FTP son aplicaciones usando ambos protocolos TCP y IP, los cuales pueden ser accedados directamente por el usuario.

**Telnet** Permite una comunicación orientada a byte bidireccional en el diálogo con otros sistemas. Las siguientes conexiones son posibles:

- \* entre una terminal sobre el host A y una aplicación sobre el host B;
- \* entre una terminal sobre el host A y una terminal sobre el host B;
- \* interproceso de comunicación entre aplicaciones sobre hosts A y B.

**FTP** Puede ser usado para compartir archivos, para copiar datos y programas entre diferentes sistemas y para acceder indirectamente a recursos sobre otras computadoras. Telnet es usado para establecer la conexión y la ejecución de comandos.

**SMTP** Es usado para transmitir correo a hosts los cuales son atribuidos a algunas redes LAN o las cuales son accesibles vía una compuerta, si al mandar y recibir no está en alguna red.

Ciertas aplicaciones invocan el Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP) para mandar mensajes aislados en orden hacia otra aplicación. Los paquetes de datos UDP están dentro de unidades llamadas datagramas de usuario y los pasa hacia IP para dirigirlos a su destino. UDP tiene un servicio "no orientado a conexión", es un protocolo mucho más rápido pero no asegura, en esta capa, la seguridad de los datos, y frecuentemente es usado para una base de datos.

\* *Servicio No Orientado a Conexión*: Es aquél que no necesita reconocimiento de transmisión para poder seguir con la secuencia de tramas. Implica la transferencia de datos a través de una conexión establecida en forma permanente. NFS, DNS RPC, SNMP y TFTP son aplicaciones usadas para el protocolo UDP.

---

**NFS (Network File System):** El sistema de archivos de Red tiene dos servicios:

- \* Archivos de acceso al cliente: Permite a una computadora acceder archivos remotos como si fueran locales. Los usuarios finales y programas locales serán desprevénidos de la localización actual de estos archivos.

- \* Servidor de archivos: mantiene directorios como un servidor que puede ser accedido por computadoras específicas sobre una red.

**DNS (Domain Name System):** El sistema de nombre de dominio consiste de una base de datos de nombres y direcciones de los hosts distribuidas a través de la activación de servidores. Los protocolos DNS hacen posible a usuarios preguntar y recibir respuestas de la base de datos. Cuenta con dos servicios:

- \* Sistema de red de nombres para trasladar direcciones de clientes: Asigna a los usuarios finales y programas el poder observar los nombres de host y así obtener sus direcciones de red.

- \* Sistema de red de nombres para trasladar direcciones de servidores: Mantiene la traslación de direcciones de la base de datos y responde a las preguntas de los clientes.

**SNMP (Simple Network Management Protocol):** El protocolo de administración de red simple ha sido diseñado para ser útil y fácil de implementar, y llevarlo al mercado en un tiempo récord. Incorpora dos productos:

- \* Agente administrador de red: Un sistema de equipo para registrar y reportar información de estado y desempeño. Un agente también pone al día la configuración de la información en respuesta a direcciones de una administrador remoto.

- \* Administrador de red. Habilita a un sistema para monitorear y configurar al agente administrador de red en sistemas distribuidos.

**RPC (Remote Procedure Call):** El procedimiento de llamada remota, es un programa de llamada de subrutina remota. Asigna al programa llamador, nombre a un cliente, para mandar un mensaje hacia el servidor. El programa llamador entonces espera un mensaje de respuesta. Este mensaje de llamada incluye parámetros definiendo de que es lo que se debe llevar acabo hacia el lugar remoto. El mensaje de respuesta contiene el resultado del procedimiento de llamada.

RPC puede ser implementado en TCP o UDP. El mensaje de llamada contiene solamente tres campos: (a) número de programa remoto, (b) número de versión del programa remoto, y (c) número de procedimiento remoto.

**TFTP** (Trivial File Transfer Protocol): El protocolo de transferencia de archivo trivial es llamado como un protocolo de transferencia de archivos simple. No es tan complejo como FTP, ni tiene tantas funciones. Realmente tiene muy pequeña confiabilidad para enlaces end-to-end, por que se apoya en UDP. Este no se usa con TCP. No obstante, TFTP tiene algunas señales integras, tiempos de soporte y la capacidad de retransmisión.

Típicamente, el transmisor envía un bloque fijo de datos (512 bytes) y espera por un reconocimiento, antes de enviar el siguiente bloque. Este tipo de operación es conocido como el "protocolo flip-flop", por que el transmisor espera por un reconocimiento antes de enviar el próximo bloque de datos, y el receptor reconoce cada bloque antes de enviar el subsecuente bloque al transmisor.

## 2.3. INTERCONEXIÓN ENTRE REDES.

### 2.3.1. REPETIDORES.

Cada sistema de cableado, independientemente de la topología de la red, tiene diferentes limitaciones físicas en la máxima longitud de un segmento. Una de las razones para la restricción en la distancia es que la señal se atenúa a mayor distancia, aún la fibra óptica la cual utiliza luz como señal tiene este problema. Para extender un segmento de LAN con estas limitaciones se podrá utilizar un repetidor el cual es un dispositivo que opera en la capa más inferior del modelo OSI, lo que un repetidor es capaz de hacer es la amplificación y regeneración de la señal y posteriormente pasar éste a lo largo del otro segmento de cable. El repetidor trabaja en ambas direcciones para regenerar la señal.

### 2.3.2. PUENTES (BRIDGES).

Un puente es simplemente un dispositivo que sirve para conectar dos ó más redes. El puente trabaja en la capa dos del modelo OSI. Estos tienen la capacidad de permitir o negar el acceso a un segmento de red ya que es posible que sepan cuales direcciones están en uno u otro segmento de la misma. Sus principales funciones son trasladar datos de un medio físico a otro diferente, permitir la unión de dos redes diferentes con controles de acceso al medio y aislar el tráfico en dos segmentos de red. La figura 2.4, ilustra la operación de un bridge entre dos LANs, A y B. El desempeño del bridge tiene las siguientes funciones:

---

- \* Lee todas las tramas transmitidas en A, y acepta aquellas direcciones de estaciones en B.
- \* Usando el protocolo de control de acceso al medio para B, retransmite la trama hacia B.
- \* Tiene igualdad de tráfico de B hacia A.

En adición para estas funciones básicas, hay algunas consideraciones interesantes de diseño:

1.- El bridge no hace modificaciones en el contenido o formato de las tramas recibidas.

2.- El bridge deberá contener bastante espacio para soportar las demandas. Sobre un período corto de tiempo, las tramas pueden llegar más rápidas, que las que son retransmitidas.

3.- El bridge debe de contener direccionamiento y ruteamiento inteligente. Debe de conocer cuales son las direcciones ordenadas para cada red, y así conocer cuales tramas son a transmitir.

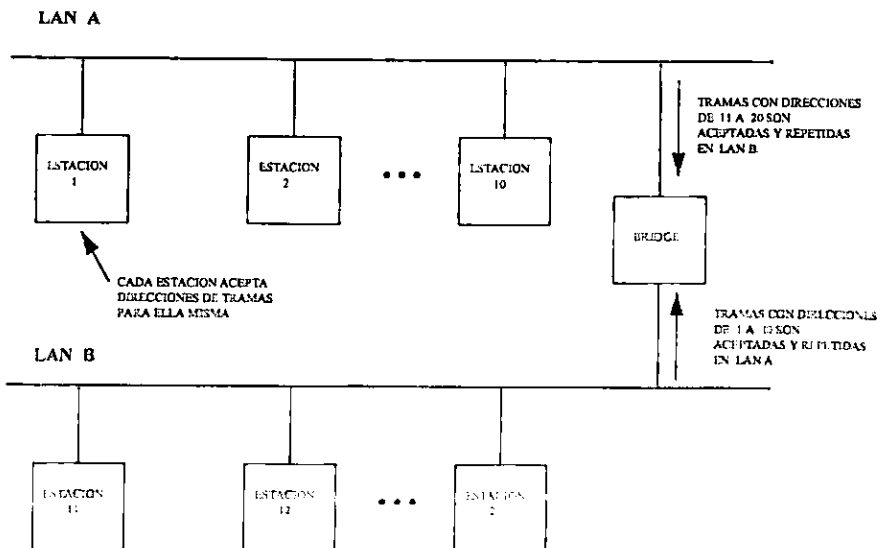


Figura 2.4. Los Bridges (Puentes).

Existen dos tipos de puentes los transparentes y los de ruta fuente. Los puentes transparentes aprenden la localización de los nodos asociando la dirección de los paquetes con la línea en donde fueron recibidos. Usando esta información los puentes constituyen tablas que les son útiles para decidir si determinado paquete puede pasar al siguiente segmento.

En los puentes de rutas fuente, la ruta destino está contenida en el paquete, por lo cual son muy simples. Cada dispositivo en la red tiene que conocer las direcciones de todos los dispositivos en la misma, lo cual es hecho por medio de un tipo específico de paquetes llamados exploradores.

### 2.3.3. RUTEADORES (ROUTERS).

Un ruteador permite conectar diferentes redes. Debido a que un ruteador trabaja en la capa tres del modelo OSI este puede examinar los paquetes que viajan a través de la red y tener un mejor manejo en el tráfico de está. Un ruteador mantiene tablas de las direcciones de red que permiten la consideración del análisis de tráfico en la red.

Los ruteadores almacenan y reexpiden paquetes entre redes que no son iguales.

### 2.3.4. COMPUERTAS (GATEWAYS).

Las compuertas son usadas para conectar redes que tengan arquitecturas completamente diferentes y por lo tanto al utilizar diferentes arquitecturas podrán ser empleados diferentes protocolos. Los gateways hacen todas las conversiones que sean necesarias para cambiar de un protocolo a otro y sus funciones son:

- Conversión del formato del mensaje. Debe ser capaz de convertir mensajes a un formato, tamaño y codificación apropiados para la red a la cual se está entrando.

- Traducción de direcciones. Debe tener la característica de traducir todas las direcciones asociadas con un mensaje al esquema de direcciones de la red destino.

- Conversión de protocolo. Tiene que ser capaz de reemplazar la información de control de una red a los datos de control de la otra que ofrezcan servicios parecidos.

---

Existen actualmente, tres divisiones principales de Gateways en el mercado que son las siguientes:

- Gateways que utilizan enlace síncrono a computadoras IBM 43XX y 30XX, IBM medianos (familia 34/36/38) a otros equipos mayores (UNIVAC).
- Gateways que utilizan enlaces asíncronos a computadoras también llamados Servidores de Comunicaciones.
- Gateways que utilizan protocolo X.25 a redes públicas.

Ver figura 2.5, donde se muestra como se utilizan las gateways.

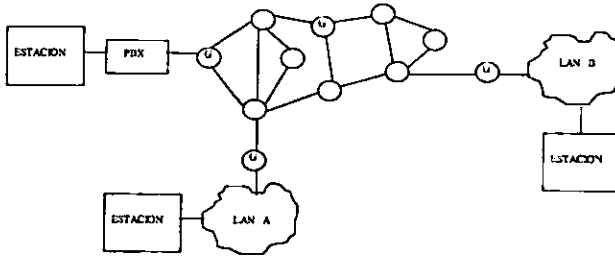


Figura 2.5. Los Gateways (Compuertas).

Las compuertas son convertidores de protocolos, proporcionan interconexión entre capas superiores (algunos ruteadores recientes permiten la conversión de protocolos y por tanto realizan funciones de capa cuatro).

La elección de un ruteador o una compuerta dependerá de los recursos económicos con que se cuenten. Por ejemplo los ruteadores son equipos muy costosos, pero son la mejor opción para implementar una buena red. Así mismo hay algunas compuertas que funcionan igual pero con un costo más económico, con respecto a los ruteadores, entonces la elección del equipo depende del dinero que se piense invertir en la red.



## 2.4. TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN (TECNOLOGÍA DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES).

Las tecnologías de conmutación de paquetes utilizan nodos intermedios para enviar la información entre la máquina fuente y la máquina destino. Estos nodos no participan en el proceso de la información, sino únicamente en la tarea de conmutación de la información hacia la máquina destino.

Las tecnologías de conmutación de paquetes dividen la información a enviar en unidades con un límite en el tamaño llamadas paquetes.

Dentro de las tecnologías de conmutación de paquetes se encuentran las redes X.25 y las redes TCP/IP. Nos enfocaremos al análisis de las redes TCP/IP.

### 2.4.1. TCP / IP.

A mediados de los 60's, hubo un proyecto conocido como el proyecto de ARPANET (Advanced Research Project Agency NETWORK, Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Redes), que fue uno de los primeros esfuerzos por lograr que computadoras de diferentes fabricantes pudiesen intercambiar información. ARPANET tuvo éxito al iniciar sus operaciones conectando computadoras, nodos que incluían la Universidad de California en San Bernardino, el Instituto de Investigaciones de Stanford y la Universidad de Utah. ARPANET mantuvo sus funciones hasta fines de los 70's cuando fue segregada en varias redes, de las que surgieron por ejemplo NSFNET (National Science Foundation Network; Red de la Fundación Nacional de la Ciencia) y MILNET (Military Network; Red Militar) que actualmente sirven a las principales universidades y centros de investigación más importantes del mundo y a la OTAN respectivamente.

La experiencia que brindó la creación de la red ARPANET, que empleo en sus inicios protocolos de comunicación rudimentarios, sirvió de base en el desarrollo de protocolos más complejos. ARPANET fue uno de los primeros intentos en la comunicación de datos con técnicas de conmutación de paquetes de información. Así mismo ARPANET fue una aventura en la que participaron organismos no oficiales en cuestión de estándares internacionales.

En la segunda mitad de los 70's, el Departamento de la Defensa de los EUA (DoD), que entonces controlaba en gran parte la red ARPANET (de hecho por aquel entonces ARPANET era conocido como DARPANET), a través de la agencia de proyectos de investigación avanzada del mismo departamento de la defensa (DARPA por DoD Advanced Research Project Agency), propuso un proyecto el cual debía generar el desarrollo de un protocolo para comunicaciones

entre nodos de computadoras de una extensa red. Tal protocolo debía cumplir con ciertos requisitos para ser instalado. Así, que en 1979, se publicó el documento que contenía todo el marco teórico del protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol; Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet). En 1983, prácticamente las redes que surgieron de ARPANET, habían abandonado los viejos protocolos, para implantar el nuevo conjunto de protocolos TCP/IP.

El principal acierto del protocolo fue haber desarrollado una arquitectura de comunicaciones sólida en caso de que la red o sus componentes sufrieran fallas, además de que puede acomodar múltiples servicios de comunicación sobre una gran gama de redes de área local y de área amplia. En la fig. 2.6 muestra el conjunto de protocolos TCP/IP.

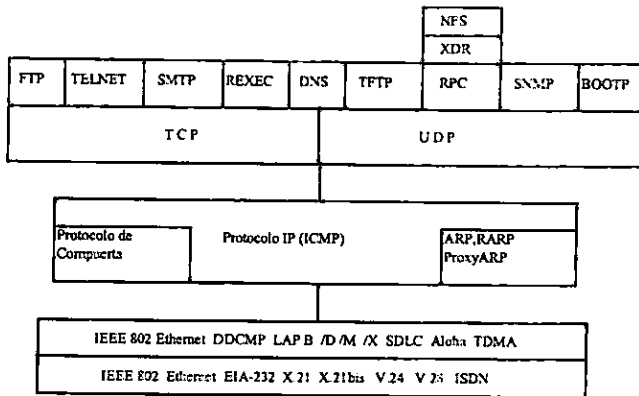


Figura 2.6. TCP/IP.

Para comprender las operaciones de TCP/IP introduciremos primero los siguientes conceptos y términos. En la figura 2.7, el término compuerta o router, es usado para describir una máquina que desempeña funciones de relevo entre redes.

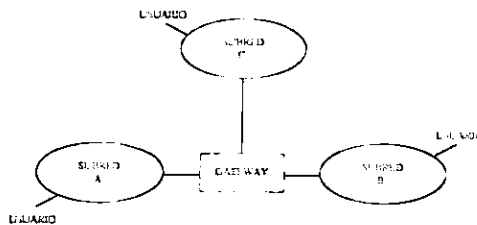


Figura 2.7. La compuerta y subredes.

Las redes A, B y C son muchas veces llamadas subredes. El intermedio de las tres redes, consiste de una red totalmente lógica con la contribución de las subredes para todas sus operaciones de redes Internet.

Una red Internet con compuerta se diseña para permanecer con aplicaciones transparentes para el usuario final. Realmente, el usuario final tiene sus aplicaciones en los host conectados a las redes; raramente las aplicaciones del usuario se encuentran en la compuerta. Primero la compuerta no necesita cargarse con protocolos de la capa de aplicación. Puesto que ellos no están invocando a las compuertas, las compuertas pueden dedicarse a unas cuantas tareas, tales como administración del tráfico entre redes. Esto no concierne con funciones de niveles de aplicación tales como: acceso a la base de datos, correo electrónico y administración de archivos.

Segundo, este acceso permite a la compuerta soportar cualquier tipo de aplicación, por lo que la compuerta considera a los mensajes de aplicación nada más como una Unidad de Datos de Protocolo transparente (PDU).

En adición a la capa de aplicación transparente, la mayor parte de los diseñadores intentan mantener la compuerta transparente hacia las subredes, y viceversa. Esto es, la compuerta no se hace cargo del tipo de red asignada. El principal propósito de la compuerta es el recibir un PDU, el cual contiene un direccionamiento de información para habilitar a la compuerta y dirigir el PDU a su destino final, o la próxima compuerta. Esta distinción es atractiva por que hace a las compuertas un tanto modular; puede usarse en diferentes tipos de redes.

#### 2.4.2. EJEMPLO DE OPERACIÓN DE TCP/IP.

La figura 2.8 muestra la relación de las compuertas y subredes a nivel de protocolos. Asumiendo que la aplicación del usuario en el host A manda una aplicación PDU hacia una aplicación a nivel de protocolos en el host B, tal como un sistema de transferencia de archivos. El software de transferencia de archivos desempeña una variedad de funciones y agrega un encabezado a la transferencia de archivos para los datos de usuario.

Como se muestra, las flechas indican un descenso en el stack del protocolo en el host A, estas unidades pasan a TCP, el cual es un protocolo de transporte. TCP desempeña funciones importantes y agrega un encabezado al PDU transportado. La unidad de datos es ahora llamada *segmento*. El PDU de las capas superiores es considerado como datos para TCP.

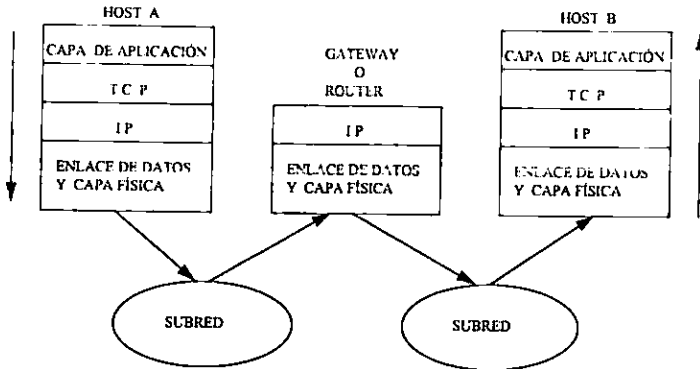


Figura 2.8. Ejemplo de operación de TCP/IP.

Siguiendo los pasos del segmento TCP hasta la capa de red, la cual opera con IP. IP además desempeña servicios específicos y agrega un encabezado. Esta unidad (ahora llamada *datagrama* en términos de TCP/IP), es pasada hacia las capas inferiores. Aquí la capa de enlace de datos agrega un encabezado, también como una cola, y la unidad de datos (ahora llamada *trama*), es puesta en operación en la red por la capa física. Si el host B manda datos hacia el host A, el proceso se invierte, por supuesto, y la dirección de las flechas cambian.

El administrador de red es libre de manipular y administrar el PDU en cualquier instante necesariamente. No obstante, en más instancias el Internet PDU (datos y encabezados) permanece sin cambios como si se transmitiera a través de la subred.

La figura 2.8, ve la importancia de la compuerta, donde su procedimiento a través de las capas inferiores y se distribuyen en la capa de red IP. Aquí se decide la ruta y se hacen bases en las direcciones provistas por el host.

Después de haber hecho estas decisiones de enrutamiento, los datagramas se pasan hacia el enlace de comunicaciones, que está conectado a la apropiada red (constando de capas inferiores). Los datagramas son re-encapsulados en la capa de enlace de datos PDU (usualmente llamada *trama*) y se pasan a la siguiente subred. Como antes que, si estas unidades se mueven a través de subredes transparentes (usualmente), donde finalmente llega al host destino.

El host destino B recibe el tráfico a través de sus capas inferiores e invierte el proceso que ocurrió en el host A. Esto es, su desencapsulado del encabezado.

El encabezado es usado por la capa para determinar la acción tomada; los encabezados gobiernan las operaciones de las capas.

El PDU creado por aplicación de transferencia de archivos es pasada a la aplicación de transferencia de archivos reside en el host B. Sin embargo, la aplicación puede desempeñar una variedad de funciones, dependiendo del encabezado recibido. Esto es concebible por que los datos deberán ser pasados a otra aplicación del usuario final en el host B, pero en cualquier instancia, los usuarios en el host A, solamente desearán obtener los servicios de protocolo, tales como: transferencia de archivos o servidor de correo electrónico. En este caso no es necesario el proceso de aplicación del usuario final invocado en el host B.

### 2.4.3. ESTRUCTURA DE DIRECCIONAMIENTO IP.

Para realizar la comunicación de los host en una red, es necesario establecer un método de identificación de cada host en la red. Este método consiste en asignar una dirección lógica a cada host en la red, además los hosts con varios puertos de comunicación recibirán direcciones para cada uno de éstos.

En este momento cabe aclarar que como *Host* se entiende cualquier computadora personal, minicomputadora, trama principal, enrutador, servidor de comunicaciones, concentrador o cualquier máquina o equipo de cómputo con CPU.

En una red TCP/IP una dirección lógica de 32 bits es asignada a cada host y es usada en todas las comunicaciones con ese host, como se muestra en la figura 2.9. Esta dirección es conocida como Dirección IP.

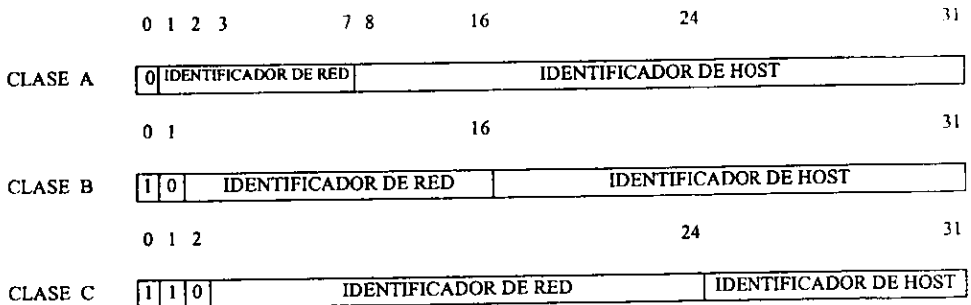


Figura 2.9. Formatos de Direcciones IP.

Cada Dirección IP es un par (Dirección IP=Dirección de Red + Dirección de Host). En la práctica, cada Dirección IP debe tener uno de los primeros tres formatos mostrados en la figura 2.9.

Se debe notar que las direcciones IP no especifican únicamente la dirección de una máquina individual, sino una conexión a una red, al codificar red y host en el mismo formato.

Las direcciones de clase A son usadas para manejar redes que tienen más de 16,777,215 hosts y un máximo de 128 redes, es decir, se utilizan 7 bits para el identificador de red y 24 bits para el identificador de host. Las redes clase B se han implementado para redes de tamaño mediano, donde el identificador de red usa 14 bits y el identificador de host 16 bits. Finalmente las redes clase C asignan 21 bits para el identificador de red y 8 bits para el identificador de host, como se muestra en la tabla 2.3.

RED PRIMER OCTETO	NÚMERO DE HOST DISPONIBLES	NÚMERO DE REDES DISPONIBLES
CLASE A 0 0000001 - 1 0 1111110 - 126	$2^{24} - 2 = 16,777,214$	$2^7 - 2 = 126$
CLASE B 10 000000 - 128 10 111111 - 191	$2^{16} - 2 = 65,532$	$2^{14} - 2 = 16,382$
CLASE C 110 00000 - 192 110 11111 - 223	$2^8 - 2 = 254$	$2^{21} - 2 = 2,097,150$
CLASE D 1110 0000 - 224 1110 1111 - 239	MULTICAST	MULTICAST
CLASE E 11110 000	USO FUTURO	USO FUTURO

Tabla 2.3. Clase de Redes IP.

Además de las clases de direcciones mencionadas existen direcciones IP que indican un broadcast restringido con un valor de 1 en los 32 bits de la dirección IP (255.255.255.255) y broadcast dirigido con valor de 1 en los bits pertenecientes al host en la dirección IP (por ejemplo 131.108.3.255 en una red clase B).

## 2.5. ARP (PROTOCOLO DE RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN).

Dos máquinas en una misma red física (mismo segmento de red o subred) pueden comunicarse únicamente, si cada una de ellas conoce la dirección física de la otra.

El protocolo ARP es usado por un host en la red que conoce la dirección IP de la estación destino con la que quiere hablar, pero no conoce su dirección física. Este protocolo sólo es aplicable cuando las 2 máquinas se encuentran en el mismo segmento de red.

### 2.5.1. ENCAPSULAMIENTO ARP.

Cuando un mensaje ARP viaja de una máquina a otra, debe ser transportado dentro de la porción de datos de una trama, como se muestra en la figura 2.10. Para identificar que una trama transporta datos ARP, el emisor asigna un valor especial al campo de tipo dentro del encabezado de la trama. En las tramas de redes Ethernet conduciendo mensajes ARP, el campo de tipo tiene valor de 0806 en hexadecimal.

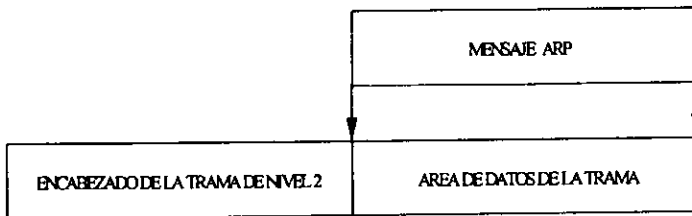


Figura 2.10. Encapsulado del mensaje ARP.

### 2.5.2. FORMATO DEL MENSAJE ARP.

El formato del mensaje para el protocolo ARP se muestra en la figura 2.11.

**Tipo de Hardware:** Este campo indica el tipo de hardware utilizado en la capa física de la red. Tal como 0001 en redes Ethernet.

**Tipo de Protocolo:** Este campo contiene un código utilizado para mostrar el tipo de dirección de protocolo de nivel alto que es usada en la red. Por ejemplo 0800 para IP.

0	4	8	1 6	19	24	31
TIPO DE HARDWARE			TIPO DE PROTOCOLO			
LONGITUD DEL ENCABEZADO	LONGITUD DEL PROTOCOLO		OPERACIÓN			
DIRECCIÓN DE HARDWARE DEL EMISOR (1-4 OCTETOS)						
DIRECCIÓN DE HARDWARE DEL EMISOR (5-6 OCTETOS)			DIRECCIÓN IP DEL EMISOR (1-2 OCTETOS)			
DIRECCIÓN IP DEL EMISOR (3-4 OCTETOS)			DIRECCIÓN DE HARDWARE DEL RECEPTOR (1-2 OCTETOS)			
DIRECCIÓN DE HARDWARE DEL RECEPTOR (3-6 OCTETOS)						
DIRECCIÓN IP DEL RECEPTOR (1-4 OCTETOS)						

Figura 2.11. Formato del mensaje ARP.

**Longitud del Hardware:** Este campo muestra el número de bytes usados para la dirección de hardware. Este campo es establecido a 6 para redes Ethernet. La longitud mencionada es la longitud de la dirección Ethernet de las tarjetas de red de las estaciones de trabajo y/o dirección de hardware de los puertos de un host.

**Longitud del Protocolo:** Este campo contiene la longitud en bytes de la dirección del protocolo de capa 3. En el caso de IP es establecido a 4.

**Operación:** Indica que operación el protocolo está realizando.

0001 ARP Solicitud (Request).

0002 ARP Respuesta (Reply).

**Dirección de Hardware Fuente:** Dirección de capa física del equipo que envía el mensaje.

**Dirección de Protocolo Fuente:** Es la dirección de capa 3 (dirección IP) de la estación que envía el mensaje.

**Dirección de Hardware Destino:** Dirección de capa física del dispositivo que recibe el mensaje.

**Dirección de Protocolo Destino:** Es la dirección de capa 3 (dirección IP) de la estación que recibe el mensaje.



### 2.5.3. PROXYARP.

Un caso especial del protocolo ARP es el conocido como ProxyARP. Este se aplica cuando una máquina que quiere comunicarse se encuentra en una red física y el destino en otra y además, estas redes están interconectadas por un enrutador.

ProxyARP consiste en responder con la dirección física del enrutador la solicitud ARP de una máquina en una red física a otra máquina en una red física diferente.

### 2.6. RARP (PROTOCOLO DE RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN INVERSA).

Un caso que funciona al revés del protocolo ARP es el protocolo RARP. El protocolo RARP trabaja en forma inversa al protocolo ARP. En este caso lo que se busca es la dirección IP de la máquina origen. Un ejemplo en donde no se conoce la dirección IP de la máquina origen es cuando se tiene una estación de trabajo sin disco duro. En este caso la estación envía una solicitud RARP en broadcast como dirección destino y la dirección física de la máquina enviante. Todas las máquinas en la red física reciben la solicitud, sin embargo, únicamente un servidor RARP responderá la solicitud.

El protocolo RARP utiliza la misma estructura de mensaje de ARP y un servidor que responde a una petición, llena el campo de dirección de protocolo destino y cambia el código de operación del mensaje RARP de solicitud a respuesta (3=Solicitud, 4=Respuesta). El campo de tipo Ethernet en la trama se codifica como 8035 en hexadecimal cuando los datos en la trama corresponden al protocolo RARP.

Una alternativa del protocolo RARP mencionado anteriormente es el protocolo BOOTP.

Las máquinas sin disco duro deben aprender su dirección IP de otra fuente, pero sólo necesitan su dirección IP, usualmente estas máquinas tienen una ROM interna que contiene un pequeño grupo de programas de arranque, entonces requieren obtener una imagen de software a ejecutar. Cada máquina de este tipo debe conocer la dirección IP del servidor de archivos para obtener y guardar datos y requiere la dirección del enrutador más cercano.

A diferencia de RARP el protocolo BOOTP utiliza UDP para transportar mensajes y los mensajes UDP son encapsulados en datagramas IP. En este punto parece que no es lógico utilizar IP, si lo que buscamos es la dirección IP local, pero BOOTP utiliza una dirección IP destino de broadcast limitado

---

(255.255.255.255). El software IP puede aceptar datagramas en broadcast aún antes de que sepa que dirección IP local le corresponde.

Suponer que una máquina A quiere usar BOOTP para encontrar su información de arranque (incluyendo su dirección IP) y suponer que la máquina B es el servidor en la misma red física que corresponderá la solicitud. Debido a que A no conoce la dirección IP de B, envía una solicitud usando un broadcast limitado. La respuesta del servidor de BOOTP también es una broadcast limitado aunque éste sí conoce la dirección de A. Lo anterior se hace de esa manera, por que A no sabe su dirección IP todavía y no puede procesar la respuesta directamente.

## 2.7. EL PROTOCOLO INTERNET IP.

El protocolo Internet IP es un mecanismo de entrega de datagramas sin conexión no confiable. IP proporciona tres importantes definiciones. Primera, el protocolo define la unidad básica de transferencia de datos usada para las redes TCP/IP. Segunda, el software IP realiza la función de enrutamiento, eligiendo una trayectoria sobre la cual los datos pueden ser enviados. Tercera, IP incluye un conjunto de reglas acerca de como los enrutadores y los hosts deben procesar los datagramas, como y cuando los mensajes de error deben ser generados, y las condiciones bajo las cuales los datagramas deben ser descartados.

### 2.7.1. FORMATO DEL DATAGRAMA IP.

La unidad de transferencia del protocolo IP es un datagrama, éste se divide en dos partes: el encabezado y el área de datos, como se muestran en la figura 2.12.

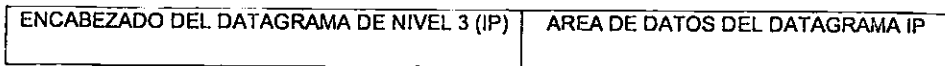


Figura 2.12. Datagrama IP.

El encabezado IP está formado por campos de diversa longitud que se muestran en la figura 2.13.

VERSIÓN (4)	LONGITUD DEL ENCABEZADO (4)
TIPO DE SERVICIO (8)	
LONGITUD TOTAL (16)	
IDENTIFICADOR (16)	
BANDERAS (3)	POSICIÓN DEL FRAGMENTO (13)
TIEMPO DE VIDA (8)	
PROTOCOLO (8)	
ENCABEZADO CHECKSUM (16)	
DIRECCIÓN FUENTE (32)	
DIRECCIÓN DESTINO (32)	
OPCIONES Y RELLENO (VARIABLE)	
DATOS (VARIABLE)	

(n) = NÚMERO DE BITS EN EL CAMPO

Figura 2.13. Campos del Datagrama IP.

**Versión:** Es un campo de 4 bits que indica el número de revisión de IP que creo el encabezado. Este campo es importante debido a que dos redes con diferente versión de IP no podrán conectarse. La versión actual es 4.

**Longitud del Encabezado:** Este campo de 4 bits es la longitud del encabezado IP expresado en palabras de 32 bits. Un encabezado IP normal sin opciones es de 5 palabras (20 octetos) y con opciones puede llegar a tener 6 palabras (60 octetos).

**Campos de Tipo de Servicio:** Los bits de la precedencia de los datos, el retardo, el rendimiento y la confiabilidad son llamados colectivamente campos del octeto de tipo de servicio o TOS. Estos campos indican el servicio de enrutamiento solicitado a cada enrutador por el cual pasan, ver figura 2.14.

0	3	4	5	6	7
PRECEDENCIA	D	T	R	NO USADO	

PRECEDENCIA= IMPORTANCIA DEL DATAGRAMA  
D=RETARDO      R=CONFIABILIDAD  
T=CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN ÚTIL

Figura 2.14. Subcampos del Byte de Tipo de Servicio.

**Precedencia:** Este campo de 3 bits le dice al enrutador IP receptor, a lo largo del camino de comunicación, que tan importantes son los datos. La mayoría de los valores posibles de este campo son establecidos por DARPA, pero existen

diversos valores de uso potencial para resolver problemas de congestión de la red y para el uso de herramientas de administración de red.

Precedencia	Valor
Control de red	111
Control de interconexión entre redes	110
Crítico	101
Predominante Urgente	100
Urgente	011
Inmediato	010
Prioridad	001
Rutinarios	000

**Bit de Retardo:** Este bit permite que algunas aplicaciones soliciten rutas con la mayor cantidad de retardo de propagación. Para solicitar el mínimo retardo este bit es establecido a 1.

**Bit de Capacidad de Transmisión:** Si este bit es establecido a 1, los enrutadores soportando los datos utilizarán las trayectorias de comunicación con más alta capacidad de transmisión de datos útil.

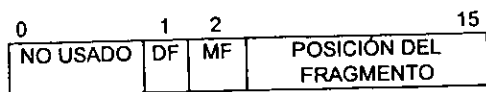
**Bit de Confiabilidad:** este campo de un bit que permite que las aplicaciones soliciten que los datos viajen a través de la ruta con menor oportunidad de pérdida de datos. De la misma manera que los bits de retardo y capacidad de transmisión, éste trabaja cuando es establecido a 1 y los enrutadores en la red lo soportan.

Los bits de retardo, capacidad de transmisión y confiabilidad son mutuamente excluyentes. Por lo tanto se puede poner a uno únicamente uno de los tres bits.

**Longitud Total:** Este campo de 2 octetos le dice al destino IP, la longitud total del datagrama incluyendo el encabezado IP. Con 16 bits el tamaño de datagrama máximo es de 65,535 octetos <sup>(2<sup>16</sup>)</sup>.

**Identificación:** Este campo de 2 octetos conduce el número de identificación del datagrama que es enviado por el host. Este es usado principalmente para corregir errores lógicos y para ayudar en el reensamble de fragmentos de datagramas. Cuando la fragmentación ocurre cada datagrama, que es parte del mensaje original, tendrá el mismo número de identificación.

Banderas: Está formado por 4 subcampos en 2 octetos como se muestra en la figura 2.15. y se describen a continuación.



**BANDERAS**

DF= NO FRAGMENTAR

MF=MÁS FRAGMENTOS

1=NO FRAGMENTAR

1=MÁS FRAGMENTOS

0=SI PUEDE FRAGMENTARSE

0=ES EL ÚLTIMO O ÚNICO FRAGMENTO

Figura 2.15. Subcampos de los Bytes del Campo de Banderas.

**No Fragmentar:** Es un campo de un bit que si es establecido en uno por una aplicación, se estará solicitando que el segmento de información TCP no sea fragmentado por IP.

**Más Fragmentos:** Si este bit es establecido en cero entonces el host final a recibido el fragmento final. Si el bit es establecido a 1 entonces el host final debe esperar más fragmentos. El uso de este bit y del bit de posición del fragmento permite al host destino saber si ha recibido todos los datos para un mensaje particular.

**Posición del Fragmento:** Este campo de 13 bits conduce el número de palabras de 64 bits que indica la posición de este fragmento en el datagrama original. Hay un máximo de 8,192 fragmentos por datagrama.

**Tiempo de Vida:** Este campo de un octeto indica el número de segundos que el datagrama puede existir en la red antes de que sea descartado o entregado.

**Protocolo:** Este campo de 8 bits contiene el número de identificación del protocolo de capa alta (capa de transporte), que el datagrama contiene en su campo de información. El valor más común es el número 06 que corresponde al protocolo TCP.

**Encabezado Checksum:** Este campo de 2 octetos proporciona chequeo de error en el encabezado IP y no cubre los datos que está conduciendo. Si el destino IP recibe un datagrama con el checksum erróneo el datagrama es descartado.

El cálculo del valor de este campo se realiza tratando al encabezado como una secuencia de enteros de 16 bits, los cuales se suman usando aritmética de

complemento a uno y entonces tomando el complemento a uno del resultado. El campo del checksum para el cálculo se pone en ceros.

**Dirección Fuente:** Es una dirección de 32 bits (4 octetos) del emisor.

**Dirección Destino:** Es una dirección de 32 bits (4 octetos) del receptor.

**Relleno:** Este campo representa bits con valor de cero que pueden necesitarse para asegurar que el encabezado del datagrama se extiende a un múltiplo exacto de 32 bits.

**Opciones:** Las opciones en el datagrama IP son principalmente incluidas para fines de pruebas de enrutamiento, sello de tiempo y depuración de red.

**Datos:** Este campo contiene los datos de usuario. IP estipula que la combinación de los campos de datos y encabezados no deben exceder 65,535 octetos.

### 2.7.2. ENCAPSULAMIENTO DEL DATAGRAMA IP.

Todos los datagramas deben ser transportados por una trama de la capa de enlace de datos. El datagrama es vaciado en el campo de datos de la trama y esto se conoce como encapsulación del datagrama IP, como se muestra en la figura 2.16.

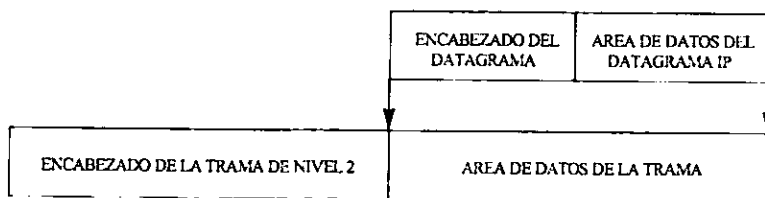


Figura 2.16. Encapsulado del Datagrama IP.

### 2.7.3. TAMAÑO DEL DATAGRAMA, UNIDAD DE TRANSFERENCIA MÁXIMA DE RED Y FRAGMENTACIÓN.

En el caso ideal, un datagrama IP siempre podría ser alojado en el campo de datos de una trama, haciendo la transmisión a través de la red muy eficiente. Sin embargo el datagrama debe viajar por redes muy diversas con diferentes tamaños de trama o diferentes unidades de transferencia máxima. El protocolo IP

se diseño de tal manera que en lugar de tratar de cumplir un tamaño estándar de unidad de transferencia máxima para las diferentes redes, se elige un tamaño inicial de datagrama y se arregla una forma de dividir grandes datagramas dentro de pequeñas piezas cuando el datagrama necesita atravesar una red que tiene una trama pequeña. Las pequeñas piezas en las cuales el datagrama es dividido son llamadas fragmentos y el proceso de dividir el datagrama es conocido como fragmentación.

La fragmentación usualmente ocurre en un enrutador. El enrutador usualmente recibe un datagrama de una red con una unidad de transferencia y debe enrutar está sobre una red en la cual la unidad de transferencia es más pequeña que el tamaño del datagrama.

El tamaño del fragmento es elegido de modo que cada fragmento pueda ser alojado en una sola trama. Adicionalmente IP representa la posición de los datos en múltiplos de 8 octetos.

El protocolo IP no limita el tamaño de los datagramas, ni garantiza que los datagramas sean entregados sin fragmentación. La fuente puede elegir cualquier tamaño de datagrama que piense sea apropiada; la fragmentación y reensamble ocurren automáticamente. La especificación IP señala que los enrutadores deben aceptar datagramas de hasta la unidad de transferencia máxima de las redes donde están conectados. Además los enrutadores deben siempre manejar datagramas de hasta 576 octetos. Los hosts también deben ser capaces de aceptar y reensamblar datagramas de al menos 576 octetos.

La fragmentación de un datagrama significa dividirlo en diversas piezas, como se puede ver en la figura 2.17. Cada pieza tiene el mismo formato que el datagrama original. Cada fragmento contiene un encabezado de datagrama que duplica muchos de los datos del encabezado del datagrama original (excepto un bit en el campo de banderas), seguido por datos hasta un límite del tamaño de la trama.

Reensamble de Fragmentos. Una vez que un dato es fragmentado, todos los fragmentos viajan a través de los enrutadores hasta alcanzar su destino final donde son reensamblados.

ENCABEZADO DEL DATAGRAMA (E)	600 OCTETOS DA DATOS (D1)	600 OCTETOS DE DATOS (D2)	200 OCTETOS DE DATOS (D3)
ENCABEZADO DEL FRAGMENTO 1 (E)	600 OCTETOS DA DATOS (D1)	FRAGMENTO 1 (OFFSET 0)	
ENCABEZADO DEL FRAGMENTO 2 (E)	600 OCTETOS DA DATOS (D2)	FRAGMENTO 2 (OFFSET 600)	
ENCABEZADO DEL FRAGMENTO 3 (E)	200 OCTETOS DA DATOS (D3)	FRAGMENTO 3 (OFFSET 1200)	

Figura 2.17. Fragmentación de una Trama en 3 Fragmentos.

#### 2.7.4. TIEMPO DE VIDA.

El campo de tiempo de vida especifica cuanto tiempo, en segundos, al datagrama le es permitido viajar entre las redes hasta llegar a su destino. La idea es que si una máquina inyecta un datagrama dentro de la red, está establece el máximo tiempo que el datagrama debe vivir. Enrutadores y hosts que procesan los datagramas deben decrementar el campo de tiempo de vida y remover el datagrama cuando este tiempo expira. Cada enrutador debe decrementar en 1 el tiempo de vida de un datagrama, cuando éste procesa el encabezado. Además, para manejar casos de sobrecarga de enrutadores que introducen grandes demoras, cada enrutador registra el tiempo local cuando el datagrama llega, y decrementa el tiempo de vida por el número de segundos que el datagrama permanece dentro del enrutador esperando por servicio.

#### 2.7.5. ENRUTAMIENTO IP.

El algoritmo de enrutamiento IP emplea una tabla de enrutamiento (algunas veces llamada tabla de enrutamiento IP). Si el software de enrutamiento IP necesita transmitir un datagrama, éste consulta la tabla de enrutamiento para decidir a donde enviar el datagrama. Como las direcciones IP indican la red y el host en esa red, las tablas de enrutamiento únicamente contienen prefijos de red y no las direcciones IP de cada máquina.

Típicamente una tabla de enrutamiento contiene pares (N,G), donde N es la dirección IP de la red destino, y G es la dirección IP del "siguiente" enrutador en la trayectoria a la red N. De este modo, la tabla de enrutamiento de un enrutador G únicamente especifica un paso de G a la red destino. El enrutador no conoce la trayectoria completa al destino.



Es importante comprender que la tabla de enrutamiento siempre señala el enrutador que puede ser alcanzado a través de una sola red. Esto es, todos los enrutadores listados en una tabla de enrutamiento M deben de ser los que están conectados en redes en donde M se conecta directamente. Cuando un datagrama está listo para salir de M, el software IP localiza la dirección destino y extrae la porción de red. M entonces utiliza el identificador de red para tomar decisiones de enrutamiento, seleccionando un enrutador que pueda ser alcanzado directamente.

### 2.7.6. ALGORITMOS DE ENRUTAMIENTO.

Para inicializar y actualizar las tablas de enrutamiento los enrutadores hacen uso de algoritmos de enrutamiento que pueden ser clasificados en dos tipos: Los algoritmos de vector a distancia y Los algoritmos de estado del enlace.

#### Algoritmos de Vector a Distancia.

El término vector-distancia se refiere a la clase de algoritmos que los ruteadores usan para propagar información de enrutamiento. Se asume que cada ruteador comienza con un conjunto de rutas de aquellas redes a las cuales está conectado. Este mantiene una lista de las rutas en una tabla, donde cada entrada identifica una red destino y da la distancia a esa red medida en saltos.

Periódicamente cada ruteador envía una copia de su tabla de enrutamiento a cualquier otro ruteador que pueda alcanzar directamente.

El término vector-distancia viene de la información enviada en mensajes periódicos. Un mensaje contiene una lista de pares (V, D), donde V identifica un destino (llamado el vector), y D es la distancia al destino.

#### Algoritmos de Estado del Enlace.

Los algoritmos de estado del enlace requieren que cada ruteador participante tenga información completa de la topología de la red. En lugar de enviar mensajes que contienen listas de destinos, un ruteador participante en un algoritmo de estado del enlace realiza dos tareas. Primero, éste activa pruebas del estado de todos los ruteadores vecinos. Segundo, éste periódicamente propaga información de estado del enlace a todos los otros ruteadores.

Para informar a todos los ruteadores, cada ruteador periódicamente envía un mensaje en broadcast que lista el estado de cada uno de sus enlaces. El mensaje de estado no reporta rutas, simplemente indica si la comunicación es posible entre pares de ruteadores.

Siempre que un mensaje de estado del enlace llega, un ruteador usa la información para actualizar su mapa de la red, marcando los enlaces arriba y abajo. Siempre que el estado de un enlace cambia, el ruteador recalcula sus rutas aplicando el algoritmo de Dijkstra. El algoritmo de Dijkstra calcula las trayectorias más cortas a todos los destinos desde una fuente.

## 2.8. ICMP (PROTOCOLO DE MENSAJES DE CONTROL INTERNET).

Como se vio el protocolo de red IP proporciona un servicio de entrega de datagramas sin conexión no confiable, y un datagrama viaja de un ruteador a otro hasta alcanzar uno que pueda entregar el datagrama a su destino final.

Si un ruteador no puede entregar el datagrama, o si un ruteador detecta una condición no usual, como congestión de red, que afecta su habilidad para enviar el datagrama, éste necesita avisarle a la fuente original que tome acción para evitar o corregir el problema.

En este punto se describe un mecanismo que los ruteadores y máquinas en las redes usan para comunicar tal información de control de error.

Además de las fallas de las líneas de comunicación y procesadores, el protocolo IP falla en la entrega de datagramas cuando la máquina destino está temporalmente o permanentemente desconectada de la red, cuando el contador de tiempo de vida expira, o cuando ruteadores intermedios están tan congestionados que no pueden procesar el tráfico entrante. Para permitir que los ruteadores en la red reporten errores o proporcionen información acerca de las circunstancias no esperadas, los diseñadores agregaron un mecanismo de mensajes de propósito especial para los protocolos TCP/IP. El mecanismo es conocido como protocolo de mensajes de control Internet ICMP.

Técnicamente ICMP es un mecanismo de reporte de errores. ICMP únicamente reporta condiciones de error a la fuente original; la fuente debe relacionar errores con programas de aplicación individual y tomar acción para corregir el problema.

### 2.8.1. ENCAPSULAMIENTO DEL MENSAJE ICMP.

Los mensajes ICMP requieren ser encapsulados en la porción de datos de un datagrama IP, mostrado en la figura 2.18. Los datagramas conduciendo mensajes ICMP son ruteados exactamente como los datagramas conduciendo información para usuarios.

Los mensajes ICMP pueden ser extraviados o descartados, pero no se generan mensajes de reporte de error que resulten de datagramas conduciendo mensajes de error ICMP.

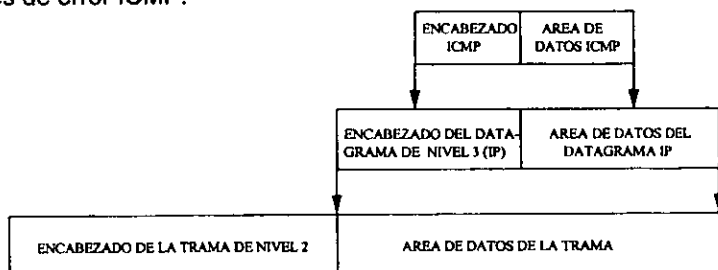


Figura 2.18. Encapsulamiento del Mensaje ICMP.

### 2.8.2. FORMATO DEL MENSAJE ICMP.

Aunque cada mensaje ICMP tiene su propio formato, todos ellos comienzan con los mismos tres campos: Un campo de tipo de mensaje que contiene un entero de 8 bits, un campo de código de 8 bits que proporciona información adicional acerca del tipo de mensaje y un campo de Checksum de 16 bits para el encabezado ICMP. Adicionalmente, mensajes ICMP, que reportan errores siempre incluyen el encabezado y los primeros 64 bits de datos del datagrama con problemas, tal como se muestra en la figura 2.19.

ENCABEZADO IP
TIPO (8)
CÓDIGO (8)
CHECKSUM (16)
PARÁMETROS, O NO SON USADOS (32)
INFORMACIÓN (VARIABLE)

(n)= NÚMERO DE BITS EN EL CAMPO.

Figura 2.19. Formato del Mensaje ICMP.

La razón de regresar más información que sólo el encabezado del datagrama es permitir al receptor determinar más precisamente que protocolos y cual programas de aplicación fueron responsables del datagrama.

El campo de tipo ICMP define el formato del mensaje, así como su significado y se muestra a continuación:

Campo de Tipo	Tipo de Mensaje ICMP
0	Respuesta de eco.
3	Destino no alcanzable.
4	Apaciguar fuente.
5	Cambiar de ruta.
8	Solicitud de eco.
11	Tiempo excedido para un datagrama.
12	Problema de parámetros en un datagrama.
13	Solicitud de sello de tiempo.
14	Respuesta de sello de tiempo.
17	Solicitud de dirección de máscara.
18	Respuesta de dirección de máscara.

## 2.9. UDP (PROTOCOLO DE DATAGRAMA DE USUARIO).

El protocolo de datagrama de usuario UDP proporciona el mecanismo primario que los programas de aplicación usan para enviar datagramas a otros programas de aplicación. UDP proporciona puertos de protocolo para distinguir entre múltiples programas ejecutándose en una máquina. Esto es, en adición a los datos enviados, cada mensaje UDP contiene número de puerto destino y número de puerto fuente, haciendo posible que el software UDP en el destino entregue el mensaje al recipiente correcto.

UDP utiliza el protocolo IP para transportar mensajes de una máquina a otra, y proporciona la misma entrega de datagramas sin conexión no confiable que IP. No usa reconocimientos para asegurar que los mensajes lleguen, no ordena mensajes y no proporciona control de flujo.

Un programa de aplicación que usa UDP acepta la responsabilidad completa de manejar el problema de la confiabilidad, incluyendo pérdida de mensajes, duplicación, retardo, entrega fuera de orden y pérdida de conectividad.

### 2.9.1. MULTIPLEXAJE Y DEMULTIPLEXAJE.

UDP acepta datagramas de muchas aplicaciones y los entrega para transmisión al protocolo IP, además acepta datagramas UDP provenientes de IP y los pasa a la aplicación apropiada.

Conceptualmente, todo el multiplexaje y demultiplexaje entre software UDP y programas de aplicación ocurre a través del mecanismo de puertos. En la

práctica, cada programa de aplicación debe negociar con el sistema operativo para obtener un puerto del protocolo antes de enviar un datagrama UDP. Una vez que el puerto ha sido asignado, cualquier datagrama del programa de aplicación enviado a través del puerto tendrá ese número de puerto en su campo correspondiente.

Mientras se procesa una entrada, UDP acepta datagramas entrantes del software IP y los demultiplexa de acuerdo al puerto destino UDP, mostrado en la figura 2.20.

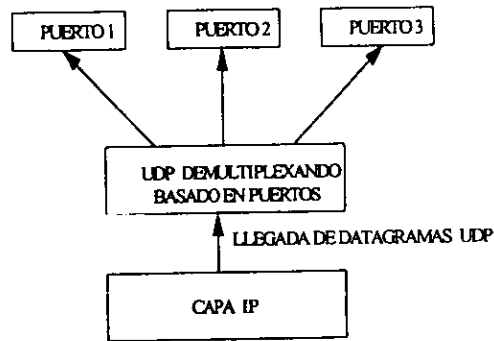


Figura 2.20. Utilización de Puertos UDP.

La forma más fácil de pensar en un puerto UDP es una cola, es decir que en muchas implementaciones cuando un programa de aplicación negocia con el sistema operativo que puerto usar, el sistema operativo crea una cola interna que puede alojar a los mensajes entrantes. Frecuentemente la aplicación puede especificar o cambiar el tamaño de la cola. Cuando UDP recibe un datagrama, checa el número de su campo de puerto destino y lo compara con sus puertos en uso. Si el puerto no está en uso, éste envía un mensaje de error de puerto no alcanzable ICMP y descarta el datagrama. Si el puerto está en uso, UDP pone en la cola el nuevo datagrama en el puerto donde la aplicación va a acceder a éste.

### 2.9.2. PUERTOS Y SOCKETS.

Hay dos formas fundamentales de asignar los puertos. La primera usa una autoridad central que asigna el número de puertos con diversos servicios y publica una lista. A estos puertos se les da el nombre de puertos bien conocidos, como se muestran en la tabla 2.4.

Número de Puerto	Proceso
1	TCPMUX
21	FTP
23	TELNET
25	SMTP
53	DNS
69	TFTP
111	RPC
161	SNMP

Tabla 2.4. Puertos Utilizados para las Capas de Aplicación.

La segunda forma para asignar de puertos usa asignación dinámica del software de red y los puertos no son conocidos de antemano, sino que se asignan aleatoriamente.

Los valores de los puertos bien conocidos toman valores bajos (0-1024), dejando valores enteros grandes para asignación dinámica (1025 a 65,535).

Típicamente los números de puerto mayores a 255 se reservan para el uso privado de la máquina local, pero los números inferiores a 255 se utilizan para procesos de uso frecuente.

Cada circuito de comunicación dentro y fuera de la capa TCP se identifica en forma única mediante la combinación de dos números, los cuales en conjunto se conocen como socket. El socket se compone de la dirección IP de la máquina y del número de puerto utilizado por el software TCP. Hay un socket tanto en la máquina emisora como en la receptora.

### 2.9.3. ENCAPSULAMIENTO UDP.

El mensaje UDP compuesto por un encabezado y datos es encapsulado en un datagrama IP como se muestra en la figura 2.21.

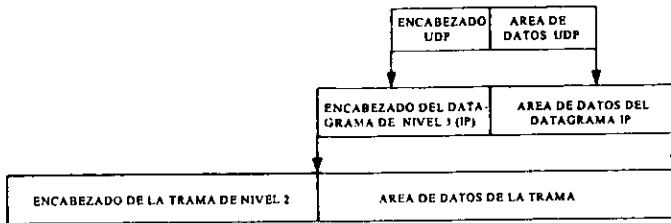


Figura 2.21. Encapsulamiento del Mensaje UDP.

#### 2.9.4. FORMATO DEL DATAGRAMA UDP.

Cada mensaje UDP es llamado un datagrama de usuario. La figura 2.22 muestra que el encabezado está dividido en 4 campos de 16 bits que se describen a continuación:

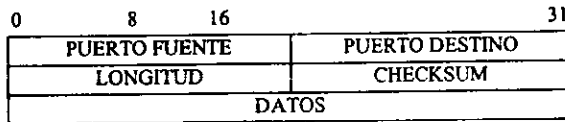


Figura 2.22. Formato del Datagrama UDP.

**Puerto Fuente:** Contienen campos de 16 bits, es un puerto aleatorio mayor a 1024.

**Puerto Destino:** Contienen campos de 16 bits, es un puerto bien conocido y se asocia con una aplicación, por ejemplo el puerto 69 UDP para la aplicación TFTP.

**Longitud del Mensaje:** Este campo indica la longitud del mensaje total incluyendo el encabezado y los datos UDP en octetos.

**Checksum:** Este es un campo de chequeo de errores opcional en el encabezado UDP y los datos que éste conduce. Para calcular el valor de este campo, el software primero almacena ceros en el campo de checksum del mensaje, entonces realiza una suma de enteros de 16 bits con aritmética de complemento a uno incluyendo una estructura denominada pseudo-encabezado UDP y el mensaje UDP. Se toma el complemento a uno de la suma realizada y el resultado se ingresa en el campo de checksum.

### 2.9.5. PSEUDO-ENCABEZADO UDP.

El checksum cubre más información que sólo la del datagrama UDP. El propósito de usar un pseudo-encabezado es verificar que el datagrama UDP ha alcanzado su destino correcto. UDP en la máquina emisora calcula un checksum que cubre la dirección IP destino, la dirección IP fuente, así como el datagrama UDP. En el destino final, el software UDP verifica el checksum usando la dirección IP destino del encabezado del datagrama IP que transportó el mensaje UDP.

El pseudo-encabezado utilizado en el cálculo del checksum consiste en 12 octetos de datos como se muestran en la figura 2.23.

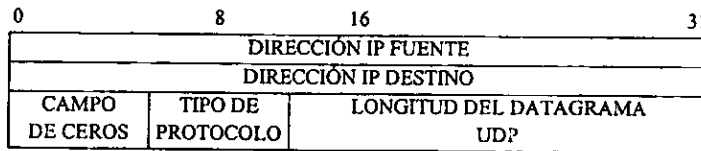


Figura 2.23. Pseudo-encabezado UDP.

Los campos son la dirección IP fuente y destino que se utilizarán en el datagrama IP para enviar el mensaje UDP.

Un campo de tipo de protocolo con un valor de 11 Hex. (17 Dec.) para UDP y la longitud del datagrama UDP.

## 2.10. TCP (PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSMISIÓN).

El protocolo TCP especifica el formato de los datos y reconocimientos que dos computadoras intercambian para lograr una transferencia de datos confiables, así como los procedimientos que las computadoras usan para asegurar que los datos llegan correctamente. El protocolo también permite especificar como el software distingue entre múltiples destinos en una máquina dada, y como las máquinas en comunicación se recuperan de errores como pérdida o duplicación de paquetes.

### 2.10.1. PUERTOS, CONEXIONES Y PUNTOS FINALES.

TCP usa números de puerto de protocolo para identificar el destino final dentro de una máquina. A cada puerto le es asignado un pequeño entero para identificarlo.



Los puertos TCP son más complejos que los puertos UDP, ya que un puerto TCP no corresponde a un sólo objeto. TCP usa una conexión, no el puerto del protocolo, las conexiones son identificadas por un par de puntos finales.

Una conexión consiste de un puerto de transmisión de datos entre dos programas de aplicación. TCP define un punto final como un par de enteros (host y puerto), donde el host es la dirección TCP para un host, y puerto es el puerto TCP en el host. Por ejemplo el punto final (128.10.2.3.25).

Debido a que TCP identifica una conexión con un par de puntos finales, un número de puerto TCP dado puede ser compartido por múltiples conexiones en la misma máquina.

Las aplicaciones accesan a la red vía puertos TCP. La razón de tener puertos es que los procesos pueden ser solicitados por su bien conocida identidad y el cliente que está solicitando el servicio puede usar un puerto aleatorio, permitiendo que más de una sesión corra con ese servicio desde la misma dirección IP.

Los puertos de los servicios bien conocidos tienen un valor menor a 1,024. Los puertos aleatorios tienen valores de 1,025 a 65,535.

## 2.10.2. APERTURAS PASIVAS Y ACTIVAS.

TCP tiene dos métodos para establecer una conexión: Activo y Pasivo.

Un establecimiento de conexión Activo ocurre cuando TCP emite una solicitud para una conexión, basado en una instrucción proveniente de un protocolo de nivel superior que proporciona el número de socket.

Un método Pasivo ocurre cuando el protocolo de nivel superior instruye a TCP que espere la llegada de solicitudes de conexión de un sistema remoto (por lo regular provenientes de una instrucción de apertura pasiva). Cuando TCP recibe esta solicitud, le asigna un número de puerto. Esto permite que la conexión ocurra rápidamente, sin tener que esperar al proceso activo.

Hay dos primitivas de apertura pasiva. Una *apertura pasiva especificada* crea una conexión cuando el nivel de procedencia y el nivel de seguridad son aceptables. Una *apertura pasiva no especificada* abre el puerto a cualquier solicitud. Esta última la utilizan servidores que están esperando clientes de tipo desconocido para conectarse a ellos.



**Número de Reconocimiento:** Este número de 4 octetos muestra el número del siguiente octeto que es esperado por el destino en la siguiente transmisión para esta sesión. Proporciona reconocimiento inclusivo, reconociendo todos los octetos anteriores al número indicado menos 1.

**Longitud del Encabezado (Data Offset):** Este campo de 4 bits es usado para decirle al destino la longitud del encabezado del segmento en múltiplos de 32 bits.

**Reservado:** Es un campo de 6 bits puesto en ceros que se deja para uso futuro.

**Campo de Banderas:** TCP usa bits para determinar el propósito del contenido del segmento. Algunos segmentos pueden conducir únicamente un reconocimiento, mientras que otros pueden conducir datos. Otros pueden conducir solicitudes para establecer o cerrar una conexión. Estos bits se encuentran representados en la figura 30 y se describen a continuación:

**Urgente (URG):** Si este bit es establecido a 1 los datos en ese paquete son urgentes y deben ser procesados antes de los demás datos. Los datos más frecuentes de esta naturaleza son comandos para cancelar la sesión o hacer cambios en el estado de la sesión. Si una estación no está aceptando datos, debido a problemas con el buffer o a otros problemas es obligada a procesar los paquetes de datos urgentes.

**Reconocimiento (ACK):** Este bit es puesto a 1, si los datos encontrados en el campo de reconocimiento son un número válido. Durante el inicio de una sesión TCP el número de este campo será establecido a 0 mostrando que datos no han sido todavía intercambiados y el número de secuencia enviado del destino es desconocido.

**Empuje (PSH):** Este bit es usado para solicitar que los datos de un usuario normal sean procesados inmediatamente. Esto es frecuentemente hecho cuando un usuario está frente al teclado y el tiempo de respuesta rápido es altamente deseado, como en sesiones Telnet o FTP.

**Reseteo (RST):** Cuando este bit es establecido a 1, el emisor está solicitando que la sesión nombrada sea terminada y las aplicaciones apropiadas sean notificadas que la conexión ha terminado.

**Sincronización (SYN):** Este bit es establecido en 1 cuando una sesión inicia para indicarle al host destino que un número de secuencia válido de inicio, del emisor, está contenido en el paquete. Estos no son iniciados en cero o en algún

otro número común. Estos números son establecidos aleatoriamente en el inicio de la sesión.

**Final (FIN):** Cuando este bit es establecido a 1 el proceso destino sabe que el final de datos para esta sesión ha sido enviado por el emisor.

**Ventana:** Este número de 2 octetos indica cuantos datos adicionales de datos el receptor están preparado para aceptar.

**Checksum:** El campo de checksum contiene un entero de 16 bits usado para checar el encabezado TCP y los datos. El cálculo de este valor se realiza en la misma forma que el valor del checksum de UDP.

**Apuntador Urgente:** Es un campo de 2 octetos que se utiliza para indicar un desplazamiento en octetos a partir del número de secuencia actual, en el que se encuentran datos urgentes. Los datos urgentes se llaman también datos fuera de banda.

**Opciones:** Actualmente la única ocasión en que este campo es usado es durante el inicio de una sesión TCP. El número de la opción es 02 y su longitud es siempre 04. La porción del mensaje de esta opción es usada para indicar el más grande tamaño de segmento que el emisor es capaz de recibir para esta sesión. Los valores comunes son 64 a 4,096 bytes.

**Relleno:** Campo con bits en cero para completar un múltiplo de palabras 32 bits.

#### 2.10.4. ENCAPSULAMIENTO DE TCP.

El contenido del segmento TCP se encapsula en el área de datos de un datagrama de IP como se muestra en la figura 2.25.

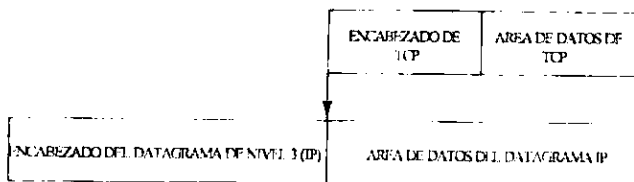


Figura 2.25. Encapsulamiento de TCP.

### 2.10.5. RECONOCIMIENTOS.

Debido a que TCP envía datos en segmentos de longitud variables, y debido a que segmentos retransmitidos pueden incluir más datos que el original, los reconocimientos no pueden referenciarse fácilmente a datagramas o segmentos. En lugar de esto, ellos se referencian a posiciones en la cadena usando los números de secuencia de la cadena. El receptor colecta octetos de datos de segmentos que llegan y reconstruye una copia exacta de la cadena. Debido a que los segmentos viajan en datagramas IP, ellos pueden perderse o entregarse en forma desordenada. El receptor usa los números de secuencia para reordenar segmentos.

El esquema de reconocimiento TCP es llamado acumulativo a que éste reporta cuanto de la cadena ha sido acumulado.

### 2.10.6. ESTABLECIMIENTO DE UNA CONEXIÓN TCP.

Para el establecimiento de una conexión TCP se usan tres mensajes de handshake.

El primer segmento de handshake puede ser identificado por que éste tiene el bit SYN=1 en el campo de bits de código. El segundo mensaje tiene el bit SYN=1 y el bit ACK=1, indicando que éste reconoce al primer segmento Syn y continúa el handshake. El mensaje de handshake final es únicamente un reconocimiento final ACK=1 y es usado para informar al destino que ambos lados están de acuerdo en que la conexión sea establecida, como se muestra en la figura 2.26.

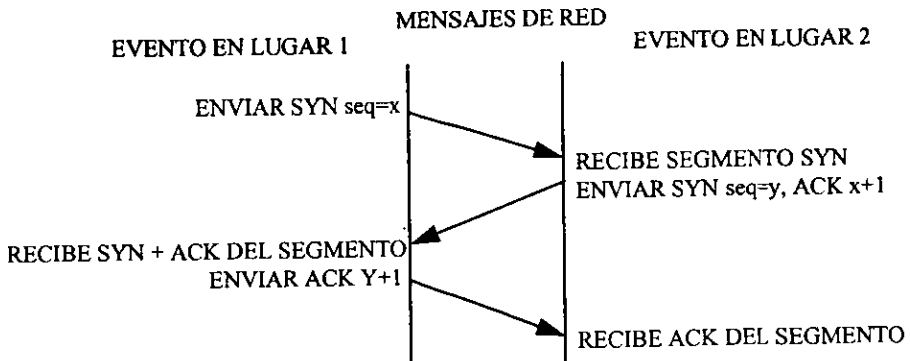


Figura 2.26. Apertura de una Conexión TCP.

### *Números de secuencia inicial.*

Los números de secuencia son enviados y reconocidos durante el handshake. Cada máquina debe elegir un número de secuencia inicial aleatorio que usará para identificar bytes en la cadena que está enviando.

Para ver como las máquinas se ponen de acuerdo en los números de secuencia, se puede recordar que cada segmento contiene un campo de número de secuencia y un campo de reconocimiento. La máquina que inicia el handshake, llamada A, pasa su número de secuencia inicial "x" en el campo de secuencia del primer segmento SYN. La segunda máquina B, recibe el SYN, graba el número de secuencia y contesta enviando su número de secuencia inicial "y" en el campo de secuencia, así como un reconocimiento que especifica que B espera el octeto "x+1". El mensaje final de A "reconoce" haber recibido todos los octetos de B hasta "y".

### **2.10.7. CIERRE DE UNA CONEXIÓN TCP.**

Cuando un programa de aplicación le dice a TCP que no tiene más datos que enviar, TCP cierra la conexión en una dirección. Para cerrar la conexión TCP envía los datos restantes de la máquina transmisora, espera que el receptor reconozca éstos, y entonces envía un segmento con el campo del bit FIN=1. El TCP en la máquina receptora reconoce el segmento de FIN e informa al programa de aplicación que no hay más datos disponibles.

Una vez que la conexión se cierra en una dirección, TCP rehusa aceptar más datos para esa dirección. Mientras tanto, los datos pueden continuar fluyendo en la dirección opuesta hasta que el emisor cierra la conexión. Se puede notar que los reconocimientos siguen fluyendo hacia el emisor aún después de que la conexión ha sido cerrada.

El cierre de una conexión ocurre después de que una máquina recibe el segmento de Fin inicial. En lugar de generar un segundo segmento de Fin inmediatamente, TCP envía un reconocimiento ACK y entonces informa a la aplicación de la solicitud de cierre de conexión. Finalmente cuando el programa instruye a TCP para cerrar la conexión completamente, TCP envía el segundo segmento de FIN y el lugar original contesta con un reconocimiento ACK, mostrado en la figura 2.27.

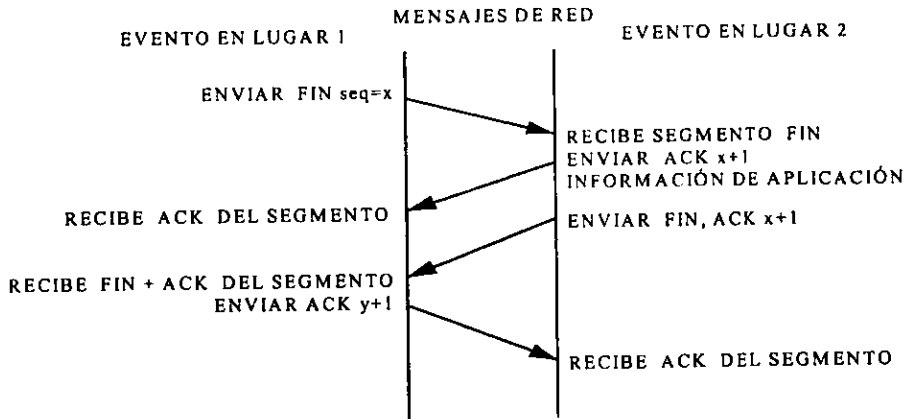


Figura 2.27. Cierre de una Conexión TCP.

Como nota, haciendo referencia a los dos capítulos anteriores, observamos que la eficiencia de una red LAN, usando protocolos TCP/IP es muy lento y obsoleto, por lo que en el siguiente capítulo analizaremos, una de las importantes redes, ya que está nos brinda una mayor eficiencia, en el aspecto de velocidad y confiabilidad en transmisión de los datos.

**CAPITULO 3**  
**CARACTERÍSTICAS DE LAS**  
**REDES ATM**



## CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES ATM.

### 3.1 INTRODUCCIÓN.

Los objetivos de una red con modo de transferencia asíncrono ATM son proporcionar una red de alta velocidad, pequeño retraso con multiplexión y conmutación para soportar cualquier tipo de tráfico del usuario.

Al referirnos a un modo de transferencia, nos estamos refiriendo a los procesos de conmutación y multiplexaje. Existen modos de transferencia síncronos y asíncronos, trataremos de hacer una comparación entre ambos.

Una transmisión utilizando SONET combinada con conmutación síncrona de división en el tiempo (como multiplexaje síncrono por división en el tiempo (Synchronous Time-division Multiplexing, STM)), que es básicamente una estructura de transporte de circuitos conmutados basados en multiplexaje por división en el tiempo (Time Division Multiplexing, TDM) provee un sistema de transporte de alta capacidad, con potencia de operaciones y capacidad de mantenimiento. De cualquier modo, las técnicas tradicionales de conmutación por división en el tiempo utilizadas en los elementos de las redes SONET, como ADMs y crossconectores digitales SONET (Digital Cross Connectors, DCC), las cuales dividen el ancho de banda en un número de canales con capacidad fija, requieren que todos los datos a ser transmitidos sean estandarizados a una tasa. Esta característica hace que SONET sea eficiente únicamente para servicios con tasas constantes de bits (Constant Bit Rate, CBR), tales como servicios de voz.

Por lo tanto, los sistemas SONET / STM pueden no ser la elección adecuada para la tecnología ISDN de banda ancha (Broadband-ISDN, B-ISDN), (esta tecnología nos permite interfaces de alta velocidad que pueden integrar voz, datos, imagen y vídeo) ya que no provee suficiente flexibilidad para manejar la variedad de anchos de banda que requiere este tipo de red.

Para soportar este tipo de requerimientos, se ha propuesto la tecnología ATM para los servicios B-ISDN. ATM es un modo de transporte con conexión orientada, en el cual la información esta organizada en entidades de tamaño fijo llamadas celdas. Una celda puede contener tráfico de usuario o tráfico de administración y de control.

ATM es asíncrono en el sentido que la recurrencia de celdas que contienen información de un usuario no es necesariamente periódica. Esta tecnología combina la flexibilidad de la tecnología tradicional de paquetes conmutados, la cual es eficiente por soportar servicios con requerimientos de diversos anchos de banda, con el determinismo del TDM.

- **Voz:** Los 64 Kb/s que se necesitan para manejar señales de voz pueden ser introducidos en las celdas ATM. Si cada celda puede almacenar 48 bytes de información, entonces cada celda puede guardar 6 ms de voz.

- **Audio:** El proceso de codificación de música debido a las características propias de esta, genera promedios de bits variables y esta es precisamente una de las aplicaciones del ATM.

- **Vídeo:** Una de las técnicas principales para reducir la capacidad que se requiere para transmitir una señal de vídeo es transmitir solamente la información relativa a los cambios con respecto al contenido de la imagen original, estas variaciones que se dan con la acción de los cuadros se adecuan de forma ideal a la capacidad variable de transmisión del ATM.

Como podemos ver todas estas aplicaciones producen información con promedios variables de transmisión, por esto ATM es el candidato ideal para una red de servicios integrados de banda ancha.

Las técnicas convencionales de conmutación de paquetes permiten longitudes variables en los paquetes para soportar mayor variedad de servicios mediante la flexibilidad del manejo de anchos de banda, sin embargo esta característica hace que su diseño en hardware sea muy complicado. La adopción de técnicas TDM en sistemas ATM establecen el tamaño de la celda fijo, con esto se simplifican los sistemas de procesamientos de hardware y se puede predecir el comportamiento del sistema.

Existen tres criterios importantes que se deben tomar en cuenta para decidir si una unidad de datos de protocolo (Protocol Data Unit, PDU) debe tener tamaño fijo o variable. Estos son:

- Eficiencia en la transmisión.
- Velocidad de conmutación.
- Retraso en la red.

La eficiencia de transmisión puede ser calculada utilizando la siguiente ecuación:

$$T_E = L_i / (L_i + L_o)$$

$T_E$  Eficiencia de transmisión.

$L_i$  Tamaño del campo de información.

$L_o$  Tamaño del encabezado de control.

En diversos estudios realizados se ha demostrado que la eficiencia de transmisión es mejor en PDU's variables, ya que esta mejora entre mayor sea el valor de  $L_i$  para un  $L_o$  dado. Sin embargo si se tiene PDU's de tamaño chico y fijo, estos se procesan de manera más rápida evitando retrasos.

Tomando en cuenta estas consideraciones, se realizaron estudios en donde se llegó a la decisión de que el campo de información (o campo 1) de la celda sería de 48 octetos, y el encabezado de la misma sería del 10% del campo 1, es decir, 5 octetos de encabezado.

Con estos valores para la celda ATM se logra una buena integridad de la información, ya que se asegura que la pérdida de celdas sea entre 4 y 16 ms, el cual es un rango aceptable para el usuario final (el que ve o el que escucha).

Las principales ventajas de tener una celda de 53 octetos se listan a continuación:

- Aceptable para redes de voz.
- Adaptable para operaciones de corrección de errores.
- Capaz de minimizar el número de bits a retransmitir desde el dispositivo del usuario en caso de error.
- Capaz de trabajar con equipo de transporte exterior.
- Anula el retraso inherente en el procesamiento de PDU's de gran tamaño.

### 3.2 ESTRUCTURA DE UNA CELDA ATM.

La figura 3.1 muestra el formato de transmisión de ATM. El tipo de transmisión en las conexiones de salida es dividido en tramas contiguas para satisfacer los requerimientos. Cada trama contiene una palabra "hsync" generada por el transmisor seguido por 256 celdas. La palabra "hsync" es un diseño de 50 baudios, consistiendo de 8 l diseños seguidos por un diseño J y K (l es 11111, J es 11000 y K es 11001).

Una celda tiene una longitud fija de 440 bits trasladada sobre la conexión a 550 baudios. El tiempo de transmisión de la celda es de 440 ns. Las celdas están vacías si ellas no son ocupadas y ocupadas si contienen datos. Una celda vacía consiste de 11 palabras consecutivas "hsync". Una celda ocupada es compuesta por una cabecera de 5 octetos, 48 octetos de datos y 2 octetos de cola (un octeto es una palabra de 8 bits). La celda principal de 40 bits (bit 0- bit 39), contiene los siguientes campos:

Bits 0-9 reservado para uso futuro.

Bits 10-11 bits de identificación de clase con los siguientes códigos.

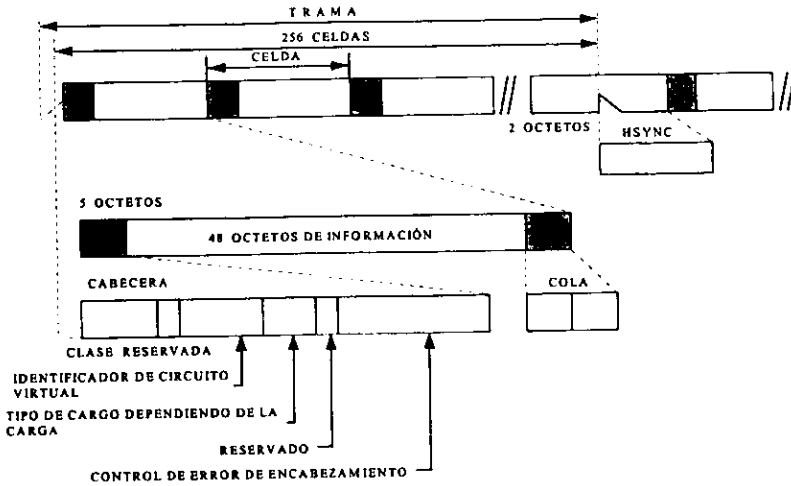


Figura 3.1. Secuencia de Trama ATM.

Bits 12-27 campo identificador de circuito virtual.

Bits 28-29 tipo de carga útil, reservado para uso futuro.

Bits 30 indica el número de canal lógico si el paquete es destinado para usar un puerto o como el procesador del nodo de control (NP, Node Control Processor) hacia la estación del destino.

Bits 31 reservado para su uso futuro.

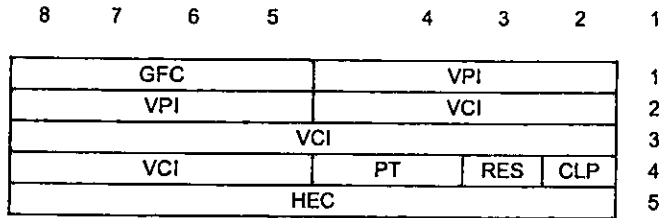
Bits 32-39 chequea el error principal no implementado hacia este tiempo.

La cola consiste de dos octetos. El primer octeto es una celda SYNC con diseño fijo 10110101. El segundo octeto es reservado. El campo de la celda SYNC es usado a través de la entrada de la fase de entrada de la máquina por el slot de sincronización. Aunque algunas libertades han sido tomadas con el uso de bits específicos, el formato básico de la celda es guardado con el estándar emergente ATM.

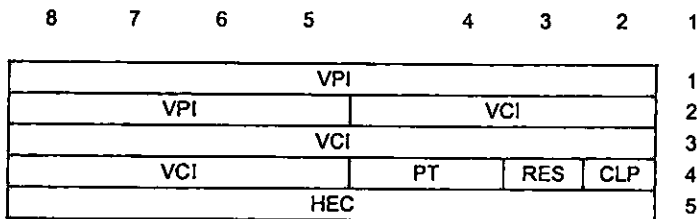
El papel principal de los encabezados es identificar las celdas que pertenecen al mismo canal virtual (Virtual Channel, VC) en una cadena asíncrona TDM. En la figura 3.2 se muestran los dos códigos de encabezados definidos.

La interfaz usuario-red (User-Network Interface, UNI) se define para los procesos de interconexión entre el equipo del usuario y el nodo ATM. Existen UNI privado y UNI público, la principal diferencia radica en el tipo de enlace físico de comunicación. Los UNI privados usan fibra óptica, par trenzado, etc., los UNI públicos utilizan SONET, DS3, E4, etc. La interfaz nodo-red (Node-Network Interface, NNI) se refiere a la interconexión entre nodos ATM.

a) Interfaz usuario red (UNI).



b) Interfaz nodo red (NNI).



VPI: Identificador de una ruta virtual.

VCI: Identificador de canal virtual.

RES: Reservado.

GFC: Control de flujo de medios compartidos.

HEC: Control de error de encabezado.

PT: Tipo de carga.

CLP: Prioridad de pérdida de ceida.

Figura 3.2. Encabezados de la ceida ATM.

El encabezado NNI, es casi el mismo que el UNI, la diferencia radica en que no contiene el campo del control de flujo de medios compartidos (Generic Flow Control, GFC) por lo que cuenta con 28 bits para enrutamiento (12 bits para el identificador de ruta virtual (Virtual Path Identifier, VPI) y 16 bits para el identificador de Canal Virtual (Virtual Channel Identifier, VCI)).

En el formato de encabezado UNI, se asigna cuatro bits al campo GFC, el cual se encarga del control de flujo, se asignan 24 bits para el campo de enrutamiento, los cuales están marcados como VPI (16 bits) y VCI (8 bits); estos son utilizados para el enrutamiento que se establece por negociación entre el usuario y la red. Sirven como identificadores de un canal virtual, la etiqueta de virtual indica qué celdas pueden ser ruteadas de nodo a nodo con base en el VPI. La ruta es establecida al principio de cada canal a partir de los mensajes de señalización.

Por su parte el VCI nos dice como se requiere que los canales sean colocados sobre la ruta virtual indica por el VPI. Estos identificadores se procesan en la red y realizan decisiones de ruteo, sin embargo no existen como estándares en ATM, por lo que únicamente tienen significado local en la UNI.

Dos bits más son asignados al campo de tipo de carga (Payload Type, PT) para identificar si la información es del usuario o de la red (una celda ATM la cual transporta información de control de red para una conexión particular es llamada celda de operación y mantenimiento (Operations And Maintenance, OAM)), además de notificar sobre problemas de congestión.

Se asigna un bit al campo de prioridad de pérdida de celda (Cell Loss Priority, CLP) el cual determina si la celda debe ser descartada, basado en las condiciones de la red. También permite distinguir sobre una misma trayectoria virtual las celdas más o menos sensibles desde el punto de vista de la aplicación y que no presentan las mismas restricciones en la tasa de pérdida.

Finalmente se asignan 8 bits al campo de control de error del encabezado (Header Error Control, HEC) que sirve para monitorear si el encabezado está correcto, además cuenta con un método de corrección de un bit. Un bit queda reservado para su uso futuro. El campo HEC se calcula usando los primeros 4 octetos, el valor de este campo lo calcula el transmisor y es el residuo de efectuar la división (módulo 2) del polinomio generador  $x^8 + x^2 + x + 1$  entre, multiplicado por el contenido del encabezado. Después efectúa una operación XOR con dicho residuo y el patrón 01010101; el resultado de dicha operación será el valor HEC. El cálculo complementario se realiza en el receptor con los 5 octetos.

Cuando una celda ATM es transmitida, el campo HEC se encuentra en modo de corrección (hay que recordar que la operación de este campo radica en proteger el encabezado y no la carga). Si en el modo de corrección se detecta error en un bit o en múltiples bits, entonces se cambia para operar en el modo de detección, que se encarga de corregir las celdas con error en un bit y de descartar las celdas con error en múltiples bits. Después regresa al modo de corrección en donde todas las celdas descartadas son eliminadas.

ATM provee operaciones limitadas de detección de errores, además de no tener servicios de retransmisión, y de desarrollar pocas operaciones en el encabezado; es por estas razones que ofrece un servicio rápido.

### 3.3. MODELO EN CAPAS PARA ATM.

En la figura 3.3 podemos observar el modelo de referencia para la arquitectura B-ISDN basada en ATM definido en la CCITT I.321. Este modelo refleja los principios de las comunicaciones por capas definidos por OSI.

Consiste en tres planos: el del usuario, el de control y el de administración.

El plano de usuarios (Plano-U) es el encargado de proveer la transferencia de información del usuario, control de flujo y operaciones de recuperación.

El plano de control (Plano-C) procesa información de señalización, se encarga de establecer una conexión en la red y manejarla; también se encarga de desconectarla.

El plano de administración (Plano-M) tiene dos funciones: Plano de administración y capas de administración. El plano de administración y coordinación entre el plano de usuarios y el plano de control. La capa de administración se encarga de administrar las entidades en las capas, además de realizar servicios de administración, operación y mantenimiento (OAM).

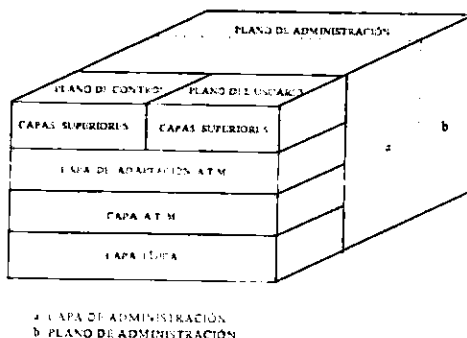


Figura 3.3. Modelo ATM.

Este modelo presenta unas capas superiores en las cuales se presentan aspectos relacionados con el plano-U y con el plano-C. Las capas del plano-U comprenden todos los protocolos de servicio específico, estos protocolos deberán ser independientes de los niveles inferiores. Las capas al plano-C

proveen las capacidades de transporte de mensajes, de señalización y control de conexión.

También se encuentran definidas tres capas: Física, ATM y capa de adaptación a ATM (ATM Adaptation Layer, AAL), donde la capa física y la ATM forman la jerarquía de transporte ATM. Para entender mejor la función de cada una de las capas, podemos observar el modelo detallado en la tabla 3.1.

	Función de capa superior	Capas superiores	
	A d m o n	Convergencia.	CS
Segmentación y reensamblaje.		SAR	L
d e	Control de flujo. Generación y extracción de encabezados de las celdas. Traducción del VPI/VCI en la celda Multiplexaje y demultiplexaje de las celdas	A T M	
	Acoplamiento de tasas de las celdas. Generación y verificación del campo HEC del encabezado. Delineación de celdas. Adaptación de cuadros de transmisión. Generación y recuperación de los cuadros de transmisión.	T C	C a p a
c a p a	Tiempo de bit.	P M	f í s i c a
	Medio físico.		

Capa física basada en SONET SDH ó basada en celdas

Tabla 3.1. Funciones de las Capas ATM.

### 3.3.1. CAPA FÍSICA.

La capa física transporta datos (bits o celdas) y consta de dos subcapas: Subcapa de Medios físicos (Physical medium, PM) y Subcapa de Convergencia de transmisión (Transmission Convergence, TC).

La subcapa PM es la más baja y desarrolla únicamente funciones dependientes del medio físico, realiza funciones relacionadas con el tiempo de transmisión de bits, codificación de línea y si es necesario conversiones eléctrico / ópticas.



La subcapa TC desarrolla todas las funciones para transportar una cadena de celdas ATM en una cadena de datos que pueda ser transmitida y recibida por un medio físico; así mismo cuando recibe la carga se encarga de extraer celdas de esta.

También desarrolla una delineación de celdas, la cual se encarga de habilitar al receptor para recuperarlas. Esta subcapa cuenta con un control de error de un bit en el encabezado para desechar las celdas erróneas.

En la subcapa TC se adaptan las tasas de transmisión entre la capa ATM y la capa física a la capacidad de carga disponible del sistema usado mediante la introducción de celdas vacías u ociosas, en la recepción dichas celdas son eliminadas. La tasa de bits disponibles para celdas con información de usuarios, celdas de señalización y celdas OAM es 155.520 Mbps.

Existen tres diferentes tipos de flujo para la capa física, dichos flujos son:

- Entre la capa física y la ATM.
- Entre la capa física y el plano de administración.
- Entre subcapas dentro de la capa física.

El foro ATM ha determinado que SONET no sea el único medio de transporte disponible para redes ATM, y por lo tanto ha definido otros medios como capa física, estos medios los podemos observar en la figura 3.4.

Capa de adaptación ATM (AAL)																
Capa ATM																
S o n t	155 Mbps	D S 3	45 Mbps	D S 1	1.544 Mbps	F D J	100 Mbps	S T P	155 Mbps	U T P	51.84 Mbps	U T P	12.96 Mbps	U T P	25.96 Mbps	*Inalámbrico

\*No estandarizada

Figura 3.4. Medios Disponibles para Capa Física ATM.

**3.3.1.1. Mapeo de celdas ATM en SONET STS-3.**

En este tipo de mapeo todos los paquetes de transmisión en banda ancha son señales SONET que operan en un rango STS-3 a 155.520 Mbit/s. En la figura 3.5 se puede observar que todos los tipos de servicios, incluyendo servicios CBR y VBR son transformados a celdas ATM y entonces son colocados en los paquetes de información SONET para su transporte.

Estas tramas soportan una tasa de transferencia de 149,760 Mbit/s para las celdas, los demás bits de la trama son para encabezados.

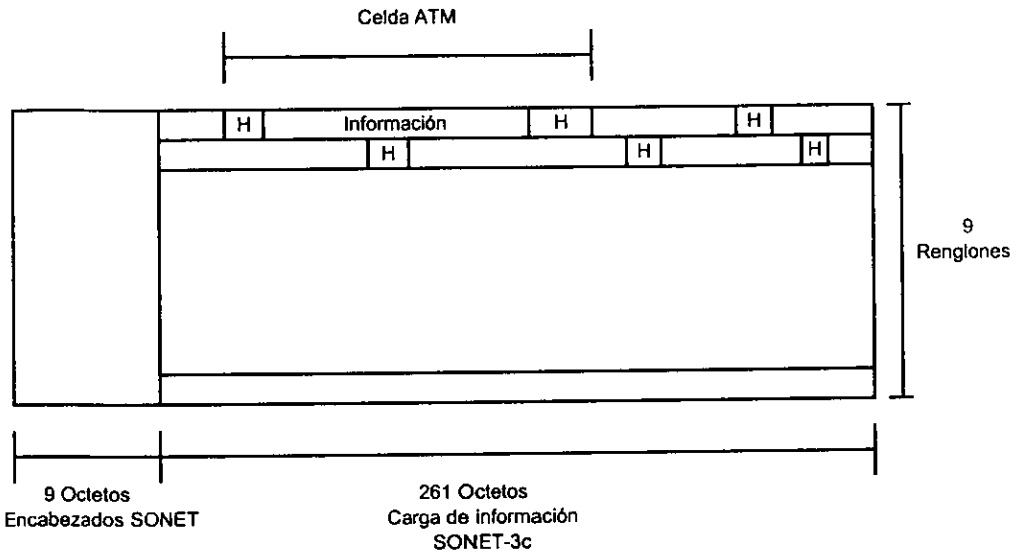


Figura 3.5. Mapeo de Celdas ATM en SONET STS-3.

**3.3.1.2. Mapeo de celdas ATM en DS3.**

Para utilizar DS3 como capa física de ATM se ha desarrollado un protocolo de convergencia de la capa física (Physical Layer Convergence Protocol, PLCP). Las celdas ATM son mapeadas en una carga PLCP DS3, después este es mapeado en la carga de información DS3.

Una trama PLCP tiene una carga de información de 40.704 Mbit/s y puede transportar 12 celdas, como se puede ver en la tabla, cada una con un encabezado PLCP de 4 bytes y la última con un subencabezado de 13 ó 14 nibbles (recordar que un nibble equivale a un conjunto de cuatro bits). La carga

de información DS3 transporta 8000 de estas tramas por un segundo, en la tabla se muestra el esquema de ATM sobre DS3.

Los dos primeros octetos sirven para encuadramiento, el campo B1 sirve para el monitoreo de errores y se calcula con las doce celdas ATM y los 12 bytes de encabezado de ruta (Path OverHead, POH) de una trama PCLP anterior.

El contador C1 provee a la trama PCLP de un identificador de longitud y de un ciclo de nibbles mínimos de relleno para justificar la trama y el campo G1 se usa para indicar que un bloque tiene errores basado en el byte B1 de la trama anterior. El identificador de encabezado de ruta (Po-P11) se usa para indexar el octeto adyacente del encabezado de ruta. Los bytes Z1-Z6 en el encabezado son para futuros desarrollos.

Encuadramiento PLCP		POI	POH	Carga PLCP
A1	A2	P11	Z6	Primera celda ATM
A1	A2	P10	Z5	Celda ATM
A1	A2	P9	Z4	Celda ATM
A1	A2	P8	Z3	Celda ATM
A1	A2	P7	Z2	Celda ATM
A1	A2	P6	Z1	Celda ATM
A1	A2	P5	X	Celda ATM
A1	A2	P4	B1	Celda ATM
A1	A2	P3	G1	Celda ATM
A1	A2	P2	X	Celda ATM
A1	A2	P1	X	Celda ATM
A1	A2	P0	C1	Doceava celda ATM
1 octeto	1 octeto	1 octeto	1 octeto	53 octetos

POI: indicador de encabezado de ruta.

POH: Encabezado de ruta.

13 ó 14  
nibbles

Tabla 3.2. Mapeo de Celdas ATM en DS-3.

### 3.3.1.3. Mapeo de celdas ATM en FDDI.

Para poder transportar ATM sobre FDDI únicamente se utiliza la capa física y la subcapa de medio físico de FDDI y se realiza a través del plano-U en una UNI privada, la unidad de interfaz de red (Network Unit Interface, NUI) debe proveer tráfico del tipo AAL 3/4.

La subcapa TC se encarga de hacer la delineación de la celda utilizando códigos de control FDDI. La subcapa PM se encarga de sincronizar y codificar los bits, opera a 100 Mbit/s.

Los códigos FDDI utilizados para el transporte de celdas son limitados, ya que únicamente se utilizan tres de ellos:

- JK se utiliza para señalar que la línea está vacía y puede ser empleado para propósitos de sincronización, así que por lo menos se deberá insertar un código JK entre cada celda ATM.

- TT se emplea para indicar el inicio de la celda, es decir, se usa como delineador.

- QQ se utiliza para indicar que hubo una pérdida de la señal.

En la figura 3.6 se muestra un ejemplo de una transmisión.

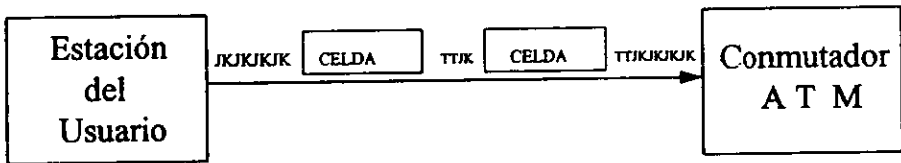


Figura 3.6. Mapeo de Celdas ATM sobre FDDI.

### 3.3.2. CAPA ATM.

La capa ATM nos provee de una transferencia transparente de unidades de datos de tamaño fijo entre una fuente y su correspondiente destino o destinos con un adecuado grado de servicios (Grade Of Service, GOS). Además desarrolla funciones de multiplexaje, demultiplexaje y conmutación para celdas de rutas virtuales VPs y de canales virtuales VCs. Cada celda ATM contiene una etiqueta en su encabezado (VPI/VCI) para identificar explícitamente a que canal virtual pertenece cada celda. Un canal virtual provee transporte de celdas ATM entre dos o más puntos finales para transferencia de información usuario - usuario, usuario - red ó red - red. Los puntos en los cuales las celdas ATM son pasadas a un nivel más alto para procesamiento son los puntos finales de un canal virtual.

En esta capa se realiza la función de control generado, el cual se añade al encabezado para controlar el flujo de tráfico en la red. En una operación de transmisión, cuando llega información de la capa AAL a la capa ATM, se le agrega el encabezado adecuado (con excepción del campo HEC), formando

de esta manera la celda, en una operación de recepción, se extrae el encabezado y solo pasa el campo 1 a la capa AAL.

Las funciones de enrutamiento de un canal virtual VC son realizadas por un switch de VC. Dicho enrutamiento involucra transformar los valores del VCI de los enlaces de VC que entran, a valores VCI de los enlaces de VC de salida.

Los valores de los VCI y los VPI se procesan en las terminales de rutas virtuales (Virtual Path Terminal, VPT). Entre VPT's asociados con una misma ruta virtual, solo los valores del VPI son los que procesan. La integridad de la secuencia de las celdas se necesita mediante un VC.

VC's en diferentes VP's pueden tener el mismo valor VCI aunque tengan diferentes valores VPI. Las celdas asociadas con un VP particular son identificadas por un valor VPI en la etiqueta de la celda, y por el enlace físico por el cual la celda es transportada.

En la figura 3.7 se muestra la relación entre VC, VP, enlace físico y capa física. La capa física provee una cadena de bits para acarrear las celdas y sus puntos de terminación son establecidos por procesamiento de los encabezados de las celdas; incluye múltiples enlaces físicos y cada enlace contiene múltiples VP's teniendo cada uno múltiples VC's.

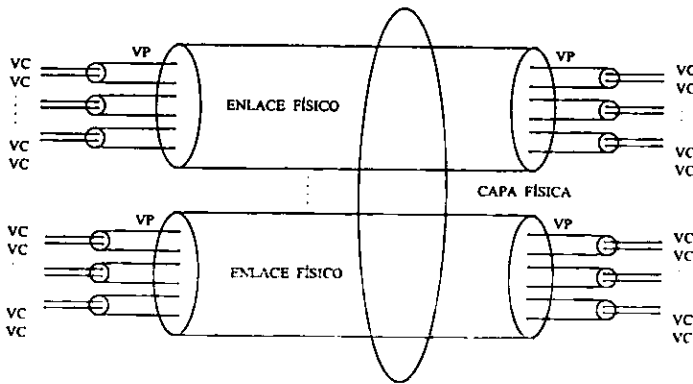


Figura 3.7. Relación entre Capa Física y Enlace Físico en ATM.

La capa AAL provee a la capa ATM de interfaces estandarizadas, entonces la capa ATM es la responsable de retransmitir y rutear el tráfico a través del switch ATM. La capa ATM es del tipo conexión orientada. La capa ATM desarrolla operaciones correspondientes a las capas 2 y 3 del modelo OSI.

### 3.3.3. CAPA DE ADAPTACIÓN A ATM (AAL).

Para hacer uso de ATM se necesita una capa de adaptación que soporte protocolos de transferencia de información que no estén basados en ATM. La capa de adaptación a ATM (ATM, Adaptation Layer, AAL) cumple con esta función llevando a cabo las funciones necesarias para adaptar los servicios provenientes de la capa ATM a servicios requeridos por su usuario de servicio.

Cuando un servicio es requerido, la capa de adaptación ATM separa el tráfico en PDU's de 48 octetos, en donde además de la información del usuario van incluidos un encabezado y un subencabezado que variarán dependiendo del tipo de servicio que se está atendiendo.

Estas celdas son pasadas a la capa ATM, la cual le añade un encabezado de 5 octetos, además de realizar otras funciones, la celda de 53 octetos es enviada a la capa física, que se encarga de transportarla a través de la red. Al llegar a la capa ATM receptora, esta sustrae el encabezado y lo procesa, entonces pasa la información a la capa AAL.

#### 3.3.3.1. Organización de la capa AAL.

La capa AAL se encuentra organizada en dos subcapas lógicas, estas son:

- La subcapa de convergencia (Convergence Sublayer, CS) se encarga de proveer las funciones necesarias de la AAL para soportar aplicaciones específicas. Cada aplicación accede a la AAL en un punto de acceso a servicio (Service Access Point, SAP). Esta subcapa es la dependencia de servicios de la capa AAL.

- La subcapa de segmentación y reensamble (Segmentation And Reassembly sublayer, SAR) se encarga de la segmentación de la información recibida del CS en celdas ATM para su transmisión en la fuente y del reensamblaje de la información a partir de las celdas en el destino.

El tipo de carga del usuario se identifica en esta capa. Para transferencia de tráfico de usuario (Plano-U), la AAL opera en los puntos finales de las conexiones virtuales y no con el backbone de la red. Para el tráfico de los planos M y C, la AAL debe ser invocada por el nodo de la red en la UNI.

### 3.3.3.2. Servicios de la capa AAL.

Algunos ejemplos generales de los servicios que brinda esta capa son:

- Manejo de errores de transmisión.
- Segmentación y reensamble de grandes bloques de datos para adecuarlos al campo de información de las celdas ATM.
- Manejo de las condiciones de celda pedida y mal insertada.
- Control de flujo e información del tiempo de bits (Timing).

Como es de suponerse, el brindar todos estos servicios requiere del desarrollo de gran cantidad de protocolos, por lo que para minimizar lo más posible su número la ITU-T ha definido cuatro clases de servicios principales que cubren una gran variedad de requerimientos. Esta clasificación esta hecha en base a las siguientes consideraciones:

- La relación de tiempo de bits (Timing) que debe ser mantenida entre la fuente y el destino.
- Al tipo de tasa de transmisión de bits que requieren las aplicaciones: constante o variable.
- Al modo de conexión utilizado en una transferencia: conexión orientada o sin conexión.

De esta manera la clasificación propuesta es la que se muestra en la tabla 3.3.

La clase A involucra un flujo ininterrumpido de información digital con una tasa constante de bits, necesita una capacidad de carga constante y predeterminada, y primordialmente es soportada a través de la emulación de circuitos en la capa ATM. La emulación de circuitos es un método para simular la capacidad de circuitos en redes ATM. Se necesita un detector de reloj para la correcta recuperación de la señal en el receptor.

La clase B representa servicios de conexión orientada, los cuales necesitan una recuperación de reloj, estos servicios son en tiempo real, por ejemplo servicios de vídeo VBR.

---

	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Relación de tiempo entre la fuente y el destino.	Requerido		No requerido	
Tasa de transmisión	Constante	Variable		
Modo de conexión	Conexión orientada			Sin conexión
Protocolo AAL	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3/4, Tipo 5	Tipo 3/4

Tabla 3.3. Clasificación de Servicios AAL.

La clase C también maneja servicios de conexión orientada pero no requiere relación de reloj entre el emisor y el receptor.

La clase D es prácticamente lo mismo que la clase C excepto que los servicios son del tipo sin conexión.

### 3.3.3.3. Protocolos AAL.

La definición de protocolos para esta capa es un proceso que ha sufrido múltiples transformaciones, ya que en un principio se definieron cuatro protocolos diferentes: tipo 1, tipo 2, tipo 3 y tipo 4; uno para cada tipo de servicio que brinda esta capa, posteriormente cada uno de estos protocolos se subdividió a su vez en dos protocolos uno para la capa CS y otro para la capa SAR finalmente debido a las similitudes de los protocolos tipo 3 y 4 se decidió fundirlos en uno solo conocido como tipo 3/4 y se definió uno nuevo, el tipo 5. A continuación mostraremos las funciones que desempeñan cada uno de estos protocolos.

### 3.3.3.4. Protocolos AAL tipo 1.

Este tipo de protocolo se maneja cuando se requiere una tasa de transmisión de bits CBR. Provee de servicios tales como:

- Transferencia de información de tiempo de bits entre la fuente y el destino.



- Transferencia de información estructurada entre la fuente y el destino.
- Indicación de información errónea o perdida a las capas superiores, si es que estas fallas no pudieron ser corregidas dentro de la AAL 1.

En este caso el protocolo de la subcapa SAR se encarga de empaquetar los bits que recibe del CS en celdas ATM para transmitirlos y desempaquetarlos al recibirlos en el destino. Los PDU's en el nivel SAR tienen el formato que se muestra en la figura 3.8.

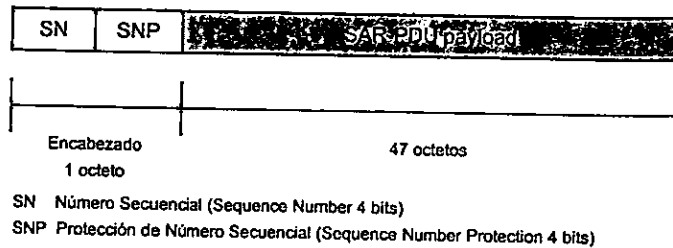


Figura 3.8. SAR-PDU de AAL 1.

Como podemos ver en la figura 3.8 cada bloque o SAR-PDU va acompañada de un encabezado dividido en dos campos. El primero, SN, es un número secuencial que permite detectar PDU's perdidos o erróneos. El segundo es la protección del número secuencial SNP que permite la corrección de todos los errores de un bit ocurridos en el SN y la detección de todos los errores de 2 bits.

En lo que respecta a la subcapa CS no ha sido definido un formato de CS-PDU. Las principales funciones que tiene que desempeñar tienen que ver con el control de reloj y la sincronización y son las siguientes:

- Manejo de la variación del retraso de las celdas.
- Manejo de pérdida y mal inserción de celdas.
- Para algunos servicios, recuperación del receptor de la frecuencia del reloj del emisor.
- Corrección adelantada de errores para vídeo y audio de alta calidad.
- Reporte del estado del desempeño en las conexiones "end to end".

### 3.3.3.5. Protocolo AAL tipo 2.

Este tipo de protocolo esta proyectado para aplicaciones analógicas tales como: el video y el audio que requieren de información de tiempo de bits pero no de una tasa de transmisión constante CBR y los servicios que debe de proveer son los siguientes:

- Transferencia de Unidades de Datos de Servicios (Service Data Unit, SDU) con una tasa VBR.
- Transferencia de información de tiempo de bits entre la fuente y el destino.
- Indicación de información errónea o perdida a las capas superiores, si es que estas fallas no pudieron ser corregidas dentro de AAL 2.

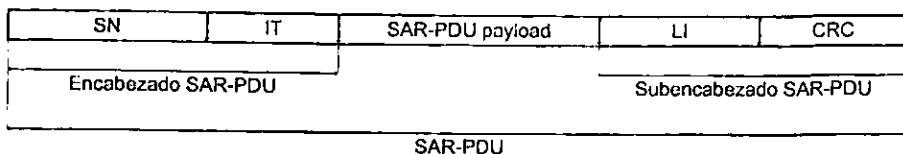
Hasta el momento para poder brindar estos servicios se han definido las siguientes funciones que debe desempeñar al tipo AAL tipo 2.

- Segmentación y reensamblaje de la información.
- Manejo de la variación del retraso de las celdas.
- Manejo de pérdida y mal inserción de celdas.
- Recuperación de la frecuencia del reloj del emisor por el receptor.
- Monitoreo y manejo de los errores ocurridos en los encabezados y los subencabezados.
- Monitoreo de la información del usuario para la detección y posible corrección de los errores de un bit.

Las funciones a cada capa se encuentran bajo estudio por lo que aún no están definidas completamente.

En lo que respecta a la subcapa SAR, por principio de cuentas debe aceptar CS-PDU's con una longitud variable por lo que el SAR-PDU puede no llenarse completamente.

El modelo de SAR-PDU propuesto se muestra en la figura 3.9.



- SN = Número secuencial (Sequence Number)  
 IT = Tipo de información (Information Type)  
 LI = Indicador de largo (Length Indicator)  
 CRC = Prueba cíclica de redundancia (Cyclic Redundancy Check)

Figura 3.9. SAR-PDU propuesto por ITU-T.

La función de los campos del encabezado y el subencabezado del SAR-PDU es la siguiente:

- SN: usado en el reensamblaje de un SAR-SDU para verificar que todos los SAR-PDU's han sido recibidos y concatenados correctamente, permitiendo así la localización de celdas perdidas o mal insertadas.
- IT: indica el tipo de SAR-PDU que es:
  - El principio del mensaje (Beginning Of Message, BOM).
  - La continuación del mensaje (Continuation Of Message, COM).
  - El final del mensaje (End Of Message, EOM).

Este campo puede incluir también alguna información de tiempo de bits o un discriminador para las componentes de señales de audio video.

- LI: este campo indica el número de octetos de un SAR-SDU que van en la unidad de segmentación SAR-PDU.
- CRC: este campo indica el valor de una prueba de redundancia cíclica que se aplica a todo el SAR-PDU.

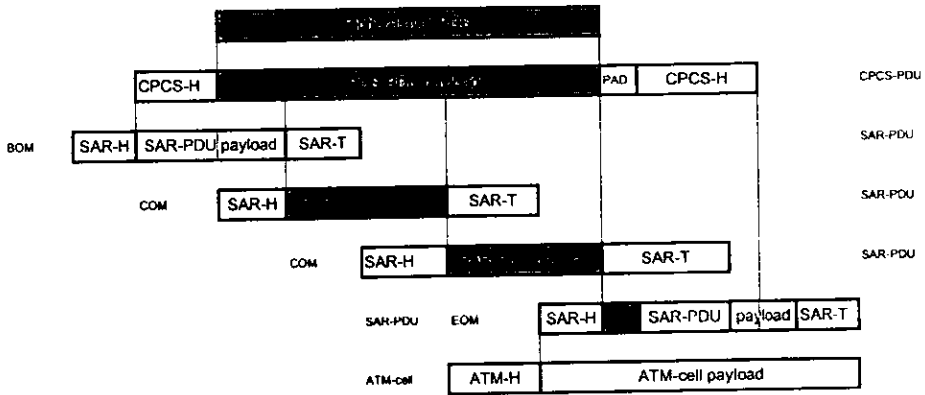
### 3.3.3.6. Protocolo AAL tipo 3/4.

Las especificaciones iniciales para los tipos de AAL 3 y 4 eran muy similares en el formato del PDU y su funcionalidad, por lo que la ITU-T decidió combinar ambos en uno solo conocido como tipo 3/4. Los tipos de servicios que debe proveer el AAL tipo 3/4 se caracterizan en base a dos dimensiones:

- El servicio de modo de conexión que brinda puede ser sin conexión o de conexión orientada. En el primer caso, cada bloque presentado a la subcapa SAR (SAR Service Data Unit, SAR-SDU) es tratado independiente. Por el contrario en el segundo caso es posible definir múltiples conexiones lógicas SAR sobre una sola conexión ATM.

• El servicio que presta puede ser un modo-mensaje o modo flujo continuo. En el primero se transmiten cuadros de datos, un bloque de datos proveniente de la capa superior a la AAL es transferido en una o más celdas. En el segundo caso se transfieren datos continuamente a baja velocidad y con requerimientos de retraso bajos. Los datos son presentados a la AAL en bloques de tamaño fijo, los cuales pueden ser tan pequeños como un octeto, así, un bloque es transferido en cada celda.

El esquema general del servicio de transferencia de datos del AAL 3/4 se muestra en la figura 3.10.



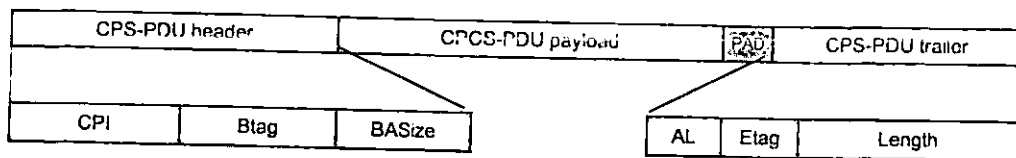
- CPCS=Subcapa de convergencia de parte común (Common Part Convergence Sublayer).
- SAR= Segmentación y reensamble (Segmentation & Reensamble).
- PDU= Unidad de datos de protocolo (Protocolo Data Unit).
- CPCS-H= Encabezado CPCS (CPCS Header).
- CPCS-T= Subencabezado CPCS (CPCS-Trailer).
- SAR-H= Encabezado SAR (SAR-Header).
- SAR-T= Subencabezado SAR (SAR -Trailer).
- ATM-H= Encabezado ATM (ATM-Header).
- BOM= Principio del mensaje (Beginning Of Message).
- COM= Continuación del mensaje (Continuation Of Message).
- EOM= Fin del mensaje (End Of Message).

Figura 3.10. Esquema General del Servicio de Transferencia de Datos del AAL 3/4.

En la figura 3.10 podemos apreciar que primero se toma un bloque de datos proveniente de las capas superiores (Higher-Layer PDU), y es encapsulado en un PDU de la subcapa CS. Esta subcapa es referida como subcapa de convergencia de parte común (Common Part Convergence Sublayer, CPCS). Una vez que se tiene el CPCS-PDU es pasado a la subcapa SAR, donde es dividido en bloques de información de 44 octetos. Cada bloque de estos puede ser introducido en un SAR-PDU, el cual incluye un encabezado

y un subencabezado totalizando así 48 octetos. Finalmente cada SAR-PDU de 48 octetos es introducido en una celda ATM para ser transmitido.

Las funciones que desempeña cada subcapa del AAL 3/4 se pueden apreciar analizando sus respectivos PDU's. En la figura 3.11 podemos apreciar el CPCS-PDU:



- CPI = Indicador de Parte Común (Common Part Indicator)  
1 octeto
- Btag = Etiqueta de Inicio (Beginning Tag) 1 octeto
- BASize = Tamaño del búfer de asignación (Buffer Allocatio Size)  
2 octetos
- AL = Alineamiento 1 octeto
- Etag = Etiqueta de fin (End Tag) 1 octeto
- Length = Largo del CPCS-PDU payload 2 octetos
- PAD = Relleno

Figura 3.11. CPCS-PDU del AAL 3/4.

Como se ve en la figura 3.11 el encabezado del CPCS-PDU esta formado por tres campos cuya función es la siguiente:

- CPI: es un campo de un octeto, que indica la interpretación que se debe dar a los campos siguientes, actualmente solo está definida y es la que se está explicando.
- Btag: es también un campo de un octeto, contiene un número asociado con un particular CPCS-PDU, este mismo número debe aparecer en el campo Etag del subencabezado. El emisor cambia el valor de cada CPCS-PDU sucesivo que manda, permitiendo así que el receptor asocie correctamente el encabezado con el subencabezado de cada CPCS-PDU.
- BASize: este campo de dos octetos, indica a la capa equivalente en el receptor el tamaño máximo del búfer requerido para reensamblar la unidad de datos de servicio (Service Data Unit, CPCS SDU). Para el modo de mensajes, el valor es igual al largo del campo de información del CPCS-PDU, para el modo de flujo continuo el valor es igual o más grande que el largo del campo de información del CPCS-PDU.

Como se puede ver en la figura 3.11 cuando el campo de información no esta completamente ocupado es relleno fuera (PAD), de tal forma que el subencabezado siempre comienza en el limite de los 32 bits. Este contiene los siguientes campos:

- Alignment: que es un campo de un octeto, este es un octeto relleno cuyo único propósito es hacer que el largo del CPCS-PDU sea igual a 32 bits.
- Endtag: es de un octeto y se usa en un conjunto con Btag.
- Length: es un campo de dos octetos cuyo valor indica el largo del campo de información del CPCS-PDU.

El propósito de la subcapa CS es avisar al receptor que un bloque de datos está llegando en segmentos y que debe ser reservado un espacio de búfer para reensamblarlo, esto a su vez activa las funciones CPCS en el receptor para poder verificar la correcta recepción del bloque de datos completo CPCS-PDU.

En la subcapa SAR se recibe la información de la subcapa CS que llega en bloques llamados SDU. Cada SDU es transmitida en uno o más SAR-PDU's, y cada uno de estos a su vez es transmitido en una celda ATM. Los encabezados del SAR-PDU se utilizan para el proceso de segmentación de SDU's en la transmisión y para su reensamblaje en la recepción.

En la figura 3.12 se muestra el formato del SAR-PDU:

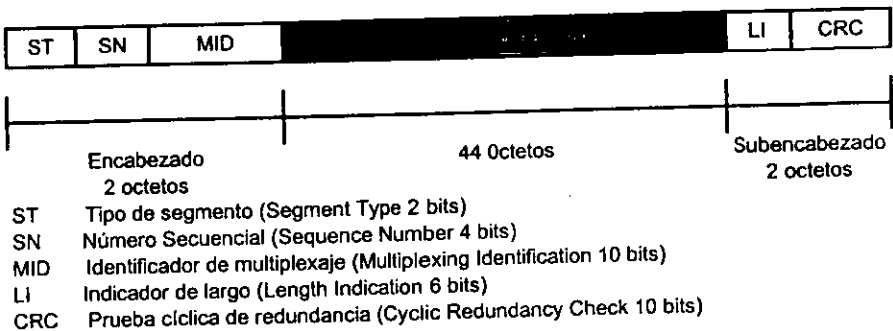


Figura 3.12. SAR-PDU del AAL 3/4.

La función de cada uno de los campos del encabezado y el subencabezado es la siguiente:

- ST: indica el tipo de SAR-PDU que es, existen cuatro diferentes:
  - Mensajes de secuencia individual (Single Sequence Message, SSM) que contiene un SAR-SDU completo.

Cuando un SAR-SDU es segmentado en dos o más SAR-PDU's, el segmento puede ser:

- El principio del mensaje, BOM.
  - La continuación del mensaje, COM.
  - El final del mensaje, EOM.
- SN: usado en el reensamblaje de un SAR-SDU para verificar que todos los SAR-PDU's han sido recibidos y concatenados correctamente. Un número es colocado en el BOM e incrementado secuencialmente con cada sucesivo COM y en el EOM para un SAR-SDU individual.

- MID: este es un identificador único asociado con un grupo de SAR-PDU's que cargan a un solo SAR-SDU. Este número es necesitado también para asegurarse de que el reensamblaje se lleve a cabo correctamente.

- LI: este campo indica el número de octetos de un SAR-SDU que va en la unidad de segmentación SAR-PDU. El número puede ser un valor entre 4 y 44 octetos, en múltiplos de 4. El número será siempre de 44 para BOM y COM SAR-PDU's. Este número puede ser menor en un SSM si el SAR-SDU es menor de 44 octetos al igual que un SAR-PDU EOM. Si el tamaño del SAR-SDU no es un múltiple entero de 44 entonces se necesita de un EOM SAR-PDU parcialmente lleno, el problema se resuelve relleno su campo de información sobrante.

- CRC: este campo indica el valor en 10 bits de una prueba de redundancia cíclica que se aplica a todo el SAR-PDU.

Una característica distintiva del AAL 3/4 es que puede multiplexar distintos flujos de datos en la misma conexión lógica entre usuarios de la AAL le es asignado un valor único de MID, de esta manera el tráfico de celdas de  $2^{10}$  conexiones diferentes de AAL's puede ser multiplexado e intertransportado sobre una sola conexión ATM. Para el servicio de conexión no orientada el campo MID puede ser utilizado para asignar un identificador único a cada usuario de una conexión no orientada pudiendo multiplexar el flujo de información de múltiples usuarios de la AAL.

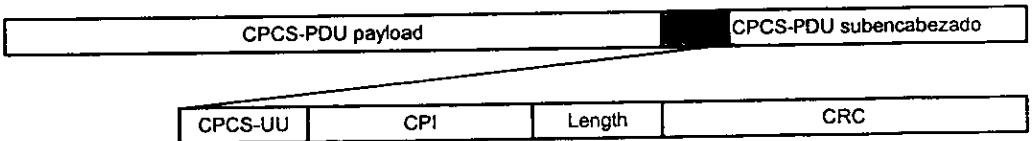
### 3.3.3.7. Protocolo AAL tipo 5.

Este es el tipo de protocolo que se ha especificado más recientemente y fue introducido para reforzar las facilidades de transporte de información para los protocolos de las capas altas que utilizan la conexión orientada. Su filosofía se basa en lo siguiente: si las capas altas tienen cuidado con la administración de la conexión y las capas ATM producen errores mínimos, entonces muchos de los campos en los SAR y CPCS PDU's no son necesarios, el formato del CPCS-PDU se muestra en la figura 8.13.

- Reducir el gasto de recursos en el procesamiento de protocolos.
- Reducir el gasto en la información.
- Asegurar la adaptabilidad a los protocolos de transporte existentes.

Las funciones de cada uno de los campos que conforman el subencabezado del CPCS-PDU del tipo de AAL 5 son:

- CPCS-UU: es un campo de un octeto usado para llevar a cabo una transferencia transparente de la información usuario-usuario.
- CRC: este campo indica el valor en 32 bits de una prueba de redundancia cíclica que se aplica a todo el CPCS-PDU, esto brinda mayor robustez contra errores y fallas que se puedan presentar en la red en comparación con la que se brinda en el AAL tipo 3/4 cuyo valor CRC es de 10 bits.
- CPI: este campo es de un octeto e indica la interpretación de los campos restantes del encabezado.
- Length: es un campo de dos octetos cuyo valor indica el largo del campo de información del CPCS-PDU.



CPI = Indicador de Parte Común (Common Part Indicator) 1 octeto

Length = Largo del CPCS-PDU payload 2 octetos

PAD = Relleno

CRC = Prueba cíclica de redundancia (Cyclic Redundancy Check CRC) 4 octetos

CPCS-UU = Indicación usuario a usuario de CPCS (CPCS User to User indication) 1 octeto

Figura 3.13. CPCS - PDU del AAL5.



Como se puede ver el campo BASize ha sido eliminado, si la información que proporciona fuera necesaria puede ser obtenida de las capas altas ya que muchos de los protocolos que se manejan en estas capas son capaces de fijar o negociar el tamaño máximo de los PDU's y esta información puede ser utilizada por el receptor para reservar el espacio de búfer necesario para llevar a cabo el reensamblaje de la información. Si el CPCS-PDU completo no es un múltiplo de 48, tiene que ser rellenado para poder ser procesado.

El SAR-PDU consiste simplemente de 48 octetos de campo de información que acarrea una porción del CPCS-PDU. Su formato lo apreciamos en la figura 3.14.

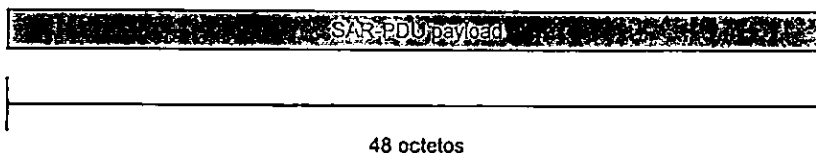


Figura 3.14. SAR-PDU del AAL 5.

La ausencia de encabezados de protocolo tiene implicaciones importantes, tales como:

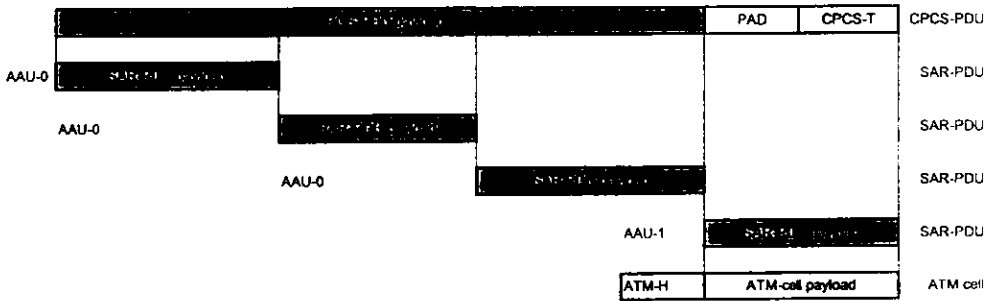
- Debido a que no existe un número secuencial, el receptor debe asumir que todos los SAR-PDU's llegan en el orden correcto para su reensamblaje. El campo CRC en el CPCS-PDU intenta garantizar eso.

- La ausencia del campo MID impide saber si un SAR-PDU que esta siendo analizado, acarrea una parte del CPCS-PDU que esta siendo transmitido o es la primera parte del CPCS-PDU siguiente, para distinguir entre estos dos casos el bit de indicación de usuario de ATM a usuario de ATM (ATM user to ATM user AAU) que se encuentra en el campo Payload Type del encabezado de una celda ATM es utilizado. Así un CPCS-PDU consiste de cero o más SAR-PDU's consecutivos con un AAU cuyo valor es 0 seguido inmediatamente por un SAR-PDU con un AAU cuyo valor es 1. Este proceso lo podemos observar en la figura 3.15.

- La ausencia del campo LI hace suponer que no hay manera para la entidad SAR de distinguir entre los octetos del CPCS-PDU y las rellenas en el último SAR-PDU, sin embargo en la última SAR-PDU la entidad SAR no busca de esta manera el subencabezado del CPCS-PDU, sino que como ya se mencionó, se requirió que el campo de información del CPCS-PDU que no fuera ocupado debía ser rellenado de manera tal que el último bit del subencabezado CPCS-PDU sea el último bit del SAR-PDU, pudiendo localizar

así el subencabezado. La capa AAL realiza algunas de las funciones desarrolladas en las capas 4, 5 y 7 del modelo OSI.

ATM surge durante el proceso de estandarización de la red digital de servicios integrados de banda ancha (B-ISDN) como un nuevo modelo de transferencia de información. En contraste con las transmisiones digitales existentes que usan técnicas de transmisión de modo circuitos y emplean multiplexaje por división en el tiempo sincrónico (pleisocrónico), ATM es una técnica de transferencia de celdas y emplea multiplexaje por división en el tiempo asincrónico (estadístico).



CPCS= Subcapa de convergencia de parte común  
 (Common Part Convergence)  
 SAR=Segmentación y reensamble  
 (Segmentation and Reassembly)  
 PDU=Unidad de datos de protocolo  
 CPCS-T=Subencabezado CPCS  
 (CPCS-Trailer)  
 ATM=Encabezado ATM  
 (ATM Header)

Figura 3.15. Esquema General del Servicio de Transferencia de Datos del AAL5.

ATM ha influenciado en la estandarización de jerarquías digitales, estructuras de multiplexaje, conmutación en interfaces para señales de banda ancha.

### 3.4 EMULACIÓN DE LAN

Dada la vasta base instalada de LAN's y WAN's hoy en día, es fundamental permitir la interoperabilidad entre estas tecnologías ATM. Pocos usuarios aceptarán la presencia de ATM sin conectividad a las redes actuales. La llave para esta conectividad radica en usar las mismas capas de protocolos de red, como IP o IPX, tanto en redes ya existentes como en ATM, para proveer una vista de red uniforme en los niveles altos de los protocolos y las aplicaciones.

Hay dos métodos fundamentales para que una red funcione a través de ATM. En uno de los métodos, conocido como modo nativo, los mecanismos de resolución de direcciones son usados para mapear las direcciones de las capas de red y las direcciones ATM. Un método alternativo de envío de paquetes a través de una red ATM es conocido como Emulación LAN.

Como su nombre sugiere, la función del protocolo LANE (Emulación de LAN) es la de emular una red de área local sobre una red ATM. Específicamente, el protocolo LANE define el mecanismo para emular una red IEEE 802.3/Ethernet o una red 802.5/Token Ring.

Emulación LAN hace que una red ATM se vea como una red Ethernet o Token Ring, pero con una operación mucho más rápida que una red real. La justificación para esto se basa en que no se requieren demasiadas modificaciones en las capas de los protocolos para permitir su operación sobre una red ATM. El servicio Emulación LAN presenta el mismo servicio de interfase que un protocolo MAC existente para los manejadores de las capas de la red, debido a esto no se requieren hacer cambios en los manejadores.

Todos los dispositivos sobre Ethernet y Token Ring no requieren ninguna modificación. Para ello solo se requiere un convertidor LAN's-ATM.

La emulación es un instrumento de la capa 2 que acepta paquetes LAN nativos y los modifica agregando una cabecera ID y lo despoja de la Secuencia de Chequeo de Trama (FCS, Frame Check Sequence), entonces la envía sobre la red como AAL 5, PDU (Protocol Data Units). La Segmentación y Reensamblaje (SAR) toman lugar una vez que los paquetes LAN son filtrados dentro de la PDU.

L-UNI (LAN Emulation User to Network Interface) es un estándar en el cual se definen redes como Ethernet o Token Ring, pueden ser conectadas a redes ATM y FDDI. En este caso se requiere que las tramas FDDI sean trasladadas a tramas Ethernet o Token Ring. Una vez que esto es hecho el gateway se encarga de ellas.

Deberán ser usados ruteadores para conectar una Token Ring Emulada con una Ethernet emulada. Similarmente un bridge (puente) deberá ser usado para enlazar dos o más emulaciones Ethernet. L-UNI permite múltiples LAN's emuladas cada una completamente independiente de la otra, en la misma estructura física.

El software que maneja el servicio de emulación de LAN es implementado en los tres servidores lógicos; el servidor de configuración, el servidor de emulación de LAN (LES) y el servidor de difusión y desconocimiento (BUS). La emulación LAN es un servicio de la capa 2, el cuál es completamente independiente de las capas superiores de los protocolos.

En la figura 3.16 se muestran las diferencias en las capas de los protocolos de un dispositivo ATM y un dispositivo Ethernet o Token Ring, así como la manera en que se realiza la conversión de protocolos. Este proceso comienza con un paquete Ethernet o Token Ring del dispositivo solicitante, que pasa a través de un gateway o convertidor de protocolos LAN a ATM, y este lo deja listo para ser procesado por un switch ATM, y por consiguiente llegar al usuario final ATM. Y este mismo proceso, pero inverso, se aplica para el dispositivo ATM hacia Ethernet o Token Ring, según sea el flujo de la información que se este procesando.

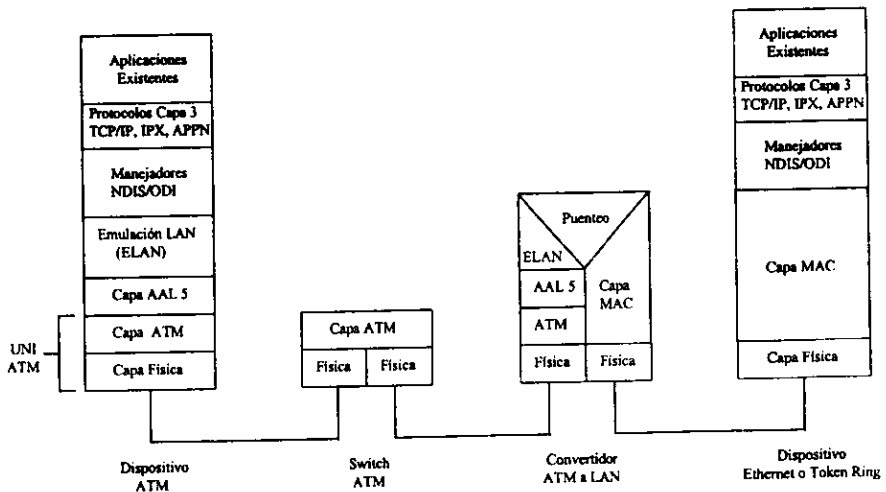


Figura 3.16. Emulación LAN.

Trabajando juntos los servidores sobre una LAN emulada desempeñan tres funciones; transferir datos punto a punto entre una estación terminal y otra; transferir datos punto a multipunto de una estación terminal a muchas y direccionamiento MAC para ATM.

El LES (Servidor de Emulación LAN) es el centro de control para una LAN emulada. Este es responsable de registrar y hacer direccionamiento MAC, o funcionar como descriptor de ruta para el direccionamiento ATM. El BUS (Servidor de Difusión y Desconocimiento) se encarga de todas las difusiones que sean hechas sobre la red, como su nombre lo sugiere, el servidor de configuración proporciona informes de la configuración de la red ATM también puede suplir el direccionamiento del LES para el cliente.

Las conexiones de control son usadas para desempeñar tareas reales como buscar la dirección de cualquier otro cliente, las conexiones de datos son usadas también para ello. La conexión clave se realiza entre el cliente y el LES y es establecida por el cliente cuando se une una LAN emulada. Este es un enlace bidireccional punto a punto.

Las conexiones de datos son usadas para conectar un cliente a otro también como para enlazar clientes al bus. El enlace cliente a cliente es un enlace bidireccional conocido como conexión virtual de datos directa.

Una LAN emulada tiene dos componentes: Emulación LAN de Clientes (LECS) y un servicio de Emulación Único (los cuáles siguen un modelo cliente-servidor). El software LEC puede ser desarrollado en el convertidor o como una parte del manejador del servicio en la red ATM u otros dispositivos.

El software del cliente tiene muchas funciones, una de las más importantes es mapear el MAC (Medio Acces Control). Esta función también es conocida como resolución de direccionamiento.

Así, no solamente maneja protocolos comunes de enrutamiento como IPX, APPN (Advanced Peer to Peer Networking), y TCP/IP, sino también comunicaciones punto a punto usando protocolos como Netbios, LAT (Local Area Transport) y SNA.

La conexión de datos cliente-a-bus, es actualmente un par de enlaces unidireccionales uno portando datos del cliente al bus, el otro del bus al cliente. Todas estas conexiones coordinadas de acuerdo a el L-UNI.

El enlace al Bus tiene dos propósitos, es usado como Broadcast /multicast (Transferencia de datos punto a multipunto) empleado para evitar tráfico de una sola clase al bus. Esto es hecho por dos razones, primero este toma el tiempo para establecer una conexión directa, segundo, el LES no puede saber la dirección del MAC de cada dispositivo en la red.

Una vez que las LAN's son enlazadas por un bridge es imposible para el convertidor LAN-ATM mantener tablas de la dirección de cada una de las estaciones terminales. Así cuando se le pregunta al LES por la dirección de un MAC que éste no tiene, está es enviada a un LE-ARP (LAN Emulation Address

Resolution Protocol) solicitando que se identifique así mismo mientras el LES está esperando por una respuesta el LEC envía los datos al BUS.

Las LEC's se comunican con estos servidores vía dos tipos de conexiones ATM. (Ver figura 3.17).

Las conexiones de control son usadas para tareas administrativas y las conexiones de datos son usadas para enlazar clientes que a su vez les permite transferir celdas a varios puntos de la red ATM.

La conexión de datos desempeña una parte importante en la LAN Emulada; es usada para conectar un cliente con otro este es un enlace bidireccional conocido como conexión virtual de datos directos, existen también enlaces entre clientes y el BUS.

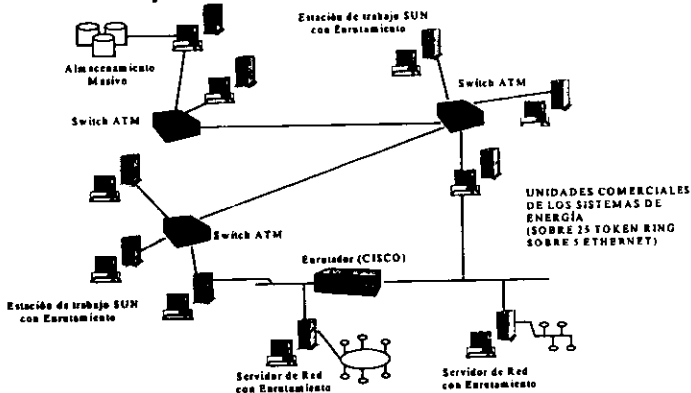


Figura 3.17. Conexiones ATM para Contar con el Servicio de Configuración.

Con respecto a la complejidad del esquema de Emulación LAN's el mejor medio para entender lo anterior es ver en acción básicamente toda la actividad sobre una LAN Emulada siguiendo cinco pasos: inicialización, configuración, unión, inicialización del bus y transferencia de datos. Que se expone a continuación.

### 3.4.1. INICIALIZACIÓN.

Para establecer una conexión ATM, lo primero es que la "cliente Emulación de LAN" debe buscar la dirección ATM del servidor de la LAN, por que esto puede ser unido a la LAN Emulada. Esto puede ser llevado a cabo por varios medios: el cliente primero debe usar el ILMI (Interim Local Management Interfase) para intentar obtener la dirección del servidor de configuración de una tabla en el switch.

Este también procura establecer una conexión para obtener la dirección del servidor, puede regresar al ILMI y ver otro servidor de configuración. Si una vez más no tiene éxito el LEC usa la llamada dirección ATM que es especificada por L-UNI y usada en cada red ATM.

Si aún así esto falla, otra opción es usar el bien conocido Identificador de Trayecto Virtual / Identificador de Canal Virtual (VPI/VCI), el cuál también es especificado por el L-UNI y corresponde a una conexión virtual ya establecida en el BUS.

### 3.4.2. CONFIGURACIÓN.

Una vez que el LEC tiene la dirección del LES, está determina el tipo de LAN Emulada y el tamaño máximo de la trama permitiendo en la LAN. Esta configuración se obtiene del servidor de configuración ATM, su dirección MAC, el tipo de soportes de LAN y el tamaño máximo de tramas que acepta. Opcionalmente llama al nombre de la LAN Emulada.

### 3.4.3. UNIÓN.

Una vez que el LEC tiene toda la información éste une la LAN emulada. Primero crea una conexión de control bidireccional al servidor de la LAN emulada.

Después envía una requisición de unión al LES, conteniendo su dirección ATM, tipo de LAN, tamaño máximo de trama. El LEC prevé toda esta información al LES, en caso de que sea exitosamente alcanzado un servidor de configuración. El LES puede además establecer su propia conexión de control o usar el LEC. En cualquier caso, esto envía una respuesta de unión de regreso a la LAN emulada.

### 3.4.4. INICIALIZACIÓN DEL BUS.

Una vez que el cliente obtiene los requisitos del LES, éstos proveen la dirección ATM que corresponde a la dirección MAC, la cual es usada para indicar que un mensaje va a todas las estaciones en la red.

Ésta es actualmente la dirección ATM del Bus. Entonces el cliente establece la conexión de datos con el Bus y el servidor de difusión y desconocimiento, además agrega al cliente a la dirección virtual punto a multipunto o agrega a otra conexión punto a punto a su topología estrella.

---

### 3.4.5. TRANSFERENCIA DE DATOS.

En este punto la "cliente Emulación de LAN" esta lista para hacer un buen trabajo, enviando datos a otra estación en la LAN Emulada. La que es hecha de la siguiente manera: cuando la LEC recibe un paquete Ethernet o Token Ring de la interfase manejada en la capa 2, está checa si conoce la dirección ATM del paquete enviado.

El primer bit de la dirección MAC del destino indica en todo caso si el paquete es de una sola clase o de clase múltiple.

### 3.4.5. VIRTUAL LANs (VLANs).

El protocolo LANE define la operación de una sola LAN Emulada (ELAN). (Una ELAN equivale a una LAN Virtual (VLAN).) Aunque es posible que haya varias ELANs al mismo tiempo en una sola red ATM, una ELAN emula una Ethernet o una Token Ring y consta de:

LEC(Cliente de Emulación de LAN)

LES (Servidor de Emulación LAN)

BUS (Servidor de Difusión y Desconocido)

LECS (Servidor de Configuración de la Emulación LAN)

Las Virtual Lans (VLANs) incrementan generalmente el desempeño de la red. Ofreciendo una lata flexibilidad de segmentación de la red. Reduce los cuellos de botella que se producen cuando los routers de un backbone tradicional no pueden conocer las demandas de rapidez, y conmutación de la red.

Una VLAN es un grupo de PCs, Servidores, u otro recurso de red, que funciona como si estuvieran conectados a un solo segmento de red –sin pensar que ello no puede ser. La seguridad puede ser también incrementada. Desde que todos los paquetes viajan entre las VLANs y también podrían pasar a través de un router, los estándares basados en routers, puede ser implementados para restringir el acceso.

Los beneficios de las VLANs se muestran a continuación:

#### *Segmentación Flexible de la Red.*

Usuarios y Recursos que se comunican frecuentemente, pueden ser agrupados dentro de una VLAN, a pesar de su ubicación física. Cada tráfico de grupo esta contenido en gran parte, dentro de la VLAN, reduciendo el tráfico ajeno e incrementando la eficiencia de la red.



### *Administración Simple.*

La adición de nodos, así como moverlos o cambiarlos, puede ser distribuido con rapidez y administrado desde la consola, y no desde el closet o sitio de las comunicaciones.

### *Mejor Uso del Servidor de Recursos.*

Con un adaptador habilitado VLAN, un servidor puede ser un miembro de múltiples VLAN. Esto reduce la necesidad de routear el tráfico desde el servidor.

### *Aumento de la seguridad de la Red.*

Las VLANs crean límites virtuales que solamente pueden ser atravesados a través de un router. Así, el estándar basado en routers mide la seguridad que puede ser usado para restringir acceso a cada VLAN como sea requerido.

En general hay tres modelos básicos para determinar y controlar como un paquete consigue ser asignado a una VLAN.

### VLANs basado en Puertos.

En esta implementación, el administrador asigna a cada puerto de un switch una VLAN. Por ejemplo, los puertos 1-3 podrían ser asignados a la VLAN de ventas, los puertos 4-6 a la VLAN de ingeniería, y los puertos 7-9 a la VLAN administrativa. El switch determina a que grupo VLAN pertenece cada paquete mencionando, también el puerto sobre el cual llega.

### VLANs basado sobre Direcciones MAC.

Los miembros VLAN de un paquete, pueden ser determinado por su fuente o dirección MAC destino. Cada switch mantiene una tabla de direcciones MAC y sus correspondientes miembros VLAN. Una ventaja de este método es que el switch no necesita ser reconfigurado, cuando un usuario ser coloca en un puerto diferente.

### VLANs basado sobre Capa 3 (o protocolo).

Con este método el número de socios VLAN de un paquete, se basa sobre protocolos (IP, IPX, NETbios, etc.) y direcciones de Capa 3. Este es el método más flexible y provee un agrupamiento lógico de los usuarios. Por ejemplo, una subred IP o una red IPX, puede cada una asignar su propia VLAN.

Otra importante distinción entre las implementaciones VLANs, es el método usado para indicar miembros cuando un paquete viaja entre switches. Existen 2 métodos, el Implícito y Explícito.

*Implícito.*

Los miembros de una VLAN están indicados por la dirección MAC. En este caso, todos los switches que soportan una VLAN particular, pueden compartir una tabla de direcciones MAC de miembros.

*Explícito.*

Una etiqueta es agregada al paquete para indicar el número de socios VLAN. Cisco ISL y la especificación IEEE 802.1Q VLAN, ambas usan este método.

---

**CAPITULO 4**  
**CONMUTACIÓN Y TRÁFICO EN**  
**ATM**

## CONMUTACIÓN Y TRÁFICO EN ATM.

### 4.1. CONMUTADORES ATM.

En las redes ATM tenemos dos tipos diferentes de switches: switches de ruta virtual y switches de canal virtual. Los primeros se caracterizan por analizar únicamente el campo VPI en el encabezado de la celda; en cambio los switches de canal virtual analizan los dos campos identificadores VPI y VCI. Dicho análisis se realiza para poder efectuar operaciones de multiplexaje / demultiplexaje y de decisiones de ruteo.

Los switches ATM mueven físicamente el tráfico de puertos de entrada a puertos de salida, a lo que se le conoce como conmutación en el espacio. Al efectuar sus operaciones el switch deberá tomar en cuenta la prioridad de tiempo de la celda para requerimientos de retraso y la prioridad en el espacio para celdas con restricciones de pérdida.

ATM utiliza algunos de los conceptos existentes en equipos de crossconexión. Los switches utilizan identificadores de línea y de tronco para mapear conexiones de entrada con conexiones de salida; dicho mapeo se realiza utilizando una tabla que correlaciona los canales de entrada con los de salida.

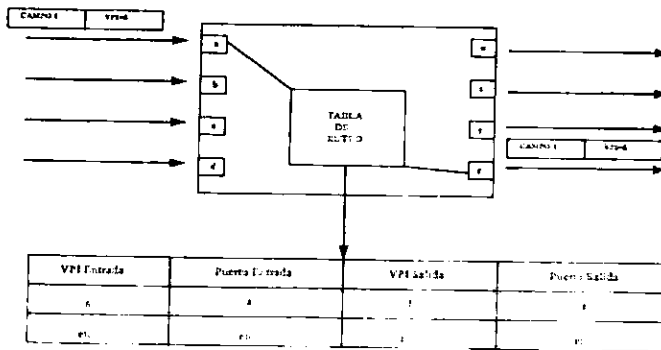


Figura 4.1. Conmutación por Mapeo.

Otra manera de realizar las operaciones de conmutación se lleva a cabo utilizando lo que se le conoce como autoenrutamiento, en donde la traslación de VPI/VCI se realiza únicamente a la entrada de la red de switches. Después de la traslación se le agrega un encabezado interno a la celda, por lo que se requiere de una mayor velocidad en la red.

Para una red con  $n$  número de etapas, el encabezado interno se dividirá en  $n$  campos (uno para cada etapa), cada campo contendrá el número de salida destino. Su operación se muestra en la Figura 4.2.

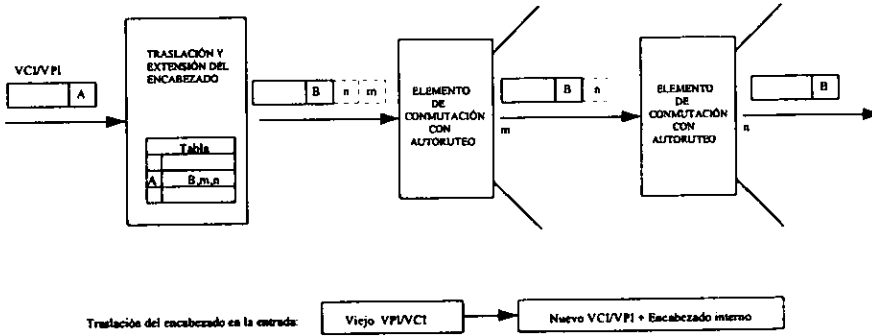


Figura 4.2. Conmutación por Autoruteamiento.

La operación de un switch ATM es recibir las celdas en los puertos de entrada, leer el valor VCI/VPI identificar el puerto de salida para el próximo nodo que recibirá el tráfico, examinar la tabla de ruteo para localizar el puerto de salida, cambiar los valores en el encabezado y enviarla.

Si listamos las operaciones principales de un switch ATM quedarían así:

- Conmutación en el espacio.
- Ruteo.
- Multiplexaje y manejo de colas.
- Mapeo de encabezados.

Estos switches proveen medios eficientes para evitar el bloque en los nodos intermedios usando elementos binarios suplementarios. Un bloqueo ocurre cuando dos paquetes llegan simultáneamente a un elemento del switch.

#### 4.1.2. SWITCH DE MEDIO COMPARTIDO CON CONFIGURACIÓN ANILLO.

En la figura 4.3 se muestra la arquitectura de un switch. El anillo está compuesto de 424 líneas en paralelo capaz de acarrear una celda ATM en paralelo. Dos líneas extra son requeridas para sincronización y supervisión. La capacidad de cada línea define la unidad de tiempo, asumimos que cada línea tiene una capacidad de 20 Mbps. La unidad de tiempo para enviar un bit es  $\Delta=50$  ns y la capacidad total de la red es 8.48 Gbps.

La celda es transmitida en paralelo, la sincronización es realizada por medio de una señal de sincronización enviada por el nodo emisor.

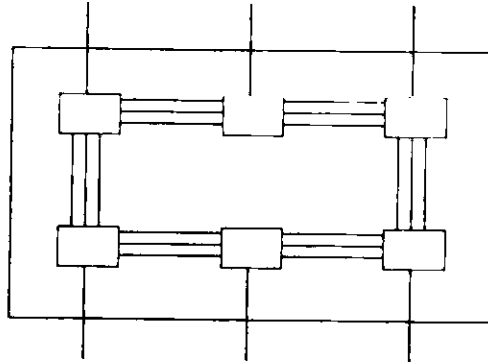


Figura 4.3. Switch Shared Medium con arquitectura de Anillos.

4.1.2.1. MEDIO DE ACCESO.

El medio de acceso se ilustra en la figura 4.4. El acceso es a través de dos registros paralelos eliminando la posibilidad de colisión en el anillo.

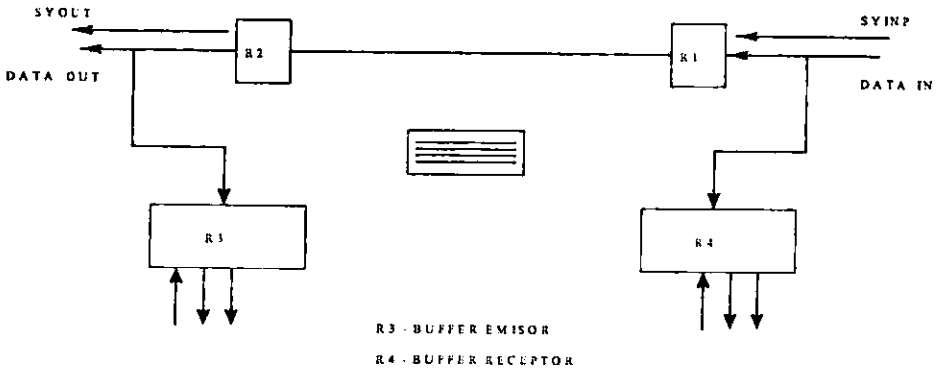
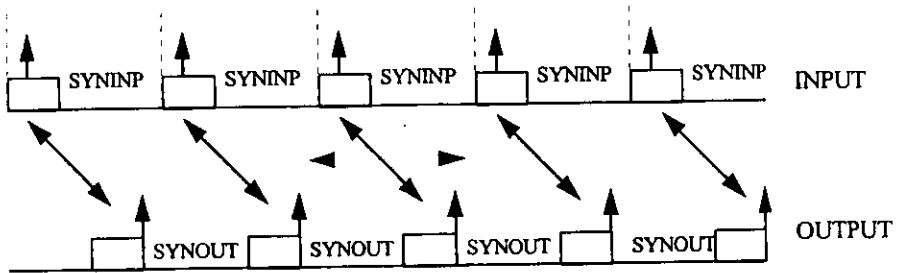


Figura 4.4. La unidad de medio de acceso.

La señal SYOUT (Synchronization Output) trasladada en la señal SYINP (Synchronization Input) se envía por el cable de sincronización. Esta señal es usada para leer el contenido del registro de entrada.

**Cruzamiento de una Celda.** Es la actividad regular en la unidad de acceso medio se muestra en la figura 4.5



4.5. La actividad cuando una celda va a través de la unidad del medio de acceso.

La celda es guardada 10 ns en cada registro. El tiempo de reemplazamiento es mínimo cuando la unidad de interface no está en una fase de inserción. Si una celda de inserción toma lugar entonces el tiempo de reemplazamiento es ajustada.

**Inserción de una celda.** Cuando el registro R está lleno, la celda contenida en la parte alta del buffer es insertada en el anillo. Si una celda está llegando del anillo, está es retardada en el registro R1, usando el tiempo de reemplazamiento menor posible. Como se ilustra en al figura 4.6.

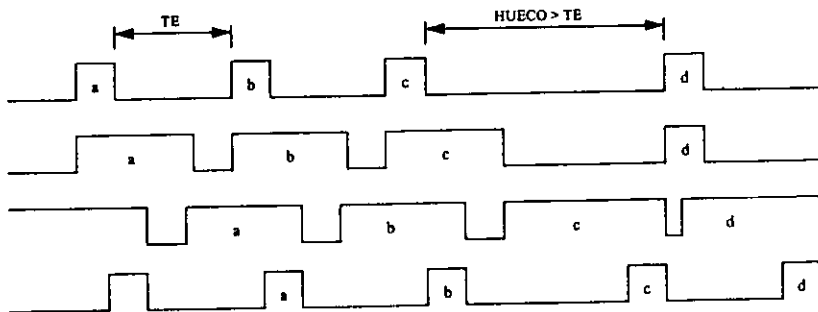


Figura 4.6. Como mover un hueco de la red.

Para la inserción de la celda X, la celda c es retardada y tiende a permanecer por un total de 50 ns en los registros R1 y R2 antes de que pueda ser enviada fuera.

Cuando una celda ha sido enviada, no es posible transmitir una nueva mientras los registros  $R_1$  y  $R_2$  no estén en posición normal (ver figura 4.5). Hay dos posibilidades para que lleguen en esta posición.

- Esperar por la celda insertada que regresa al MAU a ser removida del anillo.
- Esperar por un hueco entre dos celdas entrando (ver figura 4.7).

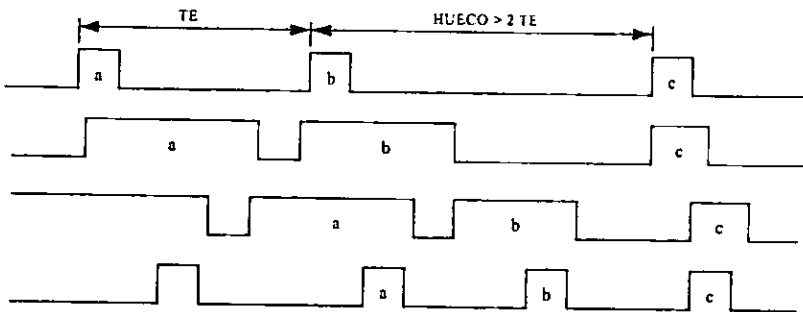


Figura 4.7. Como regresa al modo de inserción.

Las ventajas del tiempo de reemplazamiento del registro variable es para evitar pequeños huecos que normalmente no serían usados para enviar celdas extra como se ilustra en la figura 4.8.

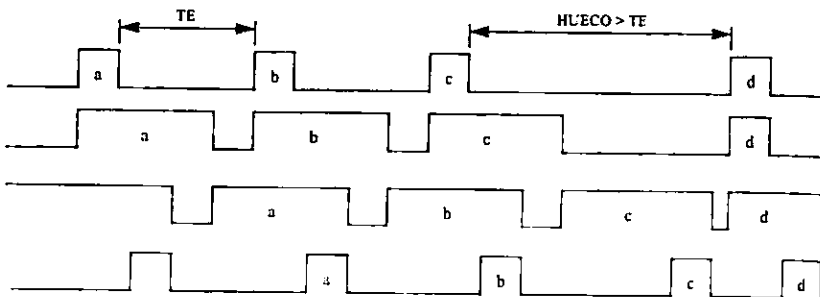


Figura 4.8. Como remover un hueco de la red.



### 4.1.3. SWITCH DE MEDIO COMPARTIDO CON ARQUITECTURA DE BUS.

El switch está compuesto de varios módulos como se describirá primero un scheduler de entrada es necesitado para escanear el buffer de entrada y cargar las celdas secuencialmente en el bus. Todos los módulos necesitan ser sincronizados por medio de un reloj. La figura 4.9 ilustra la BSS (Bus Structure Switch).

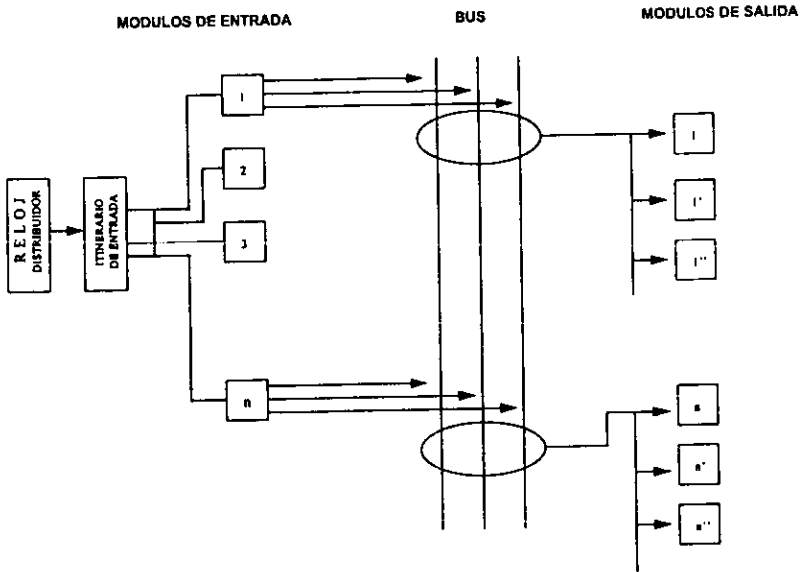


Figura 4.9. Switch con Estructura de Bus (BBS).

**Scheduler de Entrada.** La operación del scheduler de entrada permite la información contenida en el buffer de entrada y cargar esta información a lo largo del bus con una señal de reloj. En la próxima señal de reloj, el scheduler examinará la siguiente puerta de entrada y cargará la celda en el bus, reemplazando a la previa que permanezca disponible en el bus.

Puede ser  $n$  el número de módulos de entrada. Llamaremos módulo de entrada a un buffer capaz de guardar 53 octetos de información mas 1 bit indicando ya sea que el buffer está vacío o no. Denominamos este bit PI (Presente Información).

Un módulo de entrada está construido con mas de 425 flips flops por registro con un cargamento en serie. En cada señal de reloj el contenido del

seguro (latch)  $i$  es transferido dentro del flip flop  $i+1$ , el bit PI es transmitido por el sender (enviador), antes del contenido de la celda.

El módulo de entrada fue diseñado como un registro con un cargamento en serie. Esto significa que el bit PI es el mandato para permitir en cada instante conocer el estado del buffer de entrada (vacío o lleno). Cuando el bit  $PI=1$  llega al primer flip flop la información es cargada. La función del módulo de salida es extraer información direccionada del bus y cargar la celda en paralelo dentro del registro de rendimiento.

**Decodificación de la Dirección Receptora.** La función del scheduler de entrada requiere aproximadamente 10 ns. Para que la información aparezca en el bus, entonces en un tiempo de reloj  $+10$  ns la única o múltiple dirección del receptor está disponible en las entradas del decodificador. Esta única o múltiple dirección actuará en uno o varios módulos de salida para activarlos. Así tan pronto como un puerto de salida es activado, la carga de información disponible en el bus empieza a tomar su lugar, el scheduler de entrada es movido a un paso adelante.

**Cargando el Buffer de Salida.** El buffer de salida consiste de 424 bits más el bit PI. El cargamento es llevado a cabo en paralelo. Todos los registros de rendimiento reciben el contenido del bus pero solamente las puertas de salida seleccionadas son activadas. El tiempo para tratar una celda es aproximadamente igual a 30 ns. Este es el tiempo consumido entre el instante en que se elige una entrada y el tiempo en que la información es cargada en el buffer receptor. Encontrar un buffer libre antes de que el próximo escrutinio pase sea un problema.

Cada módulo de salida requiere un mecanismo para distribución de direcciones capaz de permitir un nuevo buffer tan pronto como el buffer previo este lleno, para solucionar este problema todos los buffers de salida recibirán el contenido del bus en paralelo, pero solamente uno recibirá la celda.

Este módulo es señalado por un mecanismo manejando las diferentes direcciones. El switch decrito permite un alto nivel de desempeño requerido para la transferencia de celdas dentro del switch ATM.

#### 4.1.4. SWITCH DE MEDIO COMPARTIDO.

En este switch, un mínimo de una celda puede ser insertado en cada intervalo de tiempo igual al retardo de propagación en el anillo. El tiempo máximo en ir a través de una unidad de acceso medio es 100 ns. Si la estación no tiene celdas para enviar, entonces solamente es necesario un tiempo de 20 ns para ir a través de los dos registros  $R_1$  y  $R_2$ .

Vamos asumir que el retardo de propagación es insignificante debido a la muy corta distancia entre las MAUs (Unidades de Acceso Medio) pocos milímetros. Asumimos que 100 estaciones son conectadas y activadas en la red. Si todos los nodos están en la fase de inserción, el tiempo total de respuesta para que un bit viaje alrededor del anillo es 10  $\mu$ s. Esto significa que una estación puede enviar exactamente 53 bytes cada 10  $\mu$ s. Entonces el mínimo total es 42.4  $\mu$ s por estación. Esto significa que el tráfico mínimo en la red es 4.24 Gbps dentro de los 8.48 Gbps de capacidad. El resto del ancho de banda total puede ser distribuido entre las estaciones. En particular por lo menos 1 o 2 huecos están libres y pueden ser usados por la estación para tráfico extra.

## 4.2. TRÁFICO ATM.

Una de las funciones más importantes que tiene que llevarse a cabo para el correcto desempeño de una red es el control de tráfico y la congestión. El realizar esta función en una red ATM presenta algunas dificultades extras como la poca disponibilidad de espacio en los encabezados para llevar a cabo un control sobre el flujo de las celdas de los usuarios y las que surgen de las características propias en que se lleva a cabo una transmisión en una red ATM.

En toda red el tráfico proveniente de los nodos tenderá a exceder su capacidad de transferencia, propiciando una pérdida de celdas con información en el momento en que los buffers de los switches ATM se desborden y no puedan almacenarlas.

En la especificación de interfase ATM usuario-red en las que se han definido un grupo inicial de requerimientos para llevar a cabo la labor de control del tráfico y la congestión en redes ATM de una manera adecuada.

Un esquema para llevar a cabo el control del tráfico y la congestión en una red ATM debe realizar las siguientes funciones:

- Llevar a cabo un buen manejo del tráfico y de la asignación de los recursos de la red entre los distintos tipos de aplicaciones.
  - Proveer una adecuada calidad de servicios (Quality of Service, QoS).
  - Soportar los diferentes requerimientos de retraso de las distintas aplicaciones.
  - Llevar a cabo un control de la variación del retraso de las celdas (Cell Delay Variation, CDV).
-

- Eliminar tráfico para prevenir o reaccionar ante una situación de congestión.
- Evitar que cada una de las conexiones VCI/VPI sobrepase la máxima tasa pico de transmisión asignada, descartando las que así lo hagan.
- Monitorcar el tráfico así como todas las conexiones VCI/VPI para asegurarse de su corrección.

Un esquema efectivo debe ser diseñado en base a un acuerdo entre el usuario y la red. El usuario debe comprometerse a cumplir su contrato de servicio con la red siguiendo las reglas que esta le impone y la red por su parte se compromete a soportar los requerimientos de QoS acordados con el usuario.

### 4.3. CONTROL DE TRÁFICO Y CONTROL DE CONGESTIÓN.

En ATM el control del tráfico y la congestión son dos conceptos diferentes. La congestión se define como la situación que se presenta en la capa ATM en los elementos de red (Network Elements, NE's) como switches, líneas de transmisión o crossconectores donde la red no es capaz de cumplir con el objetivo de brindar un funcionamiento adecuado. El control de tráfico es el conjunto de acciones tomadas por la red para prevenir y eliminar la congestión; el control de tráfico toma las medidas necesarias para adaptarse a las fluctuaciones impredecibles del tráfico y otros problemas dentro de la red.

Al llevar a cabo las operaciones de control del tráfico y la congestión es importante no perder de vista los siguientes objetivos.

- Tanto el control del tráfico como el control de la congestión deben soportar una calidad de servicios (QoS) ATM adecuada.
- El control del tráfico y el control de la congestión deben residir en la capa ATM, por lo que no se deben confiar funciones de control de tráfico y control de congestión a la capa AAL ni a ninguna otra capa alta.
- Las operaciones de control de tráfico y control de la congestión de la capa ATM deben ser diseñadas para minimizar la complejidad de la red.

#### 4.4. FUNCIONES PARA CONSEGUIR UN CONTROL DE TRÁFICO Y UN CONTROL DE LA CONGESTIÓN.

El objetivo primordial del control de la congestión y del control de tráfico es proteger a la red y al mismo tiempo proveer al usuario con los servicios establecidos en su contrato. Para cumplir con este objetivo la red ATM debe:

- Llevar a cabo una serie de acciones conocidas como control de admisión y conexión (Connection Admission Control, CAC) durante el establecimiento de una llamada para determinar si una conexión de un usuario debe ser aceptada o rechazada.
- Establecer acciones para monitorear y regular el tráfico en la UNI; estas acciones son conocidas como control de parámetro de uso (Usage Parameter Control, UPC).
- Aceptar accesos de usuario para establecer prioridades para diferentes tipos de tráfico a través del bit de prioridad de celda perdida CLP del encabezado.
- Establecer mecanismos de configuración de tráfico para poder manejar todo el tráfico en la UNI.

#### 4.5. ASIGNACIÓN DEL ANCHO DE BANDA.

Debido a que una red ATM está diseñada para soportar una gran variedad de aplicaciones, en el momento del diseño se deben tomar decisiones acerca de como deben de ser acomodadas las tasas de transmisión que requieren las aplicaciones en la tasa de transferencia de la red, como se deben establecer y manejar el CAC y el UPC de una manera efectiva tanto para el usuario como para la red.

Una de las funciones más importantes que se realiza en el manejo del tráfico es la asignación de éste a cada línea de comunicación dentro de la red, esta asignación se realiza en base a la máxima tasa que soporta cada una de las líneas, es decir, la suma de la  $n$  tasas de transferencia que llegan a un determinado nodo ATM (que soporta múltiples aplicaciones) a través de sus  $n$  entradas no debe exceder la tasa de transferencia de la salida  $m$  del nodo o por lo menos no lo debe hacer por un prolongado periodo de tiempo (pocos milisegundos) soportado por los buffers del nodo.

Cada cola de entrada al multiplexor (nodo ATM) debe ser servida razonable y equitativamente, de manera que este servicio resulte en retrasos apropiados y una aceptable pérdida de tráfico para cada aplicación.

El servicio a las colas de manera cíclica. Cada cola es examinada, su campo de información es extraído y transportado a través de la línea de salida, después se examina la siguiente cola y se sigue el mismo procedimiento y así sucesivamente hasta que la última cola es atendida volviendo a comenzar el ciclo.

El ciclo de servicio a las colas debe asegurarse de atender al tráfico sensible al retraso en un periodo de 1 a 2 ms. En la Figura 4.10 se muestra un nodo ATM y las colas de entrada a él.

Si asumimos un ciclo de servicio de 1.5 ms podemos realizar los cálculos necesarios para saber cuantas celdas pueden ser atendidas en un ciclo de la siguiente manera.

Tenemos que  $\frac{1}{0.0015} = 666.6$  ciclos de servicio por segundo, la línea de salida tiene un ancho de banda básico SDH o STS-3c de 155.520 Mbps menos 5.760 Mbps que es el ancho de banda requerido para los encabezados de los cuadros SONET nos da un ancho de banda efectivo de 149.760 Mbit/s dividido entre 53 octetos por celda por 8 bits por octeto nos da un resultado de 353,207 celdas por segundo, o lo que es lo mismo  $\frac{353,207}{666.6} = 529$  celdas por ciclo de servicio. La Figura 4.10 nos muestra que todas las colas son atendidas durante un ciclo de servicio.

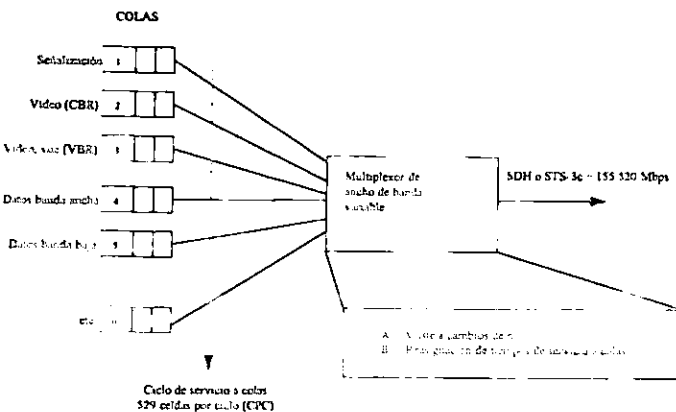


Figura 4.10. Colas de entrada a un nodo ATM.

El multiplexor debe tener la capacidad de ajustarse a los cambios en el número de llamadas y sus colas resultantes variando sus tiempos de servicio a cada cola de acuerdo a esto.

Para determinar qué colas tienen que sacar sus celdas durante el ciclo de servicio y a qué tasa deben ser sacadas de las colas, la estrategia general que se sigue es sencilla:

- La más alta prioridad es otorgada a la cola de señalización ya que no debe de experimentar pérdidas ni grandes retrasos.
- Las colas sensibles al retraso son las siguientes en ser atendidas. Si hay celdas en las colas, por un período de  $T_1=1\text{ms}$ , o hasta que estas colas estén vacías.
- Después, las colas no sensibles al retraso son atendidas por un período de  $T_2=2\text{ms}$ .
- Cuando la cola de señalización es servida, uno de los dos períodos  $T_1$  o  $T_2$  es suspendido y posteriormente reanudado cuando el servicio a esta cola es finalizado.

De esta forma todas las colas tienen garantizado un ancho mínimo de banda establecido de  $(T_1/(T_1+T_2))B$  para el tráfico sensible al retraso y de  $(T_2/(T_1+T_2))B$  para el tráfico no sensible al retraso, donde  $B$  es la tasa de transferencia de la línea de salida.

La manera en la cual las colas son atendidas depende de cuantas celdas deben ser sacadas por ciclo de servicio. Se debe estar consciente que el número de celdas servidas por ciclo varía no solo entre voz, vídeo y datos, sino dentro de una misma aplicación como la voz, que se puede manejar comprimida o descomprimida.

#### 4.6. RETRASO VARIABLE.

Las operaciones de manejo de tráfico no solo se realizan en la UNI origen sino que también son desempeñadas en la UNI destino y la manera en la cual se maneja depende del tipo de tráfico que sea. En la Figura 4.11 se muestra una clasificación de los distintos tipos de tráfico que pueden existir así como la manera en la que son manejados:

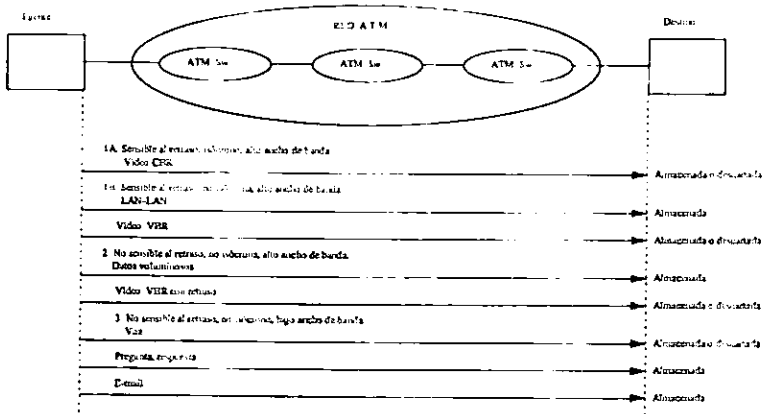


Figura 4.11. Tipos de Tráfico.

En la Figura 4.11 se aprecian cuatro tipos principales de tráfico que una aplicación puede tener, estos son:

- 1A: Tráfico sensible al retraso, isócrono y de alto ancho de banda.
- 1B: Tráfico sensible al retraso, no isócrono y de alto ancho de banda.
- 2: Tráfico no sensible al retraso, no isócrono y de alto de ancho de banda.
- 3: Tráfico no sensible al retraso, no isócrono y de bajo ancho de banda.

La Figura 4.11 nos muestra que en general cualquier tipo de tráfico que maneje datos es almacenado y retenido en el buffer por algún tiempo para evitar ser descartado.

En contraste, el tráfico proveniente del vídeo y voz es descartado si llega muy tarde o almacenado hasta alcanzar el tiempo esperado de llegada (estándar) si es que llega anticipadamente.



#### 4.7. PROCEDIMIENTOS DEL CONTROL DE ADMISIÓN Y CONEXIÓN.

El control de admisión y conexión, CAC es la serie de procedimientos que operan en la UNI para proteger a la red de cargas excesivas de tráfico. Cuando un usuario requiere un nuevo VPC o VCC debe especificar las características del tráfico en ambas direcciones que va a requerir dicha conexión.

La definición de las características del tráfico se lleva a cabo al seleccionar el nivel de QoS de entre una serie de niveles de QoS's que la red provee estableciendo un contrato. La red acepta la conexión solo si puede proveer los recursos necesarios para soportar el nivel de tráfico y QoS requeridos.

Una vez que la conexión es aceptada, la red mantendrá el nivel de QoS acordado mientras el usuario no exceda el nivel de tráfico especificado en el contrato.

#### 4.8. CONTROL DEL PARÁMETRO DE USO.

Una vez que la conexión es aceptada y que la red ha reservado los recursos necesarios para atenderla, el control del parámetro de uso, UPC se encarga de monitorear cada sesión del usuario, verificando que éste cumpla con el contrato. El propósito principal del UPC es mantener la integridad de la red y asegurar que solo VPI's y VCI's válidos ingresan a está. Dicho procedimiento lo podemos apreciar en forma esquematizada en la figura 4.12. Donde como primer paso se obtiene la recepción de la celda del usuario n, para que se valide su VPI y VCI con la consulta del contrato de tráfico VCC activo, y por último la verificación del contrato.

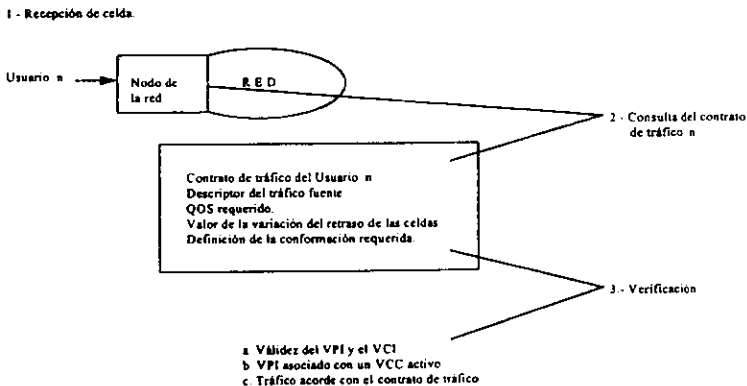


Figura 4.12. Control del parámetro de uso.

#### 4.9. PARÁMETROS DE DESEMPEÑO EN LA UNI.

La ITU-T en su recomendación I.35B define cuatro parámetros de desempeño para redes basadas en ATM. Estos son:

- Celdas entregadas con éxito. Una celda entregada con éxito es toda aquella libre de error que es entregada en un tiempo ( $\Delta t$ ) menor que un tiempo máximo permitido  $T$ , es decir ( $\Delta t < T$ ).

- Celdas perdidas. Una celda perdida es toda aquella que:

Es entregada en un tiempo ( $\Delta t$ ) mayor que el máximo permitido  $T$ , es decir ( $\Delta t > T$ ).

Cuando la celda tiene un error de más de un bit en el encabezado ya que la función de corrección de errores en el encabezado no puede corregir errores de más de un bit.

- Celdas insertadas. Una celda insertada es toda aquella que llega a un destino proveniente de una fuente distinta a la fuente original de la conexión virtual.

- Celdas severamente dañadas. Una severamente dañada es toda aquella que contiene bits erróneos en el campo de Información del usuario.

#### 4.10. CONFORMACIÓN DEL TRÁFICO.

La conformación de tráfico es otro procedimiento que permite controlarlo, su objetivo principal es suavizar el flujo de tráfico y el amontonamiento de celdas dentro de la red para conseguir una mejor división de recursos así como un promedio de tiempo de retraso mínimo. Uno de los métodos más aceptados para realizar la función de conformación de tráfico es el conocido como: piscinas de créditos y cubos goteantes (token pools & leaky buckets).

El método del cubo goteante consiste en mantener un número de contadores para cada conexión en el lado UNI de la red, periódicamente un generador de créditos coloca un determinado número de estos en lo que se conoce como una piscina de créditos. Cuando las celdas de una conexión son mandadas hacia la red el número de créditos de la piscina de la conexión se decrementa en el número de celdas que fueron mandadas. Si el usuario manda tráfico excesivo la piscina se vacía, es decir, el usuario agota todos sus créditos, si se presenta una situación como esta la acción que se tome dependerá de la implementación de la red pudiendo suceder dos cosas:

- La celda es admitida dentro de la red pero el bit CLP de su encabezado es marcado con un valor de 1 pudiendo ser eliminada posteriormente.
- La celda es eliminada en la UNI.

Algunas variaciones de este método proponen la especificación de dos piscinas de créditos por cada conexión. La primera estaría destinada para las celdas cuyo CLP fuera definido como 0 por el usuario. La segunda estaría destinada para las celdas cuyo CLP fuera definido como 1 por el usuario. El esquema de esta propuesta lo podemos observar en la Figura 4.13.

Con esta variación del método se le da al usuario algún control acerca de cuáles celdas pueden ser eliminadas por la red en un momento dado ya que las celdas con un CLP igual a 1 solo tienen acceso a la segunda piscina de créditos, mientras que las que tienen un CLP igual a 0 accedan a la primera piscina si esta no tiene créditos pueden pasar a la segunda y en caso de que esta si tenga, ser mandadas hacia la red ATM.

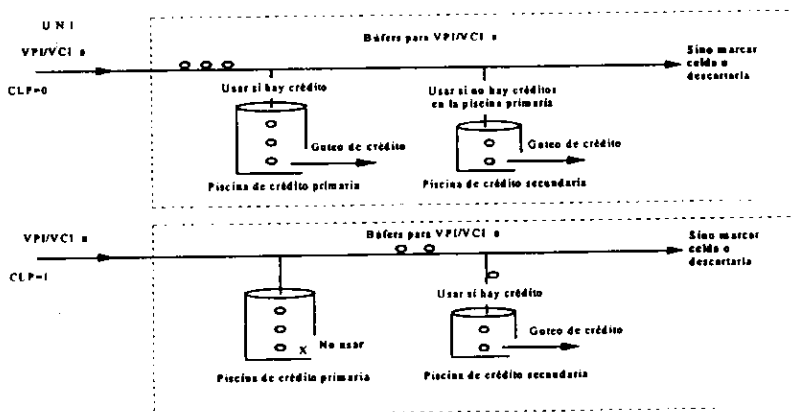


Figura 4.13. Método de la piscina de créditos y cubo goteante.

#### 4.11. TASA E INTERVALOS DE LLEGADAS DE LAS CELDAS.

La tasa y el intervalo de llegada de las celdas son aspectos que se deben tener en cuenta para llevar a cabo un monitoreo efectivo y adecuado del tráfico dentro de una red, tomando las acciones necesarias para solucionar los problemas que se puedan presentar. Una red ATM realiza el monitoreo de la tasa

de llegadas de las celdas para cada una de las conexiones a través de una UNI. Debido a la capacidad de la red para multiplexar cientos de sesiones en una sola conexión física el problema del monitoreo del tráfico de cada usuario se complica.

En condiciones en las que el volumen de tráfico es muy grande, es decir, cuando los recursos de la red están siendo explotados cerca de su nivel máximo (si se trata de una red comercial) el intervalo de llegada entre las celdas es muy pequeño por que el manejo del tráfico debe ser rápido e igualmente eficiente que en condiciones normales de menor tráfico. Hay que tomar en cuenta es que las celdas que llegan a un nodo pueden acarrear tráfico de distintas aplicaciones de usuario como: voz, vídeo y datos, por lo que requerirán de distintos niveles de QoS que la red les debe brindar. En conclusión sin importar que las aplicaciones presentadas a la UNI tengan distintas necesidades de ancho de banda y calidad de servicio, la red debe ser capaz de brindarle a cada una de ellas lo que necesita.

#### 4.12. PARÁMETROS DE DESEMPEÑO PARA LA TRANSFERENCIA DE CELDAS ATM.

El foro ATM ha definido un grupo de parámetros de desempeño para la transferencia de celdas que corresponden con la recomendación I.350 estipulación para QoS en la UNI. Dichos parámetros se muestran a continuación:

- \* Relación de celdas erróneas:  $\text{celdas erróneas} / (\text{celdas entregadas con éxito} + \text{celdas erróneas})$ .
- \* Relación de bloques de celdas severamente dañados:  $\text{bloques de celdas severamente dañados} / \text{total de bloques de celdas transmitidos}$ .
- \* Relación de celdas pérdidas:  $\text{celdas pérdidas} / \text{total de celdas transmitidas}$ .
- \* Tasa de celdas mal insertadas:  $\text{celdas mal insertadas} / \text{intervalo de tiempo}$ .
- \* Retraso de transferencia de celda: tiempo transcurrido entre la salida de una celda de un punto de medición y su entrada a otro punto de medición.
- \* Retraso medio de transferencia de celda: promedio de un número específico de retrasos de transferencia de celda para una o más conexiones.
- \* Variación del retraso de las celdas, CDV: describe la variabilidad de la forma en que las celdas llegan por una determinada conexión.

# CAPITULO 5

APLICACIÓN DE REDES DE ÁREA  
LOCAL (LAN' s) EN AMBIENTE  
ATM PARA CONTROLES  
FINANCIEROS

## **APLICACIÓN DE REDES DE ÁREA LOCAL (LANs) EN AMBIENTE ATM PARA CONTROLES FINANCIEROS**

### **5.1. ANTECEDENTES DE BANCA ELECTRÓNICA**

#### **5.1.1. DEFINICIÓN**

Banca electrónica es una división de una institución financiera que proporciona una serie de servicios bancarios preferenciales a las industrias más importantes de México. Este servicio consiste en efectuar consultas y operaciones de Tesorería desde su propia oficina a través de una PC y un módem, el cuál se conecta al Host.

Esta división es una de las áreas más importantes del Banco ya que en está se genera el 30% de la utilidad total. La tendencia de los servicios bancarios hoy en día está orientados a la Banca Electrónica ya que está tiene una gran ventaja, pues permite la automatización de todos los procesos de Tesorería, por ejemplo: a través del servicio que presta Banca Electrónica, se pueden consultar todos los movimientos del día anterior, esta información es almacenada simultáneamente en un archivo tipo texto; con un layout de este archivo se puede realizar una conciliación automática sin tener que efectuar cálculos y capturas manuales tediosos.

Otras de las ventajas son el ahorro en tiempo y a su vez la mayor eficacia de los recursos con el menor costo.

#### **5.1.2. SERVICIOS BANCARIOS QUE OFRECE BANCA ELECTRÓNICA**

Dentro de los servicios que presta Banca Electrónica son los siguientes:

- **Concentración de Fondos.** Implica la recepción de pagos o depósitos que efectúan los clientes en las sucursales.
- **Dispersión de Fondos.** Consiste en la transferencia de fondos en forma inmediata entre las diferentes cuentas de los clientes.
- **Transferencia entre Cuentas Propias.** Esto quiere decir que el cliente puede realizar traspasos entre cuentas en un horario más amplio y con mayor seguridad y oportunidad. Optimizando con esto sus recursos.
- **Pagos a Terceros.** Los clientes de Banca Electrónica realizan los pagos a terceros (proveedores, empleados, distribuidores, etc.) desde la comodidad de su oficina.

- Administración de efectivo. Con la Concertación y Dispersión de fondos optimiza la administración de la tesorería.
- Información. Proporciona diariamente dos tipos de información:
  - a) Específica.
    - Saldo actualizado de las cuentas de cheques al momento de la consulta a nivel nacional.
    - Todos los movimientos del día de las cuentas de cheques a nivel Nacional y cuenta concentradora.
    - Estado de movimientos de cheques del día anterior.
    - Servicios vía Internet (página en Internet de la Banca Electrónica de los servicios que presta el banco a los usuarios).
    - Banca Virtual (Acceso a los servicios desde el hogar u oficina, mediante una clave de acceso y password, número de telefónico del servidor de acceso remoto)
  - b) Genérica.
    - Cotizaciones de Mercado de Dinero y Capitales
    - Cotizaciones de Mercados Internacionales
    - Cotizaciones de Fondos de Inversión
    - Cotizaciones de Metales y Divisas
    - Información sobre Exportación e Importación
    - Comentarios sobre la situación económica de México.

## 5.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE BANCA ELECTRÓNICA.

### 5.2.1. LOCALIZACIÓN.

Banca electrónica está ubicada en el centro de la Ciudad de México, en un edificio de 7 pisos, de los cuales esta oficina dispone de dos pisos (5 y 6) para realizar sus actividades diarias, así como realizar la administración de otras dos Gerencias ubicadas en las ciudades de Monterrey y Guadalajara.

Banca Electrónica esta conformada por la sucursal de México, una Dirección Adjunta, cinco gerencias así como las sucursales de Monterrey y Guadalajara, como se muestra en la figura 5.1, cada una de ellas con funciones específicas, y todas ellas encaminadas a cumplir un objetivo común: Brindar un mejor servicio a los clientes.

La distribución de las Gerencias de los pisos 5 y 6 se muestran en las figuras 5.2 y 5.3. Los pisos están equipados con conductos de aire acondicionado, instalación eléctrica polarizada y regulada, lámparas de gas neón y equipo contra incendios.

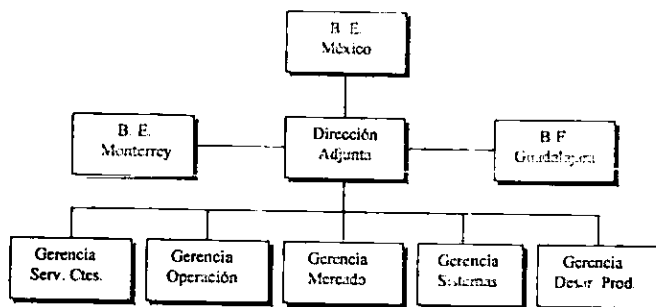


Figura 5.1. Estructura de Banca Electrónica.

Banca Electrónica geográficamente se encuentra distribuida de la siguiente manera:

- Banca Electrónica México. Se encarga de la atención de todos los clientes ubicados en el centro y sur del país. Esta es quien administra a Banca Electrónica Monterrey y Guadalajara.
- Banca Electrónica Guadalajara. Está comprende las zonas del occidente, noroeste y bajo del país.
- Banca Electrónica Monterrey. Comprende el norte y sureste del país.

### 5.2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS GERENCIAS DE BANCA ELECTRÓNICA.

La dirección adjunta es quien controla cada una de las gerencias con apoyo de una subdirección. Realiza la toma de decisiones y la estrategia a seguir de acuerdo con las políticas generales del Banco. Esta Dirección adjunta depende de la Dirección General del área de Empresas del Banco.

Cada una de las gerencias mostradas tiene diferentes funciones y su buena calidad de servicio depende de que tan rápido tenga información actualizada. Un parámetro significativo para dimensionar la eficiencia de las gerencias es el tiempo de atención a los clientes (llámese cliente a los otros departamentos del banco o a los clientes directos del Banco).

Banca Electrónica está dividida por cinco gerencias y 3 sucursales, como ya vimos en la FIGURA 5.1, son las siguientes con sus respectivas funciones:



Gerencia	Funciones
Banca Electrónica México	<p>Atención a clientes ubicados en el centro y sur del país</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte técnico</li> <li>• Ejecutivo telefónico</li> <li>• Promoción personalizada del servicio</li> <li>• Administración de B. E. Monterrey y Guadalajara</li> </ul>
Banca Electrónica Monterrey	<p>Atención a clientes ubicados en el norte del país</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte técnico</li> <li>• Ejecutivo telefónico</li> <li>• Promoción personalizada del servicio</li> </ul>
Banca Electrónica Guadalajara	<p>Atención a clientes ubicados en el occidente-bajo del país</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte técnico</li> <li>• Ejecutivo telefónico</li> <li>• Promoción personalizada del servicio</li> </ul>
Servicio a Clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza operaciones bancarias a clientes de Banca Electrónica que tengan problemas con el sistema</li> <li>• Tiene contacto directo con los clientes (recibe y envía información, es el intermediario entre el banco y el Cliente)</li> <li>• Actualiza una base de datos local de los Clientes. Contiene los siguientes datos:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Datos generales de la Empresa</li> <li>2. Cuentas Incorporadas</li> <li>3. Firmas de Ejecutivos de la Empresa</li> <li>4. Servicios y productos</li> <li>5. Comisiones</li> </ol> </li> </ul>
Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presupuesta a todas las gerencias y departamentos de Banca Electrónica</li> <li>• Lleva el control Contable de todos los ingresos y egresos de la división</li> <li>• A través de un departamento de esta gerencia realiza la transmisión de las operaciones bancarias de la Empresas a gran escala (ejemplo: Aplicación de nóminas, de cheques devueltos, etc.</li> <li>• Administración en General</li> </ul>
Mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promociona el servicio de Banca Electrónica en forma personalizada</li> <li>• Realiza presentaciones a Corporaciones y Grupos Empresariales</li> <li>• Lleva a cabo el proceso de contratación del cliente</li> <li>• Libera a los clientes</li> </ul>

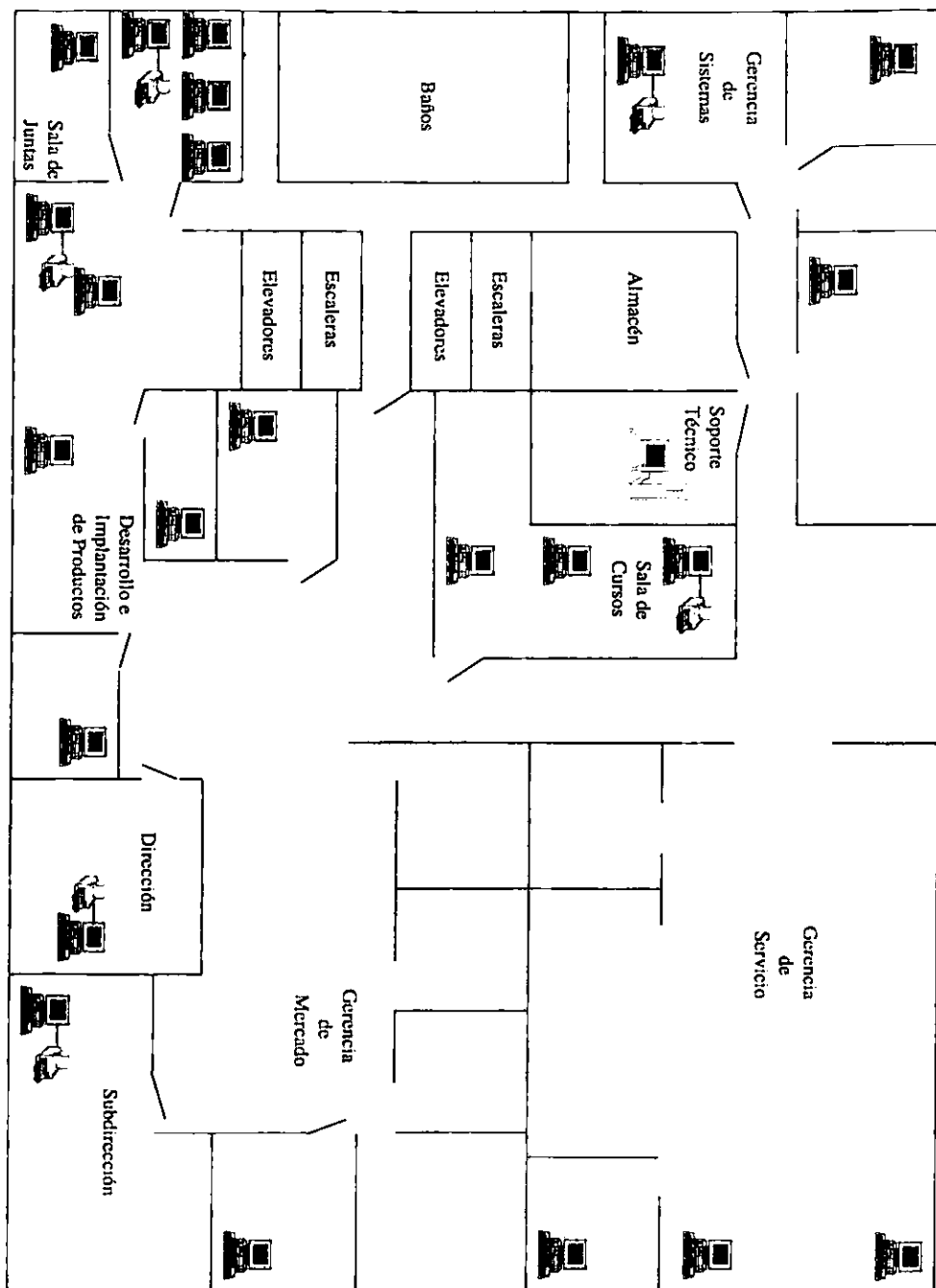


Figura 5.2. Plano de Distribución del 6° Piso del Equipo Informático Actual

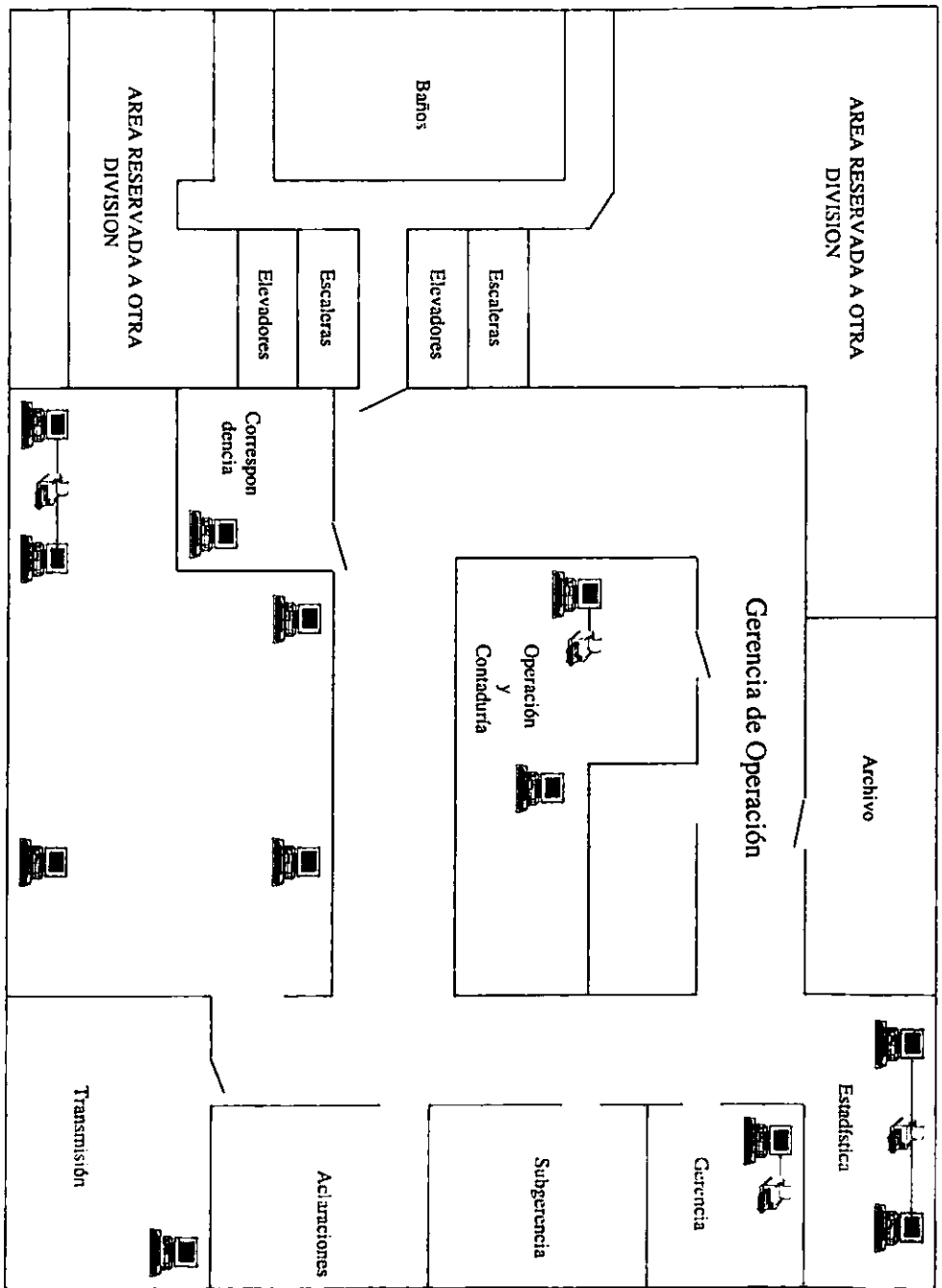


Figura 5.3. Plano de Distribución del 5° Piso del Equipo Informático Actual

<p>Sistemas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza un estudio estadístico de los clientes Liberados</li> <li>• Soporte técnico vía telefónica o en forma personalizada a clientes con problemas en el sistema</li> <li>• Genera las claves de acceso a los sistemas de los clientes nuevos</li> <li>• Controla la base de datos de clientes con la siguiente información:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Datos generales del Cliente</li> <li>2. Servicios y productos</li> <li>3. Cuentas Incorporadas</li> <li>4. Claves de Acceso al Sistemas</li> </ol> </li> <li>• Capacita clientes nuevos y actualiza clientes con sistemas anteriores</li> <li>• Tiene control de las características técnicas del equipo que tiene cada cliente así como el número de versión del software</li> </ul>
<p>Desarrollo e Implementación de Producto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evalúa los requerimientos de todas las gerencias así como de la dirección para realizar cambios de los sistemas (Costo-Beneficio)</li> <li>• Válida el buen funcionamiento de los Sistemas nuevos o modificados, creando matrices de prueba y checando que cumpla con los requerimientos solicitados a Ingeniería de Sistemas</li> <li>• Desarrolla la implantación de los productos nuevos u optimizaciones de las anteriores             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacita al personal de las gerencias involucradas</li> <li>2. Desarrolla los procedimientos</li> <li>3. Crea la reglamentación respectiva</li> <li>4. Propone tarifas</li> </ol> </li> </ul>

### 5.2.3. FLUJO DE INFORMACIÓN ENTRE LOS DIVERSOS DEPARTAMENTOS

El flujo de información en la División de Banca Electrónica es casi en todas las direcciones, esto quiere decir, que el desempeño del trabajo de una gerencia depende de que tan rápido recibe la información de otras gerencias y así mismo otras gerencias con la misma Dirección, depende de la información que esta gerencia les proporcione información.

Actualmente la entrega de esta información es en forma manual; por ejemplo: la gerencia de servicio requiere un listado de los clientes que tengan un

tipo de versión del sistema, para actualizar su Base de datos en formato Lotus y llevar así un control determinado, dicho listado es generado por gerencia de sistemas, quien tiene una base de datos en formato dBase. En realidad el acceso a la información no es de forma directa o mejor dicho automática, sino que se requiere con un proceso de solicitud lo cuál incrementa los tiempos de respuesta.

A continuación se detalla la dependencia de información de algunas gerencias ya que describir a cada una de ellas sería un proceso más complejo y tedioso, es importante notar que no únicamente se presentan gerencias propias de la misma división sino también dependen de departamentos externos a Banca Electrónica.

Gerencia Fuente	Gerencia Proceso	Gerencia Destino
Centro de Servicios Informáticos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de pruebas de comunicación a clientes.</li> <li>• Listados de número de operaciones por cliente. (Fuente de información es el sistema 015).</li> </ul> Sistemas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte Semanal de fallas de las Aplicaciones</li> <li>• Reporte Transferencia de Costos Informáticos</li> </ul> Operación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de Presupuestos, etc.</li> </ul>	Banca Electrónica Monterrey	Servicio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de Clientes vigentes, cancelados y liberados</li> <li>• Reporte de actividad de Clientes</li> </ul> Dirección <ul style="list-style-type: none"> <li>• Totales de logros alcanzados en el mes</li> </ul> Operación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados de gastos</li> </ul>

Gerencia Fuente	Gerencia Proceso	Gerencia Destino
<b>Sistemas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte semanal de clientes con diferentes problemas técnicos solicitados por la misma gerencia de Servicio</li> <li>• Relación de modificaciones hechas a la base de datos del Sistemas de Clientes (altas, bajas y modificaciones de cuentas incorporadas y de terceros).</li> <li>• Relación de Clientes afectados por fallas en las aplicaciones</li> </ul> <b>Mercado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de clientes liberados</li> </ul>	<b>Servicio</b>	<b>Operación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Total de clientes con diferentes porcentajes de comisiones</li> <li>• Reporte de Aclaraciones</li> <li>• Aplicación de archivos de nómina de clientes especiales</li> </ul> <b>Mercado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de Actividad de los Clientes</li> </ul> <b>Sistemas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• listado de clientes que necesitan apoyo técnico</li> </ul>

Como podemos notar en las tablas anteriores, el flujo de información no sólo es en un sentido. Otro punto interesante es la dependencia de departamentos externos quienes cuentan con sistemas automatizados para generar la información. Para darnos una idea al respecto ver la siguiente Figura 5.4.

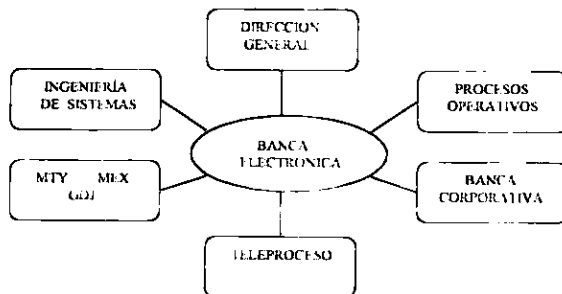


Figura 5.4. Banca Electrónica y las diversas Divisiones con quienes intercambia información en diferentes formas (algún medio magnético, papel, Microfichas, etc.).

### 5.3. DESCRIPCIÓN DE NECESIDADES, PROBLEMÁTICA Y EQUIPO INFORMÁTICO EXISTENTE.

#### 5.3.1. NECESIDADES.

Como hemos visto en los párrafos anteriores, el flujo de información es un factor importante para el óptimo funcionamiento de cada departamento, lo cuál depende directamente del tiempo de acceso, en otras palabras la oportunidad de información.

Una de las causas que incrementan este tiempo, es que no existe un sistema centralizado que permita en forma directa, actualizar la información por el departamento responsable e inmediatamente que pueda ser consultada por el departamento solicitante. En la actualidad en Banca Electrónica, cada departamento tiene su información en forma local, esto quiere decir, que el mismo departamento define las características de su base de datos; por consiguiente no existe un estándar para incluso poder importar información de una Base de Datos a otra de otro departamento. A continuación se numeran las principales necesidades, dentro de las cuales son de gran impacto para el buen desarrollo de actividades en Banca Electrónica:

- Centralización de la Información. La gran variedad de bases de datos aisladas provoca que la información no sea fácil de procesar ya que para poder hacer un análisis de algún caso, se requiere obtener información de diversas fuentes.
- Generación de Aplicaciones. Esto significa el desarrollo de sistemas por medio de los cuales se puedan realizar las actividades de actualización, consulta y generación de reportes especiales para cada departamento. Así mismo desarrollar pantallas que solo desplieguen la información que necesite cada departamento.
- Automatización de Procesos. Implementar programas que interactuen con la información correspondiente y así eliminar al máximo que sea posible la intervención de procesos manuales.
- Comunicación Electrónica con otros departamentos externos de Banca Electrónica. A través de algún medio electrónico conectarse (vídeo conferencia, Internet, bases de datos, e-mail, etc.) y bajar información en forma directa la cual servirá como INPUT para algún proceso automatizado y así incrementar la velocidad de procesamiento de información.
- Necesidades del usuario de contar con gran capacidad en el sistema LAN. Las LANs de "medio compartidos" fueron diseñadas para ambientes donde el ancho de banda de las comunicaciones estuviera "disponible", lo que provoca una "cola" de espera para que un usuario pueda comenzar a transmitir.

- Costo/desempeño de ATM en LANs. En las LANs con ATM el desempeño es muchísimo más grande que en redes de medio compartido debido a la asignación dinámica del ancho de banda y a la increíble velocidad con la que cuenta; mejorando la relación costo/beneficio (ya que la red es costosa).
- Además de las ventajas que ATM puede proporcionar en redes de área local, esta tecnología permite hacer un backbone con otra LAN para sí poder conformar dos LAN en una WAN ó MAN.
- Capacidad de LANs Virtuales. Algunos switches ATM soportan la capacidad de LAN virtual. Las LANs virtuales utilizan software para definir los grupos virtuales los cuales de una forma lógica unen múltiples usuarios en diferentes LANs en el mismo segmento de LAN virtual. Así, cada estación de trabajo puede pertenecer a múltiples LANs.

### 5.3.2. PROBLEMÁTICA ACTUAL.

Banca Electrónica, ha manifestado su necesidad de mejorar el rendimiento en tareas rutinarias, liberar al personal de actividades repetitivas permitiéndole concentrarse en tareas más creativas y optimizar el proceso de la toma de decisiones.

Dentro de todos los problemas que se presentan en la División de Banca Electrónica uno de los puntos críticos es el que no dispone de las herramientas automatizadas adecuadas para:

- Disminuir el uso del papel en diferentes procesos
- Conocer con que medida los proyectos se aproximan al cumplimiento de los objetivos planteados
- Presentar oportunamente estadísticas a la dirección y otras oficinas que los requieran
- Enviar oportunamente información a las oficinas externas de Banca Electrónica así como a la Dirección General (mediante la misma red)
- Optimizar el uso de los recursos informáticos disponibles
- Asegurar la información en caso de desastres (temblores, inundaciones, etc.) o accidentes (perdida accidental de la información, virus informáticos, error en los medios de almacenamiento, etc.)
- Controlar el acceso de información confiable
- Evitar la duplicidad de la información ya que en la mayoría de los casos esta se encuentra en múltiples medios de almacenamiento
- Permitir la consulta concurrente de la información por uno o varios grupos de trabajo para facilitar los procedimientos de la oficina
- Favorecer el trabajo grupal en la oficina mejorando la coordinación de las actividades



Logrando resolver algunos de estos puntos, le eficiencia de la oficina aumentara notablemente dando como resultado una mejora sustancial de la imagen de Banca Electrónica ante los demás Departamentos y sus propios clientes.

### 5.3.3. EQUIPO INFORMÁTICO EXISTENTE.

De acuerdo con la estructura detectada en la oficina, así como el análisis de dimensionamiento de Banca Electrónica, se proporciona la red con la que se trabaja actualmente (cliente-servidor).

Red de Area Local (LAN) con topología Ethernet y cableado UTP UL5 conectado a Hubs marca HP serie 28691A con 8 puertos con conectores RJ-45 distribuidos estratégicamente según la Figura 5.5 y 5.6, sistema operativo Novell 3.11 para 100 usuarios, estaciones de trabajo 486SX/25MHz con 4MB en RAM y disco duro de 80MB (opcional), con tarjetas adaptadoras a red tipo HP EtherTwist PC LAN Adapter NC/16 TP y ambiente Windows en cada unas de las estaciones, servidor HP 486DX/66MHz NetServer serie LE con 16 MB en RAM y disco duro de 1GByte con tarjeta para servidor NIC Intel EtherExpress 32 LAN Adapter. Impresoras HP Láser Jet IV Si/600, Módem 14.4 External Boca, Lan Fax, Cintas de Respaldo CHEETA/ALC 1000, Fuentes de Poder Ininterrumpible para Servidor y Usuarios Sola Advanced Network Plus UPS 600 V.

La sucursal de México cuenta con una red Ethernet , topología en estrella a 10 Mbps, dispone de 36 nodos para PC's de usuarios, 6 hubs para interconectar la red, un Mainframe de IBM o AS/400, 2 servidores y un PBX., como se muestra en la figura 5.7.

La sucursales de Guadalajara y Monterrey cuentan con una red Ethernet a 10 Mbps topología en estrella, 20 nodos para PC's de usuarios, 3 Hubs 1 servidor para cada sucursal y una multilínea, ver figura 5.7.

## 5.4. RIESGOS Y BENEFICIOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN CON ATM.

### 5.4.1. RIESGOS

Dentro de los riesgos detectados que algún momento podrían afectar con la implantación de la Red en Banca Electrónica se puede mencionar los siguientes:

- Una mala planeación en la actualización de la cultura informática de los futuros usuarios de la red que provocaría un alejamiento de este para con la red, implicando una ruptura grave con esta herramienta de

trabajo. Por tanto se deberá tener especial cuidado con los cursos de capacitación y soporte técnico que se les dará a los usuarios de la Red.

- Una disminución en el presupuesto de la oficina en el área de equipo de computo que dejaría a la oficina fuera de cualquier intento de inversión en esta línea.
- Altos tiempos de respuesta de requerimientos y necesidades de los diversos proveedores de equipo y software como también de la capacitación y soporte técnico, que deberían obtenerse por parte de los mismos provocando variaciones en el calendario de la implantación de la red y con esto perdiendo la oportunidad en la toma de decisiones.

#### 5.4.2. BENEFICIOS.

Al pensar en la evolución de una red LAN con ATM, la estrategia de migración deberá proveer los siguientes beneficios:

- Solución de las necesidades presentes y futuras por medio de la construcción de las tecnologías LAN tanto actuales como nuevas.
- Costo mínimo al realizar una serie de pasos para migrar la red.
- Establecimiento de una ruta de actualización económica usando las plataformas y las arquitecturas de red que son actualmente utilizadas.
- Implementación de sistemas de conectividad con baja latencia en el trabajo de grupo y backbone de campus para obtener un mejor desempeño.
- Mantenimiento de conectividad en toda la configuración.
- Simplificación de la tarea del manejo de la red.

#### 5.4.3. ALTERNATIVAS ATM PARA LA MIGRACION DE LA RED.

##### 5.4.3.1. EMULACIÓN LAN.

En la actualidad la Banca Electrónica sus servicios que ofrece se han visto superados por las necesidades de los usuarios, que para llevar a cabo sus actividades necesitan hacer uso de diversas aplicaciones que generan tráfico de todo tipo.

Por esto la integración de una red LAN/ATM en la Banca electrónica sería ideal, ya que mejoraría de manera importante la calidad de los servicios de red que se brindan actualmente, además de dar la oportunidad de manejar nuevas aplicaciones y herramientas que en la actualidad son prácticamente imposible utilizar debido a la baja velocidad de la red y el congestionamiento que presenta.

Como se menciona en el Capítulo 3, el Foro ATM ha definido la forma para que las tecnologías LAN y ATM trabajen de manera conjunta en lo que se conoce como una Emulación LAN/ATM.

De acuerdo con la especificación del Foro ATM para la emulación LAN "El principal objetivo de un servicio de emulación LAN es permitir acceder a las aplicaciones existentes a una red ATM a través de protocolos como el APPN, el NetBios, el IPX, etc., como si estuvieran corriendo sobre LANs tradicionales.

El servicio de emulación LAN permite a las aplicaciones que corren sobre los protocolos LAN tradicionales disfrutar de las altas velocidades que brinda ATM, sin tener que sufrir ninguna modificación. De esta forma una LAN tradicional puede utilizar este servicio para comunicarse con otros elementos de red conectados directamente con ATM.

Tomando en cuenta que la reestructuración de la red se debe llevar a cabo haciendo el menor número posible de cambios y aprovechando el equipo con que se cuenta, la mejor opción para poder introducir la tecnología ATM y mejorar así su desempeño es una emulación LAN.

Tenemos que la emulación LAN trabaja con el ambiente Ethernet existente en la Banca Electrónica, dándole acceso al servidor con interfaz nativa (maquina a la que se le colocaría tarjeta ATM), a través de un switch LAN/ATM.

Esto es, la emulación LAN hace parecer a ATM como una LAN clásica y las técnicas de puenteo permiten al switch LAN/ATM proveer de conectividad independiente del protocolo entre los elementos de la red.

Bajo este esquema el desempeño de los clientes se ve mejorado considerablemente debido a que la alta velocidad de la interfaz ATM incrementa la capacidad de entrada/salida de datos en los servidores y todo sin tener que realizar ningún cambio en los clientes, por otro lado también se ven beneficiados por el ancho de banda dedicado, que resultado de la implementación de una LAN conmutada como lo es la propuesta.

El switch propuesto como requerimiento más importante es que tenga puertos ATM, ya que las conexiones Ethernet se podrían expandir a través de concentradores.

Hay que tomar en cuenta que el desempeño de la red se mejorara considerablemente pero de manera interna, es decir, solo en la red de la Banca Electrónica, ya que al intentar salir a través del backbone tendremos el problema de un limitado ancho de banda, lo que crea un cuello de botella que evita tener la misma calidad de servicios que se tienen dentro.

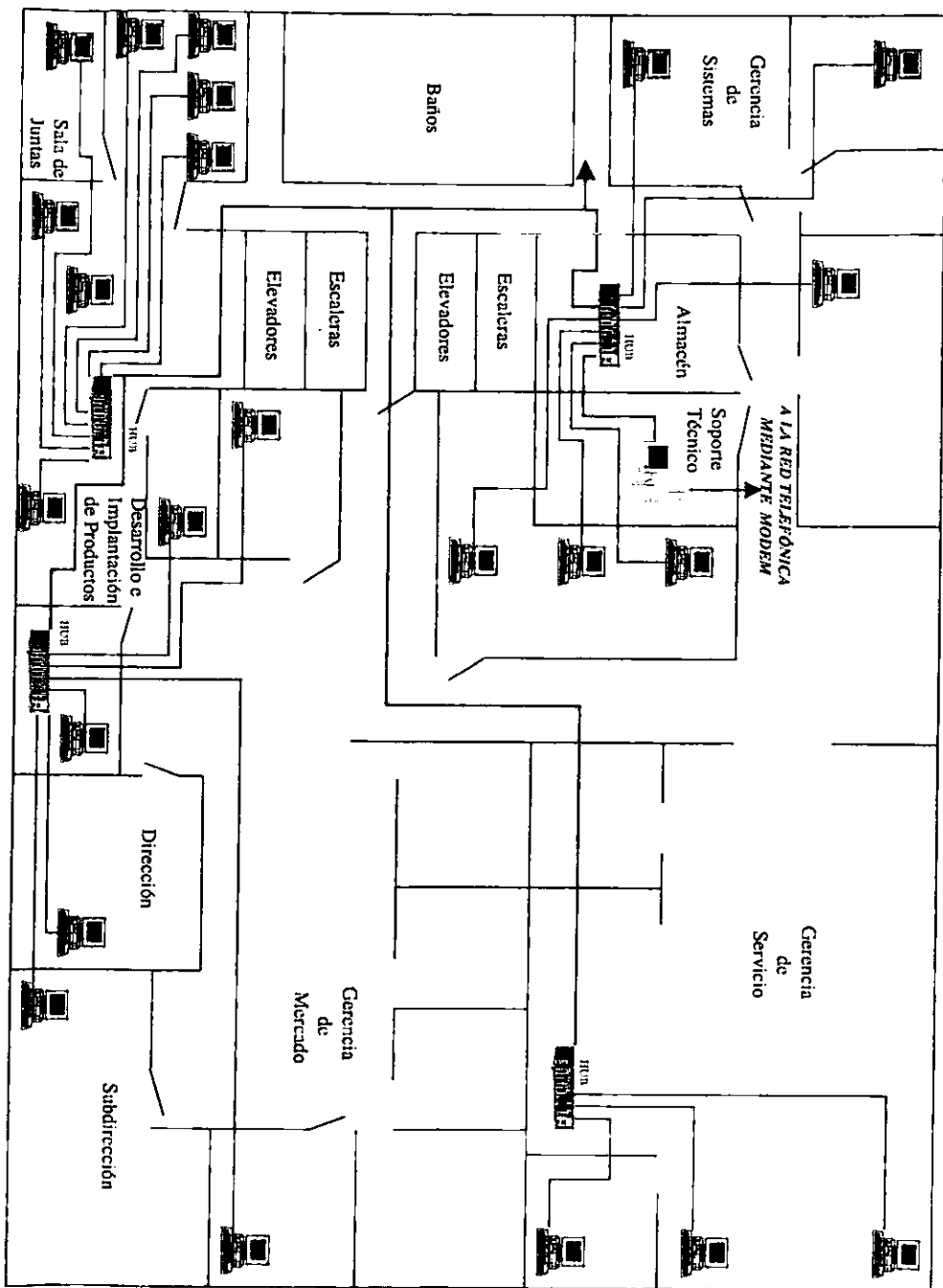


Figura 5.5. Plano de Cableado del 6° Piso del Equipo Informático Actual

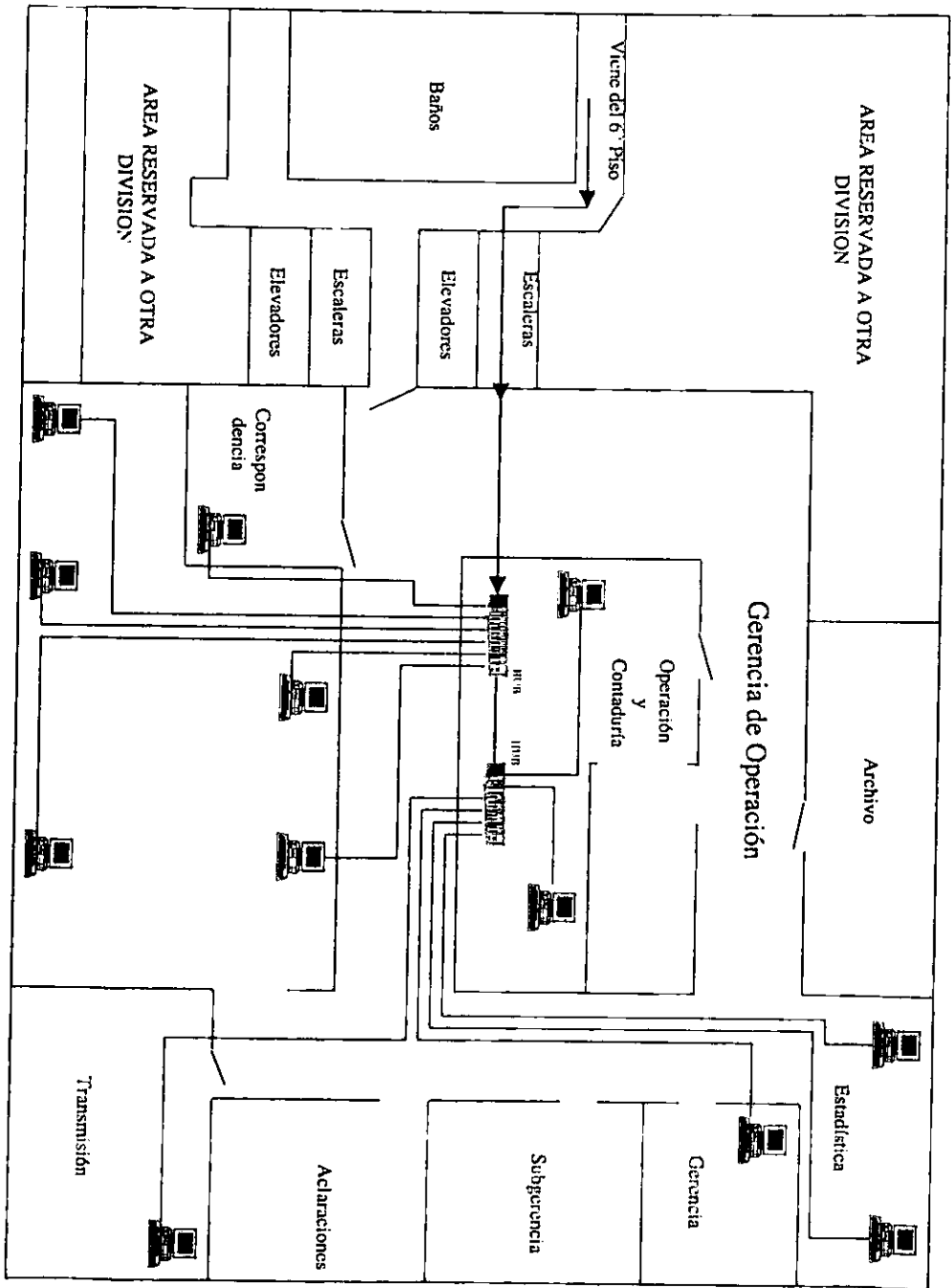


Figura 5.6. Plano de Cableado del 5° Piso del Equipo Informático Actual

Considerando lo anterior y aunque en este trabajo nuestra intención es proponer únicamente la reestructuración de la red local de la Banca Electrónica, pensamos que una solución para eliminar el cuello de botella que se presenta en el backbone de la red de Banca Electrónica, sería la sustitución del backbone actual por uno basado en tecnología ATM, además de formar grupos de trabajo. Lo que se sugiere es utilizar como backbone un switch ATM/Ethernet de gran capacidad conectado a un ruteador por medio de fibra óptica.

Las características de este switch dependerán de los switches que se decida utilizar en cada departamento.

Si los departamentos deciden utilizar switches ATM/Ethernet, se requerirá que el switch –backbone cuente con 5 puertos ATM y dos Ethernet como mínimo. Si los departamentos deciden utilizar switches puramente Ethernet bastara con un solo puerto ATM y como mínimo 6 puertos Ethernet.

Con cualquiera de las dos formas sugeridas se obtiene una segmentación del flujo de la información, la ventaja de utilizar switches ATM/Ethernet consiste en mejorar el desempeño de la red, así como facilitar una posible migración a una red puramente ATM, pero cualquiera de las dos implementaciones solucionan el problema del cuello de botella.

#### **5.4.3.2. CONFIGURACIÓN BACKBONE COLAPSADO.**

Una configuración de backbone colapsado elimina los ruteadores en cada piso y concentra todas las conexiones en un dispositivo sencillo en la base junto con un grupo de servidores. Esta arquitectura efectivamente colapsa el backbone distribuido sobre el backplane de alta velocidad del ruteador central. El backplane del ruteador central puede mover los datos entre segmentos LAN 80 veces más rápido que sobre un backbone Ethernet distribuido, y 8 veces más rápido que un backbone FDDI.

En una configuración típica, el backbone colapsado se maneja en una primera configuración con sistemas terminales conectados por cable UTP a un concentrador en cada piso. Los concentradores por piso se interconectan verticalmente o en cascada por medio de un par de fibra en un bulto que contiene enlaces con pares de fibra de interrepetidor de fibra óptica (FOIRL). Los segmentos LAN del servidor se unen directamente al ruteador de backbone colapsado en la base.

La migración de una red de backbone colapsado a ATM puede ser comprendida en tres pasos.

- Paso 1: Aumento del backbone colapsado con LANs virtuales y grupos de trabajo.
- Paso 2: Instalar enlaces de alta velocidad para incrementar el ancho de banda.
- Paso 3: Aumento del backbone colapsado con ruteadores ATM.

### PASO 1. BACKBONE COLAPSADO CON LANs VIRTUALES Y GRUPOS DE TRABAJO

El primer paso en la estrategia de migración no involucra necesariamente el manejo de ATM. En la reducción de costos, toma una gran ventaja de la base instalada para una tecnología LAN, y simplificada la tarea del manejo de la red, el objetivo de la estrategia de migración es manejar nuevas tecnologías solamente en las partes de la red donde un ancho de banda mayor se requiera sin recurrir a actualizaciones costosas y riesgosas.

Como la demanda de ancho de banda crece, la solución tradicional a este problema es segmentar cada piso en segmentos LAN múltiples y proveer a cada segmento con su propio enlace dirigido al ruteador central. Esta solución simplemente requiere el aumento de un enlace por cada LAN o segmento de LAN entre el concentrador de piso y el ruteador central.

Es importante mencionar que el enlace adicional no requiere necesariamente la instalación de un nuevo cableado, porque algunos edificios tienen aparte un cableado de fibra listo para su uso.

Sin embargo, hay dos factores importantes que localizan los límites del número de enlaces que se pueden instalar.

- El primer factor es una limitación física – la capacidad de los puertos de ruteadores. El manejador de red debe asegurar que el dispositivo de backbone colapsado cuenta con los suficientes puertos para soportar tanto los enlaces existentes como futuros para cada uno de los pisos.
- La segunda limitación es que se incrementa la complejidad en el manejo. La segmentación incrementada mejora el desempeño, pero también significa que hay que manejar más LANs. Por ejemplo, si IP se maneja como el protocolo de capa de red, cada nuevo segmento requiere su propio número de red. Por supuesto, el manejador de red puede elegir el empleo de dividir en subredes para conservar la organización de las direcciones IP, pero esto incrementa la complejidad en su manejo. Por otro lado, las estaciones terminales necesitarían que les asignaran nuevas direcciones IP.

Para reducir la complejidad, el manejador de red puede elegir un grupo de enlaces asociados con cada uno de los tres grupos diferentes y conectarlos a un puente. El puente para cada grupo sería conectado aun puerto en un ruteador de backbone colapsado. Puenteando los tres segmentos dentro de una red lógica se requiere solamente un número de red sencilla, y el ruteador aísla el grupo de trabajo de los grupos de trabajo de finanzas y comercio.

Desafortunadamente, esta configuración no provee una solución efectiva escalable y costo-efectiva a este problema:

- La instalación de puentes extra reduce el desempeño por el aumento en los retardos adicionales para el tráfico que cruza en una infraestructura vertical.
- La compra de puentes externos con una interfaz de alta velocidad incrementa el costo de hardware de red.

#### A) LANs VIRTUALES Y GRUPOS DE TRABAJO

Los problemas con el puenteo se pueden resolver aumentando la facilidad de un grupo de puertos para el ruteador de backbone colapsado. La facilidad de grupos de puertos proporciona una función de puenteo entre enlaces diferentes los cuales son internos al ruteador de backbone colapsado. Cada conjunto de segmentos LAN puenteados se conoce como una LAN Virtual.

Hay varias ventajas en el manejo de LANs virtuales y son:

- Una LAN virtual que se asocia a más de un puerto de un puente/ruteador es para la red como un segmento LAN lógico sencillo. Las ventajas de ruteo de multiprotocolo se retienen porque el administrador de la red puede rutear el tráfico entre diferentes LANs virtuales.
- Asignando un número de red IP sencillo para cada LAN virtual se elimina la complejidad de la segmentación de los pisos porque no hay necesidad de cambiar las direcciones de las estaciones terminales.
- La utilización de LANs virtuales ahorra el manejo de tiempo porque los grupos de trabajo pueden estar configurados en el ruteador central sin hacer los cambios a la planta de cable físico.

#### B) GRUPOS DE RUTEO

Cuando el tráfico de una red prolifera entre edificios en un medio ambiente de campus, como resultado se obtiene un incremento en la demanda de ancho de banda en el backbone del campus. Los manejadores de la red frecuentemente responden a su embotellamiento conectando edificios con un medio compartido.



Como la red crece, cada edificio puede tener cientos de cientos de dispositivos conteniendo un ancho de banda en un backbone interedificio compartido. Otro problema es que los usuarios y los grupos de trabajo frecuentemente necesitan ser localizados dentro del campus, mientras el servidor primero los comunica con los demás en un servidor central en otro edificio. Como consecuencia, el backbone de campus puede llegar rápidamente a un embotellamiento de tráfico.

Para acomodar el crecimiento y aligerar la congestión, un concentrador de switcheo puede ser usado para crear los grupos de ruteo. Un grupo de ruteo se implementa instalando una cantidad de enlaces de switcheo privado, de alta velocidad que permitan la escalabilidad de una interred.

## PASO 2. BACKBONE COLAPSADO CON ENLACES DE ALTA VELOCIDAD

Como se puede observar, al incrementar el ancho de banda permitiendo para los grupos de trabajo significa un incremento en la segmentación de la red LAN de cada uno de los pisos. El paso dos de la estrategia de migración resuelve el dilema del manejo de los enlaces de alta velocidad para reemplazar los enlaces de segmentos de LAN múltiples. Otro aspecto importante, son los enlaces de alta velocidad que pueden emplear FDDI, Fast Ethernet o Tecnología ATM. El manejador de red puede continuar para incrementar sobre todo el desempeño de la red en cada piso por medio de una segmentación horizontal adicional sin la necesidad de cambiar el hardware y el software en cada escritorio.

Para soportar enlaces de alta velocidad, el desempeño del procesamiento de los frames por puerto del ruteador de backbone colapsado es necesario para ser incrementado aproximadamente un factor de 10. Hay varias formas para lograr este escalamiento del desempeño. Todos requieren de algunos niveles de funcionalidad de ruteo dentro de un ruteador de backbone colapsado.

La forma en que se puede escalar el desempeño del ruteador es distribuir el desempeño del frame con una dirección lógica a la tarjeta de interfaz de puertos, de otro modo conocido como una máquina de switcheo de los puertos y centralizar así el ruteo complejo en una máquina de ruteo central.

La máquina de ruteo central determina la ruta e indica a la máquina de switcheo de puertos como dirigir los frames subsecuentes con el mismo destino. La máquina de switcheo de puertos realiza la operación de dirección con el consejo y consentimiento de la máquina de ruteo central.

La máquina de switcheo de puertos almacena la información de ruteo que recibe desde la máquina de ruteo en una caché de rutas. La caché de rutas para cada puerto de la máquina de switcheo es responsable del ruteo solamente de los frames recibidos desde un sistema terminal asociado con su enlace asociado. Por

lo tanto, cada máquina de switcheo de puertos "ve" solamente unos pocos ruteadores comparados con el número total de rutas permitidas por la máquina central de ruteo para ser dirigido en la vía tradicional.

Debido a que los cambios en la topología de la red son relativamente pocos, la información dirigida en la caché de ruteo puede ser retenida por largos periodos de tiempo. De tal forma que el rango de aciertos de la máquina de switcheo de puertos sobre un periodo de 24 horas es casi un 100%. Sin la captura de rutas, la capacidad de dirección del frame escala proporcionalmente el número de enlaces de alta velocidad.

La tecnología existente permitirá el concepto de ruteo de consejo- y --consetimiento dentro de un ruteador de backbone colapsado para distribuir la función de ruteo a través de diferentes dispositivos en la red. En esta arquitectura, las funciones de la máquina de ruteo central como el servidor de ruteo y las máquinas de switcheo de puertos distribuidos operan como clientes de ruteo.

El concepto de clientes de rutas y servidores de ruta es una extensión de la técnica de consejo- y --consentimiento.

#### A) ENLACES FDDI

El concentrador de switcheo de 100 Mbps en enlaces FDDI configurados como dos segmentos FDDI, asigna una definición de segmento a un agrupo de trabajo separado. Cada terminal en el servidor se une al segmento FDDI asociado con su primer grupo de trabajo por medio de un puerto por puente o concentración FDDI dentro del concentrador de switcheo.

El ruteador de backbone colapsado provee funciones de ruteo entre los segmentos FDDI y un backbone de campus FDDI. El resultado son dos grupos de trabajo de alta velocidad dentro de un edificio entre ellos y el backbone de campus. El desempeño se escala por la distribución de frames de grupos de trabajo dirigidos al concentrador de switcheo, mientras la asignación de la lógica de determinación de ruta compleja la toma el ruteador de backbone colapsado.

#### B) ENLACES FAST ETHERNET

Una tecnología LAN de alta velocidad muy importante en nuestros días es FDDI, la cual puede realizar un enlace para conectar los segmentos Ethernet y Token Ring. Sin embargo, Fast Ethernet 100 BASE-T ya se encuentra accesible. Fast Ethernet soporta un menor costo, así como grupos de trabajo de 100 Mbps y las conexiones de enlace sobre cableado Ethernet existentes.

La mayoría de los concentradores 100 BASE-T tendrán al menos uno, y posiblemente algunos, bajo costo 10-100 puenteados o puertos de switcheo sobre una tarjeta para conectar los nodos de 100 BASE-T con las LANs en 10 BASE-T existentes instaladas en cada piso.

### C) ENLACE ATM DE ALTA VELOCIDAD

Un problema que tendrá que ser resuelto con enlaces LAN considerados se refiere a que todos los segmentos switcheados dentro de un enlace particular deban ser usados por el mismo número de red, o estos deben tener un ruteador en cada piso pero su método eventualmente causará un problema de densidad como el número de segmentos LAN incrementados.

La interfaz de fibra multimodo 155 Mbps especificada por ATM Forum se diseñó para hacer uso del cableado de fibra óptica multimodo existente en el edificio. Esto ofrece una tecnología ideal para aumentar la velocidad y la capacidad de los enlaces.

ATM utiliza conexiones virtuales dedicadas corriendo en paralelo en vez de compartir conexiones seriales. No solamente ATM ofrece un enlace de 155 Mbps a muy alta velocidad, sino también permite considerablemente más segmentación sin la utilización de pares de cableado de fibra. Un enlace ATM sencillo puede soportar de 15 a 30 en LANs Ethernet ó 10 a 20 Mbps LANs Token Ring en cada piso. Desde cada segmento de LAN se mantiene diferentes conexiones virtuales dentro del enlace, cada segmento es identificable por el ruteador. Esto permite al administrador de la red incrementar el número de grupos de trabajo sólo si cada segmento tuviera separado un enlace físico.

### D) INTERFAZ ATM PARA RUTEADORES Y CONCENTRADORES

Una de las principales características de las interfaces ATM de 155 Mbps es que puede implementar una forma de costo efectivo mediante el simple aumento de los módulos de interfaces en el ruteador de backbone colapsado y los concentradores de piso. Debido a que la interfaz ATM a 155 Mbps se basa en los estándares definidos por el Foro ATM, esta tecnología será compatible con el equipo por una amplia variedad de vendedores.

La interfaz ATM de cada concentrador de piso convierte el tráfico Ethernet y el tráfico Token Ring en celdas ATM. Cuando la recepción de las celdas desde los enlaces, llega al módulo de la interfaz del concentrador desempeña el proceso inverso, reensamblando las celdas ATM en paquetes LAN para la transmisión a usuarios de las estaciones de trabajo. La interfaz ATM en el ruteador funciona como la interfaz ATM en cada concentrador de piso, convirtiendo los paquetes a celdas y viceversa.

Cada segmento LAN en un piso se mapea sobre una conexión virtual ATM que se identifica en cada encabezado de la celda ATM. El ruteador deriva la identificación de los segmentos LAN desde los campos VPI/VCI en el encabezado de celda ATM.

El concepto de los grupos de trabajo virtuales como un puerto lógico hace uso de un enlace ATM. Todas las funciones normalmente asociadas con un puerto físico se aplican a cada puerto lógico.

### PASO 3. AUMENTANDO EL BACKBONE COLAPSADO CON RUTEO ATM

Este tercer paso de la estrategia de migración involucra el manejo del switcheo ATM a través de los segmentos LAN y los grupos de ruteadores para construir un backbone de campus ATM.

Los estándares de los enlaces ATM (FDDI, Fast Ethernet y ATM de alta velocidad), pueden ser conectados a un switch ATM, dando al administrador de la red la habilidad para conectar cada canal virtual y así cada segmento LAN a un ruteador específico o puerto ruteador.

Los segmentos de LAN conector mejoran el desempeño porque la carga de tráfico se comparte por medio de los ruteadores. El tráfico dividido por medio de los ruteadores y los concentradores de la red.

#### A) DETERMINACIÓN DE LA RUTA PARA SISTEMAS TERMINALES ATM

Los componentes principales de un switch ATM son: direccionamiento de la celda lógica, o lógica de conexión digital. En general, una vez que un canal virtual ha sido establecido, los switches ATM presentan alta velocidad y baja latencia en capacidades de direccionamiento de las celdas.

El otro componente funcional de un switch ATM es la determinación de la ruta, la cual coloca el canal virtual donde el dato es transmitido. En medio ambientes LAN, la determinación de la ruta se realiza automáticamente por la máquina de ruteo en el ruteador del backbone colapsado. Este nivel de funcionalidad automática es también necesario en el medio ambiente ATM. Desde los sistemas terminales que usan stacks de diferentes protocolos (TCP/IP, IPX, Apple Talk y otras) la función de la determinación de la ruta necesita ser dependiente del protocolo. La forma más sencilla de lograr esto es aumentando ATM a la lógica de determinación de la ruta del multiprotocolo desarrollado realmente residiendo en la máquina de switcheo del ruteador de backbone colapsado.

### 5.5. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO QUE SE IMPLANTARA EN LA BANCA ELECTRONICA DE LA CD. DE MEXICO.

Anteriormente la red de la Banca Electrónica México se comunicaba con las sucursales de Monterrey y Guadalajara mediante módem's, pero esto resultaba muy lento, inseguro y costoso, porque muchas veces se perdía información muy importante, por causa del módem o de la línea, además el sistema operativo Novell Netware no es muy estable, se decidió cambiar la actual red por una que nos proporcionará mayor seguridad, estabilidad y una fácil administración, por que se requería que la información estuviera disponible para los departamentos de la Cd. De México, Monterrey y Guadalajara, sin necesidad de conectarse mediante módems, trabajando en un mismo dominio, como si se trabajará en una sola sucursal, esto provoco la inquietud de diseñar una nueva red con capacidades de LAN's Virtuales. También se planeo que los usuarios pudieran conectarse a la red de la Banca Electrónica desde su casa u oficina mediante su PC, para poder consultar su saldo, estado de cuenta, depósitos, retiros, etc. con la opción de que puedan recibir estos servicios mediante un e-mail. Lo que provoco instalar un servidor de correo electrónico e Internet, para crear cuentas y permisos a los usuarios y clientes para poder gozar de estos servicios.

Nuestra propuesta de implementación para la nueva red, basándonos en la alternativa de migración de LAN's Virtuales como plan de migración hacia ATM, deberá ser del tipo cliente-servidor, pero ahora utilizaremos como sistema operativo Microsoft Windows NT 4.0 Server, Microsoft BackOffice 4.0 y el Microsoft Internet Explorer 4.0 para todos los servidores. De nuestra antigua red sólo ocuparemos 4 Hub's para instalar los servidores, en el Hub 1 se instalarán los servidores Proxy y Web, que funcionan como gateway (firewall) y conexión a Internet, respectivamente, y en los 3 Hub's se conectarán los demás servidores incluyendo al Proxy, y 15 usuarios que no se conectaran directamente al switch. Las 21 máquinas restantes las conectaremos con su misma tarjeta de red y cable a los puertos de Ethernet RJ-45 del SmartSwitch, y ahí configuramos los puertos de cada máquina mediante el software SPECTRUM de Cabletron System para crear las VLAN's de la sucursal de la Cd. de México. También se realizará la misma configuración a las sucursales de Monterrey y Guadalajara, pero como nuestro proyecto se enfoca principalmente a la Cd. de México, nos ocuparemos de ella en el presente capítulo, debido a que, aquí se encuentran los servidores principales y el que funda el dominio de toda la red. Dado que nuestra red se trabajará en ambiente Windows NT, ya no necesitamos utilizar el servidor de Novell NetWare, pero si se quisiera agregar a la nueva red, tendríamos que configurarlo para que sea compatible con el protocolo TCP/IP, y además utilizando un gateway entre la red TCP/IP e IPX/SPX, llamado GSNW (Gateway Services for NetWare), usando NWlink como protocolo de transporte para acceder a archivos e impresoras de Servidores de Novell.

Además de instalar servidores nuevos, se adquirirá un Switch y un Router para poder conectar nuestra red con las demás sucursales y la Internet. Se eligió el SmartSwitch 2200 de Cabletron System, porque este modelo ofrece 24 puertos RJ-45 para conectar las estaciones de trabajo en Ethernet a 10 Mbps, y además en el mismo equipo se pueden conectar los servidores con velocidades de 10/100 Mbps, y su característica principal e importante es el poder definir y administrar VLAN's mediante las capas física, de enlace de datos, de red o de aplicación. Para elegir el Router optamos por el Cisco serie 2500 Mod. 2511, debido a que nos conectará con la red Frame Relay/ATM mediante un carrier, conectando las sucursales de Monterrey y Guadalajara a la red Banca Electrónica de la Cd. de México, obteniendo un acceso más rápido a la Internet, o a la propia red. El Router da el poder de hacer esto y ahorrar dinero en enlaces de áreas amplias, con solo un dispositivo conveniente y barato. El Router da flexibilidad para conectar LAN's juntas a través de cualquier protocolo conveniente que se necesite: IP, SLIP, PPP, Telnet, IPX, RIP, SAP, ARP, Frame Relay y X.25. La dirección de control da la opción de controlar el acceso a la red. Puede establecerse una pared de fuego que permite sólo conexiones que se desean y rechazar todas las demás.

A continuación describiremos el equipo nuevo a implementar en la red y su función dentro de la misma:

#### Servidor PDC (Primary Domain Controller).

Este servidor es el que funda el dominio en una red con Windows NT. Este autentifica los logons domain, y mantiene el directorio de la base de datos del dominio, y aquí se pueden cambiar las cuentas de todas las computadoras del dominio y es la única que recibe estos cambios directamente. Un dominio tiene un solo PDC.

Además necesitamos configurar los servicios de WINS (Windows Internet Name Service) y DHCP (Dinamic Host Configuration Protocol). El servidor de WINS es un servicio de resolución de nombre, que resuelve nombre de computadoras de red Windows a direcciones IP en un ambiente de ruteo. El servidor de DHCP es un protocolo que ofrece una configuración dinámica de direcciones IP e información relacionada, además proporciona seguridad, confiabilidad y sencilla configuración de una red TCP/IP, previene conflictos de direcciones, y ayuda a conservar el uso de direcciones IP a través de administradores centralizados de direcciones alojadas.

#### Servidor DNS (Domain Name Server)

Este servidor resuelve nombres a nivel Internet e Intranet. Ofrece un servicio de nombre jerárquico y estático para hosts TCP/IP. El administrador de red configura el DNS con una lista de nombres de Hoste y direcciones IP, alojando estaciones de trabajo de los usuarios por el querrá del DNS para especificar sistemas remotos por nombres de Hoste que por direcciones IP.

**Servidor Proxy.**

Este servidor funciona como un gateway (o firewall) entre nuestra red y la Internet. El servidor Proxy es principalmente para pequeñas oficinas que requieren estar conectadas a Internet, pero no pueden justificar el costo de una cuenta comercial dedicada. El servidor recopilará y enviará al ISP (Internet Service Provider), en menos líneas de comunicación utilizadas más eficazmente, que si cada usuario tuviera una línea de y un módem individual, las peticiones de los usuarios en cuanto a servicios de Internet. Utilizando la tecnología K56Flex y a un servidor de K56Flex del ISP, el servidor Proxy soporta transmisiones para bajar de Internet a velocidades de K56Flex y para subir a 33.6 Kbps. Y la seguridad no es ningún problema. El servidor Proxy esta alojado en la orilla exterior del muro de seguridad y proporciona seguridad de elementos de acceso a la red y muros de seguridad para los recursos basados en LAN. Soporta las restricciones de acceso a Internet de acuerdo a direcciones IP, protocolos de clientes y sitios prohibidos.

Escucha todos los broadcasts de nombre query y responde a esos nombres, no sobre la subred local. El Proxy se comunica con el servidor de nombre para resolver nombres y los retiene por un periodo de tiempo.

**Servidor Web.**

Este servidor es el que nos conecta a Internet, por que está equipado con un software para responder a peticiones HTTP, tales como peticiones de un Web Browser. Utiliza el protocolo HTTP para comunicarse con los clientes sobre una red TCP/IP.

**Servidor RAS (Remote Access Server).**

Nos brinda la capacidad de conexiones a usuarios externos, clientes, empleados móviles, administradores de sistema quienes monitorean y administran al servidor en múltiples oficinas. Se puede marcar remotamente hacia la red para acceder a servicios como archivos e impresoras compartidas, correo electrónico y acceso a la base de datos de SQL.

**Servidor SNA (System Network Architecture).**

Es una comunicación con un Framework desarrollado por IBM. Es una solución opcional por parte de Microsoft, que provee un gateway de conexión entre computadoras personales LANs o WANs con un Mainframe de IBM o un Host AS/400.

**Servidor SQL (Structured Query Language).**

Es parte del paquete Backoffice 4.0 de Microsoft. Es un lenguaje de programación de base de datos para acceder los queries, y otro tipo de información de administración relacionada con la base de datos del sistema.

---

#### Servidor BDC (Backup Domain Controller).

En un dominio Windows NT Server, un BDC se refiere a una computadora que recibe una copia de las políticas de seguridad del dominio y la base de datos, también autentifica los logons de la red. Provee un backup en los eventos del PDC. Es recomendable tener un BDC para respaldar al PDC.

#### Carrier de Frame Relay/ATM.

ATM es una tecnología que permite la comunicación de redes WAN y LAN. La característica más importante de Frame Relay y ATM, es que no son tecnologías que se encuentren compitiendo, sino que se complementan una a otra. Frame Relay es utilizado en redes WAN y ATM en redes WAN y LAN.

Por medio de ATM y Frame Relay se puede ahorrar mucho; es necesario uno sólo que se conecte a la red pública con un enlace digital local (es decir una ciudad) y la red pública se conecta con cualquier nodo en cualquier parte del mundo. Si no existiera esta tecnología, se seguiría conectando una terminal con otra por medio de un enlace de larga distancia, que es excesivamente caro. Se utilizan ruteadores que emplean varios protocolos y algunos para conectar la ruta más corta y más rápida, es decir, son más inteligentes.

En la red pública solamente se conmuta y se hace el viaje de la información, lo cual lo hace más rápida por que no requiere hacer la pregunta de "¿de dónde vienes y a dónde vas?", repetidamente, a cada uno de los paquetes de información. Esta pregunta se hace una sola vez en el ruteador, y al entrar a la red pública únicamente viajan hasta su destino final.

Frame Relay y ATM son la base sobre la cual se construye Internet y las Intranets. Gracias a estas dos tecnologías se han logrado los avances y la rapidez en el viaje de la información a través del mundo. Pasar de las tecnologías actuales con las que se cuentan (que son de X.25), se requiere de Frame Relay para comunicarse con ATM, ya que X.25 y ATM no se pueden comunicar directamente, debido principalmente a que X.25 funciona con señales analógicas y ATM con digitales. Frame Relay es el puente que permite la comunicación entre estas dos tecnologías. Poco a poco, ATM y Frame Relay desplazarán a X.25.

La red pública de Frame Relay soporta actualmente medios de comunicación muy avanzados, pero el problema es que la tecnología de los ruteadores no está todavía muy desarrollada en este aspecto; sin embargo, la red pública los soportará en el momento en que se desarrollen.

Se puede transportar voz por medio de Frame Relay debido a que la trama se reduce aún más que con ATM, obteniendo con esto un sonido más nítido; sin embargo, el futuro en las comunicaciones de todo tipo —ya sea voz, datos, o vídeo—



es el protocolo IP, ya que transporta bytes de una manera más eficiente. Y como el sonido y el vídeo pueden codificarse para convertirse en bytes, entonces éstos viajarán de una manera óptima por IP. No hay que alejarse de IP por que es lo que esta desarrollándose fuertemente para el futuro de las comunicaciones digitales.

Los servicios que se pueden transportar a través de las redes WAN con Frame Relay y ATM son:

- Vídeo Conferencia.
- Frame Relay con otro Frame Relay del otro lado de la red pública.
- Workstations y Servidores.
- Redes LAN con ATM.
- Multimedia (voz, datos y vídeo).

Los servicios públicos serán cada día más demandados creando el concepto de Outsourcing, donde las empresas delegan sus servicios de telecomunicaciones a los Carriers especializados, dedicándose a su giro a fin de ser más productivos.

#### Disposiciones para el Nuevo Site.

El site de la red estará ubicado en el área de soporte técnico y el almacén, estas dos áreas se unificarán para formar el site, debido a que necesitamos más espacio para los nuevos servidores y en un futuro una posible expansión o agregar más servidores de aplicación. El nuevo Site se acondicionará con un sistema contra incendio, extinguidores, etc., para usarse en caso de un siniestro, además de contar con aire acondicionado para mantener el site a una temperatura constante de 18 °C, para evitar que los servidores y demás equipo sufran calentamiento excesivo, debido a que funcionarán las 24 horas del día durante todo el año. Y como medida de seguridad del site deberá estar equipado con un sistema de acceso solo para personal autorizado como son: gerentes, administradores y auditores. Agregando a todo lo anterior también contará un con sistema ininterrumpible de energía (UPS) para alimentar a todos los Hub's, Servidores, Monitores, Switch y Router, para obtener el máximo desempeño del equipo, en caso de falla de la energía.

También deberá contar una caja fuerte, donde se guardaran todas las cintas de respaldo que se realizarán diariamente, tanto para los servidores como para el AS/400. Ya que estas cintas nos ayudarán a recuperar archivos vitales para la red en caso de que algún servidor falle o ocurra un incidente, entonces se podría recuperar toda la información, y en un caso muy extremo volver a instalar otro servidor con los archivos guardados, y así garantizaremos la integridad de la red.

### 5.5.1. ESPECIFICACIONES DE LA NUEVA RED BANCA ELECTRÓNICA.

Nombre del Dominio: **BEMX**

#### **Servidor PDC**

Nombre del Servidor: BEMXPDC1  
No. de Tarjetas de Red: 1 – 10/100 TX PCI UTP  
Dirección IP: 192.168.3.7  
Submáscara de Red: 255.255.255.0  
Default Gateway: 192.168.3.2  
Sistema Operativo: Windows NT Server 4.0  
Internet Explorer 4.0  
Backoffice 4.0

#### **Servidor DNS**

Nombre del Servidor: BEMXDNS1  
No. de Tarjetas de Red: 1 – 10/100 TX PCI UTP  
Dirección IP: 192.168.3.9  
Submáscara de Red: 255.255.255.0  
Default Gateway: 192.168.3.2  
Sistema Operativo: Windows NT Server 4.0  
Internet Explorer 4.0  
Backoffice 4.0

#### **Servidor Proxy**

Nombre del Servidor: BEMXPRY1  
No. de Tarjetas de Red: 2 – 10/100 TX PCI UTP  
Dirección IP (1): 192.168.3.2  
Submáscara de Red(1): 255.255.255.0  
Default Gateway (1): 0.0.0.0  
Dirección IP (2): 200.36.166.54  
Submáscara de Red(2): 255.255.255.224  
Default Gateway (2): 200.36.177.34  
Sistema Operativo: Windows NT Server 4.0  
Internet Explorer 4.0  
Backoffice 4.0

#### **Servidor RAS**

Nombre del Servidor: BEMXRAS1  
No. de Tarjetas de Red: 1 – 10/100 TX PCI UTP  
Dirección IP (1): 192.168.3.4  
Submáscara de Red: 255.255.255.0  
Default Gateway: 192.168.3.2  
No. de Tarjetas Módems: 2 – Tarjetas Módems Digitales Internos K56Flex con 8 Ptos.

Direcciones IP módems: Del 192.168.3.60  
Al 192.168.3.76  
Sistema Operativo: Windows NT Server 4.0  
Internet Explorer 4.0  
Backoffice 4.0

**Servidor WEB**

Nombre del Servidor: BEMXWWW1  
No. de Tarjetas de Red: 1 – 10/100 TX PCI UTP  
Dirección IP: 200.36.166.53  
Submáscara de Red: 255.255.255.224  
Default Gateway: 200.36.177.34  
Sistema Operativo: Windows NT Server 4.0  
Internet Explorer 4.0  
Backoffice 4.0

**Servidor Exchange**

Nombre del Servidor: BEMXEXC1  
No. de Tarjetas de Red: 1 – 10/100 TX PCI UTP  
Dirección IP: 192.168.3.3  
Submáscara de Red: 255.255.255.0  
Default Gateway: 192.168.3.2  
Sistema Operativo: Windows NT Server 4.0  
Internet Explorer 4.0  
Backoffice 4.0

**Servidor SNA**

Nombre del Servidor: BEMXSNA1  
No. de Tarjetas de Red: 1 – 10/100 TX PCI UTP  
Dirección IP: 192.168.3.5  
Submáscara de Red: 255.255.255.0  
Default Gateway: 192.168.3.2  
Sistema Operativo: Windows NT Server 4.0  
Internet Explorer 4.0  
Backoffice 4.0

**Servidor SQL**

Nombre del Servidor: BEMXSQL1  
No. de Tarjetas de Red: 1 – 10/100 TX PCI UTP  
Dirección IP: 192.168.3.6  
Submáscara de Red: 255.255.255.0  
Default Gateway: 192.168.3.2  
Sistema Operativo: Windows NT Server 4.0  
Internet Explorer 4.0  
Backoffice 4.0

### **BACKOFFICE 4.0 SERVER LICENSE**

Microsoft Exchange Server  
Microsoft Proxy Server  
Microsoft SQL Server  
Microsoft SNA Server  
Microsoft LAN Manager  
Microsoft Systems Management Server  
Microsoft Windows NT Server 4.0 (con Internet Information Server 2.0)

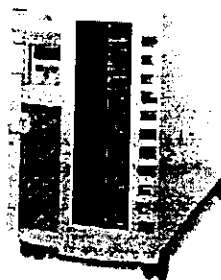
### **5.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE LA RED BEMX.**

*Servidores.*

#### **COMPAQ PROLIANT 3000**

Intel® Pentium® II processor 400 MHz

- 128 MB de Memoria SDRAM Standard expandible a 4GB
- Diseñado con un Bus 100-MHz GTL
- Caché de 512-KB level 2
- ECC-Protección de Memoria del Bus y Cache
- 5 Ranuras PCI y 3 Combo PCI/ISA
- Fuente Hot Pluggable de 500/750 Watts
- Controlador Integrado Wide Ultra SCSI-3
- Disco Duro de 1" Pluggable Wide Ultra SCSI-3 de 9.1GB
- Unidad de CD-ROM 24X MAX
- Unidad de Floppy Disk 1.44MB
- Monitor Compaq 15"
- Controlador Compaq 10/100 TX PCI UTP
- Administrador Compaq Insight & SmartStart



*WorkStation.***Workstation AP500**Intel® Pentium® II processor 400 MHz

- 128 MB SDRAM 1x128
- Diseñado con un Bus 100-MHz GTL
- Caché de 512-KB Level 2
- Fuente Hot Pluggable de 500 Watts
- Disco Duro de 6.4GB Ultra ATA (5400rpm)
- Unidad de CD-ROM IDE 32X
- Unidad de Floppy Disk 1.44MB
- Monitor Compaq S700 17"
- Incluida Tarjeta Intel PRO/100WFM 10/100 PCI
- Audio Compaq PremierSound (ESS 1869)
- Tarjeta de GráficosGloria Synergy + 2D/3D (4MB)
- Mouse de tres botones (opal)
- Teclado
- Kit de Documentación
- MS Windows NT 4.0 Workstation

**Router Cisco Serie 2500 Mod. 2511.**

La Serie Cisco 2500 de Acceso al Servidor es una característica del servidor de comunicación con multiprotocolos ruteables con capacidad entre Puertos Seriales síncronos, LAN y Puertos Seriales asíncronos.

Obtenga ruteamiento poderoso, acceso remoto y capacidades de brindging para sus oficinas pequeñas o medianas, a un precio económico, todo con los ruteadores Cisco serie 2500. Los Ruteadores Cisco le permiten más en su ancho de banda que cualquier otro ruteador, y eso mantiene el costo de sus servicios WAN más bajos.

Use su equipo de oficina existente para proporcionar conectividad de alta velocidad para sus empresas WAN e Internet. Consolide el tráfico de LAN y SNA para reducir sus costos operativos y simplificar las responsabilidades de administración.

Cada Ruteador Cisco tiene un mínimo de dos puertos síncronos para la transferencia de datos rápido y confiable. Sus datos estarán seguros, la autenticación del usuario y el acceso extendido de las listas le permiten que sólo el tráfico que sea aprobado entre la red. Otras características tales como ingreso eventual, seguimiento de auditorías y encriptación proporcionan mayor seguridad.

El software IOS de Cisco, ofrece una infraestructura única unificada, la cual se traduce en costos menores, disponibilidad de aplicaciones menores, mejor administración de internetwork, así como una operabilidad completa y soporte para una variedad de protocolos de redes.

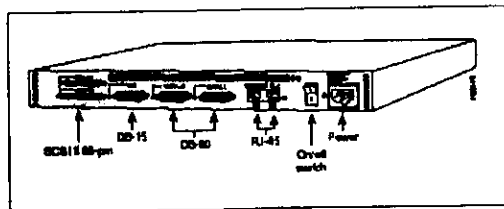
#### Características del Hardware del Servidor de Acceso.

- 8 o 16 puertos para conexión a módems, terminales, u otros equipos asíncronos (EIA/TIA-232).
- 2 MB a 16 MB de memoria primaria, usando Memoria Dinámica de Acceso aleatorio (DRAM) y Modulo de Memoria en Línea Solo (SIMMs).
- 32 KB RAM no Volátil (NVRAM) para guardar configuraciones.
- 4 MB a 8 MB Memoria Rápida para correr en el Sistema Cisco Internetwork Operando (Cisco IOS).
- 2 Mb Usando paquetes de memoria.
- 2 puertos seriales síncronos para conexión a una WAN.
- EIA/TIA-232 Puerto de consola para conexión de una consola terminal.
- EIA/TIA-232 Puertos auxiliares para conexión de un módem terminal.
- Flash EPROM simplifica la administración de Software.
- Puertos Síncronos que proporcionan transferencia de datos de alta velocidad.
- Soporta Frame Relay.

- Software Clickstar permite instalar el ruteador rápidamente, y de manera fácil a través de un browser de Web para cualquier plataforma.
- Diseñado para cumplir con los requisitos de conectividad de cada una de las sucursales y lugares de ambientes remotos.

## Especificaciones.

Dimensiones:	(4.44 x 44.45 x 26.82 cm)
Peso:	4.5 kg
Entrada de Voltaje CA:	100-240 VAC
Corriente:	0.5 -1.0 A
Frecuencia:	50-60 Hz
Entrada de Voltaje CD:	40 W, 40-72 VDC
Corriente:	0.5 -1.0 A
Procesador:	Motorola 68ECO30 - 20 MHz
Interfaz de Red:	1 Ethernet, 2 Puertos Seriales síncronos, 16 seriales Asíncronos.
Interfaz Ethernet:	Ethernet AUI IEEE 802.3
Interfazs Seriales Síncronas:	EIA/TIA-232, EIA/TIA-449, V.35, X.21.
Interfazs Seriales Asíncronas:	EIA/TIA-232. Usa conectores RJ-45
Consola y Puertos Auxiliares:	Serial Asíncronos (RJ-45)
Medio de Operación:	0-40 C
Temperatura para no operar:	-40-185 C
Humedad de operación:	5-95%, no condensado
Nivel de Ruido:	34 dBa @ 3'(0.914 m)

*Cisco 2500 Series Access Server.*

### **SmartSwitch 2200 de Cabletron System.**

#### Características Principales

- **Alto Desempeño:** El SmartSwitch entrega 2,000,000 paquetes por segundo y un ancho de banda de 3.3 Gbps para soportar aplicaciones y misiones críticas.
- **Alta Densidad por Puerto:** Con 24 puertos por Switch, el SmartSwitch entrega un rápido desempeño en el medio de grupos de trabajo.
- **Enlace Modular:** El SmartSwitch usa principalmente configuraciones de enlace a Gigabit Ethernet, Ethernet Rápido, ATM y WAN sin sacrificar puertos de densidad.
- **Ancho de Banda Escalable:** Soportes Full dúplex y Autonegociación 10/100 por puerto y selecciona modelos SmartSwitch que permiten incrementar la capacidad del ancho de banda con requerimientos.
- **Manejabilidad:** Ganado a través del puerto de Supervisión Remota (RMON), por el puerto a nivel de usuario estático, tamaño de la trama de protocolos breakdowns, errores de breakdowns, desempeño de la entrada, autopartición y control del broadcast.
- **Tiempo Arriba, todo el tiempo:** Redundante construcción en materiales de poder (opcional en algunos modelos) sistema de redundancia y máximo tiempo arriba. **Alta Seguridad:** Provisto para prevención de intrusos, origen de dirección y política de dirección para simplificar la administración y reducir costos de operación.
- **Base Estándar:** Cumpliendo con la industria estándar, incluyendo estándar 802.1Q VLAN, 802.3x Estándar de Control de Flujo, y 802.1 Clase de servicio estándar.
- **Política basada en el manejo y responsabilidad en la pista precisa y control de uso de la red.**
- **El uso de la contabilidad permite abusar del monitor de red y justificar costos de operación.**
- **SmartSwitch es completamente compatible con ruteadores y arquitecturas las cuales usan multiprotocolos tradicionales y ruteadores backbone.**
- **SmartSwitch descubre contrapartes en la red y las estaciones asociadas con estos, permitiendo por cierto tapón y conectividad.**



- SmartSwitch se documenta del estado de un enlace faltante y tráfico ruteado sobre una ruta de reserva.
- Switchando la capa 3 en cada Smart Switch significa mejorar el control y seguridad. Todos los SmartSwitch fueron construidos para la transmisión de entrada, área e intercepción, eliminando preocupaciones acerca de las transmisiones tempestuosas.
- VLANs pueden ser definidas por la capa física, de enlace, de red y de aplicación.
- Se tiene la flexibilidad para especificar ya sea el tráfico entre VLANs que podrá ser switchado o ruteado.

Múltiples VLAN están permitidas por los puertos del switch, los usuarios u otros aparatos.

- Algún usuario comprensivo provee un directorio y una tabla de conexión para una rápida referencia.
- Soporte para voz integrada, vídeo y medios de datos.

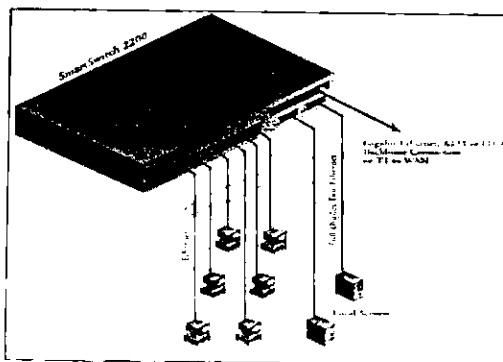
Característica clave para un Switch de un Grupo de Trabajo.

- Un número intermedio de MAC por puerto para los destinatarios.
  - Expansión para uno o más puertos altos y rápidos para el servidor.
  - Activa control de congestión o evita congestión pasiva.
  - Modula la falta de tolerancia, y el bajo costo por puerto.
  - Sofisticado manejo de la red.
  - Características del valor agregado de cada RMON por puerto, prioridad de tráfico y línea principal.
  - Manejo de la configuración y estado monitoreado.
  - Soporte para recursos de conversión (voz, vídeo, y datos) para el escritorio.
-

Especificaciones

Procesador:	Intel i960
Conmutación:	Software/Hardware usando SmartSwitch ASICs
Memoria Principal:	16 MB estándar
Memoria Compartida:	4 MB estándar
Memoria FLASH:	4 MB estándar, expandible a 8 MB
Tamaño de la Tabla de Direcciones:	8,192 entradas
Interfazs:	24 RJ-45, opcional un HSIIM, opcional dos FEPIMs
Administración en Banda:	SNMP Remoto vía SPEL, SPMA y SPECTRUM Enterprise Manager.
Administración fuera de Banda:	RS-232 por el puerto com
Dimensiones:	7.1x42.2x47 cm
Peso:	4 kg
Temperatura de Operación:	+5 grados a +40 grados C
Temperatura de No Operación:	-30 grados a +73 grados C
Operación con Humedad:	15% a 90%
Fuente de Suministro:	100 a 125 VAC o 200 a 250 VAC
Rango de Frecuencia:	50 a 60 Hz

*SmartSwitch 2200 de Cabletron System.*



**CSU/DSU MS**

- Fácil administración y Confiabilidad.
- Velocidad de servicio 2.4 a 64 kbps.
- Canal asíncrono secundario -75 a 2400bps.
- DTE para adaptación de velocidad de ciclo.
- Configuración local o remota.
- Conmutación automática o manual.
- Entradas de llamada de respuesta automática.

El CSU/DSU MS soporta tanto velocidades de datos síncronos como asíncronos en el canal principal. Se obtiene aún más flexibilidad: un canal asíncrono secundario para "incorporar" datos sobre la línea principal síncrona. Se puede marcar en DTR automáticamente desde una banco de números almacenados o manualmente desde el bloque frontal de teclas numéricas. El CSU/DSU también tiene un acceso de llamada de mando AT y disco de llamada V.25 bis.

**Especificaciones**

Diagnósticos:	DTE, DTE/Loop, DTE con patrón de prueba, bucle solamente, patrón de pruebas.
Velocidad:	Hasta 64 kbps síncrona, hasta 57.6 kbps asíncrona.
Interfaz:	RS-232, V.35
Conectores:	(2) DB25, (1) V.35 34 pines, (1) RJ-48
Tamaño:	(5.8x22.4x27.9 cm)

**5.5.3. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED.**

Los costos del equipo a utilizar para realizar el Proyecto de la Nueva Red BEMX (Banca Electrónica México), se muestran en la siguiente tabla donde se describe sus características y precio unitario, y en las posteriores tablas se describe la cantidad de equipo a utilizar por localidad y su costo, y por último resumimos en una tabla la cantidad total a invertir por las tres localidades.

Todos los precios del equipo mostrado en las tablas se obtuvo de los catálogos de los proveedores de equipo como CISCO, CABLETRON, COMPAQ, MICROSOFT WINDOWS NT y BACKOFFICE, Cables y Equipo de BLACK BOX.

Como nota hacemos referencia que los precios se cotizan en dólares y se pagan según el tipo de cambio en que se realice la compra, nosotros nos basamos únicamente en precios de lista del proveedor, por lo que se tendría que hacer la

conversión dependiendo del tipo de cambio para obtener el precio en pesos mexicanos.

Tabla de Equipo a utilizar por Precio Unitario según precios de lista de los Proveedores.

Descripción	Precio Unitario (USD)
<b>Compaq Proliant 3000</b> Intel Pentium II Processor 400 MHz	\$5,347.00
<b>WorkStation AP500</b> Intel Pentium II Procesor 400 MHz	\$2,460.00
<b>Router Cisco 2500 Series</b> Access Server, 1 Pto. Ethernet, 2 Ptos. Seriales Síncronos	\$2,436.50
<b>Cisco IOS</b> Características IP Básico	\$18.30
<b>8 Puertos Seriales Asíncronos</b>	\$1575.50
<b>Cable Octal Asíncrono</b> , MD68 a (8) RJ-45, conectores blindados	\$246.58
<b>Cable de Interfaz Serial RS-232</b> , alta densidad DB60 Macho a DB25 Macho	\$106.20
<b>Convertidor 10BaseT/AUI</b>	\$244.70
<b>SmartSwitch 2200</b> con 24 Ptos switcheados a 10BaseT vía RJ-45 plus, 2 slots FEPIM y 1 slot HSIM para enlaces. Los Puertos FEPIMs y HSIM se venden por separado	\$4,250.85
<b>Software SPECTRUM</b> Enterprise Manager, 25 usuarios	\$5,250.00
<b>CSU/DSU MS</b>	\$921.07
Línea Alquilada <b>Frame Relay</b>	\$850.00
<b>Cuenta para Internet</b> \$23 mes x 12 meses	\$276.00
<b>BackOffice</b> 100 usuarios (120 días software a prueba)	
<b>Cableado punta a punta</b>	\$2500.00

Costo del Equipo a utilizar en la Banca Electrónica Cd. de México.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO TOTAL EN (USD)
<b>Compaq Proliant 3000</b> Intel Pentium II Processor 400 MHz	8	\$42,776.00
<b>WorkStation AP500</b> Intel Pentium II Procesor 400 MHz	1	\$2,460.00
<b>Router Cisco 2500 Series</b> Access Server, 1 Pto. Ethernet, 2 Ptos. Seriales Síncronos	1	\$4,627.78
<b>Cisco IOS</b> Características IP Básico	1	\$18.30
<b>8 Puertos Seriales Asíncronos</b>	1	\$1,575.50
<b>Cable Octal Asíncrono</b> , MD68 a (8) RJ-45, conectores blindados	1	\$246.58
<b>Cable de Interfaz Serial RS-232</b> , alta densidad DB60 Macho a DB25 Macho	1	\$106.20
<b>Convertidor 10BaseT/AUI</b>	1	\$244.70
<b>SmartSwitch 2200</b> con 24 Ptos switcheados a 10BaseT vía RJ-45 plus, 2 slots FEPIM y 1 slot HSIM para enlaces. Los Puertos FEPIMs y HSIM se venden por separado	1	\$4,250.85
<b>Software SPECTRUM</b> Enterprise Manager, 25 usuarios	1	\$5,250.00
<b>CSU/DSU MS</b>	1	\$921.07
<b>Línea Alquilada Frame Relay</b>	1	\$850.00
<b>Cuenta para Internet</b> \$23 mes x 12 meses	1	\$276.00
<b>BackOffice</b> 100 usuarios (120 días software a prueba)	1	\$0.00
<b>Cableado punta a punta</b>	1	\$2,500.00
<b>TOTAL EN LA B. E. CD. MÉXICO</b>		<b>\$63,635.70</b>

Costo del Equipo a utilizar en la Banca Electrónica Monterrey.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO TOTAL EN (USD)
<b>Compaq Proliant 3000</b> Intel Pentium II Processor 400 MHz	3	\$16,041.00
<b>Router Cisco 2500 Series</b> Access Server, 1 Pto. Ethernet, 2 Ptos. Seriales Síncronos	1	\$4,627.78
<b>Cisco IOS</b> Características IP Básico	1	\$18.30
<b>8 Puertos Seriales Asíncronos</b>	1	\$1,575.50
<b>Cable Octal Asíncrono</b> , MD68 a (8) RJ-45, conectores blindados	1	\$246.58
<b>Cable de Interfaz Serial RS-232</b> , alta densidad DB60 Macho a DB25 Macho	1	\$106.20
<b>Convertidor 10BaseT/AUI</b>	1	\$244.70
<b>SmartSwitch 2200</b> con 24 Ptos switcheados a 10BaseT vía RJ-45 plus, 2 slots FEPIM y 1 slot HSIM para enlaces. Los Puertos FEPIMs y HSIM se venden por separado	1	\$4,250.85
<b>Software SPECTRUM</b> Enterprise Manager, 25 usuarios	1	\$5,250.00
<b>CSU/DSU MS</b>	1	\$921.07
<b>Línea Alquilada Frame Relay</b>	1	\$850.00
<b>Cuenta para Internet</b>	1	\$276.00
\$23 mes x 12 meses		
<b>BackOffice</b> 100 usuarios (120 días software a prueba)	1	\$0.00
<b>Cableado punta a punta</b>	1	\$2,500.00
<b>TOTAL EN LA B. E. MONTERREY</b>		<b>\$34.440.70</b>

Costo del Equipo a utilizar en la Banca Electrónica Guadalajara.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO TOTAL EN (USD)
<b>Compaq Proliant 3000</b> Intel Pentium II Processor 400 MHz	3	\$16,041.00
<b>Router Cisco 2500 Series</b> Access Server, 1 Pto. Ethernet, 2 Ptos. Seriales Síncronos	1	\$4,627.78
<b>Cisco IOS</b> Características IP Básico	1	\$18.30
<b>8 Puertos Seriales Asíncronos</b>	1	\$1,575.50
<b>Cable Octal Asíncrono</b> , MD68 a (8) RJ-45, conectores blindados	1	\$246.58
<b>Cable de Interfaz Serial RS-232</b> , alta densidad DB60 Macho a DB25 Macho	1	\$106.20
Convertidor 10BaseT/AUI	1	\$244.70
<b>SmartSwitch 2200</b> con 24 Ptos switcheados a 10BaseT vía RJ-45 plus, 2 slots FEPIM y 1 slot HSIM para enlaces. Los Puertos FEPIMs y HSIM se venden por separado	1	\$4,250.85
<b>Software SPECTRUM</b> Enterprise Manager, 25 usuarios	1	\$5,250.00
<b>CSU/DSU MS</b>	1	\$921.07
<b>Línea Alquilada Frame Relay</b>	1	\$850.00
<b>Cuenta para Internet</b> \$23 mes x 12 meses	1	\$276.00
<b>BackOffice</b> 100 usuarios (120 días software a prueba)	1	\$0.00
<b>Cableado punta a punta</b>	1	\$2,500.00
<b>TOTAL EN LA B. E. GUADALAJARA</b>		<b>\$34,44.70</b>

Costo Total por las tres Localidades.

LOCALIDAD	PRECIO EN (USD)
CD. DE MÉXICO	\$63,635.70
MONTERREY	\$34,440.70
GUADALAJARA	<u>\$34,440.70</u>
SUBTOTAL	\$132,517.10
IVA 15%	
<b>TOTAL A INVERTIR EN LAS TRES LOCALIDADES</b>	<b>\$152,394.66</b>

#### 5.5.4. DIAGRAMAS DE LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA BANCA ELECTRÓNICA Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE VLANs.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de servidores, hub's, ruteadores's, switch's, Mainframe's, etc. que se utiliza en cada sucursal. La figura 5.8 muestra la representación gráfica de la conexión del equipo que conformará, la Banca Electrónica Cd. de México. En la figura 5.9 se muestra la implementación de las Lan's Virtuales o VLANs, en las tres localidades de la Banca Electrónica, cabe mencionar que el tipo de configuración en nuestro proyecto para la VLAN se basa sobre capa 3 o direcciones IP.

#### Red *BEMX*.

Protocolos: Frame Relay, SNA, TCP/IP

<u>CD. MÉXICO</u>	<u>MONTERREY</u>	<u>GUADALAJARA</u>
1- Servidor PDC1	1- Servidor BDC1	1- Servidor BDC2
1- Servidor DNS1	1- Servidor EXS2	1- Servidor EXS3
1- Servidor PROXY1	1- Servidor SQL2	1- Servidor SQL3
1- Servidor WEB1	3 - Hub's <i>hp</i> 8 Puertos	3 - Hub's <i>hp</i> 8 Puertos
1- Servidor EXS1	1 - SmartSwitch 2200	1 - SmartSwitch 2200
1- Servidor SQL1	1 - Router Cisco 2500	1 - Router Cisco 2500
1- Servidor RAS1	1 - CSU/DSU MS	1 - CSU/DSU MS
1- Servidor SNA	20 - Usuarios PC's	20 - Usuarios PC's
4 - Hub's <i>hp</i> 8 Puertos		
1 - SmartSwitch 2200		
1 - Router Cisco 2500		
1 - CSU/DSU MS		
1 - WorkStation AP500 Admin		
1 - AS/400 de IBM		
36 - Usuarios PC's		



### 5.5.5. PROGRAMA COMPUTACIONAL DE LA BANCA ELECTRÓNICA.

#### *Tu Banca Personal en su Casa u Oficina.*

Banca Electrónica brinda un servicio nuevo e innovador de banca electrónica a través de Internet, lo que permite a clientes de la banca realizar operaciones bancarias desde su hogar u oficina dentro de un marco de completa seguridad y confidencialidad, evitándole con ello traslados y tiempos de espera en sucursal. Además el programa está diseñado para correr en plataforma Windows a partir de la versión 3.1.

Como nota hacemos referencia que el programa se desarrollará según nuestros objetivos de funcionalidad para el usuario final como son: ahorrar tiempo para efectuar operaciones de consulta de saldos, transferencia de fondos, pagos de tarjetas de crédito, servicios de luz, agua, teléfono, administración de cuentas en otras divisas, realizar pronósticos de flujo de efectivo, clasificar gastos, personalizar informes y gráficos, planear la jubilación, recordatorios de pagos y tener comunicación con la banca vía correo electrónico. Todos estos objetivos deben ser cubiertos por la empresa que se especializará en implementar el software "Tu Banca Personal en su Casa u Oficina", el cual está dirigido especialmente a microempresas y personas físicas con actividad empresarial.

#### **Beneficios**

---

- Comodidad, al no tener que desplazarse a nuestras sucursales.
- Acceso desde cualquier lugar del mundo.
- Seguridad, confidencialidad y rapidez en sus operaciones bancarias.
- Monitoreo permanente de sus cuentas.
- Actualización remota desde el computador central de la banca.
- Asistencia telefónica.
- Facilidad en el manejo de la aplicación.

#### **Requisitos**

---

##### *Requerimientos Técnicos*

- PC con las siguientes características de la versión de Windows con que se cuente: Procesador 486, 50 Mhz de velocidad, 8 MB en ram y 4 MB en disco duro.
  - Un navegador o browser (Netscape Navigator 3.01 o mayor, Microsoft Internet Explorer 4.0 o mayor).
  - Un módem con velocidad mínima de 9,600 bps.
  - Una línea telefónica.
  - Conexión a Internet.
-

Figura 5.7. SISTEMA INICIAL DE LA BANCA ELECTRÓNICA Y SUS SUCURSALES

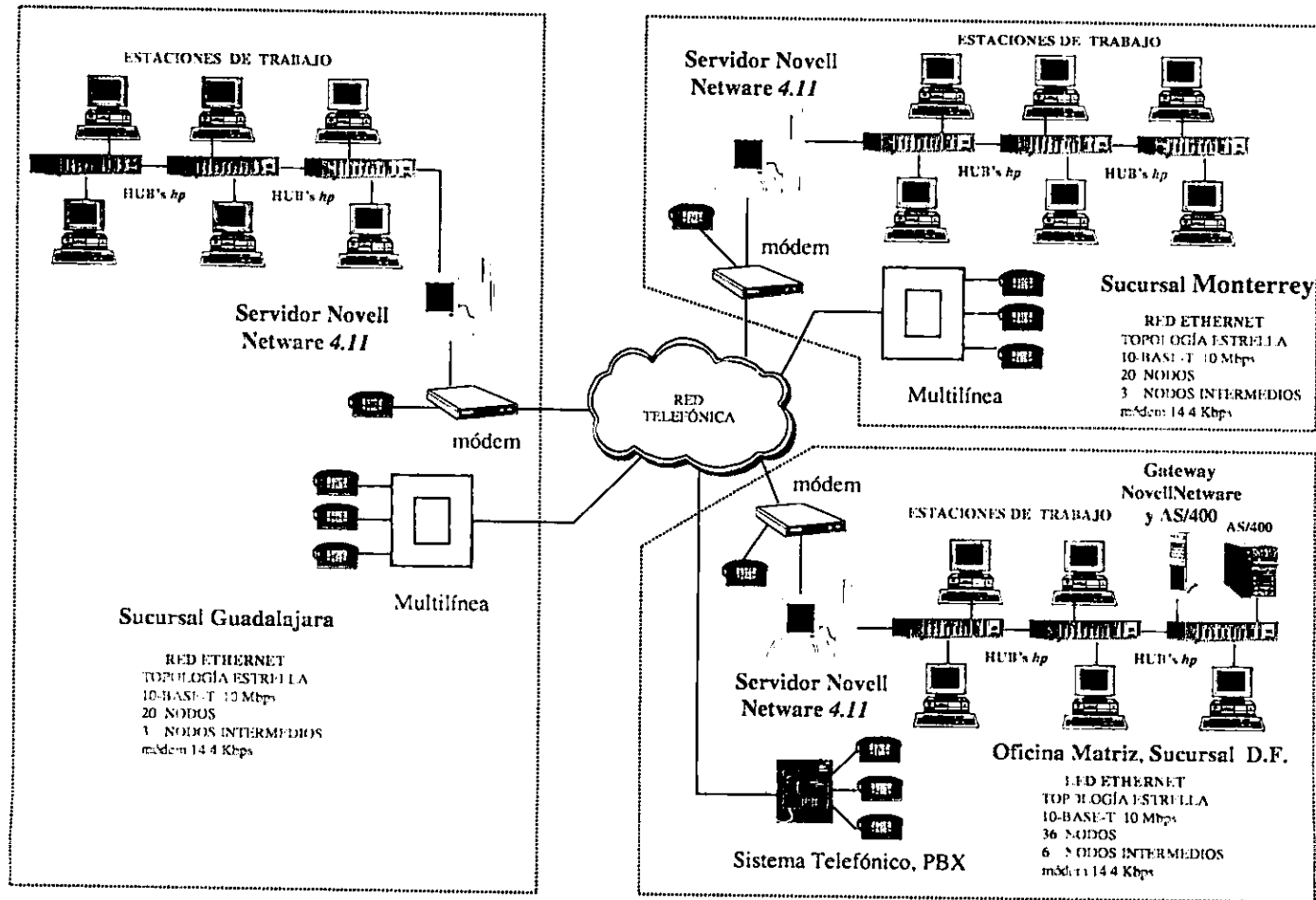
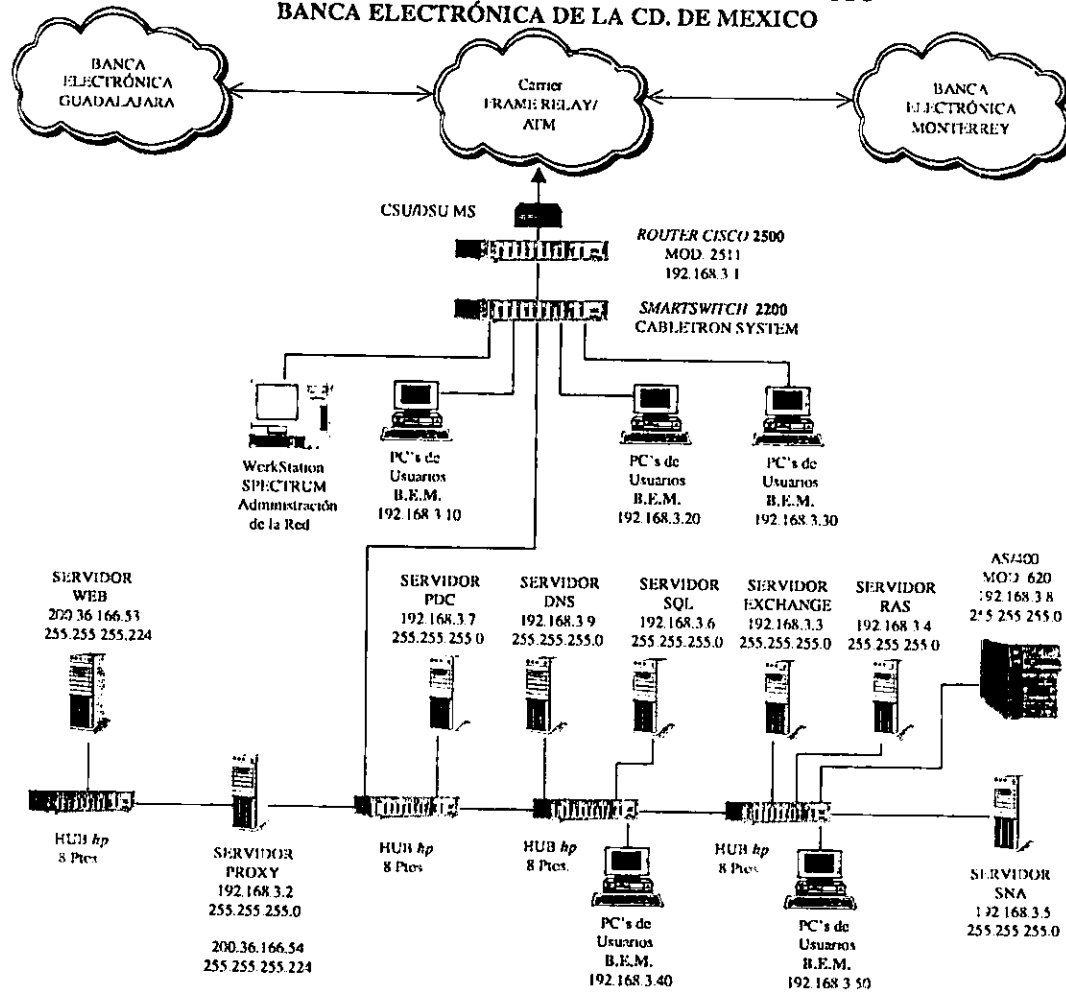
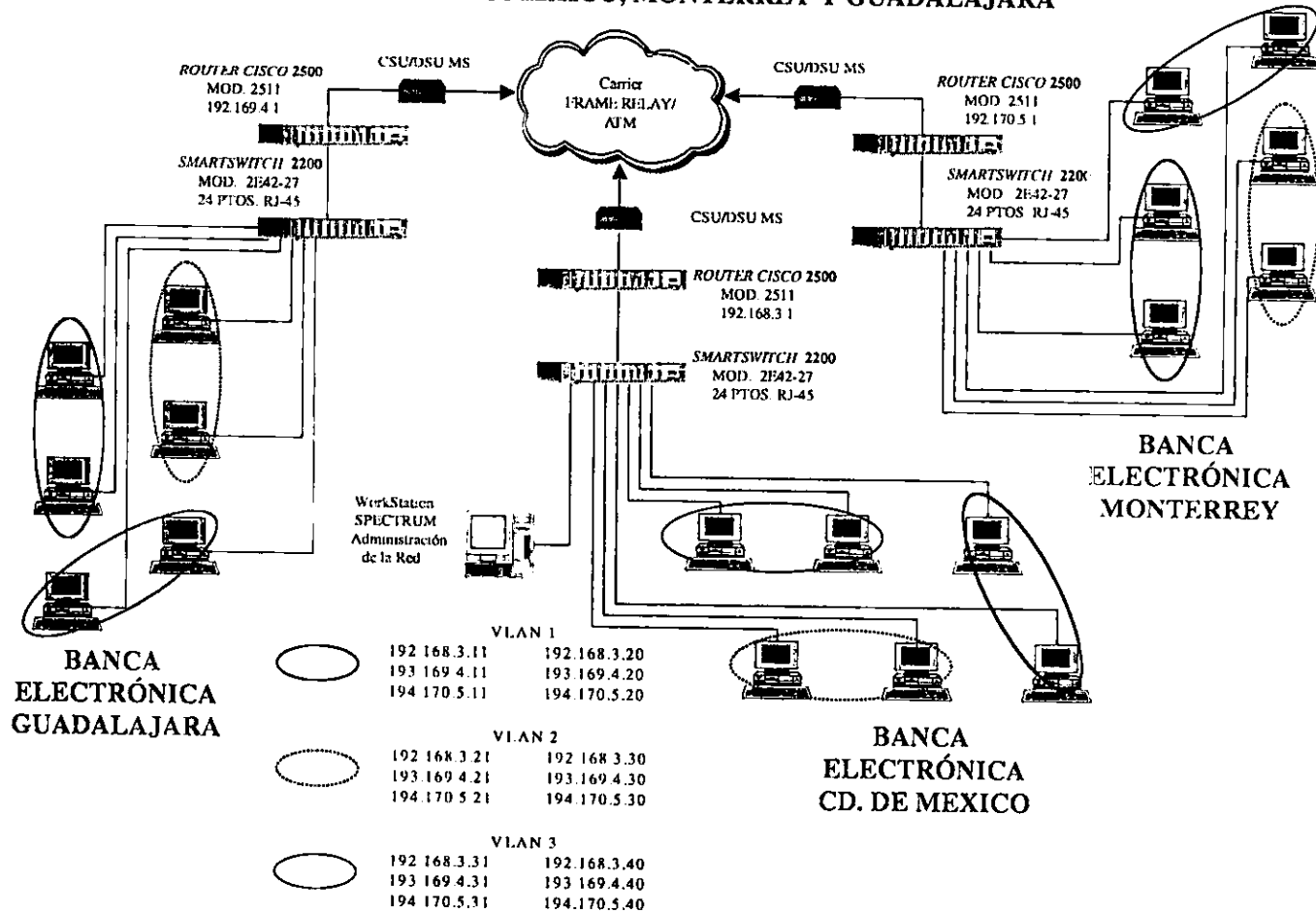


Figura 5.8. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PROYECTO  
BANCA ELECTRÓNICA DE LA CD. DE MEXICO



**Figura 5.9. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE VLANs EN LAS SUCURSALES DE MÉXICO, MONTERREY Y GUADALAJARA**



### *Requerimientos Administrativos*

- Tener o aperturar una cuenta en la Banca Electrónica.
- Contar con clave y NIP
- Relacionar las cuentas con las que se desee interactuar.
- Definir las claves de acceso por niveles de seguridad.

### *Servicios*

- 1.- Consulta de saldos.
- 2.- Consulta de movimientos en los últimos 30 días
- 3.- Consulta del status de cheques o rangos de cheques, activación, desactivación y prevención.
- 4.- Traspaso entre cuentas incorporadas (Cheques, Maestra, Tarjeta o Inversión).
- 5.- Pago a terceros.
- 6.- Pago de servicios.
- 7.- Pago de impuestos.
- 8.- Envío de órdenes de pago en efectivo a nivel nacional.
- 9.- Pagos a cuentas concentradoras.
- 10.- Inversiones.
- 11.- Correo electrónico.
- 13.- Información financiera (nacional e internacional).
- 14.- Módulos de Transferencia Electrónica de Fondos.
- 15.- Concentración de fondos.
- 16.- Servicios de pagos.
- 17.- Pago de nómina.

---

**CONCLUSIONES.**

Aunque el sector financiero se ha caracterizado por ser un ramo que tiene un gran conocimiento sobre las tecnologías disponibles, respecto a sus tendencias, y en las que requieren para su modernización los bancos como muchas empresas, tuvieron que frenar las inversiones que necesitaban realizar en nuevos proyectos o para su mejoramiento, debido a los problemas de liquidez que tuvieron en los últimos años.

Nosotros propondremos diseñar un banca con infraestructura Frame Relay, con la cuál se busca tener comunicadas a las instituciones bancarias, y gracias a la celeridad que se obtendrá en las transacciones que se realizan entre los bancos, se resolverán muchos problemas como la pérdida y retardo de la información. Como socio estratégico hemos optado por el equipo y la tecnología de Cabletron System, ya que nos brinda todo el soporte y software necesario para crear las VLANs en la banca y sus sucursales, lo que permitirá administrarla más eficientemente, además de poder visualizar los movimientos que se estén efectuando, y evitar las operaciones manuales entre los bancos; además, ésta tecnología podría crecer y efectuar la transportación de voz, datos e imágenes, y prestar servicios como el de videoconferencia, si en determinado momento es necesario establecer un enlace hacia una oficina remota, y con lo cual se evitarían los gastos por viaje del personal ejecutivo. Todo lo anterior se debe sumar al hecho de que esta plataforma computacional es una tecnología de vanguardia, y que sus aplicaciones se estarán tomando hacia la multimedia. Estas tecnologías serán las de mayor crecimiento en el mercado, y en los próximos años se utilizarán frecuentemente. Implementando ruteadores Cisco 2500 multiprotocolo para la WAN, para enrutar todas las sucursales, y al usar esta tecnología, se lograrán ahorros muy importantes al tener una red que no sólo enlista los datos, sino también tiene posibilidades de enlistar voz y vídeo.

En el sector financiero, la principal necesidad que se tiene de las tecnologías de redes es la tolerancia a fallas de los mainframes y servidores, por el costo que representa la caída de un sistema. Aunque también se presentan otro tipo de fallas importantes, como son el tiempo de respuesta, y la posibilidad de llegar a un gran número de sucursales y lugares, en donde tal vez no existe la infraestructura necesaria para establecer enlaces de alta velocidad.

El costo promedio por transacción a través de Internet, es de apenas cinco centavos de dólar, lo cual es muy bajo comparado con lo que cuesta la visita personal por parte de un cajero de ventanilla, ya que además el valor de ésta se incrementa considerablemente, con el paso del tiempo. Anteriormente, el tiempo promedio de transacción con la red de Novell era de 40 segundos, y con la nueva red NT el tiempo de respuesta oscila entre 15 y 20 segundos, lo que significa mayor rapidez tanto para la banca como para el cliente.

---

Se creará una página electrónica de la banca en el Internet, con la finalidad de contar con una herramienta de operación y de servicio hacia los clientes, y de ingresar a la banca a esta revolución tecnológica como es la presentación de resultados financieros del banco, los indicadores económicos, información sobre los productos o servicios e información para el público en general.

En nuestro trabajo hemos diseñado un red con tecnología cien por ciento digital, donde explicamos el equipo necesario para implementar la migración de la banca y también como objetivo principal, mantener la información las 24 horas del día durante los 365 días del año constante e ininterrumpible. Este proceso se logrará mediante la implementación de Routers Cisco mod 2500, los cuales tienen una configuración de enrutamiento dinámico para direcciones de host o direcciones IP de servidores, que automáticamente realiza la verificación de la ruta y checa si se puede utilizar o se procede a utilizar una nueva ruta para llevar la información a las sucursales. Y como punto final podemos decir que nuestro diseño es redundante, debido a que aparte de contar con los enlaces digitales de Frame Relay contamos con unos modem analógicos conectados a los routers, que realizan la función de back up's o respaldo de la líneas. Referente al servidor primario, como ya se comentó en el trabajo, sólo existe un PDC (Primary Domain Controller), y dos BDC (Back up Domain Controller), cuando el PDC falle se tendrá que promover cualquiera de los BDC's como PDC para que sigan funcionando las bases de datos de los usuarios, mientras se le da mantenimiento al PDC, que deberá ser promovido como BDC temporalmente. Una vez restablecido el original PDC, se promueve como PDC y el BDC que tomó el rol de PDC se regresa a su función original BDC. Así logramos y aseguramos que la información este siempre disponible.

Sin embargo, a partir de este año y en los sucesivo, se verá que muchos bancos estarán realizando evaluaciones de la factibilidad económica y del costo-beneficio, que representa invertir en esta gama de tecnologías, así como en el migrar sus redes Frame Relay a las ATM, cambio con el que se podría obtener ventajas económicas significativas.

**TERMINOS Y SIGLAS**

**10BaseT:** Especificación Ethernet banda base a 10 Mbps que utiliza dos pares de cable de par trenzado (Categorías 3, 4 o 5): un par se utiliza para transmitir y el otro para recibir. El estándar 10BaseT, que es parte de la especificación IEEE 802.3, tiene una distancia límite de aproximadamente 100 metros por segmento.

**100BaseTX:** Especificación Fast Ethernet banda base a 100 Mbps que utiliza dos pares de cables UTP o STP. El primer par se utiliza para recibir datos, el segundo para transmitir. Para garantizar una adecuada temporización de la señal, la longitud de un segmento 100BaseTX no puede exceder los 100 metros. Está basada en el estándar IEEE 802.3.

**Agente (agent):** en general, es el software que procesa las solicitudes y envía respuestas en nombre de una aplicación.

**Algoritmo (algorithm):** Regla o proceso bien definido para llegar a la solución de un problema. En el entorno de las redes, con los algoritmos se determina la mejor ruta para enviar el tráfico desde el origen hasta un destino particular.

**Amplitud (amplitude):** Es el valor máximo de una forma de onda analógica o digital.

**Ancho de Banda (bandwith):** Diferencia entre la frecuencia más alta y la más baja disponible en una red. Este término también se utiliza para describir la tasa máxima de transmisión con un medio de transmisión o un protocolo determinado.

**ARP:** Protocolo de Resolución de Direcciones. Protocolo de Internet que se usa para traducir una dirección IP a una dirección MAC. Está definido en el RFC 826.

**ARP inverso (inverse ARP):** Protocolo de resolución inversa de direcciones. Es un método para construir rutas dinámicas en una red. Permite que un servicio de acceso descubra la dirección de red de un dispositivo asociado con un circuito virtual.

**ASCII:** Código Estándar Americano para el Intercambio de Información. Es un código de 8 bits para la representación de caracteres (7 bits más paridad).

**ATDM:** Multiplexaje Asíncrono por División de Tiempo. Es un método utilizado para el envío de información, parecido al TDM normal, excepto que las ranuras de tiempo se asignan a medida que se requieren, y no por una asignación fija de las ranuras de tiempo a transmisores específicos.

**Atenuación (attenuation):** Es la pérdida de energía en una señal de comunicación.



**ATM:** Modo de Transferencia Asíncrono. Estándar internacional para conmutación de celdas, en el que se transportan varios tipos de servicios por medio de celdas de longitud fija. Las celdas de longitud fija permiten que el procesamiento de celdas se haga en hardware, reduciéndose así los retardos de transmisión. ATM está diseñado para aprovechar al máximo medios de transmisión a altas velocidades como son E3, SONET y T3.

**AUI:** Interfase de la Unidad de Conexión. Es una interfase del IEEE 802.3 entre un MAU y un NIC (tarjeta de interfase de red). También se le llama cable transceptor.

**Banda Ancha (broadband):** Sistema de transmisión que multiplexa muchas señales independientes a través de un cable. Significa cualquier canal que tenga un ancho de banda mayor que el canal de voz (4 KHz). En la terminología de las LANs, es un cable coaxial en el que se utiliza señalización analógica. También se le llama banda amplia.

**Banda Base (baseband):** Característica de una tecnología de redes donde sólo se utiliza una frecuencia portadora. La red Ethernet es un ejemplo de red de banda base. También se le conoce como banda angosta.

**Baudio (baud):** Unidad de velocidad de señalización igual a la cantidad de elementos discretos de señal transmitidos por segundo. Baud es sinónimo de bits por segundo (bps), si cada elemento de señal representa exactamente 1 bit.

**BGP:** Protocolo de Puerta de Enlace Fronteriza. Es un protocolo de ruteo entre dominios que reemplazan a EGP. El protocolo BGP intercambia información sobre la capacidad alcance con otros sistemas BGP y está definido por el RFC 1163.

**Binario (binary):** Sistema de numeración que se caracteriza por unos y ceros (1=encendido, 0=apagado).

**Bit:** Dígito binario utilizado en el sistema de numeración binario. Puede ser 1 o 0.

**Búfer (buffer):** Área de almacenamiento utilizada para el manejo de datos en tránsito. También se le conoce como paquete o memoria de almacenamiento de paquetes.

**Bus:** Trayectoria física común de señales, compuesta por cables u otro medio de transmisión a través del cual se pueden enviar señales de una computadora a otra.

**Byte (byte):** Término con el cual se refiere a una serie de dígitos binarios consecutivos que se manejan como una unidad, un byte de 8 bits.

---

**Cable:** Es el medio físico de transmisión, fabricado con alambre de cobre o fibra óptica, protegido por una cubierta.

**Canal:** Trayectoria de comunicación. Se pueden multiplexar varios canales a través de un mismo cable en determinados entornos.

**CD:** Detección de portadora. Señal que indica si una interfase está activa. Es una señal generada por un módem que indica que se ha conectado una llamada.

**Celda:** Es la unidad básica para la conmutación y el multiplexaje en ATM. Las celdas contienen identificadores que especifican el flujo de datos al que pertenecen. Cada celda consta de un encabezado de 5 bytes y un campo de información de 48 bytes.

**Centro de cableado (wiring closet):** Área diseñada de manera especial para cablear una red de voz o datos. Los centros de cableado sirven como un punto central de unión para el cableado que se utiliza para interconectar los diferentes dispositivos.

**Circuito (circuit):** Es la trayectoria de comunicaciones entre dos o más puntos.

**Circuito Virtual:** Circuito lógico diseñado para asegurar una comunicación confiable entre dos dispositivos de red. Un circuito virtual está definido por un par VPI/VCI y puede ser permanente (un PVC) o conmutado (un SVC). En X.25 y Frame Relay se utilizan varios circuitos virtuales. En ATM, a un circuito virtual se la llama canal virtual. Se puede abreviar VC.

**Cliente:** Nodo o programa de software que solicita servicios de un servidor.

**CODEC:** Codificador Decodificador. Dispositivo que suele utilizar la técnica PCM para transformar señales analógicas en un flujo de bits digitales y las señales digitales en señales analógicas.

**Codificación (coding):** Técnicas electrónicas para transportar señales binarias.

**Codificación bifásica (biphase coding):** Esquema de codificación bipolar desarrollado originalmente para su uso en Ethernet.

**Codificación diferencial (differential encoding):** Técnica de codificación digital por medio de la cual se denota un valor binario a través de un cambio de señal, más que por un nivel de señal particular.

**Codificación diferencial Manchester (differential Manchester encoding).** Esquema de codificación digital en que se utiliza la transmisión a la mitad de la duración del bit para efectos de temporización y una transición al comienzo de

cada duración de bit denota un cero. Es el esquema de codificación utilizado por las redes IEEE 802.5 y las redes Token Ring.

**Codificación Manchester** (Manchester encoding): Esquema de codificación digital utilizado por IEEE 802.3 y Ethernet, en el que una transición en medio de la duración de un bit se utiliza como señal de reloj, y un 1 se denota por un nivel alto durante la primera mitad de la duración de un bit.

**Cola:** Es una lista de elementos ordenada en espera de ser procesada.

**Colisión** (collision): En Ethernet, se presenta cuando dos nodos transmiten al mismo tiempo. Las tramas de cada uno de los dispositivos se colisionan y se dañan cuando están en el medio físico.

**Compañía Telefónica** (carrier): Es una compañía privada de servicios y con los permisos necesarios para suministrar los servicios de comunicación al público a precios regulados.

**Compresión y expansión** (companding): El término en inglés es una contracción derivada de los procesos opuestos de compresión y expansión. Parte del proceso PCM con el cual los valores de una señal analógica se redondean de manera lógica en valores discretos según una escala no lineal.

**Comunicación:** Transmisión de Información.

**Concentrador:** Es un término que se utiliza para describir un dispositivo que sirve como el centro de una red con topología estrella.

**Conmutación de circuitos** (cell relay): Sistema de conmutación en el que se debe haber una trayectoria de circuito físico dedicada entre el transmisor durante la "llamada". De amplio uso en las redes telefónicas. La conmutación de circuitos se puede comparar con la contención y el paso de estafeta como un método de acceso al canal y con la conmutación de mensajes y la conmutación de paquetes como una técnica de conmutación.

**Conmutación de mensajes** (message switching): Técnica de conmutación que involucra la transmisión de mensajes desde un nodo a otro, a lo largo de la red. El mensaje se almacena en cada nodo hasta que éste disponible una trayectoria de ruteo al nodo siguiente.

**Conmutación de paquetes** (packet switching): Método de conexión de redes en el que los nodos comparten el ancho de banda entre sí al enviar paquetes.

**CRC:** Verificación de Redundancia Cíclica. Es una técnica de verificación de errores en la que el receptor de la trama calcula un residuo dividiendo el contenido

---

de la trama entre un divisor binario primo, y compare el residuo calculado con un valor almacenado en la trama del nodo emisor.

**CSMA/CD:** Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones. Es un mecanismo de acceso al medio de transmisión a través del cual los dispositivos que se encuentren listos para transmitir información, verifican primero el canal para ver si existe portadora.

**CSU:** Unidad de Servicio de Canal. Es un dispositivo con interface digital que conecta el equipo del usuario final al lazo telefónico digital local. Con frecuencia se le asocia con el DSU y se les conoce como CSU/DSU.

**Datagrama:** Es la agrupación lógica de información que se envía como una unidad de la capa de red por un medio de transmisión, sin el establecimiento previo de un circuito virtual.

**DCE:** Equipo de conmutación de Datos (expansión de EIA), o equipo para la terminación de circuitos de datos. Son los dispositivos y conexiones de una red de comunicaciones que forman el extremo de red de la interfase de usuario a red. DCE proporciona una conexión física hacia una red, enruta tráfico y proporciona una señal de temporización que se utiliza para sincronizar la transmisión de datos entre los dispositivos DCE y DTE.

**Demodulación (demodulation):** Es el proceso de convertir una señal modulada a su forma original. Los módems llevan a cabo la demodulación, tomando una señal analógica y convirtiéndola en su forma (digital) original.

**Demultiplexaje (demultiplexing):** Es la separación de múltiples flujos de entrada que han sido multiplexado en una señal física común, para obtener múltiples ráfagas de salida.

**Densidad de pulsos (pulse density):** Es un esquema que permite que un CSU/DSU recupere la confiabilidad del reloj de datos. El CSU/DSU extrae la temporización de los datos que pasan por él. Para recuperar el reloj, el hardware CSU/DSU debe recibir cuando menos un valor de bit igual a 1 por cada 8 bits de datos que pasan por él.

**Difusión (broadcast):** Es un paquete que se envía a todos los nodos de la red. La difusión se identifica por una dirección de difusión.

**Dirección MAC:** Es la dirección estándar de la capa de enlace de datos que se requiere para cada puerto o dispositivo que se conecta a una LAN.

**DMA:** Acceso Directo a Memoria. Transferencia de datos desde un dispositivo periférico, como un manejador de disco duro, a la memoria, sin que los datos pasen por el microprocesador.

**DoD:** Departamento de Defensa. Organización del gobierno de Estados Unidos, responsable de su defensa. El DoD ha financiado con alguna frecuencia el desarrollo de protocolos de comunicación.

**Dominio (domain):** En Internet, es una porción del árbol jerárquico de nombres que se refiere a agrupamientos generales de redes basadas en tipo de organización o en su ubicación geográfica. En SNA, es un SSCP y los recursos que controla. En IS-IS, es un conjunto lógico de redes.

**DQDB:** Bus Dual de Cola Distribuida. Protocolo de comunicación de la capa de enlace de datos, especificado en el estándar IEEE 802.6 diseñado para su uso en MANs.

**DS-0:** Señal Digital de Nivel 0. Es la especificación del entramado que se utiliza en la transmisión de señales digitales por un solo canal a 64 Kbps en un equipo T1.

**DS-1:** Señal Digital de Nivel 1. Especificación del entramado en la transmisión de señales digitales a 1.544 Mbps en un equipo T1 (en Estados Unidos) o a 2.108 Mbps en un equipo E1 (en Europa).

**DS-3:** Señal Digital de Nivel 3. Especificación de entramado para la transmisión de señales digitales a 44,736 Mbps en un equipo T3.

**DSU:** Unidad de Servicio de Datos. Dispositivo utilizado en la transmisión digital que adapta la interfase física en un dispositivo DTE a un equipo de transmisión como un T1 o un E1. El DSU también es responsable de funciones como la temporización de la señal.

**DTE:** Equipo Terminal de Datos. Dispositivo al extremo del usuario de una interfase de usuario de red, que sirve como fuente de datos, destino o ambos. El DTE se conecta a una red de datos a través de un dispositivo DCE y utiliza señales de temporización generadas por el DCE. El DTE incluye dispositivos como computadoras, traductores de protocolos y multiplexores.

**Dúplex total:** Característica que permite transmitir datos de manera simultánea entre una estación emisora y una estación receptora.

**E1:** Esquema de transmisión digital de área amplia, utilizado principalmente en Europa para transportar datos a una velocidad de 2.048 Mbps. Las líneas E1 se pueden alquilar a las compañías telefónicas para su uso particular.

---

**EGP:** Protocolo de Puerta de Enlace Exterior. Protocolo de Internet para el intercambio de información de ruteo entre sistemas autónomos. Está documentado en el RFC 904.

**ELAN:** LAN Emulada. Red ATM en la que se emula una LAN Ethernet o Token Ring utilizando un modelo cliente servidor. Las ELANs se componen de un LEC, un LES, un BUS y un LECS. Puede haber varias ELANs al mismo tiempo en una sola red ATM. Las ELANs están definidas en la especificación LANE.

**Encapsulado (encapsulation).** Es la función de empaquetado de datos en un encabezado particular de protocolos. Por ejemplo, los datos de Ethernet se empaquetan en un encabezado Ethernet específico antes de circular por la red. Asimismo, cuando se pasa información entre redes no iguales simplemente se coloca toda la trama de una red en el encabezado del protocolo de la capa de enlace de datos de la otra red.

**Encriptación (encryption):** Aplicación de un algoritmo específico a los datos, de modo que se modifique la apariencia de los mismos, haciéndolos incomprensibles para quien no está autorizado a ver la información.

**Enlace (link):** Canal de comunicaciones de red que consta de un circuito o trayectoria de transmisión y todo el equipo asociado entre el emisor y el receptor. Se utiliza con mayor frecuencia para referirse a una conexión WAN. Algunas veces se le conoce como línea o enlace de transmisión.

**Estafeta circulante (token passing):** Método de acceso a la red por medio del cual los dispositivos accesan el medio físico de una manera ordenada con base en la posesión de una trama pequeña llamada estafeta.

**Estafeta (token):** Trama que contiene información de control. La posesión de la estafeta otorga el permiso a un dispositivo de red para transmitir datos en la red.

**Ethernet:** Especificación de LAN de banda base, inventada por la Corporación Xerox y desarrollada en conjunto por Xerox, Intel y Digital Equipment Corporation. Las redes Ethernet utilizan el método de acceso CSMA/CD y corren sobre una gran variedad de tipos de cables a 10 Mbps. La red Ethernet es similar a los estándares de la serie IEEE 802.3.

**Fast Ethernet:** Es cualquiera de las especificaciones Ethernet a 100 Mbps. Fast Ethernet ofrece un incremento de velocidad de 10 veces la especificación Ethernet 10BaseT, conservando cualidades como formato de trama, mecanismos MAC y MTU. Dichas similitudes permiten el uso de aplicaciones 10BaseT existentes y de herramientas de administración en redes Fast Ethernet. Esta red está basada en una extensión de la especificación IEEE 802.3.

**Firewall:** Ruteador o servidor de acceso, o varios ruteadores o servicios de acceso, designados como un búfer entre cualesquiera redes públicas conectadas y una red privada. Un ruteador firewall utiliza listas de acceso y otros métodos para asegurar la confiabilidad de la red privada.

**Foro de ATM (ATM Forum):** Organización internacional fundada en 1991 por Cisco Systems, NET/ADAPTIVE, Northern Telecom y Sprint, que desarrolla y promueve acuerdos de implementaciones basadas en estándares para la tecnología ATM. El Foro de ATM se basa en estándares oficiales desarrollados por la ANSI y la ITU-T y desarrolla acuerdos de implementaciones para el avance de los estándares oficiales.

**Frame Relay:** Estándar industrial, protocolo conmutado de la capa de enlace de datos que maneja circuitos virtuales múltiples utilizando encapsulamiento HDLC entre los dispositivos conectados. La conmutación de tramas es más eficiente que X.25, el protocolo al cual reemplaza.

**Host:** Sistema de computación en una red. Es similar al término nodo excepto en que el host por lo común implica un sistema de computadoras, en tanto que un nodo en general se aplica a cualquier sistema de red, incluyendo a los servidores de acceso y ruteadores.

**IGP:** Protocolo de Puerta de Enlace Interior. Protocolo de Internet que se utiliza para el intercambio de información dentro de un sistema autónomo.

**IGRP:** Protocolo de Ruteo de Puerta de Enlace Interior. IGP desarrollado por Cisco para resolver los problemas asociados con el ruteo en redes heterogéneas de gran tamaño.

**IGRP Mejorado:** Protocolo de Ruteo de Puerta de Enlace Interior Mejorado. Es una versión avanzada de IGRP, desarrollada por Cisco. Presenta propiedades superiores de convergencia y eficiencia de operación y combina las ventajas de los protocolos basados en estado de enlaces con los protocolos basados en el vector de distancia.

**Interferencia (interference):** Ruido no deseado en un canal de comunicaciones.

**Internet:** Término que se refiere a la red global más grande del mundo, la cual conecta a decenas de miles de redes en todo el mundo y tiene una "cultura" centrada en la investigación y una estandarización basada en el uso en la vida real. Muchas tecnologías de punta en redes provienen de la comunidad de Internet. La red Internet se originó parcialmente de ARPANET.

---

**Interred (internetwork):** Conjunto de redes que están interconectadas a través de ruteadores y otros dispositivos que funcionan como una sola red. A veces se le llama Internet, la cual no se debe confundir con Internet.

**IP:** Protocolo de Internet. Protocolo de la capa de red en la pila TCP/IP que ofrece un servicio de red sin conexión. El protocolo IP proporciona características de direccionamiento, especificación del tipo de servicio, fragmentación y reensamblado y seguridad. Está documentado en el RFC 791.

**IPX:** Protocolo de Paquetes de RED. Protocolo de la capa de red (Capa 3) de NetWare, que se utiliza para transferir datos de los servidores a las estaciones de trabajo.

**LAN:** Red de Area Local. Red de datos de alta velocidad y baja tasa de errores, que cubre un área geográfica relativamente pequeña. Las LANs conectan estaciones de trabajo, periféricos, terminales y otros dispositivos en un solo edificio u otra área geográfica limitada. Los estándares de las LAN especifican el cableado y la señalización en las capas física y de enlace de datos del modelo OSI. Las redes Ethernet, FDDI y Token Ring son tecnologías LAN ampliamente utilizadas.

**LANE:** Emulación LANE. Tecnología que permite que una red ATM funcione como una troncal LAN. La red ATM debe proporcionar soporte de multidifusión y difusión, conversión de direcciones (MAC a ATM), administración de SVC y un formato de paquetes utilizable. LANE también define ELANs Ethernet y Token Ring.

**LASER:** Amplificación de Luz por medio de la Emisión Estimulada de Radiación.

**Latencia (latency):** Lapso entre la solicitud de un dispositivo para acceder a una red y el momento de su aceptación. Lapso en el que un dispositivo recibe una trama y en el que ésta es enviada al puerto de destino.

**LED:** Diodo Emisor de luz. Dispositivo semiconductor que emite la luz generada al convertir la energía eléctrica. Por lo común las luces que indican el status de los dispositivos de hardware con LEDs.

**Ley a (a-law):** Norma de compresión de la ITU-T para convertir señales analógicas a digitales en sistemas PCM. La ley A se utiliza básicamente en las redes telefónicas europeas y se parece a la ley de Estados Unidos.

**Línea dedicada (dedicated line):** Línea de comunicaciones que se reserva de manera indefinida para transmisiones, en vez de conmutarse al requerido la transmisión.



**Línea privada (leased line):** Línea de transmisión reservada por una compañía de comunicaciones para uso privado de un cliente. Una línea privada es un tipo de línea dedicada.

**MAC:** Control de Acceso a Medios. Es la subcapa inferior de las dos subcapas de la capa de enlace de datos definida por el IEEE. La subcapa MAC maneja el acceso a medios compartidos; por ejemplo, determina si se utilizará paso de estafeta o contención.

**Mapeo de direcciones (address mapping):** Técnica que permite a diferentes protocolos interactuar por medio de la traducción de direcciones de un formato a otro.

**Máscara de direcciones (address mask):** Combinación de bits utilizada para describir qué porción de una dirección se refiere a la red o a la subred y qué porción se refiere al host. A veces se le conoce simplemente como máscara.

**Máscara de subred (subnet mask):** Máscara de dirección de 32 bits para indicar los bits de una dirección IP que se están utilizando para las direcciones de la subred.

**Mensaje (message):** Es la agrupación lógica (Capa 7) de la capa de aplicación, con frecuencia compuesta por varias agrupaciones lógicas de capas inferiores, como paquetes. Los términos datagrama, trama, paquete y segmento también se utilizan para describir agrupaciones lógicas de información en diferentes capas del modelo de referencia OSI y en varios círculos tecnológicos.

**Modulación (modulation):** Es el proceso por medio del cual las características de las señales eléctricas se transforman para representar información. Los tipos de información incluyen AM, FM y PAM.

**Multidifusión (multicast):** Son paquetes individuales copiados por la red y enviados a un subconjunto específico de direcciones de red. Estas direcciones se especifican en el campo de direcciones destino.

**Multiplexaje (multiplexing):** Es un esquema que permite la transmisión simultánea de múltiples señales lógicas a través de un solo canal físico.

**NetBIOS:** Sistema Básico de Entrada/Salida de Red. Es un API utilizado en aplicaciones LAN de IBM para solicitar servicios de proceso de red de bajo nivel. Estos servicios pueden incluir el establecimiento y terminación de sesiones y transferencia de información.

---

**NetWare:** Es un NOS distribuido, muy popular, desarrollado por Novell. Proporciona acceso a archivos remotos de forma transparente y muchos otros servicios distribuidos de red.

**No orientado a la conexión (connectionless):** Término que describe la transferencia de datos sin un circuito virtual. Compare con orientado a la conexión.

**Nodo (node):** Punto terminal de una conexión de red o unión común de dos o más líneas en una red. Los nodos pueden ser procesadores, controladores o estaciones de trabajo. Los nodos, que varían en cuanto al enrutamiento y otras cualidades funcionales, pueden estar interconectados a través de enlaces y servir como puntos de control en la red. Un nodo es a menudo utilizado genéricamente para referirse a cualquier entidad que pueda acceder una red y con frecuencia se utiliza de manera intercambiable con dispositivo.

**NOS:** Sistema operativo de Red. Es un término genérico que se utiliza para hacer alusión a lo que realmente son los sistemas de archivos distribuidos.

**Orientado a conexión (connection-oriented):** Es un término que se utiliza para describir la transferencia de datos que requiere el establecimiento de un circuito virtual.

**OSPF:** Algoritmo Abierto de Primero la Trayectoria más Corta. Algoritmo de ruteo jerárquico IGP basado en el estado de enlaces, propuesto como un sucesor de RIP en la comunidad de Internet. Entre las características de OSPF están el ruteo de menor costo, el ruteo multitrayectoria y el balanceo de carga. OSPF se derivó de la versión antigua del protocolo IS-IS.

**Paquete (packet):** Agrupación lógica de información que incluye un encabezado que contiene información de control y (generalmente) datos de usuario. La palabra paquete se utiliza de manera más frecuente para referirse a las unidades de datos de la capa de red. Los términos datagrama, trama, mensaje y segmento también se utilizan para describir agrupamientos lógicos de información en algunas capas del modelo de referencia OSI y en varios círculos tecnológicos.

**PBX:** Central Telefónica Privada. Es un conmutador telefónico, analógico o digital, ubicado en las instalaciones del suscriptor y que se utiliza para conectar redes telefónicas públicas y privadas.

**PCM:** Modulación por Pulsos Codificados. Transmisión de información analógica en formato digital a través del muestreo y codificación de muestras con un número fijo de bits.

**Portadora (carrier):** Es una onda electromagnética o corriente alterna de una sola frecuencia. Apta para ser modulada por otra señal que contenga datos.

**PPP:** Protocolo Punto a Punto. Sucesor de SLIP que ofrece conexiones entre ruteador y host a red sobre circuitos síncronos y asíncronos.

**Protocolo (protocol):** Descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que rigen el modo de los dispositivos de una red de intercambiar información.

**Protocolo de ruteo (routing protocol):** Es un protocolo que logra el ruteo a través de la implementación de un algoritmo de ruteo específico. Entre los ejemplos de protocolos de ruteo se incluyen IGRP, OSPF y RIP.

**Protocolo ruteado (routed protocol):** Protocolo que puede ser ruteado a través de un ruteador. Un ruteador debe ser capaz de interpretar la red lógica como lo especifica el protocolo ruteado. Algunos ejemplos de protocolos ruteados son AppleTalk, DECnet e IP.

**Proxy ARP:** Proxy del Protocolo de Resolución de Direcciones. Es una variación del protocolo ARP en la que un dispositivo intermedio envía una respuesta ARP en nombre de un nodo terminal al host que lo solicita. El proxy ARP puede aminorar la utilización de ancho de banda en enlaces WAN de baja velocidad.

**Proxy:** Entidad que, con la idea de aumentar la eficiencia esencialmente se encuentra en lugar de otra entidad.

**Puente (bridge):** Dispositivo que conecta y transfiere paquetes entre dos segmentos de red que utilizan el mismo protocolo de comunicaciones. Los puentes operan en la capa de enlace de datos (Capa 2) del modelo de referencia OSI. En general, un puente filtra, enruta o distribuye una trama entrante con base en la dirección MAC de esa trama.

**Puerta de enlace (gateway):** Es la comunidad IP, es un término antiguo con el que se hace referencia a un dispositivo de ruteo. Actualmente se utiliza el término ruteador para describir a los nodos que realizan esta función, y puerta de enlace se refiere a un dispositivo de propósito especial que lleva a cabo una conversión de información de la capa de aplicación de una pila de protocolos a otra.

**PVC:** Circuito Virtual Permanente. Circuito virtual establecido de manera permanente. Los PCVs ahorran el ancho de banda asociado con el establecimiento y desconexión del circuito en situaciones en que algunos circuitos virtuales deben estar presentes todo el tiempo. En la terminología de ATM se les llama conexiones virtuales permanentes.

**PVP:** Trayectoria Virtual Permanente. Es la trayectoria virtual que consta de PVCs

**Red (network):** Conjunto de computadoras, impresoras, ruteadores, switches y otros dispositivos que se pueden comunicar entre sí a través de un medio en particular.

**Redundancia (redundancy):** Es la duplicación de dispositivos, servicios o conexiones para que, en caso de una falla, los dispositivos redundantes, servicios o conexiones, puedan llevar a cabo en trabajo de los que fallaron.

**Reensamblado (reassembly):** Operación por la que un datagrama IP se conforma de nuevo en el destino, después de que ha sido fragmentado, ya sea en el nodo fuente o en un nodo intermedio.

**Repetidor (repeater):** Dispositivo que regenera y propaga señales eléctricas entre dos o más segmentos de red.

**Resolución de direcciones (address resolution):** En general, es un método para resolver diferencias entre esquemas de direccionamiento de computadoras. La resolución de direcciones especifica un método para comparar las direcciones de la capa de red (Capa 3) con las direcciones de la capa de enlace de datos (Capa 2).

**Ruteador (router):** Dispositivo de la capa de red que utiliza una o más medidas para determinar la trayectoria óptima a lo largo de la cual deba direccionarse el tráfico de la red. Los ruteadores direccionan paquetes de una red a otra con base en la información de la capa de red. A veces se les llama compuerta.

**Saludo (handshake):** Es una secuencia de mensajes que se intercambian entre dos o más dispositivos de la red para asegurar la sincronización en la transmisión.

**SDLC: Control de Enlace de Datos Sincronos.** Protocolo de comunicaciones de la capa de enlace de datos en SNA. SDLC es un protocolo serial, dúplex total, orientado a bit, que ha generado muchos protocolos similares incluyendo HDCL y LAPB.

**Segmento:** Sección de una red que se encuentra limitada por puentes, ruteadores o switches.

**Semidúplex:** Característica que permite transmitir sólo en una dirección, en un momento determinado, entre una estación emisora y una estación receptora.

**Servidor (server):** Es un nodo o programa de software que provee servicios a clientes.

**Simplex (simplex):** Es la característica de transmitir datos en una dirección solamente entre la estación emisora y la estación receptora.

---

**Sincronización** (synchronization): Establecimiento de una temporización común entre emisor y receptor.

**SLIP**: Protocolo de Internet para Línea Serial. SLIP es un protocolo estándar para conexiones seriales punto a punto que utiliza una variación de TCP/IP es el predecesor de PPP.

**SMDS**: Servicio de Datos Conmutados a Multimegabits. Es una tecnología de red WAN de conmutación de paquetes a alta velocidad basadas en datagramas, ofrecidas por las compañías telefónicas.

**Socket**: Estructura de software que opera como un punto terminal de comunicaciones en un dispositivo de red.

**Sondeo** (polling): Método de acceso en el que un dispositivo de la red principal solicita, de manera ordenada, si los dispositivos secundarios tienen datos para transmitir. La solicitud ocurre en forma de un mensaje que el dispositivo de la red principal envía a cada dispositivo secundario, el cual otorga permiso a éste para transmitir.

**SONET**: Red Óptica Síncrona. Especificación de red síncrona de alta velocidad (de hasta 2.5 Gbps) desarrollada por Bellcore y diseñada para correr sobre fibra óptica. STS-1 es el bloque angular básico de SONET.

**SPX**: Intercambio de Paquetes en Secuencia. Protocolo confiable orientado a la conexión que complementa el servicio de datagramas proporcionado por los protocolos de la capa de red (Capa 3). Novell desarrolló protocolo de transporte NetWare tan comúnmente utilizado a partir del SPP de la arquitectura de protocolos de XNS.

**STM-1**: Módulo de Transporte Síncrono nivel 1. Uno de los diferentes formatos de SDH que especifica la estructura de trama para las líneas a 155.52 Mbps utilizadas para transportar celdas ATM.

**STS-1**: Señal de Transporte Síncrono nivel 1. Es la señal básica de SONET y opera a 51.84 Mbps. Las velocidades más rápidas de SONET están definidas como STS-n, donde n es un múltiplo de 51.84 Mbps.

**STS-3c**: Señal de Transporte Síncrono nivel 3 concatenado. Es un formato de SONET que especifica la estructura de trama para las líneas a 155.520 Mbps utilizadas para transportar celdas ATM.

**Subred** (subnetwork): En las redes IP, red que comparte una dirección de subred particular. Las subredes son redes que un administrador de red segmenta arbitrariamente para proporcionar una estructura de ruteo jerárquica multinivel.

---

mientras protege a la subred de las complejidades en cuanto al direccionamiento de las redes conectadas. A menudo se le llama subred.

**SVC:** Circuito Virtual Conmutado. Es un circuito virtual que se establece de manera dinámica por demanda y es liberado cuando se termina la transmisión. Los SVCs se utilizan en situaciones donde la transmisión de datos es esporádica. Se le llama conexión virtual conmutada dentro de la terminología de ATM.

**Switch (switch):** Dispositivo de red que filtra, direcciona y difunde tramas con base en la dirección de destino de cada trama. El switch opera a nivel de la capa de enlace de datos del modelo OSI.

**Switch LAN:** Switch de alta velocidad que direcciona paquetes entre segmentos a nivel de enlace de datos. La mayoría de los switches LAN reenvían el tráfico basados en su dirección MAC. A esta variedad de LAN se le suele llamar conmutación de tramas. Los switches LAN a veces se categorizan de acuerdo con el método que utilizan para reenviar el tráfico: conmutación rápida de paquetes y conmutación de paquetes almacenados y enviados. Los switches multicapa son un subconjunto inteligente de switches de LAN.

**T1:** Instalación de transporte digital en una WAN. T1 transmite datos formateados en DS-1 a una velocidad de 1.544 Mbps a través de la red telefónica conmutada, utilizando una codificación AMI o B8ZS.

**Tabla de ruteo (routing table):** Es una tabla almacenada en un ruteador o en algún otro dispositivo de red que mantiene un registro de las rutas hacia destinos de red particulares y, en algunos casos, de mediciones asociadas con esas rutas.

**Terminador:** Dispositivo que suministra una resistencia al final de una línea de transmisión para absorber las señales en la línea; por lo tanto, evita que éstas reboten y por ende sean recibidas de nuevo por las estaciones de la red.

**Topología (topology):** Es el arreglo físico de los nodos y el medio de transmisión dentro de una estructura de red corporativa.

**Trama (frame):** Agrupación lógica de información enviada como una unidad de la capa de enlace de datos a través de un medio de transmisión.

**Transmisión Analógica (analog transmission):** Transmisión de una señal a través de cables o por aire, en la que se transporta la información a través de la variación de alguna combinación de la amplitud, frecuencia o fase de la señal.

**Transmisión asíncrona (asynchronous transmission):** Es un término que se utiliza para las señales digitales que se envían sin una temporización precisa.

**Transmisión Serial** (serial transmission): Es un método de transmisión de datos en el que los bits de un carácter de datos se transmiten de manera secuencial a través de un solo canal.

**Transmisión síncrona** (synchronous): Es un término que se utiliza para describir señales digitales transmitidas con una temporización precisa. Dichas señales tienen la misma frecuencia y caracteres individuales encapsulados en bits de control que designan el comienzo y la terminación de cada carácter.

**Troncal** (backbone): Es la parte de una red que actúa como la trayectoria principal para el tráfico originado por, y enviado hacia, otras redes.

**VLAN:** LAN Virtual. Grupo de dispositivos de LAN que se configuran para que puedan comunicarse como si estuvieran conectados al mismo cable, cuando de hecho están ubicados en diferentes segmentos de la red LAN. Como las VLANs se basan en conexiones lógicas en vez de físicas, son extremadamente flexibles.

**WAN:** Red de Area Amplia: Es una red de comunicación de datos que da servicio a usuarios localizados en una amplia área geográfica y, generalmente, utiliza los dispositivos de transmisión que ofrecen las compañías de telecomunicaciones. Las redes de Frame Relay, SMDS y X.25 son ejemplos de WANs.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

*Networking Standards a Guide OSI, ISDN, LAN & WAN Standards*  
Stallings William M.  
Addison Wesley Publishing Company

*Gigabit Networking*  
Patridge Craig  
Addison Wesley Publishing Company

*ATM FORUM*  
ATM User Network Interface Specification Versión 3.0  
Prentice Hall

*ATM Theory and Application*  
David E. Mc Dysan  
McGraw Hill

*ATM & Cell Relay Services for Corporate Enviroments*  
Daniel Minolli  
McGraw Hill

*Internetworking with TCP/IP. Volumen I*  
Principles, Protocols and Architecture  
Second Edition. Dougras E. Comer  
Prentice Hall

*TCP/IP and Related Protocols*  
Uyless Black  
McGraw Hill Inc.

*TCP/IP Architecture, Protocols and Implementation*  
Sidnie Felt  
McGraw Hill, Inc.

*Client/Server Communications Services*  
Thomas S. Ligon  
McGraw Hill

*Computer Networks 2ed.*  
Protocols, Standards and Interface  
Uyless Black  
Prentice Hall

---



*Equivalent Capacity and its Applications to Bandwidth Allocation in High-Speed Networks*

R. Guérin M. Ahmadi and M. Naghsineh  
IEEE J. Select Areas Commun

*Bandwidth Management Congestion Control in Planet*

I. Cidon, I. Gopal and R. Guérin  
IEEE Commun. Mag. Vol. 29

*A Static Bandwidth Allocation and Usage Monitoring Algorithm for ATM Networks*

P. Joss and W. Verbiest

*Internetworking Technologies Handbook*

Merilee Ford, H. Kim Lew, Steve Spanier, Tim Stevenson  
Prentice Hall

*Local and Metropolitan Area Networks*

Fourth Edition, William Stallings  
Prentice Hall

*Telecommunication Networks, protocols, modeling and analysis*

Mischa Schwartz  
Addison Wesley Publishing Company

*Networking Essentials*

For Windows NT 4.0  
Microsoft Press

*Catalogo Black Box*

La Fuente Mundial de Conectividad  
1998/1999

*Revista Banca Electrónica*

Sistemas y Tecnologías para el Sector Financiero

---