

75



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**COMUNICACIONES
MEJORAS OBTENIDAS A PARTIR DE UNA
NUEVA IMPLEMENTACION DE RED ATM
EN LA FES-CUAUTITLAN**

Trabajo de Seminario

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

OSCAR OLVERA CARREON

ASESOR: ING. MARICELA SERRANO FRAGOSO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN. Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario

Comunicaciones

" Mejoras obtenidas a partir de una nueva implementación de Red ATM en la FES Cuautitlán"

que presenta el pasante: Oscar Olvera Carreón

con número de cuenta: 092288106 para obtener el título de

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 19 de Septiembre de 2002

MODULO

PROFESOR

FIRMA

II Ing. Jorge Ramirez Rodriguez

III Ing. Maricela Serrano Fragoso

IV Ing. Juan Gonzalez Vega

Paula C
[Firma]

AGRADECIMIENTOS

A mis padres

Por su ejemplo apoyo y sacrificio

a lo largo de toda mi carrera.

A mi familia y amigos

Por que cada uno ha sido un apoyo

y forman parte de lo que soy ahora.

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Por darme el espacio y los conocimientos para mi

desarrollo personal y profesional y en especial

a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan

por darme una formación profesional.

INTRODUCCIÓN

Redes de área local (LAN): Es la más simple de todas las conexiones que existen, ya que solo enlaza computadoras de un área pequeña como un edificio u oficina o u campus, así mismo, una LAN puede estar conectada con otras LAN a cualquier distancia por medio de línea telefónica y ondas de radio.

Pueden ser desde 2 computadoras, hasta cientos de ellas. Todas se conectan entre sí por varios medios y topología, a la computadora(s) que se encarga de llevar el control de la red es llamada "servidor" y a las computadoras que dependen del servidor, se les llama "nodos" o "estaciones de trabajo".

Las LANs son capaces de transmitir datos a velocidades muy rápidas, algunas inclusive más rápido que por línea telefónica; pero las distancias son limitadas.

Redes de área amplia (WAN): Son todas aquellas que cubren una extensa área geográfica. Son generalmente una serie de dispositivos de conmutación interconectados. Se desarrollan o bien utilizando tecnología de conmutación de circuitos o conmutación de paquetes.

Conmutación de circuitos: En estas redes se establece un camino a través de los nodos de la red dedicado a la interconexión de dos estaciones. En cada enlace, se dedica un canal lógico a cada conexión. Los datos se transmiten tan rápido como se pueda. En cada nodo, los datos de entrada se encaminan por el canal dedicado sin sufrir retardos.

Conmutación de paquetes: No es necesario reservar canal lógico. En cada nodo, el paquete se recibe totalmente, se almacena y seguidamente se transmite al siguiente nodo.

Retransmisión de tramas: Al conseguir con la nueva tecnología una tasa de errores muy pequeña y una velocidad de transmisión elevada, no es necesario adjuntar mucha información de cabecera a cada paquete y por tanto las velocidades de transmisión son elevadísimas comparadas con el sistema de conmutación de paquetes.

RDSI y RDSI de banda ancha : Es un sistema de transmisión de enfoque universal y de velocidad de transmisión muy rápida. Está basado en conmutación de circuitos (banda estrecha) y en conmutación de paquetes (banda ancha).

FDDI Y ATM.

En el nuevo entorno de conexiones de alta velocidad entre redes, se estan usando como backbone dos tecnologias de transferencias de datos. Existe una creciente necesidad de mas ancho de banda. Las estaciones de trabajo cientificas y para ingenieria son comunes en las redes locales y globales. Estas requieren ancho de bandas al transferir grandes archivos graficos y al conectarse a sistemas centrales (hosts). Las aplicaciones informaticas cliente- servidor que distribuyen en procesamiento entre varias computadoras de una red tambien comparten la necesidad de un mayor ancho de banda. FDDI y ATM son posibles soluciones.

ATM.

ATM (Asynchronous Transfer Mode, Modo de transferencia asincrona) es una tecnologia de comunicacion de datos de conmutacion de paquetes de banda ancha disenada para combinar las caracteristicas de los multiplexores por division de tiempo con retardo dependiente (ATD) y redes locales de retardo variable. Los multiplexores por division de tiempo es un metodo para combinar senales separadas en una unica transmision de alta velocidad. Con ATM se transmiten cerdas provenientes de muchas fuentes. Pueden mezclarse, pero cada una tiene su direccion de destino especifica, en la multiplexion por division de tiempo las senales llegan en orden en intervalos de tiempo regulares. En otras palabras, todas las celdas son del mismo tamaño, tanto en byte como en tiempo. El retardo variable es habitual en las redes locales, debido a que cada metodo de red puede utilizar un tamaño de paquete distinto. ATM divide los paquetes largos para adaptarlos a su tamaño de celda y los envia por el canal de datos : esto son reensamblados en el otro extremo.

INDICE	Pag.
INTRODUCCION	
CAPITULO 1	REDES LÁN
1.1 ¿QUE ES UNA RED?	1
1.2 APLICACIONES DE LAS REDES LOCALES	2
1.2.1 COMPARTIR FICHEROS	2
1.2.2 IMPRESIÓN EN RED	2
1.2.3 APLICACIONES DE RED	3
1.2.4 APLICACIONES CLIENTE/SERVIDOR	3
1.2.5 ACCESO A INTERNET	3
1.3 MODELO ISO/OSI	4
1.3.1 CAPA FÍSICA	5
1.3.2 CAPA DE ENLACE DE DATOS	5
1.3.3 CAPA DE RED	6
1.3.4 CAPA DE TRANSPORTE	6
1.3.5 CAPA DE SESIÓN	6
1.3.6 CAPA DE PRESENTACIÓN	7
1.3.7 CAPA DE APLICACIÓN	7
1.4 TOPOLOGIA DE UNA RED	7
1.4.1 TOPOLOGÍA FÍSICA	8
1.4.2 TOPOLOGÍA LÓGICA	8
1.4.3 TOPOLOGÍA EN BUS	8
1.4.4 TOPOLOGÍA EN ANILLO	9
1.4.5 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA	10
1.4.6 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA PASIVA	11
1.4.7 TOPOLOGÍA DE ESTRELLA ACTIVA	12
1.5 TOPOLOGIAS LOGICAS	12
1.5.1 TOPOLOGÍA ANILLO-ESTRELLA	12
1.5.2 TOPOLOGÍA BUS-ESTRELLA	13
1.6 MEDIOS DE TRANSMISION DE UNA RED LOCAL	13
1.6.1 CABLES	13
1.6.1.1 PAR TRENZADO	14
1.6.1.2 CABLE COAXIAL	15
1.6.1.3 CABLE DE FIBRA ÓPTICA	17
1.6.2 MEDIOS INALÁMBRICOS	23
1.6.2.1 ENLACES ÓPTICOS AL AIRE LIBRE	23

1.6.2.2 MICROONDAS	25
1.6.2.3 LUZ INFRAROJA	25
1.6.2.4 SEÑALES DE RADIO	26
1.6.2.5 COMUNICACIONES VIA SATELITE	26

CAPITULO 2

RDSI

2.1 INTRODUCCION	30
2.2 HACIA LA RDSI	30
2.3 ACCESO A LOS USUARIOS	31
2.3.1 ACCESO BÁSICO	33
2.3.2 ACCESO PRIMARIO	34
2.4 EQUIPOS TERMINALES	36
2.4.1 ADAPTADORES TERMINALES	36
2.4.2 ADAPTADORES DE AUDIOCONFERENCIA	37
2.4.3 ADAPTADORES RS-323	37
2.4.4 ADAPTADORES X25	38
2.4.5 ADAPTADORES X21	39
2.5 TERMINALES RDSI	39
2.6 CENTRALITAS DIGITALES	40
2.7 SERVICIOS	41
2.7.1 SERVICIOS PORTADORES	41
2.7.2 TELESERVICIOS	43
2.7.3 SERVICIOS SUPLEMENTARIOS	44
2.8 TRANSMISION DE DATOS EN RDSI	45
2.9 RDSI DE BANDA ANCHA	47
2.9.1 ATM	48

CAPITULO 3

ATM

3.1 INTRODUCCION	50
3.2 DEFINICION	54

4.10.1	CONCEPTOS BASICOS DE EMULACIÓN	92
4.10.2	ELEMENTOS DE LANE	95
4.10.3	LAN EMULATION CLIENT (LEC)	95
4.10.4	LAN EMULATION SERVER (LES)	95
4.10.5	BROADCAST AND UNKNOWN SERVER (BUS)	96
4.10.6	LAN EMULATION CONFIGURATION SERVER (LECS)	96
4.11	ETAPAS DE OPERACION DE LANE	100
4.11.1	ETAPA DE INICIALIZACIÓN Y CONFIGURACIÓN	100
4.11.2	ETAPA DE UNIÓN Y REGISTRO	101
4.11.3	ETAPA DE TRANSFERENCIA DE DATOS	103
4.12	CONFIGURACIÓN DE ELAN	105
4.12.1	MULTICASTING Y BROADCASTING EN ATM	105
4.12.2	VP MULTICASTING	106
4.12.3	MULTICAST SERVER	107
4.13	EXTENSIÓN DE LAS CONEXIONES PUNTO MULTIPUNTO	107
4.14	RUTEO DE MULTICAST EN LAN's EMULADAS	108
4.15	TIPOS DE TRAFICO	109
4.16	POLITICAS DE TRAFICO	110
4.17	CELDAS NO CONFORMADAS(ETIQUETADAS vs RETARDADAS)	110
4.18	PARAMETROS DEL CONTRATO DE TRAFICO DEL UPC	110
4.19	CONFIGURACION DE UNA LAN EMULADA	111
4.20	COMPONENTES DE UNA LAN EMULADA	112
4.21	OPERACIÓN DE UNA LAN EMULADA	113
4.22	SERVICIOS OBTENIDOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ATM EN LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN CAMPO-4	116
4.22.1	EL MERCADO DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES	117
4.22.2	MERCADO DE LOS SERVICIOS RESIDENCIALES	119
4.22.3	EDUCACIÓN EN ACCIÓN	120
4.22.4	MUNDO DE LA RED MULTIMEDIA	121
4.22.5	CINE DEL FUTURO	122
4.22.6	ATM EN LOS QUIROFANOS EL PROYECTO MASTER	123

4.23 RESUMEN DE VENTAJAS OBTENIDAS POR MIGRAR A ATM	124
CONCLUSIONES	128
GLOSARIO	130
BIBLIOGRAFIA	135

CAPITULO 1

REDES LÁN

1.1 ¿QUE ES UNA RED?

Cada uno de los tres siglos pasados ha estado dominado por una sola tecnología. El siglo XVIII fue la etapa de los grandes sistemas mecánicos que acompañaron a la Revolución Industrial. El siglo XIX fue la época de la máquina de vapor. Durante el siglo XX, la tecnología clave ha sido la recolección, procesamiento y distribución de información. Entre otros desarrollos, hemos asistido a la instalación de redes telefónicas en todo el mundo, a la invención de la radio y la televisión, al nacimiento y crecimiento sin precedente de la industria de las computadoras, así como a la puesta en órbita de los satélites de comunicación.

A medida que avanzamos en los últimos años, se ha dado una rápida convergencia de estas áreas, y también las diferencias entre la captura, transporte almacenamiento y procesamiento de información están desapareciendo con rapidez. Organizaciones con centenares de oficinas dispersas en una amplia área geográfica esperan tener la posibilidad de examinar en forma habitual el estado actual de todas ellas, simplemente oprimiendo una tecla. A medida que crece nuestra habilidad para recolectar procesar y distribuir información, la demanda de mas sofisticados procesamientos de información crece todavía con mayor rapidez.

La industria de las computadoras ha mostrado un progreso espectacular en muy corto tiempo. El viejo modelo de tener una sola computadora para satisfacer todas las necesidades de cálculo de una organización se está reemplazando con rapidez por otro que considera un número grande de computadoras separadas, pero interconectadas, que efectúan el mismo trabajo. Estos sistemas, se conocen con el nombre de redes de computadoras. Estas nos dan a entender una colección interconectada de computadoras autónomas. Se dice que las computadoras están interconectadas, si son capaces de intercambiar información. La conexión no necesita hacerse a través de un hilo de cobre, el uso de láser, microondas y satélites de comunicaciones. Al indicar que las computadoras son autónomas, excluimos los sistemas en los que una computadora pueda forzosamente arrancar, parar o controlar a otro, éstos no se consideran autónomos.

1.2 APLICACIÓN DE LAS REDES LOCALES

Lo primero que se puede preguntar un usuario cuando se plantea la posibilidad de instalación o utilización de una red local, es saber cómo va a mejorar su trabajo en la computadora al utilizar dicho entorno. La respuesta va a ser diferente según el tipo de trabajo que desempeñe. En resumen, una red local proporciona la facilidad de compartir recursos entre sus usuarios. Esto es:

- Supone compartir ficheros.
- Supone compartir impresoras.
- Se pueden utilizar aplicaciones específicas de red.
- Se pueden aprovechar las prestaciones cliente/servidor.
- Se puede acceder a sistemas de comunicación global.

1.2.1 COMPARTIR FICHEROS

La posibilidad de compartir ficheros es la prestación principal de las redes locales. La aplicación básica consiste en utilizar ficheros de otros usuarios, sin necesidad de utilizar el disquete.

La ventaja fundamental es la de poder disponer de directorios en la red a los que tengan acceso un grupo de usuarios, y en los que se puede guardar la información que compartan dichos grupos.

1.2.2 IMPRESIÓN EN RED

Cuando se comparte una impresora en la red, se suele conectar a una computadora que actúa como servidor de impresión, y que perfectamente puede ser el equipo de un usuario. También existen impresoras que disponen de una tarjeta de red que permite la conexión directa en cualquier punto de la red sin necesidad de situarse cerca de un servidor.

Algo complementario a la impresión en red es la posibilidad de compartir dispositivos de fax. Si una computadora tiene configurado un módem para utilizarlo como fax, puede permitir que el resto de los usuarios de la red lo utilicen para enviar sus propios documentos.

1.2.3 APLICACIONES DE RED

Existe un gran número de aplicaciones que aprovechan las redes locales para que el trabajo sea más provechoso. El tipo de aplicaciones más importante son los programas de correo electrónico. Un programa de correo electrónico permite el intercambio de mensajes entre los usuarios. Los mensajes pueden consistir en texto, sonido, imágenes, etc. y llevar asociados cualquier tipo de archivos binarios. En cierto modo el correo electrónico llega a sustituir a ciertas reuniones y además permite el análisis más detallado del material que el resto de usuarios nos remitan.

1.2.4 APLICACIONES CLIENTE/SERVIDOR

Es un concepto muy importante en las redes locales para aplicaciones que manejan grandes volúmenes de información. Son programas que dividen su trabajo en dos partes, una parte cliente que se realiza en la computadora del usuario y otra parte servidor que se realiza en un servidor con dos fines:

- Reducir la carga de trabajo de la computadora cliente.
- Reducir el tráfico de la red.

1.2.5 ACCESO A INTERNET

Es una de las prestaciones que con el tiempo está ganando peso específico. Consiste en la posibilidad de configurar una computadora con una conexión permanente a servicios en línea externos, de forma que los usuarios de la intranet no necesiten utilizar un módem personal para acceder a ellos. El ejemplo más de moda es el acceso a Internet.

Mediante un servidor de comunicaciones se puede mantener una línea permanente de alta velocidad que enlace la intranet con Internet.

1.3 MODELO ISO/OSI

OSI: Open System Interconnections: fue creado a partir del año 1978, con el fin de conseguir la definición de un conjunto de normas que permitieran interconectar diferentes equipos, posibilitando de esta forma la comunicación entre ellos. El modelo OSI fue aprobado en 1983.

Este modelo define los servicios y los protocolos que posibilita la comunicación, dividiéndolos en 7 niveles diferentes, en el que cada nivel se encarga de problemas de distinta naturaleza interrelacionándose con los niveles contiguos, de forma que cada nivel se abstrae de los problemas que los niveles inferiores solucionan para dar solución a un nuevo problema, del que se abstraerán a su vez los niveles superiores. En la figura 1.1 se presenta el modelo OSI.

Se puede decir que la filosofía de este modelo se basa en la idea de dividir un problema grande (la comunicación en sí), en varios problemas pequeños, independizando cada problema del resto. Es un método parecido a las cadenas de montaje de las fábricas: los niveles implementan a un grupo de operarios de una cadena, y cada nivel, al igual que en la cadena de montaje, supone que los niveles anteriores han solucionado unos problemas de los que él se abstraerá para dar solución a unos nuevos problemas, de los que se abstraerán los niveles superiores.

NIVELES	FUNCIÓN
Aplicación	Semántica de los datos
Presentación	Representación de los datos
Sesión	Diálogo ordenado
Transporte	Extremo a extremo
Red	Encaminamiento
Enlace	Punto a punto
Físico	Eléctrico/Mecánico

Figura 1.1 Capas del modelo OSI

Este modelo establece los lineamientos para que el software y los dispositivos de diferentes fabricantes funcionen juntos. Aunque los fabricantes de hardware y los de software para red son los usuarios principales del modelo OSI, una comprensión general del modelo llega a resultar muy benéfica para el momento en que se expande la red o se conectan redes para formar redes de área amplia WAN.

Las siete capas del modelo OSI son la física, la de enlace de datos, la de red, la de transporte, la de sesión, la de presentación y la de aplicación. Las primeras dos capas (física y enlace de datos) son el hardware que la LAN comprende, como los cables Ethernet y los adaptadores de red. Las capas 3,4 y 5 (de red, de transporte, y de sesión) son protocolos de comunicación, como el sistema básico de entrada/salida de red (NetBIOS), TCP/IP. Las capas 6 y 7 (de presentación y aplicación) son el NOS que proporciona servicios y funciones de red al software de aplicación.

1.3.1 CAPA FÍSICA.

Define la interfaz con el medio físico, incluyendo el cable de red. La capa física maneja temas elementos como la intensidad de la señal de red, los voltajes indicados para la señal y la distancia de los cables. La capa física también maneja los tipos y las especificaciones de los cables, incluyendo los cables Ethernet 802.3 de instituto de ingenieros, eléctricos y electrónicos (IEEE) (Thick Ethernet, Thin Ethernet y UTP), el estándar de interfaz de datos distribuidos por fibra óptica (FDDI) del instituto nacional de estándares americanos.

1.3.2 CAPA DE ENLACE DE DATOS.

Define el protocolo que detecta y corrige errores cometidos al transmitir datos por el cable de la red. La capa de enlace de datos es la causante del flujo de datos de la red, el que se divide en paquetes o cuadros de información. Cuando un paquete de información es recibido incorrectamente, la capa de enlace de datos hace que se reenvíe. La capa de enlace de datos esta dividida en dos subcapas: El control de acceso al medio (MAC) y el control de enlace lógico (LLC). Los puentes operan en la capa MAC.

Los estándares basados en la capa de enlace de datos incluyen el estándar de enlace lógico 802.2 de IEEE, punto a punto (PPP), los estándares de la IEEE para el acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisión (CSMA/CD), el estándar Token Ring.

1.3.3 CAPA DE RED.

Define la manera en que se dirigen los datos de un nodo de red al siguiente. Los estándares que se requieren a la capa de red incluyen el protocolo de intercambio de paquetes entre redes, el protocolo Internet (IP). El IP es parte del estándar de protocolo TCP/IP, generado por el Departamento de la Defensa de Estados Unidos y utilizado en Internet. Los enrutadores operan en esta capa.

1.3.4 CAPA DE TRANSPORTE.

Proporciona y mantiene el enlace de comunicaciones. La capa de transporte es la encargada de responder adecuadamente si el enlace falla o se dificulta su establecimiento.

Los estándares que pertenecen a la capa de transporte incluyen el protocolo de transporte (TP) de la organización internacional de estándares (ISO). Otros estándares que ejecutan funciones importantes en la capa de transporte incluyen el protocolo de control de transmisión (TCP) del Departamento de la Defensa, que es parte de TCP/IP.

1.3.5 CAPA DE SESIÓN.

Controla las conexiones de red entre nodos. La capa de sesión es responsable de la creación, mantenimiento y terminación de las sesiones de red.

El TCP ejecuta funciones importantes en la capa de sesión.

1.3.6 CAPA DE PRESENTACIÓN.

Es la encargada del formato de los datos. La capa de presentación traduce los datos entre formatos específicos para asegurarse de que los datos sean recibidos en un formato legible para el dispositivo al que se presenta.

1.3.7 CAPA DE APLICACIÓN.

Es la más alta definida en el modelo OSI. La capa de aplicación es la encargada de proporcionar funciones a las aplicaciones de usuario y al administrador de red, como de proporcionar al sistema operativo servicios como la transferencia de archivos.

1.4 TOPOLOGÍA DE UNA RED

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

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

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

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

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

1.4.1 TOPOLOGÍA FÍSICA

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

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

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

1.4.2 TOPOLOGÍA LÓGICA

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

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

1.4.3 TOPOLOGÍA EN BUS

Consta de un único cable que se extiende de una computadora a la siguiente de un modo serie. Los extremos del cable se terminan con una resistencia denominada *terminador*, que además de indicar que no existen más computadoras en el extremo, permiten cerrar el bus, esto se muestra en la figura 1.2.

Sus principales ventajas son:

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

Sus principales inconvenientes son:

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

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

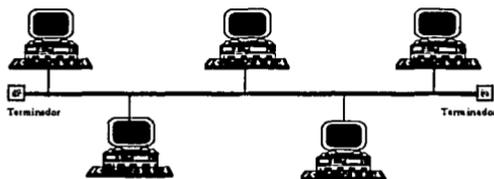


Figura 1.2 Topología en forma de bus

1.4.4 TOPOLOGÍA EN ANILLO

Sus principales características son:

- El cable forma un bucle cerrado formando un anillo. Como se observa en la figura 1.3.
- Todos las computadoras que forman parte de la red se conectan a ese anillo.
- Habitualmente las redes en anillo utilizan como método de acceso al medio.

Los principales inconvenientes serían:

- Si se rompe el cable que forma el anillo se paraliza toda la red.

- Es difícil de instalar.
- Requiere mantenimiento.

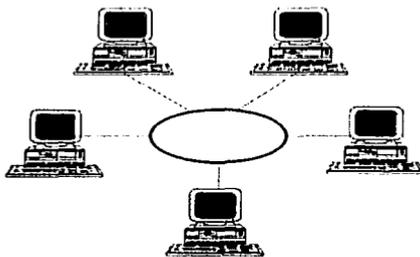


Figura 1.3 Topología en anillo

1.4.5 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA

Sus principales características son :

- Todas las estaciones de trabajo están conectadas a un punto central (concentrador), formando una estrella física. Esto se puede observar en la figura 1.4.
- Habitualmente sobre este tipo de topología se utiliza como método de acceso al medio pooling, siendo el nodo central el que se encarga de implementarlo.
- Cada vez que se quiere establecer comunicación entre dos ordenadores, la información transferida de uno hacia el otro debe pasar por el punto central.
- Existen algunas redes con esta topología que utilizan como punto central una estación de trabajo que gobierna la red.
- La velocidad suele ser alta para comunicaciones entre el nodo central y los nodos extremos, pero es baja cuando se establece entre nodos extremos.
- Este tipo de topología se utiliza cuando la transferencia de información se va a realizar preferentemente entre el nodo central y el resto de los nodos, y no cuando la comunicación se hace entre nodos extremos.

-
- Si se rompe un cable sólo se pierde la conexión del nodo que interconectaba.
 - Es fácil de detectar y de localizar un problema en la red.

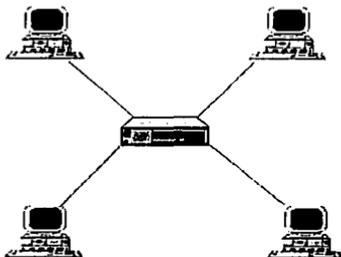


Figura 1.4 Topología en estrella

1.4.6 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA PASIVA

Se trata de una estrella en la que el punto central al que van conectados todos los nodos es un concentrador (hub) pasivo, es decir, se trata únicamente de un dispositivo con muchos puertos de entrada. Ver figura 1.5.

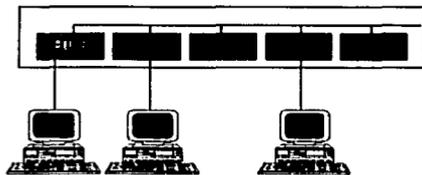


Figura 1.5 Topología En Estrella Pasiva

1.4.7 TOPOLOGÍA DE ESTRELLA ACTIVA

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

1.5 TOPOLOGÍAS LÓGICAS

1.5.1 TOPOLOGÍA ANILLO-ESTRELLA

Uno de los inconvenientes de la topología en anillo era que si el cable se rompía toda la red quedaba inoperativa; con la topología mixta anillo-estrella, éste y otros problemas quedan resueltos. Ver figura 1.6. Las principales características son:

- Cuando se instala una configuración en anillo, el anillo se establece de forma lógica únicamente, ya que de forma física se utiliza una configuración en estrella.
- Se utiliza un concentrador, o incluso un servidor de red (uno de los nodos de la red, aunque esto es el menor número de ocasiones) como dispositivo central, de esta forma, si se rompe algún cable sólo queda inoperativo el nodo que conectaba, y los demás pueden seguir funcionando.
- El concentrador utilizado cuando se está utilizando esta topología se denomina MAU (Unidad de Acceso Multiestación), que consiste en un dispositivo que proporciona el punto de conexión para múltiples nodos. Contiene un anillo interno que se extiende a un anillo externo.
- A simple vista, la red parece una estrella, aunque internamente funciona como un anillo.
- Cuando la MAU detecta que un nodo se ha desconectado (por haberse roto el cable, por ejemplo), puentea su entrada y su salida para así cerrar el anillo.

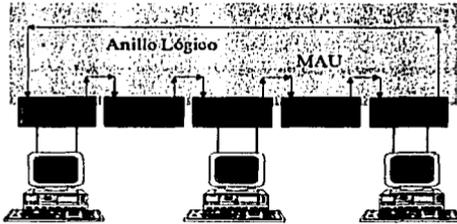


Figura 1.6 Topología anillo-estrella

1.5.2 TOPOLOGÍA BUS-ESTRELLA

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

1.6 MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE UNA RED LOCAL

Se pueden diferenciar dos grupos:

- Los cables.
- Los medios inalámbricos.

1.6.1 CABLES

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

- Velocidad de transmisión que se quiere conseguir.
- Distancia máxima entre computadoras que se van a conectar.
- Nivel de ruido e interferencias habituales en la zona que se va a instalar la red.

Los cables más utilizados son el par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica.

1.6.1.1 PAR TRENZADO

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

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

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

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

Tiene una longitud máxima limitada y, a pesar de los aspectos negativos, es una opción a tener en cuenta debido a que ya se encuentra instalado en muchos edificios como cable telefónico y esto permite utilizarlo sin necesidad de obra. La mayoría de las mangueras de cable de par trenzado contiene más de un par de hilos por lo que es posible encontrar mangueras ya instaladas con algún par de hilos sin utilizarse. Además resulta fácil de combinar con otros tipos de cables para la extensión de redes.

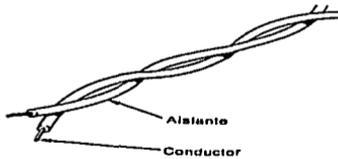


Figura 1.7 Cable de par trenzado

1.6.1.2 CABLE COAXIAL

Consiste en un núcleo de cobre rodeado por una capa aislante. A su vez, esta capa está rodeada por una malla metálica que ayuda a bloquear las interferencias; este conjunto de cables está envuelto en una capa protectora. Le pueden afectar las interferencias externas, por lo que ha de estar apantallado para reducir las. Emite señales que pueden detectarse fuera de la red. En la figura 1.8 se observa su estructura.

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

La velocidad de transmisión suele ser alta, de hasta 100 Mbits/seg; pero hay que tener en cuenta que a mayor velocidad de transmisión, menor distancia podemos cubrir, ya que el periodo de la señal es menor, y por tanto se atenúa antes. Ver figura 1.9 para comparar los diferentes tipos de cables.

La nomenclatura de los cables Ethernet tiene 3 partes :

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

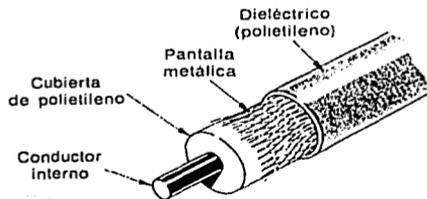


Figura 1.8 Estructura típica de un cable coaxial

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

Figura 1.9 Clases de Cable Coaxial

1.6.1.3 CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Una fibra óptica se puede definir como fibra o varilla de vidrio u otro material transparente con un índice de refracción alto que se emplea para transmitir luz. Cuando la luz entra por uno de los extremos de la fibra, se transmite con muy pocas pérdidas incluso aunque la fibra esté curvada. Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio flexibles, del espesor de un pelo. Llevan mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción.

El concepto de las comunicaciones por ondas luminosas ha sido conocido por muchos años. Sin embargo, no fue hasta mediados de los años setenta que se publicaron los resultados del trabajo teórico. Éstos indicaban que era posible confiar un haz luminoso en una fibra transparente flexible y proveer así un análogo óptico de la señalización por alambres electrónicamente. El problema técnico que se había de resolver para el avance de la fibra óptica residía en las fibras mismas, que absorbían luz que dificultaba el proceso. Para la comunicación práctica, la fibra óptica debe transmitir señales luminosas detectables por muchos kilómetros.

El vidrio ordinario tiene un haz luminoso de pocos metros. Se han desarrollado nuevos vidrios muy puros con transparencias mucho mayores que la del vidrio ordinario. Estos vidrios empezaron a producirse a principios de los setenta. Este gran avance dio ímpetu a la industria de fibras ópticas. Se usaron láseres o diodos emisores de luz como fuente luminosa en los cables de fibras ópticas. Ambos han de ser miniaturizados para componentes de sistemas fibro-ópticos, lo que ha exigido considerable labor de investigación y desarrollo. Los láseres generan luz "coherente" intensa que permanece en un camino sumamente estrecho. Los diodos emiten luz "incoherente" que ni es fuerte ni concentrada. Lo que se debe usar depende de los requisitos técnicos para diseñar el circuito de fibras ópticas dado.

La mayoría de las fibras ópticas se hacen de arena o sílice, materia prima abundante en comparación con el cobre. Con unos kilogramos de vidrio pueden fabricarse aproximadamente 43 kilómetros de fibra óptica.

Los dos constituyentes esenciales de las fibras ópticas son el núcleo y el revestimiento. El núcleo es la parte más interna de la fibra y es la que guía la luz. Consiste en una o varias hebras delgadas de vidrio o de plástico con diámetro de 50 a 125 micras. El revestimiento es la parte que rodea y protege al núcleo. El conjunto de núcleo y revestimiento está a su vez rodeado por un forro o funda de plástico u otros materiales que lo resguardan contra la humedad, el aplastamiento, los roedores, y otros riesgos del entorno.

El despliegue tiene en general tres tipos de trazado fundamentales: ruta carretera, vía ferroviaria o líneas de alta tensión. El principio en que se basa la transmisión de luz por la fibra es la reflexión interna total; la luz que viaja por el centro o núcleo de la fibra incide sobre la superficie externa con un ángulo mayor que el ángulo crítico, de forma que toda la luz se refleja sin pérdidas hacia el interior de la fibra. Así, la luz puede transmitirse a larga distancia reflejándose miles de veces. Para evitar pérdidas por dispersión de luz debida a impurezas de la superficie de la fibra, el núcleo de la fibra óptica está recubierto por una capa de vidrio con un índice de refracción mucho menor; las reflexiones se producen en la superficie que separa la fibra de vidrio y el recubrimiento.

Fibras Monomodo y Multimodo

Cuando se propuso la utilización de las fibras ópticas para la transmisión óptica, los mejores vidrios ópticos tenían atenuaciones de varios miles de decibelios por kilómetro. En el año de 1970 se fabricaron fibras ópticas con solamente 20 dB/km. La mínima atenuación alcanzada actualmente es de 0.2 dB/km habiéndose medido a una longitud de onda de 1.55 μm . Las fibras ópticas se componen de revestimiento de baja refracción y de un núcleo de elevado índice de refracción, por el que se guía la luz mediante reflexión total en el límite revestimiento-núcleo. Esto es aplicable para fibras ópticas con perfil de salto de índice. En el caso de fibras ópticas con perfil de índice gradual la luz se desvía continuamente hacia el eje de la fibra en las regiones externas con índice de refracción menor. Ambas son fibras ópticas multimodo.

La fibra óptica monomodo no tiene ninguna ventaja si se la compara con las fibras de índice gradual, en el margen de longitud de onda de 850 nm, pues en ambas la dispersión del material conduce a las mismas grandes diferencias de retardo; más bien se podría decir que la fibra monomodo tiene desventajas: su fabricación es más difícil y el acoplamiento óptico está asociado a problemas debido a su mínimo diámetro del núcleo. De todo lo cual se deduce que la fibra óptica con perfil gradual actualmente es, para la transmisión óptica, la más clara favorita entre todas las fibras ópticas posibles.

La ventaja de la fibra monomodo consiste en su mayor ancho de banda, ya que en ella solo hay un único modo y por lo tanto desaparece la dispersión modal. Esta ventaja se aprecia especialmente cuando también se puede mantener pequeña la dispersión del material. En la realidad la dispersión del material decrece con longitudes de onda mayores y alcanza su mínimo con una longitud de onda alrededor de los 1300 nm, siendo entonces solamente un resultado de segundo orden y obteniéndose ensanchamientos del impulso de solamente 0,025 ps/nmkm. En este momento cobra importancia un fenómeno que en las observaciones anteriores no se había considerado: la distribución de campo y constante de propagación de los modos en guíasondas dependen de la relación entre la longitud de onda y la dimensión de la "guíaonda".

Puesto que esta última permanece constante se obtiene una división de cada uno de los modos de la "guíaonda", que es función de la longitud de onda denominada dispersión de la "guíaonda", y que así mismo conduce a una propagación con diferentes velocidades de las fracciones monocromáticas contiguas de un paquete de ondas y, con ello, a un ensanchamiento del impulso.

Los retardos relativos ocasionan ensanchamientos del impulso que, a una velocidad dada, conducen a confluencias de los impulsos que se hacen mayores con rutas de transmisión más largas. De ello resulta una limitación general de la longitud de las fibras ópticas para la transmisión óptica.

Las fibras multimodo comercialmente desarrollada a los finales de los 70' s y principios de los 80' s, tienen un diámetro de núcleo de 50 μm como se muestra en la figura 1.10. Originalmente usado para largas distancias y sistema trunking interoficinas, La fibra multimodo fue rápidamente

desplazada por la fibra de modo simple (Single-Mode) para aplicaciones de telecomunicación, porque este tipo presenta una baja atenuación óptica y una gran capacidad de trasmisión de información.

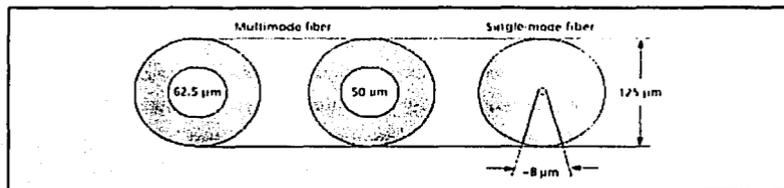


Figura 1.10. Típico diámetro externo y diámetros del núcleo para dos fibras comunes multimodo y una fibra de modo simple

Se dice que una fibra es monomodo cuando cumple ciertas condiciones. Actualmente, lo que significa es que la fibra trabaja con un solo modo, y no tiene ningún modo que dependa de su forma o del material.

Se dice que una fibra óptica es multimodo, si bien el diámetro del núcleo o los índices de refracción del núcleo y de la cubierta son mayores que los límites establecidos por la ecuación expresada anteriormente, para operación en monomodo. Cuando se trabaja en multimodo habrá muchos rayos de luz diferentes, cada uno de ellos viajando con un ángulo e reflexión distinto pero siempre menores que el ángulo crítico, viajando a lo largo del núcleo. En la ecuación anterior se supone que los índices de refracción del núcleo y la cubierta son uniformes y que el cambio del índice de refracción de la frontera de ambos es abrupto. Es posible tener un material de tipo gradual de manera que haya un cambio gradual en el índice de refracción desde el centro hacia el exterior. Esto disminuye la dispersión modal a lo largo de las fibras de luz multimodo.

Los términos monomodo y multimodo poseen un significado importante con respecto a la transmisión de la luz a través de la fibra óptica. Se ha apuntado que si la fibra óptica tiene un diámetro muy pequeño del orden de las millonésimas de metro, y que en ciertas condiciones pueden implicar la utilización de un material u otro para el núcleo y la cubierta, los rayos de luz seguirán prácticamente el mismo camino a lo largo del núcleo, desde un extremo de la fibra al otro. Esta es la llamada transmisión monomodo. En ella no es necesario mantener la polarización de entrada, pero sí es posible hacer que esta polarización permanezca constante durante la transmisión a través de la fibra, si la fibra es "deformada" adecuadamente durante su fabricación. Es decir, el núcleo de la fibra se fabrica de forma que no provoque un gran cambio de la polarización de la luz durante la transmisión. Una fibra óptica multimodo tiene un núcleo mayor y los rayos de luz viajarán siguiendo muchos caminos diferentes entre la entrada y la a salida, dependiendo de sus frecuencias, de sus longitudes de onda y del ángulo de inserción.

Existen dos tipos de fibras, de índice abrupto, que significa un cambio abrupto en el índice de refracción del núcleo y la cubierta de la fibra. El otro tipo es de índice gradual, que expresa un cambio gradual en el índice de refacción del núcleo que se consigue modificando el material que forma el núcleo de una manera gradual, desde el centro del mismo hasta su frontera con la cubierta.

Se ha descubierto que con un índice de refracción gradual en el material de la fibra, podría conseguirse una especie de transmisión monomodo. De esta manera, se conserva el formato de los impulsos, su número y la información se transmite fielmente, ya que la señal se propaga uniformemente a lo largo de la fibra, teniendo pérdidas, pero es posible que no exista una importante distorsión del impulso. Pero si se trata de una fibra que opera en multimodo, al ser alta la frecuencia de entrada, entonces se puede obtener algunos elementos de la señal, tales como los de frecuencia, viajando por la fibra a una velocidad superior a otros elementos, y lo que aparecerá será un problema de distorsión por dispersión.

USOS

La fibra óptica se emplea cada vez más en la comunicación, debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información aumenta con la frecuencia. En las redes de comunicaciones se emplean sistemas de láser con fibra óptica. Hoy funcionan muchas redes de fibra para comunicación a larga distancia, que proporcionan conexiones transcontinentales y transoceánicas. Una ventaja de los sistemas de fibra óptica es la gran distancia que puede recorrer una señal antes de necesitar un repetidor para recuperar su intensidad. En la actualidad, los repetidores de fibra óptica están separados entre sí unos 100 km, frente a aproximadamente 1,5 km en los sistemas eléctricos. Los amplificadores de fibra óptica recientemente desarrollados pueden aumentar todavía más esta distancia.

Otra aplicación cada vez más extendida de la fibra óptica son las redes de área local. Al contrario que las comunicaciones de larga distancia, estos sistemas conectan a una serie de abonados locales con equipos centralizados como ordenadores (computadoras) o impresoras. Este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios. El desarrollo de nuevos componentes electroópticos y de óptica integrada aumentará aún más la capacidad de los sistemas de fibra.

Red de área local o LAN, conjunto de ordenadores que pueden compartir datos, aplicaciones y recursos (por ejemplo impresoras). Las computadoras de una red de área local (LAN, *Local Area Network*) están separadas por distancias de hasta unos pocos kilómetros, y suelen usarse en oficinas o campus universitarios. Una LAN permite la transferencia rápida y eficaz de información en el seno de un grupo de usuarios y reduce los costes de explotación.

Otros recursos informáticos conectados son las redes de área amplia (WAN, *Wide Area Network*) o las centralitas particulares (PBX). Las WAN son similares a las LAN, pero conectan entre sí ordenadores separados por distancias mayores, situados en distintos lugares de un país o en diferentes países; emplean equipo físico especializado y costoso y arriendan los servicios de comunicaciones. Las PBX proporcionan conexiones informáticas continuas para la transferencia de

datos especializados como transmisiones telefónicas, pero no resultan adecuadas para emitir y recibir los picos de datos de corta duración empleados por la mayoría de las aplicaciones informáticas.

Las redes de comunicación públicas están divididas en diferentes niveles; conforme al funcionamiento, a la capacidad de transmisión, así como al alcance que definen. Por ejemplo, si está aproximándose desde el exterior hacia el interior de una gran ciudad, se tiene primeramente la red interurbana y red provincial, a continuación las líneas prolongadas aportadoras de tráfico de más baja capacidad procedente de áreas alejadas (red rural), hacia el centro la red urbana y finalmente las líneas de abonado. Los parámetros dictados por la práctica son el tramo de transmisión que es posible cubrir y la velocidad binaria específica así como el tipo de fibra óptica apropiado, es decir, cables con fibras monomodo ó multimodo.

Telefonía

Con motivo de la normalización de interfaces existentes, se dispone de los sistemas de transmisión por fibra óptica para los niveles de la red de telecomunicaciones públicas en una amplia aplicación, contrariamente para sistemas de la red de abonado (línea de abonado), hay ante todo una serie de consideraciones.

Para la conexión de un teléfono es completamente suficiente con los conductores de cobre existentes. Precisamente con la implantación de los servicios en banda ancha como la videoconferencia, la videotelefonía, etc, la fibra óptica se hará imprescindible para el abonado.

1.6.2 MEDIOS INALÁMBRICOS

1.6.2.1 ENLACES ÓPTICOS AL AIRE LIBRE

El principio de funcionamiento de un enlace óptico al aire libre es similar al de un enlace de fibra óptica, sin embargo el medio de transmisión es el aire. Como se ve en la figura 1.11.

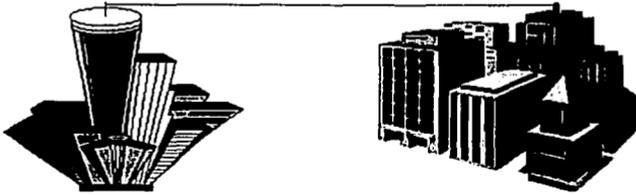


Figura 1.11 Transmisión Inalambrica

El emisor óptico produce un haz estrecho que se detecta en un sensor que puede estar situado a varios kilómetros en la línea de visión. Las aplicaciones típicas para estos enlaces se encuentran en los campus de las universidades, donde las carreteras no permiten tender cables, o entre los edificios de una compañía en una ciudad en la que resulte caro utilizar los cables telefónicos.

Las comunicaciones ópticas al aire libre son una alternativa de gran ancho de banda a los enlaces de fibra óptica o a los cables. Las prestaciones de este tipo de enlace pueden verse empobrecidas por la lluvia fuerte o niebla intensa.

Las mejoras en los emisores y detectores ópticos han incrementado el rango y el ancho de banda de los enlaces ópticos al aire libre, al tiempo que reducen los costos. Se puede permitir voz o datos sobre estos enlaces a grandes velocidades. El límite para comunicaciones fiables se encuentra sobre los dos kilómetros. Para distancias de más de dos kilómetros son preferibles los enlaces de microondas.

Existen dos efectos atmosféricos importantes a tener en cuenta con los enlaces ópticos al aire libre:

- La dispersión de la luz que atenúa la señal óptica en proporción al número y al tamaño de las partículas en suspensión en la atmósfera. Las partículas pequeñas, como la niebla, polvo o humo, tienen un efecto que es función de su densidad y de la relación existente entre su tamaño y de la longitud de onda de la radiación infrarroja utilizada. La niebla, con una

elevada densidad de partículas, tienen un efecto más acusado sobre el haz de luz. Las partículas de humo, más grandes, tienen menor densidad y, por tanto, menor efecto.

- Las brisas ascensionales (originadas por movimientos del aire como consecuencia de las variaciones en la temperatura) provocan variaciones en la densidad del aire y, por tanto, variaciones en el índice de refracción a lo largo del haz. Esto da lugar a la dispersión de parte de la luz a lo largo del haz. Este efecto puede reducirse elevando el haz de luz lo bastante con respecto a cualquier superficie caliente o utilizando emisores múltiples. La luz de cada emisor se ve afectada de diferente forma por las brisas, y los haces se promedian en el receptor.

1.6.2.2 MICROONDAS

Los enlaces de microondas se utilizan mucho como enlaces allí donde los cables coaxiales o de fibra óptica no son prácticos. Se necesita una línea de visión directa para transmitir en la banda de SHF, de modo que es necesario disponer de antenas de microondas en torres elevadas en las cimas de las colinas o accidentes del terreno para asegurar un camino directo con la intervención de pocos repetidores.

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

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

1.6.2.3 LUZ INFRARROJA

Permite la transmisión de información a velocidades muy altas: 10 Mbits/seg. Consiste en la emisión/recepción de un haz de luz; debido a esto, el emisor y receptor deben tener contacto

visual (la luz viaja en línea recta). Debido a esta limitación pueden usarse espejos para modificar la dirección de la luz transmitida.

1.6.2.4 SEÑALES DE RADIO

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

1.6.2.5 COMUNICACIONES VIA SATÉLITE

¿Que es una red Satelital ?

Como su nombre lo indica son redes que utilizan como medios de transmisión satélites artificiales localizados en órbita alrededor de la tierra. En este tipo de redes los enrutadores tienen una antena por medio de la cual pueden enviar y recibir. Todos los enrutadores pueden oír las salidas enviadas desde el satélite y en algunos casos pueden también oír la transmisión ascendente de los otros enrutadores hacia el satélite.

La tecnología de redes satelitales, representada por satélites poderosos y complejos y el perfeccionamiento de las estaciones terrenas están revolucionando el mundo. Así por ejemplo, la necesidad de interconectar terminales remotos con bases de datos centralizadas, de una manera veloz y eficiente, han conducido a una nueva tecnología conocida como "Very Small Apertura Terminal (VSAT)".

Un satélite artificial puede ampliar las señales antes de devolverla, que los hace ver como una gran repetidora de señales en el cielo. El satélite contiene varios transpondedores, cada uno de los cuales capta alguna porción del espectro, amplifica la señal de entrada y después la redifunde a otra frecuencia para evitar la interferencia con la señal de entrada. Los haces retransmitidos pueden ser amplios y cubrir una fracción substancial de la superficie de la tierra, o estrechos y cubrir un área de solo cientos de Kms. de diámetro.

ANCHO DE BANDA

La banda C fue la primera en destinarse al tráfico comercial por satélite; en ella se asignan dos intervalos de frecuencia, el más bajo para tráfico de enlaces descendentes (desde el satélite) y el superior para tráfico de enlaces ascendente(hacia el satélite). Para una conexión dúplex se requiere un canal en cada sentido. Estas bandas ya están sobre pobladas porque también las usan las portadoras comunes para enlaces terrestres de microondas.

La siguiente banda más alta disponible para las portadoras de telecomunicaciones comerciales es la banda Ku. Ver figura 1.12. Esta banda no está congestionada (todavía), y a estas frecuencias los satélites pueden estar espaciados tan cerca como 1 grado. Sin embargo, existe un problema: la lluvia. El agua es un excelente absorbente de estas microondas cortas. Por fortuna, las tormentas fuertes casi nunca abarcan áreas extensas, de modo que con usar varias estaciones terrestres ampliamente separadas en lugar de una sola se puede resolver el problema, a expensas de gastar más en antenas, cables y circuitos electrónicos para conmutar con rapidez entre estaciones. Ya se asignó también ancho de banda en la banda Ka para tráfico comercial por satélite, pero el equipo necesario para aprovecharlo todavía es caro. Además de estas bandas comerciales, existen muchas bandas gubernamentales y militares.

Banda	Frecuencias	Enlace descendente (GHz)	Enlace ascendente (GHz)	Problemas
C	4/6	3.7-4.2	5.925-6.425	Interferencia terrestre
Ku	11/14	11.7-12.2	14.0-14.5	Lluvia
Ka	20/30	17.7-21.7	27.5-30.5	Lluvia; costo del equipo

Figura 1.12 Comparacion de Bandas

Un satélite normal tiene entre 12 y 20 transpondedores, cada uno con un ancho de banda de 36 a 50 MHz. Se puede usar un transpondedor de 50 Mbps para codificar una sola corriente de datos de 50 Mbps, 800 canales digitales de voz a 64 kbps, o varias combinaciones distintas. Además, dos transpondedores pueden aplicar diferentes polarizaciones a la señal, de modo que puedan utilizar la misma gama de frecuencias sin interferencia.

En los primeros satélites, la división de los transpondedores en canales era estática, dividiendo el ancho de banda en bandas de frecuencia fijas (FDM). Hoy en día también se usa la multiplexión por división en el tiempo, debido a su mayor flexibilidad.

Los satélites de comunicaciones tienen varias propiedades que son radicalmente diferentes de los enlaces terrestres punto a punto. Para empezar, aunque las señales hacia y desde un satélite viajan a la velocidad de la luz (cerca de 300.000 km/seg), la gran distancia del viaje redondo introduce un retardo sustancial. Dependiendo de la distancia entre el usuario y la estación terrena y de la elevación del satélite sobre el horizonte, el tiempo de tránsito de extremo a extremo es de 250 a 300 mseg. Una cifra común es 270 mseg (540 para un sistema de VSAT con un eje).

Como base de comparación, los enlaces terrestres de microondas tienen un retardo de propagación de casi 3 seg/km y los enlaces de cable coaxial o fibra óptica tienen un retardo de aproximadamente 5 seg/km (las señales electromagnéticas viajan más rápidamente en el aire que en los materiales sólidos).

Otra propiedad importante de los satélites es que por su naturaleza son medios de difusión. No cuesta más mandar un mensaje a miles de estaciones dentro del alcance de un transpondedor que mandarlo a una sola. En algunas aplicaciones, esta propiedad es muy útil. Aun cuando la difusión se puede simular mediante líneas punto a punto, la difusión por satélite puede ser mucho más económica. Por otro lado, desde el punto de vista de la seguridad y confidencialidad, los satélites son un desastre completo: todos pueden oír todo. El cifrado es esencial cuando se requiere seguridad.

Los satélites también tienen la propiedad de que el costo de transmitir un mensaje es independiente de la distancia recorrida. Una llamada al otro lado del océano no cuesta más en cuanto a servicio que una llamada al otro lado de la calle. Los satélites tienen también excelentes tasas de errores y se pueden instalar en forma casi instantánea, una consideración importante para la comunicación militar.

BENEFICIOS DE LA RED SATELITAL.

Automatización de los procesos con un abarque generalizado a nivel mundial

Lograr una comunicación a través de esta red con todo el mundo, intercambiando dato e información.

Interconectar terminales remotos con bases de datos centralizadas, de una manera veloz y eficiente.

Videoconferencias de alta calidad para tele reuniones para los proveedores de servicio Internet (ISP).

Acceso a alta velocidad a los grandes nodos de Internet.

Difusión con una cobertura instantánea para grandes áreas.

Constituyen una magnífica aplicación para sistemas comerciales, financieros, industriales y empresariales y representan oportunidades especiales para trabajos a nivel multinacional, dado que una sola estación central puede controlar cientos y hasta miles de pequeñas estaciones; con la gran ventaja que el beneficio de la economía de escala se traslada al usuario final.

CAPITULO 2

RDSI

2.1 INTRODUCCION

Para llegar a la RDSI, no se puede destruir todo lo que se tiene actualmente y construir una nueva red, sino que requiere de un proceso de transformación, tanto desde el punto de vista de la infraestructura necesaria como desde el punto de vista de la adaptación de los usuarios a esa nueva tecnología. En un principio, la RDSI tendrá una capacidad limitada, pero permitirá que determinados usuarios con unas necesidades mayores de servicios de telecomunicaciones se vayan introduciendo en esa red. Posteriormente, la utilización de la RDSI será mayor, lo que permitirá abaratar los terminales y los costes de uso de la red. Dentro de pocos años, todos tendremos una línea RDSI y no nos explicaremos como en el pasado la gente podía conformarse con una línea telefónica que tan solo permitía transmitir la voz a casi cualquier parte del mundo y datos a tan solo 28 800 bps.

2.2 HACIA LA RDSI

La red telefónica esta teniendo en los últimos años una profunda transformación, debido a la introducción en la misma de técnicas digitales. Esta transformación paulatina ha supuesto en una primera parte la digitalización de la red, tanto en los centros de comunicación como en los medios de transmisión, logrando lo que se ha venido a llamar **Red Digital Integrada, RDI**.

Con la Red Digital Integrada el único elemento que todavía sería analógico sería el acceso del abonado a la red, incluyendo el bucle del abonado (línea de acceso del abonado o usuario) y el equipo terminal.

La red Digital de servicios integrados, RDSI, supone la digitalización completa, tanto de los bucles de abonado, como de las centrales y medios de transmisión entre los mismos, de forma que existe una continuidad digital de extremo a extremo de la comunicación. Además de eso, la RDSI posee un grado de inteligencia que permite poseer a los usuarios nuevas facilidades y servicios, en comparación con las redes existentes. De esta manera se obtiene no solo una mejora en la calidad, sino la posibilidad de ofrecer nuevos servicios. Ver figura 2.1 evolución de la RDSI.

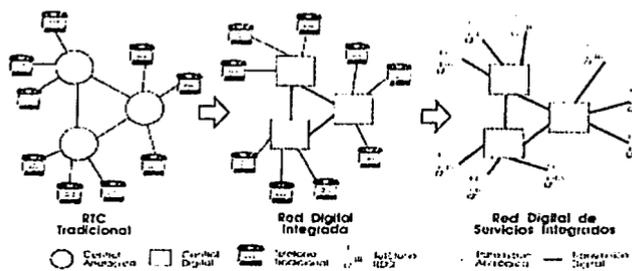


Figura 2.1 Evolución hacia la RDSI

El CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) definió la RDSI como: Red que procede por evolución de la Red Digital Integrada y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otro tipo, y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto definido de interfaces normalizadas.

En un principio, la RDSI coexiste con las redes convencionales (red telefónica, redes de conmutación de paquetes, etc.), pero incorporando elementos que permiten su interconexión, para posteriormente convertirse en una red de telecomunicaciones, absorbiendo todos los servicios ofrecidos por las otras redes.

2.3 ACCESO DE LOS USUARIOS

Desde que empezó la UIT (CCITT), a finales de los años setenta, a desarrollado las soluciones técnicas y las normas que configuran la RDSI, siempre ha sido considerado como uno de los objetivos mas importantes el definir una línea digital de abonado a la que se pudieran conectar diversos tipos de terminales y que fuera de aplicación a una gran variedad de servicios, pero manteniendo un numero mínimo de interfaces de conexión. Siguiendo esta idea, la RDSI tiene normalizada en la parte del usuario tres equipos (llamados en terminología RDSI agrupaciones funcionales) y tres interfaces que los interconectan.

Los quipos son los siguientes:

- Equipo terminal. ET
- Terminal de red 1. TR1
- Terminal de red 2. TR2

Estos equipos están interconectados a través de una interfaz normalizada, denominada interfaz S para la interconexión de los equipos ET y TR2, e interfaz T para la interconexión de los equipos TR1 y TR2 el equipo TR1 se conecta a la línea RDSI a través de una interfaz U.

Los equipos terminales, ET son los equipos de usuarios diseñados para su conexión a la RDSI; esto es, teléfonos RDSI, fax RDSI, terminales de datos etc. Por su parte, los equipos de terminación de red se ocupan de que la información procedente de los equipos terminales llegue a la RDSI con el formato adecuado para que pueda ser transmitida por la red.

El equipo TR1 conecta las instalaciones del usuario a la línea de transmisión digital del bucle de abonado; esto es, a la red. Sus funciones principales son la transmisión de la información y la sincronización de las comunicaciones. El TR1 representa la frontera entre la red del usuario y la red pública.

El equipo TR2, no presente en todas las instalaciones, realiza las funciones de control de la propia instalación del usuario. Por ejemplo, se encarga del tratamiento de la señalización de los terminales, de la gestión de los canales de conversación y de señalización, de la comunicación local para llamadas internas a la instalación de usuarios, etc.

La capacidad de transferencia de información (voz, datos, video, etc.) entre el acceso de usuario y la RDSI esta estructurada en forma de canales de transferencia de información. La RDSI considera los siguientes tipos de canales:

- Canal B. canal 64 Kbps destinado al transporte de información de usuario (voz, datos, video, etc.).

-
- Canal D, canal de 16 o 64 Kbps destinado principalmente a la transmisión de información de señalización usuario-red para el control de la comunicación, aunque también puede ser utilizado en determinadas conexiones de la transferencia de información de usuarios en servicios de teleacción (telealarma, telecontrol y telemedida) y de transmisión de datos de baja capacidad.
 - Canal H, son los canales, que proporcionan al usuario una capacidad de transferencia de información a velocidad superior a 64 Kbps. Hasta el momento se han definido los canales H0 (384 Kbps, equivalentes a 6 canales B), H11 (1536 Kbps, equivalentes a 247 canales B) y H12 (1920 Kbps equivalente a 30 canales B).

Estos canales de comunicación pueden ser combinados de diferente manera dando lugar a los diferentes tipos de acceso de los que dispone el usuario. Estos accesos son los siguientes:

- Acceso básico.
- Acceso primario.

2.3.1 ACCESO BÁSICO

El acceso básico, también conocido como acceso 2B+D, o por las siguientes siglas BRA (Basic Rate Access), proporciona al usuario dos canales B y un canal D (de 16 Kbps). El acceso básico permite al usuario establecer hasta dos comunicaciones simultáneas a 64 Kbps (canales B), pudiendo utilizar además la capacidad vacante del canal D (capacidad no requerida para funciones de señalización) para la transmisión de datos a baja velocidad.

La aplicación principal de este tipo de accesos se da en las instalaciones de usuarios dotadas con un reducido número de terminales (menos de 8), aunque también pueden ser utilizados varios accesos básicos para conectar centralitas de pequeña capacidad.

Mediante un acceso básico se puede conectar a la red un único terminal, o bien puede establecerse el llamado bus pasivo (sin elementos activos), mediante el cual se puede conectar

hasta 8 terminales a un único acceso básico. Estos terminales se conectan mediante derivación en paralelo a dicha línea.

Los terminales están conectados al equipo de terminación de red TR1 mediante un cable de cuatro hilos, dos de los cuales se encargan de transportar las señales transmitidas y los otros dos se encargan de las señales recibidas. En el caso del acceso básico no se dispone de equipo TR2, por lo que las interfaces S y T coinciden, llamándose en ocasiones a esta interfaz, interfaz S/T. Esto se puede ver en la figura 2.2.

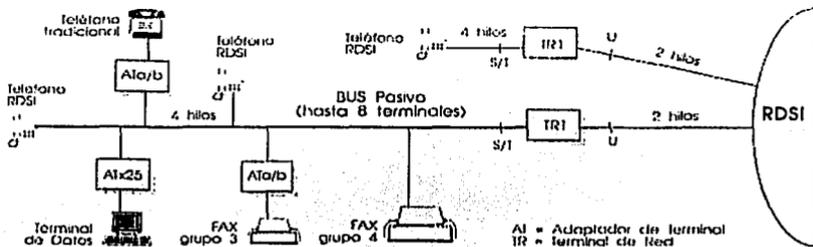


Figura 2.2 Acceso básico RDSI.

La velocidad de transmisión total por los cuatro hilos de la instalación interna del usuario es de 192 Kbps (B+B+D+control+sincronismo+mantenimiento).

Los terminales que conectamos al TR1 mediante la interfaz S/T pueden ser terminales digitales exclusivos de la RDSI (ET1), como son el teléfono, fax o videotex RDSI, o también se pueden conectar dos terminales analógicos convencionales (conocidos como ET2).

2.3.2 ACCESO PRIMARIO.

El acceso primario, también conocido como acceso 30B+D, o por las siglas PARA (*primary Ratee Interface*), proporciona al usuario 30 canales B y un canal D (de 64 Kbps). En total, la velocidad

binaria de este tipo de acceso es de 2048 Kbps (30B+D+ canal de sincronización). Este acceso permite establecer hasta 30 comunicaciones simultáneas de 64 Kbps. Ver figura 2.3 de Acceso primario.

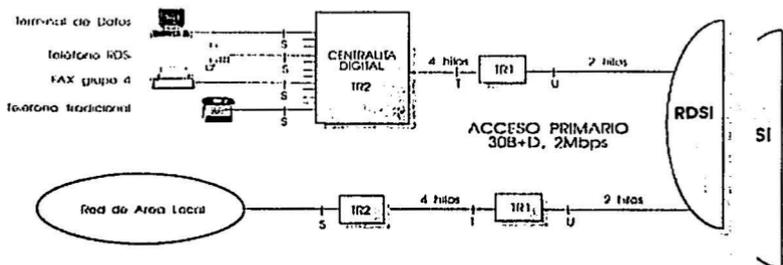


Figura 2.3 Acceso Primario.

El acceso primario puede soportar además otras combinaciones de canales B, H0, H11 y H12, aunque siempre respetando la limitación de velocidad de 2048 Kbps.

Por ejemplo, son combinaciones posibles 5H0+D o H12+D.

La aplicación principal de este tipo de acceso es la conexión a la RDSI de centralitas digitales, sistemas multilínea y redes de área local de mediana y gran capacidad.

El acceso primario necesita tanto el equipo de terminación de red TR1 como en TR2, aunque estos pueden estar en una única unidad. En el caso de centralitas digitales, la misma centralita hace las funciones de TR2.

Hay que resaltar que en Norteamérica, el acceso primario no dispone de 30 canales B más uno D de 64 Kbps (2048Kbps), sino 23 canales B más uno D de 64Kbps (1536 Kbps). La razón de esta diferencia estriba en la distinta estructura jerárquica de los medios de transmisión existentes en Europa y Estado Unidos. El acceso básico sí sigue siendo en ambos casos 2B+D.

2.4 EQUIPOS TERMINALES

Como se ha dicho al comienzo de este capítulo, la RDSI supone la conectividad digital terminal-terminal, lo cual quiere decir que, dado que los terminales actuales son terminales analógicos, la RDSI dispondrá de sus propios terminales digitales distintos de los terminales convencionales actuales. Por otro lado, dado que la RDSI pretende ser un a evolución de las redes convencionales, para permitir que los terminales convenciones actuales puedan ser conectados a la RDSI se dispone de los adaptadores de terminal.

2.4.1 ADAPTADORES TERMINALES

Dado que la RDSI incorpora una nueva interfaz(conector), y dado también que los terminales convencionales(teléfonos convencionales, módems, fax, etc.) están pensados para acceder a las redes convencionales (redes telefónicas o redes de conmutación de paquetes), si se desea poder conectar un terminal convencional a la RDSI y hacerlo de forma que dicha conexión aproveche al máximo las características de esta nueva red, lo más apropiado es utilizar un equipo conocido como adaptador de terminal. Aunque, dicho sea de paso, este equipo debería se llamado más propiamente adaptador de interfaz.

Los adaptadores de terminal también conocidos por las siglas AT (TA en la terminología inglesa, *Terminal Adaptors*), fundamentalmente llevan a cabo una conversión de la naturaleza de la señal (aunque no en todos los casos), así como de la señalización y de la sincronización de la comunicación. Esta adaptación permite que terminales con interfase RJ11 (conectores telefónicos), V24 (RS232), X21 o de cualquier otra naturaleza puedan ser conectados a la interfaz S/T de la RDSI.

En la actualidad existen cuatro tipos de adaptadores de terminal:

- Adaptadores de audiconferencia, Ata/b
- Adaptadores RS-232, AT-V24/s o AT-V

-
- Adaptadores X25, AT-X25/s o AT-X25
 - Adaptadores X21/s

2.4.2 ADAPTADORES DE AUDIOCONFERENCIA.

Los adaptadores de audio conferencia o ATa/b (también llamado TAt/r *Terminal Adaptor tip/ring*) proporcionan a los terminales analógicos actuales (teléfonos convencionales, fax, videotex, módems, etc.) un medio de conexión a la RDSI. Este trabajo de adaptación consiste fundamentalmente en llevar a cabo las tareas de conversión analógico/digital, de señalización, de adaptación de la velocidad de transmisión de la información y de sincronización. La conversión analógico/digital es llevada a cabo para adaptar las señales analógicas de 300 a 340 Hz propias de un canal telefónico actual al medio digital de 64 Kbps propio de la RDSI. La conversión de señalización tiene por objetivo efectuar una traducción de los mensajes de señalización emitidos por el canal D y la señalización de los terminales analógicos actuales (señal de invitación a marcar, señal de llamada, toma de línea de marcación decimal o multifrecuencia, liberación, etc.)

2.4.3 ADAPTADORES RS-323

Los adaptadores RS-232, mejor conocidos como adaptadores V24, AT-V24/s o AT-V, (ver figura 2.4 para adaptador AT-V), permiten conectar a la RDSI terminales que tengan una interfaz V24 (RS232). Dicho más directamente, estos adaptadores permiten conectar computadoras a la RDSI sin la necesidad de utilizar módems. Esta solución ofrece la ventaja de poder interconectar dos computadoras utilizando medios completamente digitales, evitando de esta forma la conversión analógico/digital y los problemas que ello conlleva. Este hecho produce una importante disminución de la probabilidad de error y un aumento de velocidad (64 Kbps).

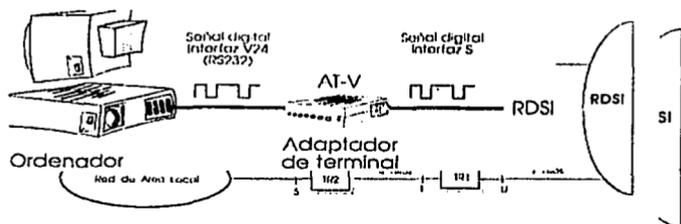


Figura 2.4 Adaptadores de Terminal AT-V.

El adaptador de terminal AT-V lleva a cabo una conversión directa entre las señales de la interfaz V24 (RS232) y las de la interfaz S. Esta conversión se realiza utilizando señales digitales exclusivamente, por lo que no es necesaria la utilización de módems. AT-V también se encarga de convertir los procedimientos de marcación y repuesta automática a los del protocolo del canal D de la RDSI.

Concretando, el adaptador AT-V lleva a cabo las siguientes acciones:

- Conversión de las características mecánicas, eléctricas y funcionales de la interfaz V24 a las de la interfaz S/T de la RDSI.
- Adaptación de la velocidad del usuario de la interfaz V24 a los 64 Kbps de la RDSI (conforme a la norma ECMA 102)
- Mantenimiento de la señalización de control de la Interfaz V24 (circuitos 105, 107, 108 y 109)

2.4.4 ADAPTADORES X25

Los adaptadores X25, AT-X25/s o AT-X25 permiten conectar a las RDSI terminales X25, garantizando la interfuncionalidad de dichos terminales, propios de redes de conmutación de paquetes, a través de la RDSI. Estos terminales de datos deben presentar una interfaz conforme

a la recomendación X21bis y utilizar un procedimiento de llamada manual o automática de tipo V25bis.

Existen dos tipos de adaptadores X25; aquellos que permiten acceder a la conmutación de paquetes a través del canal B (64 Kbps), y aquellos que realizan este acceso a través del canal D (baja velocidad).

En comparación con la utilización del canal B, la utilización del canal D tiene ciertas restricciones en la utilización del protocolo X25. Esto es debido a que el canal D debe seguir siendo utilizado como canal de señalización, lo que produce, por ejemplo, que la longitud máxima de los paquetes X25 sea de 256 octetos.

2.4.5 ADAPTADORES X21

Los adaptadores X21/s permiten conectar a las RDSI terminales que transmitan datos a 64 Kbps. Este adaptador sólo se encarga de la conversión de las señales de control de la interfaz X21 en señalización sobre canal D, así como de garantizar la sincronización de acuerdo a la recomendación de la UIT (CCITT).

2.5 TERMINALES RDSI

Dados que la RDSI ofrece mayores capacidades de transmisión y de señalización, eso se traduce en la posibilidad de ofrecer nuevos servicios, y por tanto en la necesidad de desarrollar nuevos terminales para esos nuevos servicios. Se puede decir que existen dos categorías de terminales RDSI:

- Los terminales que ofrecen servicios equivalentes a los servicios actuales, los cuales facilitan exclusivamente la ventaja de la calidad de transmisión. Terminales de este tipo son los terminales telefónicos RDSI, el fax RDSI o el videotex RDSI.

-
- Los terminales de carácter innovador, los cuales facilitan la presentación de un nuevo servicio. Terminales de este tipo son los terminales multifuncionales, multimedia o terminales de imagen.

El servicio telefónico de transmisión de voz es uno de los servicios que mas van a notar la mejora de la calidad ofrecida por la RDSI, así como la mejora de los servicios suplementarios ofrecidos, gracias a la existencia del canal D de señalización. En el lado de la calidad, la RDSI elimina las atenuaciones de las señales vocales producidas por las largas distancias, eliminando también los fenómenos de distorsión de frecuencia, la posibilidad de acoplamiento entre los dos sentidos de la transmisión y mejorando considerablemente las funciones de escucha amplificada y manos libres.

Por otro lado, la existencia del canal D de señalización permite el intercambio de datos de terminal y la red, incluso durante la fase de comunicación. Esta característica permite ofrecer todo un conjunto de servicios suplementarios a los usuarios de la RDSI, tales como identificación del llamante, intercambio de datos usuario-usuario, aviso de llamadas en espera, desvío de llamadas, doble comunicación, facilidades de tasación, etc.

2.6 CENTRALITAS DIGITALES

Las centralitas digitales o PBX (Private Branch Exchange) son equipos que, en nuestro caso, dan acceso a la RDSI a un gran número de terminales (extensiones). Cada uno de estos terminales tiene las mismas características y facilidades que aquellos que conectan a la RDSI a través de un acceso básico siendo la única diferencia el hecho de compartir el medio de conexión con la red.

Existen dos posibilidades de conectar una centralita a la RDSI:

1. Mediante el uso de varios accesos básicos. Este tipo de conexión suele ser conveniente para centralitas digitales de pequeña capacidad.
2. Mediante la utilización de uno (o varios) accesos primarios. Este tipo de conexión es el adecuado para las centralitas de mediana y gran capacidad.

La conveniencia de utilizar uno u otro acceso depende no sólo del número de extensiones, sino también del tráfico externo de la centralita, calculándose a modo orientativo que si el tráfico requiere el uso de 10 o más canales B, resulta más económico la utilización de un acceso primario, en lugar de los 5 o más accesos.

2.7 SERVICIOS

La RDSI, como evolución de la red telefónica convencional, ofrece a los usuarios los servicios (facilidades) que ya ofrecía ésta, pero además, permite la introducción de nuevos servicios basados en la conexión digital a 64 Kbps. Asimismo, gracias a la potencialidad y flexibilidad de su canal de señalización, el usuario de la RDSI puede disponer de un amplio repertorio de servicios suplementarios.

Los servicios que ofrece la RDSI se dividen en dos categorías básicas, servicios portadores y teleservicios, además de los servicios suplementarios asociados a los anteriores.

2.7.1 SERVICIOS PORTADORES

Los servicios portadores ofrecen al usuario de la RDSI la capacidad de transportar su información entre dos equipos terminales, a la velocidad en bits por segundo deseada, e independientemente del contenido o aplicación de a información.

Los servicios portadores permiten transmitir datos a velocidades de hasta 64 Kbps sin restricciones a través del canal B, transmitir señales de audio de 3.1 KHz de ancho de banda, o la transmisión alternada de conversación y de transmisión de datos a 64Kbps dentro de la misma comunicación. Asimismo, también son servicios portadores la transmisión de datos a velocidades superiores a los 64 Kbps mediante los canales H0, H11 o H12.

La RDSI permite ofrecer a sus usuarios, además de los servicios de transmisión de datos semejante a los ya ofrecidos por las redes existentes (red telefónica y red de conmutación de paquetes), una nueva gama de servicios portadores basados en la utilización de conexiones a 64 Kbps o a $n \times 64$ Kbps. Los primeros, además de ser accesibles por los propios terminales RDSI con interfaz S, también podrán ser utilizados por los terminales convencionales no RDSI mediante la utilización del correspondiente adaptador de terminal.

Los servicios portadores se pueden clasificar en servicios portadores modo circuito y servicios portadores modo paquete.

Los servicios portadores modo circuito se caracterizan porque transmiten la información del usuario por un canal (canal B, H, etc.) y la información de señalización por otro canal diferente (canal D). A continuación vamos a ver algunos de los servicios portadores modo circuito. Téngase en cuenta que estos servicios, o facilidades, son seleccionados desde el terminal del usuario en el momento de su utilización.

- *Transmisión de datos a 64 Kbps sin restricciones:* Este servicio permite transportar la información de un terminal a otro asegurando que la secuencia de bits no es alterada. En este caso, la información del usuario se transmite por un canal B, y la señalización por el canal D.
- *Conversión a 64 Kbps:* Este servicio ofrece una capacidad de transferencia de información a 64 Kbps para soportar comunicaciones de conversación. En este caso, la red puede utilizar técnicas apropiadas para el procesamiento de las señales de voz. Como consecuencia de esto, la red no garantiza la integridad de los bits, por lo que únicamente debe ser utilizado para la transferencia de señales de voz.
- *Señales de audio de 3.1 KHz:* Este servicio está pensado para la transmisión de señales analógicas de 300 a 3400 Hz. La utilidad principal de este servicio es la transmisión de señales procedentes de módems o de equipos fax del grupo 1, 2 ó 3.

-
- *Alternancia de voz y datos:* Este servicio portador permite transmitir alternativamente las señales de conversión y las transformaciones de datos a 64 Kbps dentro de una misma comunicación.
 - *Transmisión de datos 2x64 Kbps:* En este caso se utilizan los dos canales B del acceso básico para transmitir datos, transmitiéndose las señales control a través del canal D.

Por su parte, el servicio portador en modo paquete incluye funciones de tratamiento de información estructurada en paquetes. En este caso, las informaciones tanto del usuario como las de control pueden ser transmitidas tanto por el canal B como por el canal D, pudiendo establecerse comunicaciones en modo circuito virtual conmutado o en modo virtual permanente.

2.7.2 TELESERVICIOS.

Los teleservicios ofrecen al usuario la capacidad completa de comunicación, incluidas las funciones del equipo terminal. Esto quiere decir que las prestaciones de los teleservicios se reciben a través de su terminal correspondiente.

La RDSI ofrece, además de los teleservicios equivalentes a los ofrecidos por las redes actuales, aquellos que están basados en las conexiones de 64 Kbps. Estos servicios son los siguientes:

- **Telefonía:** Es similar al ya ofrecido por la red telefónica convencional (con un ancho de banda de 3.1 KHz), pero aumentando la calidad de la comunicación, además, el hecho de disponer del canal D para la señalización y control, hace que el tiempo de establecimiento de la conexión se reduzca de los 10 a los 20 segundos actuales como a unos 3 segundos.
- **Telefonía a 7 KHz:** Con la utilización de nuevas técnicas de codificación aportados por los teléfonos digitales, se ofrecen comunicaciones telefónicas con un ancho de banda de 7 KHz. Eso se traduce en que se recibirán las voces mas parecidas a las originales, perdiéndose el sonido tan característico de las comunicaciones telefónicas.

-
- Facsimil grupo 2/3: Son los fax actuales, que se podrían conectar a la RDSI mediante adaptadores de terminal AT a/b.
 - Facsimil grupo 4: Son equipos fax específicos de la RDSI, los cuales permiten transmitir paginas A4 en 15 segundos, en vez de los 60 segundos de los faxes actuales, y con una definición superior.
 - Videotex: Es el servicio actual, necesitando los terminales videotex el adaptador AT a/b para conectarse a la RDSI. En un futuro se espera que el videotex evolucione, aprovechando las ventajas de la red y ofreciendo consecuentemente servicios mas rápidos y de mayor calidad de representación.
 - Videotelefonía: Este servicio permite la transmisión de imágenes junto con la voz, usando dos canales B. Las imágenes son de barrido lento (una cada 3 segundos), y se requiere un terminal llamada videoteléfono.
 - Otros Servicios: Se pueden ofrecer otros servicios, como son la telealarma, tele acción o telecontrol, aprovechándose de las ventajas de la RDSI. Así como los nuevos servicios que aparezcan al amparo de las características de la nueva red.

2.7.3 SERVICIOS SUPLEMENTARIOS.

Los servicios suplementarios son aquellos que modifican o complementan la presentación de un servicio básico, ofreciendo al usuario facilidades adicionales.

Alguno de los servicios suplementarios son idénticos a los ya existentes, y otros son propios de la RDSI.

Los organismos internacionales han definido mas de 50 servicios suplementarios, disponiendo las primeras instalaciones de RDSI solo de algunos de ellos, entre los que destacamos:

- Grupo cerrado de usuarios.
- Identificación del usuario llamante.
- Restricción de la identificación del usuario llamante.

-
- **Identificación del usuario conectado:** útil en el caso en que haya habido desvíos.
 - **Restricción de la identificación del usuario conectado.**
 - **Identificación de llamada de espera.**
 - **Marcación directa de estaciones.**
 - **Múltiples números de abonado;** permite dotar a cada uno de los 8 terminales de bus pasivo de un número independiente.
 - **Subdireccionamiento;** permite identificar a cada uno de los 8 terminales del bus pasivo con unos números adicionales al número telefónico de la línea RDSI.
 - **Portabilidad de terminales:** cada terminal está identificada por sí misma y no por el enchufe al que está conectada. Esto permite suspender una llamada establecida y volver a recuperarla con el mismo terminal, en otra posición distinta dentro del mismo bus pasivo.
 - **Señalización de usuario;** permite el envío de información entre los usuarios durante la comunicación de forma transparente a la red.
 - **Línea directa sin marcación.**
 - **Marcación abreviada.**
 - **Conferencia de tres.**
 - **Desvío de llamadas:** desvía las llamadas dirigidas hasta nuestra línea RDSI hacia otra línea previamente definida.
 - **Transferencia de llamadas dentro del bus pasivo.**
 - **Llamada completada sobre abonado ocupado.**
 - **Grupo de captura.**
 - **Información de tarificación;** permite conocer el costo de la llamada al final o durante la misma.
 - **Retención y recuperación de llamadas.**

2.8 TRANSMISION DE DATOS EN RDSI.

Realmente, en la RDSI no se puede hacer una diferencia entre transmisión de datos y transmisión de cualquier otro tipo de señal, ya que el RDSI es una red completamente digital, y como tal, cualquier tipo de señal que no sea digital es convertida a digital antes de ser introducida en la red.

Eso quiere decir que, a diferencia de la red telefónica convencional, la transmisión de datos de la RDSI no presenta ninguna particularidad ni problemática especial desde el punto de vista de la red. Por lo tanto, cuando aquí hablamos de transmisión de datos por RDSI no nos referimos a las particularidades de este tipo de señales, sino a las particularidades de la aplicación de transmisión de datos entre sí.

En este sentido, al disponer la RDSI de un servicio transparente a 64 Kbps (servicio portador) con una interfaz usuario-red normalizada (interfaz S), lo que permite la comunicación de datos entre cualquier par de terminales que incorporen dicha interfaz, sin necesidad de utilizar módems. Esta capacidad de transmisión de datos puede llegar incluso a los 128 Kbps (2x64 Kbps) en un acceso básico, o a los 2048 Kbps utilizando un acceso primario. No obstante, como ya hemos visto, quien podrá hacerlo con la ayuda de un adaptador de terminal.

La posibilidad de transmitir datos a 64 Kbps (o incluso a velocidades superiores con la utilización de canales H0, H11 o H12) permite abordar aplicaciones que hasta ahora requerían la utilización de medios específicos. Este es caso, por ejemplo de las aplicaciones de interconexión de redes de área local, tele-trabajo, acceso a bases de datos e imágenes, video distribución, etc.

El tele-trabajo es una de las aplicaciones que se ven muy favorables con la RDSI, ya que permite transmitir datos a alta velocidad, en un entorno libre de errores y sin tener que usar líneas dedicadas (líneas alquiladas). La RDSI ofrece una tarifa mensual relativamente baja y unos costos por tiempo de conexión no muy altos.

En cuanto a la interconexión de redes, la RDSI es una forma muy natural de interconectar redes de área local, sobre todo cuando estas conexiones no tienen que estar establecidas durante las 24 horas del día.

Quizás uno de los servicios de la RDSI que más pueden impactar es la introducción generalizada de las videoconferencias a través de accesos básicos o canales H. Los precios de los terminales de videoconferencia están bajando en los últimos años, lo cual está aumentando el interés por esto

tipo de servicios. Los fabricantes de software y hardware de videoconferencia están avanzando considerablemente en la tecnología de compresión de video, lo que permite que las unidades de videoconferencia puedan funcionar con accesos 2B+D.

Otras aplicaciones que se están desarrollando gracias a la aparición de la RDSI son los sistemas interactivos de respuesta de voz, IVRS (Interactive Voice Response Systems), mediante los cuales se puede gestionar un correo de voz, marcaje predictivo, servidores de fax y servidores automatizados de información.

2.9 RDSI DE BANDA ANCHA.

La RDSI vista hasta ahora es lo que se denomina RDSI de banda estrecha, RDSI-BE ya que solo puede soportar la prestación de servicios que requieren el transporte de señales de hasta 2 Mbps. Esta limitación viene impuesta por la tecnología utilizada, que no es la adecuada para manejar señales de mas velocidad.

Para aquellos servicios que requieren velocidades superiores a 2 Mbps es para los que se esta desarrollando la RDSI de banda ancha, RDSI-BA. Esta red permitirá la transmisión de de datos de hasta 34Mbps, siendo el acceso del abonado a la RDSI-BA mediante una línea de fibra óptica. Con esta línea se tendrá acceso tanto a todos los servicios de banda estrecha ya ofrecidos por la primera generación de RDSI como a nuevos servicios como los siguientes:

- Comunicaciones de datos a muy altas velocidades (de 2 a 34 Mbps), lo cual es útil para la transferencia de señales de video, para la interconexión de redes de área local o para aplicaciones de diseño, fabricación e ingeniería asistidos por ordenador, CAD/CAM/CAE.
- Videotelefonía de alta calidad, que permitirá establecer comunicaciones viendo la imagen del interlocutor con una calidad similar a la de la TV actual.
- Facsimil en color.
- Videotex de banda ancha, que podrá incorporar imágenes móviles a la información ofrecida.

-
- Videoconferencia conmutada
 - Videomensajería, que permitirá el intercambio de mensajes cuyo contenido sean imágenes de video.
 - Distribución de imágenes de TV, pudiéndose incluso ver los programas o películas deseados al conectarse a la base de datos de distribución de video.

2.9.1 ATM

Una de las características de las redes de conmutación de circuitos actuales, como la RTC o la RDSI-BE, es que son bastante inflexibles. Eso quiere decir que cada circuito debe trabajar siempre a la misma velocidad durante toda su existencia. Sin embargo cuando se necesitan establecer comunicaciones tan diferentes como videoconferencia, datos a gran velocidad o TV de alta definición, se hace evidente la necesidad de disponer de circuitos con distintas capacidades o, mejor aun, circuitos que puedan adaptar su capacidad a las necesidades de cada comunicación. Eso es lo que necesita la RDSI-BA, esa es la idea de ATM.

ATM, o modo de transferencia asíncrono, ha sido definido para soportar de forma flexible la conmutación y transmisión de tráfico multimedia, comprendiendo voz, datos, imágenes y video.

ATM se basa en el concepto de conmutación de paquetes a alta velocidad (*Fast Packet Switching*).

Las comunicaciones en ATM están soportadas sobre paquetes de longitud fija y tamaño pequeño.

Esta unidad de comunicación es conocida con el nombre de *celda* y tiene una longitud de 5 bytes de cabecera y 48 bytes de información (*payload*). La característica principal de ATM es que las celdas no son reservadas para las distintas comunicaciones establecidas, si no que son asignadas dinámicamente a cada comunicación conforme estas van transmitiendo información. Dicho de otra forma, no existen celdas vacías. Esta técnica es la que permite disponer de lo que se ha venido a llamar *ancho de banda bajo demanda*.

Cada característica importante, hay que añadir que ATM no utiliza ninguna técnica de control de flujo o de control de errores, confiando la calidad de la transmisión a la alta fiabilidad de las redes digitales, típicamente soporta sobre fibra óptica. Este hecho le permite disponer de un

cabecera de celda de longitud pequeña, tan solo 5 bytes (9.5%), lo cual aumenta considerablemente la eficiencia de la comunicación.

Para la transmisión de señales de voz o de video, el sistema de celdas pequeñas de longitud fija es bueno porque permite mantener tiempos de retardos muy bajos, constantes y predecibles. Hay que tener en cuenta que mientras que la transmisión de datos es muy sensible a las pérdidas de información, aunque sean ínfimas las transmisiones de voz y de imágenes resultan sensibles a los retardos variables, a no tanto a las pequeñas pérdidas de información.

CAPITULO 3

ATM

3.1 INTRODUCCION

Las redes de datos en las corporaciones modernas pueden estar formadas por más de un tipo de red, por ejemplo, una compañía puede tener una red de comunicaciones que incluya una red X.25 y otra Frame Relay trabajando independientemente, cada una de estas responde a las necesidades específicas de transmisión en la corporación, con lo cual se definen las configuraciones específicas de la red ATM como se muestra en la figura 3.1.

La tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode) con su aparición en la industria de las telecomunicaciones esta aportando un notable avance en las técnicas de transmisión de datos, gracias en gran parte al aprovechamiento eficiente de los medios de transmisión como la fibra óptica, la cuál soporta muy altas velocidades de trasferencia de datos.

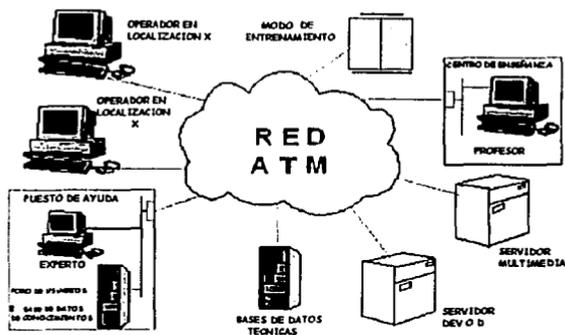


Figura 3.1 Configuración de Red basada en ATM

En una red de datos que use conmutadores ATM se pueden tener las funciones de las redes LAN integradas con las de una WAN, es decir, los servicios que normalmente se tienen en las redes LAN se obtienen con el mismo protocolo y premisas de diseño que se tienen para las redes WAN.

Figura 3.2. En ese sentido grupos de estudio y experimentación están realizando diversas pruebas sobre una variedad de equipos ATM, buscando encontrar formas para reducir significativamente las actividades de instalación ATM tanto en redes públicas como privadas.

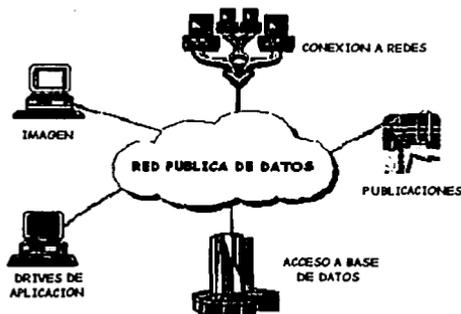


Figura 3.2 Integración de servicios a través de una red ATM

El uso de tecnologías de transmisión de datos tal como X.25 o Frame Relay requieren de una infraestructura de red pública que permita satisfacer la creciente demanda del ancho de banda y seguridad en la transmisión; esta situación conduce a explorar tecnologías que incluyan protocolos que satisfacen esas expectativas. ATM responde a esta situación facilitando la integración de los servicios ofrecidos con un esquema de diseño de red y protocolo único válido para redes LAN y WAN.

En las actuales redes corporativas públicas o privadas son requeridos eficientes mecanismos de conmutación además de un soporte a múltiples servicios con independencia del medio de transmisión, sin embargo, el actual contexto muestra una situación en la cual coexisten diferentes arquitecturas y tecnologías de red no existiendo una sola red que se adapte eficientemente a un servicio para el cual no fue diseñada, esta situación conduce a pensar en un tipo de red unificada que sea capaz de transportar datos de todos los servicios actuales y que además puedan incluirse

los servicios para aplicaciones modernas que demandan más ancho de banda o bien un ancho de banda dedicado para garantizar la consistencia de los servicios ofrecidos.

La calidad de un servicio tiene una estrecha relación con la técnica de transmisión utilizada (protocolo). En ATM la celda es la unidad fundamental de transmisión de datos. Ofrece la posibilidad de tener eficientes mecanismos de conmutación para dar soporte a múltiples servicios de una manera más flexible.



Figura 3.3 Celda ATM como unidad fundamental de transmisión

Entre las ventajas que podemos encontrar en ATM están: Su velocidad de hasta 640 Mbps, su capacidad de expansión (puertos de acceso y ancho de banda) y la garantía de la integridad de un servicio a través de un ancho de banda dedicado. Tales ventajas son posibles gracias a los eficientes mecanismos de conmutación que provee el protocolo dando así soporte a múltiples servicios de manera flexible.

ATM ha sido producto de las investigaciones hechas sobre ISDN de banda ancha (de la misma manera que Frame Relay sobre ISDN), de tal forma que un acertado análisis de cada tecnología debería hacerse sobre su correspondiente contexto.

Es una de las técnicas más avanzadas de comunicaciones disponible para la transmisión de datos. ATM usa paquetes de longitud fija que son llamadas celdas, de manera que precisamente por ello se disminuye en forma considerable el procesamiento, figura 3.3, y así es posible trabajar en elevadas velocidades que van desde los 100 hasta los 622 Mbps o superiores ATM a 1 Gbps hace posible múltiples conexiones lógicas mismas que permiten multiplexar los servicios de B-ISDN, en una sola interfaz física como se ilustra en la figura 3.4.

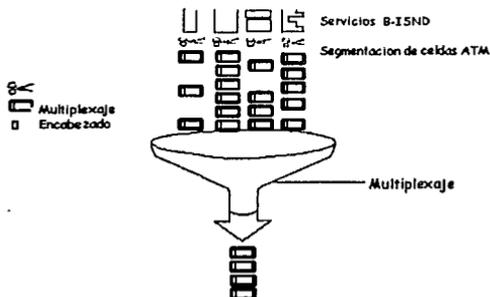


Figura 3.4 Multiplexaje ATM

En esta tecnología no existe un control de los errores interfaz enlace por enlace ya que esta provisto de un mínimo de perdidas dando plena confianza a los medios de transmisión (y al igual que frame relay) dejando la responsabilidad a los niveles superiores la detección y corrección de errores.

Origen de ATM

El ATM tiene su origen en las investigaciones hechas sobre las Redes Digitales de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI), que fue desarrollado por el CCITT. ATM se definió también por el CCITT por solicitud de un departamento de las naciones unidas llamado Unión Internacional

de Telecomunicaciones (UIT), este departamento es el encargado de regularizar y formalizar los estándares de ATM.

Es hasta 1991 cuando queda formalmente constituido el foro de ATM, conformado por vendedores, empresas de telecomunicaciones y usuarios en general, la conformación de este foro fue hecha con el fin de dar fluidez a los acuerdos logrados en la industria y en el mercado sobre los equipos, normas e interfaces ATM. De manera que el foro ATM es un eje de referencia para la industria de las telecomunicaciones

En la figura 3.5 se ilustran las características deseadas de una técnica de transmisión ISDN-B, objeto de las investigaciones del CCITT que dan como resultado la Técnica ATM de transmisión de datos.



Figura 3.5 Características deseadas de transmisión

3.2 DEFINICIÓN.

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Es un método de transmisión asincrónica señales en un solo canal (multiplexación) de diversos servicios, tales como voz, video y datos a muy alta velocidad, siendo orientado a conexión, en

donde la información se segmenta en unidades llamadas celdas con una longitud fija, lo que permite que se trabaje a velocidades de Gigabits por segundo.

ATM es una red considerada de tercera generación, debido a que rompe con el esquema que se venía utilizando en la transferencia de información.

Los expertos de la industria alrededor del mundo acuerdan ese ATM como una de las más importantes y excitantes tecnologías de red en las últimas décadas ya que incursionará en todos los negocios y surge de las muchas promesas de la tecnología.

Primero, se crea sobre la base de normas internacionales, creando una tecnología única para el mundo entero y no versiones diferentes sobre continentes diferentes; como segundo ATM vincula las velocidades desde Megabits hasta Gigabits, aspectos que aseguran la longevidad de tecnología, permitiendo desempeño de red y requerimientos de aplicación.

Adicionalmente, ATM se diseña para llevar múltiples tipos de tránsito simultáneamente la voz, datos y video.

3.3 CARACTERISTICAS BASICAS DE ATM

3.3.1 CONMUTACION RAPIDA DE CELDAS

ATM tiene características básicas del concepto de conmutación rápida de paquetes; para la cual se fundamenta en la mínima utilización de la red, logrando con esto, una simplicidad funcional que le permite al sistema operar a una gran velocidad.

En ATM, el ancho de banda disponible se divide en pequeños paquetes portadores de información de tamaño fijo llamados celdas. Estas celdas se asignan a los diferentes servicios sobre demanda, de tal forma que un usuario utilizará sólo el ancho de banda requerido para la transferencia de su

información en cada instante. Este ancho de banda estará determinado por el número de celdas que utilice y este número de celdas a su vez dependerá de la velocidad de información.

3.3.2 MODO DE OPERACION ORIENTADO A LA CONEXIÓN

ATM opera en modo conectado, es decir, que la conexión debe establecerse antes de que las celdas sean emitidas efectivamente. Para ello se cumple un proceso de reserva de recursos mediante el establecimiento de una conexión lógica virtual. En caso de no existir disponibilidad de los mismos, la solicitud del nodo tendrá que ser rechazada. Si es aceptada, los recursos se asignan y la información puede ser enviada del nodo a la red. Este modo de operar garantiza que la pérdida de paquetes sea mínima.

Realmente, la disponibilidad de recursos para cada establecimiento de llamada se verifica estadísticamente y por lo tanto la probabilidad de pérdida de un paquete se puede mantener dentro de valores permisibles, controlando el posible tráfico en la cola de petición de asignación de recursos.

3.3.3 CONEXIONES VIRTUALES

Como se mencionó anteriormente, las conexiones son establecidas sobre bases virtuales. No existe un enlace fijo durante el tiempo de conexión entre terminales, sino que existe una asignación lógica de un camino virtual y canal virtual. Un camino virtual contiene un cierto número de canales virtuales y un enlace de transmisión puede tener varios caminos virtuales. El canal virtual y el camino virtual se detectan por unos identificadores ubicados en el encabezamiento de las celdas llamados VCI y VPI.

Los caminos virtuales (enlaces) pueden ser de dos modalidades:

- PVC: Es el enlace permanente que se define para dos nodos.
- SVC: Es el enlace conmutado que se define de acuerdo a la demanda de transmisión.

3.3.4 PRINCIPIO DE CONMUTACION

La central de ATM tiene una serie de puertos de entrada por donde llegan los enlaces con celdas ATM. También tiene unos puertos de salida a los cuales se enruta el tráfico de celdas salientes. La conmutación se realiza valiéndose de una tabla o memoria de traslación, la cual dinámicamente asigna un enlace de salida a las celdas de acuerdo con el enlace de entrada que traigan estas celdas.

3.3.5 CONVERGENCIA DE DIFERENTES ARQUITECTURAS

ATM brinda la posibilidad de interconectar redes con diferentes tipos de arquitectura ya que es una arquitectura de bajo nivel que permite el rápido transporte de la información de una red a otra. Por lo tanto, es independiente de la arquitectura, la topología de red o el medio de transmisión.

3.3.6 ESCALABILIDAD

ATM proporciona una infraestructura de red flexible y escalable porque cuenta con diferentes tipos de tecnología ATM que se ajustan a necesidades específicas del cliente. Por ello se puede adaptar fácilmente, a cambios de tecnología en la red que busquen como propósito incrementar su velocidad de transmisión.

3.4 MULTIPLEXACION EN ATM.

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

La figura 3.6 muestra un formato básico y la jerarquía de ATM. Una conexión ATM, consiste de "celdas" de información contenidos en un circuito virtual (VC). Estas celdas provienen de diferentes fuentes representadas como generadores de bits a tasas de transferencia constantes

como la voz y a tasas variables tipo ráfagas, como los datos. Cada celda compuesta por 53 bytes, de los cuales 48 son para transferencia de información y los restantes para uso de campos de control (cabecera) con información de "quién soy" y "donde voy"; es identificada por un "virtual circuit identifier" VCI y un "virtual path identifier" VPI dentro de esos campos de control, que incluyen tanto el enrutamiento de celdas como el tipo de conexión. La organización de la cabecera (header) variará levemente dependiendo de si la información relacionada es para interfaces de red a red o de usuario a red. Las celdas son enrutadas individualmente a través de los conmutadores basados en estos identificadores, los cuales tienen significado local - ya que pueden ser cambiados de interface a interface.

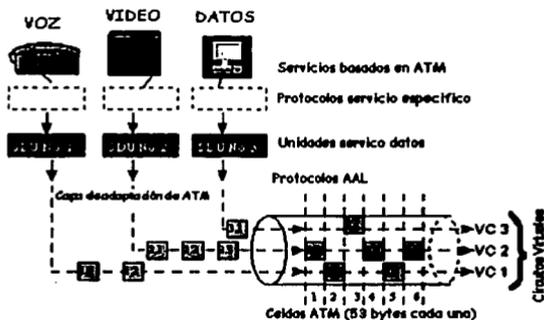


Figura 3.6 Formato básico y la jerarquía de ATM

La técnica ATM multiplexa muchas celdas de circuitos virtuales en una ruta (path) virtual colocándolas en particiones (slots), similar a la técnica TDM. Sin embargo, ATM llena cada slot con celdas de un circuito virtual a la primera oportunidad, similar a la operación de una red conmutada de paquetes. La figura 3.7 describe los procesos de conmutación implícitos los VC switches y los VP switches.

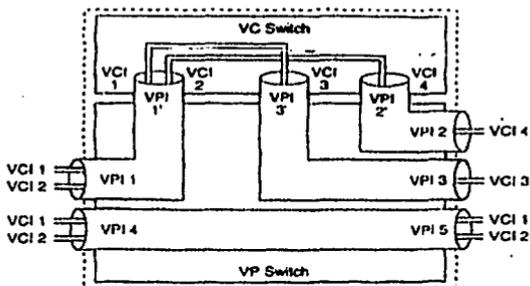


Figura 3.7 Procesos de Conmutación implícitos

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

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

La tecnología ATM ha sido definida tanto por el ANSI como por el CCITT a través de sus respectivos comités ANSI T1, UIT SG XVIII, como la tecnología de transporte para la B-ISDN (Broad Band Integrated Services Digital Network), la RDSI de banda ancha. En este contexto "transporte" se refiere al uso de técnicas de conmutación y multiplexación en la capa de enlace (Capa 2 del modelo OSI) para el trasiego del tráfico del usuario final de la fuente al destino, dentro de una red.

El ATM Forum, grupo de fabricantes y usuarios dedicado al análisis y avances de ATM, ha aprobado cuatro velocidades UNI (User Network Interfases) para ATM: DS3 (44.736 Mbit/s), SONET STS3c (155.52 Mbit/s) y 100 Mbit/s para UNI privados y 155 Mbit/s para UNI privadas.

UNI privadas se refieren a la interconexión de usuarios ATM con un switch ATM privado que es manejado como parte de la misma red corporativa. Aunque la tasa de datos original para ATM fue de 45 Mbit/s especificado para redes de operadores (carriers) con redes T3 existentes, velocidades UNI adicionales se han venido evaluando y están ofreciéndose.

También hay un alto interés en interfaces, para velocidades EI (2Mbps) y T1 (1,544 Mbps) para accesos ATM de baja velocidad.

3.5 PROTOCOLO ATM.

El protocolo ATM consiste de tres niveles o capas básicas (Ver figura 3.8).

La primera capa llamada capa física (Physical Layer), define las interfaces físicas con los medios de transmisión y el protocolo de trama para la red ATM es responsable de la correcta transmisión y recepción de los bits en el medio físico apropiado. A diferencia de muchas tecnologías LAN como Ethernet, que especifica ciertos medios de transmisión, (10 base T, 10 base 5, etc.)

ATM es independiente del transporte físico. Las celdas ATM pueden ser transportadas en redes SONET (Synchronous Optical Network), SDH (Synchronous Digital Hierarchy), T3/E3, T1/E1 o aún en modems de 9600 bps. Hay dos subcapas en la capa física que separan el medio físico de transmisión y la extracción de los datos:

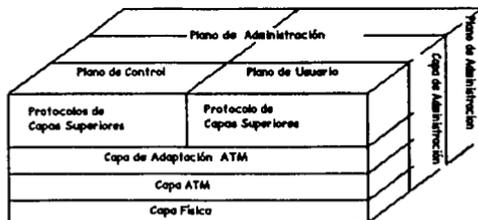


Figura 3.8 Protocolo de Modelo de Referencia para ATM.

La subcapa PMD (Physical Medium Dependent) tiene que ver con los detalles que se especifican para velocidades de transmisión, tipos de conectores físicos, extracción de reloj, etc., Por ejemplo, la tasa de datos SONET que se usa, es parte del PMD. La subcapa TC (Transmission Convergence) tiene que ver con la extracción de información contenida desde la misma capa física. Esto incluye la generación y el chequeo del Header Error Corrección (HEC), extrayendo celdas desde el flujo de bits de entrada y el procesamiento de celdas "idles" y el reconocimiento del límite de la celda. Otra función importante es intercambiar información de operación y mantenimiento (OAM) con el plano de administración. (Ver figura 3.9)

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

Convergencia	CS	AAL
Segmentación y Reensamblado	SAR	
Control de Flujo Genérico Generación/Extracción de Cabecera de Celda Traducción de Celda VPI/VCI Multiplexación y Demultiplexación de Celda		ATM
Desacople de Tasa de Celda Generación/Verificación de Secuencia de Cabecera HEC Definición de Celda Adaptación de Trama de Transmisión Generación/Recuperación de Trama de Transmisión	TC PMD	PHY
Temporización de Bit Media Físico		

Figura 3.9 Arquitectura del Protocolo ATM según UIT-T

Las celdas son transmitidas serialmente y se propagan en estricta secuencia numérica a través de la red. El tamaño de la celda ha sido escogido como un compromiso entre una larga celda, que es muy eficiente para transmitir largas tramas de datos y longitudes de celdas cortas que minimizan el retardo de procesamiento de extremo a extremo, que son buenas para voz, vídeo y protocolos

sensibles al retardo. A pesar de que no se diseñó específicamente para eso, la longitud de la celda ATM acomoda convenientemente.

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

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

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

Que la información que esta siendo transportada dependa o no del tiempo.

Tasa de bit constante/variable.

Modo de conexión.

Estas propiedades definen ocho clases posibles, cuatro se definen como B-ISDN Clases de servicios.

La capa de adaptación de ATM define 4 servicios para equiparar las 4 clases definidas por B-ISDN:

a) **AAL 1:** Se usa en aplicaciones donde la garantía de tiempos entre una estación de trabajo (emisora) y otra (receptora) pueda ser establecida, y la transmisión de bits sea constante para el envío y la recepción de información.

Los servicios provistos por este nivel son:

- Transferencia de los servicios de unidades de datos en un tiempo constante de entrega entre el emisor y el receptor.

- Transferencia de información relacionada con los tiempos entre destino y fuente.

- Transferencia de información relacionada con la estructura de datos.

- Indicadores de pérdida o información errónea, la cual no es posible recuperar por medio del nivel AAL mismo

b) **AAL 2:** El nivel de adaptación de adaptación de ATM ofrece transferencia variable de bits entre la estación de trabajo destino y la de origen. Debido a que la estación de trabajo emisora genera información bajo el modo de transmisión de bits variable, algunas de las celdas ATM no están completamente llenas y el llenado de las mismas varía de celda a celda. Ofrece las siguientes funciones:

- Recuperación de tiempos, es decir la inserción y extracción de información de tiempos.

- Manejo de celdas perdidas o no entregadas

- Notificación de los errores de avance para los servicios de audio y video.

c) **AAL 3/4:** Recomendado por la CCITT para la transferencia de datos sensibles a pérdida, pero no al retraso. Se subdivide en dos:

- **Modo de mensajes:** Los servicios de unidades de datos del nivel de adaptación ATM son transferidos a través de la interfaz de AAL en una sola unidad de datos de interfaz exacta.

- **Modo de Flujo:** Los AAL-SDU son pasados en uno o más AAL-IDU del cual la transferencia puede ocurrir en tiempos diferentes.

d) **AAL 5:** Surge como solución de los problemas de saturación, falta de equipo de usuario final para soportar altas velocidades y pérdida de segmentos que existen en el nivel AAL 3/4.

De lo anterior concluimos que el nivel denominado formado ALL 5 especificado por el Forum ATM surgió con el objetivo de ofrecer servicio con menos saturación y detección de errores más eficaz. La comunicación en las redes ATM se realiza a través de switches (conmutadores) cuya conexión es punto a punto.

En conclusión decimos que la capa de adaptación está compuesta por dos subcapas:

* **Subcapa de Convergencia**

Su uso depende del tipo de servicio identificado en la capa alta.

Maneja CDV.

Maneja la demora de armado de la celda, puesto que ésta, puede ser parcialmente llena.

Recupera los datos para el receptor a partir de la estructura suministrada para la fuente.

Detecta la secuencia de salida de las celdas.

Detecta errores en el área de información del usuario.

* **Subcapa de Segmentación y rearmado SAR**

Segmenta y rearma CS-PDU's de longitud variable.

Detecta errores.

Conversión de diversos CS-PDU's a la capa ATM .

En general la capa de Adaptación cumple la función trascendental de convertir PDU's (unidades de datos de protocolos) a uno de los cinco servicios prestados por ATM, los PDU pueden ser servicios de control como señalización, configuración de llamadas, manejadores de servicios, o sencillamente tramas IP, etc.

Las CS-PDU's contienen información de alto nivel, son de longitud variable y dependen del tipo de servicio que se requiera.

Los servicios AAL están clasificados de acuerdo a tres parámetros:

- Regulación de tiempo
- Tasa de transmisión (constante o variable)
- Tipo de conexión (sin conexión y orientado a la conexión)

Los servicios AAL son:

- Orientado a la conexión de manera constante con regulación de tiempo (clase A)
- Orientado a la conexión de manera variable con regulación de tiempo (clase B)
- Orientado a la conexión de manera variable sin regulación de tiempo (clase C)
- No orientado a la conexión de manera variable y sin regulación de tiempo (clase D)
- El quinto servicio lo componen las clases C y D.

El AAL es el responsable de la transportación de las diferentes aplicaciones sobre los niveles de ATM, ver figura 3.10 ya que esta diseñado para poder transportar cualquier tipo de servicio como voz, video, multimedia, imágenes y aplicaciones de datos, usando un solo formato de celda.

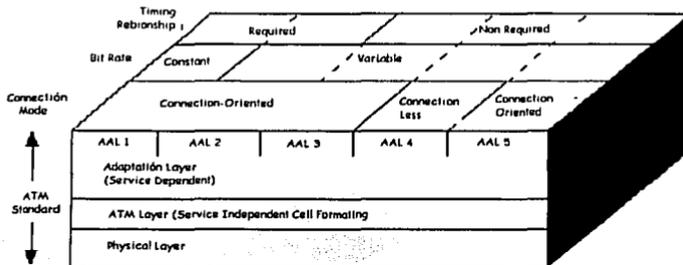


Figura 3.10. ATM y el AAL

El número de protocolos de adaptación de ATM se minimiza de acuerdo a los siguientes parámetros:

La garantía de tiempos entre emisor (source) y receptor (destination). Estos servicios son en tiempo real como en el caso de video y/o voz.

Clases de calidad del servicio (QoS: Quality of Service). Servicio donde la transmisión de bits es variable (VBR o fija CBR).

Modo de conexión. Servicios orientados a conexión o sin conexión.

El modo de transmisión constante está hecho para los servicios que requieran garantía de servicio y utilización de todo el ancho de banda, como son las aplicaciones de voz, video y multimedia.

El modo de transmisión variable está diseñado para que las aplicaciones cambien sus requerimientos de transmisión de acuerdo con sus necesidades, la cual es utilizada actualmente donde se requieren grandes anchos de banda por periodos cortos.

La CCITT desarrolló varias clases para la adaptación de ATM (AAL), de acuerdo a los parámetros anteriores.

-Clase tipo A. Requiere de las garantías de tiempos (voz y video), transmisión constante de bits y tipo de conexión de redes orientadas a conexión.

-Clase tipo B. Se diferencia de la clase A porque requiere transmisión variable de bits.

-Clase tipo C. No requiere de la garantía de tiempos ni transmisión variable de bits y el tipo de conexión es de redes orientadas a conexión.

-Clase tipo D. Se diferencia de la clase tipo C porque el tipo de conexión tiene que ser orientada a servicio sin conexión.

Actualmente, existen cuatro niveles de adaptación de ATM. AAL1, AAL2, AAL3/4, y AAL5.

El formato del subnivel de convergencia del protocolo de unidad de datos (CS-PDU) es diferente para cada nivel de adaptación, mientras que el formato del subnivel de segmentación y reensamble del protocolo de unidad de datos (SAR-PDU) es el mismo para todos.

3.8 NIVEL ATM

Este es el nivel de conmutación y transmisión de ATM. Ver figura 311. Define la estructura de la cabecera de la celda, y como las celdas fluyen sobre las conexiones lógicas en la red ATM. Realiza las funciones de multiplexación estadística de celdas procedentes de diferentes conexiones, y su encaminamiento sobre las conexiones virtuales. Las conexiones lógicas en el nivel ATM, están basadas en el concepto de Camino Virtual (Virtual Path) y Canal Virtual (Virtual Channel). Una Conexión de Camino Virtual (VPC) es una colección de Conexiones de Canal Virtual (VCC) tributarios que son transportados a lo largo del mismo camino o ruta. Un conmutador de tránsito podría reaccionar únicamente a la información de camino (VPC), mientras que los conmutadores terminales reaccionarían a la información de fan-out (VCC), pudiéndose mapear diferentes sesiones contra VCIs sobre la misma conexión VPC.

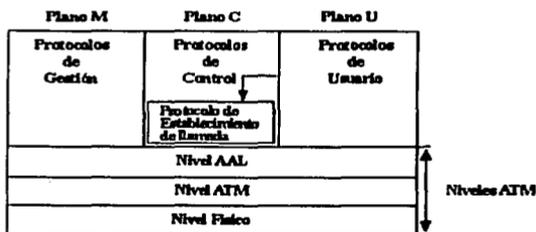


Figura 3.11 Ubicación del nivel ATM.

Cada VPC o VCC puede estar establecido permanentemente, con lo que tendremos una *Conexión Virtual Permanente (PVC)*, o establecido dinámicamente bajo demanda disponiéndose entonces, de una *Conexión Virtual Conmutada (SVC)*. Funciones de control y señalización asociadas con el plano C, y por lo tanto fuera del modelo de referencia ATM, permiten al usuario establecer y terminar dinámicamente VPCs y VCCs.

Dentro de una red ATM, el camino seguido por los mensajes de señalización es una conexión virtual específica conocida como *Conexión de Canal Virtual para Señalización (SVCC)*. Un descriptor de tráfico, o contrato usuario-red, define los parámetros y reglas de cada VPC y VCC. Están especificados descriptores de tráfico definiendo pico de tráfico (PCR), longitud máxima de ráfagas (MBS), tasa de bit media (SCR), variación del retardo (CDVT). El protocolo de control de la conexión negocia la clase de servicio específica y las características del ancho de banda de cada circuito virtual durante el establecimiento de la llamada. La red propaga esa petición internamente hasta su destino y verifica si los requerimientos exigidos se van a poder cumplir. En caso afirmativo, la red acepta el circuito y a partir de ese momento, garantiza que el tráfico se va a tratar acorde a las condiciones negociadas en el establecimiento. Esto permite que cada circuito virtual sea cortado a medida para su uso específico, por ejemplo video o paquetes de datos, siendo la calidad del servicio (QoS) un característica inherente de ATM.

Hay dos formatos diferentes para la cabecera de las celdas.

Estos formatos se muestran en la figura 3.12

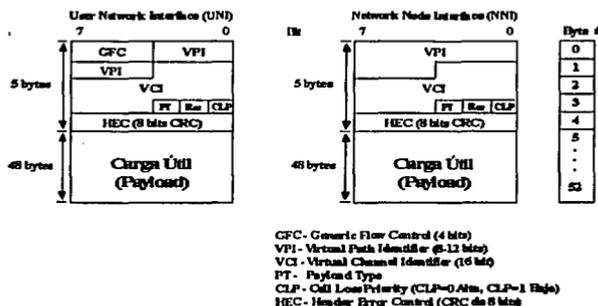


Figura 3.12 Formatos UNI y NNI

El primero se utiliza en el enlace de acceso entre el usuario y la red (ATM-UNI), y está pensado para usuarios que utilizan equipos que trabajan en modo nativo ATM y que generan directamente celdas. El campo Control de Flujo Genérico (GFC) tiene significado únicamente en este enlace y se incluye para asignar prioridades a las diferentes celdas, dependiendo del tipo de información que transportan, y que estas sean colocadas en diferentes colas de salida según su prioridad. No está presente dentro de la red, y en su lugar se amplía el campo VPI.

El campo Tipo de Carga útil (PT) se utiliza para permitir que las celdas de los planos, se distingan de las celdas conteniendo información de Usuario, y también para informar de la existencia de congestión. El protocolo AAL5 utiliza un bit del campo PT para indicar el fin del mensaje (EOM) de una trama AAL5 (PT=0x1). El bit CLP permite que las celdas tengan una de dos prioridades: alta (CLP=0) y baja (CLP=1). Debido a que un conmutador ATM opera por multiplexación estadística de sus entradas, es posible que múltiples entradas compitan por una misma salida, dando lugar a que un buffer temporal se desborde en un enlace de salida de un nodo ATM. El bit CLP se utiliza para marcar aquellas celdas que en caso de congestión se puedan descartar primero. El campo HEC es

un CRC de 8 bits para detección de errores en la cabecera (solo), especialmente si el direccionamiento es correcto. Si falla, la celda es descartada. Si es correcto, se puede proceder inmediatamente a la conmutación. Celdas vacías también son descartadas y se caracterizan por que su VPI/VCI es cero.

3.9 EL TRÁFICO EN ATM

El tráfico con tasa de bit o velocidad binaria constante (CBR), por ejemplo voz PCM o vídeo no comprimido, tradicionalmente es transmitido y conmutado por redes de conmutación de circuitos o Multiplexores por División en el Tiempo (TDM), que utilizan el Modo de Transmisión Síncrono (STM). En STM, los multiplexores por división en el tiempo dividen el ancho de banda que conecta dos nodos, en contenedores temporales de tamaño pequeño y fijo o ranuras de tiempo ("Time Slots"). Ver figura 3.13 para funcionamiento de un nodo ATM. Cuando se establece una conexión, esta tiene estadísticamente asignado un "slot" (o varios). El ancho de banda asociado con este "slot" está reservado para la conexión haya o no transmisión de información útil.

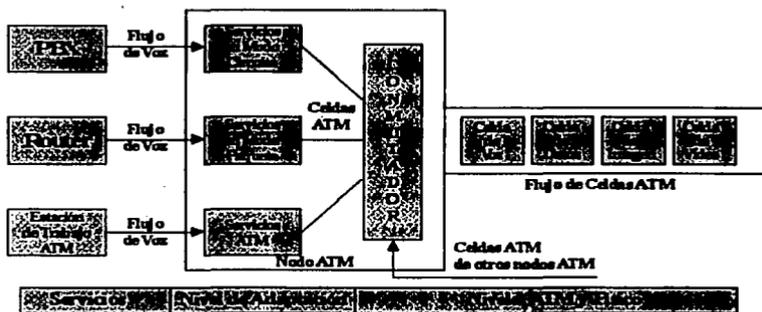


Figura 3.13 Funcionamiento de un Nodo ATM

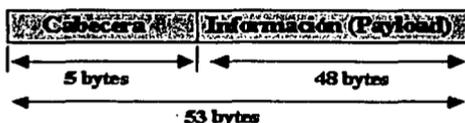
Una pequeña cantidad de ancho de banda para control, se utiliza para la comunicación entre los conmutadores, de forma que estos conocen los "slots" que tiene asignados la conexión. Esto se conoce como direccionamiento implícito. El conmutador receptor sabe a que canales corresponden los "slots" y por lo tanto no se requiere ningún direccionamiento adicional. Este procedimiento garantiza la permanente asignación de un ancho de banda durante el tiempo que dura la llamada, así como un tiempo de latencia pequeño y constante.

En contraste, los datos son normalmente transmitidos en forma de tramas o paquetes de longitud variable, lo que se adecua bien a la naturaleza de ráfagas de este tipo de información. Sin embargo, este mecanismo de transporte tiene retardos impredecibles, la latencia tiende a ser alta y en consecuencia la conmutación de paquetes no es adecuada para tráfico con tasa de bit constante como la voz. Tampoco la conmutación de circuitos se adecua para la transmisión de datos, ya que si se asigna un ancho de banda durante todo el tiempo para un tráfico en ráfagas, se derracha mucho ancho de banda cuando este no se utiliza.

ATM ha sido definido para soportar de forma flexible, la conmutación y transmisión de tráfico multimedia comprendiendo datos, voz, imágenes y vídeo. En este sentido, ATM soporta servicios en modo circuito, similar a la conmutación de circuitos, y servicios en modo paquete, para datos.

Sin embargo, a diferencia de la conmutación de circuitos, ATM no reserva "slots" para la conexión.

En su lugar, una conexión obtiene "slots" o celdas, solo cuando está transmitiendo información. Cuando una conexión está en silencio no utiliza "slots" o celdas, estando estas disponibles para otras conexiones. Con esta idea en mente, se decidió que la unidad de conmutación y transmisión fuese de tamaño fijo y longitud pequeña. Esta unidad es conocida como Celda, y tiene una longitud de 53 bytes divididos en 5 de cabecera y 48 de información o carga útil. Esta celda es quien viene a sustituir al "Time Slot" o contenedor del STM (Figura 3.14).



Longitud fija: 53 bytes
 Tamaño pequeño

Figura 3.14 Celda ATM

Las celdas pequeñas y de longitud constante son ventajosas para tráfico con tasa de bit constante (Voz, Vídeo) y son muy útiles en general ya que permiten un tiempo de latencia muy bajo, constante y predecible, así como una conmutación por hardware a velocidades muy elevadas.

La adopción de una cabecera de 5 bytes(ver figura 3.15), ha sido posible, porque no se realiza recuperación de errores en los nodos intermedios, tampoco se emplean direcciones válidas a nivel de toda la red, tales como la dirección MAC en Ethernet o IP en redes tipo TCP/IP.

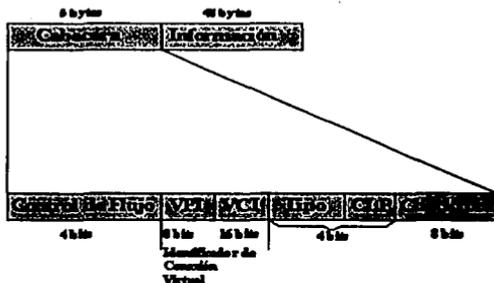


Figura 3.15 .Cabecera de la Celda ATM

Al igual que en las redes de conmutación de paquetes (X.25 y Frame Relay), la tecnología ATM está Orientada a Conexión. Esto significa que antes de que el usuario pueda enviar celdas a la red, es necesario realizar una llamada y que esta sea aceptada para establecer una Conexión Virtual a

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

través de la red. Durante la fase de llamada un Identificador de Conexión Virtual (VCI, figura 3.16) es asignado a la llamada en cada nodo de intercambio a lo largo de la ruta.

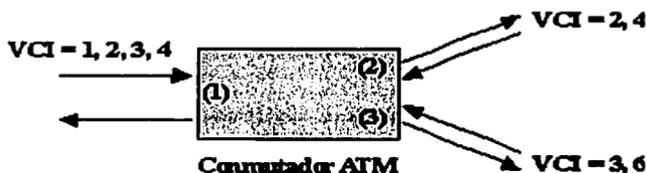


Figura 3.16 Identificador de conexión virtual (VCI)

El identificador asignado, sin embargo, solo tiene significado a nivel del enlace local, y cambia de un enlace al siguiente según las celdas pertenecientes a una conexión pasan a través de cada conmutador ATM. Esto significa, que la información de encaminamiento (routing) transportada por cada cabecera puede ser relativamente pequeña.

Asociado con cada enlace o puerto entrante del conmutador ATM, hay una tabla de encaminamiento (ver figura 3.17) que contiene el enlace o puerto de salida y el nuevo VCI que va a ser utilizado en correspondencia a cada VCI entrante.

VCI-In	Enlace 1	VCI	VCI-In	Enlace 2	VCI	VCI-In	Enlace 3	VCI
1	2	2	2			3		
2	2	4	4			6		
3	3	3						
4	3	6						
⋮			⋮			⋮		
⋮			⋮			⋮		

Figura 3.17 Tablas de encaminamiento

De este modo el encaminamiento de celdas en ambas direcciones a lo largo de la ruta es extremadamente rápido, ya que consiste en una simple operación de consulta en una tabla. Como resultado, las celdas procedentes de cada enlace pueden ser conmutadas independientemente a velocidades muy altas. Esto permite el uso de arquitecturas de conmutación paralelas y circuitos de alta velocidad hasta gigabits, cada uno operando a su máxima capacidad. Celdas procedentes de diferentes fuentes son multiplexadas juntas de forma estadística a efectos de conmutación y transmisión.

Un conmutador ATM podría describirse como una caja que mantiene en su interior una gran cantidad de Ancho de Banda, siendo este recurso cedido o recuperado dinámicamente según el aumento o disminución de las necesidades. En este sentido, se dice que ATM proporciona Ancho de Banda bajo demanda.

CAPITULO 4

EMULACION LÁN

4.1 CONFIGURACION ACTUAL DE LA DE RED EN LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN CAMPO 4

Actualmente la red de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán esta estructurada como se muestra en la figura 4.1 en la cual podemos observar que cuenta con los siguientes elementos para su buen funcionamiento estos componentes están debido a que el enlace E1 es entregado a la FESC por medio de cable coaxial.

El enlace es entregado en campo 4 a un FCD-24 ver figura 4.2 el cual se describen a continuación sus características:

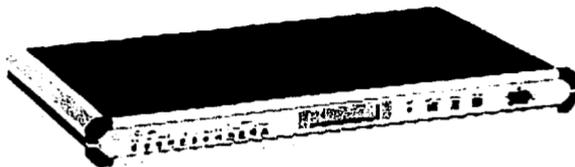


Figura 4.2 FCD-24

CARACTERÍSTICAS

- Integra datos de alta velocidad con un acoplamiento E1 de un PABX para E1 o los servicios fraccionarios E1
- Interfaz dos o cuatro canales de los datos, V.35, Rs-530 o X.21
- Tarifa de datos de la sinc.: $n \times 64$ kbps
- 2 o 16 marcos seleccionables por multiframe con la ayuda Crc-4
- Fuentes múltiples del reloj
- Disposición y control vía panel delantero o puerto de supervisión
- Se conforma con CCITT G.703, G.704 y G.732
- Dial-out en acontecimientos de alarmer
- Para el uso también como multi módem corto de la gama del canal

DESCRIPCIÓN

El FCD-24 es un multiplexor que integra para E1 y los servicios fraccionarios E1. Dos o cuatro canales síncronos de datos y un acoplamiento secundario E1 se pueden conectar sobre la red pública E1, mientras que pagan solamente la anchura de banda que requirieron. El acoplamiento secundario E1 permite la conexión del PABX al interfaz E1.

Cuatro modelos están disponibles

FCD-24 - con dos o cuatro canales síncronos de datos

FCD-24/e1 - con dos o cuatro canales síncronos de datos y un acoplamiento secundario E1

Las tarifas de datos son seleccionables para cualquier múltiplo de 64 kbps. El timeslotting seleccionable pone datos en los timeslots o consecutivamente, o definido por el usuario, sin la restricción. Los timeslots seleccionados en el acoplamiento secundario E1 se puentean a los mismos timeslots en el acoplamiento de la cañería E1.

La interfaz de canales está disponible como V.35, Rs-530 o X.21. Un interfaz para V.36/rs-422 está también disponible a través de un cable del adaptador del interfaz Rs-530.

El FCD-24 es compatible con virtualmente todo portador proporcionando los servicios E1, resuelve todos los requisitos de G.703, de G.704 y de G.732. Apoya 2 o 16 marcos por multiframe, con o sin the line excesivo de la supresión cero de Crc-4. son HDB3. Un integral opcional LTU (unidad de terminación de línea) apoya un radio de acción de hasta 1,6 kilómetros (1 milla), que también permite que el FCD-24 sea utilizado como módem corto de varios canales de la gama para los usos privados.

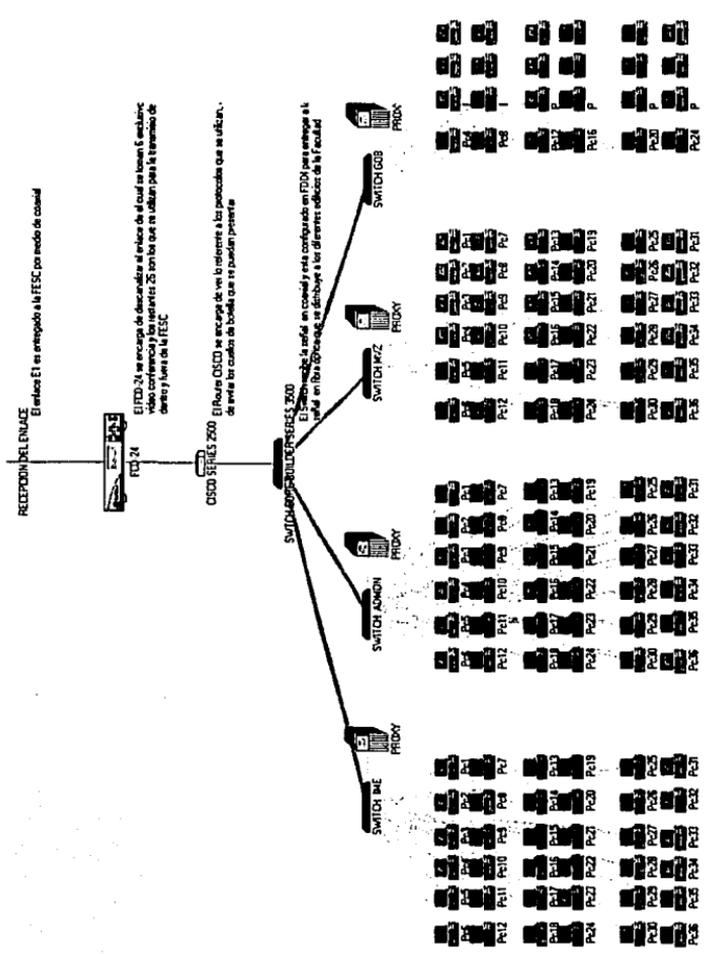


Figura 4.1 Diagrama de la red en la FES C-4

La selección múltiple de la fuente del reloj permite que a E1 el acoplamiento principal sea registrado del reloj recuperado (LBT), de la fuente del canal de los datos, del acoplamiento secundario E1 o de un oscilador interno. Los canales de datos se pueden fijar al DTE, el DCE con externo transmite el reloj, o el DCE, donde reciba y transmita los relojes en entradas.

El acoplamiento secundario E1 transmite el reloj si se traba al reloj principal del acoplamiento E1. El reloj puede ser utilizado como fuente externa del reloj para el acoplamiento principal E1.

La disposición, el control y la supervisión del estado y de la información de diagnóstico se pueden activar del panel delantero o vía un terminal o una PC conectada con el puerto de supervisión.

El diagnóstico alejado de la línea, la información de alarmar, la configuración de la unidad y la otra información de control/monitoring se pueden alcanzar remotamente vía el dial encima de los módems.

Las capacidades del mantenimiento incluyen loopbacks locales y alejados en los varios puntos.

Para la operación del dial-out, el FCD-24 activa el módem para marcar automáticamente un número preprogramado siempre que ocurra un acontecimiento de alarmar.

A continuación la información ya descanalizada pasa a un ROUTER(RUTEADOR) CISCO SERIES 2500 para el cual se describen sus funciones a continuación.

4.2 TECNOLOGÍA DE RUTEADOR

Un ruteador es un dispositivo de propósito general diseñado para segmentar la red, con la idea de limitar tráfico de broadcast y proporcionar seguridad, control y redundancia entre dominios individuales de broadcast, también puede dar servicio de firewall y un acceso económico a una WAN.

El ruteador opera en la capa 3 del modelo OSI y tiene más facilidades de software que un switch. Al funcionar en una capa mayor que la del switch, el ruteador distingue entre los diferentes

protocolos de red, tales como IP, IPX, AppleTalk o DECnet. Esto le permite hacer una decisión más inteligente que al switch, al momento de reenviar los paquetes.

El ruteador realiza dos funciones basicas:

1. El ruteador es responsable de crear y mantener tablas de ruteo para cada capa de protocolo de red, estas tablas son creadas ya sea estáticamente o dinámicamente. De esta manera el ruteador extrae de la capa de red la dirección destino y realiza una decisión de envío basado sobre el contenido de la especificación del protocolo en la tabla de ruteo.

2. La inteligencia de un ruteador permite seleccionar la mejor ruta, basándose sobre diversos factores, más que por la dirección MAC destino. Estos factores pueden incluir la cuenta de saltos, velocidad de la línea, costo de transmisión, retraso y condiciones de tráfico. La desventaja es que el proceso adicional de procesado de frames por un ruteador puede incrementar el tiempo de espera o reducir el desempeño del ruteador cuando se compara con una simple arquitectura de switch.

- El router: este es el "cerebro de la red tiene unas tablas de enrutamiento o encaminamiento según las cual conoce el estado de la red, la finalidad de estas tablas es seleccionar la mejor ruta según los caminos disponibles estas tablas de encaminamiento incluyen:

Todas las direcciones de red conocidas

Posibles caminos entre los routers

Instrucciones para la conexion con otras redes

El tiempo de envío de los datos

Un router trabaja a nivel de red conociendo la IP de origen y la de destino y es el encargado de enviar los datagramas por el camino que considere más oportuno, comunicandose con otros routers y direcciones NIC locales (Network Interface Cards) direcciones de las tarjetas de red

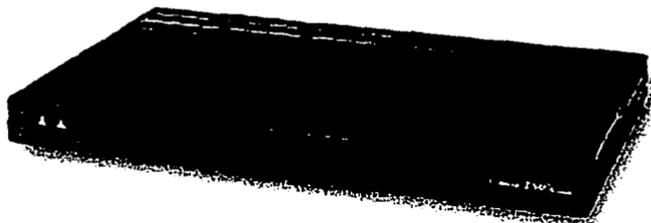


Figura 4.3 Router CISCO 2500 Series

El ruteador Cisco 2500 series de Ethernet y del token ring proporciona una amplia gama de soluciones de parte de la empresa incluyendo modelos integrados del servidor de router/hub y de router/access. Ver figura 4.3

El ruteador Cisco 2500 series con la ayuda de encaminamiento del software del IOS del Cisco soporta los protocolos de red más extensamente usados de hoy, incluyendo el IP, IPX de Novell, y Appletalk, y una amplia gama de los protocolos de encaminamiento.

Como el líder de mercado con una base instalada sobre de 1 millón de unidades, Cisco asegura compatibilidad e interoperabilidad.

El servidor del acceso Cisco 2500 series proporciona una variedad de soluciones del acceso para la oficina pequeña y los ambientes alejados del sitio.

Con el valor agregado del software optimizado del sistema operativo de la Inter.-red del Cisco (IOS del Cisco), las nuevas características de alto rendimiento de la serie del servidor del acceso refuerzan el estado del Cisco como el primer abastecedor de las soluciones del acceso alejado.

Los servidores del acceso de 2500 series del Cisco incorporan lo último en tecnología de las comunicaciones. Extendiendo el Cisco 2500 tienen acceso a el enrutador más popular y agregando

capacidades asincrónicas, esta nueva generación de servidores proporciona servicio robusto y rápido.

Los routers 2509 y 2510 servidores de acceso proporcionan el LAN de Ethernet y las conexiones del LAN del token-ring respectivamente con 8 conexiones asincronas. Paralelamente a estos, los ruteadores 2511 y 2512 servidores del acceso proporcionan el LAN de Ethernet y las conexiones del LAN del token ring respectivamente; sin embargo, estos dos modelos aumentan el número de conexiones asincrónicas simultáneas a 16.

Como se puede ver este ruteador es muy completo además de ser uno de los mas confiables en el mercado de los ruteadores por lo que es el más vendido a nivel mundial.

El siguiente paso a donde va la información es a un Switch el cual es de marca 3com y es un CoreBuilder series 3500 de el cual se describe a continuación su funciones básicas.

4.3 TECNOLOGÍA DE SWITCH

Switch tiene las mismas funciones que un hub de hecho se les llama hubs inteligentes lo que sucede es que conocen el destinatario del paquete llegan a la capa de red y por ello generan menos trafico inecesario (un hub se lo envia al ordenador destino pero tambien a los otros) un switch solo se lo envia al destinatario esta es la principal diferencia, el switch es capaz de resolver problemas de rendimiento de una red, procurar un mayor ancho de banda, evitar cuellos de botella, otra característica es que no están diseñados como el router a ningún tipo de control de seguridad, los switch esta encuadrados en el nivel o capa 2 del modelo OSI "Nivel de Enlace de Datos". Figura 4.4

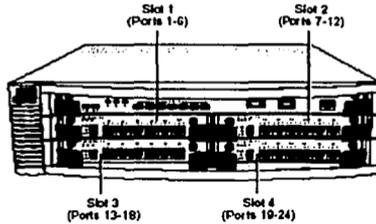


Figura 4.4 3Com Core-Builder series 3500

El Switch Core-Builder series 3500 esta configurado en el sistema como un FDDI(Fiber Distributed Data Interface), esta configuración es una solución estandar basada que proporciona transferencia de datos rápida y confiable en una red de área local(LAN). Esta tecnología transfiere los datos a 100 millones de bits por segundo(100Mbps) fue desarrollada por el American nacional Standards Institute(ANSI)

Las principales características de la tecnología FDDI son las siguientes:

- Utiliza la fibra óptica como su medio de transmisión, proporcionando seguridad, baja perdida de la señal y un elevado ancho de banda.
- Da soporte a la conexión simultanea de 500 nodos
- Utiliza protocolos para dar acceso a la red
- Es la primer tecnología de LAN que proporciona una capacidad encajada en la dirección de la red
- La configuración FDDI ofrece numerosas ventajas muchas de las cuales solo se pueden dar al usar cable de fibra óptica en vez del cable de cobre.
- El estándar del FDDI especifica un índice de datos de 100Mbps que permite que más datos sean enviados por la fibra óptica.

-
- La distancia entre los nodos que usan fibra óptica con varios modos de funcionamiento es hasta de 2 kilómetros, que es lo que permite un grupo grande de usuarios en la red.
 - La interferencia de radiofrecuencia o la interferencia electromagnética no afecta el cable de fibra óptica.
 - Proporciona tolerancia y aislamiento de averías.
 - La configuración FDDI utiliza un método de acceso simbólico esto que soporta redes más grandes.
 - Explota el ancho de banda de el cable de fibra óptica más ampliamente.
 - Elimina las colisiones, similares al sentido del portador de acceso.

ESTANDARES RELACIONADOS

Los estándares relacionados con FDDI se dividen en 4 grupos importantes que se describen a continuación.

PMD(Physical Medium Dependent).- Especifica las características del medio de la fibra óptica los conectores que unen las estaciones al medio, a la longitud de onda de la transmisión a los requisitos de energía para los transmisores, y a los métodos para puentear estaciones inactivas.

PHY(Physical).- Especifica la codificación y decodifica datos, velocidades de reloj, registra los datos y los símbolos de control usados en la red.

MAC(Medium Access Control).- Especifica el acceso al medio, comprueba los datos que pasan, recepción del marco generación y detección y recuperación de errores y lo mas importante la asignación del ancho de banda entre estaciones.

SMT(Station Management).- Especifica las configuraciones de las estaciones, la inicialización y el mantenimiento de las conexiones de estación a estación y control requerido para la operación apropiada de estaciones de el FDDI.

Estos cuatro estandares se describen en lo referente al modelo de referencia Open Systems Interconnection(OSI). Este modelo fue establecido por la organización de estandares internacional(ISO) para estandarizar comunicaciones de datos digitales. Cada estación del FDDI

se compone de entidades lógicas que se conforman con los cuatro estándares. Estas entidades representan los servicios o los elementos activos de la gerencia dentro de la OSI.

LOS NODOS Y LOS ACCESORIOS

Una red FDDI se compone de estaciones, de concentradores y de los interruptores que contienen servicios y los elementos activos de la gerencia que se conforman con los estándares del FDDI del ANSI. Estas estaciones y concentradores y estaciones están conectados por medio de fibra óptica y unidos de la manera prescrita y dispuesta en los estándares del FDDI para permitir la transmisión de datos confiable. Las conexiones se hacen a través de puertos del FDDI y son manejadas por los MAC's de FDDI.

NODOS

Una red FDDI se compone de nodos lógicamente conectados. Este término genérico se utiliza para referir a cualquier estación activa o concentrador en una red FDDI.

Cualquier nodo direccionable en una red FDDI que puede transmitir, repetir, y recibir la información. Una estación contiene solamente un SMT, y por lo menos un MAC, un PHY, y un concentrador de PMD.

ACCESORIOS

Los accesorios se refieren a como un nodo, una estación o un concentrador que tiene solamente una conexión física a una red del FDDI. Se clasifican como un solo accesorio y accesorios duales. Los concentradores pueden ser clasificados como accesorio nulo cuando los puertos A y B no están presentes o no son utilizados.

Para implementar la nueva tecnología de ATM(Modo de Transferencia Asincrono) en la facultad se tiene que llevar a cabo uno de los siguientes tipos de emulación como se describen a continuación.

4.4 EL NUEVO MUNDO DE LA TECNOLOGÍA LAN

Es claro que la tecnología del Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) juega un papel central en la evolución de trabajo en grupo, campus y redes en los negocios. ATM posee grandes ventajas sobre las tecnologías LAN y WAN existentes, incluyendo la capacidad en ancho de banda y puntos de desarrollo como el de *Quality of Service (QoS)* las cuales facilitan nuevas clases de aplicaciones en multimedia.

Las nuevas tecnologías de LAN han sido desarrolladas y conducidas para introducir nuevas aplicaciones de banda ancha para los negocios y las organizaciones. Estas aplicaciones incluye el escritorio de video para la corporación del aprendizaje a distancia y aplicaciones de conferencias, multimedia, imágenes, visualización, trabajo en conjunto, e interfaces con gráficos intensos. Por ejemplo, videoconferencias, acceso remoto a librerías de video o material de multimedia. Todas estas aplicaciones requieren conexiones de altos anchos de banda local y a nivel metropolitano disponibles. Otras aplicaciones necesitan sistemas auxiliares de colaboración para el incremento de anchos de banda, accesos a internet, uso de Web, hipermedia e intranet.

El próximo paso en la evolución es desarrollar efectivamente las aplicaciones de multimedia e hipermedia, aplicaciones de áreas metropolitanas, regionales, nacionales y hasta continentales, con la Red siendo una Corporación. El trabajo en conjunto llegará a ser un modo de operación estándar. La planeación de los productos, desarrollo, y el diseño podrán ser hechos en diferentes localidades, inclusive en diferentes continentes. Las citas se harán cara a cara sobre una liga en videoconferencias, los archivos, esquemáticos, e información financiera serán intercambiadas por este medio.

4.5 LAN'S BASADAS EN ATM

ATM ha sido posicionado por un amplio segmento de la industria como la tecnología de opción para construir redes *backbone* que puedan soportar una considerable carga de tráfico, y como la única plataforma común posible para soportar video digital, imágenes y multimedia. Algunos proponen el

desarrollo de ATM a todos los niveles de redes, otros recomiendan el uso de ATM en WAN's. Esta discusión relaciona el uso de ATM como una aplicación de LAN. El desarrollo requiere de un NIC (*Network Interface Card*) basado en ATM en la PC o estación de trabajo y un *switch* o *hub* ATM.

La ventaja de ATM sobre las otras tecnologías de banda ancha es que ésta es escalable, con agregados de ancho de banda en el rango de 5 a 80Gbps. Los usuarios individuales pueden obtener 155Mbps dedicados exclusivamente para cada uno. Como es una tecnología orientada a conexión, aquí no se tiene la inquietud que las otras tecnologías tienen. Por lo tanto la tecnología es mejor para aplicaciones de video y multimedia.

4.6 LAN EMULADA USANDO ATM (APROXIMACIÓN A LANE)

Como ampliación a lo discutido anteriormente, algunos usuarios de las corporaciones pueden emigrar a LAN's basados en ATM inmediatamente, mientras que otros no, basados en sus requerimientos específicos de ancho de banda y requerimientos en la habilidad de afrontar la tecnología.

Las LAN's ATM pueden ser desempeñadas por la instalación de NIC's ATM y conectándolos sobre un medio hacia un *hub* basado en ATM. Sin embargo, hay la necesidad y el deseo de interconectar en una manera cohesiva a todos los usuarios de la corporación. En estos ambientes, la plataforma ATM soporta puentes LAN a través de su infraestructura. Por otro lado, una LANE basada en ATM puede ser usada para la creación de VLAN's. Sin embargo, aunque LANE retiene la compatibilidad de las últimas capas de aplicación, en el control lógico de enlace, y más arriba, éstas son restringidas en términos de cómo soportan la conectividad de *Quality of Service* (QoS) hacia la capa IP y más arriba.

A nivel técnico, hay dos aproximaciones de operación de la red a niveles de protocolos a través de una red basada en ATM: *Native Mode* y LANE. En la operación en modo nativo los métodos de resolución de dirección son usados para mapear las direcciones en la capa de red a direcciones ATM. Los PDU's de la capa de red son transportados directamente en celdas ATM a lo largo de la

red ATM. LANE es el método alternativo estandarizado por el ATM Forum para transportar el tráfico a través de la red ATM.

LANE define cómo las aplicaciones existentes de LAN pueden correr sin cambio a través de la red ATM. El servicio y tecnología de LANE apuntan en el mercado de las redes ATM como una red LAN. Específicamente, soporta el legado de conexión de LAN's sobre ATM, esto es la interconexión de los usuarios de LAN con los usuarios de ATM, esto permite el acceso entre los puertos nativos de alta velocidad de ATM y los de LAN's. Básicamente, la tecnología LANE es el puentado con los servicios de resolución de dirección estandarizadas de IEEE802 (MAC Address) hacia ATM y viceversa.

El protocolo LANE define una interface de servicio hacia los protocolos de las capas más altas, específicamente la capa de red, la cual es idéntica a las de las LAN's existentes y envía datos a través de las redes ATM encapsulados en un formato apropiado para LAN's, el MAC PDU.

En otras palabras, los protocolos LANE hacen que una red ATM se vea y se comporte como una red *Ethernet* o *Token Ring* más rápida. El objetivo de esta tecnología es el de eliminar las modificaciones en los protocolos de las capas más altas y las aplicaciones. Desde el protocolo LANE se representa el mismo servicio de interface de las LAN's existentes específicamente en los *drivers* de la capa de red. El protocolo LANE se desarrolla actualmente en NIC's ATM y en los equipos *switchados* de interconexión de LAN's.

4.7 TENDENCIAS RECIENTES EN LOS REQUERIMIENTOS DE LAS TELECOMUNICACIONES

En la era de la información, las telecomunicaciones toman roles más importantes que antes; el futuro de las mismas tendrán que proveer lo siguiente:

4.7.1 TELECOMUNICACIONES DE MULTIMEDIA

Las actuales redes de comunicaciones solo poseen un solo medio de telecomunicación, como la telefonía o facsímil. Las telecomunicaciones futuras, sin embargo, necesitarán servicios de multimedia; por ejemplo, películas con movimiento combinadas con sonido de alta fidelidad. Las redes de telecomunicaciones convencionales diseñadas para teleservicios individuales, no pueden desarrollar servicios de multimedia. Por lo tanto como primer paso en las comunicaciones con multimedia, el ISDN (*Integrate Services Digital Network*) ofrece una interface integrada y tiene acceso a la red de modo de transferencia en paquetes.

4.7.2 TELECOMUNICACIONES DE BANDA ANCHA

Los servicios de telecomunicaciones existentes como el teléfono, el telex requieren promedios de transmisión menos que un *megabit por segundo*. Los nuevos servicios de telecomunicaciones tales como teleconferencias (*TV conference*) e información visual, los promedios de transmisión para estos servicios pueden requerir de 100Mbps. Ninguno de los servicios actuales, teléfono, telex, o redes pueden desarrollar estas velocidades en su transmisión.

Enseguida se puede ver en la figura 4.5 en forma gráfica cómo es el tráfico de información para los diferentes tipos de aplicaciones.

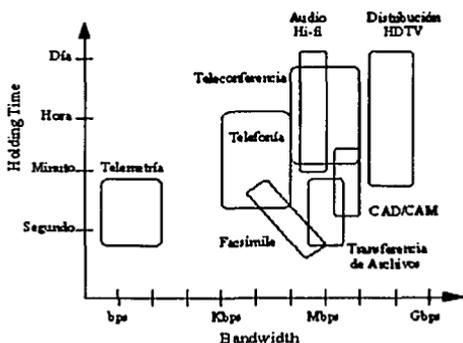


Figura 4.5 Tráfico de información para los tipos de aplicaciones

4.7.3 IMPLEMENTACIÓN ECONÓMICA PARA LA DIVERSIDAD DE SERVICIOS

servicio de la red telefónica, pero no se puede estar seguro que esto continuará. La respuesta a la demanda para nuevos servicios de telecomunicaciones ha sido el de ofrecer redes dedicadas a sus aplicaciones. Es por eso que se requiere iniciar una larga investigación, así cuando la demanda a largo tiempo para cada nuevo servicio se vea respaldado. Además del incremento en número de las redes, provocará incremento en costos de mantenimiento y recursos por el ineficiente uso del equipo. Está completamente comprobado que los diferentes servicios pueden ser provistos más fácilmente y si fueran fusionados todos en una red integrada para la producción en grandes volúmenes, resultará en costos de equipo más bajos.

4.8 PRINCIPIOS DE LANE

En las siguientes secciones se discutirá la interconexión de los protocolos existentes a través de las redes ATM. Dada la vasta base instalada de LAN's y WAN's actualmente, las redes y los protocolos de la capa de enlace operando en esas redes, una clave para el éxito de ATM será la habilidad para permitir la interoperabilidad entre estas tecnologías y ATM. Pocos usuarios tolerarán la presencia de islas ATM sin conectividad al resto de la red de una empresa. La clave para tal conectividad es el uso de los mismos protocolos en la capa de red, tales como IP o IPX en ambas plataformas, sobre las redes existentes y sobre ATM; puesto que esta es la función de la capa de red, el proveer un panorama red uniforme hacia los protocolos de los niveles más altos y a las aplicaciones (figura 4.6).

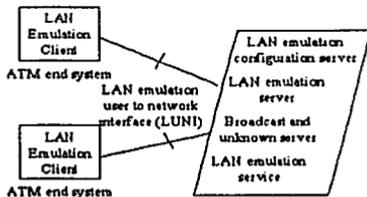


Figura 4.6 Arreglo básico de LANE

4.9 PROBLEMAS BASICOS DE INTEGRACIÓN DE LAN-ATM

Debido a las diferencias estructurales de diseño entre ATM por un lado, y *Ethernet*, *Token Ring*, o FDDI; no es trivial integrar a las redes ATM y las LAN's tradicionales. Los principales problemas son la velocidad de transmisión y las diferencias de incompatibilidad de paquetes o formatos de celdas. Tales diferencias pueden ser eliminadas a través de puentes o ruteadores como se ha venido haciendo hoy en día entre las redes *Ethernet*, *Token Ring* y FDDI existentes.

La diferencia crucial entre las redes ATM y las LAN's tradicionales es que ATM está basado en procesos de comunicaciones orientadas a conexión, mientras que las LAN's tradicionales utilizan principios de no conexión para transferir datos.

El último envío de datos en un medio de transmisión común, esperando que éste llegue a su destino sin problemas. El no requerimiento del reconocimiento desde la estación receptora. La pérdida de los datos solamente puede ser retransmitida desde mecanismos en los protocolos de las capas superiores. Puesto que todos los nodos se comunican a través de un mismo medio de transmisión, cada paquete es alcanzado por otras estaciones también, solamente por el filtrado de las direcciones destino a través de tarjetas de interface de red, cada estación vista tiene una trayectoria de comunicación exclusiva. Si la dirección destino tiene el formato de '*broadcast-address*', entonces los paquetes serán procesados por cada estación activa, por lo tanto todas las otras estaciones pueden alcanzar un paquete. Un número de protocolos, tales como *broadcast packets*, se usan para realizar ciertas funciones. Un ejemplo son las terminales de *X-windows*, las cuales recuperan su dirección IP con la ayuda de transmisión de mensajes desde un protocolo BOOT-P durante el encendido. Otro ejemplo son las resolución de direcciones entre las direcciones MAC e IP con la ayuda del protocolo ARP. Estos mecanismos de transmisión, forman parte de la naturaleza de las LAN's tradicionales; son en extremo contrastantes con las funciones principales de ATM y solamente pueden ser simulados con un esfuerzo grande.

El protocolo ATM orientado a conexión provee de una trayectoria de comunicación lógica exclusiva (VP/VC) para cada conexión. Los atributos de cada conexión son negociados antes de la activación

y garantizados en toda la duración de la comunicación. Cada paquete de datos (celda) es ruteada solamente en su destino exacto, y no puede verse por ningún otro usuario. Un transmisor hacia n estaciones puede solamente lograr n conexiones, una hacia cada estación de emisión-recepción.

Las funciones tales como la resolución de direcciones entre las direcciones de hardware ATM y las direcciones de los protocolos no pueden realizarse con un transmisor en ATM, pero sí con la resolución de tablas dentro de los *switches* ATM.

4.10 METODOS PARA LA EMULACIÓN DE LAN

Desde el punto de vista de las aplicaciones de LAN's, la forma más flexible para integrar las estructuras existente de LAN's tradicionales a redes ATM es la emulación completa de la Capa LAN-MAC. De esta manera, todas las aplicaciones LAN existentes pueden ser usadas vía redes ATM sin ninguna modificación. Para el software de LAN el servicio LANE se comporta como un manejador LAN MAC tradicional. La primera especificación de una emulación a nivel de LAN MAC para redes ATM fue publicado en enero de 1995 por el ATM Forum. (*LAN Emulation sobre ATM Versión 1.0*)

En esta parte se hará una descripción sobre los conceptos de *LAN Emulation*, su operación y estándares. También se realizará un análisis del funcionamiento de los protocolos existentes a través de redes ATM.

Hay dos formas distintas para ejecutar los protocolos en la capa de red sobre la plataforma de redes ATM, como se muestra en la figura 4.7. Un método es conocido como modo de operación nativa (*native mode*), los mecanismos de resolución de direcciones son usados para mapear las direcciones de capas de red a directamente a direcciones ATM, y los paquetes contenidos en dicha capa son transportados a través de la red ATM. Aquí ATM provee una conexión paralela, con lo que el usuario toma las ventajas de los perfiles que ATM presenta. El método alternativo para la transportación de la información desde la capa de red a través de ATM es conocido como *LAN Emulation*.

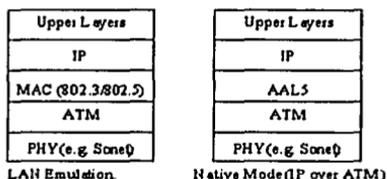


Figura 4.7 Protocolos de la capa de red sobre ATM

4.10.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE EMULACIÓN

Las comunicaciones de datos previstas por las LAN's difieren de las capacidades de ATM, como se muestra:

- Los servicios LAN pueden ser caracterizados como de no conexión comparados con el enfoque ATM de orientada a conexión.
- Los emisores y multiemisores son fácilmente realizables a través de un medio LAN compartido.
- Las direcciones LAN MAC basados en la manufactura de números seriales, son independientes de la topología de red.

La función del protocolo LANE, es emular una LAN sobre una red ATM. Específicamente, el protocolo LANE define los mecanismos para la emulación en una IEEE802.3 *Ethernet*, IEEE802.5 *Token Ring LAN*, *Fast Ethernet* (100BaseT) e IEEE802.12 (100VG-AnyLAN). *Ethernet* o *Token Ring Emulation* pueden ser mapeados sin cambiar los formatos o procedimientos puesto que ambos usan el mismo formato.

El protocolo LANE define una interface de servicio para los protocolos de las capas superiores. Este habilita el envío de datos a través de la red ATM al ser encapsulados en el formato de paquete LAN MAC apropiado. Esto no significa que no se ha hecho ningún intento para emular el protocolo de control de acceso a medio (MAC) actual concerniente a una LAN específica.

El protocolo LANE soporta un rango de tamaños de máximo de protocolos de unidad de datos (MPDU), correspondiendo a un tamaño de paquetes *Ethernet* (4Mbps) y *Token Ring* (16Mbps); y también correspondiendo al valor de MPDU de por defecto para IP sobre ATM. El MPDU apropiado se usará dependiendo de qué tipo de LAN será emulada, y soportada por los *switches* LAN puenteados hacia la ELAN.

Una ELAN con solamente *hosts* ATM nativos, además, pueden usar opcionalmente cualquiera de los tamaños de MPDU disponibles, aún si éste no corresponde al MPDU actual en una LAN real emulada. Todos los *LAN Emulation Client's* (LEC's) dados en una ELAN deben usar el mismo tamaño de MPDU.

Los protocolos LANE hacen que una red ATM se vea y se comporte como una LAN *Ethernet* o *Token Ring*, aunque operan a una velocidad más alta que una red normal (figura 4.8). La razón para hacer esta aproximación es que no requiere modificaciones en los protocolos de las capas más superiores para habilitar su operación sobre una red ATM. El servicio LANE presenta la misma interface que los protocolos MAC existentes sobre los manejadores (drivers) de la capa de red, por lo tanto no se requieren cambios en esos *drivers*. El objetivo es acelerar el despliegue de ATM.

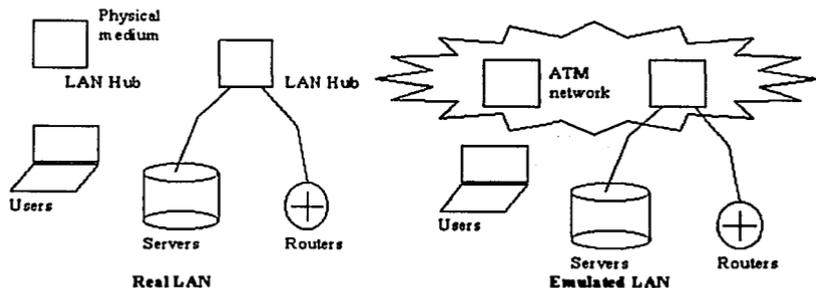


Figura 4.8 Comparación entre una LAN tradicional y una LAN emulada

Está contemplado que el protocolo LANE pueda desarrollarse en dos tipos de equipo basado en ATM.

-*ATM NICs*: los ATM NICs comerciales implementan el protocolo LANE y la interface a las redes ATM, pero presentará una interface de servicio a la LAN en los protocolos de *drivers* de los niveles más altos dentro de sistema de conexión final. Esto es, los protocolos de la capa de red sobre el sistema final, continuaran comunicándose como si fueran una LAN, usando procedimientos conocidos. Estarán sin embargo disponibles para utilizar el vasto ancho de banda de redes ATM.

-*Equipo de Internetworking y switches LAN*: los *switches* LAN ligados a ATM y los ruteadores también se implementarán en LANE. Estos dispositivos juntos con los *host* ATM conectados directamente, equipados con los NIC's ATM, se utilizan para proveer el servicio de Virtual LAN (VLAN), donde los puertos de los *switches* LAN serán asignados hacia alguna VLAN en particular, independientemente de la localidad física.

El protocolo LANE no tiene un impacto directamente en equipo ATM como los *switches*. LANE se constituye sobre un modelo de capa. Los protocolos LANE operan transparentemente sobre y a través de *switches* ATM, utilizando solamente procedimientos estándar de señalización en ATM. Prácticamente hablando, los *switches* ATM pueden ser utilizados como plataforma sobre los cuales se implementarán algunos componentes de los servidores LANE, independientemente de la operación de la transmisión de celdas de los mismos *switches* ATM.

Este desacoplamiento es una de las ventajas del modelo, puesto que permite que además de los propósitos de los *switches* ATM, proceder independientemente de la operación de los protocolos de interconexión entre redes y viceversa. LANE implementa un protocolo para el puentado de la capa MAC a ATM.

El funcionamiento básico de LANE es el mapear las direcciones MAC a direcciones ATM. El objetivo de LANE es ejecutar tales direcciones mapeadas y que los sistemas terminales de LANE puedan establecer conexiones entre ellos mismos y reenviar datos. Nótese que mientras las

especificaciones LANE especifican dos tipos de ELAN's, no permite la conectividad entre un LEC que implementa una *LAN Ethernet* y otro que implemente una *LAN Token Ring*. Tales ELAN's solamente podrán ser interconectadas a través de un ruteador ATM que actúe como un cliente en cada ELAN.

4.10.2 ELEMENTOS DE LANE

Como ya se pudo ver, el protocolo LANE define la operación de una sola ELAN en particular. Está propiamente dicho, emula tanto como una red *Ethernet* o *Token Ring* y consiste esencialmente de las siguientes entidades (figura 4.9).

4.10.3 LAN EMULATION CLIENT (LEC)

Es la entidad en un sistema terminal que se encarga de la transmisión de datos, la resolución de direcciones, y otras funciones de control para un sistema terminal en cada ELAN. Un LEC también provee una interface estándar de servicio de LAN para cualquier entidad de las capas superiores. Un NIC ATM o *switch* LAN utilizado soporta un solo LEC por cada ELAN al cual está conectado. El sistema terminal que se conecta a múltiples ELAN's tendrá un LEC por cada ELAN. Cada LEC es identificado por una única dirección ATM y es asociada con una o más direcciones MAC alcanzable a través de direcciones ATM. En el caso de un NIC ATM el LEC puede ser asociado como una sola dirección MAC, mientras que en caso de un *switch* LAN, el LEC puede ser asociado con todas las direcciones MAC lícitas a través de los puertos que un *switch* LAN están asignados a una ELAN en particular.

4.10.4 LAN EMULATION SERVER (LES)

El LES implementa las funciones de control para una ELAN en particular. Hay solamente un LES lógico por ELAN, y el pertenecer a una ELAN en particular significa tener una relación de control de el LES al cual pertenece dicha ELAN. Cada LES es identificado por una única dirección ATM.

4.10.5 BROADCAST AND UNKNOWN SERVER (BUS)

El BUS es un servidor multiemisor (*multicast*) que es utilizado para fluir el tráfico de las direcciones destino desconocidas y reenviar el tráfico de los emisores y multiemisores a los clientes en una ELAN en particular. Cada LEC es asociado con un solo BUS por ELAN, pero ahí pueden haber muchos BUS'S dentro de una ELAN que comuniquen y coordine de manera específica. La conexión del BUS al LEC es identificado por una dirección ATM, en el LES, ésta es asociada con el emisor de direcciones MAC y este mapeo es configurado normalmente hacia el LES.

4.10.6 LAN EMULATION CONFIGURATION SERVER (LECS)

Los LECS son una entidad que asigna a los clientes LANE individualmente a una ELAN en particular, direccionandolos hacia el LES que corresponde a una ELAN específica. Lógicamente hay un LECS por dominio administrativo y éste sirve a todas las ELAN's dentro del dominio.

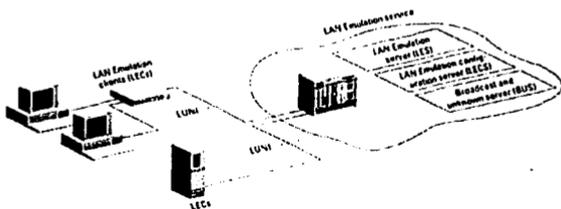


Figura 4.9 Componentes de LANE y sus relaciones

Las especificaciones de LANE no declaran donde debe ser localizado cualquiera de los componentes del servidor. Por propósitos de seguridad y desarrollo, los vendedores implementarán estos componentes de servidor en el equipo de red como *switches* ATM o ruteadores, en vez de una estación de trabajo o *host*.

LANE especifica solamente la operación del usuario de *LAN Emulation* hacia la interface de red LANE (LUNI), entre un LEC y la red que provee el servicio de LANE. Esto puede contrastar con la

interface *LAN Emulation NNI* (LNNI) la cual opera entre los componentes del servidor dentro de un sistema ELAN.

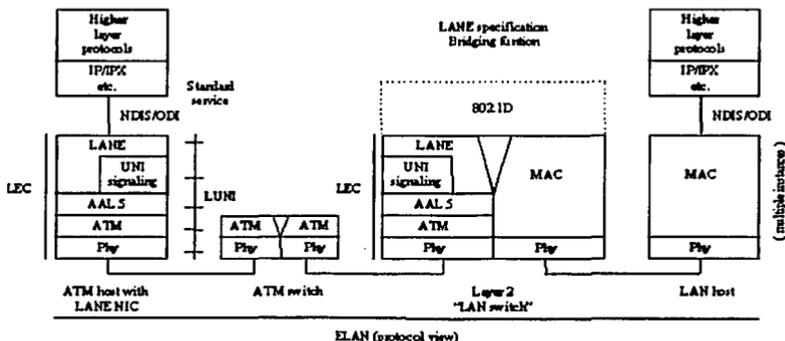


Figura 4.10 Protocolos de un sistema LANE

La fase 1 de los protocolos LANE (figura 4.10) especifica solamente la operación de LUNI; además, ésta no permite soporte para el estándar de un múltiple LES o BUS dentro de una ELAN. Las interacciones entre cada componente del servidor en LANE en la fase 1 no son especificados y serán implementados de manera apropiadas por el distribuidor.

ATM Forum actualmente está trabajando en la fase 2 del protocolo LANE, el cual especifica los protocolos para LNNI y para permitir la redundancia en LES y reduplicar BUS's. Los protocolos LNNI especificarán interfaces abiertas entre varias entidades de servidores LANE y permitirán jerarquías de BUS para una mayor escalabilidad dentro de las ELANs.

Las entidades de la fase 1 se comunican utilizando una serie de conexiones ATM. Los LECs mantienen conexiones separadas para la transmisiones de datos y el control de tráfico.

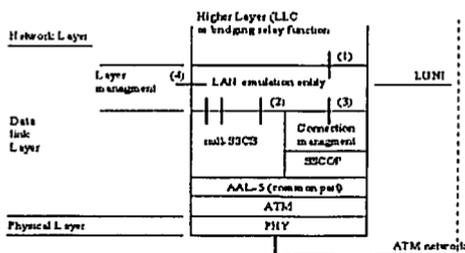


Figura 4.11 Interfaces LANE

- La interface entre la capa *LAN emulation* y las capas más altas incluye las facilidades para transmitir y recibir los *data frames* de usuario. Ver figura 4.11.
- Las interfaces entre la entidad de *LAN emulation* y la capa de adaptación ATM (AAL) incluye las facilidades para transmisión y recepción tramas de. AAL-5 utiliza las capas más bajas, incluyendo las capas ATM y PHY. Los puntos de acceso a servicios de interface son identificados por SAP-Ids (que hace un mapeado uno a uno a los VCCs)
- La interface entre la entidad de *LAN emulation* y la entidad de manejo de conexión incluye las facilidades que requiere la activación o liberación de las conexiones virtuales. Esta entidad maneja SVCs y PVCs.
- La interface entre la entidad *LAN emulation* y la entidad de manejo de capas incluye las facilidades para iniciar y controlar la entidad la *LAN emulation* y regresa el estatus del mismo.

Los controles de conexiones son como siguen:

- Conexión de canal virtual de configuración directa (VCC): Es una VCC bidireccional punto a punto, y es activado por el LEC hacia los LECS.
- VCC de control directo: es una VCC bidireccional y es activado por el LEC hacia el LES.
- VCC de control distribuido: este es una VCC unidireccional activada desde los LES de respaldo hacia el LEC; típicamente es una conexión punto a multipunto.

Las conexiones de datos son:

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- *VCC de Datos Directos (Data Direct VCC)*: es una VCC bidireccional punto a punto y es activada por medio de dos LEC's que deseen intercambiar datos (figura 4.12). Los dos LEC's típicamente usaran la misma VCC de datos directos para transportar todos los paquetes entre ellos, además que abren una VCC nueva por cada par de dirección MAC entre ellos, para conservar los recursos de la conexión. Puesto que LANE emula las LAN's existentes, incluyendo sus carencias de soporte de QoS, las conexiones de datos directos, serán típicamente conexiones UBR o ABR que no ofrecen garantías de QoS.

- *Multimisor VCC de envío (Multicast Send VCC)*: este es una VCC bidireccional punto a punto que es activada por el LEC hacia el BUS (figura 4.13).

- *Multimisor VCC de reenvío (Multicast Forward VCC)*: esta es una VCC unidireccional que es activada hacia el LEC desde el BUS; típicamente es una conexión punto a multipunto, con cada LEC como terminal.

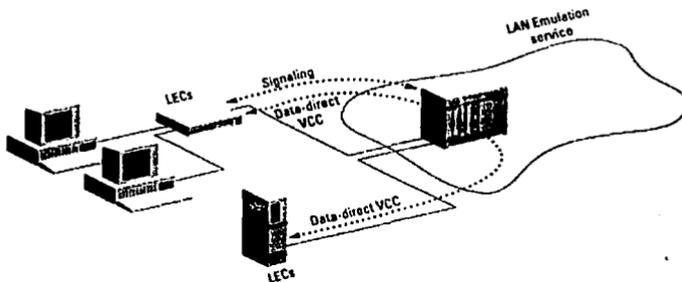


Figura 4.12 VCC de Datos Directos

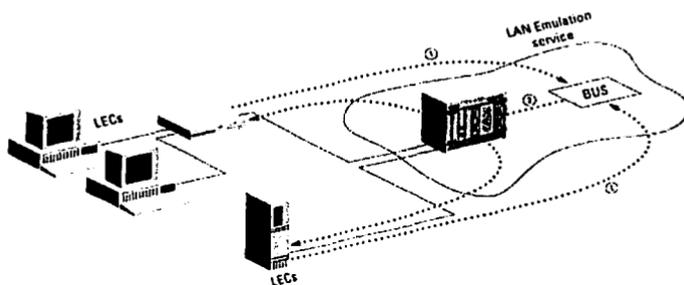


Figura 4.13 Mensajes *broadcast* y *multicast* manejados por el BUS

4.11 ETAPAS DE OPERACIÓN DE LANE

La operación de un sistema LANE será descrita por las siguientes etapas.

4.11.1 ETAPA DE INICIALIZACIÓN Y CONFIGURACIÓN

Sobre la inicialización, el LEC primero debe obtener su propia dirección ATM (típicamente, esto será a través del registro de dirección). El LEC entonces activa una conexión de configuración directa hacia el LECS. Haciendo esto, el LEC deberá encontrar la localidad de el LECS usando un procedimiento ILMI definido para determinar la dirección de LECS, usando una dirección de LECS conocida; o usando una conexión permanente conocida hacia el LECS.

Después de encontrar el LECS, el LEC establecerá el VCC de configuración directa hacia el LECS. Una vez conectado, un protocolo de configuración es utilizado por el LECS para informar al LEC de la información que este requiere al conectarse a su tarjeta ELAN. Esta incluye la dirección ATM del LEC, el tipo de LAN que está siendo emulada, tamaño máximo de los paquetes en la ELAN, y el nombre de la ELAN (es un texto tipo *string* para desplegar propósitos). El LECS es configurado generalmente por el manejador de red, con esta información, se indica a cual VLAN (donde una VLAN pertenece a una ELAN) pertenece el LEC (figura 4.14).

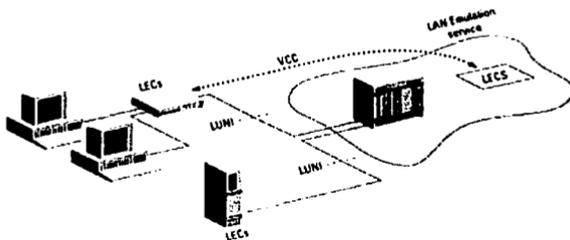


Figura 4.14 Configuración del LEC inicial a través de LECS

4.11.2 ETAPA DE UNIÓN Y REGISTRO

Después de que el LEC obtiene la dirección del LES, éste podrá limpiar oportunamente el VCC de configuración directa hacia el LECS. Entonces este activa el VCC de Control Directo hacia el LES. Una vez esto, el LES asigna el LEC con un identificador LEC único (LECID). El LEC entonces registra su propia dirección MAC y ATM con el LES. Esto puede ser opcional, también cualquier otro registro de direcciones MAC aproximado puede funcionar. En general, el soporte de una fuente ruteada de *Token Ring* ELAN es la misma también para una *Ethernet* ELAN, excepto que todas las aplicaciones desarrolladas en una *Ethernet* ELAN sobre direcciones MAC están correspondientemente desarrolladas dentro de las ELAN *Token Ring* en los descriptores de ruta (figura 4.15).

El LES entonces activa, el respaldo hacia el LEC, el VCC de Control. Los VCC de control directo y distributivo ahora pueden ser utilizados por el LEC para el procedimiento *LAN Emulation* ARP (LE-ARP) requiriendo la dirección ATM que corresponde a una dirección MAC en particular. Haciendo esto, el LEC formula un LE-ARP y lo envía a un LES. Si el LES reconoce este mapeo, este puede escoger una respuesta directamente sobre el VCC de control directo. Si no, este reenvía el requerimiento en el VCC de control distributivo para solicitar una respuesta de un LEC que reconozca a la dirección de MAC requerida.

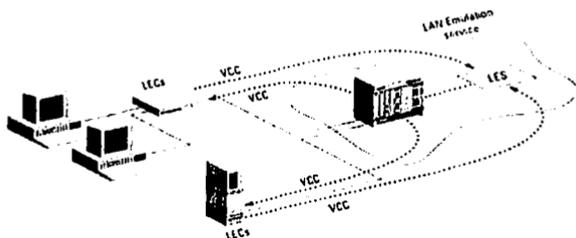


Figura 4.15 Uniendo una LAN Emulada

Una razón porqué el LES no conocería el mapeo es porque la dirección está detrás de un puente MAC y el puente puede que no tenga la dirección registrada. Un NIC ATM, por otro lado, podría soportar uno o un número pequeño de direcciones MAC, muchas de las cuales pueden ser registradas fácilmente. Típicamente cualquier dirección MAC no conocida para el LES podría ser encontrada en un LEC dentro de un puente y no dentro de un NIC, y solamente los LEC's dentro de tales dispositivos necesitan recibir LE-ARP's redireccionados. Para acomodar esto, los LEC's pueden registrarse con los LES como un nodo apoderado (*proxy nodes*), indicando que este puede ser apoderado para otras direcciones y necesita obtener los LE-ARP's. Los LES entonces tienen la opción de activar las VCC de control distributivo y que los LE-ARP's son solamente enviados hacia tales LEC's apoderados. Por ejemplo, a través de dos conexiones punto a multipunto conectados a un LES (figura 4.16) a todos los nodos apoderados y a uno de todos de los nodos no apoderados (*nonproxy nodes*). Esto no es un requisito, sin embargo, los LES pueden escoger para simplificar la distribución a los LE-ARP's hacia todos los LEC's.

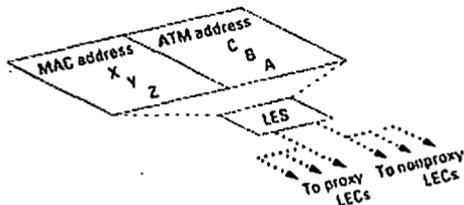


Figura 4.16 LES inteligente con árbol doble punto a multipunto.

4.11.3 ETAPA DE TRANSFERENCIA DE DATOS

Durante la transferencia de datos, un LEC recibe un paquete de la capa de red para transmitirlo desde un protocolo de las capas superiores (en el caso del NIC) o lo recibe de la capa MAC para reenviarlo a través de un puerto LAN (en el caso de un LAN *switch*). En primera instancia, la fuente LEC no tendrá la dirección ATM del LEC destino a través de la cual una dirección MAC puede ser obtenida. En este caso, el LEC primero formula y envía hacia el LES una respuesta LE-ARP.

Mientras espera la respuesta del LE-ARP, el LEC también retransmite el paquete hacia el BUS, usando un encapsulado definido. El BUS en turno distribuirá el paquete a todos los LEC's. Esto debe ser realizado porque en el caso de un dispositivo pasivo que esté detrás de un *switch*, no habrá forma que LEC pueda saber donde está localizada una dirección MAC. Como un puente de aprendizaje, un LEC aprenderá la localización del dispositivo si solo si este responde al paquete reenviado. Adicionalmente, resolviendo un LE-ARP puede tomar algo de tiempo y como muchos protocolos de red son intolerantes a estas pérdidas o latencia. En este modo, el BUS provee análogamente el procedimiento utilizado por el puente de árbol espaciados para los paquetes con destinos desconocidos.

Si una respuesta de un LE-ARP se recibe, el LEC entonces activa la VCC de datos directos hacia el nodo destino y usa a éste para la transferencia de datos así como la trayectoria del BUS. Antes que pueda hacer esto, el LEC puede necesitar el uso del procedimiento de transporte de LANE para asegurar que todos los paquetes enviados al BUS sean reenviados al destino prioritario que utiliza la VCC de datos directos. En este mecanismo, se envía un control de celdas como bajo la primer trayectoria de transmisión siguiendo hasta último paquete. No hasta que la recepción de la celda de transporte sea reconocida por el destinatario se utiliza la segunda trayectoria para enviar los paquetes. El mecanismo es la forma de garantizar el encontrar la LAN estándar en uso que requiere los puentes LAN para preservar estrictamente la trama requerida.

Si una conexión de datos directos existe hacia un LEC (en la misma ELAN) a través del cual una dirección MAC es alcanzable, la fuente LEC puede escoger opcionalmente para reuso la misma conexión de datos directos, tanto para conservar las conexiones y guardarlas. Si una respuesta no es recibida hacia el LE-ARP, el LEC continuará enviando datos hacia el BUS, pero regularmente reenviará LE-ARP's hasta que una respuesta sea recibida. Una vez un paquete sea fluido a través del BUS y el destinatario responda a la fuente, algún LEC aprenderá la localidad de el destinatario y entonces responderá a un LE-ARP subsecuente (figura 4.17).

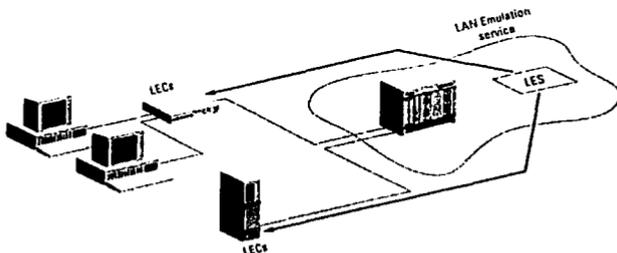


Figura 4.17 Transmisión de LE ARP desde LES hacia todos los LEC's

Con la primer versión de las especificaciones de ATM Forum LANE, se tiene el camino hecho para la integración de ATM con sus sistemas, protocolos, y aplicaciones en las empresas. Este define las formas estándares para los Clientes LANE en resolver los problemas de direcciones, comunicación con otros clientes y envío de datos en las redes ATM.

Usando LANE, los administradores de redes pueden disfrutar los beneficios de ancho de banda de ATM sin modificar los protocolos, software o hardware existentes. Por la definición de la múltiple LAN emulada a través de una red ATM, se pueden crear LAN's virtuales *switcheadas* para desarrollar seguridad y una mayor flexibilidad de configuración. Las aplicaciones inteligentes de manejo de redes, proveen panoramas lógicos y control de las LAN's virtuales *switcheadas*.

Con las especificaciones de LANE una vez ya maduras, proveerán una gran flexibilidad, e interoperabilidad para las redes ATM. Los administradores de red que elijan las implementaciones del estándar LANE hoy tienen una migración de trayectoria con potencial amplio para tomar las ventajas de este desarrollo.

4.12 CONFIGURACIÓN DE ELAN

Antes de entrar de lleno sobre la configuración de una LAN Emulada, es necesario conocer algunos conceptos importantes sobre los servicios especiales sobre el envío de los paquetes, los tipos de tráfico y los algoritmos de la política del tráfico en las redes ATM.

4.12.1 MULTICASTING Y BROADCASTING EN ATM

Existen dos tipos de conexiones ATM, si es SVC o PVC, cuando se consideran el número de partes envueltas en la conexión.

Conexiones Punto a Punto, las cuales conectan a dos sistemas terminales de ATM. Tales conexiones pueden ser unidireccionales o bidireccionales.

Conexiones Punto a Multipunto, las cuales conectan a una sola fuente terminal (conocida como nodo raíz) hacia múltiples destinos terminales. El copiado de celdas se realiza dentro de la red por medio de los *switches* ATM, en el cual la conexión se divide en dos o más ramas. Tales conexiones son unidireccionales, permitiendo a la raíz transmitir hacia las hojas pero no recíprocamente hacia la raíz o hacia otras hojas en la misma conexión.

Algo de lo cual estos tipos de conexiones han olvidado es una analogía hacia la capacidad de *multicasting* o *broadcasting* (donde un solo sistema transmite a todos los demás. Lo cual puede ser visto como un caso especial de *multicasting*) comunes en muchos de los medios compartidos en la tecnología LAN tales como las Ethernet o Token Ring. En tales tecnologías, el *multicasting* permite a múltiples sistemas terminales recibir o transmitir datos hacia otros sistemas terminales. Tales capacidades son fáciles de implementar en las tecnologías de medios

compartidos, donde todos los nodos en un solo segmento de la LAN debe procesarse necesariamente el envío de paquetes a los miembros del mismo.

La analogía en ATM para hacer un *multicast* a un grupo sería por una conexión multipunto-multipunto bidireccional. Desafortunadamente, esta solución obvia no puede ser implementada cuando se utiliza AAL5, utilizada para transmitir datos a través de las redes ATM. Como en AAL 3/4 con su campo de identificador de mensaje (MID).

El problema se debe a que AAL5, no tiene ninguna provisión dentro de su formato de celda para la ramificación de celdas desde diferentes paquetes AAL5 en una sola conexión. Esto significa que todos los paquetes enviados a un destino particular a través de una conexión deben ser recibidos en secuencia, sin ramificación entre las celdas de los diferentes paquetes en la misma conexión, o el proceso de reensamble del destino no estará disponible para la reconstrucción de paquetes. Esto se debe a que las conexiones punto a multipunto de AAL5 pueden ser solamente unidireccionales, para que si un nodo transmitiera un paquete sobre la conexión, sería recibido por la raíz y todos los demás nodos. Sin embargo en estos nodos, los paquetes enviados por el nodo podrían ser ramificados con los paquetes enviados por la raíz y posiblemente por otros nodos, esto podría excluir el reensamble de cualquiera de los paquetes ramificados. Definitivamente esto no es aceptable.

Para no permanecer en este problema, considerando que ATM no requiere alguna forma de capacidad de *multicast* como la mayoría de los protocolos, se han desarrollado inicialmente para las tecnologías LAN, dependiendo de la existencia de las facilidades de los niveles de *multicast/broadcast*, se han propuesto tres métodos para resolver este problema:

4.12.2 VP MULTICASTING

En este mecanismo, un VP multipunto-multipunto enlaza a todos los nodos en el grupo, y a cada nodo se le da un valor único de VCI dentro del VP. Los paquetes ramificados son identificados por el valor único del VCI de la fuente. Este mecanismo sin embargo requiere de un protocolo para

localizar los valores de VCI de los nodos del mismo género y también no es muy claro si los dispositivos de segmentación y reensamble (SAR) pueden soportar fácilmente a tal modo de operación.

4.12.3 MULTICAST SERVER

En este mecanismo todos los nodos que deseen transmitir sobre un grupo *multicast* activa una conexión punto a punto con un dispositivo externo conocido como un servidor *multicast* (tal vez mejor descrito como resecuenciador o serializador). Este servidor entonces se conecta a todos los nodos que se desea que reciban los paquetes *multicast* a través de una conexión punto-multipunto (este servidor también se puede conectar a cada uno de los destinos usando conexiones punto a punto y copiar los paquetes antes de la transmisión; sin embargo las redes ATM pueden desempeñar un copiado a través de una conexión punto-multipunto mucho más eficiente). El servidor *multicast* recibe los paquetes a través de una conexión punto a punto y los retransmite a través de una conexión punto-multipunto, pero solamente después de garantizar que los paquetes han sido seriados, de esta manera la ramificación de la celda es evitada.

4.13 EXTENSIÓN DE LAS CONEXIONES PUNTO A MULTIPUNTO

En este mecanismo cada nodo en el grupo *multicast* establece una conexión punto-multipunto con cada uno de los otros nodos y se convierte en una hoja con conexión equivalente a todos los nodos. De ahí que todos los nodos pueden transmitir y recibir de los otros nodos. Este mecanismo requiere que cada nodo mantenga n conexiones para cada grupo, donde n es el número de nodos transmisores en el grupo mientras que los mecanismos del servidor *multicast* requieren de solamente dos conexiones. Este mecanismo también requiere de un proceso de registro para decir a los nodos que se unen al grupo los nodos que están en él, y esto ayuda a establecer su propia conexión punto-multipunto. Los otros nodos también necesitan conocer acerca del nuevo nodo que se acaba de agregar a su conexión punto-multipunto. El mecanismo de servidor *multicast* es más escalable en términos de recursos de conexión, pero tiene el problema de requerir un resecuenciador centralizado, el cual tiene un potencial de congestión y un punto de falla.

En conclusión no existe hasta hoy una solución ideal para el *multicast* en ATM. Los protocolos de las capas superiores de la red utilizan a las dos últimas soluciones. Este es un ejemplo del porqué existen los protocolos de *internetworking* muy complejos en ATM. La mayoría de los protocolos actuales, particularmente aquellos desarrollados para LAN's, implícitamente asumen una infraestructura de red similar a las de la tecnología LAN, esto es, un medio compartido, tecnología orientada a no conexión con mecanismos de *broadcast* implícitos. Como se ha notado, ATM viola todas estas consideraciones. Más adelante se discutirán los mecanismos usados para la solución de estos problemas.

4.14 RUTEO DE MULTICAST EN LAN's EMULADAS

Con UNI 3.0/3.1, las conexiones punto a punto se activan en una hoja con el requerimiento de agregado de hoja apuntado por la dirección *unicast* ATM. De ahí que los requerimientos de conexión sean ruteados por los protocolos IISP y fase 1 de P-NNI de la misma manera que las conexiones punto a punto. La única diferencia es que los procedimientos de señalización (*signaling*) garantizarán que no habrá conexiones nuevas a través del enlace en el proceso de requerimiento de agregado de terminal (hoja) siempre y cuando exista una rama con una conexión punto a multipunto a través del enlace. Idealmente, una rama nueva del árbol será agregada solamente en el punto mas cercano a la hoja nueva. En términos de la operación de la fase 1 de P-NNI, esto puede impactar a la selección de las rutas posibles durante la fase de reducción de rutas. A través de esto se soporta una conexión punto a multipunto, Los protocolos de la fase 1 de P-NNI e IISP harán soportar entonces a la UNI 3.0/3.1 actual, los mecanismos de *multicast* tales como los Servidores *Multicast* y la Extensión de Conexiones Punto a Multipunto.

Estos esfuerzos pueden abordar las formas para configurar automáticamente a los grupos terminales de ATM para integrarse a los grupos *multicast* basados en su registro de membresía. El soporte necesario para el protocolo de enrutamiento *multicast* que permite las conexiones punto a multipunto hacia los grupos de direcciones, y los protocolos P-NNI necesitarán generar un árbol de fuentes ruteadas enlazado con las fuentes de cada una de las terminales (hojas). Tales

protocolos pueden construirse sobre los protocolos *multicast* y los protocolos *multicast* independientes (PIM) existentes.

4.15 TIPOS DE TRÁFICO

El manejo de *Quality of Service* (QoS) está basado en los parámetros de ancho de banda asociados con la conexión virtual y las clases de servicios de la capa de adaptación ATM (AAL) utilizados para esa conexión. Con el propósito para soportar voz, video, y datos; la *ATM Forum* ha definido cuatro clases de servicios o tipos de tráfico: *Constant Bit Rate* (CBR), *Variable Bit Rate* (VBR), *Available Bit Rate* (ABR), y *Unspecified Bit Rate* (UBR).

En el tiempo de la Activación de Conexión, el tráfico que usa los parámetros de CBR, tales como señales de voz, hace un requerimiento para una *Peak Cell Rate* (PCR) dedicada. Una vez que la PCR está definida, la red ATM debe estar disponible para garantizar la cantidad de ancho de banda para la duración de la conexión.

En el tiempo de Activación de Conexión, el tráfico que usa los parámetros VBR, tales como video o datos, hace un requerimiento para un PCR, un *Sustainable Cell Rate* (SCR), y un *Maximum Burst Size* (MBS) dedicados. Una vez que estas velocidades de celda están definidos, la red ATM debe estar disponible para garantizar estas velocidades en toda la duración de la conexión.

En el tiempo de Activación de Conexión, el tráfico ABR hace un requerimiento para un PCR y un *Minimum Cell Rate* (MCR) dedicados. Una vez definidos, la red ATM debe ser capaz para garantizar el MCR para la duración de la conexión. Las fuentes de tráfico ABR ajustan su velocidad de transmisión en respuesta a la información que reciben describiendo el estatus de la red y su capacidad para desarrollar datos sucesivamente.

El tráfico UBR, tales como información de *broadcast* y mensajes ARP, también conocidos como servicio "*best effort*". UBR no provee garantías de ancho de banda.

Debido a que ATM está diseñado para proveer a una red transportar esta variedad de clases de tráfico, los esquemas de las Políticas de Tráfico (*traffic policing*) y el Control de Admisión a Conexión (*connection admission control, CAC*) son vitales para permitir esta mezcla de tráfico y que fluya sin problemas.

4.16 POLÍTICAS DE TRÁFICO

A las políticas de tráfico también son conocidas como *Usage Parameter Control (UPC)*, son un método para garantizar la localidad justa de los recursos de la red y la evaluación de las celdas que entran en el *switch* para la conformidad con los contratos de ancho de banda del tráfico preestablecido. Las celdas que excedan el contrato son etiquetadas (*tagging*) o retardadas (*dropping*) dependiendo en cuál están definidas en el contrato. Esto garantiza que las conexiones con ancho de banda reservado no excedan sus privilegios.

4.17 CELDAS NO CONFORMADAS (ETIQUETADAS vs RETARDADAS)

El segundo concepto importante es el comprender el concepto de *Tagging & Dropping*. Cada celda ATM tiene un *bit* de Prioridad de Perdida de Celda (*cell loss priority, CLP*) el cual indica si la red puede interrumpir a la celda la bajo condiciones de congestión. Cuando CLP se activa con un valor de 0, la celda es evaluada para su conformancia con los parámetros asociados en el torrente con CLP=0. Si los parámetros dictan que no completa la celda entonces debe ser etiquetada, es decir el bit CLP es activado en 1 por el contrato de UPC, lo cual significa que la experiencia de congestión es alejada en la red. Las celdas con valor CLP=1 son retrasadas en preferencia con las celdas de valor CLP=0.

4.18 PARÁMETROS DEL CONTRATO DE TRÁFICO DEL UPC

El ATM Forum ha definido diferentes tipos de contratos de tráfico para utilizarse en conjunción con estas *leaky buckets*. Los parámetros que realizan estos tipos de contratos se definen como sigue:

pcr0 - PCR para celdas con CLP=0.

pcr01 - PCR para agregar celdas con CLP=0 y celdas con CLP=1.

scr0 - SCR para celdas con CLP=0.

scr01 - SCR para agregar celdas con CLP=0 y celdas con CLP=1.

msb0 - MSB para celdas con CLP=0.

msb01 - MSB para agregar celdas con CLP=0 y celdas con CLP=1.

tag - activa el bit CLP con 1 para las celdas con CLP=0 que no aprueban el examen PCRO para los contratos CBRO o el examen SCRO/MSBO para contratos VBRO.

Cabe mencionar en este instante que existen combinaciones de los parámetros de tráfico que se pueden crear en un contrato UPC.

4.19 CONFIGURACIÓN DE UNA LAN EMULADA

Después de haber analizado los conceptos anteriores, entonces entraremos de manera detallada la descripción de cómo diseñar, configurar, y mantener una LAN Emulada (ELAN) sobre redes ATM. Una ELAN provee de comunicación de a una cantidad de tramas de datos de usuario que son miembros de una LAN Emulada, similar a una LAN física. Una o más ELAN's pueden trabajar simultáneamente e independientemente en la misma red ATM.

Cada ELAN está compuesta de un conjunto de Clientes *LAN Emulation* (LEC), un Servidor de Configuración *LAN Emulation* (LECS), y al menos un par de Servidor *LAN Emulation* (LES) y *Broadcast and Unknown Server* (BUS).

El LECS puede ser o residir en cualquiera de los *switches* comerciales ForeRunner ASX-200WG, ASX-200BX, ASX1000, ASX4000, LE 25, y muchos más por ejemplo; o en una estación de trabajo UNIX corriendo Solaris 2.5, 2.5.1, o 2.6. El par LES/BUS puede residir en cualquiera de los equipos de conmutadores mencionados. Adicionalmente un atributo del *software* es la Emulación

de LAN Distribuida (DLE) el cual provee de carga compartida y tolerancia a la ELAN. Cada LEC reside en un *host* ATM (PC, Macintosh, estaciones de trabajo UNIX, *Switch* ATM, etc.).

Dependiendo del equipo, las versiones del software soportan la emulación de *Ethernet* (IEEE 802.3) o la emulación de servicios *Token Ring* (IEEE 802.5), en algunos casos los LEC's *token ring* no pueden ser creados en un *switch* y solamente en algunos *hosts* ATM.

4.20 COMPONENTES DE UNA LAN EMULADA

Los componentes de una ELAN incluyen a los LEC's, y los servicios de LANE consisten de los LECS, un LES, y un BUS. Aunque las especificaciones de ATM Forum permiten al LES y al BUS ser localizados en diferentes dispositivos, el manejo más inteligente del tráfico es posible cuando están localizados en el mismo dispositivo. El LECS puede residir en el mismo sistema físico como el par LES/BUS o en un sistema físico separado. Las interconexiones funcionales de una simple ELAN consiste de dos LEC's, un LECS, un LES, y un BUS como se muestra en la figura 4.18.

Cada LEC debe registrarse con el LES y BUS asociados con la ELAN que desee unirse. Para participar en una múltiple ELAN, es sistema debe tener múltiples LEC's.

El LECS es el responsable de iniciar la configuración, además de proveer información de las ELAN's disponibles junto con las direcciones del LES asociado. Usando DLE (*Distributed LAN Emulation*) el usuario puede configurar el LECS para asociar múltiples pares LES/BUS. Esta característica permite al LEC's utilizar un solo o cualquier dirección "*cast*" para encontrar uno de los otros servidores DLE para la ELAN si el servidor local se desactiva. La resolución de direcciones es normal a través de PNNI, ATM Forum PNNI, o IISP para localizar los activos y más cercanos LES que usan cualquier dirección *cast*.

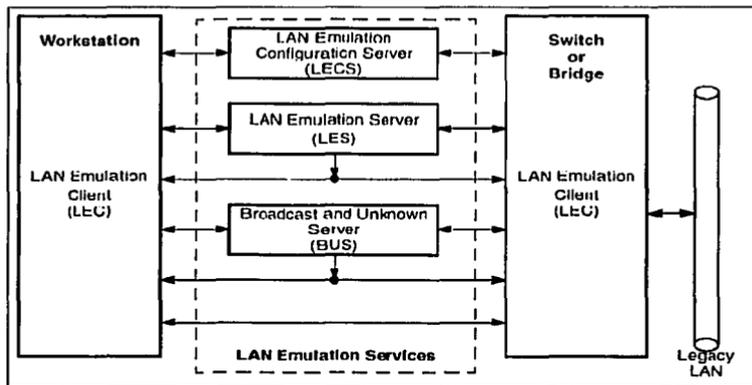


Figura 4.18 Interconexiones básicas de una LAN Emulada.

El LES implementa las funciones de coordinación del control para la ELAN. Se provee el servicio de registro y resolución de las direcciones MAC a direcciones ATM. Un LEC registra su propia dirección con el LES, un LEC también enfila al LES cuando el cliente desee resolver una dirección MAC a direcciones ATM. El LES responde directamente hacia los clientes o reenvía la duda hacia otros clientes que podrían responder. Puede suceder el caso en que esté activo un LES por ELAN. En una ELAN, el BUS es el responsable para realizar los servicios de *broadcast*, *multicast*, y paquetes *unicast* desconocidos desde un LEC detectado con conexión punto a punto, y reenviar los paquetes a todos los miembros de la ELAN usando una conexión punto a multipunto. Puede presentarse más de una instancia en que se tenga activo un BUS por ELAN.

4.21 OPERACIÓN DE UNA LAN EMULADA

En esta sección se describe la operación de una ELAN y sus componentes desde el punto de vista de un LEC. La operación está dividida en tres fases: Inicialización, Registro y Resolución de Direcciones, y Transferencia de Datos.

Los componentes de una ELAN se comunican unas con otras usando conexiones ATM. El LEC mantiene conexiones separadas para las funciones de control de tráfico y transferencia de datos, utilizando los tipos de conexión de datos y control usados por el LEC cuando opera en una ELAN.

Ahora haremos un análisis de la figura 4.19 para comprender de forma más clara todo el proceso de funcionamiento de una ELAN.

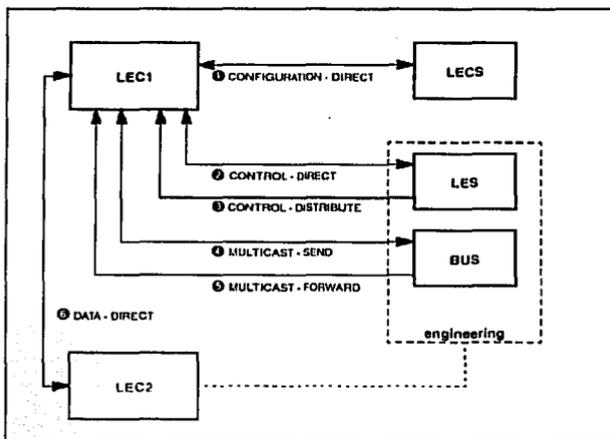


Figura 4.19 Operación de una ELAN.

En la etapa de inicialización, el LEC1 obtiene su propia dirección ATM por vía del registro de direcciones ILMI, este proceso puede llevarse a cabo por una de las cuatro formas siguientes: Por cuestionamiento al *switch* en donde el LEC1 está conectado vía ILMI; por conexión a la dirección "well-known" definida en los estándares de LANE del ATM Forum; usando PVC (0,17); o por el uso de una dirección configurada localmente en el LEC1.

Una vez reconocida la localidad del LECS, el LEC1 establece una conexión de configuración directa hacia el LECS, donde se provee al LEC1 la información necesaria como la dirección de los LES's, el tipo de LAN que está siendo emulada, el tamaño máximo de paquetes, y el nombre de la ELAN (por ej. *Engeneering*). Esta configuración está contenida en un archivo de configuración que debe construirse y ser mantenido por el administrador de red.

En la etapa de registro y resolución de direcciones, después de las direcciones del LES, el LEC1 establece una conexión de control directo hacia el LES, entonces el LES asigna la LEC1 un valor único de identificación, y el LEC1 registra su propia dirección MAC y ATM en el LES. En este punto, el LEC1 se ha unido a la ELAN.

El LES después establece una conexión de control distributivo de regreso al LEC1. Las conexiones y , ahora pueden utilizarse por el LEC1 para enviar requerimientos LAN *Emulation ARP* (LE_arp) hacia el LES y recibir respuestas.

El LEC1 ahora envía un requerimiento LE_arp hacia el LES para obtener las direcciones ATM del BUS correspondientes para las direcciones MAC *Broadcast*. El LEC entonces establece una conexión de envío *multicast* hacia el BUS, y éste responde con la activación de una conexión *multicast* de reenvío hacia el LEC. En este punto, el LEC está listo para transferir datos.

En la etapa de transferencia de datos, al recibir el LEC1 un paquete de mensajes en la capa de red de los protocolos de las capas superiores para transmitirse a algún destino de las direcciones MAC (por ej. LEC2), el LEC1 inicialmente no conoce la dirección ATM correspondiente del destino.

Consecuentemente, el LEC1 transmite un requerimiento LE_arp hacia el LES. Mientras espera respuesta del LES, el LEC1 reenvía los paquetes hacia el BUS, éste hace un *broadcast* del paquete hacia todos los LEC's de la ELAN. Esto se hace para evitar la pérdida de datos, y para minimizar la latencia de la activación de la conexión que no puede ser aceptado por algunos protocolos de red.

Si se recibe respuesta del LE_ARP, el LEC1 establece una conexión de datos directos hacia la dirección del LEC2. Esta trayectoria se utilizará para las transferencias de datos subsecuentes. Antes de que LEC1 comience con el uso de esta conexión, primero envía un paquete "flush" por el BUS hacia el destino, cuando el LEC2 reconoce la recepción de este mensaje, significa que la trayectoria del BUS está vacía y solamente el LEC1 comenzará a utilizar la conexión de datos directos » para la transferencia de información. Este proceso garantiza que las tramas del protocolo de red llegarán en el orden apropiado.

Si no hay respuesta del LE_ARP, el LEC1 continúa enviando datos hacia el BUS mientras sigue esperando respuesta del LE_ARP hasta que ésta se reciba y la conexión de datos directos hacia el LEC2 sea establecida.

Si el LEC1 ha establecido la conexión de datos directos hacia la dirección MAC deseada, éste no necesita hacer el proceso de LE_ARP otra vez. Esto se debe a que el uso de la conexión continúa, esto es posible porque cada LEC mantiene un caché de las direcciones MAC a las direcciones ATM mapeadas que se reciben en la respuesta de los LE_ARP's enviados. Las conexiones de datos directos son limpiadas si se mantienen inactivas por un periodo de tiempo.

La Emulación de LAN Distribuida (*Distributed LAN Emulation, DLE*) permite que las funciones del LES y del BUS provistos a cada ELAN, puedan ser interconectadas en varias plataformas de servidores distribuidos. De esta manera, DLE provee a estas ELAN's de flexibilidad y escalabilidad.

4.22 SERVICIOS OBTENIDOS DE LA IMPLEMENTACION DE ATM EN LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN CAMPO-4

La tecnología ATM se ha impuesto como la tecnología que permitirá la entrada de las telecomunicaciones a la era Multimedia, y la que impulsará ésta industria. ATM ha tenido un proceso de evolución y maduración desde los años setenta cuando por primera vez se habló del

asincronismo en la transmisión y se especulaba sobre si la operación asíncrona podría incrementar la capacidad de tráfico y timidamente aventuraba la conclusión de que podría llegar a triplicarla.

Pronto se hizo patente que el que parecía pronóstico optimista inicial, en realidad había sido enormemente conservador. Gracias a la flexibilidad inicial de este sencillo protocolo, la veloz técnica de conmutación ATM, ahora estandarizada por la UIT-T para dar soporte a servicios de RDSI-BA que, basados en celdas de 53 bytes de longitud, permiten elevada velocidad y asignación de ancho de banda dinámico y flexible para un uso óptimo de los recursos de la red, hoy somos capaces de conmutar cientos de Megabytes por segundo, además la aparición y usos de tecnologías ópticas ha elevado este volumen a escalas de muchos Gbits/s.

Su inherente flexibilidad significa que ATM puede transferir voz, datos e imágenes a velocidades hasta ahora inimaginables. Ello permite la introducción de una nueva clase de servicios multimedia generadores de beneficios de aplicaciones de banda ancha y de LAN de 10 a 10 a la n Mbits por segundo, supercomputación (CAD/CAM), video interactivo y VoD (Video Baja Demanda), compra desde casa, tratamiento de imágenes profesionales y médicas, video digital conmutado (Cine del Futuro) y las publicitadas autopistas de información a 600 Mbits/s.

El mercado de las telecomunicaciones se puede analizar considerando dos segmentos distintos:

4.22.1 EL MERCADO DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES

Es el mercado de las grandes empresas. Estos servicios los pueden ofrecer los grandes operadores (redes privadas virtuales) e implementar las propias empresas que, en este caso, utilizan infraestructuras alquiladas a los operadores.

Las tecnologías de comunicaciones utilizadas hasta ahora en las aplicaciones profesionales estaban íntimamente ligadas al tipo de información transmitida: Redes X.25 y Frame Relay para información de tipo paquete sobre redes conmutadas o líneas dedicadas o módem o multiplexor para información de tipo circuito.

La demanda evoluciona dos claras tendencias:

-
- La necesidad de una mayor capacidad ligada al creciente flujo de información requerido tanto en las empresas (LAN) como entre ellas (WAN). Esta tendencia es el resultado de la introducción masiva de PC's en los sectores industriales y de servicios, con arquitecturas de tipo cliente-servidor y aplicaciones de trabajo distribuido. Todos estos factores han contribuido a la implementación de redes de alta velocidad.
 - La búsqueda de una mayor sencillez en el transporte y gestión de la gran variedad de tipos de información: datos de todo tipo, voz, multimedia, etc. En particular, numerosas aplicaciones profesionales ya usan imágenes en diferentes sectores (prensa, medicina, cine, etc.), lo que requiere gran flujo de INFORMACION e interconexiones multipunto a alta velocidad.
 - Lo esencial de ATM es que responde de manera eficaz a estas dos tendencias tanto en redes de área local (LAN) como en redes de larga distancia (WAN). Por ello, el ATM se presenta como la mejor tecnología para liderar sobre un mismo soporte informaciones de naturaleza y propósitos muy diferentes, sean los que sean los requerimientos de velocidad o el tamaño de la red.
 - La introducción de ATM para estos servicios es necesaria a diferentes niveles:
 - Redes de área local (LAN) ofreciendo, directamente en estaciones de trabajo, complementando las tecnologías tradicionales (Ethernet, Token Ring y FDDI), conectividad ATM o la interconexión de diferentes LAN en las empresas.
 - Redes de larga distancia (WAN), gestionadas por operadores o por las propias empresas, que utilizan tecnologías de acceso existentes (Frame Relay, MAN/SMDs) o ATM, y concentran los diferentes flujos de datos en formato ATM hacia las redes de infraestructura públicas.
 - Redes de infraestructura Públicas (PIN), con la introducción de los computadores ATM que mejoran las redes de transmisión existentes (PDH, SDH y SONET) y ofrecen servicios ATM. Primero implementadas como redes superpuestas, después integrando todos los servicios y proporcionando conectividad e interfaz con otras redes de servicios (telefonía, paquetes, etc.), ya existentes.

Todos los componentes de la red destinados a servicios profesionales migran de esta forma gradualmente hacia el ATM, una tecnología de federación y convergencia.

4.22.2 MERCADO DE LOS SERVICIOS RESIDENCIALES

Este mercado, básicamente constituido hasta hoy por los servicios telefónicos se está preparando para importantes cambios:

- La creciente competencia entre operadores de telecomunicaciones, y entre estos y los operadores de CATV está estimulando la innovación en materia de oferta de servicios. La mayoría de los nuevos servicios proyectados se basarán en la imagen, en especial en la interactiva, en donde el contenido del servicio es seleccionado por el usuario final (Video bajo demanda).

Muchos distribuidores están ofreciendo nuevos servicios online a los clientes residenciales: telemarketing, telecompra, cultura (museos virtuales), ocio, videojuegos, etc. algunos de estos servicios ya están preconfigurados en la red Internet. Todos estos sectores ven en la imagen y en la total accesabilidad por la red de telecomunicaciones el medio decisivo para revolucionar sus actividades, cambiando completamente el tamaño de sus mercados.

Sin embargo, las actuales redes no son capaces de enfrentarse a esta evolución ya que:

- Las redes de telecomunicaciones son interactivas pero bastante limitadas en las velocidades ofrecidas al usuario final. Existen cuellos de botella en la red conmutada y, en especial, en las redes de distribución. Un servicio de video interactivo del tipo VoD que consume el equivalente de 30 a 100 llamadas telefónicas simultáneamente para un único abonado no puede tolerar estos cuellos de botella.
- Las redes CATV ofrecen mayores velocidades pero están optimizadas para los servicios de difusión y tienen capacidades interactivas limitadas.

En conmutación, ATM es sin duda la solución. En acceso, existen diferentes tipos de soluciones. La más consistente y prometedora, tanto técnica como económicamente, para despliegues en gran

escala, usa también ATM como tecnología de transporte sobre una red de distribución híbrida (fibra/coaxial) o totalmente óptica. Así, en el futuro, una misma red de acceso e infraestructura basada en ATM, permitirá ofrecer el conjunto de servicios telefónicos, al igual que los servicios multimedia y video interactivo.

Este método permite, por otro lado llevar al usuario final una interfaz digital basado en ATM (Red residencial Digital- DHN) al que unirá, a través de un convertidor del tipo set-top box, tanto terminales para trabajo en casa (PC's). Nacerá un tipo de red de área local individual y se abrirá el camino a todo tipo de aplicaciones residenciales, como la seguridad, el teletrabajo, etc.

La aparición de estos servicios de comunicación e información la ha hecho posible el ATM, gradualmente introducido en todo el proceso de comunicaciones (servidores, redes públicas, redes de acceso, redes de área local residenciales y terminales).

"Al mismo tiempo, ATM da forma a nuestra visión del siglo XXI y permanece como la tecnología soñada por el gestor de la red".

Una vez presentada la estrategia y todo lo que gire en torno de ATM a continuación mostramos algunas aplicaciones y servicios que crearán los mercados del siglo XXI.

4.22.3 EDUCACION EN ACCION

La tecnología ATM abre nuevas perspectivas para el diseño de cursos basados en técnicas de aprendizaje a distancia. Las conexiones de datos a alta velocidad hacen posible acceder a servidores multimedia centralizados en los que pueden consultarse documentación almacenada sobre el curso, paquetes de enseñanza basados en técnicas informáticas y aplicaciones multimedia interactivas. Las aplicaciones de video conferencia permiten a los usuarios tomar parte de seminarios, conferencias y explicaciones difundidas en directo.

Uno de los retos en el diseño de cursos avanzados en el aprendizaje a distancia es compensar apropiadamente la pérdida de interacción humana que nace de la separación física entre los participantes. Este es un gran problema desde el momento en que la investigación de la enseñanza

muestra que el aprendizaje es un proceso activo de construcción del conocimiento por parte del alumno.

Dicho proceso, además, mejora considerablemente mediante la interacción de los alumnos. La tecnología ATM permite la creación de múltiples conexiones interactivas en directo entre los alumnos.

La integración de herramientas de aprendizaje en una red basada en ATM, permite tener acceso directo a las funciones de la red. Estas herramientas incluyen:

- Conferencia video y audio de sobremesa
- Pizarra compartida
- aplicaciones compartidas
- El video bajo demanda centralizado y los servidores multimedia
- Acceso a diferentes bases de datos
- Conexión con un centro de enseñanza remoto
- acceso a nodos de información
- Centros de ayuda y control.

4.22.4 MUNDO DE LA RED MULTIMEDIA

Los servicios actuales se pueden dividir, en términos generales en tres tipos según el tipo de terminal que lo soporte. Hasta el momento estos servicios han vivido bastante independientes unos de otros, otros de los servicios de la tecnología ATM es permitir que interactúen indistintamente a gusto del consumidor.

El primer tipo abarca el servicio de comunicación vocal básico. El servicio telefónico clásico está siendo mejorado continuamente añadiendo servicios de valor agregado ofrecidos en una red inteligente.

El segundo tipo utiliza el televisor como terminal y ofrece un servicio de difusión de TV, llevando programas audiovisuales a cientos de millones de personas a todo el mundo. Hoy día, gracias a las redes inteligentes y arquitecturas de comunicaciones como ATM también es posible obtener servicios interactivos como:

- Tele-compra
- Tele-enseñanza
- Tele-información (navegación en fuentes de navegación con estructuras hipertexto conectadas).

El tercero emplea los computadores personales como terminal. Los servicios basados en PC's se implantaron en principio en el campo profesional. El concepto de PC lleva a la descentralización de la información y de las aplicaciones, con el despliegue de redes de área local eficaces y de gran ancho de banda.

ATM surge como la tecnología que permite la integración de todos estos servicios, y hace que todo el mundo tenga acceso a la información que desee a través del medio que desee en tiempo real.

4.22.5 CINE DEL FUTURO

El cine del futuro, como se le ha denominado a este servicio, cambiará el modo en que los propietarios de los cines llenan sus taquillas, por medio de la transmisión de acontecimientos en vivo, video conferencias para clientes empresariales o instituciones, flexibilidad en el horario de exhibiciones y multitud de otras nuevas capacidades para el mercado.

Durante años, muchas compañías telefónicas han suministrado líneas privadas para la transmisión de señales de video punto a punto. Tradicionalmente ha sido la industria de la televisión la que ha utilizado este tipo de servicio, pero en los últimos años los estudios de Hollywood lo han venido

utilizando de manera creciente para edición y funciones de pre y post producción dentro de su actividad.

El cambio de la tecnología en la manera de hacer películas que ha supuesto el tratamiento digital de las pruebas del día, junto a las técnicas de "Blue Screen" para efectos especiales, a exigido la introducción de la transmisión del material requerido hasta localidades distantes para la inclusión, mezcla, edición y otras operaciones.

4.22.6 ATM EN LOS QUIROFANOS: EL PROYECTO MASTER

El proyecto máster aporta una innovación en los campos de las telecomunicaciones, tecnología de microsistemas, robótica y sistemas de imágenes y simulación. Deben desarrollarse e integrarse en el quirófano nuevos instrumentos quirúrgicos, sistemas de imágenes y sistemas robóticos. Esto implica la comunicación y transmisión de imágenes. La asociación de los medios avanzados de telecomunicaciones y de las nuevas tecnologías de cirugía y de acceso mínimo (MAS) deberían permitir al cirujano, a largo plazo, efectuar operaciones a distancia. A corto plazo este proyecto tiene tres objetivos médicos principales:

- Permitir la evolución tecnológica: la cirugía de acceso mínimo (MAS) está limitada actualmente por el hecho de que el cirujano solo dispone de una imagen bidimensional. Una vista estereoscópica aporta la tercera dimensión y permite una manipulación más precisa y seguida. Aunque la transmisión de instantáneas ya es operativa, la transmisión de imágenes en movimiento con una calidad aceptable, requiere más estudios. Aun quedan por realizar bastantes investigaciones en estas dos áreas.
- Desarrollar la ayuda al diagnóstico remoto: La posibilidad de transmitir imágenes en movimiento de una operación, permite que un cirujano experto situado en una ubicación remota pueda ayudar al equipo quirúrgico durante la operación, para soportar un diagnóstico o explicar un procedimiento específico.
- Ofrecer facilidades de enseñanza a distancia: Un cirujano experto distante será capaz de transmitir su conocimiento usando imágenes en movimiento de buena calidad y sonido. Además, los

cirujanos que quieran aprender o conocer un nuevo instrumento o procedimiento, consultarán remotamente una biblioteca multimedia.

El producto ideal definido por estos tres objetivos está basado en la asociación de un autómatas quirúrgico, un sistema de codificación, la transmisión de imágenes en movimiento de buena calidad y un sistema educativo eficaz.

Desde el punto de vista de las telecomunicaciones, el proyecto MASTER está relacionado con la comunicación audiovisual. Sólo una infraestructura ATM puede cubrir las velocidades requeridas por las aplicaciones (26.6 Mbits/s por terminal, con 128 terminales conmutados) y, en particular por el video de alta calidad.

4.23 RESUMEN DE VENTAJAS OBTENIDAS POR MIGRAR A ATM.

Optimización de los costos de telecomunicaciones: Con el Servicio ATM los usuarios podrán transportar simultáneamente, compartiendo los mismos recursos de red, el tráfico perteneciente a múltiples comunicaciones y aplicaciones, y hacia diferentes destinos.

Tecnología punta y altas prestaciones

- Más velocidad, mayor ancho de banda: Bajo retardo en la transmisión y soporte de aplicaciones tanto en tiempo real (como voz y vídeo) como aplicaciones menos sensibles al retardo como la transferencia de ficheros, la interconexión de redes de área local o el acceso a Internet.
- Utilización de diferentes clases de servicio para diferentes aplicaciones.
- Soporte de aplicaciones multimedia.

Flexibilidad del servicio: El Servicio ATM es una solución adaptable a las necesidades cambiantes del cliente basada en circuitos virtuales permanentes (CVP). Sobre un interfaz de acceso a la red se pueden establecer simultáneamente múltiples circuitos virtuales permanentes distintos, lo que permite una fácil incorporación de nuevas sedes a la Red de Cliente.

Estándares maduros y consolidados: ATM es un servicio normalizado según los estándares y recomendaciones de UIT-T con lo que queda garantizada la interoperatividad con cualquier otro producto ATM asimismo normalizado.

ATM tiene la posibilidad de transmitir servicios (Voz, Video, Datos) de cualquier velocidad de tráfico contiguo y de tráfico en ráfagas, lo cual le da ventajas en relación con otras técnicas, así:

- Red Unica: Dado que la misma red soporta todos los servicios, los costos de diseño, gestión, fabricación se disminuyen al aplicar economía de escala.
- Flexibilidad y permanencia: La permanente investigación tanto en las técnicas de compresión de datos como en la de fabricación de hardware, van mejorando la eficiencia en el ancho de banda (es decir, que al efectuar una transmisión se requiera, cada vez menos, de éste recurso). Esto a su vez propicia la aparición de otros servicios para los que ATM puede soportar sin modificar la red y sin sacrificar eficiencia.
- Aprovechamiento de recursos: Como en el sistema ATM no existe especialización por servicios, todos los recursos pueden ser utilizados por todos los servicios y así, aprovechar al máximo los elementos y las facilidades de la red.
- Posibilita Nuevas Aplicaciones. Debido a las altas velocidades y a la integración de tipos de tráfico, ATM crea la posibilidad de implementación y expansión de nuevas aplicaciones semejantes como Multimedia.
- Compatible con cable de instalación corriente. compatibilidad porque ATM no se basa en un tipo específico de transporte, es compatible con instalaciones desplegadas en redes físicas. ATM puede ser transportado sobre Par Trenzado, Cable Coaxial y Fibra Optica.
- Incrementa La Capacidad De La Migración. Los esfuerzos dentro de las organizaciones standares y el Foro ATM continúa para asegurar la implantación de redes que buscan ganar los beneficios de ATM, incrementando mejoramiento, redes basadas en nuevas aplicaciones y requisitos necesarios para los negocios.
- Simplifica la Administración de la Red. ATM es desarrollada dentro de una tecnología standar por red local, ciudades universitarias, firmeza y una extensa área de servicios públicos y privados.

Esta uniformidad es proyectada a simplificar la administración de red por usar la misma tecnología para todos los niveles de la red.

- Largo Tiempo de Duración Arquitectónica. Los sistemas de información e industrias de telecomunicación están enfocados y estandarizados en ATM. ATM tiene que ser diseñado desde un principio hasta ser flexible y alcanzar:

- Distancia geográfica
- Conexión con gran número de usuarios
- Acceso y banda ancha (actualmente la velocidad de ATM alcanza de Megabits a Gigabits).

¿Qué ventajas ofrece el servicio ATM respecto a servicios basados en X.25?

El servicio ATM no requiere complicados procedimientos de control y retransmisiones, lo que lleva consigo una alta proporción de información útil respecto a la información de control del Servicio (en las celdas ATM no existen cabeceras de control de nivel 3 como ocurre con la tecnología X.25).

Concretamente, ATM desplaza hacia los equipos terminales del cliente funcionalidad que en X.25 corresponde a la red (corrección de errores, control de flujo, etc.). Como consecuencia de la disminución de proceso en red, el servicio ATM se adecua mejor a altas velocidades de transmisión, minimiza el retardo en red y presenta un elevado rendimiento (alto porcentaje de información útil transmitida, cabeceras mínimas).

X.25 está especialmente indicado para tráfico transaccional de bajo /medio caudal y, en particular, para comunicaciones centralizadas en las que muchos puntos se comunican con una instalación central. Ofrece gran cantidad de facilidades opcionales.

ATM está diseñado fundamentalmente para aplicaciones de entorno de Red de Área Local, es decir, transporte transparente de datos a alta velocidad, bajo retardo y alto caudal, transporte conjunto de diferentes tipos de tráfico y múltiples protocolos; también permite el transporte de voz y video.

¿Qué ventajas ofrece el servicio ATM respecto a soluciones punto a punto?

El servicio ATM constituye una alternativa económica y flexible frente a las soluciones de red privada basadas en líneas dedicadas. Al basarse en la multiplexación estadística, permite la compartición y asignación dinámica de recursos de transmisión (equipos, líneas de acceso, red) a múltiples comunicaciones, con el consiguiente ahorro económico. Es especialmente adecuado para redes malladas con alta conectividad entre sus sedes (concepto de CVP), sin ocasionar los gastos elevados inherentes a la instalación de múltiples líneas dedicadas y sus respectivos interfaces en el equipamiento del cliente.

Mientras las líneas dedicadas constituyen una solución bastante rígida a la hora de modificar o ampliar la red, y sin capacidad de enrutamiento alternativo en caso de producirse un fallo o caída de una línea, el servicio ATM se adapta a los cambios en la topología de la Red de Cliente, y utiliza mecanismos de encaminamiento que establecen vías alternativas dentro de la Red de Datos en caso de fallo.

Por último, ATM es un servicio gestionado extremo a extremo, incluye la gestión de la Red de Cliente, siendo esta tarea en el caso de líneas dedicadas responsabilidad del propio cliente.

¿Qué ventajas ofrece el servicio ATM respecto al servicio Frame Relay?

ATM es similar en concepto a Frame Relay. Ambos tienen la ventaja de proporcionar mayor velocidad de transmisión que X.25. En ATM la información está organizada en paquetes de tamaño fijo llamados celdas. Al igual que en Frame Relay, no hay información para el control de errores ni de flujo en las celdas, lo que permite alcanzar altas velocidades.

En ATM, el uso de celdas pequeñas de tamaño fijo tiene varias ventajas. En primer lugar, el uso de celdas pequeñas puede reducir el retardo en cola para una celda de alta prioridad cuando otra celda está siendo transmitida. En segundo lugar, al ser las celdas de tamaño fijo, la conmutación puede ser realizada más eficientemente. Este es un factor importante para obtener las tasas de bits tan altas.

CONCLUSIONES

La revolución de la tecnología ha creado nuevos productos, equipos y plataformas que contribuyen a mejorar y desarrollar la investigación, el desarrollo científico y tecnológico a escala mundial, con el desarrollo de nuevas infraestructuras de computación e informática.

Con una nueva topología y plataforma que servirá a nuevas empresas como campo de prueba de recientes tecnologías y servicios de telecomunicaciones para operadores públicos. Entre ellos se pueden mencionar:

- Universidad virtual (mediante videoconferencia e Internet).
- Aprendizaje a distancia.
- Asesoría, entrenamiento y apoyo logístico remoto.
- Bibliotecas virtuales y servicios de información en línea.
- Transferencia de documentos con imágenes y audio desde y hacia Internet (ftp, WWW)
- Acceso a supercomputadoras.
- Computación distribuida.
- Telemedicina y el Hospital virtual.
- Grupos colaborativos virtuales basados en multimedia.
- Proyectos de ingeniería.
- Red virtualmente privada (VPN) entre las universidades.
- Teleacción a alta velocidad (con aplicaciones en control en tiempo real y telemetría).

La situación tecnológica de las universidades y centros de investigación del país, se encuentran en un proceso donde la nueva tecnología de ATM se vislumbra como la solución más idónea para cubrir las demandas actuales y las expectativas futura de servicios. Ya que una de las principales aplicaciones y utilidades que ofrecerá es la educación, entrenamiento a distancia, y para ello se necesita una plataforma que soporte los servicios de datos, voz y vídeo a cualquier nivel, siendo ATM la plataforma ideal para ello.

Es necesario resaltar que pueden migrar a ATM, todas las instituciones nacionales de ciencia y tecnología, universidades, politécnicos, centros de investigación, programas de postgrado e investigadores individuales.

GLOSARIO

AAL.-ATM Adaption Layer

ABR.-Velocidad de Bit Disponible

ACR.-Velocidad de Celda Disponible

ANSI.-American National Standards Institute. Organización que desarrolla y publica voluntariamente estándares para un amplio sector de industrias en USA.

ARP.-Protocolo de resolución de direcciones asocia las direcciones físicas de Hardware a cada dirección IP lógica asignada a una interfaz de red

ATM(Modo de Transferencia Asíncrona).-Dentro del medio informático hace referencia a la conmutación de paquetes (cells -- celdas o células) de un tamaño fijo con alta carga, rápida velocidad (entre 1,544 Mbps. y 1,2 Gbps) y una asignación dinámica de ancho de banda. También se conoce como "paquete veloz" (fast packet).

BRA.-Basic Rate Access

BUS.-Broadcast and Unknown Server

CANAL B.-Capacidad de 64 kbps destinado al transporte de información de usuario(voz, datos, video, etc).

CANAL D.-Capacidad de 16 o 64 kbps destinado principalmente a la transmisión de información de señalización usuario red.

CATV.-Televisión por cable

CBR.-Constant Bit Rate Velocidad Bit Constante

CCITT.-Comité Consultatif International de Telegraphie et Telephonie -- CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía) Con el propósito de orientar y facilitar la vida a la industria telefónica y de telecomunicaciones surge la Unión Internacional de Telecomunicaciones de las Naciones Unidas (ITU). En la CCITT se realizan cada cuatro años reuniones plenarias para la regulación y aceptación de nuevos estándares.

CDV.-Variación de Retardo de Celda.

CLP.-Cell Loss Priority. Prioridad de Pérdida de Celda.

CRC.-Chequeo de Redundancia Cíclica.

CSMA.-Acceso Multiple con Detección de Portadora

E1 Conexión por medio de la línea telefónica que puede transportar datos con una velocidad de hasta 1.920 Mbps. Según el estándar europeo (ITU), un E1 está formado por 30 canales de 64 kbps. E1 es la versión europea de T1 (DS-1).

Las velocidades disponibles son:

E1: 30 canales, 2.048 Mbps

E2: 120 canales, 8.448 Mbps

E3: 480 canales, 34.368 Mbps.

E4: 1920 canales, 139.264 Mbps.

FCD-24 Multiplexor para enlace E1

FDDI.-Fiber Distributed Data Interface

HDLC.-Control de Enlace de Datos de Niveles Superiores.

HEADER.-Header (cabecera) Se traduce como cabecera, que es el lugar dentro de los correos electrónicos en donde se coloca el remitente, la fecha, hora, etc. Otra definición de header se refiere a la parte de inicio en un paquete que viene antes de los datos propiamente dichos que contiene información acerca del remitente, control de fallos, etc. Ver: "packet", "Bcc:", "Subject:", "Cc:", "header", "e-mail message", "From:", "To:".

HEC.-Header Error Corrección

HUB.-Concentrador. Punto central de conexión para un grupo de nodos, útil para la gestión centralizada, la capacidad de aislar nodos de problemas y ampliar la cobertura de una LAN.

Punto de conexión central para un conjunto de dispositivos de una red configurada en estrella. Actúa a modo de agente de tráfico, dirigiendo la transmisión de los datos entre dichos dispositivos. El número de nodos conectados a un concentrador está limitado por los puertos disponibles de éste pero, si se necesita que la red soporte un número mayor de nodos, se pueden conectar varios hubs.

HDLC.-Control de Enlace de Datos de Niveles Superiores.

ISP.-Proveedor de Servicio de Internet

IISP.-Interswitch Signaling Protocol.

IP.-Protocolo de internet

ISO.-Organización internacional de estándares

ITU.-Organización trasnacional que regula los múltiples estándares nacionales en el ámbito de las telecomunicaciones de tal manera que los usuarios puedan comunicarse entre sí, independientemente del lugar del mundo donde se encuentren

LAN.-Local Area Network -- LAN (Red de Área Local) Con una velocidad aproximada de 100 Mbps (100 megabits por segundo) esta red de datos presta el servicio en un área limitada a pocos kilómetros cuadrados, lo cual implica una optimización en los protocolos de señal de la red.

LANE.-Local Area Network Emulated

LEC.-Lan Emulation Client

LECID.-Identificador de LEC.

LECS.-Lan Emulation Configuration Server

LES.-Lan Emulation Server

LLC.-Control Logico de enlace

LNNI.-NNI en una Emulación de LAN.

LUNI.-Interface de Usuario a Red en una Emulación de LAN.

MAC.-Control de Acceso al Medio

MAU.-Unidad de Acceso Multiestación

MBPS.-(megabits por segundo) Se refiere a una medida en cuanto a la capacidad de transmisión de información por una línea de telecomunicación. Un megabit se forma con 1.048.576 bits. Ver: "bps", "baud", "Kbps", "bit".

MBS.-Longitud Maxima de ráfagas

MCR.-Minimum Cell Rate Velocidad Mínima de Celda.

MID.-Campo de Identificador de Mensaje

MPDU.-Unidad de Datos Máxima de Protocolo.

NIC.-Network Interface Card. Tarjeta interfaz de red, adaptador.

NNI.-Network to Network Interface

NZDF Fibra con Dispersión sin Cero

OSI.-Open Systems Interconnection. Modelo universal de funcionamiento para interconexión de redes abiertas. En este modelo de referencia se definen los protocolos o relaciones lógicas de comunicaciones entre dos sistemas (terminales) que pueden estar enlazados a través de una red.

Aplicando este modelo se obtiene la interconexión de terminales procedentes de diferentes fabricantes dentro de una red.

PBX.-Private Branch Exchange

PCR.-Peak Cell Rate o tasa de pico

PDH.-Plesynchronous Digital Hierarchy

PHY.-Capa física

PIM.-Protocolos Multicast Independientes

PMD.-Physical Medium Dependent

PNNI.-Protocolos de la interface de red a red

PPP.-Implementación del protocolo TCP/IP por líneas seriales (como en el caso del módem). Es más reciente y complejo que SLIP.

PVC.-Enlace permanente que se define para dos nodos

RDSI.-Integrated Services Digital Network -- ISDN (Red Digital de Servicios Integrados -- RDSI) La gran ventaja de este tipo de tecnología es que permite que los datos, conexiones de voz, etc. viajen a través de un solo cable. Actualmente este servicio es ofrecido por las principales compañías telefónicas a nivel mundial y goza de gran aceptación.

ROUTER.-Router (direccionador, encaminador, enrutador) Es un dispositivo electrónico que administra el tráfico entre las redes. las decisiones en cuanto al lugar a donde enviar los datos se hace con base en la información del nivel de red y tablas de direccionamiento.

SAR.-Dispositivo de Segmentación y reensamble

SCR.-Tasa de Bit Media

SDH.-Synchronous Digital Hierarchy

SLOTS.-Ranura de expansión

SMT.-Station Management

SONET. -Synchronous optical Network. Red óptica síncrona.

Norma para la utilización de medios ópticos para el transporte físico en redes de larga distancia y alta velocidad. Las velocidades básicas de SONET comienzan por 51.84 Mbps y llegan a 2.5 Gbps.

SVC.-Es un enlace conmutado que se define de acuerdo a la demanda de transmisión

TA.-Terminal Adaptors Adaptadores de Terminal

TCP/IP.-Transmission Control Protocol/Internet Protocol -- TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet) Definidos por el RFC 793, este sistema de protocolos establece las bases de la mayor parte del universo de Internet. El TCP se encarga en fragmentar la información en pequeños paquetes para después volverlos a juntar en un destino final. El IP tiene como función el checar que estos paquetes vayan dirigidos correctamente hacia un mismo destino. Ver:"protocol", "Internet address", "packet".

TDM.-Time División Multiplexer. Multiplexor por división del tiempo.

Dispositivo que divide el tiempo disponible en su enlace compuesto entre sus canales, pr lo general intercalando los bits (bit TDM) o caracteres (carácter TDM) correspondientes a los datos de cada terminal.

UNI.-User to Network Interfece

UTP.-Dos conductores de cobre aislados y trenzados para minimizar la interferencia. El medio históricamente más utilizado en el bucle local de abonado, a pesar de su menor ancho de banda en comparación con el cable coaxial o la fibra óptica

UBR.-Unspecified Bit Rate (tasa de bit sin compromiso).

VCC.-Conexiones de Canal Virtual

SVC.-Switched Virtual circuit -.

Enlace virtual con extremos variables que se establece a través de una red FR o ATM. Con un CVC el usuario define los extremos al iniciar la llamada, siendo luego extinguidos al finalizar la llamada.

En un circuito virtual permanente, sus extremos son predefinidos por el administrador de la red.

Un único trayecto virtual puede soportar varios circuitos virtuales conmutados

VCI .-Virtual Circuit Identifier

VPC.-Permanent Virtual circuit or Connection. Conexión dedicada establecida por la gestión de red entre un origen y un destino.

VPI.-Virtual Path Identifier

VSAT.-Very Small Apertura Terminal

WAN.-Wide Area Network

BIBLIOGRAFIA

- REDES DE COMPUTADORES "Protocolos Normas e Interfaces"
Uyless Black
Ed. Alfaomega 1995
- TODO SOBRE COMUNICACIONES
José Manuel Huidobro
Ed. Paraninfo 2000
- REDES ATM "Principios de Interconexión y su Aplicación"
Luis Guijarro Coloma
Ed. Alfaomega 2000
- REDES PARA PROCESO DISTRIBUIDO
Jesús Garcia Tomas, Santiago Fernando, Mario Piattini
Ed. Ra-Ma 1996
- REDES DE BANDA ANCHA
José Manuel Caballero
Ed. Alfaomega-Marcumbo 2000
- EL LIBRO DE LAS COMUNICACIONES DEL PC "Técnica, Programación y Aplicaciones"
José Antonio Carballar Falcón
Ed. Alfaomega-Ra-Ma 1997
- SISTEMAS DE COMUNICACIONES
José Manuel Huidoro
Ed. Paraninfo 1993
- REDES DE COMPUTADORAS "Una guía practica"
Michael J. Palmer
Ed. Thompson-Learning 2001

OTROS INTERNET