

41126
13



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN**

**ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE
IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED ATM
PARA TELEFÓNIA CELULAR.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(ÁREA: ELECTRICA - ELECTRONICA)
P R E S E N T A N :
OSVALDO BAZÁN UGARTE
GABRIEL EFRAIN VEGA LLANOS

ASESOR: ING. RAÚL BARRÓN VERA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO

2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INDICE GENERAL.

INTRODUCCIÓN.

CAPITULO I.

Conceptos Generales de redes de telecomunicaciones y telefonía celular.

- 1.1 Introducción a las redes de telecomunicaciones.
- 1.2 Topología y Arquitectura de red.
 - 1.2.1 Topologías.
 - 1.2.2 Arquitecturas.
- 1.3 Interconexión de sistemas abiertos (Open System Interconnection, OSI).
 - 1.3.1 Niveles o Capas del modelo OSI.
 - 1.3.2 Interfaces.
 - 1.3.3 Protocolos.
 - 1.3.4 Medio de transmisión.
- 1.4 Protocolo de Control de la Transmisión / Protocolo Internet (Transfer Control Protocol / Internet Protocol, TCP/IP).
 - 1.4.1 Orígenes del Protocolo TCP/IP.
 - 1.4.2 Descripción del modelo de capas de TCP/IP.
 - 1.4.3 Arquitectura de TCP/IP.
 - 1.4.4 Protocolo Internet IP.
 - 1.4.5 Formato del datagrama de IP.
- 1.5 Redes de telecomunicaciones.
 - 1.5.1 Red de conmutación de paquetes.
 - 1.5.2 Redes de conmutación de mensajes.
- 1.6 Medios de transmisión.
 - 1.6.1 Coaxial.
 - 1.6.2 Par Torcido.
 - 1.6.3 Fibra Óptica.
 - 1.6.4 Microondas.
 - 1.6.5 Satélite.
- 1.7 Sincronía de redes.
 - 1.7.1 Sincronización.
- 1.8 Telefonía celular.
 - 1.8.1 Antecedentes históricos.
 - 1.8.2 Estructura del sistema.
 - 1.8.3 Área de servicio.
 - 1.8.4 Células y radiobases.
 - 1.8.5 Estructura del sistema móvil con la red pública.
 - 1.8.6 Áreas de localización.
 - 1.8.7 Canales de radio.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

B

CAPITULO II.
ATM (Modo de Transferencia Asíncrona).

- 2.1 Historia de ATM.
 - 2.1.1 Introducción.
- 2.2 ¿Qué es ATM?.
 - 2.2.1 Definición.
 - 2.2.2 Características.
 - 2.2.3 Descripción.
 - 2.2.4 La esencia de ATM.
 - 2.2.5 La tecnología ATM.
- 2.3 Conceptos básicos de ATM.
 - 2.3.1 Fundamentos.
 - 2.3.2 Clase de servicio.
 - 2.3.3 Conceptos.
- 2.4 Red Digital de Servicios Integrados (Integrated Services Digital Network, RDSI).
 - 2.4.1 RDSI de Banda Ancha. (ATM).
 - 2.4.2 Arquitectura de RDSI-BA (ATM).
 - 2.4.3 Configuración de referencia.
 - 2.4.4 Estructura de la transmisión.
 - 2.4.5 Interconexiones RDSI-BE<->RDSI-BA.
 - 2.4.6 Multiplexación en ATM.
 - 2.4.7 Protocolo ATM.
- 2.5 Aplicaciones y productos.
 - 2.5.1 Aplicaciones.
 - 2.5.2 Productos.

CAPITULO III.
Procesos de implementación de una red ATM para telefonía celular.

- 3.1 Proceso de la implementación.
 - 3.1.1 Cliente.
 - 3.1.2 Ingeniería (ventas).
 - 3.1.3 Requerimientos.
 - 3.1.4 Revisión y validación.
 - 3.1.5 Planeación.
 - 3.1.6 Ingeniería de postventa.
 - 3.1.7 Gerencia de proyectos.
 - 3.1.8 Ingeniería de software.
 - 3.1.9 Liberación.
 - 3.1.10 Puesta en marcha.
- 3.2 Implementación.
 - 3.2.1 Antecedentes.
- 3.3 Ingeniería.
 - 3.3.1 Descripción de la red.
 - 3.3.2 Sincronía.
 - 3.3.3 Voz.
 - 3.3.4 Packet Voice Gateway (PVG).
- 3.4 Ingeniería de tráfico.
 - 3.4.1 Voz-Módulos PVG.
 - 3.4.2 Voz AAL1.
 - 3.4.3 Señalización.
 - 3.4.4 Datos.
 - 3.4.5 MSA32 Multiservice Access Card.
- 3.5 Backbone.
 - 3.5.1 Tipo de servicios.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- 3.5.2 Compresión.
 - 3.5.3 Header.
 - 3.5.4 AAL2.
 - 3.5.5 AAL1.
 - 3.5.6 Datos AAL5.
 - 3.5.7 Ancho de Banda total.
- 3.6 Consideraciones de diseño.

CAPITULO IV
Análisis costo beneficio

- 4.1 Evaluación económica para el desarrollo de una red ATM.
- 4.2 Resultado.

CONCLUSIONES.

GLOSARIO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

0

OSVALDO.

AGRADECIMIENTOS:

A MIS PADRES:

Que siempre me han apoyado en todo momento brindándome amor, sabiduría y consejos, los cuales día con día me han dado la fuerza para superarme y lograr culminar mis estudios. Es por eso que hoy con gran orgullo y cariño les digo: Gracias, éste logro es suyo.

A MIS HERMANOS:

Gerardo y Federico: Por que en las buenas y en las malas siempre han estado conmigo en todo momento por que siempre he sentido su apoyo y cariño. Gracias.

A MI NOVIA:

Por tu amor, cariño y apoyo incondicional. Este logro tan importante en mi vida también es tuyo. Gracias mi amor.

A MI FAMILIA:

Gracias a toda mi familia por el apoyo que he tenido siempre y en todo momento que he necesitado de ustedes.

A MI TIA PAULA:

Por ser una excelente persona que siempre ha confiado en mi y me ha ayudado en diferentes ocasiones y que espero muy pronto pueda corresponder de la misma manera. Gracias.

A MIS PROFESORES:

A todos mis profesores, en especial al Ing. Raúl Barrón Vera por asesorarnos en este proyecto, al Ing. Estopier Bermudes David y al Ing. Julián Alcántara Hernández por su apoyo. Gracias.

A MIS AMIGOS:

Armando: Por todo el apoyo que nos brindaste en todo momento. Gracias.

Fer: Gracias por ser tan buen amigo y apoyarme en los momentos que lo he necesitado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

E

GABRIEL.

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS:

Por darme la vida y llevarme por el buen camino.

A MIS PADRES:

Por su cariño y su amor, por darme todo lo que estuvo a su alcance y por apoyarme para terminar mis estudios y por que ustedes fueron el impulso que me llevo a lograr esta meta los quiero mucho.

A MIS HERMANOS:

Víctor, Miguel y Lorena gracias a ustedes por su apoyo, y comprensión y por que existe una armonía en nuestra casa la cual nos a llevado a ser muy felices.

A MI FAMILIA:

Gracias a toda mi familia por todo el cariño y apoyo que he tenido siempre por parte de ustedes.

A ARMANDO

Por proporcionarme los medios, los consejos necesarios para llevar a cabo esta tesis. Gracias estimado amigo.

A MIS PROFESORES:

A todos mis profesores, en especial al Ing. Raúl Barrón Vera por asesorarnos en este proyecto, al Ing. Estopier Bermudes David y al Ing. Julián Alcántara Hernández por su apoyo. Gracias.

A MIS AMIGOS:

Oscar, Octavio, Francisco, Alfredo gracias por brindarme su amistad.

Fernando: Gracias por ser buen amigo.

TESIS COM
FALLA DE ORIGEN

F

INTRODUCCIÓN.

En los últimos años las telecomunicaciones han evolucionado en forma rápida, dando pauta al desarrollo de nuevas tecnologías alternativas para la solución de los problemas y necesidades que día a día van surgiendo. Tomando en cuenta estas necesidades y buscando solución a estas mismas se crea el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM), dando una alternativa más para la reducción de costos y una satisfacción total a usuarios finales.

El objetivo principal es el proporcionar una solución alternativa para el manejo seguro y confiable de información en gran volumen y a gran velocidad para empresas que requieran de este servicio.

En el primer capítulo se pretende de manera global introducirse en el ámbito de las telecomunicaciones explicando conceptos generales dando un panorama general de lo que son las redes, sus topologías y además se detalla la arquitectura o modelo de capas, así como las reglas y protocolos requeridos para hacer posible el intercambio de información entre diferentes equipos introduciendolos en el ámbito de la telefonía celular.

En el segundo capítulo se explica de manera detallada el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM), tecnología de alto rendimiento capaz de transportar distintos tipos de tráfico, su descripción y sus características y la clase de servicio que esta presenta para poder ser aplicada y así remplazar las redes convencionales con las que actualmente se trabaja.

En el tercer capítulo se analizarán los procesos para empezar a implementar una red con tecnología ATM, desde su estructura y planeación, abarcando las necesidades que esta presente en su configuración original hasta la puesta en marcha de este servicio en el cual el proposito principal es el lograr un gran ahorro en gastos por enlaces.

En el cuarto capítulo realizamos un analisis costo-beneficio en el cual se tomo en cuenta los gastos totales por implementación de este servicio haciendo una evaluación económica a un año y al final se logra demostrar el porque ATM es una solución para lograr un gran ahorro en gastos por enlaces utilizando el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM).

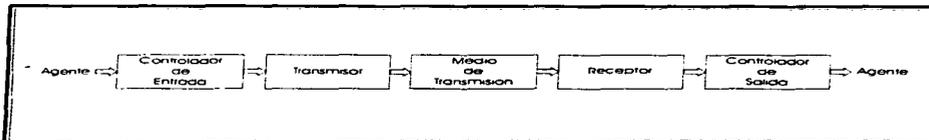
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I

CONCEPTOS GENERALES DE REDES DE TELECOMUNICACIONES Y TELEFONÍA CELULAR

1.1 INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES.

Las comunicaciones han existido desde tiempos prehistóricos las cuales se realizaban a través de señales y de sonidos para poder transmitir ideas y así poder entenderse entre los hombres. La definición más simple que se puede encontrar de comunicación es la forma en que dos entes pueden expresar sus ideas y éstas pueden ser entendidas por los demás. La evolución de este proceso ha llevado cientos de años, pero solo en los últimos 150 años o menos es que se ha visto la evolución de las formas electrónicas de comunicación. Básicamente la forma más simple en la cual se lleva a cabo una comunicación se expresa en la figura 1.1.



1.1 Forma básica de comunicación.

En la figura anterior se pretende dar una explicación básica de cómo se lleva a cabo una comunicación, en la cual se requiere de un agente emisor, el cual necesita de un elemento para poder controlar su entrada de información, el transmisor y el medio por el cual se va a fluir su información (medio de transmisión), un receptor y a su vez un controlador de la salida de la información para que pueda ser entendida ésta y por último el agente receptor.

Desde tiempos ancestrales han existido diversos tipos de comunicación entre los hombres y que aún en la actualidad se mantienen vigentes, como son las señales mímicas, pictóricas, el habla etc., pero también se han desarrollado nuevos tipos de comunicación debido principalmente al desarrollo tecnológico de la humanidad como son las comunicaciones vía satélite, en los cuales se puede tener comunicación de voz, datos e imágenes, las comunicaciones telefónicas para voz y datos, etc. Basados en el desarrollo de las computadoras ya que estas cambian principalmente con la habilidad que tengan para comunicarse internamente por medio de la manipulación de los datos.

De lo anterior se desprende el desarrollo de ciertas formas o modos en los cuales hay comunicación usando las computadoras y es cuando surge la necesidad de interconectar los equipos de cómputo entre sí para poder compartir la información entre ellas. A este tipo de interconexiones entre computadoras se le denomina red.

Este tipo de comunicación permite una transmisión viable y eficaz, pero cada día surgen nuevas necesidades de comunicación, además de datos, se requiere de voz y en algunos casos de video.

Una red de telecomunicaciones es, un conjunto de enlaces y nodos interconectados entre sí, para facilitar la comunicación entre ellos.

Donde:

Red: Se define como un sistema de elementos interrelacionados que se conectan mediante un vínculo dedicado o conmutado para proporcionar una comunicación local o remota (de voz, video, datos, etc.) y facilitar el intercambio de información entre usuarios con intereses comunes.

Enlace: Es un circuito o medio de transmisión utilizado para transportar la información de un punto a otro. Los enlaces interconectan nodos.

Nodo: Es un equipo o conjunto de equipos de comunicaciones capaces de procesar la información recibida/Transmitida a través de enlaces.

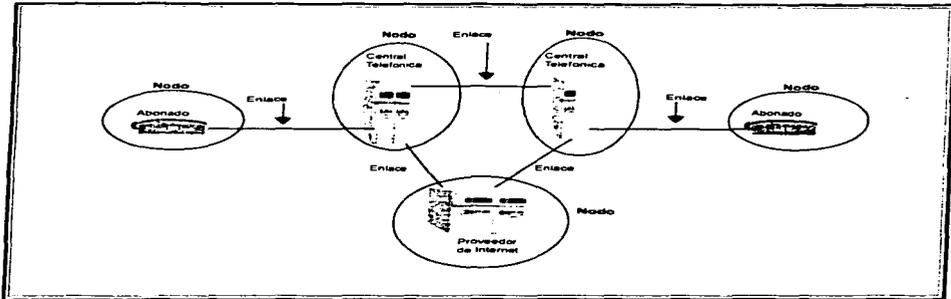


FIGURA 1.2 Red de telecomunicaciones

Un nodo procesa información como se muestra en la figura 1.2 por ejemplo una central telefónica, un conmutador, una computadora, etc.

El enlace es el medio de transmisión (como par trenzado, fibra óptica, cable coaxial, microondas, etc.), que transportan la información.

Todo esto es posible gracias a la sincronía y la conmutación de los nodos que intervienen en dicho proceso: dichos nodos tienen que entenderse y poder hablar entre sí, es decir enviar y recibir información, que es el principio básico de la comunicación, dicha información es intercambiada a través de señales a lo cual técnicamente le llamamos señalización, pero también estos equipos tienen que hablar el mismo lenguaje es decir que envíen y reciban información predefinido en una secuencia lógica, y a esto le llamamos protocolos de comunicación por lo que estos equipos deberán manejar el mismo.

La conmutación establece la trayectoria entre nodos específicos, que en telefonía se conocen como abonados.

La sincronización la cual permite que el envío y recepción de información se efectúe en momentos precisamente controlados, para evitar la pérdida o corrupción de dicha información.

La información (como voz, datos o vídeo), que nosotros deseamos transmitir a otros nodos sea capaz de ser entendida por los demás equipos, por lo que esta información deberá estar en un formato predeterminado que estos equipos entiendan, y esto es llamado estándar.

Por lo que anteriormente las redes se clasificaban de maneras muy diversas: si una red era analógica o digital, si eran redes de voz, datos o vídeo.

Hoy en día es posible que una red combine lo analógico y lo digital, en donde la tecnología hace posible la convivencia de la voz, los datos y el vídeo.

Por lo que el desarrollo tecnológico hace virtualmente imposible el hacer una clasificación de red, debido a la interacción de diferentes tipos de equipos, arquitectura, estándares y tecnologías con la que cuenta cada carrier o prestador de servicio, creando así las redes globales de telecomunicaciones.

1.2 TOPOLOGIA Y ARQUITECTURA DE RED.

1.2.1 TOPOLOGÍAS.

Existen dos categorías básicas de diseño de topologías de red:

Red de área local (LAN, Local Area Network).
Red de área extensa (WAN, Wide Area Network).

Las topologías de redes LAN son esencialmente divisiones en sub-redes de una Inter-red, y son clasificadas básicamente en los siguientes diseños:

BUS: En ocasiones conocida como bus lineal dado que el cable forma una línea de extremo a extremo, tiene un canal común que utilizan todas las PC's conectadas y cada una de éstas transfieren datos directamente a la PC con la que se desea comunicar, como lo muestra la figura 1.3.

BUS LINEAL

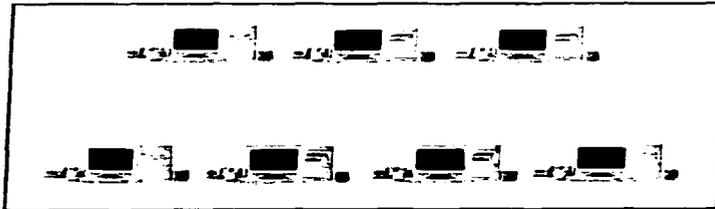


Figura 1.3 Topología de BUS.

ESTRELLA: En esta topología se emplea una PC en el centro y una en el extremo de cada pico de la estrella, de tal forma que todas las señales son canalizadas a través de ésta. Si la máquina central falla, falla toda la red, la cual es una desventaja, por otra parte una ventaja de esta configuración es que cada conexión no tiene que soportar múltiples PC's en competencia por el acceso de manera que es posible lograr altas frecuencias de transferencias de datos. Ver figura 1.4.

ESTRELLA

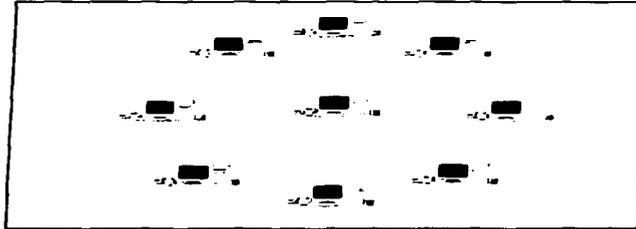


Figura 1.4 Topología de Estrella.

ANILLO: Conecta cada computadora a otras dos formando un círculo. El adaptador de interface de red de cada PC tiene que tomar los datos de una máquina y pasarlos a las siguientes, una falla en una sola PC puede causar que falle toda la red. Ver figura 1.5.

ANILLO

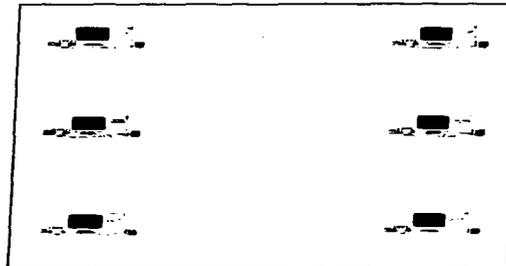


Figura 1.5 Topología de Anillo.

A su vez una Inter-red consta de LAN's interconectadas en un entorno local como un edificio, sucursales, etc., pero para poder construir una red de área metropolitana (WAN) regularmente se utilizan los servicios públicos, como aquellos ofrecidos por las compañías telefónicas.

A continuación se describen las topologías WAN:

RED SOPORTE: Típicamente encontrada en entornos de oficinas, campus en los que los departamentos o edificios se interconectan a través de cables. Los puentes (Bridges) o ruteadores (Routers) gobiernan el flujo de tráfico entre las subredes unidas y el soporte. Ver figura 1.6.

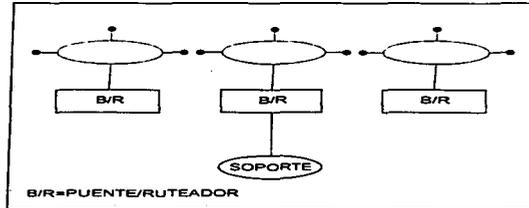


Figura 1.6 Red Soporte.

RED DE MALLA: Consiste en que los ruteadores se interconectan con otros ruteadores. La topología se puede configurar localmente, pero frecuentemente se encuentra en redes de área metropolitana o extensa que conectan oficinas remotas mediante enlaces de telecomunicaciones.

Los ruteadores se utilizan para elegir el mejor trayecto y mas eficiente de la fuente al destino a través de la malla; los enlaces que fallan se evitan con el uso de otros trayectos alternos de la malla. Ver figura 1.7.

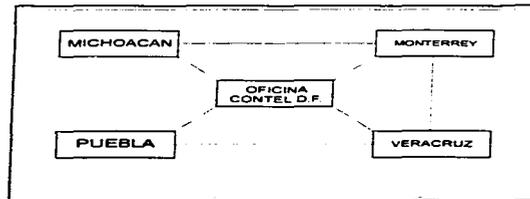


Figura 1.7 Red de Malla.

ESTRELLA ENTRELAZADA: Esta es una nueva tecnología para los sistemas de cableado estructurado. Los concentradores de departamentos configurados se cablean como se muestra en la figura 1.8, en donde las estaciones se unen en concentradores y las señales se difunden a todas las estaciones o se pasan de unas a otras a un concentrador central que gobierna el tráfico entre concentradores.

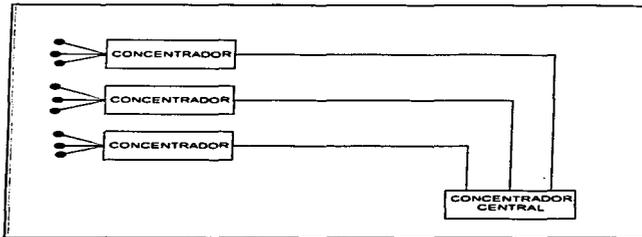


Figura 1.8 Estrella Entrelazada.

En conclusión una red de computadoras es un sistema de comunicación de datos que enlazan dos o más computadoras y dispositivos periféricos, y la arquitectura de una red que viene definida por su topología, la cual corresponde a la forma en que se tiende el cable a estaciones de trabajo individuales.

1.2.2 ARQUITECTURAS.

Una arquitectura de red es usada para mostrar los niveles de responsabilidad de cada uno de los elementos que constituyen cada red.

La comunicación es siempre entre dos partes, las cuales establecen una conversación o sesión a través de las redes, requiriendo que ambas partes estén de acuerdo en ciertas cosas básicas.

- Y Manejo de información entre el usuario y la red
- Y Manejo de información entre equipos de la red
- Y En establecer la comunicación.
- Y En el formato de los datos.
- Y En la velocidad de transmisión de los datos.
- Y En definir direcciones.
- Y En definir numeración de los paquetes para mantener el orden y ventanas para el envío y recepción de los paquetes.

Al conjunto de capas y protocolos se le denomina arquitectura de red.

1.3 INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS (OPEN SYSTEM INTERCONNECTION, OSI).

El entorno de computación abierto es un entorno multivendedor en el que trabajan juntos el hardware, el software y los equipos de comunicaciones suministrados por distintos vendedores. Dicho entorno no ha aparecido por casualidad. La Organización Internacional de Normalización (ISO, International Standards Organization) ha creado un protocolo de siete niveles conocido como Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI. Open System Interconnection). Los cuatro niveles inferiores están orientados al hardware y al software, mientras que los tres niveles superiores son solo software.

1.3.1 NIVELES O CAPAS DEL MODELO OSI.

Nivel físico: Se define la transmisión de la información hacia y desde los componentes físicos de la red. Entre sus funciones se incluyen el establecimiento y terminación de un enlace de comunicaciones como en el sistema telefónico público, la sincronización de la transferencia de datos, la transferencia de bits de datos, la información de los errores y la supervisión de las prestaciones del nivel.

Los sistemas de redes de área local (LAN) mas habituales definidos en el nivel físico son Ethernet, red en anillo con paso de testigo e interfaz de datos distribuidos por fibra (FDDI, Fiber Distributed Data Interface).

Nivel de enlace de datos: Se definen los protocolos para enviar y recibir información entre unidades conectadas directamente entre sí. Entre sus funciones están el establecimiento y terminación de un enlace de comunicaciones, la composición en bloques de los bits recibidos desde el nivel físico y su transferencia, el control de la secuencia de los bloques de datos, la detección y posible corrección de los errores y la supervisión de las prestaciones del nivel.

Las normas Ethernet y red en anillo con paso de testigo tambien estan definidas en el nivel de enlace de datos. Entre otros protocolos de enlace de datos se incluyen la retransmisión de tramas y el modo de transferencia asíncrono (ATM) que se utilizan en los sistemas de redes de área extensa (WAN).

Nivel de red: Se definen los protocolos sin conexión que enrutan de forma dinámica los datos del usuario entre los sistemas de la red. Entre sus funciones se incluyen el enrutamiento de los bloques de datos, la segmentación y posterior recomposición de los bloques de datos cuando sea necesario, la supervisión de los bloques de datos para asegurar una transmisión rápida, el mantenimiento de una base de datos de enrutamiento, la detección y posible corrección de los errores y la supervisión de las prestaciones del nivel. Entre los protocolos de nivel de red más utilizados se incluye el Protocolo Internet (IP, Internet Protocol) y el intercambio de paquetes entre redes (IPX, Internetwork Packet Exchange) de Novell.

Nivel de transporte: Se definen los protocolos responsables del envío de mensajes desde un extremo de la red al otro. Este servicio es fiable; ya que el sistema garantiza que todos los bytes transmitidos lleguen a su destino en el orden en que fueron enviados, o notifica el destino. El nivel de transporte proporciona funciones orientadas a la conexión o sin conexión. Si el protocolo subyacente no realiza comprobación de errores y asegura la ordenación de los paquetes, se encarga de ello el nivel de transporte. Entre otros servicios



del nivel de transporte se incluyen asegurar la igualdad entre la velocidad de transmisión y la velocidad de recepción, la gestión del tráfico de la red para evitar la congestión a la vez que asegura un tiempo de transmisión razonable y el procesamiento de los mensajes de usuario para superar los problemas de tamaño impuestos por la red. Entre los protocolos del nivel de transporte mas utilizados se incluyen el Protocolo de Control de la Transmisión (TCP, Transmission Control Protocol) de Internet, el intercambio secuencial de paquetes (SPX, Sequenced Packet Exchange) de Novell y NetBIOS/NetBEUI de Microsoft.

Nivel de sesión: Permite el diálogo entre usuarios en diferentes lugares. Por ejemplo, gestiona las solicitudes de transporte de datos durante una sesión de comunicación. Permite el diálogo entre dos usuarios de la red de una forma ordenada, proporcionando una serie de servicios que la capa de transporte no aportaba. Proporciona un servicio de sincronización que permite recuperar la sesión cuando se ha producido una caída de la conexión, sin que se dupliquen ni se pierdan datos.

Nivel de presentación: El nivel de presentación asegura que la información se entregue en un formato inteligible. Por ejemplo, gestiona la transferencia de archivos, traduce datos de un código a otro y da formato a la pantalla de video. El nivel de presentación se encarga del formato de los datos, pero no de su significado.

Además permite hacer que sistemas que no utilizan el mismo formato de presentación de datos se puedan comunicar. Para ello se ha normalizado una sintaxis abstracta y todos los sistemas que trabajan en OSI pasarán sus datos a esta sintaxis.

Esta capa tambien proporciona el cifrado de datos para garantizar la integridad de contenido para evitar que se puedan producir diversos eventos (Lecturas de texto en claro, suplantaciones, etc.), para lo que se utilizan algoritmos de cifrado y mecanismos de aplicación de estos algoritmos.

El cifrado sin embargo no es exclusivo del nivel de presentación, tambien puede ser aplicado en otros niveles. Proporciona compresión de la información para aumentar la eficiencia.

Nivel de aplicación: Se encarga de la aplicación real del usuario final. Este nivel se ocupa del significado de los datos. Por ejemplo, puede proporcionar utilidades para ayudar a los usuarios con el acceso a los archivos o para generar estadísticas sobre la utilización de la red.

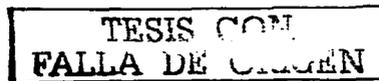
Proporciona una serie de servicios como correo electrónico, servicio de directorio, llamadas a procedimientos remotos, consultas de bases de datos, servicios de transferencia de ficheros, ejecución remota de trabajos, etc.

1.3.2 INTERFACES.

A través de las interfaces es que una capa del modelo de referencia OSI se comunica con las capas adyacentes. Están definidas mediante los puntos de acceso al servicio (SAP).

1.3.3 PROTOCOLOS.

Establecen una descripción formal de los formatos que deberán presentar los mensajes para poder ser intercambiados por equipos de cómputo; además definen las reglas que ellos deben seguir para lograrlo.



Los protocolos están presentes en todas las etapas necesarias para establecer una comunicación entre equipos de cómputo, desde aquellas de más bajo nivel (e.g. la transmisión de flujos de bits a un medio físico) hasta aquellas de mas alto nivel (e.g. el compartir o transferir información desde una computadora a otra en la red).

Tomando al modelo OSI (Open Systems Interconnection) como referencia se puede afirmar que para cada capa o nivel que él define uno o más protocolos interactuando. Los protocolos son entre pares (peer-to-peer), es decir, un protocolo de algún nivel dialoga con el protocolo del mismo nivel en la computadora remota.

Protocolo TCP/IP: Los objetivos de desarrollo para el grupo de protocolos TCP/IP (Transmisión Control Protocol/Internet Protocol) fueron el permitir comunicaciones entre varios sistemas independientes y multivendedores. En 1983, los protocolos TCP/IP se convirtieron en el mecanismo de transporte oficial para el Internet del Departamento de defensa, que evolucionó en un sistema de redes interconectadas expandidas por todo el globo terráqueo.

Tiene fuertes capacidades de interconexión de red y sufre una oleada creciente de popularidad, principalmente debido a que tiene un desarrollo abierto y soportado por el gobierno de Estados Unidos.

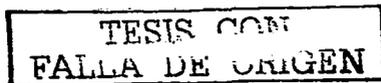
Protocolo TCP: El protocolo de control de la transmisión (TCP) esta orientado a la conexión, asegura que los paquetes que componen un mensaje se entreguen desde el punto X hasta el punto Y por orden, y se transmitan sin error. En concreto, TCP proporciona los siguientes servicios:

- **Reconocimiento:** TCP informa a los emisores de que el receptor propuesto ha recibido de hecho el paquete.
- **Suma de comprobación:** TCP calcula un total de control conocido como suma de comprobación para detectar errores en la transmisión.
- **Control de flujo:** El flujo de control de TCP reduce la frecuencia de los paquetes perdidos.
- **Retransmisión:** TCP retransmite de forma automática los paquetes perdidos o erróneos.
- **Secuenciamiento:** TCP utiliza números de paquetes para certificar que se reciben en el orden enviado.

Protocolo IP: El protocolo Internet es sin conexión. Entrega paquetes del punto X al punto Y sin ninguna garantía (el emisor y el receptor son responsables del secuenciamiento de los paquetes y la detección de errores). IP proporciona un servicio de datagramas: un datagrama es un paquete autocontenido encaminado a uno o varios nodos, sin servicios como reconocimiento; suma de comprobación, control de flujo, retransmisión o secuenciamiento. Como no incluye estos servicios, IP es más rápido y eficiente que TCP.

1.3.4 MEDIO DE TRANSMISIÓN.

El medio de transmisión es el cable que une un computador con otro computador o con una red. No forma parte del modelo de referencia OSI.



INTERCONEXIÓN DE REDES

Repeater o repetidor: Reenvía bits de una red hacia otra, haciendo que las dos se vean lógicamente como una sola red.

Bridges o puentes: Para la interconexión de redes similares, que tienen diferentes capas de enlace pero iguales capa de red, ejemplo; entre ethernet y token-ring en bus.

Routers o encaminadores: Para interconectar tipos de redes no similares, con iguales capas de transporte pero diferentes capas de red

Gateway o pasarelas o compuertas: Para la conexión de una red que no utiliza el modelo OSI y la conexión se deberá realizar en la capa de aplicación.

1.4 PROTOCOLO DE CONTROL DE LA TRANSMISIÓN / PROTOCOLO INTERNET (TRANSFER CONTROL PROTOCOL / INTERNET PROTOCOL, TCP/IP).

En la actualidad nuestra sociedad demanda con más frecuencia la necesidad de mantenerse bien informada, requiere un gran intercambio de información de forma oportuna y veraz, por lo cual la tecnología de la computación en conjunto con la informática se han convertido en una piedra angular para conformar las redes de computadoras y el intercambio de información. La evolución de la tecnología durante los 15 años pasados ha sido impresionante, de tal forma que hoy por hoy es posible interconectar muchas redes físicas de PC's diferentes entre sí y hacerlas funcionar como una sola entidad de cómputo.

La tecnología conocida como Internetworking no es más que la unificación de diferentes tecnologías de hardware subyacentes que proporcionan un grupo de normas de comunicación y una forma de interconectar redes heterogéneas; todo esto se logra utilizando un conjunto de protocolos conocido en el medio como TCP/IP para realizar dicha conexión. Gracias a este protocolo se puede hablar de una tecnología de red de redes (Internet) como un sistema abierto ya que a diferencia de los sistemas cerrados o privados sus especificaciones se encuentran públicamente, lo que hace posible que cualquier persona pueda desarrollar software para poderse comunicar a través de la red de redes.

1.4.1 ORIGENES DEL PROTOCOLO TCP/IP.

La agencia de proyectos Avanzados de Investigación de la Defensa (ARPA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos se dio cuenta de la gran importancia y el potencial de la tecnología de las redes de computadoras y se dio a la tarea de generar un grupo de estándares de red que especifican los detalles de cómo se comunican las computadoras, así como el grupo de reglas para interconectar redes y para rutear el tráfico, el cual es conocido como el grupo de protocolos Internet TCP/IP, la primera red que aparece con esta tecnología se le denominó ARPANET.

Para finales de la década de los 70's ARPA era conocida como la principal agencia en proporcionar fondos para la investigación sobre la conmutación de paquetes de información a través de redes de radio y satélites. La Internet global se inició alrededor de 1980 cuando ARPA comenzó a convertir las máquinas conectadas a sus redes de investigación en máquinas con el nuevo protocolo TCP/IP.

La red creada por la Agencia de Proyectos Avanzados de Investigación de la Defensa ARPANET se transformó rápidamente en la columna vertebral del nuevo Internet, la cual fue destinada en un principio para realizar diferentes experimentos con el protocolo ya establecido. No fue sino hasta 1983, en que se completó la transición a esta tecnología cuando la oficina del Secretario de Defensa ordenó que todas las computadoras conectadas a redes distantes utilizaran el protocolo TCP/IP. Con lo anterior la Agencia de Comunicación de la Defensa (DCA) dividió a ARPANET en dos grandes redes, una dedicada a la investigación y otra para la milicia conocida como MILNET.

A siete años de su creación Internet creció tanto y fue tal su aceptación que para 1994 ya se incorporaban más de 3 millones de computadoras en 61 países. La adopción de los protocolos TCP/IP y el crecimiento de Internet no se ha limitado a proyectos con fondos del gobierno. Grandes corporaciones computacionales se conectaron a Internet, incluyendo: compañías petroleras, automovilistas, empresas electrónicas, compañías farmacéuticas y de telecomunicaciones. Las compañías medianas y pequeñas se comenzaron a conectar en los años 90's. Además muchas compañías han utilizado los protocolos TCP/IP en sus redes corporativas aunque no lo han adoptado por ser parte de la Internet Global.

La rápida expansión ha presentado problemas de escala no contemplados en el diseño original y motivo a los investigadores a encontrar técnicas para manejar grandes recursos distribuidos.

Por ejemplo en el diseño original, los nombres y direcciones de todas las computadoras conectadas a Internet se guardaban en un solo archivo que se editaba a mano y posteriormente se distribuía a cada sitio de Internet. Se desarrollaron nuevos protocolos y se estableció un nuevo sistema de nombres en la Internet, que permite que cualquier usuario deduzca de manera automática el nombre de una máquina remota. Conocido como Sistema de Nomenclatura de Dominios, el mecanismo se apoya en máquinas llamadas servidores para responder a solicitudes de nombres; ninguna máquina en sí misma contiene toda la base de datos de nombres de dominio.

Los datos por el contrario se encuentran distribuidos entre un grupo de máquinas que utilizan protocolos TCP/IP para comunicarse entre ellas cuando responden a una solicitud de búsqueda.

1.4.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE CAPAS DE TCP/IP.

En general, el protocolo TCP/IP se encuentra organizado básicamente en cuatro capas conceptuales descritas a continuación y mostradas en la figura 1.9.

CAPA CONCEPTUAL	PASO DE OBJETOS ENTRE CAPAS
Aplicación	Flujos o mensajes
Transporte	Paquete de Protocolo de Transporte
Internet	Datagramas IP
Interfaz de Red	Tramas Específicas de Red

Figura 1.9 Capas conceptuales del protocolo TCP/IP

Capa de aplicación: Es el nivel más alto, y en ésta capa es donde se manda a llamar a una aplicación dada para hacer uso de los servicios que se encuentran disponibles a través de la red basada en TCP/IP. Una aplicación interactúa con uno de los protocolos de nivel de transporte con el fin de enviar y recibir datos, el programa de aplicación es el que se encarga de determinar el tipo de transporte a utilizar, el cual puede ser una secuencia de mensajes individuales o de un flujo continuo.

Capa de transporte: La función de esta capa como su nombre lo indica es el de proporcionar la comunicación entre un programa de aplicación y otro al cual se le conoce como comunicación punto a punto. El software de esta capa divide el flujo de datos que se ésta enviando en pequeños fragmentos que son más conocidos como paquetes y cada uno de estos con una dirección de destino hacia la siguiente capa de transmisión.

Capa internet: Se maneja en esta capa la comunicación de una computadora a otra, o sea, se acepta una solicitud para enviar un paquete desde la capa de transporte junto con una identificación de la máquina, hacia la que se debe enviar el paquete.

Capa de interfaz de la red o enlace de datos: Esta capa es la responsable de aceptar los datagramas (tramas con un encabezado que lleva la dirección IP del origen y del destino, así como los mensajes) y transmitirlos a la red específica, ya sea a través de un controlador o un complejo subsistema.

Con lo anterior se puede precisar que existe una frontera conceptual entre las capas que conforman al protocolo TCP/IP, esto es, existen límites conceptuales entre el software que utiliza direcciones de bajo nivel, con respecto a un software que utiliza direcciones de alto nivel (IP) como se denota en la sig. Figura 1.10.

CAPA CONCEPTUAL FRONTERA

Aplicación	Software fuera del sistema operativo
Transporte	Software dentro del sistema operativo. Solo se utilizan direcciones IP
Internet	
Interfaz de Red	Se utilizan direcciones físicas

Figura 1.10 Frontera conceptual

Con lo antes ya expuesto, en la figura 1.11 demuestra la relación que existe entre el modelo OSI y el protocolo TCP/IP en sus diferentes capas.

Modelo TCP/IP**Modelo OSI**

Aplicación	Aplicación
	Presentación
Transporte	Sesión
	Transporte
Internet	Red
Interfaz de Red	Liga de datos
	Conexión de hardware

Figura 1.11 Relación OSI-TCP/IP

1.4.3 ARQUITECTURA DE TCP/IP.

Básicamente la interconexión de la aplicación toma dos enfoques diferentes, esto es con el fin de ocultar los detalles de las redes, ya sea utilizando los programas de aplicación para mejorar la heterogeneidad u ocultando los detalles del sistema operativo de la computadora.

Los primeros proveen una uniformidad a nivel de aplicación para cada ente de la red ya que las conexiones de la red para cada máquina interactúan con los programas de aplicación a través de dichas conexiones; esto da como resultado una comunicación limitada e incomoda.

Para realizar una interconexión entre computadoras se plantea una alternativa más eficaz utilizando programas a nivel de aplicación basado en la interconexión a nivel de red, ya que proporcionan un mecanismo que realiza entregas en tiempo real de los paquetes desde su origen hasta su destino. Esto provee las siguientes ventajas:

- Conmutar pequeñas unidades de datos en vez de archivos complejos o grandes mensajes.
- Dicho esquema se proyecta en el hardware inferior de la red, logrando con esto ser más eficiente.
- La interconexión a nivel red separa de los programas de aplicación las actividades de comunicación de datos, logrando así que las computadoras intermedias puedan manejar y controlar el tráfico de la red sin entender las aplicaciones que la utilizan.
- Utilizar las redes de computadoras para mantener de una manera más flexible todo un sistema, permitiendo la construcción de instalaciones de comunicación con propósitos generales.
- Los administradores de red podrán agregar nuevas tecnologías de red, al modificar o agregar una pieza sencilla del software nuevo a nivel de red, mientras que los programas de aplicación permanecerán sin cambio alguno.

Todo lo anterior se basa principalmente en un concepto abstracto denominado Interworking (Enlace de Redes) el cual a permitido diseñar una interconexión universal; así mismo el concepto de Internet (Red de Redes) ha permitido eliminar la noción sobre los detalles de las tecnologías de red y los detalles de bajo nivel para el usuario final, siendo para este transparente. Para concebir una red viable se necesita que los equipos de cómputo estén dispuestos a intercambiar paquetes de datos entre ellos.

Prácticamente las metas que se persiguen son:

- Y Independencia de tecnología de conexión a bajo nivel y la arquitectura de la computadora.
- Y Y Conectividad Universal a través de la red.
- Y Y Reconocimientos de extremo a extremo.
- Y Y Protocolos de Aplicación Estandarizados.

Las características de esta arquitectura son:

- Y Y Protocolos de no conexión en el nivel de red.
- Y Y Conmutación de paquetes entre nodos.
- Y Y Protocolos de transporte con funciones de seguridad.
- Y Y Conjunto común de programas de aplicación.

La interconexión de redes establece que:

- Y Las redes se comunican mediante compuertas.
- Y Todas las redes son vistas como iguales.

Para entender el funcionamiento de los protocolos TCP/IP debe tenerse en cuenta la arquitectura que ellos proponen para comunicar redes. Tal arquitectura ve como iguales a todas las redes a conectarse, sin tomar en cuenta el tamaño de ellas, ya sean locales o de cobertura amplia. Define que todas las redes que intercambian información deben estar conectadas a una misma computadora o equipo de procesamiento (dotados con dispositivos de comunicación) a tales computadoras se les denomina compuertas, y también conocidas como enrutadores o puentes.

1.4.4 PROTOCOLO INTERNET IP.

El protocolo TCP/IP se constituye por tres servicios como son:

- Y Servicios de Aplicación.
- Y Y Servicio de Transporte Confiable
- Y Y Servicio de Entrega de Paquetes sin Conexión.

En la forma como se encuentran se presume que son independientes entre sí. Esta arquitectura se basa en el servicio de paquetes sin conexión que de alguna forma es el fundamento de las otras dos capas; el siguiente nivel se denomina servicio de transporte confiable, el cual es el sustento de las aplicaciones de la red.

Se dice que se tiene un servicio de entrega de paquetes sin conexión o no confiable ya que la entrega de los paquetes, no se encuentra garantizada debido a que éstos se pueden perder, duplicar, retrasar o entregar sin un orden y el servicio no detectará esta anomalía ni se informará al emisor o receptor. Es denominado sin conexión porque cada paquete es manipulado en forma independiente de todos los demás, esto es, cuando un emisor manda un mensaje a un receptor a través de la red, el mensaje se descompone en paquetes para ser enviado y cada uno de estos se maneja en una forma independiente a través de dicha red, los cuales pueden viajar por rutas diferentes.

El protocolo que define el mecanismo de entrega sin conexión y no confiable se le conoce como Protocolo Internet (IP), el cual provee de tres definiciones importantes para su funcionamiento:

Se define una unidad básica para realizar la transferencia de los datos en una red basada en el protocolo TCP/IP esto significa especificar el formato exacto de todos los datos que viajan a través de la red.

El software IP realiza la función de enrutador, ya que es éste quien determina la ruta que deben tomar los paquetes dentro de la red para llegar a su destino.

El IP incluye un conjunto de reglas que determinan la idea de entrega de paquetes no confiables, o sea, se determinan la forma de cómo los anfitriones y los enrutadores deberán procesar los paquetes y como y cuando se deberá generar los mensajes de error.

1.4.5 FORMATO DEL DATAGRAMA DE IP.

Como se ha mencionado con anterioridad en una red física la unidad de transferencia de datos se le denomina "trama" la cual se compone de un área de encabezado y un área de datos, donde la primera contiene las direcciones físicas del emisor como del receptor, y la segunda la información a intercambiar. En una red el intercambio de información se realiza a través de un "Datagrama Internet o Datagrama IP". Así mismo el datagrama se compone de dos áreas: el encabezado que a diferencia de la trama, contiene direcciones IP del origen y del destino.

A continuación se describe a detalle el formato IP

CAMPO	DESCRIPCIÓN
VERS	Versión del IP del datagrama
HLEN	Longitud del encabezado
Longitud Total	Mide en Bytes la longitud del datagrama
Identificador	Identifica los paquetes fragmentados para su reensamble
Flags	Indica la ubicación de estar fragmentado o no
Offset	Indica la ubicación de este paquete en uno fragmentado
Opciones	Información usada para administración, longitud variable
Relleno	Ajusta las opciones a 32 Bits

Es importante destacar que el datagrama es establecido por el software, y esta característica lo hace independiente o no condicionado por el hardware utilizado.

El campo del datagrama VERS contiene la versión del protocolo IP que se utilizó para crear el datagrama. Mientras que el campo HLEN proporciona el encabezado del datagrama con una longitud medida en palabras de 32 bits.

Es importante determinar como un datagrama se relaciona con una trama. Como se ha mencionado a diferencia de las tramas de las redes físicas que pueden ser reconocidas por el hardware los datagramas son manejados por el software y esta característica le permite al datagrama ser de un tamaño dependiendo la versión del protocolo y no al tipo de hardware. Para lograr que el transporte sea eficiente en una red se debe garantizar que cada datagrama pueda viajar en cualquier trama física distinta, dando origen al concepto de encapsulación que no es más que transportar un datagrama dentro de una trama. La figura muestra lo anterior descrito.



1.5 REDES DE TELECOMUNICACIONES.

Existen redes de conmutación de paquetes –mensajes (redes de datos) y redes de conmutación de circuitos (red telefónica).

En el modelo OSI están basados los sistemas de redes, por ejemplo a nivel 2 se tiene paquetes de información y a nivel 3 se tiene mensajes, por lo que una red de paquetes es una red de mensajes, por lo que la utilización de este modelo va acorde al tipo de red que se desee.

Redes de conmutación o redes de circuitos conmutados son redes en las que requieren medios de transmisión dedicados para el tiempo que dura la comunicación, las redes telefónicas son un ejemplo, ya que cuando se realiza una llamada se requiere un circuito dedicado durante todo el tiempo que dure dicha llamada.

La red pública de servicios telefónicos provee conmutación de circuitos en señales de datos. Se conectan exclusivamente dos equipos terminales de datos tal como se requiere en un circuito de tiempo real. La terminal de destino y las líneas de la red pública pueden estar ocupadas y, eventualmente, podrán hacerse llamadas durante las horas pico, lo que ocasiona un cargo mayor.

1.5.1 RED DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES.

Este tipo de red se introdujo en Estados Unidos de América en 1964 y a principio de los 70's en otros países. Cada red tiene características diferentes que hacen posible el intercambio de información. No se conecta un enlace especializado entre dos usuarios por la duración de un mensaje completo. En su lugar, los mensajes de datos se dividen en pequeñas cantidades llamadas paquetes, de los cuales cada uno tiene una longitud máxima y un formato específico. Ya que no hay corrientes de datos muy largas, sino un bloqueo menor en la congestión de datos, por lo que las demoras usualmente son muy pequeñas.

1.5.2 REDES DE CONMUTACIÓN DE MENSAJES.

La intención de este tipo de red es resolver los problemas encontrados por la conmutación de circuitos, como los que pueden ocurrir en la red pública de servicios telefónicos, y es en realidad un desarrollo moderno, controlado por computadora, de los primeros sistemas de conmutación de mensajes, como el de telegramas públicos. El mensaje de datos que contiene la dirección del destinatario se alimenta al sistema, donde se almacena, y posteriormente se despacha al lugar de destino, cuando este se encuentra desocupado o a una hora apropiada en que las tarifas son más bajas. Por esta razón, a esta red se le llama algunas veces red de almacenamiento y envío.

Es claro que deben tolerarse demoras en la transmisión y que no es posible la comunicación interactiva entre terminales.

A continuación se mencionan algunas de las características típicas de las redes de conmutación de mensajes:

- Los mensajes pueden alimentarse sin importar que la terminal de destino este libre u ocupada.
- Se pueden comunicar terminales que usen códigos diferentes o diferentes velocidades de transmisión, ya que el sistema puede diseñarse para convertir automáticamente códigos a velocidades de transmisión cuando esto se requiera.
- Los mensajes pueden almacenarse y, posteriormente, transmitirse a varias terminales.
- El poner los mensajes en fila permite un uso más eficiente de los circuitos, con la reducción subsiguiente en renta y cargos por llamada.
- Si es necesario, a los mensajes se le puede dar algún orden de prioridad.
- Los mensajes pueden retransmitirse si ocurrieran errores en la transmisión original.

1.6 MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

La red mundial de telecomunicaciones vigente hoy en día fue concebida principalmente como un mecanismo de transporte para las comunicaciones de voz entre aparatos telefónicos. Hasta 1970 aproximadamente, esta función se lograba mediante la transmisión de señales analógicas por pares trenzados (cables de cobre), junto con la utilización de la multiplexación por división de frecuencia (FDM) para combinar las señales en el cable coaxial. El costo de estos equipos de transmisión era elevado en relación con el costo de la central telefónica; por eso la conmutación se puede considerar como un método de racionamiento de un recurso escaso, como lo es el ancho de banda de transmisión.

Existen diferentes medios de transmisión, (microondas, cable coaxial, par trenzado, fibra óptica, etc.) los cuales han evolucionado mediante la tecnología va cambiando; a continuación mencionaremos algunos los cuales han sido la pauta para que sea posible la transferencia de información en las telecomunicaciones.

1.6.1 COAXIAL.

El cable coaxial esta compuesto de un alambre conductor cubierto de una placa que actúa como tierra, el conductor y la tierra están separados por un aislante llamado "jacket". Es casi tan sencillo de instalar como el par torcido; es el medio mas seleccionado en la mayoría de las redes. El cable coaxial es usado tanto en redes de banda ancha. Aunque más caro que el par torcido, este puede transmitir datos significativamente más rápido sobre una longitud mucho mayor.

1.6.2 PAR TORCIDO.

El par torcido es por mucho el medio más económico, este cableado consiste de dos cables aislados trenzados entre sí de tal manera que cada uno de estos presenta en su superficie la misma cantidad de interferencia en el medio ambiente. Este ruido viene a formar parte de la señal que se transmite. Trenzando los cables este ruido se reduce (pero no se elimina). El cable de par torcido existe una amplia gama de pares y calibres. El cableado tiene una clasificación americana basada en el diámetro de la sección transversal de este, a este numero se le conoce como AWG (American Wire Gauge).

El cableado par torcido esta compuesto de un grupo el cual puede variar entre 2 y 3000 pares, la mayoría de los instaladores de redes utilizan el cable de 25 pares. Existen dos tipos que son: El cable UTP (unshield Twisted pair) el cual esta formado por 2 cables que están separados y a la vez torcidos. El cable STP (shielded Twisted pair) el cual esta formado por un par de cables torcidos por una capa jacket.

1.6.3 FIBRA ÓPTICA.

Esta compuesta de una fibra muy delgada hechas de dos tipos de vidrio, una parte interior y otra parte exterior, los dos vidrios tienen diferentes tipos de rielesios siendo el exterior el mas elevado. El cableado de fibra óptica es inmune a la interferencia electromagnética y a la de radiofrecuencia, y es capaz de enviar miles de señales sin perdida alguna.

Los elementos que constituyen un cable de fibra óptica son los siguientes:

Fibra óptica: Consta de un núcleo y un revestimiento.

Elementos de refuerzo: Pueden ser de acero, fibras textiles de plástico como naylon, dacron y kevlar, fibras de vidrio y fibras de carbón. Estos rellenos sirven para acolchonar las fibras, para protegerlas de la humedad y de sustancias corrosivas.

Tubos de plástico: Dentro de estos se coloca cada fibra individual antes de que se introduzca en el cable. Existen dos tipos de tubos: de ajuste apretado y holgados.

Camisa protectora: Pude ser de polietileno, poliuretano, cloruro de polivinilo (PVC) o tefzel. Este recubrimiento protege a la fibra de polvo, humedad, rayos solares, abrasiones, golpes, temperatura externa, además proporciona la rigidez necesaria para el manejo del cable.

1.6.4 MICROONDAS.

Al ser muy direccionales, han de emplearse antenas parabólicas apuntadas tanto para el transmisor como para el receptor, de unos tres metros de diámetro.

Para cubrir distancias mayores se usan más radioenlaces concatenados.

1.6.5 SATÉLITE.

Es un dispositivo que actúa principalmente como reflector de las emisiones externas. El satélite funciona si un radioaficionado "A" emite una señal que es recibida por el satélite. El satélite la amplifica y la transmite inmediatamente. El radioaficionado "B" la recibe y le contesta. Así se inicia un comunicado por satélite. Los actuales satélites con los que podemos experimentar los radioaficionados tienen dos tipos de órbita: circular y elíptica. Los satélites con órbitas circulares se mantienen más o menos a la misma distancia de la tierra pero su posición respecto a la superficie varia cada momento. Es la más común y conocida de las órbitas. Por su parte los satélites de órbitas elípticas, tienen las características que pueden permanecer mas tiempo viendo a un mismo lugar de la tierra y sus órbitas son mucho más largas.



Pero la velocidad en las redes esta basada en jerarquias de 1544, 2048, 6312, 8488 y 44734 kbit/s. Las redes digitales estan basadas en las dos primeras la de 1,544 kbit/s que se conoce como DS-1(T-1) y 2048 kbit/s que se conoce DS-1(E-1) esto es debido a sus estructuras de sus tramas.

Esta trama conocida como E-1 esta formada por 256 bits, numerados del 1 al 256. Una trama consiste en 256 bits y es repetida 8000 veces por segundo para formar una señal con velocidad de 2.048 Mbit/s. La trama cuenta con 32 canales numerados del 0 al 31, donde solamente 30 son usados para la transmisión de información, los otros dos canales son usados para sincronización y señalización. Los bits para sincronización están localizados en el canal cero donde varios bits son usados en conjunto, a diferencia del T1 donde un solo bit es usado para realizar el mismo proceso. El otro canal puede ser usado para señalización o bien para el envío de información.

1.7 SINCRONIA DE REDES

El tema de sincronía de redes es de los temas más importantes en el ámbito de las telecomunicaciones, esto es debido a que sin la sincronía, no es posible efectuar transmisión alguna. Debido a que todos los sistemas de transmisión que se usan necesitan sincronizarse de alguna manera.

En la actualidad el ámbito de las telecomunicaciones ha desplazado lo analógico por lo digital, las nuevas tecnologías en redes como ISDN, necesitan una sincronización exacta por lo cual este tema juega un papel muy importante.

1.7.1 SINCRONIZACIÓN.

La sincronización es el eje central en la operación de redes digitales en telecomunicaciones, debido a que una red digital consiste de equipos digitales interconectados por sistemas de transmisión digital. Cada switch tiene su propio reloj el cual determina la velocidad con la cual los bits son transmitidos en la interface digital.

Para poder recibir e intercambiar los canales que son recibidos por la interface digital de entrada, los equipos (switches) digitales que participan en dicha conexión tiene que mantener la misma frecuencia de reloj, es decir, tiene que estar sincronizados. El objetivo de la sincronización es alcanzar una velocidad de reloj común en los equipos digitales. Para la sincronización de los nodos digitales, los pulsos de reloj (timing) tienen que ser transportados en los enlaces digitales. Los pulsos de reloj son transmitidos en forma de frecuencias y no como día, hora, minuto y segundo. Para resolver los problemas de transporte de los pulsos de reloj, necesitamos realizar dos actividades: primero lograr la sincronización en los equipos digitales y segundo minimizar la presencia de errores en la transmisión tales como Jitter, wander y slips.

Donde un Jitter es la variación a corto plazo de una señal digital con respecto a su posición ideal en el tiempo.

Un Wander es la variación a largo plazo de una señal digital con respecto a su posición ideal en el tiempo, es generalmente cíclica en su aparición y es principalmente introducida por factores ambientales.

Y los slips que ocurren en el bufer de memoria del enlace de entrada terminal, y se incrementan debido a las constantes inadecuaciones en los relojes de la red. El no contar con estos buffers, cualquier cambio en la frecuencia de reloj entre los bits de entrada transmitidos y el reloj del equipo de switcheo terminal, causaría una cantidad incontrolable de slips. Los slips no pueden ser eliminados en su totalidad de las redes, por lo que es necesario el especificar las frecuencias máximas permisibles de slips que permitirán la provisión satisfactoria de servicios en las redes digitales (RDSI).

La recomendación de la UIT G.822 especifica las frecuencias de slips en las conexiones digitales internacionales fin a fin. Con el modelo de operación plesincrono, el número de slips en los enlaces internacionales será gobernado por el tamaño de los buffers y la exactitud y estabilidad de la interconexión del reloj, existiendo dos tipos de relojes digitales actualmente atómicos y de cuarzo. De los cuales se desprende los relojes de cesium debido a que son de mayor interés en las aplicaciones de las telecomunicaciones.

Existiendo dos tipos de operación del reloj en la sincronización de redes digitales: el modo plesincrono y el modo sincrónico. El modo plesincrono es aplicado en las conexiones de redes internacionales y el modo sincrónico es usado en la sincronización de las redes nacionales, teniendo que en el modo plesincrono, relojes de alta calidad son usados en el equipo (switch) permitiéndole funcionar independiente de los demás. Y en el modo sincrónico obliga a tener un proceso de sincronización de red. Para lograr que varios relojes en la red operen a la misma frecuencia, cada reloj en la red tiene que ser capaz de recibir una frecuencia de referencia externa.

Existe otro método Maestro-esclavo, donde los relojes de la red son referidos a una fuente de referencia maestra. La fuente primaria de referencia entrega una frecuencia de salida llamada frecuencia de referencia primaria o sincronización. La fuente de referencia de sincronía es por lo tanto entregada a un número limitado de nodos, debido a que no es posible entregar sincronía a todos los equipos de la red de una sola fuente de referencia primaria.

El método jerárquico de sincronización en el modelo maestro esclavo esta basado en los niveles de stratum (niveles de rendimiento) basados en tres parámetros:

- 1.- La exactitud en modo independiente. Que es el nivel de desfazamiento de frecuencia máximo que un reloj puede tener cuando nunca ha tenido referencia o bien, ha estado en modo de holdover por un periodo de varios días o semanas.
- 2.- Estabilidad de holdover (resto sobras consecuencias). Es la cantidad de desfazamiento en la frecuencia del reloj, después de haber perdido su referencia de sincronización.
- 3.- Pull-in/Hold La habilidad del reloj para alcanzar y mantener sincronización con una referencia que puede estar fuera de frecuencia. Los relojes esclavos reciben referencia de sincronía de un nivel stratum igual o mayor.

Existiendo cuatro tipos de relojes estratum siendo el estratum 1 el de nivel mas alto; su reloj es requerido para obtener exactitud a largo plazo de 1×10^{-11} ó mejor, completamente autónomo de otras frecuencias. Por otro lado es imposible cambiar o remplazar los relojes estratum 2, 3, 4 con relojes cesium lo suficientemente rápido.

Los equipos digitales a través de los intercambios de espacios de tiempo (Time Slot Interchange TSI) son inter conectados por medio de arreglos en los canales con información digital. Dichos espacios de tiempo necesitan ocurrir a la misma velocidad. Si todos los canales fueran creados en un solo equipo (switch), no habría necesidad de tener sincronización en la red.

Cuando los equipos digitales son conectados por sistemas de transmisión digital, los canales (time slots) generados en un equipo van a ser intercambiados (switcheados) en otro, por lo que dichos equipos necesitan estar sincronizados para poder recibir y enviar los bits correctamente, en el tiempo y canal correcto.

Las tecnologías como RDSI, y el crecimiento de servicios de datos. Han requerido mejores y más exactos sistemas de sincronización en las redes digitales, por lo que la necesidad de crear una mejor arquitectura de sincronía es necesaria.

Los problemas de reloj presentes, asumen una mejoría significativa en los servicios integrados en redes digitales RDSI que apunta a soportar una gran variedad de servicios, tanto para voz como para datos y video. Para obtener una satisfacción asegurada en la provisión de dichos servicios, uno de los requerimientos es la minimización de las ocurrencias en los eventos llamados slips.

Actualmente TELMEX cuenta con una red de sincronización maestro-esclavo jerárquico, la cual es utilizada para sincronizar las centrales digitales (red pliesincrona PDH) dicha red está basada en dos referencias de reloj en el ámbito nacional, correspondientes a NS-1 (nivel de sincronía 1). Estos NS-1 deben amarrar en fase los relojes de todos los demás nodos de sincronía de clase inferior en orden jerárquico.

Así los NS-1 deben servir como nodos maestros para los NS-2, estos a su vez, servirán como nodos maestros para los NS-3 y así sucesivamente.

1.8 TELEFONÍA CELULAR.

La telefonía celular surge como una necesidad de comunicar vehículos en movimiento con la red telefónica convencional ya que ha crecido considerablemente y de ahí surge la necesidad de implementar una nueva red.

1.8.1 ANTECEDENTES HISTORICOS.

Al terminar la segunda Guerra Mundial se iniciaron los progresos de los sistemas. Los primeros sistemas trabajaban con frecuencias relativamente bajas y eran denominadas equipos de radiocomunicación móvil, en los cuales los aparatos empleados eran mas bien radio transmisores que utilizaban la técnica PTT(Push to talk).

El empleo de estos sistemas en Europa y en particular en Alemania se utilizo en la red de ferrocarriles (Reciban), donde se inauguró el servicio Telefónico Público Móvil en 1926 que funcionaba en la banda de ondas Kilométricas con modulación en amplitud.

El servicio público Alemán de radiotelefonos para otro tipo de vehículos comenzó en 1950 con varias redes manuales de cobertura limitada que operaba en la banda de 150 Mhz y eran denominadas redes tipo A.

Entre 1958 y 1959 en Alemania existían tres redes(A1, A2 y A3) que funcionaban de manera uniforme en la banda de 156-174 Mhz. Estas redes alcanzaron su auge en los años 70's, por esta misma época se desarrollo otro sistema de red tipo B debido a la gran demanda que había, este otro sistema manejaba un mayor número de abonados, el cual alcanzaba cobertura nacional y es completamente automática en algunos países operaba en la banda de 150 Mhz y tenía un medio alcance; ya que se estableció en algunos países Europeos como Luxemburgo, Austria y los Países Bajos.

Mientras tanto en los Estados Unidos se tuvo un desarrollo tecnológico similar al de Europa. En los Estados Unidos el inicio de los sistemas telefónicos móviles fue por el año de 1921 en Detroit, utilizando la frecuencia de 2 Mhz, en 1940 se pusieron a disposición canales nuevos en la frecuencia de 30 y 40 Mhz, estos sistemas operaban con frecuencia modulada y no estaban conectados a la red convencional.

Inmediatamente después de la segunda Guerra Mundial los laboratorios Bell se abocaron a suministrar un sistema público de comunicación, con la idea de ofrecer el servicio a un mayor número de usuarios utilizando las economías a gran escala, este proyecto se denominó Servicio de Radio Móvil Público Doméstico (DP LMRS). El primero de este tipo fue inaugurado en 1946 en la ciudad de San Luis Missouri con tres canales en la banda de 150 Mhz; posteriormente se instaló otro que operaba en las carreteras de la ciudad de Nueva York, ambos sistemas eran manuales y contaban con pocos canales, sin embargo a la gran demanda se siguieron instalando.

Fue hasta el año de 1954 que se desarrolló un sistema más barato y de canales múltiples que operaba en la banda de los 150 Mhz y tenía ya incorporado su propio disco marcador en las unidades móviles; este sistema fue identificado con las siglas MJ, y para el año 1969 el sistema automático se extendió a la banda de los 450 Mhz y fue denominado MK, ambos sistemas fueron parte del proyecto denominado Sistema Telefónico Móvil Mejorado (IMTS), estos sistemas ofrecían un servicio comparable con el obtenido con la red telefónica normal.

La telefonía celular es ideada en los laboratorios Bell hacia el año de 1958 como solución al problema que existía, ya que por cada abonado se usaba una frecuencia distinta y como el número de frecuencias es limitado se ideó un método para reutilizar las frecuencias. Sin embargo se requería que los equipos contaran con cierta capacidad o inteligencia para recibir órdenes desde un equipo remoto.

El advenimiento de los microprocesadores en 1970 da la pauta para el desarrollo de esos equipos y también la utilización de sistemas troncales desarrollados por los laboratorios Bell hacia 1968. Ambos hechos dan pie al primer sistema telefónico celular en los Estados Unidos el HCOMT (High Capacity Mobile Telephone) en 1971. El cual es el resultado del uso de centrales AT&T enlazadas por sistemas PCM digitales.

Pero su desarrollo definitivo no es conocido sino hasta el año de 1979 con el sistema IMTS (Improved Mobile Telephone System) el cual trabajaba en la banda de los 450 Mhz. En este sistema el abonado cuenta con un teléfono y un transreceptor (transmisor y receptor en modo dúplex completo) de manera que puede hablar y recibir la señal al mismo tiempo. Este sistema cuenta con una central automática por lo cual no requiere de operadora para enlazarse con la red pública como en el caso de la radiocomunicación móvil presente. El primer sistema en México de este tipo es instalado por Radiomóvil DIPSa en el año de 1981.

En los años 80's son desarrollados sistemas para operar en las bandas de 800 y 900 Mhz, usando entre 66 a 1000 frecuencias – AMPS (Chicago, 1983), TACS (1985) y NMT900 (1987), se asume que operan usualmente en ambientes de múltiples usos de frecuencias.

En 1989 TELCEL instala el primer sistema de telefonía celular en México en la Ciudad de Tijuana, BC y para 1990 se inauguran los sistemas de Monterrey, Guadalajara y la Ciudad de México.

En el año 2000 la tercera parte del mundo cubre sus necesidades de comunicación por medio de una nueva tecnología celular digital en voz, datos, fax, video.

1.8.2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA.

La forma de enlazar la central pública de tránsito normal y la central de telefonía móvil (MSC), puede ser en forma digital a través de fibras ópticas, cables coaxiales par trenzado o enlaces por microondas.

La forma de enlazar la central y la estación base se realiza en forma digital, a través de fibras ópticas o enlaces por microondas.

La forma en que se comunica la estación móvil con la estación base y viceversa es en forma analógica por FM.

En el sistema celular de telefonía móvil pueden existir una o más centrales para el manejo del sistema. Cada central de este tipo consta de una central digital normal implementada con el subsistema de telefonía móvil, es decir una MSC. La Fig. 1.12 nos muestra la estructura del sistema celular.

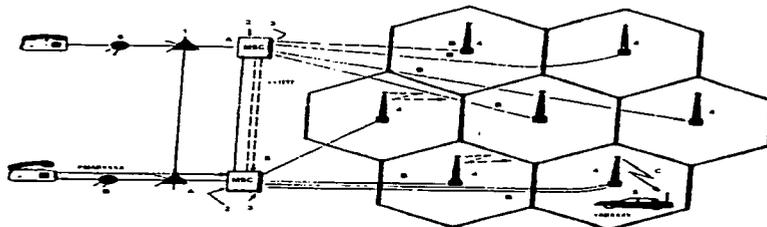


Fig. 1.12 Estructura del sistema celular.

La MSC constituye la interfase entre el sistema móvil y la red pública normal, las llamadas y desde un suscriptor móvil son conmutadas por la MSC, la cual también provee todas las funciones de señalización necesaria para establecer las llamadas.

1.8.3 ÁREA DE SERVICIO.

Con el propósito de obtener cobertura con la señal de radio de un área geográfica dado, el número de estaciones base requeridas podría alcanzar un total de cien bases. A esta área se le conoce como área de servicio.

La estación base contiene unidades de canal. Cada unidad de canal está equipada con un transmisor, un receptor y una unidad de control. La unidad de control se utiliza en los casos en que se requiere comunicación de datos con la MSC y datos de señalización con estaciones móviles en la senda de radio. La mayoría de las unidades de canal son unidades para canales de voz. Los canales de voz llevan a cabo sólo una llamada a un tiempo. Dependiendo de cuantas llamadas simultáneas requiere manejar una radiobase, así será el

número de unidades de canal. En algunas estaciones solo son unas pocas, pero en otras pueden ser cien o más.

Cada estación base se conecta a la MSC por conexión digital o analógica o para voz y transmisión de datos.

La estación móvil es un teléfono portátil montado en un automóvil del suscriptor. El equipo consta de un transmisor, un receptor, una unidad lógica para señalización con la estación base y tiene además un teclado para marcación, micrófono, etc.

Cuando se establece una llamada entre suscriptor móvil y uno ordinario, la voz es transmitida en la senda de radio entre la estación móvil y la unidad para canal de voz en la estación base cercana a la estación móvil. Entonces la estación base dedica este canal de voz únicamente como conexión de línea de voz, finalmente la voz es conmutada en la MSC hacia la red pública donde el suscriptor ordinario esté ubicado. La MSC conmuta también las llamadas entre dos suscriptores móviles.

Cuando la calidad de la transmisión durante una llamada en progreso, se deteriora, normalmente cuando el suscriptor móvil se aleja de radio base que está manejando su comunicación, ocurre un cambio automático de célula, la cual puede pertenecer a la misma radiobase o a otra.

A la conmutación de una llamada en proceso se le conoce como **HANDOFF** O **HANDOVER**, es decir, una transferencia para que la voz sea enviada por la MSC a través de otra radiobase por una nueva línea de conexión.

1.8.4 CELULAS Y RADIOBASES.

Una radiobase es capaz de comunicarse a cualquier suscriptor móvil que se encuentre en su área de cobertura. Dependiendo del tipo de antenas empleadas para la transmisión, una o más áreas pueden ser cubiertas por una radiobase. A tales áreas se les llama células (o celdas).

Los tipos más comunes de célula son:

A) Las Células Omnidireccionales

En este caso hablamos de una radio radiobase equipada con una sola antena transmisora con cobertura en todas direcciones, esta célula tendrá una forma circular con la radiobase situada al centro. Cuando se representa una radiobase omnidireccional en planos, se utiliza un hexágono Fig.1.13



Fig.1.13 Célula omnidireccional.

B) Las Células Sectoriales

En este caso la radiobase está equipada con tres antenas direccionales, cada una de las cuales cubre un sector de 120°. En este tipo, se asigna a cada sector un determinado número de unidades de canal dependiendo del tráfico requerido y puede tener un sector o dos, es decir que no es estrictamente necesario que tenga los tres sectores.

Para representar la célula sectorial, se hace con tres hexágonos y la radiobase se ubica en la esquina común de los tres hexágonos Fig. 1.14, observe que para tener completa la cobertura, las células deben estar traslapadas, una con otra. Esto se aplica para la función de vecindad de células.

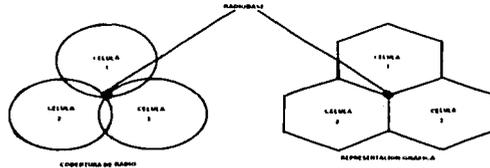


Fig. 1.14 Celula sectorial.

1.8.5 ESTRUCTURA DEL SISTEMA MOVIL CON LA RED PÚBLICA.

Las áreas que están cubiertas por una MSC se llaman áreas de servicio. A esta estructura se le llama red pública móvil-fija. Cada suscriptor móvil está conectado en data a una MSC. A la cual él pertenece como suscriptor residente Fig. 1.15

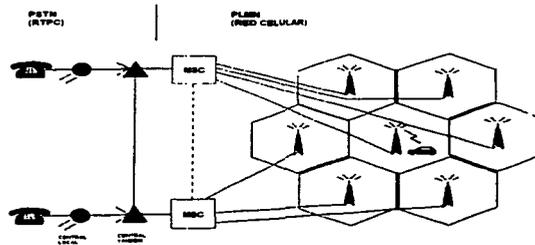


Fig. 1.15 Red pública móvil.

Cuando un suscriptor móvil penetra a otra área de servicio, es decir fuera del área de servicio donde la MSC lo tiene registrado como residente, otra MSC manejará sus llamadas. A esta MSC se llamará MSC visitada y al suscriptor, suscriptor visitante. De aquí surge el concepto ROAMER que es la acción de pasar de un área de servicio a otra (incursionar).

Si una estación móvil del área de servicio de su MSC (MSC-H) a otra área de servicio (MSC-V) la MSC-V (MSC visitada) envía la información de la nueva localización del suscriptor a su MSC (MSC-H o MSC-HOME) y las categorías almacenadas en la MSC-h son enviadas a la MSC-V. Esto implica que a la señalización entre MSC'S también se le conoce como señalización ROAMING:

La señalización entre MSC'S se ejecuta de acuerdo al protocolo de señalización CCITT No 7 ya sea por comunicación directa entre las MSC'S o través de enlaces de la red pública.

El cambio de estación base durante una llamada en progreso a otra radiobase conectada a diferente MSC se conoce como Transferencia entre Canales, procedimiento para el cual también se requiere señalización entre MSC.

1.8.6 AREAS DE LOCALIZACIÓN.

Existen sistemas como el CMS8810 en el cual las áreas de servicio se subdividen en áreas de localización, de tal modo que cuando pasa una estación móvil pasa de un área de localización a otra (dentro de la misma área de servicio), la MSC es informada por lo que el suscriptor sólo será buscado por las radiobases del área de localización donde se registró la última vez Fig. 1.16 se utilizan en este caso los términos registro en área de localización o registro forzado.

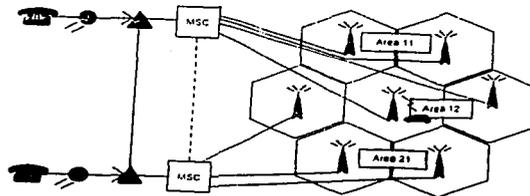


Fig. 1. 16 Áreas de localización (CMS8810).

La búsqueda de la estación móvil únicamente en las estaciones base del área de localización en donde se registró la estación móvil la última vez.

En el sistema CMS8800 no existen las áreas de localización por lo que la búsqueda de la estación móvil se realiza a través de todas las radiobases de la MSC en donde esté registrada.

1.8.7 CANALES DE RADIO.

Los canales de radio son vías bidireccionales de radiotransmisión entre la estación móvil y la radiobase.

Un canal utiliza frecuencias separadas: una para transmisión de la estación móvil y una para la transmisión de la estación base. A este canal se le llama dúplex y a la separación entre estas frecuencias, distancia dúplex, la cual siempre es igual a 45 Mhz.

Cada canal de radio tiene su unidad de canal en una radiobase. Su transmisor (TX) así como su receptor (RX) trabajan en una frecuencia preseleccionada, la cual normalmente no cambia Fig. 1.17

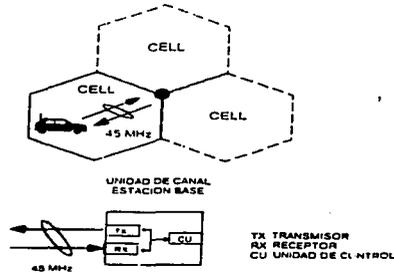


Fig. 1.17 Canal de radio.

La estación móvil tiene sólo un transceptor (transmisor y receptor), el sólo puede sintonizarse a un canal de radio a un tiempo. Sin embargo, puede automáticamente cambiar de canal (por cambio de frecuencia) y sintonizar cualquiera de los canales especificados en el sistema.

Todos los canales de radio trabajan a diferentes frecuencias en la misma célula de trabajo, también en sus células vecinas se utilizan otras frecuencias. Esto se debe a que las células se traslapan una con otra y podría ocurrir interferencia, pero los mismos canales son utilizados en células que se encuentran separadas geográficamente una de otra lo suficiente para que no haya interferencia. A esto se llama rechazo de frecuencias y permite la instalación con capacidad de alto tráfico por unidad de área.

Existen 4 tipos de canales:

- Canales de voz.
- Canales para detectar señal recibida.
- Canales para pruebas.
- Canales de control (CC).

Un canal de voz es seleccionado y tomado por la MSC, durante el proceso para establecer una llamada. El canal seleccionado llevará la conversación. Cuando la conversación termine, el canal quedará libre para la próxima conversación. Esto es administrado por la MSC, la cual mantiene una lista en data de todos los canales y sus estados (libre, ocupado, bloqueado, etc.).

Cuando un canal de voz queda libre, el transmisor de la unidad de canal en la radiobase se apaga.

Cuando un canal de voz es tomado el transmisor se enciende. Esta acción la ordena la MSC. El número de canales en cada célula es normalmente entre 5 y 30. Además de voz, puede agregarse otro tipo de información a saber:

- > Tono de supervisión de audio.
- > Transmisión de datos.
- > Tono de señalización.

CAPITULO II

ATM (MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONA)

2.1 HISTORIA DE ATM.

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

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

Ahora el mercado está cambiando, la ISDN está encontrando una gran cantidad de aplicaciones. De toda forma la tecnología ATM se proyecta para diferentes necesidades, a pesar de su estrecha relación con ISDN, en términos de volúmenes de datos, flexibilidad de conmutación y facilidades para el operador.

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

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

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

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

2.1.1 INTRODUCCIÓN:

En 1987, la UIT-T (entonces CCITT) selecciona el ATM como la respuesta adecuada para integrar las ventajas de la conmutación de paquetes y de la conmutación de circuitos. En 1990, la UIT-T añade un conjunto de 13 Recomendaciones a la serie I (ISDN) para especificar los aspectos más importantes de ATM. En esencia, las características más significativas de las redes ATM son:

- Su capacidad de integración de diversos tipos de tráfico.
- La asignación dinámica y flexible del ancho de banda.
- La optimización del compromiso entre caudal y latencia.
- La ganancia estadística, es decir, su capacidad de optimizar la relación entre la suma de las velocidades de pico de las fuentes y la velocidad del enlace.

Por estas razones, la tecnología ATM, que fue propuesta originalmente por la Industria de las Telecomunicaciones, es recomendada en la actualidad como solución universal para redes de banda ancha por los más importantes organismos de las Industrias de Comunicaciones y Computadores, como la mencionada UIT-T, el ATM Forum o el IETF.

Los conceptos de ATM son, en esencia, muy simples:

- Operación por conmutación de paquetes, si bien se utilizan paquetes de longitud fija (48 octetos de información y 5 octetos de control), denominados celdas. Esta opción de celdas de tamaño fijo permite el uso de nodos de conmutación a velocidades muy altas.
- Orientado a conexión al nivel más bajo. La información se transfiere por canales virtuales asignados durante la duración de la conexión.
- La asignación del ancho de banda se realiza en función de la demanda de envío de tráfico.
- No se realiza control de errores en el campo de datos, y el control de flujo se realiza fundamentalmente por los ETD de usuario. Con ello se maximiza la eficiencia.
- Proporciona transparencia temporal, es decir, pequeñas variaciones de retardo entre las señales de la fuente y el destino. Por ello permite la transferencia de señales isócronas.
- La celdas se transmiten a intervalos regulares; si no hay información se transmiten celdas no asignadas.
- Se garantiza que las celdas lleguen a su destino en el mismo orden en el que fueron transmitidas.

Como hemos comentado, las celdas constan de un campo de información de 48 octetos y una cabecera de 5 octetos, la cual contiene un conjunto de informaciones de control, como identificadores, que se utilizan para identificación de las conexiones y encaminamiento, entre otros fines.

El tamaño de la celda de 48 octetos se deriva de un compromiso entre una serie de características deseables para cada tipo de tráfico. Por una parte, por razones de eficiencia de transmisión, es conveniente que las celdas sean de tamaño razonablemente grande. Desde el punto de vista de la transmisión de datos, también es aconsejable que las celdas tengan tamaños grandes para evitar una excesiva segmentación. Sin embargo, para las aplicaciones sensibles al retardo o a la variación de retardo, es aconsejable que las celdas sean de la menor longitud posible. Con las anteriores premisas se realizaron varias propuestas, desde 32 octetos, adecuadas para transmisiones telefónicas, hasta 64 octetos como tamaño mínimo razonable para la transferencia de datos. Es obvio que 48 octetos es un claro compromiso derivado de la media aritmética de las anteriores celdas. El retardo de paquetización de una celda de 48 octetos para el tráfico telefónico a 8.000 octetos por

segundo es de 6ms, que es una cifra aceptable para la transmisión de voz, aun considerando otros retardos que se producen en la red.

Al ser ATM una técnica orientada a conexión, tiene que establecerse una conexión virtual entre usuarios finales antes de que se comience a transmitir la información. Las conexiones pueden establecerse mediante procedimientos de señalización del plano de control o pueden ser permanentes o semipermanentes, establecidas por procedimientos del plano de gestión. A cada conexión se le asigna un conjunto de parámetros de tráfico y de Cd's, de acuerdo con las peticiones del usuario, siempre que puedan ser proporcionadas por la red. Esta asignación se realiza normalmente durante el establecimiento de la conexión, mediante un proceso denominado Control de Admisión de conexión (CAC). Este proceso determina los parámetros que se asignan a la conexión en función de los requisitos de los usuarios; se establece entonces lo que se denomina un "contrato de tráfico".

Durante la transferencia tiene lugar también otro proceso denominado Control de Parámetros de Usuario, UPC, denominado familiarmente "policía de tráfico", cuya misión es monitorizar la conexión y tomar las medidas oportunas en caso de que la conexión exceda los límites asignados.

Los estándares ATM definen dos interfaces significativas: la UNI (User-to-Network Interface) y la NNI (Network-to-Network Interface).

La UNI proporciona la conexión a la red ATM desde un equipo terminal ATM o bien desde un sistema intermedio, IS, tal como hub, puente o encaminador, que a su vez controla equipos de usuario final.

La NNI define la interfaz entre dos nodos ATM; cuando la NNI conecta nodos pertenecientes a distintas redes se denomina NNI-ICI, es decir, NNI-Inter Carrier Interface. Como lo muestra la figura 2.1.

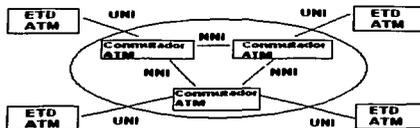


Figura 2.1 Estándares ATM.

Para adecuar la velocidad del enlace ATM a la de los dispositivos conectados se insertan celdas no asignadas. Las conexiones lógicas en ATM se denominan Conexiones de Canal Virtual (CCV), concepto heredado del circuito virtual de las redes de paquetes X.25, también similar a la conexión lógica en Frame Relay.

Adicionalmente a las CCV, en ATM se introduce el concepto de Trayecto Virtual. Una conexión de Trayecto Virtual, CTV, es un conjunto de CCV que tienen los mismos puntos de terminación. Por consiguiente, todas las celdas del conjunto de los CCV se conmutan conjuntamente en una única CTV. De esta forma, se reducen los costos de control y gestión de la red.

2.2 ¿QUÉ ES ATM? .

2.2.1 DEFINICIÓN.

El Modo de Transferencia Asíncrona (ATM –Asynchronous Transfer Mode), puede definirse como una tecnología de alto rendimiento, basada en conmutación y multiplexión de celdas, que utiliza paquetes de longitud fija, llamados celdas, capaz de transportar distintos tipos de tráfico.

El ATM se definió originalmente como parte del estándar BISDN (Broadband Integrated Services Digital Network – Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha). Esta tecnología de conmutación consiste en establecer un circuito de comunicación entre dos extremos antes de iniciar cualquier transmisión.

La información se transporta en celdas a través de una matriz de conmutación. Una celda es un paquete de información de longitud fija, a diferencia de una trama, la cual es un paquete de información de longitud variable. Esta diferencia es crucial para lo que ATM tiene que ofrecer en términos de características y servicios.

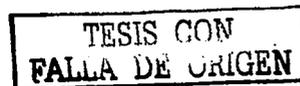
El ATM puede ser visto como la evolución natural de las tecnologías de conmutación de paquetes, tal como X.25. Integra funciones de conmutación y multiplexión y está bien preparado para aplicaciones de "ráfagas de datos (bursty applications), como es el tráfico de LAN a LAN.

El ATM está diseñado para la operación en red de multimedios de alto rendimiento y permite comunicaciones entre dispositivos que operan a diferentes velocidades.

La tecnología ATM ha sido implementada en una amplia gama de dispositivos de redes, tales como:

- PC's, estaciones de trabajo, y tarjetas de red instaladas en servidores.
- Conmutadores ATM para grupos de trabajo y campus.
- Multiplexores, conmutadores de acceso, y conmutadores de red principal con clase de portadora.

El ATM también permite a los proveedores de servicio ofrecer la tecnología ATM como un servicio al usuario final (utilizándolo como base para los servicios tarifados) o como una infraestructura de operación en red para estos y otros servicios.



2.2.2 CARACTERÍSTICAS.

La tecnología ATM es flexible en cuanto a la velocidad, al proporcionar soporte para velocidades de enlace que actualmente van desde T1/E1 hasta OC-12 (622 Mb/s), y que pronto llegarán a multi-gigabits.

El ATM permite que se utilice una arquitectura común sobre las LAN y WAN. Tradicionalmente, las tecnologías LAN y WAN han sido muy diferentes, lo cual ha tenido implicaciones tanto en el rendimiento, como en la interoperabilidad. Los estándares de ATM se definen internacionalmente y en consecuencia, garantizan que los equipos de diferentes proveedores operen entre sí.

ATM es la puerta de entrada a la futura autopista de más alta velocidad en información.

ATM permite la configuración de redes privadas virtuales, (VPN) ofreciendo una máxima flexibilidad.

Los servicios sobre ATM se basan en un centro de Gestión Nacional, capaz de supervisar las redes que se integran a clientes.

Una de las características inherentes del ATM es la capacidad de asignar dinámicamente el ancho de banda para tráfico en ráfagas. La mayoría de las nuevas aplicaciones producen tráfico en ráfagas; las aplicaciones de datos están basadas en LAN y por naturaleza transmiten en ráfagas, la transmisión de la voz también se considera ser en ráfagas, debido a los silencios que hay en cualquier conversación, y el vídeo también se transmite en ráfagas porque la cantidad de movimiento y la resolución requerida pueden variar con el tiempo.

Otra característica del ATM es que soporta parámetros de Calidad de Servicio (QoS - Quality of Service), lo que permite especificar un nivel único de calidad para cada tipo de servicio. Estos aspectos del QoS permiten que los usuarios designen como prioritarios a ciertos tipos de tráfico como voz y vídeo, los cuales son sensibles al retraso.

2.2.3 DESCRIPCIÓN

El servicio ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) de Telefónica Data ofrece a las empresas un medio de comunicación multiservicio ideal para aplicaciones que precisan de respuesta en tiempo real.

ATM es una tecnología orientada a la conexión, en la que las comunicaciones se establecen mediante circuitos virtuales que permiten mantener múltiples comunicaciones con uno o varios destinos.

El Servicio ATM es un servicio de transporte de celdas ATM extremo a extremo. Las celdas ATM generadas por un equipo cliente son transportadas a un destino remoto de forma eficiente y fiable, con el mínimo retardo. El Servicio ATM proporciona una multiplexación estadística de diferentes comunicaciones establecidas en circuitos virtuales de carácter permanente, permitiendo la compartición de una misma línea de transmisión. Como lo muestra la figura 2.2.

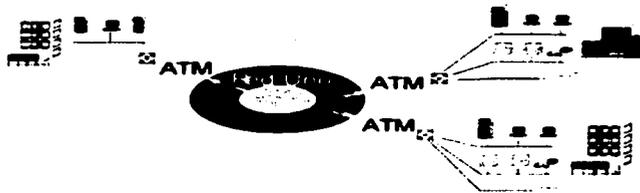


Figura 2.2 Servicio ATM.

2.2.4 LA ESENCIA DE ATM.

En las redes locales convencionales, por ejemplo Ethernet, se transmiten paquetes de longitud variable y se usa un esquema de contención no determinístico para acceder el medio. Cuando se transmiten datos de algún servicio en tiempo real tal como voz, esto podría causar retardos intolerables. Además la longitud variable de los paquetes podría causar una variación de fase inaceptable (jitter).

En ATM se usan pequeñas unidades de longitud fija, llamadas celdas, para transferir los datos. Los paquetes de datos son segmentados en celdas antes de ser colocados en el medio de transmisión y son reensamblados subsecuentemente en el destino. Esto conlleva a que las celdas de paquetes de tiempo crítico pequeño (por ejemplo, las de tráfico de voz) sean intercaladas con aquellas de paquetes muy grandes (por ejemplo transferencia de archivos). En resumen, las celdas de longitud fija y pequeña producen un retardo mucho menor y reducen el jitter en la transmisión de datos en tiempo real a través de la red.

ATM combina la ventaja de poder tener un ancho de banda garantizado, ofrecida por los servicios de emulación de circuitos, con la flexibilidad de la asignación de ancho de banda dinámico (bajo demanda) que ofrece la conmutación de paquetes. Antes de que la comunicación pueda tener lugar en una red ATM, se establece una conexión o circuito virtual entre el emisor y el receptor. El circuito virtual garantiza la disponibilidad en la red del ancho de banda solicitado. A diferencia de los sistemas tradicionales orientados a conexión, tal como el sistema telefónico, en el que el ancho de banda de cualquier conexión punto a punto es estático, el ancho de banda de un circuito virtual es dinámico y se establece cuando se crea este circuito.

En la mayoría de las redes, incluyendo la Ethernet, el cable es compartido por todos los dispositivos conectados a la red. En contraste, en la red ATM, el medio físico no es compartido. En vez de esto, cada dispositivo conectado a la red ATM tiene su propio enlace dedicado que se conecta directamente al switch.

Si analizamos los protocolos existentes para la transferencia de datos podemos distinguir los no orientados a conexión (tal como IP, utilizado en Internet) y los orientados a la conexión como son X.25 y ATM, siendo la ventaja de este último sobre X.25 la utilización de tramas de longitud fija y reducida (celdas) frente a las tramas de longitud variable y larga (paquetes), situación que redundaba en una garantía en los retardos máximos soportados,

necesaria en la conmutación de información sensible al retardo (voz y video y, en general, información multimedia).

La segunda ventaja básica del protocolo ATM, frente a otros protocolos tradicionales de transferencia de paquetes, es una simplificación funcional. La hipótesis asumida es que los niveles físicos de la red son suficientemente fiables (típicamente, fibra óptica), por lo que ciertas funciones existentes en los protocolos convencionales (recuperación de errores, control de flujo, etc.) se consideran excepcionales y se relegan a los terminales extremos. Las funciones del nivel ATM, al simplificarse, son susceptibles de implementarse por hardware, lo que impone un aumento del throughput o volumen de información por unidad de tiempo, procesada por el elemento de red.

Pero la mayor ventaja que puede obtenerse de una red ATM es la posibilidad de obtener lo que se conoce como ganancia estadística. Este efecto consiste en la posibilidad de aumentar el número de fuentes de tráfico de velocidad variable (VBR), por ejemplo en la forma de sesiones de videoconferencia, que pueden multiplexarse estadísticamente sobre un mismo enlace físico ATM, respecto del número de fuentes de velocidad fija (FBR) que se multiplexarán en el mismo enlace. En el segundo caso, el ancho de banda requerido sería la suma de los anchos de banda requeridos por cada una de las fuentes. En el primero, y asumiendo que las fuentes son incorreladas, para una probabilidad de pérdida (CLR) asumible, el ancho de banda por fuente se reduce, con tal que el número de fuentes multiplexadas sea alto, o lo que es lo mismo, que el cociente ancho de banda del enlace sobre ancho de banda de la fuente, sea grande (típicamente mayor que 100).

2.2.5 LA TECNOLOGÍA ATM.

ATM pretende resolver dos problemas: mayor ancho de banda y rápida conmutación que permita tomar bits de un enlace y llevarlos velozmente a otro enlace de la misma red. Hasta la llegada de ATM, la clase de red implementada por una organización, dependía fundamentalmente de las distancias. Si las distancias son cortas, se emplean redes tipo LAN (red de área local). Para distancias mayores, se emplean enlaces WAN e incluso MAN. El problema, evidente, es que los equipos empleados en la LAN no son directamente operativos en la WAN o MAN, y se hace necesario el uso de una tecnología instalada entre ambas, como routers, con el consiguiente cambio de protocolos.

ATM, en cambio, se basa en enlaces SONET, constituyendo una familia de implementaciones de hardware, software y protocolos interoperables y estándares, que pueden proporcionar mayor ancho de banda cuando se requiera. Al basarse en las tecnologías de multiplexado y conmutación, se logran redes con unos retrasos insignificantes extremo a extremo.

La combinación de ATM y SONET proporciona las ventajas del gran ancho de banda de la fibra, y la velocidad de los nodos de la red, que depende solo de la capacidad de los propios sistemas. Por tanto, la filosofía de ATM es muy simple: una vez establecida la forma más eficiente de enviar bits de un punto a otro de la red, no puede existir sistema o aplicación que pueda requerir mayor ancho de banda o menores retrasos.

La gran ventaja de ATM es su potencial habilidad para mezclar diferentes tipos de redes (voz, video, datos, ...) en una gran red físicamente no canalizada. Este método de multiplexar celdas ATM define el concepto de "modo de transferencia asíncrona", donde asíncrona se refiere a la habilidad de la red de enviar datos asociados con una conexión sólo mientras existan dichos datos.

En contraste, las redes canalizadas envían cadenas de bits para mantener la conexión o canal, a pesar de que no existan datos que transmitir en ese momento. Es la esencia de las redes síncronas.

A diferencia de las redes síncronas, especializadas para un determinado tipo de tráfico o servicios, en ATM el tráfico es enviado en función de la demanda: si no hay tráfico, no hay "consumo" de ancho de banda, y por tanto no es dependiente del servicio. Es muy flexible y eficiente: se ajustan fácilmente y los recursos previamente asignados a una conexión de audio, se emplean luego para datos.

ATM se basa en conexiones, no en canales, tal y como se hace en las tradicionales técnicas de multiplexado por división en el tiempo.

La unidad de intercambio de datos es la celda, definida como un bloque de información de longitud fija, en concreto 53 bytes: cabecera de 5 bytes, y sección de información de 48 bytes (denominada payload o carga útil). Los bytes son enviados a la red uno a uno, en secuencia, y el propietario de la celda se determina por la información existente en la cabecera de la propia celda.

La estructura de la cabecera de la celda ATM es la misma que la cabecera de la "B-ISDN User-Network Interface (UNI)", empleada en las comunicaciones RDSI.

La multiplexación de ATM ofrece una ventaja adicional, y es la posibilidad de que trabaje tanto en modo de circuitos como de paquetes. El modo de circuitos (por ejemplo, voz), se denomina también CBR o "Continuous Bit Rate"; el modo de paquetes, casi siempre datos, es denominado VBR ("Variable Bit Rate"). De este modo, se logra compatibilidad con el equipamiento de red existentes, así como con todos los servicios de red.

Las conexiones ATM, denominadas circuitos virtuales, pueden ser permanentes (PVC o Permanent Virtual Circuit), que operan como una línea física dedicada, creando una conexión permanente entre dos puntos de la red; o pueden ser conmutados (SVC o Switched Virtual Circuit), equivalentes a los de la red telefónica, donde las conexiones entre dos puntos de la red se establecen dinámicamente para cada transmisión.

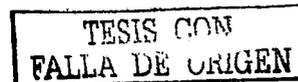
Las celdas ATM son encaminadas entre dos puntos de la red a través de canales virtuales (VC o Virtual Channel) y caminos virtuales (VP o Virtual Path). Un canal virtual es la conexión entre dos entidades finales ATM, y ello conlleva el establecimiento de todos los enlaces necesarios para crear la comunicación entre dichas entidades.

Los caminos virtuales son grupos de canales virtuales que conectan dos puntos finales, incluyendo todos los enlaces asociados a través de la red ATM. Son un medio muy conveniente para agrupar el tráfico de todos los canales virtuales con idéntico destino.

Las diferentes funciones de la arquitectura ATM se distribuyen en capas que permiten una mejor gestión y convergencia de todas las funciones.

La capa física ATM define las interfaces y los protocolos de las tramas para la red ATM. Las implementaciones actuales soportan velocidades de 34 Mbits/seg. (E3), 45 Mbits/seg. (T3), 155 Mbits/seg. (OC-3), 1.544 Mbits/seg. (T1), 622 Mbits/seg. (OC-12). Aunque los límites aún no se han establecido, y por tanto esto son sólo algunas muestras de las posibilidades que se ofrecen.

La capa física se subdivide en dos subcapas: PM (Physical Medium o medio físico) y TC (Transmission Convergence o convergencia de transmisión). La subcapa PM proporciona las funciones de transferencia de bits y por tanto es específica al medio empleado, mientras la subcapa TC controla la transmisión de las tramas a través del medio físico.



La subcapa TC es el nivel más bajo y realiza cinco funciones específicas:

Generación/reconstrucción de la trama de transmisión, es decir, empaqueta las celdas en las tramas de transmisión (lado emisor) y las desempaqueta (lado del receptor).

Adaptación de la trama de transmisión, dado que los procesos siguientes requieren conocer el esquema de entramado empleado en el enlace.

Delimitación de las celdas, de modo que el receptor reconozca los límites de cada celda en la cadena de bits.

Secuencia de generación/verificación del HEC. El control de errores en ATM se emplea sólo en la cabecera de la celda, y se denomina control de errores de cabecera (HEC o Header Error Control). A través de un sólo byte, con posibilidad de corrección de errores de un sólo bit. Con su verificación se logra que celdas fallidas sean conmutadas a destinos inadecuados.

Cell Rate Decoupling: Un servicio de datos a ráfagas puede perder mucho tiempo sin transmitir datos, y en otros momentos puede intentar enviar gran cantidad de datos al mismo tiempo (ráfagas). Durante los períodos de inactividad, la capa TC insertará celdas "vacías", en el lado del emisor, que serán retiradas en el lado receptor. Sólo las celdas "no vacías" son pasadas a la capa ATM.

La capa ATM define la estructura de la celda ATM y la señalización a través de las conexiones en una red ATM. Esta capa también crea las celdas ATM y permite el establecimiento y "destrucción" de las conexiones virtuales (VC y VP) en la red.

Como corazón de la red ATM, esta capa la define:

La capa ATM multiplexa (mezcla) celdas a través de un mismo enlace físico. Las celdas se distinguen en los nodos de la red (conmutadores ATM), y en los equipos destinatarios, porque los campos de la cabecera identifican los caminos virtuales y los canales virtuales.

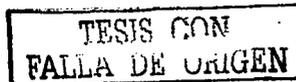
La capa ATM traslada un identificador de camino virtual (VPI o Virtual Path Identifier) y un identificador de canal virtual (VCI o Virtual Channel Identifier) entrantes, en un enlace al par correcto VCI/VPI para el enlace de salida. Los valores se obtienen de una tabla en el conmutador, que previamente había sido obtenida en el momento de la conexión por mensajes de señalización.

En los extremos de la red, la capa ATM genera e interpreta las cabeceras de las celdas, y sólo el campo de "payload" es pasado a las capas superiores.

La capa ATM proporciona un mecanismo control de flujo genérico (GFC o Generic Flow Control) para el acceso al medio.

La capa de adaptación al medio (AAL) esta diseñada para proporcionar la conversión en celdas de los diferentes tipos de paquetes, necesaria para acomodar la mezcla de tipos de datos en una misma red. La AAL realiza las funciones de segmentación y reensamblado que componen la información de las capas de niveles superiores, como paquetes de datos de longitud variable en celdas ATM de longitud fija. Esta capa también gestiona el control de tiempos para las transmisiones y maneja celdas perdidas u ordenadas incorrectamente.

Hay cinco versiones de la capa de adaptación al medio:



- **AAL1** soporta servicios CBR, orientados a conexión y tráfico síncrono, para servicios de voz y vídeo sin comprimir, emulación de circuitos, en los que se requiere una fuerte sincronización entre el emisor y el destinatario, pero a velocidades fijas.

- **AAL2** soporta servicios VBR, orientados a conexión y tráfico síncrono, para servicios de voz y vídeo comprimidos, donde la sincronización entre el emisor y el destinatario también es importante, pero la velocidad es variable.

- **AAL3/4** proporciona servicios para comunicación de datos, tanto orientados a conexiones como sin ellas, de tráfico asíncrono. Permite el empleo de ATM con funciones de LAN (transferencia de ficheros, backup, ...), en general transferencias cortas pero con grandes ráfagas de datos.

- **AAL5**, por último, es una versión más eficiente de la AAL3/4, diseñada para los requerimientos de redes locales de alta velocidad (paquetes, SMDS, ...), sin conexión y con servicios VBR. En el futuro, se podrán especificar otros niveles, para cumplir con nuevos requisitos.

Las funciones AAL están organizadas en dos subcapas lógicas: la subcapa de convergencia (CS o Convergence Sublayer) y la subcapa de segmentación y reensamblado (SAR o Segmentation and Reassembly Sublayer). La subcapa CS opera en el punto de acceso del servicio y encapsula cualquier tipo de datos en un formato compatible ATM. Su configuración es dependiente del servicio de acceso (Frame Relay, SMDS, Cell Relay Service, ...).

La funcionalidad de las subcapas de convergencia y SAR debe de ser proporcionada en el equipamiento del cliente, como routers, DSU o gateways.

El punto más crítico, por el momento, todavía sin normalizar, y donde se presentan incompatibilidades entre productos de diferentes fabricantes, es la gestión de la configuración y el tráfico, absolutamente imprescindibles en una red de alta velocidad para llegar a prestaciones óptimas. Ello es absolutamente necesario en redes grandes donde se soportan multitud de tipos de datos, gran número de usuarios, mezclas de protocolos, y variedad de aplicaciones. Aunque están surgiendo estándares, deben estar completamente resueltos antes de que ATM sea una solución totalmente viable.

2.3 CONCEPTOS BÁSICOS DE ATM.

2.3.1 FUNDAMENTOS.

En las redes ATM toda la información está contenida y estructurada en celdas de longitud fija, las cuales están conformadas por 48 bytes de datos y 5 bytes de encabezado. El tamaño fijo de la celda garantiza que la información susceptible a retrasos, tal como la voz y el vídeo, no sea alterada por paquetes o tramas de datos muy largos. El encabezado de datos de 5 bytes está estructurado para conmutar eficazmente en hardware de alta velocidad, y contiene información del tipo de carga, identificadores de circuito virtual (para el enrutamiento de las llamadas), y verificación de errores del encabezado.

El ATM es una tecnología orientada hacia las conexiones, que organiza flujos diferentes de tráfico en conexiones separadas. Esto permite al usuario especificar los recursos que requiere, y a la red asignar los recursos basándose en estas necesidades. La capacidad de multiplexar múltiples flujos de tráfico en cada dispositivo físico, junto a la

posibilidad de enviar estos flujos de información a varios destinos diferentes, permite ahorros al disminuir el número de interfaces y dispositivos físicos requeridos para construir una red. Los estándares de ATM definen dos tipos de conexiones:

- La Conexión de Circuito Virtual (VCC - Virtual Circuit Connection).
- La Conexión de Trayecto Virtual (VPC - Virtual Path Connection).

Un VCC se define como una conexión lógica entre estaciones terminales. Hay dos tipos de VCC's:

- Circuitos Virtuales Permanentes (PVC - Permanent Virtual Circuits), se configuran estáticamente y permanecen fijos sin tomar en cuenta el flujo del tráfico.
- Los Circuitos Virtuales Conmutados (SVC - Switched Virtual Circuits), están dinámicamente controlados por parámetros de señalización y pueden ser punto-a-punto o punto-a-multipunto.

Esta flexibilidad proporciona un conjunto muy amplio de capacidades de servicio, y en consecuencia son los más comunes.

Una Conexión Virtual (VPC - Virtual Path Connection) se define como un conjunto de VCCs agrupadas. Las VPC's pueden asumir la función de troncales virtuales entre dos conmutadores.

2.3.2 CLASE DE SERVICIO.

A diferencia de otras tecnologías como Ethernet, la cual opera según el orden de llegada de los paquetes, los usuarios de ATM pueden especificar en cada conexión los recursos requeridos para la red. Hay cinco clases de servicio definidos para ATM:

1. - CBR (Constant Bit Rate - Velocidad Constante de Bits). Es utilizada para la emulación del circuito. La Emulación del Circuito puede definirse como una conexión sobre un circuito virtual que proporciona un servicio al usuario final indistinguible de un circuito establecido de punto a punto fijo en términos de ancho de banda y de calidad de la transmisión. La velocidad de transmisión de la celda es constante en el tiempo, y las aplicaciones que usan CBR son sensibles a las variaciones en el retraso de las celdas. Algunas aplicaciones son el tráfico telefónico, la videoconferencia, y la televisión.

2. nrt-VBR (Non Real Time - Variable Bit Rate -Velocidad Variable de bits en Tiempo no Real). Permite a los usuarios enviar tráfico a una velocidad que puede variar y que depende de la disponibilidad de la información que viene del usuario. El correo electrónico de multimedios es un ejemplo de nrt-VBR.

3. rt-VBR (Real Time - Variable Bit Rate - Velocidad Variable de Bits en Tiempo Real) - Es similar a nrt-VBR pero está diseñada para aplicaciones que son sensibles a la variación en el retraso de la celda. Algunas aplicaciones son: la voz con detección de la actividad de voz (SAD - Speech Activity Detection), la voz que utiliza algoritmos de compresión de la voz y el video interactivo comprimido.

4. ABR (Available Bit Rate - Velocidad de Bits Disponible)- Es un tipo de servicio que proporciona un control de flujo basado en la velocidad y se utiliza primordialmente en servicios de tráfico de datos, como correo electrónico y transferencias de archivos. Dependiendo del estado de la red, la fuente de información debe controlar la velocidad del flujo de datos. Se permite a los usuarios declarar un mínimo de velocidad de flujo de celdas,

el cual es garantizado por la red. Sin embargo, si hay capacidad sobrante disponible, el ancho de banda adicional puede ser asignado dinámicamente a la conexión ABR.

5. UBR (Unspecified Bit Rate - Velocidad de Bits no Especificada). - Sirve para los demás tipos de tráfico y es ampliamente usada para tráfico TCP/IP.

2.3.3 CONCEPTOS.

Backbone: El backbone es el elemento más básico y predominante de la topología de red. Se utiliza para unir diversas redes en el mismo edificio, en diferentes edificios, en entornos de campus o en áreas extensas. Los backbones manejan el tráfico interno de la red. Si las redes que conecta el backbone son redes departamentales, entonces, el tráfico entre los departamentos pasará a través de él. Con el incremento del uso de la tecnología Web, cada vez esta fluyendo más tráfico a través del backbone. Los usuarios hacen click a los botones de las páginas Web, para recuperar documentos desde los servidores de la organización o desde el Internet. Esto esta generando en el backbone más tráfico que nunca antes.

Ancho de banda: Es el rango de las frecuencias, que a menudo se expresan en kilobits (kb) o en megabits (Mb), que puede pasar sobre un determinado canal de transmisión. El ancho de banda determina la velocidad con la cual se puede enviar la información a través de un canal— mientras mayor sea el ancho de banda mayor es la cantidad de información que se puede enviar en una cantidad de tiempo determinada.

Banda base: La banda base es un método de transmisión en el cual las pulsaciones de corriente directa se aplican directamente en el cable para transmitir señales digitales. La señal discreta consiste de pulsaciones de alto o bajo voltaje que representan unos o ceros binarios o que tienen información binaria en un formato codificado. Una red de banda base generalmente se limita a un área local. Ethernet es una red de banda base compartida en la cual muchas estaciones transmiten señales, pero una a la vez.

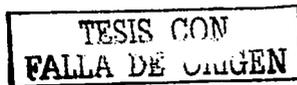
Mejor esfuerzo: Tipo de Calidad de Servicio (Quality of Service, QoS) en que no se especifica ningún parámetro de tráfico y no se garantiza que el tráfico se entregará a destino. La Velocidad de Bits no Especificada (UBR Unspecified Bit Rate) es un ejemplo de los servicios en base al mejor esfuerzo.

Tráfico en ráfagas: Es el tráfico que sólo utiliza el ancho de banda disponible en forma esporádica. El total del ancho de banda de un canal de transmisión no se utiliza en un 100 por ciento para las aplicaciones tales como tráfico interactivo y de LAN a LAN.

Variación de Demora de Celda (CDV - Cell Delay Variation): Es un parámetro de QoS (Calidad de Servicio) que mide la diferencia en demora entre dos llegadas de celdas sucesivas. Las normas definen dos métodos para determinar la CDV.

Canal: Un canal esencialmente es un trayecto de comunicación entre dos o más dispositivos. En un sistema de computación, un canal proporciona una interfaz de entrada / salida entre el procesador y algún tipo de dispositivo periférico. En las telecomunicaciones, un canal puede tomar una de las siguientes formas:

- a) Un canal transmitido en un medio inalámbrico o alámbrico físico entre dos sistemas (también conocido como un circuito).



- b) Canales multiplexados por división de tiempo, en el cual las señales de diversas fuentes tales como teléfonos y computadoras se fusionan en un sólo flujo de datos, separados por intervalos de tiempo.
- c) Canales multiplexados por división de frecuencia, en el cual las señales de diversas fuentes se transmiten por un sólo cable al modular cada señal en una portadora en diferentes frecuencias.

Circuito: En el mundo de las operaciones en red por computadoras, el término circuito se usa en muchos contextos diferentes. Un circuito es básicamente un enlace entre dos dispositivos. Una llamada telefónica de voz es un circuito dedicado entre dos personas. En una LAN, el cable físico se puede compartir con varias estaciones de trabajo, pero cuando dos estaciones se están comunicando entre sí, el cable físico parece como un circuito entre ellos. Los circuitos virtuales son comunes en las redes WAN y en las redes internas que usan componentes principales ATM. Básicamente, los sistemas finales perciben al circuito virtual como un cable dedicado que transmite información a través de un sistema de comunicación. Sin embargo, el sistema de comunicación subyacente puede ser conmutado por paquetes, tramas o celdas. La red subyacente puede ser una red interconectada en la cual se pueda crear un trayecto dedicado a través de la red. Este trayecto vendría a ser un circuito.

Servicio de Emulación de Circuitos (CES – Circuit Emulation Service): Especificación de ATM que define la emulación de circuitos Multiplexados por División de Tiempo (TDM – Time Division Multiplexed) por la capa 1 de adaptación ATM (AAL1). CES opera por conexiones de canales virtuales (VCCs) que soportan la transferencia de información de temporización.

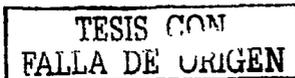
Congestión: Tal como en la carretera a la hora de mayor tráfico, la congestión de la red se debe al exceso de tráfico en una red. Cuando ocurre una congestión, los paquetes se pueden perder o caer. La recuperación de estas pérdidas y retransmisión de datos generan mayor congestión.

Control de Admisión de Conexión (CAC – Connection Admission Control): Algoritmo que determina si un dispositivo ATM acepta o rechaza una solicitud de conexión a ATM. Generalmente los algoritmos CAC aceptan llamadas solo si existe suficiente ancho de banda y recursos de memoria intermedia para establecer la conexión con la calidad de servicio solicitada sin que esto afecte a las conexiones que ya están en curso.

Equipo de Circuito de Terminación de Datos (DCE, Data Circuit-terminating Equipment): Este término generalmente se aplica a los módems o a otros tipos de dispositivos de comunicación. EL DCE reside entre el DTE (data transmission equipment – equipo de transmisión de datos) y un circuito de transmisión. El DCE termina y proporciona temporización a un circuito. Cuando se utilizan líneas analógicas, el DCE es un módem y en el caso de transmisión digital, el DCE es una unidad de servicio de canal / unidad de servicio de datos (CSU/DSU – channel service unit/data service unit). En las redes de proveedores de servicios, los conmutadores de ATM o relé de trama se consideran dispositivos DCE.

Equipo de Transmisión de Datos (DTE, Data Transmission Equipment): Un DTE es la fuente o destino de datos en una conexión de comunicación conectada a un DCE (equipo de circuito de transmisión de datos), que a su vez está conectada a un canal de comunicación. Los terminales sin procesador originalmente se clasificaron como DTE, pero las computadoras también caen dentro de esta categoría.

Descarte de Primeros Paquetes (EPD - Early Packet Discard): Técnica que controla la congestión por un mecanismo de descarte de paquetes inteligentes que elimina todas las celdas desde un AAL5 PDU que contiene un paquete de protocolo en la capa superior.



Encapsulación: Es el proceso por el cual un dispositivo de interfaz coloca tramas de datos específicos de protocolo dentro de otras especificaciones de trama de protocolo para la transmisión sobre medios de red.

Redes de Empresas: Durante la década de los ochenta y comienzos de los noventa, las organizaciones comenzaron a instalar redes de áreas locales para conectar computadoras en departamentos y grupos de trabajo. Los gerentes de niveles de departamentos generalmente tomaban las decisiones sobre qué tipo de computadoras y redes querían instalar.

Finalmente, las organizaciones vieron los beneficios de construir redes empresariales que le permitiría a las personas en toda la organización intercambiar correos electrónicos y trabajar juntos al usar un software en colaboración. Una red empresarial conectaría todas las redes de grupos de trabajo o departamentos aislados en una red interna de la empresa con el potencial de permitirle a todos los usuarios de computadoras tener acceso a cualquier dato o recurso de computación. Esto proporcionaría una operación interna entre los sistemas autónomos y heterogéneos y tendrían una meta eventual de reducir la cantidad de protocolos de comunicación en uso. Las organizaciones de la industria con el propósito de cumplir esta meta se formaron para crear estándares abiertos, y los vendedores desarrollaron sus propias estrategias.

La última tendencia es construir las tan conocidas intranets que utilizan protocolos TCP/IP y tecnologías de Web. Si bien las tecnologías de intranet han surgido sólo recientemente, ellas tienen un enfoque diferente para consolidar redes en vez de la estrategia de computación de empresas tradicional.

Fluctuación (Jitter): Es la desviación de una señal de transmisión en tiempo o fase. La fluctuación acumulada puede ocasionar errores y pérdida de sincronización.

Emulación de LAN (LANE – Lane Emulation): Especificación de ATM que permite que los dispositivos de ATM operen internamente y en forma transparente con los dispositivos LAN de legado al utilizar protocolos de Ethernet o de Token Ring. Los protocolos de la capa superior funcionan por LANE sin tener que realizar ningún cambio en los sistemas que se basan en ATM.

Latencia: Se refiere al tiempo que se demora la información en llegar a la red. Algunas veces se le denomina demora de la red.

Sistemas de Legado: Los sistemas de legado son los sistemas de conmutación que una empresa ya tiene en funcionamiento y que debe mantener aún cuando las nuevas tecnologías de computación están disponibles y están siendo instaladas. Generalmente, existe la necesidad de mantener una compatibilidad de retorno con los sistemas de legado o con las conexiones hacia estos sistemas. Inicialmente, el término sistema de legado se utilizó para referirse a los sistemas centrales existentes pero ahora el término se usa en forma más amplia. Por ejemplo, a menudo usted escuchará sobre las redes de legado (por ejemplo: Ethernet de cable coaxial), bases de datos de legado (por ejemplo: bases de datos que mantienen información histórica), y software de legado. El software de legado frecuentemente es la única forma de tener acceso a las bases de datos de legado.

Multiplexión: La multiplexión combina canales múltiples de información por un circuito simple o una trayectoria de transmisión. Cuando una compañía telefónica instala troncales entre sus centrales públicas, va a querer obtener tantas conversaciones de voz en esas troncales como sea posible. Los esquemas de multiplexión tales como T1 pueden manejar 24 canales de voz (4kHz de ancho). Las troncales del componente (red) principal llevan incluso más canales. Una troncal T3 puede llevar 28 líneas T1.

Existen dos técnicas de multiplexión que conviene comentar, son:

- **FDM (Frequency division multiplexing – multiplexión por división de frecuencia)** divide el espectro de frecuencia de un circuito en dos bandas y transmite cada canal en una banda específica.
- **TDM (time division multiplexing –multiplexión por división de tiempo)** divide un circuito en dos intervalos de tiempo y asigna un canal a cada intervalo.

Encabezado de datos: Término utilizado para describir la cantidad de información adicional que se agrega a una trama de datos para que se formatee y se transmita por un medio determinado. Generalmente, se le refiere como a la cantidad de bytes por trama o un porcentaje.

Ensamblador y Desensamblador de Paquetes (PAD, Packet Assembler/disassembler): Un dispositivo que es responsable de empaquetar datos con la información de encabezado y cola antes de presentar el paquete a una red en paquetes como X.25. En el extremo receptor, el PAD saca la información de control del paquete para que el dispositivo al que va dirigido reciba los datos en su formato original.

Interfaz de Red con la Red Privada (PNNi – Private Network-Network Interface): También se conoce como Interfaz de Nodo con la Red Privada, su funcionalidad es proporcionar interoperabilidad en las redes de múltiples proveedores. El Foro ATM ha definido los protocolos de señalización y enrutamiento que descubren en forma dinámica la topología y establece las conexiones SVC en demanda que utilizan enrutamiento de fuente.

Calidad de Servicio (QoS - Quality of Service): Conjunto de parámetros y procedimientos de medición definidos por UIT-T y el Foro ATM para cuantificar pérdidas, errores, demoras y variación de demoras.

Protocolo en Tiempo Real (RTP - Real Time Protocol)– Parte del conjunto de protocolos IP. RTP transporta secuencias de números e indicaciones de tiempo entre aplicaciones de sonido y video en paquetes. Protocolo ampliamente usado por la telefonía por Internet.

Repetidor: Un repetidor es simplemente un dispositivo de adición para extender una red al aumentar la señal del cable. A medida que las señales eléctricas se transmiten en un cable, ellas tienden a degenerarse en proporción al largo del cable. Esto se conoce con el nombre de atenuación. Un repetidor ayuda a reducir los problemas de atenuación. Este no cambia una señal. Algunos repetidores también filtran el ruido en lo que más pueden. Un repetidor puede proporcionar una extensión a una red que llega a una estación de trabajo distante, pero los puentes o Enrutadores se deben utilizar para extender redes si un montón de estaciones de trabajo se encuentran involucradas. Los Puentes y Enrutadores ayudan a controlar los problemas de tráfico.

Protocolo para Reservar Recursos (RSVP – Resourcere SerVation Protocol) : Protocolo desarrollado por IETF para brindar soporte a diferentes clases de servicios en los flujos de tráfico IP. Las normas actuales definen la Calidad de Servicio (QoS – Quality of Service) garantizada y las clases de servicio de carga controlada.

Arquitectura de Redes de Sistemas (SNA, System Network Architecture): SNA, se introdujo primero en 1974, era el esquema de la IBM para conectar su familia de productos 3270. SNA se diseñó en el tiempo en que grandes cantidades de números de terminales que no se podían programar se conectaban a los sistemas de las computadoras centrales de la IBM. SNA proporcionó el enrutamiento estático entre las computadoras centrales interconectadas de tal manera que un usuario que trabaja a un extremo de las terminales pudiera tener acceso a cualquiera de las computadoras centrales interconectadas. Si bien

SNA se diseñó para entornos de macrocomputación centrados en IBM, este no fue adecuado para ambientes de redes con multiprotocolos, cliente/servidor, de igual a igual. IBM introdujo soluciones tales como APPC (Advanced Program to Program Communications - Comunicaciones Avanzadas de Programa a Programa) y APPN (Advanced Peer to Peer Networking - Operación en Red Avanzada de Igual a Igual), que alteró el enfoque centrado en macrocomputadores y permitió que grandes y pequeños sistemas interoperaran como iguales.

Velocidad Sostenible de Celdas (SCR - Sustainable Cell Rate): Parámetro de tráfico que caracteriza una fuente a ráfagas. Define la velocidad máxima permisible para una fuente en términos de Velocidad Máxima de Celda (PCR - Peak Cell Rate) y Tamaño Máximo de Ráfaga (MBS - Maximum Burst Size).

Rendimiento total: El rendimiento total es una medida de la velocidad a la cual un sistema puede procesar o transmitir información. El rendimiento total generalmente es una medida general de un sistema y sus componentes. Por ejemplo, el rendimiento total de un servidor depende de su tipo de procesador, el tipo de tarjeta de interfaz de la red, el tamaño del bus que transfiere datos, la velocidad del disco, el tamaño de la memoria intermedia, y la eficiencia del sistema de operación. En un sistema de comunicación el rendimiento total se mide como el número de bits o paquetes que se pueden procesar por segundo.

Velocidad de bits variable (VBR, Variable Bit Rate): Un término genérico para fuentes que transmiten datos en forma intermitente. El Foro de ATM divide la velocidad de bits variable en categorías de servicios en tiempo real y tiempo no real (rt-VBR y nrt-VBR, real-time and non-realtime) en términos de soporte.

Circuito virtual: Un enlace de comunicaciones - voz o datos - que al usuario le parece ser un circuito dedicado de punto a punto. El concepto de circuito virtual se refiere a un trayecto lógico más que a uno físico en el caso de una llamada.

Circuito virtual conmutado (SVC - Switched virtualcircuit): Conexión de circuito virtual establecida a través de una red. Esta conexión se lleva a cabo según se requiera y solo por el tiempo que dure la transmisión de datos.

Circuito virtual permanente (PVC - Permanent virtualcircuit): Enlace lógico de frame relay, cuyos puntos extremos y clase de servicio son definidos por la gestión de la red. Este enlace lógico permanece "activo" independientemente si el tráfico se está transmitiendo por el PVC.

2.4 RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK, RDSI).

El termino RDSI fue acuñado en 1973 por el grupo mundial de estándares de comunicación, UIT. Sin embargo, el alcance de la RDSI no fue definido hasta 1980. Después fue definido formalmente en 1986. Actualmente la RDSI solo se ha implementado de forma limitada. Estas cosas necesitan tiempo, especialmente cuando están involucradas las compañías telefónicas de todo el mundo.

La UIT define a RDSI como "una red que procede por evolución de una Red Digital Integrada (RDI) telefónica y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para soportar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos, y a la que los usuarios tienen acceso a través de un conjunto limitado de interfaces normalizadas, de usuarios multiservicio".

La recomendación 1.120, como: "Un elemento clave de la integración de servicios para una RDSI es proporcionar un abanico de servicios utilizando un conjunto limitado de tipos de conexión y disposiciones de interfaz usuario-red de propósito general".

El concepto de RDSI evoluciona a partir de algo denominado la Red digital Integrada (RDI). RDSI ofrece una futura red mundial capaz de transmitir simultáneamente voz, datos, video y gráficos de forma digital. Los usuarios van apareciendo gradualmente a medida que se van instalando los equipos necesarios en las redes telefónicas. El objetivo es ofrecer comunicaciones digitales punto a punto (end to end), en lugar del sistema telefónico actual basado en señales analógicas y modem. Esta conectividad digital punto a punto se conseguirá con una sencilla interfaz estándar.

La red telefónica actual ofrece exclusivamente circuitos analógicos de voz y no digitales, para comunicaciones punto a punto. Esto dificulta las comunicaciones a alta velocidad, ya que los circuitos de voz no pueden alcanzar la velocidad obtenida mediante circuitos digitales, aparte no necesita instalación de fibra óptica para alcanzar estas altas velocidades, sino que convierte los cables de cobre en canales digitales (aunque la fibra óptica permite un mayor flujo de datos, es de suponer que sustituirá al cobre).

La RDSI es el resultado de la presión ejercida, tanto por el mercado de las comunicaciones que elaboran estándares para reducir el coste de las comunicaciones de voz y datos, no solo promete reducir los costos, sino también ofrecer un nuevo y amplio espectro de métodos de recuperación de información.

Ofrece algunas prestaciones claves la primera es la capacidad de conectar cualquier computadora, teléfono, fax o cualquier otro dispositivo a otro equipo soportado por RDSI situado en cualquier otro lugar del mundo. RDSI ofrece otros muchos servicios al usuario. Por ejemplo asignar un número de teléfono de por vida; sin importar donde nos mudemos, nuestro número viajara con nosotros.

Por definición, la RDSI elimina la necesidad de acceder a recursos especiales dedicados o de paquete. Ofreciendo integración de servicios de voz, datos y video sobre la misma conexión.

2.4.1 RDSI DE BANDA ANCHA (ATM).

Fue en 1988 cuando el CCITT (Comité de Consulta Internacional en Telegrafía y Telefonía) aprobó la primera recomendación para la RDSI-BA (1.121). En ella se define RDSI-BA como " un servicio que requiere canales de transmisión capaces de soportar velocidades mayores que la velocidad primaria". Se definió ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) como la tecnología de conmutación que utilizaría RDSI-BA y 155 Mbps la velocidad que debía soportar. A pesar de las diferencias entre RDSI-BA y RDSI-BE, ambas mantienen muchos puntos en común, ya que la RDSI-BA es la evolución hacia la alta velocidad de la RDSI-BE.

Alguno de estos puntos en común son:

El modelo de referencia para la configuración es similar, ya que RDSI-BA asumió con algunas modificaciones el de RDSI-BE.

Ambas son de naturaleza conmutada y con conexión, utilizando un protocolo de señalización similar.

2.4.2 ARQUITECTURA DE RDSI-BA (ATM).

Para reunir los requisitos para vídeo de alta resolución, se necesitan velocidades de unos 150 Mbps. Además para poder ofrecer uno o más servicios interactivos y distribuidos se necesita una velocidad de línea de abonado de unos 600 Mbps. La única tecnología que permite estas velocidades es la fibra óptica. Por tanto la introducción de la RDSI-BA depende del ritmo de introducción del bucle de abonado de fibra. El dispositivo de conmutación debe soportar un amplio rango de velocidades diferentes y de parámetros de tráfico. Por eso se utiliza una tecnología de conmutación de paquetes rápidos que admite fácilmente el protocolo ATM.

En la siguiente figura vemos la arquitectura funcional de RDSI-BA:

LFC = Recursos para función local

TE = Equipo terminal

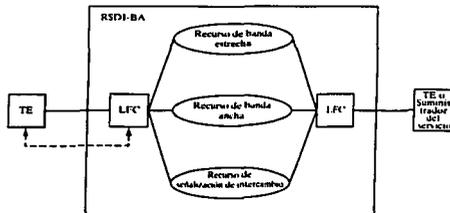


Figura 2.3 Arquitectura funcional de RDSI-BA.

RDSI-BA debe dar soporte a todos los servicios de transmisión a 64 Kbps que son admitidos por RDSI-BE para facilitar la conexión de RDSI-BE a RDSI-BA.

También observamos como el control de RDSI-BA se basa en señalización de canal común. Se usa un SS7 mejorado para admitir capacidades suplementarias de red de mayor velocidad.

En cuanto al protocolo de señalización, dos son los organismos que han definido estándares utilizados en ATM. El ITU-T (antiguo CCITT) definió el estándar Q.2391, versión mejorada del Q.391 utilizado en RDSI-BE. Por otro lado, el ATM FORUM (asociación de fabricantes) propuso la señalización UNI 3.0, basado precisamente en el Q.2391, que permite la interoperatividad entre distintos fabricantes.

Las diferencias entre Q.391 y Q.2391 son:

- En Q.2391 no existe un canal común para la señalización (canal D), sino un canal virtual independiente para cada terminal.
- En vez de negociar el acceso a un canal B, se negocia una conexión de canal virtual entre extremos de la comunicación.

2.4.3 CONFIGURACIÓN DE REFERENCIA.

Es básicamente la misma que la de RDSI-BE. Se utilizaron los mismos grupos funcionales añadiéndoles el prefijo B- para diferenciarlos. Con los puntos de referencia ocurre lo mismo, son iguales pero con el subíndice B.

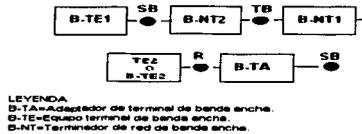


Figura 2.4

Grupos funcionales:

-B-NT1: Encargado de mantener las funciones de bajo nivel que conectan, mediante una línea física punto a punto, la red pública con los servicios de usuario. Es transparente a los protocolos de señalización y al tráfico transportado.

-B-NT2: Realiza las funciones de adaptación a los diferentes medios y topologías. Son funciones suyas la señalización, adaptación y la multiplexación /demultiplexación de celdas.

-B-TE1: Es un equipo de usuario que soporta las interfaces y los protocolos definidos para RDSI-BA. Se conecta a los puntos SB y TB.

-B-TE2: Es un equipo de usuario con una interfaz no estandarizada por la RDSI-BA. Se conecta al punto RB.

-B-TA: Adaptador que permite a los terminales B-TE2 conectarse a una RDSI-BA.

Puntos de referencia:

Son los mismos que los de RDSI-BE con el subíndice B, aunque sólo se estandarizaron SB y TB. El punto RB se puede considerar dentro de este conjunto y permite conectar los dispositivos que acceden a través de los adaptadores de terminal de banda ancha (B-TA).

2.4.4 ESTRUCTURA DE LA TRANSMISIÓN.

En términos de velocidades disponibles para abonados, se definen tres servicios de transmisión:

- Servicio Full-duplex a 155'52 Mbps.
- Servicio asimétrico: Abonado-red a 155'52 Mbps y Red-abonado a 622'08 Mbps.
- Servicio Full-duplex a 622'08 Mbps.

La velocidad de 155'52 Mbps puede ya admitir todos los servicios de RDSI-BA. A esta velocidad se pueden incluir uno o varios canales de vídeo, por tanto, el servicio full-duplex a 155'52 Mbps será el servicio RDSI-BA más usado. La velocidad de 622'08 Mbps se necesita para gestionar la distribución de vídeo múltiple (Videoconferencias simultáneas múltiples). El abonado que quiera acceder a estos servicios utilizará el servicio asimétrico, dejando el servicio full-duplex a 622'08 Mbps para los suministradores de distribución de vídeo.

2.4.5 INTERCONEXIONES RDSI-BE<->RDSI-BA.

Como cualquier red que desee tener aceptación en la industria, un objetivo prioritario es la interconexión con las redes existentes. El caso de la RDSI-BA y su relación con su predecesora, la RDSI-BE, no va a ser una excepción: cuando la RDSI-BA esté comercialmente disponible como servicio público, la RDSI-BE dispondrá de una base instalada considerable y unas infraestructuras relativamente recientes.

	N-ISDN	B-ISDN
Ancho de banda	Hasta 2Mbps.	Hasta 620Mbps.
Velocidad transmisión	Fija	Bajo demanda
Traficos	Voz, datos	Voz, datos, video
Retardo conmutación	50-100 Ms	10 Ms
Retardo transmisión	Despreciable	Significativo
Control de errores	Link-to-link	End-to-end
Cuello de botella	Medio de transmisión	Nodo de conmutación

Fig. 2.5. Efectos de la aplicación de la RDSI en banda ancha comparada con la banda estrecha.

Las interconexiones se realizarán, en principio, con gateways entre las dos redes conectadas en cualesquiera de los grupos funcionales LE o TE del modelo de configuración de referencia. La interconexión estará limitada a las facilidades que ambas tengan en común. Por ejemplo, supongamos una conferencia entre un videoteléfono de alta definición conectado a RDSI-BA y un videoteléfono de la RDSI-BE. Es evidente que la resolución de la conexión será la de la RDSI-BE.

2.4.6 MULTIPLEXACIÓN EN ATM.

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

La figura 2.6 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 (Bursty Traffic) como los datos. Cada celda compuesta por 53 bytes, de los cuales 48 (opcionalmente 44) son

para trasiego de información conmutadores basados en estos identificadores, los cuales tienen significado local ya que pueden ser cambiados de interface a interface.

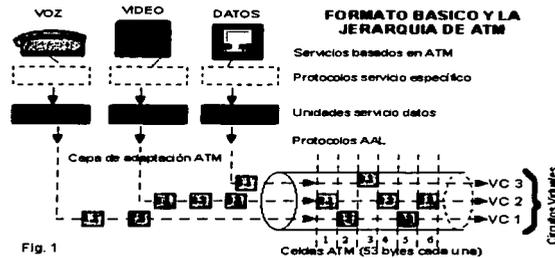


Fig. 1

Figura 2.6 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.

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

Diferentes categorías de tráfico son convertidas en celdas ATM via 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 Interfaces) 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 (carries) con redes T3 existentes, velocidades UNI adicionales se han venido evaluando y están ofreciéndose. También hay un alto interés en interfaces, para velocidades E1 (2Mbps) y T1 (1,544 Mbps) para accesos ATM de baja velocidad.

2.4.7 PROTOCOLO ATM.

El hecho de utilizar ATM en RDSI-BA marca la diferencia en los protocolos de RDSI-BA y RDSI-BE. En efecto, aunque RDSI-BA debe admitir aplicaciones en modo de circuito, estas se realizarán sobre un mecanismo de transporte basado en paquetes, por tanto, podemos decir que RDSI será una red de conmutación de paquetes ya que contiene servicios de banda ancha. El modelo de referencia de protocolo se muestra en la figura 2.7:

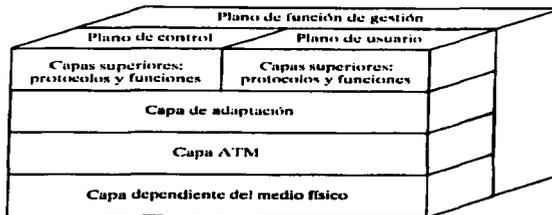


Figura 2.7

Se observa como se distinguen tres planos separados Plano de usuario: Proporciona al usuario transferencia de información, contemplando el control de flujo y control de errores. Plano de control: Realiza control de llamadas y control de conexión (establecimiento, liberación, etc...).

Plano de gestión: Coordinan todos los planos y controla los recursos que residen en sus entidades de protocolo.

Estos planos se dividen en capas, como muestra la figura anterior, y estas capas se dividen a su vez en subcapas. En la tabla siguiente se contemplan las subcapas existentes y se indican las funciones que realizan cada una de ellas.

Funciones de las capas RDSI-BA.				
Gestión de capa	Funciones de capas superiores		Capas superiores	
	Convergencia		CS	
	Segmentación y reensamblado		SAR	AAL
	Control genérico de flujo Generación/extracción de la celda de cabecera Traslación de celda VPI/VCI Multiplexación y demultiplexación de celdas		ATM	
	Desacoplamiento de velocidad de celdas Generación/verificación de secuencias de cabecera HEC Definición de celdas Adaptación de tramas de transmisión Generación/recuperación de tramas de transmisión		TC	Capa física
	Temporización de bit Medio físico		PM	

CS = Subcapa de convergencia
SAR = Subcapa de segmentación y reensamblado
AAL = Capa de adaptación a ATM

ATM = Modo de transferencia asíncrona
TC = Subcapa de control de transmisión
PM = Subcapa de medio físico

Figura 2.8

El protocolo ATM consiste de tres niveles o capas básicas. La primera capa llamada capa física (Physical Layer), define los interfases físicos con los medios de transmisión y el protocolo de trama para la red ATM es responsable de la correcta transmisión y recepción de los bits en el medio físico apropiado. A diferencia de muchas tecnologías LAN como Ethernet, que especifica ciertos medios de transmisión, (10 base T, 10 base 5, etc.) ATM es independiente del transporte físico. Las celdas ATM pueden ser transportadas en redes SONET (Synchronous Optical Network), SDH (Synchronous Digital Hierarchy), T3/E3, T1/E1 o aún en modems de 9600 bps. Hay dos subcapas en la capa física que separan el medio físico de transmisión y la extracción de los datos.

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

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

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

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

2.5 APLICACIONES Y PRODUCTOS.

2.5.1 APLICACIONES.

Servicios ATM . Están siendo implementados en todo el mundo por los proveedores de servicio. Estos servicios incluyen redes ATM, LAN, servicios de voz, video, y servicios completos de red privada virtual.

Redes para grupos de trabajo y redes en campus. Se están introduciendo redes de campus ATM basadas en el estándar LAN. Todavía se considera que el "ATM to the desktop" (ATM hacia las estaciones de trabajos) es un nicho de mercado debido a la amplia aceptación de las tecnologías de conmutación Ethernet para estaciones de trabajo.

Redes empresariales – Las redes empresariales se están consolidando en redes de uso múltiple (voz, video, y datos) sobre el componente principal de ATM. Un conmutador ATM de redes empresariales "ATM Enterprise Network Switch" (ENS), ofrece una amplia gama de servicios (voz, video, LAN, y ATM) e interfaces WAN, como las líneas arrendadas, el circuito conmutado, frame relay y ATM.

Los proveedores de servicio de Frame Relay están implementando componentes principales ATM para cubrir el rápido crecimiento de sus servicios. El ATM proporciona el crecimiento y la capacidad de expansión requerida por estos proveedores de servicios.

Los proveedores de servicio de Internet están enfrentando los mismos problemas que los proveedores de servicio de frame relay. ATM, una vez más, proporciona una solución.

Las redes residenciales de banda ancha dependerán de la tecnología ATM para proporcionar los servicios requeridos – voz, video, y datos.

Los proveedores de servicio han identificado oportunidades para hacer más eficaz el uso de su infraestructura de fibra SONET(Synchronous Optical Network – Red Óptica incrónica), a través de la implementación de una infraestructura ATM para llevar telefonía y tráfico de líneas privadas.

2.5.2 PRODUCTOS.

Todos los tipos de redes actuales, LAN, WAN, MAN, y probablemente futuras, tienen su cabida dentro de una red ATM, y deben de considerarse complementarias.

Aplicaciones, por tanto, todas: multimedia, videoconferencia, emulación LAN/WAN/MAN, redes públicas y privadas, y todo tipo de servicios que queramos imaginar.

Productos, evidentemente hay que considerar las tarjetas adaptadoras, para todo tipo de buses: ISA, EISA, PCI, MCA, VME, S-Bus. No son muchas las compañías que en este momento las ofrecen: Fore, INTERPHASE, NET, Sun y SynOptics. Las mayores diferencias, además de los buses y sistemas operativos para los que están preparadas, sus prestaciones reales. Aunque ATM pueda ofrecer 155 Mbits/seg., la mayoría de los productos ofrecidos, bien por los sistemas en los que se emplean, bien por el diseño de las propias tarjetas adaptadoras, no llegan ni al 75% de esas velocidades. Por supuesto, hay versiones de velocidades inferiores, incluso con cableado de cobre (51, 100 y 155 Mbits/seg.), incluso algún fabricante, como INTERPHASE, ofrece tarjetas en las que el módulo de adaptación al medio físico es independiente, por lo que se puede ir creciendo en velocidad aprovechando parte de la inversión de la tarjeta.

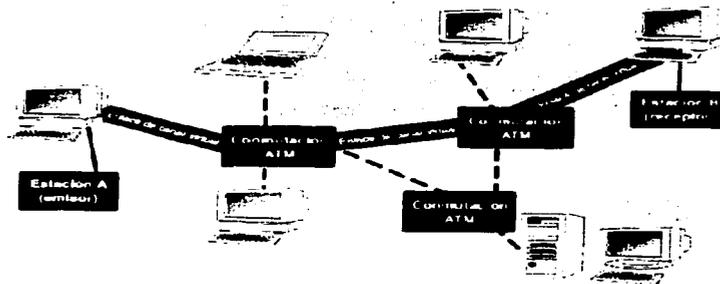


Figura 2.9

De lo anterior se desprende el desarrollo de ciertas formas o modos en los cuales hay comunicación usando las computadoras y es cuando surge la necesidad de interconectar los equipos de cómputo entre sí para poder compartir la información entre ellas.

Este tipo de comunicación permite una transmisión viable y eficaz en esta época pero cada día surgen nuevas necesidades de comunicación, además de datos, se requiere de voz y en algunos casos de video.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO III

PROCESOS DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED ATM PARA TELEFONÍA CELULAR.

3.1 PROCESO DE LA IMPLEMENTACIÓN.

En el presente capítulo se detalla el proceso de implementación y funcionamiento de una red ATM.

En este proyecto se está ofreciendo una tecnología con el propósito de implementarla a una compañía de telefonía Celular.

Para llevar a cabo la correcta implementación de este proyecto estamos tomando en cuenta los siguientes puntos los cuales se detallan en la figura 3.1.

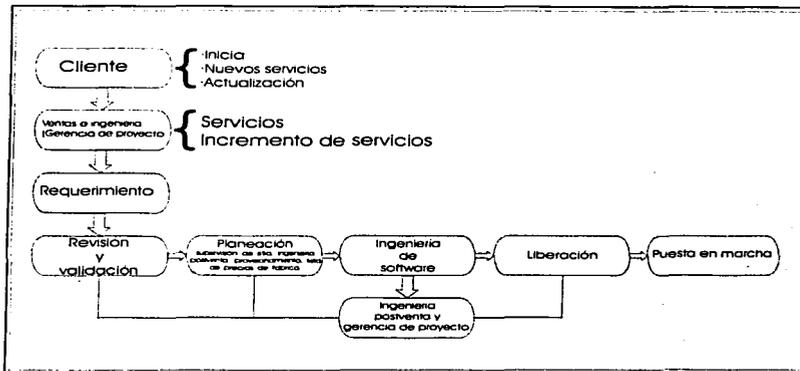


Figura 3.1

3.1.1 CLIENTE.

El cliente es el encargado de proporcionar sus necesidades, en este caso se requiere la implementación de una red ATM como medio de transporte, por lo que se considera lo siguiente.

El desarrollo de una red con infraestructura propia sobre la cual se pueda proporcionar y explotar servicios de ATM para telefonía celular así mismo tener una calidad y ahorro en enlaces a la compañía sobre la cual este implementada esta red.

3.1.2 INGENIERÍA (VENTAS).

En este caso son los encargados de ofrecer el servicio al cliente y convencerlos por medio de sus conocimientos de lo adecuada y funcional que es esta tecnología para el mejor funcionamiento de su red y ahorro en enlaces a la compañía local (TELMEX).

3.1.3 REQUERIMIENTOS.

Son los objetivos que el cliente hace al área de ingeniería (ventas) y que se deben de cumplir para el buen funcionamiento de su red los cuales son:

- Que tipo de mercado se desea abarcar (Nacional, Internacional).
- Cantidad de usuarios.
- Servicios que desean proporcionar (Voz, Video o Datos).
- Funcionalidades.

3.1.4 REVISIÓN Y VALIDACIÓN.

En este proceso el cliente se encarga de revisar y dar el visto bueno a la propuesta presentada por la prestadora del servicio, en el caso de que el cliente no este de acuerdo con dicha propuesta se regenera una nueva la cual se apega a los requerimientos y objetivos del cliente.

3.1.5 PLANEACIÓN.

En este proceso es la parte en donde se involucran la ingeniería de postventa y la gerencia de proyectos para llevar a cabo ordenadamente la realización del proyecto.

3.1.6 INGENIERÍA DE POSTVENTA.

Hacen la parte de ingeniería correspondiente a las listas de materiales, encargándose principalmente de hacer los requerimientos de material directamente a fabrica, se encargan de realizar supervisiones en sitio e implementan la instalación del hardware y el software.

3.1.7 GERENCIA DE PROYECTOS.

Son los encargados de dar seguimiento al proyecto hasta la firma de aceptación, sus funciones son las de involucrar a las áreas correspondientes, se encargan de recolectar las firmas de la documentación correspondiente y de realizar juntas periódicas con todos los involucrados en el cual se revisa el estatus del proyecto.

3.1.8 INGENIERÍA DE SOFTWARE.

Son los encargados de realizar el software con las funcionalidades correspondientes al cliente e implementarla en los equipos programando y poniéndolos en servicio para su liberación.

3.1.9 LIBERACIÓN.

Una vez que finaliza la implementación ingeniería es el encargado de generar protocolos de aceptación de hardware y de software involucrado en el proyecto donde se harán las pruebas descritas en los protocolos correspondientes, teniendo el visto bueno de las pruebas por el cliente se firma de entregado y puesto en marcha el equipo.

3.1.10 PUESTA EN MARCHA.

Es la última fase donde se pone en funcionamiento la red, donde se empezarán a introducir los usuarios y checarán las características de sus servicios, así mismo la migración de servicios y eliminando enlaces que ya no sean necesarios a la red.

3.2 IMPLEMENTACIÓN.

3.2.1 ANTECEDENTES.

Para la implementación de este proyecto la ingeniería de la red se modificara en su totalidad con respecto a la configuración original. Estos cambios se deben principalmente a los siguientes factores proporcionados por el cliente:

- Los medios de transmisión STM-1s serán entregados de acuerdo al proveedor de esta infraestructura (Telmex). Esta nueva topología se refleja en la Figura 3.2.
- Los nodos en la red se modifican con respecto a la topología anterior la red se compone de 24 sitios.
- El tráfico de la red se incrementa.
- Se añade a la red el tráfico de red pública.
- Ahorro en cantidad de enlaces y aumento en calidad del servicio.

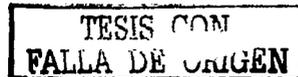
Lo anterior crea la necesidad de hacer un rediseño completo a la red, que va desde un nuevo análisis de tráfico hasta la reingeniería de hardware por nodo. A pesar de estos cambios, la funcionalidad de la red no cambia, es decir que la tecnología que se aplica será la misma que este presente en la configuración original. Es por eso que para la solución de la red Multiservicio el Passport 7480 y Passport 15000 serán parte fundamental de esta red. Además la funcionalidad de PVG (Packet Voice Gateway) se aplicará para la compresión 2:1 de los servicios de la red de voz TDMA, con la variación del incremento en el número de troncales de voz a procesar por lo que el diseño ahora esta enfocado al Passport 15000 como PVG y así un ahorro de troncales hacia Telmex.

El proceso de diseño para la solución Multiservicio que contienen la relación de tráfico en E1s de cada uno de los nodos descritos en la red, se refleja en las Tablas del Anexo A. El tráfico que se analizó esta compuesto de:

- Tráfico de Voz TDMA. Este está compuesto del tráfico entre centrales, este tipo de tráfico es el que consume un mayor ancho de banda en su red, por consiguiente tomando ventaja de compresión 2:1, el consumo en el ancho de banda será reducido.
- Tráfico de Red Pública. Incluye tráfico de voz GSM y tráfico de voz TDMA que se incorpora a la red creando nodos adicionales para el procesamiento de este tipo de tráfico. Al igual que la voz proveniente de Centrales TDMA, esta se procesará con compresión de 2:1.
- Tráfico de Voz GSM: El tráfico será recibido a través de interfases STM-1 ópticas desde el switch y serán descanalizadas a E1's por un multiplexor. Este tráfico será transportado bajo el esquema conocido como Emulación de Circuitos o AAL1 a través de interfaces E1s dedicados hacia los diferentes puntos de terminación. Dada las características de operación de este esquema no es factible aplicar esquemas de compresión como el mencionado en el párrafo anterior.
- Datos: En este rubro el cliente entregaría E1s clear channel de PPP para sus servicios de datos. Este tráfico comprende una parte importante de la red actual del cliente, ya que este transporta datos de facturación, roaming, etc. Las interfaces que también aplican para este tipo de conexiones comprenden: V35 y E3 clear channel.
- Señalización: El tráfico de señalización es otra parte muy importante de la red ya que es el punto de contacto con la red SS7 para el establecimiento de las llamadas. Este tráfico será transportado en forma de Emulación de Circuitos(CES).

Una vez obtenido el análisis del tráfico y de los sitios se realizan las consideraciones necesarias para el diseño de la red que se menciona a continuación:

- La ingeniería en base a 24 nodos.
- Se añaden multiplexores TN-1X en los nodos con tráfico de Voz GSM para recibir la interfaz STM-1 y descanalizar 63 E1s que serán montados en la red Multiservicio como tráfico AAL1, es decir sin compresión.
- La ingeniería de enlaces de Backbone se hará en base a medios de transmisión STM-1 solamente.
- Ningún nodo de la red se interconecta a nivel de E1s.
- La topología quedara de acuerdo a los requerimientos del cliente y las limitantes del proveedor de medios de transmisión.



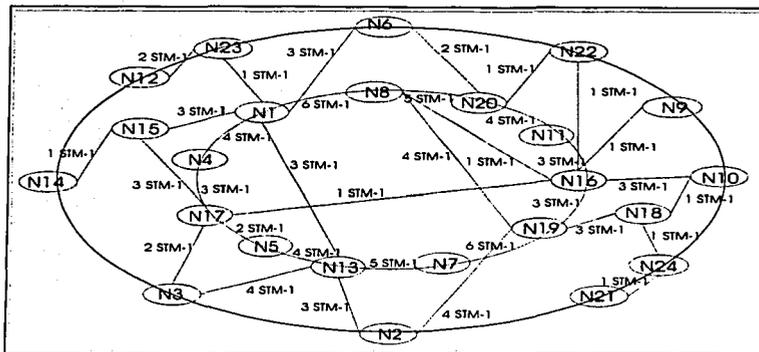


Figura 3.2

3.3 INGENIERÍA.

Para el presente proyecto, se consideró el uso de una tecnología robusta, confiable, escalable, estandarizada y abierta que le permitirá al cliente la creación de una red multiservicio con una gran flexibilidad en el uso de cualquier aplicación (Datos, Voz, Video).

Para el procesamiento de los servicios de Voz, TDMA y GSM, se aplicará un procesamiento en base a estándares Internacionales como son:

- AAL2, como Voz sobre ATM, VoATM.
- AAL1, como Emulación de Circuitos, CES.

También esta red permitirá el transporte de servicios de datos como:

- IP sobre PPP en adaptación AAL5

Para el procesamiento de la red ATM se implementará:

- PNNI, Private Network to Network Interface.

3.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED.

La red estará basada en 24 nodos que se listan a continuación.

NODO 1
NODO 2
NODO 3
NODO 4
NODO 5
NODO 6
NODO 7
NODO 8
NODO 9
NODO 10
NODO 11
NODO 12
NODO 13
NODO 14
NODO 15
NODO 16
NODO 17
NODO 18
NODO 19
NODO 20
NODO 21
NODO 22
NODO 23
NODO 24

Tabla 1

Todos estos nodos representan un punto de acceso a servicios de voz, datos y señalización con lo que se crea una red totalmente multiservicio. Dados los nodos de la Tabla 1, lo que se busca es tener una red capaz de soportar el tráfico de las aplicaciones antes mencionadas de cada uno de estos nodos.

Para el diseño de la red se presenta este proyecto basado en tecnología de Switches: Passport 7480 y Passport 15000; ambos con características multiservicio. Que después de hacer su análisis sobre los medios de transmisión y tráfico en la red, concluye que el diseño que se presenta en la topología de la Figura 3.2 es el que mejor se adapta a las necesidades, limitantes y requerimientos.

La Figura 3.3, ejemplifica el esquema de conexiones de servicios para un nodo tipo sin considerar los servicios de voz GSM. Para esta nueva red el tráfico de la red pública se incorpora y se refleja en más troncales de voz a procesar. Debido a esto, el diseño de la red se hizo en base a lo siguiente:

- Y Y Y Incremento en las troncales de voz TDMA.
- Y Y Incorporación del tráfico de red pública.
- Y Y Distribución del backbone en forma mallada.

ESQUEMA DE CONEXIONES

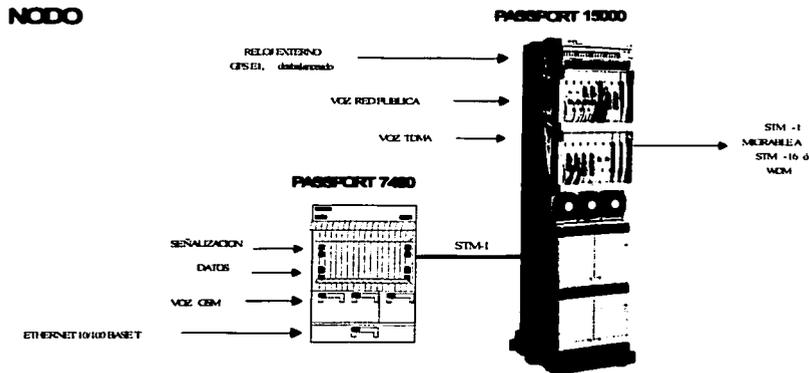


Figura 3.3

La figura 3.3 muestra la conexión típica de un nodo en donde un Passport 7480 procesa los servicios e interfaes de baja velocidad como son V35, LAN, E3, E1's datos y voz GSM mediante tarjetas de alta densidad. El Passport 15000 concentrara los servicios del 7480, además de procesar los servicios de tráfico de voz entre centrales y red pública. Debido a su gran capacidad de procesamiento de Passport 15000, la interconectividad en el backbone está basada en este elemento.

3.3.2 SINCRONIA.

Por ser una red de transporte de servicios de voz requiere de un esquema de sincronización lo suficientemente robusto y confiable, ya que es un punto crítico para el buen desempeño de los servicios que estarán siendo transportados en la red.

La sincronía para los equipos Passport en la red puede implementarse de diferentes formas las cuáles varían según el tipo de equipo que se considere, Passport 7480 o Passport 15000, y que se explica a continuación:

- Interna: Esto quiere decir que los elementos de la red son capaces de generar un reloj interno para sincronización. Este reloj interno es Stratum 3 para ambos modelos de equipo, Passport 7480 y Passport 15000.
- De línea. La sincronía se toma de las troncales o tributarias a las que el equipo este conectado, esto es, si el medio de transmisión es un STM-1, el reloj se tomara de este enlace para "amarrarse" al nivel de jerarquización superior. Este método de sincronización puede aplicarse en ambos equipos, Passport 7480 y Passport 15000.
- Externa: El Passport 15000 cuenta con un puerto de sincronía externa E1 digital desbalanceado BITS (Build Integrated Timing Source). Este módulo recibe una conexión directa en E1 de la fuente de sincronía externa, el Passport 7480 tomará la sincronía a través de la interfaz STM-1 óptico de interconexión al Passport 15000.

El multiplexor TN-1X también hace uso de una referencia externa de 2.048 Mhz, la cuál será tomada del reloj de sincronía del cliente. La señal de sincronía es desbalanceada a 75 Ohms, con conector coaxial macho.

Para el caso de esta red el cliente proporcionara la sincronía (externa) desde el satélite a un GPS el cual le dará la sincronía al passport 15000 y a su vez el sincronizara al passport 7480 por medio de un STM-1 el TN-1X quedara igual.

3.3.3 VOZ.

Para los servicios de Voz se aplicará una tecnología totalmente estándar basada en ATM. Para la solución del transporte de Voz en ATM, mediante las Plataformas Passport 7480 Multiservice Switch y Passport 15000 Multiservice Switch, se propone la tecnología PVG - Packet Voice Gateway. Esta tecnología de transporte de voz en ATM esta basada en provisionamiento de llamadas en un nivel de adaptación de AAL2 para soluciones Punto a Punto.

Como se ha mencionado el ATM Adaptation Layer 2 (AAL2) es un estándar internacional aprobado por la ITU-T bajo la recomendación I.363.2 para el soporte de voz paquetizada y datos sobre ATM. Entre sus características AAL2 tiene:

- AAL2 usa la categoría de servicio real-time Variable Bit Rate(r-VBR).
- AAL2 tiene la habilidad de eficientar en ancho de banda multiplexando un gran número de canales de voz en una sola conexión de circuito virtual de ATM.
- El multiplexaje estadístico permite la compresión, detección y supresión de silencios y la detección de canal libre.
- Aplicaciones no conmutadas, punto a punto para transporte de voz, así como soluciones conmutadas son soportadas.



A los servicios de voz para GSM se aplicará adaptación AAL-1 que también es parte de las recomendaciones de la ITU-T, I.363.3 para el transporte de voz sobre ATM.

Los servicios de voz TDMA serán procesados mediante adaptación AAL2 con ADPCM y compresión a 32k, G.726.

El diseño de la red multiservicio se basa en el análisis del tráfico por nodo, en caso de haber alguna variación de la misma se tendrá que volver a hacer el análisis correspondiente proporcionando al cliente la recomendación para hacer los ajustes operativos y/o comerciales.

3.3.4 PACKET VOICE GATEWAY (PVG).

La solución de red multiservicio cuenta con la funcionalidad de PVG(Packet Voice Gateway) sobre el Passport 15000. A continuación se enlistan las características principales que aplican para PVG-Packet Voice Gateway:

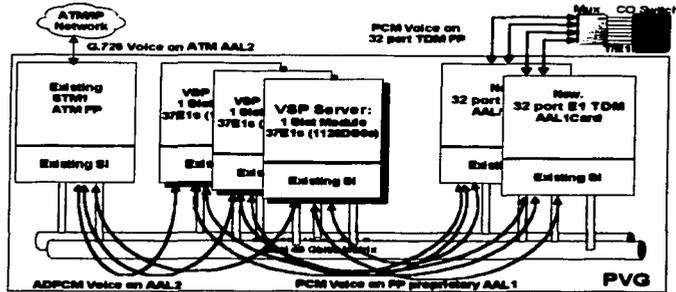
- Soporte de troncales PRI.
- Integrated Voice Announcements.
- Voice CAC (Connection Admission Control).
- DTMF Digit Collection.
- Codificación de Voz.
- 64 Kbps PCM (G.711, A or μ -law).
- ADPCM (G.726) 32/24/16 kbps (solo punto a punto).
- Control Dinámico de Congestión (up/down compression).
- Cancelación de eco para retrasos de 32 ms (G.164, G.168).
- Supresión de silencios y generación de "comfort noise" (G.764).
- Voice-band data support.
- Modem/(Fax) transporte a 64kb/s PCM con 2100 Hz. detección de tonos.
- Fax Idte supresión.
- Transparent Digital (ISDN) data.
- Adaptación de voz en ATM usando AAL2 VBR-rt.

Codificación de Voz: Como se mencionó anteriormente, la mayor parte de los servicios de voz serán el tráfico TDMA y red pública que serán comprimidos a una relación 2:1, es decir 32K. Este esquema de compresión es el normalmente usado por los Carriers para la parte de voz, es por eso que se hace la recomendación de hacer este nivel de compresión.

Cancelación de Eco: La tarjeta VSP2(Voice Service Processor), elemento indispensable en esta solución de red, cuenta con un cancelador de eco interno de 32 ms.

La solución para el transporte de Voz con Passport PVG se muestra en la Figura 3.4. Este esquema de interconexión y procesamiento de información será el esquema básico de funcionamiento de todos los nodos de la red del cliente.

Figura 3.4 Arquitectura PVG.



En la Figura 3.4 se ilustra como el tráfico TDM es recibido por las interfaces en el Passport 15000 por medio de una tarjeta de 32 puertos E1. Después este tráfico es transportado a través del backplane del equipo hacia el módulo que se encargara de hacer el procesamiento de la señal implementando los diferentes servicios de compresión, cancelación de eco y supresión de silencios.

El Passport 15000 en su modalidad de PVG se compone de tres módulos para el procesamiento del tráfico TDM a ATM. Estos módulos son:

- ✓ 32 port TDM Function Processor.
- ✓ VSP Voice Service Processor (VSP2).
- ✓ ATM Function Processor.

La conexión en ATM de la VSP a la troncal de ATM será en PVCs, este tipo de tecnología esta basada en conexiones Punto a Punto como se ejemplifica en la figura 3.5.

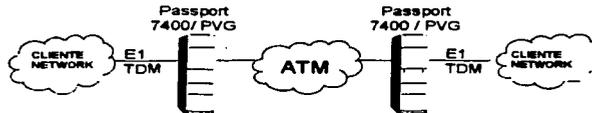


Figura 3.5

A continuación se especifica que para la implementación de la red se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- Y La solución para el procesamiento de los servicios de voz TDMA y red pública serán implementadas con PVG en Passport 15000.
- Y PVG es una solución Punto a Punto.
- Y Las tarjetas de TDM soportan hasta 32 E1s.
- Y La VSP 2 soporta 37 E1s, esto es 1120 DS0s.
- Y El modulo VSP ocupa un slot en el chasis del Passport 15000.
- Y El cancelador de eco disponible en la VSP2 es de 32ms.
- Y No contempla canceladores de eco externos.
- Y El switcheo para el transporte de voz es por PVCs desde las VSP y mediante SPVC en el Backbone.
- Y El punto de salida para cada nodo será un Passport 15000.
- Y Se incorpora el tráfico de red pública.
- Y El Backbone para el transporte de los servicios de AAL2 de Voz TDMA y red pública, convertirá los PVC a SPVCs.
- Y El Backbone será implementado para trabajar con Private Network to Network Interface (PNNI), de tal manera que el transporte de los servicios de los nodos será de forma dinámica.
- Y En caso de una falla de link en el Backbone, PNNI tiene la capacidad de detectar la falla y buscar la mejor ruta alterna.
- Y La mejor ruta que PNNI encontrará depende de factores como delay, ancho de banda, saltos, latencia, etc.
- Y Cuanto más nodos mallados existan en la red el proceso de PNNI se hace más complejo y el modo de enrutamiento en la red ATM es menos predecible.

Para la conexión de los Passport 7480 y Passport 15000 en la red se presenta la siguiente figura que ejemplifica la conexión típica de un nodo en la red multiservicios. Este ejemplo muestra cada elemento Passport y su manera de interconexión. Figura 3.6.

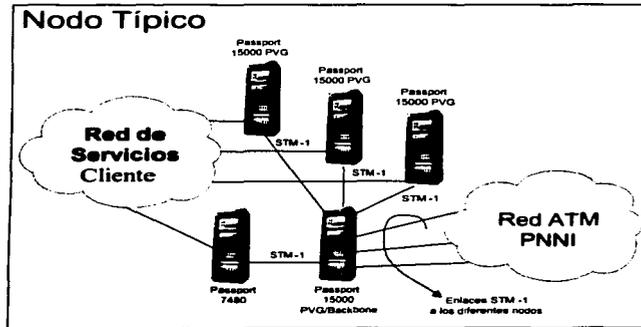


Figura 3.6.

3.4 INGENIERÍA DE TRÁFICO.

Las matrices de tráfico para cada uno de los servicios de la red, voz, TDMA entre Centrales, Red Pública, GSM, Datos y Señalización están contemplados como Anexo A. A lo largo de este proyecto de tesis se hará referencia a las matrices de tráfico como el Anexo A.

3.4.1 VOZ-MODULOS PVG.

Tomando en cuenta las matrices del Anexo A para la red de Voz con PVG, se obtienen los siguientes números que reflejan la cantidad de tarjetas que son necesarias para soportar el tráfico que se extrae de estas matrices. La información contenida en la Tabla 2 refleja los módulos de 32port TDM y VSPs necesarias para procesar este tráfico.

Relación de Número de Tarjetas por Nodo y por Tipo de Servicio

NODO	Tráfico Centrales	VSP	TDM	RTPC GSM	VSP	TDM	RTPC	VSP	TDM	Total TDM	Total VSP
NODO 1	139	4	5	48	2	2	174	5	6	13	11
NODO 2	101	3	4	0	0	0	99	3	4	8	6
NODO 3	89	2	3	0	0	0	79	3	3	6	5
NODO 4	123	4	4	0	0	0	135	4	5	9	8
NODO 5	91	3	3	0	0	0	72	2	3	6	5
NODO 6	98	3	4	0	0	0	56	2	2	6	5
NODO 7	63	2	2	137	4	5	54	2	2	9	8
NODO 8	55	2	2	144	4	5	35	1	2	9	7
NODO 9	19	1	1	7	1	1	0	0	0	2	2
NODO 10	88	3	3	0	0	0	86	3	3	6	6
NODO 11	94	3	3	0	0	0	70	2	3	6	5
NODO 12	24	1	1	5	1	1	37	1	2	4	3
NODO 13	0	0	0	32	1	1	138	4	5	6	5
NODO 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NODO 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NODO 16	0	0	0	34	1	2	114	4	4	6	5
NODO 17	0	0	0	32	1	1	131	4	5	6	5
NODO 18	0	0	0	16	1	1	47	2	2	3	3
NODO 19	0	0	0	30	1	1	116	4	4	5	5
NODO 20	0	0	0	30	1	1	103	3	4	5	4
NODO 21	28	1	1	10	1	1	16	1	1	3	3
NODO 22	30	1	1	0	0	0	25	1	1	2	2
NODO 23	0	0	0	5	1	1	23	1	1	2	2
NODO 24	0	0	0	5	1	1	18	1	1	2	2

Tabla 2.

3.4.2 VOZ AAL1.

El tráfico que proviene de Switches GSM con interfaces STM-1 será procesado como servicios de Emulación de Circuitos(CES). Debido a que el Passport 7480/15000 PVG no cuenta con este tipo de interfaces para procesamiento de Voz, la solución que se propone para esta aplicación es vía un tercer elemento en la red para recibir el STM-1 y entregar los E1s hacia el Passport, tal como se muestra en la Figura 3.7.

Servicios Voz GSM

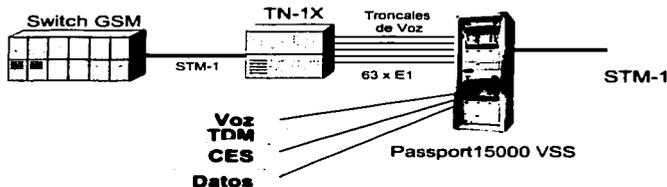


Figura 3.7.

Como se observa en la figura anterior la conexión de la interfaz STM-1 es entregada al multiplexor TN-1X para posteriormente ser procesada por el Passport 7480 en forma de E1s y ser enviado a la red ATM.

Los equipos TN-1X se conectarán a la red de Passport mediante interfaces E1, dependiendo del número de troncales será el número de equipos multiplexores.

La Tabla 3 que a continuación se presenta muestra la relación de equipo para cada uno de los nodos para procesamiento de voz GSM.

NODOS	STM-1		E1s	MSA	4pAAL1
	GSM	TN-1X			
NODO 1	1	1	63	2	0
NODO 2	1	1	63	2	0
NODO 3	1	1	63	2	0
NODO 4	2	2	126	4	0
NODO 5	1	1	63	2	0
NODO 6	1	1	63	2	0
NODO 7	6	6	381	12	0
NODO 8	5	5	320	10	0
NODO 9	0	0	2	0	1
NODO 10	1	1	63	2	0
NODO 11	1	1	63	2	0
NODO 12	0	0	3	0	1
NODO 13	0	0	0	0	0
NODO 14	0	0	0	0	0
NODO 15	0	0	0	0	0
NODO 16	0	0	0	0	0
NODO 17	0	0	0	0	0
NODO 18	0	0	0	0	0
NODO 19	0	0	0	0	0
NODO 20	0	0	0	0	0
NODO 21	0	0	3	0	1
NODO 22	0	0	0	0	0
NODO 23	0	0	0	0	0
NODO 24	0	0	0	0	0

Tabla 3. Relación TN-1X /STM-1

El TN-1X es un multiplexor SDH a nivel STM-1 óptico con agregados ópticos para su conexión hacia los switches TDM y tributarios eléctricos de 2 Mbit/s a 75 Ohms. Este equipo cuenta con redundancia en fuentes de alimentación y matriz de inserción y extracción, así como también protección de tarjeta de tributario de 2 Mbit/s. Una vez que los equipos TN-1X han hecho el demultiplexaje a interfaces E1, estos son entregados al Passport 7480.

Para llevar a cabo la adaptación a AAL1 se aplica el modulo MSA(Multiservice Access Card) para Passport 7480, que cuenta con 32 puertos E1 con la aplicación CES (Emulación de Circuitos) adicionalmente la tarjeta puede ser usada con otro tipo de servicios los cuáles se describen posteriormente.

Se señala que para el caso en donde la cantidad de E1s GSM sea considerablemente menor a 63, estos no se conectarán mediante una interfaz STM-1 para ser demultiplexado y entregar E1s al Passport. En estos caso se aplicarán interfaces E1 directas a los equipos, como son las tarjetas de 4 puertos AAL1.

3.4.3 SEÑALIZACIÓN.

Para el procesamiento de este tráfico, por sus características, será transportado en la red como servicios de Emulación de Circuitos. Este tráfico por ser de las mismas características para transporte que el de Voz GSM, se incorporarán dentro del mismo modulo MSA y en algunos casos con tarjetas de 4 puertos AAL1.

Estos servicios de CES Estructurado son conectados indirectamente a la tarjetas MSA mediante sus paneles de terminación y cables. La cantidad de tarjetas por nodo para los servicios de señalización se indican en la Tabla 4.

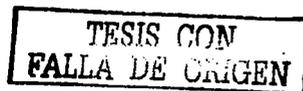
Para esta aplicación se trabaja de manera conjunta con el cliente para hacer la matriz de cross-conexión de los time-slots que transportarán la señalización para su terminación adecuada. Para las matrices de tráfico de Señalización referirse al Anexo A.

3.4.4 DATOS.

El tráfico de Datos de la red por lo regular se encuentra constituido por equipos ruteadores con interfaces E1, V35 y E3, con protocolo de capa 2, PPP. Para el diseño de esta red multiservicio, los servicios que se esperan recibir sobre las interfaces serán en PPP(Point to Point Protocol).

La tarjeta MSA es capaz de soportar diferentes tipos de tráfico simultáneamente, es por eso que el tráfico de GSM y Señalización será adaptado como AAL1(CES), y el tráfico de datos en PPP que después será procesado con adaptación AAL5 en la red ATM. Estos servicios pueden ser incorporados y distribuidos en este tipo de tarjetas que aplican al Passport 7480. Todos los servicios de baja capacidad para aplicaciones de señalización y datos serán aplicados sobre tarjetas del Passport 7480.

De las matrices de tráfico en el Anexo A, para la ingeniería de la red, en la Tabla 4 se obtiene el número de E1s necesarios para las aplicaciones por nodo así como el tipo y número de tarjetas a ser consideradas para la ingeniería de Hardware.



NODOS	E1s Datos	E1s Signal	MSA	4pE1	4pAAL1
NODO 1	28	22	2	0	0
NODO 2	24	22	2	0	0
NODO 3	12	2	1	0	0
NODO 4	8	4	1	0	0
NODO 5	3	2	0	1	1
NODO 6	4	2	0	1	1
NODO 7	4	4	0	1	1
NODO 8	4	4	0	1	1
NODO 9	2	2	0	1	1
NODO 10	4	2	0	1	1
NODO 11	4	2	0	1	1
NODO 12	2	2	0	0	0
NODO 13	0	0	0	0	0
NODO 14	23	0	1	0	0
NODO 15	22	2	1	0	0
NODO 16	0	0	0	0	0
NODO 17	0	0	0	0	0
NODO 18	0	4	0	1	0
NODO 19	0	0	0	0	0
NODO 20	0	0	0	0	0
NODO 21	2	2	0	0	0
NODO 22	2	2	0	1	1
NODO 23	0	0	0	0	0
NODO 24	0	0	0	0	0

Tabla 4.

Aquellos nodos en donde el número de puertos no sea justificable para implementar una tarjeta MSA de 32 puertos se implementarán tarjetas de cuatro puertos E1 o cuatro puertos AAL1.

Además de los módulos de Voz VSP y módulos MSA32, todos los nodos están equipados con una tarjeta de 2 puertos 100 BaseT para tráfico LAN, una tarjeta de 8 puertos V35 y una tarjeta de E3 Clear Channel.

El tráfico de IP sobre PPP puede ser implementado en las tarjetas de 4 puertos E1 y 8 puertos V35. A partir de la versión de software para Passport, PCR 2.3 la tarjeta MSA también soporta PPP para el transporte de tráfico IP. Este tráfico será suministrado a la red mediante los Ruteadores que se tengan actualmente en su red. El mismo caso aplica para las interfaces de E3 clear channel.

Para el transporte del tráfico IP sobre PPP se hacen las siguientes observaciones:

Para los servicios de IP encapsulados en PPP, se hará a través de Ruteadores Virtuales y a través de la red aplicando ATMPE (AAL5). El esquema de direccionamiento IP de la red no será modificado. En la Figura 3.8 se muestra un diagrama con el esquema de conexión lógico para aclarar estos puntos.

Del mismo modo las interfaces de LAN de los equipos tendrán habilitados VR para el transporte de estas aplicaciones. Como en el caso anterior este transporte en la red se hará a través de ATMPE.

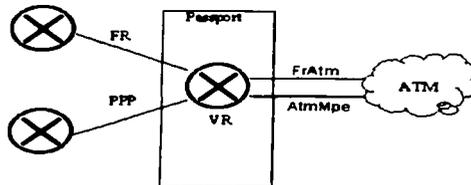


Figura 3.8.

La tarjeta o módulo MSA(Multiservice Access Card) de 32 puertos se incorpora a la red para dar servicio a nivel de E1 a Datos con IP sobre PPP, Voz GSM y señalización como AAL1 sobre la misma tecnología. Es por esto que a continuación se da una breve explicación de las funcionalidades y características principales de este módulo.

3.4.5 MSA32 MULTISERVICE ACCESS CARD.

Este modulo es capaz de soportar hasta 32 E1 con diferentes tipos de servicios a la vez como son: IP, CES, Frame-Relay y ATM. Todos estos servicios de conexión están basados en las normas internacionales de ITU, ATM Forum, ETSI, etc.

Características:

- > 32 puertos E1, canalizados a 960 E0s.
- > Soporte para E0, NxEO, E1, o NxE1 canales de servicio.
- > Soporte simultaneo de múltiples servicios en la misma tarjeta.
- > Frame Relay
- > UNI, NNI, and FRoATM.
- > ATM (incl. IMA) .
- > UNI and IMA(Inverse Multiplexing over ATM).
- > Máximo número de puertos IMA por tarjeta = 22, 11 puertos por marca (la marca se define como el puerto 17, es decir puertos del 1-16 y puertos del 17-31 independientes).

- > Si se activa la funcionalidad de IMA, ningún otro servicio podrá activarse en ese grupo (1-16 o 17-31, según sea el caso).
- > Circuit Emulation Service (AAL-1).
- > IP / PPP (Point-to-Point Protocol).

Sobre las características de la tarjeta MSA 32 citadas arriba se hacen las siguientes notas:

Para servicios CES. Los 16 puertos por marca (1-16, 17-31), 32 por tarjeta podrán ser usados si no se usa señalización CAS. Para señalización con CAS 200 servicios DS0 por marca. Si se configura como servicios 30*DS0, todos los 16 puertos por marca, 32 puertos por tarjeta podrán ser usados. El tráfico de GSM será con señalización CCS como se especificó en un comienzo de tal modo que es posible hacer uso de los 32 puertos de la tarjeta

Para servicios mezclados: cuando la MSA32 comparta diferentes servicios, como por ejemplo Frame-Relay, PPP y CES pueden ser mezclados libremente por marca hasta 16 puertos por marca, es decir los 32 puertos por tarjeta.

3.5 BACKBONE.

Con el diseño de la topología y tomando en cuenta las consideraciones para cada uno de los servicios que estarán haciendo uso de la red ATM, se hizo un análisis total de tráfico para obtener la información precisa del Ancho de Banda necesario para el transporte de todos los servicios de Voz, Datos y Señalización entre los diferentes nodos y que se hizo conforme a las Tablas del Anexo A, donde se muestra la relación de tráfico entre los diferentes nodos.

3.5.1 TIPO DE SERVICIOS.

Para el análisis del ancho de banda requerido es necesario definir que tipo de servicios están considerados y definir sus características de compresión y headers. Los servicios que se transportaran sobre el Backbone Multiservicio, como se ha explicado anteriormente son: CES, IP/PPP en AAL5, Voz AAL1 y Voz AAL2.

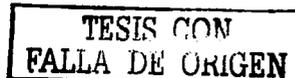
Matriz de Tráfico

El total de E1s para servicios de Voz, Datos y Señalización los cuales se indican en las Tablas del Anexo A. De esta, se obtiene el número máximo de E1s entre nodos para así poder asignar el Ancho de Banda necesario para el transporte de estos servicios través de la red de ATM.

3.5.2 COMPRESIÓN.

La compresión para los servicios de AAL2 será en ADPCM, G.726 a 32 K, es decir de 2:1. Debido a la naturaleza de los servicios de las redes de Wireless, el delay asociado y otros factores inherentes a este tipo de redes, se hace la recomendación de hacer este tipo de compresión para estos servicios.

Para el caso de los servicios de AAL1 no se aplica compresión alguna.



3.5.3 HEADER.

Los headers son un elemento importante a considerar en el análisis de ancho de banda para redes. Este header, en el caso de ATM debe de tomarse en cuenta ya que, para efectos de implementación de troncales es necesario hacer este cálculo que finalmente afectará a los servicios que estén en la red.

Los Headers a considerar para el tráfico de la red son:

- ✓ Para AAL2 es de aproximadamente el 21% adicional.
- ✓ Para servicios generales(Datos, Señalización y Emulación de Circuitos) de ATM, se maneja un promedio de 14 % adicional.

3.5.4 AAL2.

Para los servicios de AAL2, los E1s por nodo se muestran en la Tabla 6. Para la obtención del Ancho de Banda se considera la compresión de 2:1 (32K) así como el header correspondiente dando como resultado lo que se muestra en la siguiente tabla en Mbps para cada nodo.

NODO	E1s	Ancho de banda Mbps
NODO 1	361	419.34
NODO 2	200	232.32
NODO 3	148	171.92
NODO 4	258	299.69
NODO 5	163	189.34
NODO 6	154	178.89
NODO 7	254	295.05
NODO 8	234	271.81
NODO 9	26	30.20
NODO 10	174	202.12
NODO 11	164	190.50
NODO 12	66	76.67
NODO 13	170	197.47
NODO 14	0	0.00
NODO 15	0	0.00
NODO 16	148	171.92
NODO 17	163	189.34
NODO 18	63	73.18
NODO 19	146	169.59
NODO 20	133	154.49
NODO 21	54	62.73
NODO 22	55	63.69
NODO 23	28	32.52
NODO 24	21	24.39

Tabla 6.

3.5.5 AAL1.

Para el cálculo de los servicios de voz GSM, estos serán procesados y transportados en la red como Emulación de Circuitos con E1s Estructurados. Este tráfico no tendrá ningún tipo de compresión. Además del tráfico de voz GSM, los enlaces de señalización para la red serán también transportados mediante adaptación AAL1 por lo que el tráfico total de AAL1 será la suma de GSM más Señalización como se muestra en la Tabla 7.

NODO	E1s GSM	E1s Señal.	Total E1s	Ancho de banda litige
NODO 1	63	22	85	186.05
NODO 2	63	22	85	186.05
NODO 3	63	2	65	142.27
NODO 4	126	4	130	284.54
NODO 5	63	2	65	142.27
NODO 6	63	2	65	142.27
NODO 7	381	4	385	842.69
NODO 8	320	4	324	709.17
NODO 9	2	2	4	8.76
NODO 10	63	2	65	142.27
NODO 11	63	2	65	142.27
NODO 12	3	2	5	10.94
NODO 13	0	0	0	0.00
NODO 14	0	0	0	0.00
NODO 15	0	2	2	4.38
NODO 16	0	0	0	0.00
NODO 17	0	0	0	0.00
NODO 18	0	4	4	8.76
NODO 19	0	0	0	0.00
NODO 20	0	0	0	0.00
NODO 21	3	2	5	10.94
NODO 22	0	2	2	4.38
NODO 23	0	0	0	0.00
NODO 24	0	0	0	0.00

Tabla 7

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.5.8 DATOS AAL5.

Para el análisis de datos se utiliza la información mostrada en la Tabla 8 representados por E1s.

NODO	E1s	Ancho de banda Mbps
NODO 1	28	61.29
NODO 2	24	52.53
NODO 3	12	26.27
NODO 4	8	17.51
NODO 5	3	6.57
NODO 6	4	8.76
NODO 7	4	8.76
NODO 8	4	8.76
NODO 9	2	4.38
NODO 10	4	8.76
NODO 11	4	8.76
NODO 12	2	4.38
NODO 13	0	0.00
NODO 14	23	50.34
NODO 15	22	48.15
NODO 16	0	0.00
NODO 17	0	0.00
NODO 18	0	0.00
NODO 19	0	0.00
NODO 20	0	0.00
NODO 21	2	4.38
NODO 22	2	4.38
NODO 23	0	0.00
NODO 24	0	0.00

Tabla 8. Ancho de banda para servicio de datos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.5.7 ANCHO DE BANDA TOTAL.

La siguiente tabla presenta el resumen del total de Ancho de Banda en Mbps por nodo, así como representado en enlaces STM-1.

NODO	AAL2 Mbps	AAL1 Mbps	Datos AAL5 Mbps	Total Mbps	STM-1s Tráfico Efectivo	STM-1s por Nodo
NODO 1	419.34	186.05	61.29	666.67	5.13	21
NODO 2	232.32	186.05	52.53	470.90	3.62	7
NODO 3	171.92	142.27	26.27	340.45	2.62	6
NODO 4	299.69	284.54	17.51	601.75	4.63	7
NODO 5	189.34	142.27	6.57	338.18	2.60	6
NODO 6	178.89	142.27	8.76	329.91	2.54	5
NODO 7	295.05	842.69	8.76	1146.49	8.82	11
NODO 8	271.81	709.17	8.76	989.74	7.61	16
NODO 9	30.20	8.76	4.38	43.33	0.33	1
NODO 10	202.12	142.27	8.76	353.15	2.72	4
NODO 11	190.50	142.27	8.76	341.53	2.63	7
NODO 12	76.67	10.94	4.38	91.99	0.71	2
NODO 13	197.47	0.00	0.00	197.47	1.52	19
NODO 14	0.00	0.00	50.34	50.34	0.39	1
NODO 15	0.00	4.38	48.15	52.53	0.40	6
NODO 16	171.92	0.00	0.00	171.92	1.32	13
NODO 17	189.34	0.00	0.00	189.34	1.46	10
NODO 18	73.18	8.76	0.00	81.94	0.63	5
NODO 19	169.59	0.00	0.00	169.59	1.30	17
NODO 20	154.49	0.00	0.00	154.49	1.19	12
NODO 21	62.73	10.94	4.38	78.05	0.60	1
NODO 22	63.89	4.38	4.38	72.64	0.56	2
NODO 23	32.52	0.00	0.00	32.52	0.25	3
NODO 24	24.39	0.00	0.00	24.39	0.19	2

Tabla 9

La Tabla 9 presenta los resultados del Ancho de Banda total por nodo que es necesario implementar. Las últimas columnas representan el comparativo entre el ancho de banda calculado y el ancho de banda disponible en el nodo. Como se puede apreciar hay casos en los que el ancho de banda reflejado en el nodo es mayor al ancho de banda calculado, debido a que debemos de considerar lo siguiente:

- Este análisis solo presenta el ancho de banda por nodo que es necesario para transportar su propio tráfico.
- Este análisis no contempla nodos Tandem. Se entiende por nodo tandem aquellos que solo conmutan tráfico en ATM como nodos de paso, es decir, que no terminan ningún servicio.
- El ancho de banda calculado por sitio no incluye redundancia de troncales.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

3.6 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

A continuación se presentan consideraciones que es necesario tener presentes:

Para el caso del tráfico de GSM se incorporan a la red 20 Multiplexores TN-1X para el demultiplexaje de las interfaces STM-1 de las centrales GSM.

La ingeniería del Backbone esta hecha con troncales STM-1.

Por recomendación, el porcentaje de utilización deberá ser del 86% incluyendo los casos de re-enrutamiento.

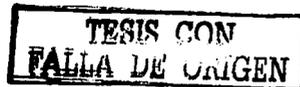
La red se implementará con el release de software PCR 2.3 como mínimo. Este release de software puede variar al momento de la implementación de la red dependiendo de las fechas en que esta se lleve a cabo, esto quiere decir que dependiendo de la disponibilidad del software al momento de la implementación este puede variar, quedando como premisa que el requerimiento mínimo es el que se especifica.

La red no cuenta con protecciones en Hardware en configuración 1:N o 1:1 para tarjetas de línea o tributarios. La protección se brinda a través de un balanceo en las conexiones con puertos de fibra entre los equipos y las conexiones al backbone. A través de dos tarjetas de interfaz ópticas, en cada uno de los equipos, se logra hacer un balanceo y proteger el tráfico en caso de que alguna de estas esté fuera de servicio. Además PNNI hará una protección lógica a nivel de backbone ATM en el caso de falla en los enlaces haciendo un re-enrutamiento

La solución VoATM se aplica sobre el Passport 15000.

El Passport 7480 sigue siendo parte importante de la red para los servicios de Voz GSM, Señalización y Datos a baja velocidad.

Los análisis de red para optimización de ancho de banda se presentan en el Anexo B.



ANEXO "A"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RED TDMA

TDMA TRÁFICO ENTRE CENTRALES
TRÁFICO SUSCEPTIBLE DE COMPRIMIRSE

	N D D O	T O T A L																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
NODO 1	9	10	34	17	18	5	7	1	14	15	5										2	2			139
NODO 2		10	14	11	11	8	4	1	13	14	2										2	2			92
NODO 3			8	2	6	6	4	1	8	8	1										3	2			49
NODO 4				8	8	8	8	4	9	10	2										4	6			67
NODO 5					17	6	6	2	7	7	2										3	3			53
NODO 6						6	7	2	7	8	2										3	3			38
NODO 7							2	1	7	8	2										1	3			24
NODO 8								1	5	6	2										1	2			17
NODO 9									1	2	1										1	1			6
NODO 10										10	2										3	2			17
NODO 11											1										3	2			6
NODO 12												1									1	1			2
NODO 13													1												0
NODO 14														1											0
NODO 15															1										0
NODO 16																1									0
NODO 17																	1								0
NODO 18																		1							0
NODO 19																			1						0
NODO 20																				1					0
NODO 21																					1				1
NODO 22																						1			0
NODO 23																							1		0
NODO 24																								1	0
TOTAL																									511

TDMA VOZ CENTRALES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RED GSM
TRÁFICO DE VOZ

	O D O Z	T O T A L																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
NODO 1	63							63																	63	
NODO 2		63																								63
NODO 3			63					63																		63
NODO 4				63				63																		126
NODO 5					63																					63
NODO 6						63																				63
NODO 7							63			63																129
NODO 8								2			63	3									3					68
NODO 9									2																	0
NODO 10										2																0
NODO 11											2															0
NODO 12												2														0
NODO 13													2													0
NODO 14														2												0
NODO 15															2											0
NODO 16																2										0
NODO 17																	2									0
NODO 18																		2								0
NODO 19																			2							0
NODO 20																				2						0
NODO 21																					2					0
NODO 22																						2				0
NODO 23																							2			0
NODO 24																								2		0
TOTAL																										638

GSM VOZ CENTRALES

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

RED DE SEÑALIZACIÓN
TRÁFICO DE SEÑALIZACIÓN

	ODON	TOTAL																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
NODO 1	4														1			2			1	1			22	
NODO 2		4													1			2				1	1			18
NODO 3			4																							0
NODO 4				4																						0
NODO 5					4																					0
NODO 6						4																				0
NODO 7							4																			0
NODO 8								4																		0
NODO 9									4																	0
NODO 10										4																0
NODO 11											4															0
NODO 12												4														0
NODO 13													4													0
NODO 14														4												0
NODO 15															4											0
NODO 16																4										0
NODO 17																	4									0
NODO 18																		4								0
NODO 19																			4							0
NODO 20																				4						0
NODO 21																					4					0
NODO 22																						4				0
NODO 23																							4			0
NODO 24																								4		0
TOTAL																										40

SEÑAL GSM TDMA GPRS

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

RED GPRS
TRÁFICO DE DATOS

	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	NODO 5	NODO 6	NODO 7	NODO 8	NODO 9	NODO 10	NODO 11	NODO 12	NODO 13	NODO 14	NODO 15	NODO 16	NODO 17	NODO 18	NODO 19	NODO 20	NODO 21	NODO 22	NODO 23	NODO 24	TOTAL	
NODO 1	2														2										2	
NODO 2		2																								2
NODO 3			2					2			2															8
NODO 4				2											2											2
NODO 5					2																					0
NODO 6						2									2											2
NODO 7							2									2										0
NODO 8								2									2									0
NODO 9									2									2								2
NODO 10										2									2							0
NODO 11											2									2						2
NODO 12												2									2					0
NODO 13													2									2				0
NODO 14														2									2			0
NODO 15															2									2		0
NODO 16																2									2	0
NODO 17																	2								2	0
NODO 18																		2							2	0
NODO 19																			2						2	0
NODO 20																				2					2	0
NODO 21																					2				2	0
NODO 22																						2			2	0
NODO 23																							2		2	0
NODO 24																									2	0
TOTAL																										20

GPRS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

GSM RTPC

GSM RTPC

	ODON	TOTAL																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
NODO 1							24	24																	48	
NODO 2																										0
NODO 3																										0
NODO 4																										0
NODO 5																										0
NODO 6																										0
NODO 7								16				16			17	16	8	15	15					5		108
NODO 8									7			16			17	16	8	15	15				5			99
NODO 9																										0
NODO 10																										0
NODO 11																										0
NODO 12																										0
NODO 13																										0
NODO 14																										0
NODO 15																										0
NODO 16																										0
NODO 17																										0
NODO 18																										0
NODO 19																										0
NODO 20																										0
NODO 21																										0
NODO 22																										0
NODO 23																										0
NODO 24																										0
TOTAL																										255

GSM RTPC

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

RED DATOS
TRÁFICO DE DATOS (IP)

	N O D O	T O T A L																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
NODO 1	2	1	3		1	1	2	1	1	1	1			8	2						1	1			26
NODO 2		1	1	1	1	1		1	1	1	1			7	2						1	1			20
NODO 3			1																						0
NODO 4				1																					0
NODO 5					1																				0
NODO 6						1																			0
NODO 7							1																		0
NODO 8								1																	0
NODO 9									1																0
NODO 10										1															0
NODO 11											1														0
NODO 12												1													0
NODO 13													1												0
NODO 14														1											0
NODO 15															1										0
NODO 16																1									0
NODO 17																	1								0
NODO 18																		1							0
NODO 19																			1						0
NODO 20																				1					0
NODO 21																					1				0
NODO 22																						1			0
NODO 23																							1		0
NODO 24																								1	0
TOTAL																									54

IP

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TDMA RTPC

TDMA RTPC

	ODOZ	TOTAL																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
NODO 1	10		7	62	4	22	3	4		1	1	10				1	39	9							174	
NODO 2													50			2	8	29								89
NODO 3													30			1	7	34								72
NODO 4																2	63	8								73
NODO 5													34			1	3	30								68
NODO 6																5	29									34
NODO 7													24			1	3	23								51
NODO 8																1	3		22				5			31
NODO 9																										0
NODO 10																										85
NODO 11																60				25						85
NODO 12																27				42						69
NODO 13																3	6							18		27
NODO 14																										0
NODO 15																										0
NODO 16																									10	10
NODO 17																										0
NODO 18																										0
NODO 19																										0
NODO 20																										14
NODO 21																										16
NODO 22																										0
NODO 23																										0
NODO 24																										0
TOTAL																										813

TDMA RTPC

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO "B"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Análisis de Red con Re-Enrutamiento.

El análisis de la red multiservicio se logra con la ayuda de las matrices de tráfico proporcionadas por el cliente en donde se muestran el número de E1s de voz, datos y señalización entre los diferentes nodos de la red. Para hacer este análisis se tomaron en consideración los siguientes puntos:

- Basado en 24 nodos, que son el total de nodos en donde existen equipos Passport.
- La cantidad de STM-1s entre nodos se toma de la topología descrita por el cliente que se presenta en la Figura 3.2.
- El análisis de la red se hace con la ayuda de una herramienta y se alimenta en base a la información de tráfico y ubicación de los nodos.
- El enrutamiento es de forma secuencial.
- El porcentaje de llamadas, para el caso de los servicios de voz se consideró al 100%.
- El porcentaje de utilización máximo para los STM-1s es del 90 %.
- Dado que las matrices de tráfico solo reflejan el tráfico en un solo sentido, se considera, que para el análisis, el total de E1s hacia cada nodo será del 50%.
- Cabe destacar que la información proporcionada por el cliente sobre la red, en cuanto a número de nodos, medios de transmisión e información específica por nodo, es indispensable para realizar el análisis, para que de esta manera nos presente los resultados más apegados a la realidad.

Análisis sin Re-enrutamiento.

El primer paso a seguir para el análisis es el definir en la herramienta utilizada la topología con cada uno de los nodos que la integran. Un punto importante dentro de los parámetros que se alimentan a la herramienta para que el análisis sea más real, es el de la ubicación de los nodos con información específica de Altitud y longitud por nodo que son utilizados para calcular las distancias entre nodos de una manera más real. Estos datos le ayudarán al sistema a aplicar las "Métricas" necesarias para hacer los enrutamientos en el caso de pérdida de un enlace. Una de las métricas que en toda red aplica es la distancia más corta, que analiza todos los posibles "links" hacia el destino y elige el que sea menor en distancia. Estos links están previamente definidos en las tablas de enrutamiento y que utiliza para que el sistema tenga el conocimiento de toda la red. La herramienta emula el comportamiento del protocolo PNNI, a ser utilizado en la red, para la parte del conocimiento de la topología con sus respectivas adyacencias así como los esquemas de enrutamiento y de re-enrutamiento en caso de falla de los enlaces.

Una vez ingresada la topología que se muestra en la Figura 3.2, se procede a ingresar la siguiente información:

- Información de Altitud y Longitud por nodo, dependiendo de la ubicación de cada uno. Como se mencionó anteriormente es muy importante contar con la información adecuada por sitio ya que, el sistema necesita de estos datos para hacer el análisis de distancias. Esta información se toma de la información proporcionada por el cliente de la ubicación de los nodos.
- Ingreso de tráfico por tipo, es decir, Voz, Datos y Señalización indicando sus respectivas correspondencias así como sus correspondientes tipos de servicio en ATM. Para el caso de voz sin compresión se utiliza un clase tipo CBR y para los datos VBRrt.

- Para el caso de los servicios de Voz de TDMA y Red Pública, este tráfico se procesa con compresión por lo que los datos que se alimentan a la herramienta son especificados con ADPCM a 32K.
- El porcentaje de utilización considerado en los enlaces de la red será del 90%.

Una vez obtenidos los resultados se hace un análisis de caso por caso en la topología de la red de la Figura 3.2 para estimar cuanto ancho de banda es posible optimizar y así reducir la cantidad de enlaces STM-1 entre nodos.

Una vez hecho el análisis detallado con la red sobre las matrices de tráfico para los diferentes tipos de servicio, se reducen los enlaces de la red al mínimo para tener una visión clara de que "links" que presentaban congestión y que nos sirve para posteriormente hacer incrementos en aquellos casos en donde así se requiriera.

Lo que se logra con la ayuda de esta herramienta es optimizar el porcentaje de los anchos de banda y así lograr que no exista ningún caso en donde la red presente algún tipo de congestión.

CAPITULO IV

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA EL DESARROLLO DE UNA RED ATM.

A continuación presentaremos un análisis costo beneficio de una red ATM para telefonía celular.

PRECIO DE HARDWARE

Las siguientes tabla presenta los precios de los equipos involucrados en este proyecto:

El costo unitario de un PASSPORT 15000 es de \$80,000.00 DLLS.

El costo unitario de un PASSPORT 7480 es de \$60,000.00 DLLS.

El costo unitario de un MULTIPLEXOR TN-1X es de \$20,000.00 DLLS.

En la tabla No.1 se muestra el costo total por concepto de HARDWARE para la implementación de este proyecto.

SITIO	PP15000	PP7480	TN-1X	COSTO UNITARIO PP15000	COSTO UNITARIO PP7480	COSTO UNITARIO TN-1X	COSTO TOTAL POR SITIO
NODO 1	3	1	1	\$240,000.00	\$60,000.00	\$20,000.00	\$320,000.00
NODO 2	2	1	1	\$160,000.00	\$60,000.00	\$20,000.00	\$240,000.00
NODO 3	2	1	1	\$160,000.00	\$60,000.00	\$20,000.00	\$240,000.00
NODO 4	2	2	2	\$160,000.00	\$120,000.00	\$40,000.00	\$320,000.00
NODO 5	2	1	1	\$160,000.00	\$60,000.00	\$20,000.00	\$240,000.00
NODO 6	2	1	1	\$160,000.00	\$60,000.00	\$20,000.00	\$240,000.00
NODO 7	2	3	6	\$160,000.00	\$180,000.00	\$120,000.00	\$460,000.00
NODO 8	2	3	5	\$160,000.00	\$180,000.00	\$100,000.00	\$440,000.00
NODO 9	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
NODO 10	2	1	1	\$160,000.00	\$60,000.00	\$20,000.00	\$240,000.00
NODO 11	2	1	1	\$160,000.00	\$60,000.00	\$20,000.00	\$240,000.00
NODO 12	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
NODO 13	2	1	0	\$160,000.00	\$60,000.00	N/A	\$220,000.00
NODO 14	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
NODO 15	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
NODO 16	2	1	0	\$160,000.00	\$60,000.00	N/A	\$220,000.00
NODO 17	2	1	0	\$160,000.00	\$60,000.00	N/A	\$220,000.00
NODO 18	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
NODO 19	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
NODO 20	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
NODO 21	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
NODO 22	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
NODO 23	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
NODO 24	1	1	0	\$80,000.00	\$60,000.00	N/A	\$140,000.00
COSTO TOTAL DE HARDWARE				\$5,180,000.00			

Tabla No.1 Precio de Hardware

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SERVICIOS DE INGENIERÍA

El costo por hora de Ingeniería es de \$135.00 DLLS. El tiempo estimado para la realización de este servicio es de ocho semanas tomando en cuenta ocho horas diarias de Lunes a Viernes.

En la tabla No. 2 se muestra el costo total por concepto de servicios de Ingeniería para el desarrollo de este proyecto.

SITIO	PRECIO POR HORA	TOTAL DE HORAS	PRECIO TOTAL
NODO 1	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 2	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 3	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 4	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 5	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 6	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 7	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 8	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 9	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 10	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 11	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 12	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 13	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 14	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 15	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 16	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 17	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 18	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 19	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 20	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 21	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 22	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 23	\$135.00	320	\$43,2000.00
NODO 24	\$135.00	320	\$43,2000.00
PRECIO TOTAL SERVICIOS DE INGENIERÍA			\$1,036,800.00

Tabla No. 2

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

SERVICIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE.
(Programación y pruebas de aceptación).

El costo por hora es de \$150.00 DLLS. El tiempo estimado para la realización de este servicio es de cuatro días por equipo tomando en cuenta ocho horas diarias de Lunes a Viernes.

La tabla No. 3 presenta el precio total por el concepto de Implementación de SOFTWARE, en el cual esta contemplado el total de horas desde la programación de los equipos hasta la realización de pruebas de aceptación para la terminación de este proyecto.

SITIO	PRECIO POR HORA	TOTAL DE HORAS	PRECIO TOTAL
NODO 1	\$150.00	160	\$24,000.00
NODO 2	\$150.00	128	\$19,200.00
NODO 3	\$150.00	128	\$19,200.00
NODO 4	\$150.00	192	\$28,800.00
NODO 5	\$150.00	128	\$19,200.00
NODO 6	\$150.00	128	\$19,200.00
NODO 7	\$150.00	352	\$52,800.00
NODO 8	\$150.00	320	\$48,000.00
NODO 9	\$150.00	64	\$9,600.00
NODO 10	\$150.00	128	\$19,200.00
NODO 11	\$150.00	128	\$19,200.00
NODO 12	\$150.00	64	\$9,600.00
NODO 13	\$150.00	96	\$14,400.00
NODO 14	\$150.00	64	\$9,600.00
NODO 15	\$150.00	64	\$9,600.00
NODO 16	\$150.00	96	\$14,400.00
NODO 17	\$150.00	96	\$14,400.00
NODO 18	\$150.00	64	\$9,600.00
NODO 19	\$150.00	64	\$9,600.00
NODO 20	\$150.00	64	\$9,600.00
NODO 21	\$150.00	64	\$9,600.00
NODO 22	\$150.00	64	\$9,600.00
NODO 23	\$150.00	64	\$9,600.00
NODO 24	\$150.00	64	\$9,600.00
PRECIO TOTAL DE SERVICIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE			\$417,600.00

Tabla No. 3

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SERVICIOS DE INSTALACIÓN

El costo por hora es de \$70.00 DLLS. Se contempla por servicios de instalación al PASSPORT 15000, PASSPORT 7480 y el MULTIPLEXOR TN-1X. El tiempo estimado para la realización de este servicio es de cuatro días por equipo tomando en cuenta ocho horas diarias de Lunes a Viernes.

La tabla No. 4 presenta el precio total por concepto de servicios de instalación del total de equipos para el desarrollo de este proyecto.

SITIO	PRECIO POR HORA	TOTAL DE HORAS	PRECIO TOTAL
NODO 1	\$70.00	160	\$11,200.00
NODO 2	\$70.00	128	\$8,960.00
NODO 3	\$70.00	128	\$8,960.00
NODO 4	\$70.00	192	\$13,440.00
NODO 5	\$70.00	128	\$8,960.00
NODO 6	\$70.00	128	\$8,960.00
NODO 7	\$70.00	352	\$24,640.00
NODO 8	\$70.00	320	\$22,400.00
NODO 9	\$70.00	64	\$4,480.00
NODO 10	\$70.00	128	\$8,960.00
NODO 11	\$70.00	128	\$8,960.00
NODO 12	\$70.00	64	\$4,480.00
NODO 13	\$70.00	96	\$6,720.00
NODO 14	\$70.00	64	\$4,480.00
NODO 15	\$70.00	64	\$4,480.00
NODO 16	\$70.00	96	\$6,720.00
NODO 17	\$70.00	96	\$6,720.00
NODO 18	\$70.00	64	\$4,480.00
NODO 19	\$70.00	64	\$4,480.00
NODO 20	\$70.00	64	\$4,480.00
NODO 21	\$70.00	64	\$4,480.00
NODO 22	\$70.00	64	\$4,480.00
NODO 23	\$70.00	64	\$4,480.00
NODO 24	\$70.00	64	\$4,480.00
PRECIO TOTAL DE SERVICIOS DE INSTALACIÓN			\$194,880.00

Tabla No. 4

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SERVICIOS DE GERENCIA DE PROYECTO

El costo por hora es de \$100.00 DLLS. El tiempo estimado para la realización de este servicio es de ocho semanas tomando en cuenta ocho horas diarias de Lunes a Viernes.

La tabla No. 5 muestra el costo total por concepto de servicios de Gerencia de proyecto para el desarrollo de este proyecto.

SITIO	PRECIO POR HORA	TOTAL DE HORAS	PRECIO TOTAL
NODO 1	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 2	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 3	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 4	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 5	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 6	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 7	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 8	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 9	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 10	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 11	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 12	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 13	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 14	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 15	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 16	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 17	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 18	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 19	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 20	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 21	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 22	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 23	\$100.00	320	\$32,000.00
NODO 24	\$100.00	320	\$32,000.00
PRECIO TOTAL DE SERVICIOS DE GERENCIA DE PROYECTO			\$768,000.00

Tabla No. 5

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TABLA DE COSTOS FINAL

La tabla No. 6 maneja los precios totales de los servicios involucrados para la implementación y desarrollo de este proyecto.

No.	Servicios Ingeniería Descripción	Precio
1	Precio de Hardware.	\$ 5,180,000.00
2	Servicios de Ingeniería.	\$ 1,036,800.00
3	Servicios de Implementación de Software.	\$ 417,600.00
4	Servicios de Instalación.	\$ 194,880.00
5	Servicios de Gerencia de Proyecto.	\$ 768,000.00
6	Servicios Administrativos (Parte Legal).	\$ 70,000.00
PRECIO TOTAL		\$ 7,667,280.00

Tabla No. 6

4.2 RESULTADO.

Los precios obtenidos son costos que reflejan la implementación de una red ATM. Actualmente la red que será remplazada por la tecnología ATM es una red TDM la cual ha sido desechada por la poca rentabilidad que esta presenta.

El implementar una red ATM es obtener grandes beneficios desde el punto de vista económico ya que la recuperación de la inversión es medida en meses y no en años, siendo este el mas importante. Esta tipo de tecnología puede beneficiar a las grandes empresas de telefonía celular en las cuales sus redes se están viendo saturadas, este es caso de esta red.

Las soluciones de la red ATM abarca todos los elementos de infraestructura de una red(plataforma, seguridad, servicios de la red, equipos de la red y administración de la misma).

La tabla No. 7 muestra la relación de beneficios en cuanto a optimización de nuestra red ATM contra la red TDM.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RELACION BENEFICIOS TDM VS. ATM:

ENLACES	ORIGEN	DESTINO	RED ACTUAL		RED ATM	
			E1 TDM	STM1 TDM	E1 ATM	STM-1 ATM
1	N1	N4	215	4	121	2
2	N17	N4	181	3	102	2
3	N17	N5	108	2	61	1
4	N5	N13	237	4	134	3
5	N13	N7	310	5	175	3
6	N7	N19	333	6	188	3
7	N16	N19	145	3	82	2
8	N11	N16	136	3	77	2
9	N20	N11	210	4	119	2
10	N20	N8	264	5	149	3
11	N8	N1	339	6	192	4
12	N24	N21	52	1	29	1
13	N24	N18	45	1	25	1
14	N19	N2	227	4	128	3
15	N19	N8	197	4	111	2
16	N19	N18	142	3	80	2
17	N2	N13	185	3	105	2
18	N8	N16	33	1	19	1
19	N22	N16	23	1	13	1
20	N22	N20	43	1	24	1
21	N18	N10	20	1	11	1
22	N14	N15	23	1	13	1
23	N15	N1	139	3	79	2
24	N15	N17	128	3	72	2
25	N23	N1	60	1	34	1
26	N23	N12	73	2	41	1
27	N1	N6	128	3	72	2
28	N1	N13	141	3	80	2
29	N10	N16	137	3	77	2
30	N9	N16	32	1	18	1
31	N3	N13	220	4	124	2
32	N3	N17	119	2	67	2
33	N6	N20	95	2	54	1
34	N17	N16	47	1	27	1
		TOTAL	4787	94	2705	62

% OPTIMIZACIÓN STM1	65.9
----------------------------	-------------

% OPTIMIZACIÓN E1	56.5
--------------------------	-------------

Tabla No. 7

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Este estudio esta planeado por un año.

En la siguiente tabla mostramos la relación de beneficios en la cual nos quedará mas claro el gran ahorro al que se hace referencia en cuanto a gastos por enlaces y rentas mensuales.

El costo unitario por E1 es de: \$5,500.00 DLLS. De instalación y designación de nodo, y \$1,500.00 DLLS. De renta mensual.

El costo unitario por STM1 es de: \$16,000.00 DLLS. De instalación y designación de nodo, y \$10,000.00 DLLS. De renta mensual.

Relación beneficios TDM vs. ATM: (PRIMER MES).

ENLACES	ORIGEN	DESTINO	RED ACTUAL			RED ATM		
			E1 TDM	STM-1 TDM	PRECIO STM-1 TDM	E1 ATM	STM-1 ATM	PRECIO STM1 ATM
1	N1	N4	215	4	\$104,000.00	121	2	\$52,000.00
2	N17	N4	181	3	\$78,000.00	102	2	\$52,000.00
3	N17	N5	109	2	\$52,000.00	61	1	\$26,000.00
4	N5	N13	237	4	\$104,000.00	134	3	\$78,000.00
5	N13	N7	310	5	\$130,000.00	175	3	\$78,000.00
6	N7	N19	333	6	\$156,000.00	188	3	\$78,000.00
7	N16	N19	145	3	\$78,000.00	82	2	\$52,000.00
8	N11	N16	136	3	\$78,000.00	77	2	\$52,000.00
9	N20	N11	210	4	\$104,000.00	119	2	\$52,000.00
10	N20	N8	264	5	\$130,000.00	149	3	\$78,000.00
11	N8	N1	339	6	\$156,000.00	192	4	\$104,000.00
12	N24	N21	52	1	\$26,000.00	29	1	\$26,000.00
13	N24	N18	45	1	\$26,000.00	25	1	\$26,000.00
14	N19	N2	227	4	\$104,000.00	128	3	\$78,000.00
15	N19	N8	197	4	\$104,000.00	111	2	\$52,000.00
16	N19	N18	142	3	\$78,000.00	80	2	\$52,000.00
17	N2	N13	185	3	\$78,000.00	105	2	\$52,000.00
18	N8	N16	33	1	\$26,000.00	19	1	\$26,000.00
19	N22	N16	23	1	\$26,000.00	13	1	\$26,000.00
20	N22	N20	43	1	\$26,000.00	24	1	\$26,000.00
21	N18	N10	20	1	\$26,000.00	11	1	\$26,000.00
22	N14	N15	23	1	\$26,000.00	13	1	\$26,000.00
23	N15	N1	139	3	\$78,000.00	79	2	\$52,000.00
24	N15	N17	128	3	\$78,000.00	72	2	\$52,000.00
25	N23	N1	60	1	\$26,000.00	34	1	\$26,000.00
26	N23	N12	73	2	\$52,000.00	41	1	\$26,000.00
27	N1	N6	128	3	\$78,000.00	72	2	\$52,000.00
28	N1	N13	141	3	\$78,000.00	80	2	\$52,000.00
29	N10	N16	137	3	\$78,000.00	77	2	\$52,000.00
30	N9	N16	32	1	\$26,000.00	18	1	\$26,000.00
31	N3	N13	220	4	\$104,000.00	124	2	\$52,000.00
32	N3	N17	119	2	\$52,000.00	67	2	\$52,000.00
33	N6	N20	95	2	\$52,000.00	54	1	\$26,000.00
34	N17	N16	47	1	\$26,000.00	27	1	\$26,000.00

TOTAL	TOTAL STM1 TDM	TOTAL STM1 ATM
--------------	-----------------------	-----------------------

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

(1 MES)		
TOTAL	\$2,440,000.00	\$1,612,000.00

A partir del Segundo mes únicamente se pagaría la renta mensual, si hacemos el calculo con los 11 meses restantes obtenemos los siguientes beneficios en los siguientes resultados.

TOTAL (11 MES).	TOTAL STM1 TDM	TOTAL STM1 ATM
TOTAL	\$10,340,000.00	\$6,820,000.00

Monto de la inversión total anual por concepto de STM1 es:

TOTAL (1 AÑO).	TOTAL STM1 TDM	TOTAL STM1 ATM
TOTAL	\$12,780,000.00	\$8,432,000.00

De acuerdo a los siguientes resultados con la optimización obtenida del 65.9% el ahorro anual que se presenta con la red ATM es el siguiente:

AHORRO TOTAL ANUAL	\$4,348,000.00
---------------------------	-----------------------

En conclusión una red con tecnología ATM es la solución para muchas empresas por que es una red confiable, capaz de dar mejor servicio que una red normal y con la ventaja de obtener grandes ahorros en gastos de enlaces.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CONCLUSIONES.

El gran crecimiento que han tenido las telecomunicaciones a nivel mundial nos ha llevado a la necesidad de crear nuevas tecnologías buscando satisfacer las necesidades propias del ser humano. En la actualidad las grandes empresas cuentan con una infraestructura la cual satisface sus necesidades, en la gran mayoría de estas, sus redes de comunicaciones están siendo remplazadas por redes con tecnología de punta, las cuales de igual manera satisfacen sus necesidades y al mismo tiempo logran optimizar y obtener grandes ahorros.

A lo largo de esta tesis podemos apreciar los beneficios que se pueden obtener con la implementación de los servicios que ofrece el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM), con respecto a las redes convencionales.

Debido a la gran saturación que actualmente afecta a las redes de comunicaciones por la gran demanda de ancho de banda, ATM es una solución a este problema ya que por sus características satisface plenamente esta demanda.

Por lo tanto la tecnología ATM remplazará las tecnologías actuales en medios de transporte, esto debido a que estamos dejando atrás la utilización de redes menos rentables por redes nuevas y mejoradas en sus sistemas de transporte, siendo esto un gran ahorro en gastos por enlaces para las empresas.

Al final los usuarios serán los verdaderos ganadores ya que en este caso tendrán acceso a tecnología que eliminara barreras de distancia y comunicación. La calidad de este servicio seguirá evolucionando con el tiempo ATM se convertirá en el método de transporte efectivo y apropiado para la evolución de tecnologías que en un futuro llegarán a presentarse y quedara demostrado el ahorro que estas presentan como se hizo en esta tesis con los siguientes resultados.

Monto total de la inversión comparando entre una red convencional TDM y una red con tecnología ATM.

TOTAL (1 AÑO).	TOTAL STM1 TDM	TOTAL STM1 ATM
TOTAL	\$12,780,000.00 DLLS.	\$8,432,000.00 DLLS.

AHORRO TOTAL ANUAL	\$4,348,000.00 DLLS.
---------------------------	---------------------------------

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

GLOSARIO

El idioma que se ha adoptado generalmente por los fabricantes de centrales y equipos de prueba es el inglés. A continuación presentamos un glosario de terminos en inglés y su traducción al español solo como referencia.

ATM	Modo de transferencia asincrona.
LAN	Red de área local.
WAN	Red de área extensa.
OSI	Sistema de interconexión abierta.
IP	Protocolo de internet.
TCP	Protocolo de control de la transmisión.
IPX	Intercambio de paquetes entre redes.
FDDI	Interface de datos distribuidos por fibra.
SPX	Intercambio secuencial de paquetes.
FDM	Multiplexación por división de frecuencias.
UTP	Cable sin blindage de par trenzado.
STP	Cable blindado de par trenzado.
ISDN	Red digital de servicios integrados.
UIT	Unión internacional de telecomunicaciones.
CCITT	Comité consultivo internacional de telefonía y telegrafía.
TSI	Intercambios de espacios de tiempo.
HCMT	Alta capacidad de telefonía movil.
MSC	Central de telefonía movil.
TX	Transmisor.
RX	Receptor.
CAC	Control de admisión de conexión.
UPC	Control de parámetros de usuarios.
UNI	Interface de red a usuario.
NNI	Interface de red a red.
IS	Sistema intermedio.
CCV	Conexión de canal virtual.
CTV	Conexión de trayectoria virtual.
QoS	Calidad de servicio.
VBR	Fuente de tráfico de voltaje variable.
FBR	Fuente de voltaje fijo.
CBR	Velocidad de bit continuo.
VBR	Velocidad de bit variable.
PVC	Circuito virtual permanente.
SVC	Circuito virtual conmutado.
VC	Canal virtual.
VP	Camino virtual.
PM	Medio físico.
TC	Convergencia de transmisión.
HEC	Control de error de cabecera.
VPI	Identificador virtual de camino.
VCI	Identificador de canal virtual.
GFC	Control generico de carga.
CS	Subcapa convergente.
SAR	Supcapa de segmentación y ensamble.
VCC	Conexión de circuito virtual.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VPC	Conección de camino virtual
RT	Tiempo real.
CDV	Variación de demora de celda.
VBR	Carga de bit no especificado.
CES	Servicio de simulación de circuito
TDM	Multiplexión por división de tiempo.
CAC	Control de admisión de conexión.
DTE	Equipo de transmisión de datos.
CSU	Unidad de servicio de canal.
DSU	Unidad de servicio de datos.
FDM	Multiplexión por división de frecuencia.
PAD	Ensamble o desensamble de paquetes.
RTP	Protocolo de tiempo real.
PVG	Puerta de paquetes de voz.
AAL	Capa de adaptación ATM.
PNNI	Interface privada de red a red.
MSA	Tarjeta de acceso de multiservicio.

REFERENCIAS

John G. Van Bosse, *Signaling in Telecommunication Networks*. John Wiley & Sons, Inc. 1998.

Internetworking with TCP/IP, Vol. I y II, Douglas E. David L. Stevens. Ed. Prentice Hall, 1994.

www.telnet.com.mx
www.nortel.com
www.cisco.com
www.nxnetworks.com
www.telecom.com