

21
29.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CAMPUS
A R A G Ó N

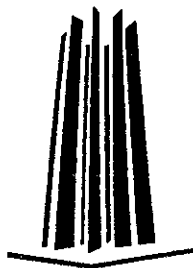
**“FRAME RELAY EN LA TRANSMISIÓN DE
DATOS EN MÉXICO”**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN COMPUTACIÓN

P R E S E N T A

ENRIQUE FERNANDEZ LEGORRETA.



ENEP ARAGON

MEXICO, D.F. 1998.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

261337



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FRAME RELAY EN LA TRANSMISION DE DATOS EN MEXICO.

ÍNDICE

	PÁG.
INTRODUCCIÓN.	1
CAPITULO 1. PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.	
1.1. TIPOS DE TRANSMISIÓN.	3
1.2. PRINCIPIOS DE MULTIPLEXIÓN.	5
1.2.1. CANALES MULTIPLEXADOS	9
1.3. ELEMENTOS DE UNA RED DE DATOS.	13
1.4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.	24
1.4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS PROTOCOLOS.	25
1.5. REDES LAN.	27
1.5.1. TOPOLOGÍAS DE REDES LAN.	27
CAPITULO 2. CONMUTACIÓN DE DATOS.	
2.1. ESTÁNDARES.	39
2.1.1. CCITT.	39
2.1.2. IEEE.	40
2.1.3. ISO.	40
2.2. MODELO OSI.	41
2.3. CONMUTACIÓN DE PAQUETES.	45

2.3.1. REDES DE CONMUTACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS.	46
2.3.2. PRINCIPIOS DE TRANSMISIÓN DE PAQUETES. (PAD)	49
2.3.3. RUTEO.	53
2.3.4. EL CIRCUITO VIRTUAL.	56
2.3.5. RECOMENDACIONES DE CCITT RELACIONADAS A LA CONMUTACIÓN DE PAQUETES.	57
2.3.6. RECOMENDACIONES PARA INTERFACES ENTRE DISPOSITIVOS ASÍNCRONOS Y SINCRONOS.	58
2.4. RECOMENDACIONES PARA EL DIRECCIONAMIENTO DE REDES.	60
2.5. PROTOCOLO HDLC.	61

CAPITULO 3. TRANSMISIÓN DE PAQUETES CON FRAME RELAY.

3.1. PROTOCOLO FRAME RELAY.	69
3.1.1. CARACTERÍSTICAS DE UN RED FRAME RELAY.	70
3.1.2. FRAME RELAY VS X.25 COMO TÉCNICA DE CONMUTACIÓN.	71
3.1.3. ESTÁNDARES DE FRAME RELAY.	75
3.2. MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE TRAMA Q.922A.	77
3.3. TRAMA Q.922A.	79
3.4. DIRECCIONAMIENTO DE LA RED FRAME RELAY.	83
3.4.1. PLL.	85
3.4.2. DLCI	87
3.5. ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA.	87
3.5.1. PARÁMETROS DE SERVICIO.	88
3.5.2. ADMINISTRACIÓN DEL ANCHO DE BANDA	89
3.5.3. PROCEDIMIENTOS DE RECUPERACIÓN DE ERROR	93
3.5.4. RUTEO.	93

**CAPÍTULO 4. TENDENCIAS DE LAS TECNOLOGIAS DE
CONMUTACION DE PAQUETES.**

4.1. FRAME RELAY Y SU RELACIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS.	94
4.1.1. REDES X.25.	97
4.1.2. CIRCUITOS CONMUTADOS.	97
4.1.3. REDES LAN.	98
4.1.4. ISDN.	99
4.2. FRAME RELAY COMO ANTECEDENTE DE ATM.	100
4.2.1. CONCEPTOS GENERALES DE LAS REDES ATM.	103
4.2.2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA ATM.	105
4.3. ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LAS REDES DE DATOS EN MÉXICO.	108
CONCLUSIONES	115
APÉNDICES.	
APÉNDICE A. TOPOLOGÍAS DE REDES LAN.	117
APÉNDICE B. JERARQUÍAS DE MULTIPLEXIÓN.	121
APÉNDICE C. ESTADO ACTUAL DE LAS REDES EN MÉXICO	122
GLOSARIO.	124
BIBLIOGRAFÍA.	131

FRAME RELAY EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN MÉXICO.

Objetivo:

**PRESENTAR UN PANORAMA CLARO DE LAS
CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DEL PROTOCOLO
FRAME RELAY, SU SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS EN
MÉXICO**

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo presentar un panorama claro de las características funcionales del protocolo Frame Relay; se pretende además, destacar las principales ventajas de la tecnología y los servicios que Frame Relay proporciona al momento de planear e implementar una red.

En un país que vive constantemente cambios en el campo económico, tecnológico, político y social, la información se convierte en un recurso estratégico en la toma de decisiones. Los beneficios de contar con una infraestructura de comunicaciones altamente confiable y eficiente se reflejan en todas las áreas de la actividad humana. El impulso que un país da al desarrollo de esta infraestructura es una medida del nivel de desarrollo al que puede aspirar, al mismo tiempo determina el nivel de dependencia que tendrá con respecto al resto de los países del mundo.

La tecnología de integración de dispositivos semiconductores ha sido el principal factor que ha permitido la evolución de sistemas de cómputo capaces de procesar grandes volúmenes de información a velocidades extraordinariamente grandes. El incremento de la capacidad de almacenamiento de información de los dispositivos que conforman el hardware, es también otro logro de la tecnología de integración de semiconductores aplicado a los sistemas de cómputo. En la actualidad los beneficios de su empleo han superado el costo de implementación.

La necesidad de comunicar un sistema de cómputo con otro para compartir recursos de procesamiento y almacenamiento de información, es el origen de las redes de datos; éstas inicialmente se desarrollan cubriendo pequeñas áreas de trabajo, denominándose redes LAN. La evolución y crecimiento de los medios físicos de comunicación permitieron integrar redes de datos con un alcance geográfico mucho mayor, desarrollándose con ello las redes WAN.

Introducción.

La integración de los sistemas de cómputo y comunicaciones en un sistema único, dio lugar a una nueva industria: la industria de la comunicación de datos basada en las computadoras, conocida como telemática. Por otro lado, el desarrollo de estándares por parte de organismos como CCITT, ISO, IEEE, etc., permite la implantación de equipos de diferentes fabricantes dentro de la misma red.

Las redes de conmutación de paquetes se crean y evolucionan a partir de la creciente necesidad de aprovechar y compartir los recursos disponibles de la red entre varios usuarios. La asignación de los recursos de manera temporal mediante una conexión virtual es la solución a dicho planteamiento.

A diferencia de X.25, el estándar Frame Relay es mucho más rápido y eficiente, ya que no pide al nodo destino confirmar que las tramas se ha recibido, sino que parte del principio de las líneas de comunicación actuales de fibra óptica, ofrecen una posibilidad muy baja de que la trama llegue con error. De cualquier manera, en caso de no recibir alguna trama, el nodo destino simplemente pide una retransmisión. Frame Relay es un protocolo de acceso a la red, que no considera lo que el conmutador de paquetes hace con cada una de las tramas, lo único que importa es que el flujo de datos llegue a su destino de la misma manera que entró.

CAPÍTULO 1. PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.

Objetivo:

ENUMERAR LOS DISTINTOS PROTOCOLOS Y TOPOLOGÍAS QUE SE UTILIZAN EN REDES DE AREA LOCAL PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS.

CAPÍTULO 1. PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.

La transmisión de datos es la parte de las telecomunicaciones que ha tenido más rápido crecimiento. El mayor estímulo para el progreso de la transmisión de datos fue el crecimiento en el uso del EDI (Electronic Data Interchange, Intercambio Electrónico de Datos) y, por lo tanto, se adapta a las computadoras, aunque en ocasiones éstas solo sean microprocesadores.

A diferencia de la telefonía, en la que el teléfono convencional implica la palabra hablada, en la comunicación de datos se maneja la palabra escrita. En este caso no solo se trabaja con “palabras”, sino con símbolos como números, puntuación o con secuencias de bits que no tienen significado directo, pero que realizan alguna función en el sistema. La integración de las computadoras y la comunicación en un sistema único, ha permitido el surgimiento de una industria de rápido crecimiento, la industria de la transmisión de datos basada en sistemas de cómputo.

1.1. TIPOS DE TRANSMISIÓN.

Cuando la telefonía comenzó hace poco más de 100 años, un par de alambres de cobre permitía solamente la conexión de un circuito de voz al mismo tiempo. La voz era transmitida como una señal eléctrica analógica, correspondiendo el nivel de la señal a las variaciones del tono. A medida que la tecnología progreso la digitalización fue introducida tanto a la telefonía, como a la transmisión de datos proporcionando una transmisión confiable y dando un mejor uso a la red de cable ya instalado.

Transmisión analógica y transmisión digital.

La señal de salida en el extremo distante de un sistema analógico de transmisión es una cantidad que varía continuamente y es representativa de la entrada. En la transmisión analógica, la señal que transporta la información es continua en la transmisión digital es

discreta. La forma más simple de transmisión digital es la binaria, en la cual cada elemento de información se le asigna uno de los dos posibles estados. El elemento básico en el sistema binario es el bit.

La representación de una cadena de bits siguiendo un código representa una unidad de información denominado carácter. El IEEE define al código como un plan para representar cada uno de los valores o símbolos de un grupo firme de ellos mediante un arreglo particular o secuencia de condiciones o eventos.

La figura 1.1. y 1.2. muestran los aspectos generales de la transmisión analógica y digital, así como elementos principales. Que la componen.

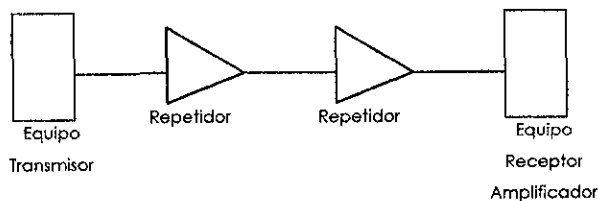


Figura 1.1. SISTEMA DE TRANSMISIÓN ANALÓGICO

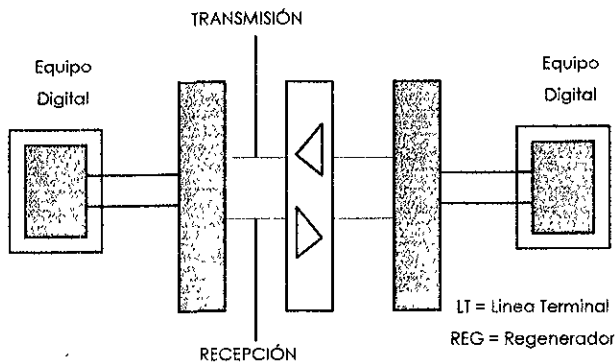


Figura 1.2. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN ANALÓGICO Y DIGITAL.

En la transmisión digital existen dos ventajas notables que hacen que tenga gran aceptación cuando se le compara con la transmisión analógica. En términos generales se puede decir que:

1. El ruido no se acumula en los repetidores y, por lo tanto, es una consideración secundaria en el diseño del sistema, mientras que en la transmisión analógica es un factor principal. Proporciona además un mayor nivel de seguridad en la información que transporta.
2. El formato digital se adapta por sí mismo de manera ideal a la tecnología del sistema, particularmente a los circuitos integrados.

La mayor parte de la información que se transmite en una red portadora común es de la naturaleza analógica, por ejemplo, la voz y el video; al convertir estas señales al formato digital, se pueden aprovechar las ventajas de las dos características anteriormente citadas.

1.2. PRINCIPIOS DE MULTIPLEXIÓN.

TDM (Time División Multiplexing; Multiplexión por División de tiempo) es empleada para integrar en una salida digital de alta velocidad, a un grupo de dispositivos DTE (Data Terminal Equipment; Equipo Terminal de Datos) que combinan por separado entradas digitales de baja velocidad.

Cada componente del canal debe ser configurado de tal forma que sea compatible con el dispositivo terminal conectado, los parámetros principales de compatibilidad entre el canal entrante y el dispositivo terminal conectado a éste con: operación en modo síncrono ó asíncrono, velocidad de operación, tipo de interface física, fuente de temporización, longitud de carácter y paridad.

Conversión de una señal analógica a digital por PCM.

Las señales procedentes del aparato telefónico son transmitidas en forma analógica, por lo cual es necesario realizar el proceso de digitalización, el cual se lleva a cabo en tres fases que son: **muestreo, cuantización y codificación**. Este proceso es conocido como PCM (Pulse Code Modulation; Modulación por Codificación de Pulsos).

Muestreo.

El muestreo es la medición periódica de valor de la señal analógica. Una señal muestreada contiene toda la información si la frecuencia de muestreo es por lo menos dos veces la frecuencia más alta de la señal que es muestreada. Como las señales analógicas en telefonía están en el rango de 300 a 3400 Hz, una frecuencia de 8000 Hz, es decir, una muestra cada 125 μ seg. es suficiente.

Cuantización.

Las muestras tomadas, son entonces cuantizadas, esto significa que la representación de su amplitud es forzada a tomar un valor determinado.

Codificación.

El sistema puede ahora transmitir la señal muestreada y cuantizada cada 125 μ seg. El valor de la señal es representado como un número binario de ocho bits, el cual proporciona un rango numérico de -127 hasta +127 (el primer bit es usado como un signo). Para asegurar que la amplitud de la señal y el error introducido durante la cuantización es casi constante para todas las amplitudes, se emplea un codificador lineal. Esto además mejora la relación señal a ruido del sistema.

MULTIPLEXIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO.

La multiplexión es el proceso de combinación múltiple de varios canales de comunicación entrantes, para ser transmitidos sobre un canal saliente único.

Clasificación de multiplexión:

- a) FDM (Frequency Division Multiplexing; Multiplexión por División de Frecuencia) .
Crea múltiples canales analógicos a partir de un canal analógico con un Ancho de Banda mayor.

- b) TDM (Time Division Multiplexing; Multiplexión por División de Tiempo). Crea un solo canal “serial” digital por el cual el flujo de datos se transmite a partir de múltiples canales digitales entrantes denominados “*time slots*” . Su operación permite una comunicación full duplex, un uso eficiente del Ancho de Banda y cambios de configuración relativamente fáciles .

- c) STDM (Statistical Time Division Multiplexing; Multiplexión por División de Tiempo Estadístico (STDM)). Es una variante del TDM, en donde se trata de aprovechar los tiempos ociosos de las líneas que están más tiempo ociosas que ocupadas. STDM realiza la tarea de preguntar a cada canal si quiere transmitir datos, si no es así, utiliza el espacio disponible para otro canal que sí requiera transmitir información. El problema de sincronía generado en STDM se resuelve agregando bits o bytes adicionales con la dirección de destino de cada elemento de dato.

Un Grupo Lógico Común conformado generalmente por elementos de hardware, hace la función de interfaz entre grupo de canales individuales hacia la salida digital de alto orden (tributaría); también organiza los datos de cada canal dentro de tramas, las cuales son transmitidas al agregado.

La **trama** es un formato que determina la manera en que se distribuirán los datos en cada canal. La configuración de la trama esta en **función** del número de canales y de la

velocidad del agregado. Una vez que la trama adquiere una configuración en particular, es utilizada repetidamente hasta que se requiere hacer uno o más cambios a la configuración. Tanto el nodo local como el nodo remoto deben correr a la misma velocidad, esto es con el fin de permitir un apropiado proceso de multiplexión y desmultiplexión de datos procedentes del agregado. Los nodos de una red de multiplexores transmiten entre si una señal de los que los mantienen operando en sincronía. Esta tarea requiere de bits de encabezado los cuales son generados y transmitidos desde el grupo lógico común hasta el agregado.

En la figura 1.3. se observa el proceso de multiplexión; el multiplexor primero genera un bit de sincronía de trama, el cual especifican el final de la trama y el principio de otra. El multiplexor rápidamente muestra cada línea entrante colocando los "slots" para cada canal de acuerdo al tipo de entramado. Este proceso de muestreo se convierte en una cadena de datos que proviene del arreglo de los canales entrantes; uno después del otro en el orden en que fueron muestreados. La trama completa estará constituida en uno o varios ciclos de este proceso de muestreo.

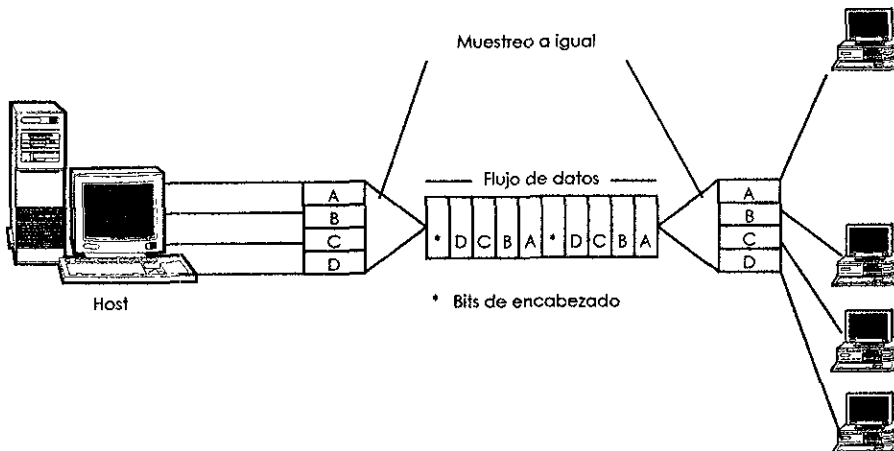


Figura 1.3. MULTIPLEXIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO.

En el proceso de desmultiplexión, las señales entrantes llegan hasta los canales de salida, las cuales deben corresponder a un canal de entrante en el extremo transmisor. El muestreo y la secuencia de distribución requieren de un cuidadoso control de temporización para

asegurar que los datos recogidos desde la entrada A son conducidos hasta la salida A, los datos de la entrada B sean entregados en la salida B, y así sucesivamente.

1.2.1. CANALES MULTIPLEXADOS.

Actualmente existen en uso dos sistemas de transmisión basados en PCM. El primero introdujo un sistema de 24 canales, fue desarrollado por los Laboratorios Bell, es utilizado en Estados Unidos, Japón y algunos otros países. El otro es el sistema Europeo especificado por CCITT en la recomendación G.732; este último es adoptado por la mayoría de los países del mundo, incluido México.

En su esencia, ambos sistemas son muy parecidos; sin embargo, los métodos empleados para obtener la sincronía y codificación difieren. La siguiente descripción esta basada en el sistema Europeo.

Sistema Europeo de 30 canales.

El sistema Europeo soporta 30 canales telefónicos en una sola línea, debido a que necesita un canal para obtener su sincronía y otro para señalización, se requieren un total de 32 canales denominados "time slots". Un canal es muestreado 8000 veces por segundo. Cada muestra es transmitida como un valor de 8 bits. Esto significa que la velocidad de transmisión para cada canal individual es de 64 Kbits/s y que la velocidad total de transmisión para los 32 "time slots" en el sistema es de 2048 Kbits/s. La estructura de la trama es descrita en la recomendación G.704 de CCITT. La figura 1.4. muestra el formato de la trama.

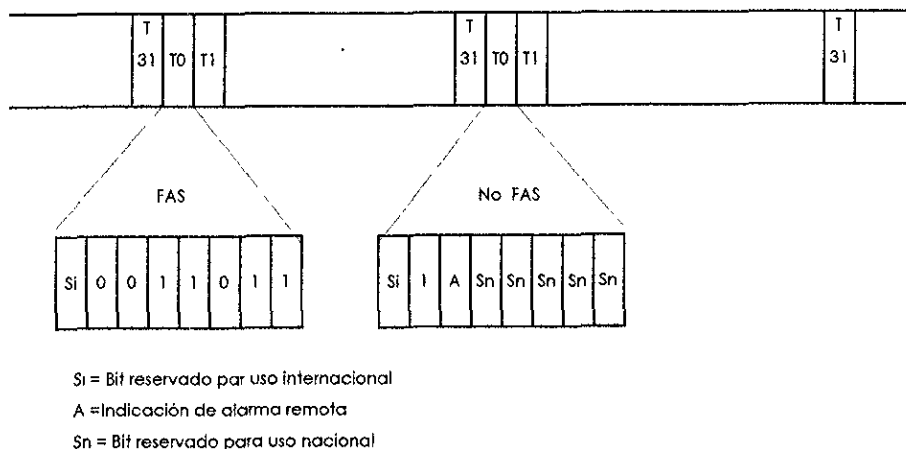


Figura 1.4. ESTRUCTURA DEL SISTEMA EUROPEO DE 30 CANALES.

Canales de datos.

Los 30 canales son localizados en los “time slots” numerados del 1-15 y 17-31. Cada canal transporta un valor binario de 8 bits. Cuando el canal está vacío, se transmiten valores en cero. Esto podría causar problemas de sincronía; sin embargo, para evitarlos, CCITT recomienda que los bits pares (2,4,6 y 8) sean invertidos. Este procedimiento es conocido como inversión even-bit.

Alineamiento del canal.

El alineamiento del canal es localizado en el “time slot” cero. Para las tramas pares, una señal FAS (Frame Alignment Signal; Señal de Alineamiento de Trama) es insertada. La señal FAS contiene el patrón de bit X0011011 (donde X es reservado para otros usos). La otra señal para el “time slot” cero (señal NO FAS) debe contener el bit número dos con valor 1, para prevenir al sistema de una sincronía con una trama de imitación FAS.

Señalización de canal y estructura multitrama.

A parte de datos, los sistemas deben transmitir información (**señalización**) para controlar y supervisar los canales de datos. El “*time slots*” número 16 es el utilizado para este propósito. La señalización es transmitida en cuatro bits, con ellos se indica si el canal esta ocupado, libre o si existe en ese momento un intento de marcación.

La estructura multitrama es usada para alojar un canal para cada bit de señalización (una trama consta de 16 tramas). Una señal MFAS (Multiframe Alignment Signal; Señal de Alineamiento Multitrama) es transmitida en el “*time slots*” 16 en la trama 0. Los cuatro últimos bits de señalización para los canales 1 y 16 son transmitidos en el “*time slots*” 16 en la trama 1. Este procedimiento se repite con los canales 2 y 17 que son transmitidos en el “*time slots*” 16 en la trama 2, y así sucesivamente. La figura 1.5. ilustra este procedimiento.

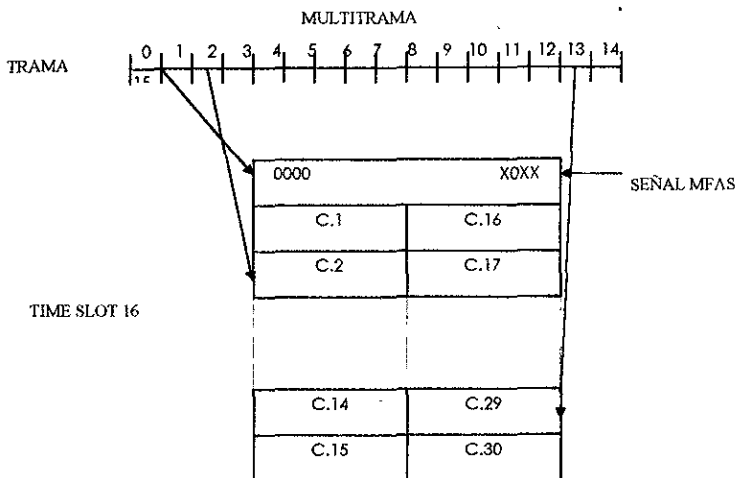


Figura 1.5. ESTRUCTURA DE UNA MULTITRAMA EN EL TIME SLOT 16.

Alarmas.

Los sistemas de transmisión hacen posible evitar alarmas tanto en el sistema de señalización NO FAS como en el sistema FAS.

La alarma localizada como bit 3 en el sistema NO FAS es la indicación de falla en el equipo PCM remoto. Cuando esta puesto en 1, indica falla en el flujo de bits entrante. esta falla puede ser causada por la pérdida de la trama de alineamiento ó por la detección de una gran cantidad de códigos de error.

En el sistema MFAS, la indicación de alarma se localiza en el bit número 6; cuando este bit es puesto en 1, indica que el multiplexor receptor no puede obtener la multitrama de alineamiento.

Sistemas multiplexados de alto orden.

Las diferencias básicas entre los sistemas PCM de alto orden y el sistema de 2.048 Mbits/s es que los primeros transmiten un bit adicional a los ocho bits enviados por los sistemas de bajo orden y que les permite obtener sincronía entre cada tributaria. Los sistemas de alto orden están conformados por cuatro sistemas de bajo orden. La figura 1.6. ilustra la distribución de estos sistemas llamados tributarias.

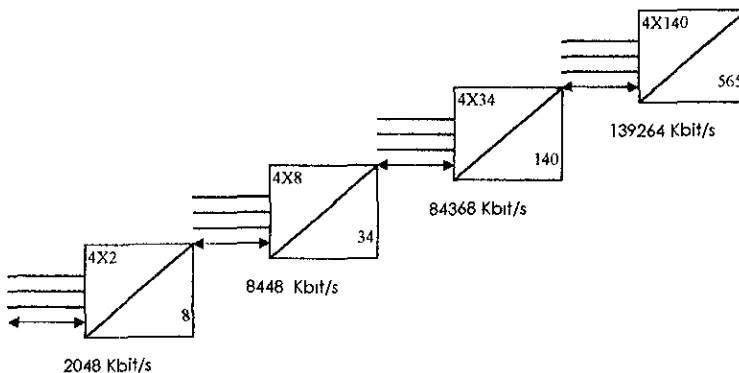


Figura 1.6. SISTEMAS MULTIPLEXADOS DE ALTO ORDEN.

1.3. ELEMENTOS DE UNA RED DE DATOS.

La infraestructura de una red de telecomunicaciones está constituida por los equipos de comunicación que sirven como interfase entre dispositivos DTE, que pueden ser terminales y/o host, y los medios físicos de comunicación que proporcionan los enlaces entre estos equipos.

EQUIPO DE COMUNICACIONES.

La gran variedad de equipo de comunicaciones es resultado de la competencia entre fabricantes para distribuir los equipos desarrollados en sus laboratorios. A continuación se mencionan las características de los principales equipos que forman parte de una red de datos.

CONMUTADORES.

Los conmutadores son dispositivos que permiten la utilización compartida de recursos de una red asignando circuitos de manera temporal. De acuerdo al tipo de servicios que proporcionan, se conocen dos tipos de conmutadores: para transmitir voz y transmitir datos. Algunos conmutadores digitales para voz (PBX; Private Branch Exchange) permite (mediante interfaces) hacer uso de circuitos para transmitir datos.

La modulación de los conmutadores modernos permite manejar aplicaciones particulares. Las principales funciones que realizan los conmutadores de datos son:

- Servicios de conversión de protocolos.
- Acceso a terminales y host que operan con protocolos síncronos y asíncronos
- Velocidades de transmisión del orden de 2.048 Mbits/s (E1) mediante una conexión directa a una línea digital.
- Establecimiento, enrutamiento y clareo de llamadas virtuales.

- Contabilidad de tráfico cursado, utilizado como forma de tarificación para cobro a usuarios.

MULTIPLEXORES.

Los multiplexores son dispositivos que proporcionan un medio de transporte a través del cual se comparte una línea de comunicaciones entre diversas estaciones de trabajo y/o unidades de procesamiento. Esto permite una reducción en los costos de operación al economizar puertos, módems, adaptadores, líneas telefónicas, tiempo de conexión, etc.

Dadas las diferencias técnicas de multiplexión cada fabricante construye sus propias versiones de multiplexores y software de administración. El multiplexor está constituido básicamente por un adaptador para cada línea de salida que contiene un buffer de un carácter (para transmisión asincrónica) y un dispositivo explorador que realiza funciones de barrido en cada uno de los adaptadores, para enviar o recibir datos, los cuales al ser transmitidos a través de una línea de comunicaciones, llevan consigo caracteres de control y dirección, al ser recibidos en el extremo opuesto son reconocidos y desmultiplexados para recobrar de esta manera la información original

CONCENTRADORES.

El concentrador es un dispositivo que tiene como función recolectar datos desde dispositivos DTE tales como computadores host y/o terminales, para ser transmitidos por un solo canal de alta velocidad a través de la red. Los concentradores actualmente soportan funciones de conversión de protocolos.

MODEMS.

Para poder transmitir datos sobre los equipos de voz, es decir, la red telefónica, se requiere convertir los datos de CD a una señal dentro del rango de las frecuencias de voz. El equipo que realiza esta función se conoce como MODEM, que es la contracción de MODulador-DEModulador.

El módem modula y demodula la señal portadora con señales de datos digitales. El **tipo de modulación** realizada por los modems que actualmente se utilizan es la siguiente.

- Modulación en amplitud con Banda Lateral Doble.
- Modulación en amplitud con Banda Lateral Residual.
- Modulación por Desviación de Frecuencia, conocido también como FSK (Frequency Shift Keying; LLaveo por Desviación de Frecuencia).
- Modulación por Desviación de Fase, conocido como PSK (Phase Shift Keying; Laveo por Desviación de Fase).

Según su modo de **operación**, se dividen en síncronos y asíncronos. Los modems pueden realizar funciones de **diagnóstico**, **detección** y **corrección de errores**, también utilizan mecanismos de **marcación** y **auto respuesta**. La utilización de estos dispositivos se ha visto limitada en la actualidad, por la baja velocidad que soportan en algunas aplicaciones.

CODES.

Un COMPresor-DESCompresor (CODES) es un dispositivo cuya función es acortar la forma de representar los datos sin alterar el contenido. Un CODES es un dispositivo capaz de analizar una secuencia de caracteres, estudiar su distribución, frecuencia e interacciones a través de algoritmos, y producir finalmente una secuencia de bits de menor longitud, para así transportarse. también es capaz de realizar el proceso inverso, es decir, recupera la secuencia original de datos a partir de los datos comprimidos y codificados

MEDIOS FÍSICOS DE COMUNICACIÓN.

Los medios físicos de comunicación están conformados por las líneas de comunicación físicas como son los cables de cobre y la fibra óptica, así como las centrales analógicas y digitales las cuales proporcionan circuitos y finalmente por los sistemas de transmisión por microondas y satélite, los cuales proporcionan canales con un Ancho de Banda determinado.

LÍNEAS FÍSICAS DE COBRE.

Cable Par trenzado.

La velocidad máxima de transmisión no suele llegar a los 3 Mbits/s y su tasa de error es aproximadamente de 1 en 100 000 bits cuando el cable no es blindado.

La última estandarización de **Ethernet 10 Base T** permite velocidades de 10 Mbits/s sobre el cable UTP (Unshielded Twisted Pair; Par Torcido no Blindado) en distancias máximas de 100 m.

El **cable STP** (Shielded Twisted Pair, Par Trenzado Blindado) suele soportar velocidades más elevadas, de hasta 10 Mbits/s, con una tasa de error de 1 en 100 millones de bits, en distancias máximas de hasta 1 km. Es importante que el cable tenga una impedancia característica definida para asegurar una propagación de las señales de alta velocidad a lo largo del cable.

El **cable UTP** está siendo utilizado por Ethernet 10Base T, ARCnet, Token Ring, Apple Talk y otras redes. Algunas ventajas que presenta el utilizar este cable son: bajo costo, facilidad en su instalación, permite ser configurado en diferentes topologías, así como en sistemas de comunicaciones de voz y datos. Sin embargo, también presenta importantes limitaciones, entre ellas; presenta mayor sensibilidad al ruido que el cable coaxial o el par

trenzado blindado, no soporta grandes velocidades de transmisión de datos, su empleo es limitado a cortas distancias.

Cuando es necesario agrupar varios cables STP se agrupan en un cable único de pares con blindaje global externo para reducir el efecto de la interferencia debida a fuentes externas, como cables de alta tensión. Su baja flexibilidad es un factor que dificulta la instalación de este tipo de cable. En términos económicos también es más caro en comparación con el cable UTP no blindado.

Cable Coaxial.

Las señales eléctricas de alta frecuencia circulan por la superficie exterior de los conductores. Por esta razón los cables trenzados no pueden transmitir datos a altas frecuencias. Los cables coaxiales están formados por dos conductores, uno interior y el otro exterior que puede ser una malla trenzada o conductor sólido, separados por una capa dieléctrica, como el polietileno. Se conocen dos tipos de cable coaxial:

- El cable de Banda Base, y
- El cable de Banda Ancha.

Las señales eléctricas en **Banda Base** se pueden transmitir por medio de cables coaxiales a una velocidad de 10 Mbits/s en distancias de hasta 1 km. La Banda Base utiliza la técnica denominada CSMA (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection; Acceso Múltiple con Sensibilidad de Portadora con Detección de Colisiones) para acceder al medio. Todos los dispositivos de la red usan los mismos protocolos para acceder y utilizar el medio físico.

En **Banda Ancha**, las señales se modulan sobre una onda portadora sinusoidal. Pueden transmitirse muchas señales simultáneas utilizando varias frecuencias portadoras suficientemente separadas entre sí como para evitar los efectos de intermodulación. El cable coaxial Banda Ancha opera sobre una serie de canales sin relación. A cada canal se le

asigna una frecuencia y puede operar con diferentes protocolos. Estos sistemas se utilizan en operaciones punto a punto en grandes distancias.

LÍNEAS TELEFÓNICAS.

En este medio de comunicación de datos, el usuario conecta su terminal sobre una línea telefónica. La interface entre la terminal y el circuito telefónico es un módem. El portador de los datos es la Red Telefónica Pública.

La baja calidad de las líneas telefónicas es un factor que limita su empleo para transmitir datos. El Ancho de Banda en el que operan la mayoría de los modems es en la actualidad de 14 400 bits/s, sin embargo, actualmente algunos fabricantes han desarrollado modems que operan a 28 800 bits/s.

La red telefónica ofrece dos tipos de circuitos para la transmisión de datos:

- 1. Línea conmutada.** Opera dentro de la red pública conmutada y el usuario puede ocupar aleatoriamente cualquier circuito de la red. La principal ventaja que se puede obtener de una línea conmutada es su bajo costo cuando el volumen de tráfico a cursar es pequeño. La lentitud de respuestas, la posibilidad de bloqueo y la mala calidad de la línea con los principales inconvenientes que presenta una línea conmutada.
- 2. Línea dedicada.** Las líneas dedicadas o privadas suelen ser de gran utilidad para aquellos usuarios que no pueden permitirse el retardo que supone establecer la conexión, o que no pueden tolerar que la llamada se bloquee si todas las líneas están ocupadas. Además, los usuarios cuyo tráfico ocupa varias horas de enlace, pueden ahorrar bastante dinero utilizando una línea dedicada.

FIBRA ÓPTICA.

Los recientes desarrollos en la tecnología óptica han hecho posible transmitir datos por medio de pulsos de luz. Un pulso de luz puede utilizarse para señalar un bit 1; la ausencia de la señal un bit 0. La luz visible tiene una frecuencia de alrededor de 1 000 000 000 Mhz, siendo el Ancho de Banda para una transmisión óptica potencialmente enorme.

El medio de transmisión es una fibra de vidrio muy fina. Se conocen dos modalidades de fibra óptica:

- Unimodal.
- Multimodal.

La fibra óptica **unimodal** permite la propagación de un solo haz de luz a través del cable, mientras que la fibra óptica multimodal permite a varias señales ópticas propagarse a través de él. El cable unimodal permite manejar datos a mayores distancias, utilizando un Ancho de Banda también mayor. El cable unimodal opera en conexiones punto a punto. La fibra óptica unimodal emplea generalmente un rayo láser como fuente emisora

Debido a que el cable multimodal permite la propagación de varias señales luminosas (que viajan a diferentes ángulos), llegan a diferentes distancias, por lo tanto causa que cada señal arribe en diferentes tiempos. La fuente emisora de luz que utiliza es un LED (Light Emisor Diode; Diodo Emisor de Luz). Las características del cable multimodal le permite operar en conexiones de grupo.

Los cables de fibra óptica ofrecen muchas ventajas frente a los cables que utilizan señales eléctricas para transmitir datos:

- Mayor velocidad y capacidad de transmisión (en el orden de Gbits/s).
- Inmunidad total ante las interferencias electromagnéticas.
- Los costos de instalación y mantenimiento para grandes y medianas distancias son menores que las que se derivan de las instalaciones de cables eléctricos.

- Permite mayores distancias que las requeridas por el cable de cobre.
- La fibra óptica es el medio de transmisión ideal donde se necesita de mucha seguridad, puesto que es prácticamente imposible de intervenir.

LÍNEAS DIGITALES.

En México los circuitos digitales son proporcionados por la compañía Teléfonos de México a través de su Red Digital Integrada (RDI). La RID fue desarrollada en base a sistemas de DACS (digital Access Crossconnection System; Sistemas de Crossconexión Digital) que tiene la característica de operar como un conmutador de circuitos digitales, los cuales pueden ser configurados de manera temporal o permanente. La velocidad de los circuitos configurados (64 Kbits/s ó más) permite la interconexión con otros circuitos de menor velocidad. La RDI está conformada por una red terrestre y una red satélital a través de las cuales se proporcionan los servicios a los usuarios, estos servicios incluyen:

RED TERRESTRE:

- Troncales digitales de 64 Kbits/s para conmutador con conexión a 2.048 Mbits/s.
- Líneas privadas para conducción de señales punto a punto o multipunto tipo E0 (64 Kbits/s) y E1 (2.048 Mbits/s).
- Circuitos privados para conducción de señales nacionales e internacionales tipo E0 y E1.

RED SATÉLITAL:

- Enlaces en renta para transmisión de voz y datos (9.6 a 19.2 Kbits/s), con asignación por demanda.
- Enlaces en renta para transmisión y recepción de circuitos a 64 Kbits/s.

MICROONDAS.

En zonas en donde no exista la posibilidad de tender cables a través de ductos, el uso de sistemas de radio enlaces, específicamente el uso de microondas es una alternativa que soluciona el problema de la transmisión de información.

Se requiere un sistema de antenas con un diámetro que va desde 30 hasta 120 cm. que operen en el rango de frecuencias de 18, 21, 23, 26, o 50 Ghz. Estas antenas transmiten y reciben tráfico de datos sobre frecuencias diferentes, En un sistema de microondas se usa el espacio aéreo como medio físico de transmisión. La información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud: Pueden direccionarse multicanales o múltiples estaciones dentro de un enlace dado, pueden establecerse enlaces punto a punto.

La transmisión es en línea recta, por lo tanto, se ve afectado por accidentes geográficos, edificios, bosques, etc. El alcance promedio de un enlace de microondas es de 40 Km. Una de las ventajas importantes es la de poder transportar miles de canales de voz a grandes distancias a través de repetidoras, a la vez que permita la transmisión de datos en su forma natural.

SATÉLITE.

La comunicación por satélite es otro método para establecer enlaces de comunicación. En la planeación de la red, los enlaces por satélite para transmisión de datos pueden ser lo óptimo desde el punto de vista económico en algunas aplicaciones tales como.

- Comunicación a bajo costo en zonas geográfica y técnicamente aisladas, ya que pueden reemplazar a los enlaces de radiofrecuencia.
- Usualmente se reduce la conexión nacional o internacional a un solo enlace.

El término “estación terrena” es utilizado para designar el equipo de radio que se localiza en la superficie de la Tierra y se comunica con los satélites La “estación terrestre” es un

Capítulo I.

equipo de radio sobre la superficie de la Tierra que tiene comunicación con otros equipos similares en la superficie misma.

Las frecuencias usadas por los satélites de comunicaciones se localizan en las bandas SHF (Super-High Frecency; Frecuencias Super Altas) y EHF (Extremely-High Frecency; Frecuencias Extremadamente Altas) del Espectro Electromagnético de Frecuencias, abarcando un rango de 3-30 Ghz. en el caso de la banda SHF y de 30-300 Ghz. la banda EHF.

Las bandas SHF y EHF son a su vez subdivididas en otras bandas según se muestra en la siguiente tabla, siendo la banda Ku la que se utiliza para la transmisión de datos.

BANDA DE FRECUENCIA	RANGO (GHz)
L	1-2
S	2-4
C	4-8
X	8-12
Ku	12-18
K	18-27
Ka	27-40
Milimétrica	40-300

Uno de los problemas que presenta un enlace satelital es el tiempo de retardo producido por el largo recorrido que realiza la señal. Las pérdidas de potencia de una señal en un enlace son bastante grandes. Esto no representa un problema de la Tierra al satélite, ya que es posible usar transmisores de potencia muy alta y antenas con ganancia alta. Por lo contrario, del satélite a la Tierra, la potencia del satélite está limitada por dos causas.

- En las bandas que se comparten con los enlaces terrestres, por ejemplo 4 y 6 Ghz, para evitar interferencias con los servicios que éstos presentan
- El satélite mismo sólo puede obtener energía de sus celdas solares

Capítulo I.

Por lo tanto el enlace de descenso (del satélite a la Tierra) es crítico y los niveles de la señal que se recibe son mucho menores que en un radioenlace semejante. Un tercer problema es el congestionamiento, ya que la órbita ecuatorial comienza a llenarse con satélites geoestacionarios y la interferencia de radiofrecuencia de un sistema a otro va en aumento.

Las bandas de frecuencia más deseables para la comunicación del satélite comercial con las del espectro de 1 a 10 Ghz. Las razones principales por la que se prefiere el uso de estas bandas en el diseño de sistemas de comunicación satelital son las siguientes:

- Menor absorción atmosférica en comparación con frecuencias más altas.
- Menor sensibilidad al ruido cósmico.
- Menor pérdida en el espacio libre que en las frecuencias más altas.

Como consecuencia de las limitaciones que presentan estas bandas de frecuencia, se hace necesario utilizar frecuencias más altas, sin embargo, arriba de 10 Ghz se debe tomar en cuenta la atenuación que produce la lluvia, la dispersión , la humedad y la absorción por gas. Otra ventaja de las frecuencias altas es que los requerimientos de interferencia son menores y, por lo tanto, los satélites pueden radicar con mayor potencia.

Los sistemas satelitales se pueden considerar muy similar a la transmisión digital con microondas. El haz infrarrojo puede ser producido por una láser de datos desde y hasta varios usuarios en una amplia áreas. Las bandas de frecuencia C y Ku son normalmente usadas por los sistemas VSAT.

LUZ INFRARROJA.

El uso de la luz infrarroja se puede considerar muy similar a la transmisión digital con microondas. El haz infrarrojo puede ser producido por un láser o un LED. Este método de transmisión es para enlaces punto a punto con velocidades de hasta 100 Kbits/s en

distancias de hasta 16 Km. Reduciendo la distancia a 1.6 Km, es posible alcanzar velocidades de hasta 1.5 Mbits/s.

El haz infrarrojo es afectado por el clima, interferencia atmosférica y por obstáculos físicos. Como ventajas, tiene inmunidad contra el rizo magnético, es decir, contra la interferencia eléctrica.

1.4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

En el creciente mundo de las comunicaciones de datos, el uso de protocolos para establecer un formato se está convirtiendo en una cuestión importante. Mientras los enlaces a cortas distancias entre un dispositivo periférico hacia un procesador se realiza de manera sencilla, enlaces entre distancias considerablemente grandes, requieren de protocolos de chequeo de errores.

PROTOCOLO.

Un protocolo de comunicaciones es conjunto de reglas y convenciones que gobiernan el intercambio de información entre dos dispositivos conectados por dos capas iguales dentro de una red. El protocolo permite fundamentalmente iniciar, mantener y terminar un proceso de comunicación entre dos elementos de un sistema.

Los protocolos de comunicación de datos no especifican los métodos que se deberán utilizar para transmitir. Los métodos son especificados en un grupo de estándares implementados por diferentes organismos (CCITT, IEEE, ISO, etc.), tampoco controlan la velocidad de transmisión de los datos. Un protocolo de comunicaciones únicamente especifica el formato en el cual los datos serán transmitidos.

1.4.1. CLASIFICACIÓN DE PROTOCOLOS.

Generalmente, los protocolos se dividen en dos grupos básicos. Protocolos **Orientados a Bit** y Protocolos **Orientados a Byte**.

En los **Protocolos Orientados a Bit**, los campos de control ocupan posiciones fijas en el formato de la trama, por lo cual los bits son transparentes a código, pues el significado del campo de control se reduce a la interpretación de los bits individuales. Estos protocolos operan en configuraciones "*Full Duplex*" o en "*Half Duplex*", también maneja chequeo y corrección de errores en el formato de la trama.

Los protocolos orientados a bit presentan un pequeño inconveniente causado por su encabezado que es relativamente corto, para solucionarlo, el buffer debe estar listo para operar en un tiempo relativamente corto. Esto puede llegar a ser necesario a fin de limitar la longitud del mensaje para un máximo número de caracteres. La estación transmisora no puede transmitir un espacio vacío debido a que éste podría causar un conteo incorrecto del carácter y producir un conteo de secuencia incorrecto. Los protocolos orientados a bit más conocidos son.

- SDLC (Synchronous Data Link Control; Control de Enlace de Datos Síncrono).
- HDLC (High Level Data Link Control; Control de Enlace de Datos de Alto Nivel).
- ADCCP (Advance Data Communication Control Procedure; Procedimiento de Control de Comunicación de Datos Avanzado).

Los **Protocolos Orientados a Byte** incluyen campos de control que se ubican en posiciones variables dentro de la trama dependen de un código en concreto (por ejemplo EBCDIC o IA5/ASCCI) lo cual determina la interpretación de cada uno de los campos de control. Entre los protocolos orientados a byte más importantes se pueden mencionar.

- DDCMP (Digital Data Control Message Protocol; Protocolo Digital de Datos para la Comunicación de Mensajes).

- BYSYNC (Comunicación Binaria Síncrona).

Las ventajas del protocolo BYSYNC es que permite transmitir caracteres vacíos a diferencia de otros protocolos, sin embargo, el protocolo BYSYNC puede ser usado únicamente en transmisores “*Half Duplex*”, requiere utilizar reconocimientos constantes, resultando con ello un gasto considerable de tiempo; por último, requiere de mayor tiempo para generar caracteres de control en comparación con los protocolos orientados a bit.

El protocolo DDCMP puede usarse en la transmisión “*Half duplex*” ó “*Full duplex*” .

Actualmente existe una gran cantidad de protocolos desarrollados para operar sobre las tecnologías de redes. Estos incluyen redes LAN, redes WAN, y el software en el cual corren éstos. El desarrollo de estándares incluye tanto las especificaciones eléctricas de los conectores como los protocolos utilizados para interconectar a dichas redes. A continuación se mencionan los más conocidos:

PROTOCOLOS DE REDES LAN.

- Ethernet/ IEEE 802.3.
- Token Ring/ IEEE 802.5.
- FDDI (Fiber Data Distributed Interface) / ANSI X3T9 5.
- ATM (Asynchronous Transfer Mode; Mode de Transferencia Asíncrona).

PROTOCOLOS DE REDES WAN.

- Proprietarios (usualmente derivados de HDLC).
- PPP (Point to Point Protocols; Protocolos Punto a Punto).
- SMDS (Switched Multimegabit Data Service; Servicios Conmutados de Datos de Alto orden).
- Frame Relay.
- SONET (Synchronous Optical Network, Redes Ópticas Síncronas).

- HSSI (High-Speed Serial Interface; Interface Serial de Alta Velocidad).
- X 25.
- HDLC.

PROTOCOLOS LAN /WAN.

- TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol; Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo Internet).
- Xerox Network Standad (XNS).
- IPX (Internet Packet Exchange; Intercambio de Paquetes Interredes).
- DECnet.
- IEEE 802.2
- Apple Talk.
- Punteo (punteo fuente, punteo transparente con árbol expandido).

1.5. REDES LAN.

Una red LAN (Local Area Network; Red de Area Local) es una red que cubre una área geográfica relativamente pequeña (usualmente oficinas y hasta un edificio). En una red LAN es posible manejar y procesar información a velocidades altas con un margen de error comparativamente pequeño.

1.5.1. TOPOLOGÍAS DE REDES LAN.

Como resultado de la competencia de las grandes industrias corporativas en el desarrollo de redes (IBM, Xerox, entre otras), se crearon y desarrollaron protocolos para redes LAN, sirvieron también como base para la estandarización y desarrollo posterior de otras tecnologías de redes. Entre las topologías de redes LAN que actualmente se encuentran instaladas podemos mencionar por su importancia.

1. Ethernet / IEEE 802.3.
2. Token Ring / IEEE 802.5.
3. FDDI / ANSI X3T9.5.

ETHERNET/IEEE 802.3.

Consiste de una línea troncal (o bus) a la cual están conectados todos los nodos. La señal viaja en ambas direcciones del cableado y es terminada en los extremos por medio de una resistencia (terminador). Es posible cablearla por medio de cable coaxial, par torcido o fibra óptica (utilizando concentradores en las dos últimas opciones). La velocidad de comunicación es de aproximadamente 10 Mbits/s. La figura 1.7. muestra un esquema general de la topología Ethernet/IEEE 802.3.

Entre las ventajas que trae el uso de esta topología podemos mencionar.

1. La falla en alguna de las estaciones de trabajo, no repercute en la interrupción de la red.
2. Presenta gran simplicidad en su instalación y mantenimiento.
3. El retardo de propagación es reducido.
4. Su costo es relativamente reducido.
5. Tiene gran flexibilidad para incrementar o disminuir el número de estaciones de trabajo.

Como contraparte presenta las siguientes desventajas:

1. La falla en cualquier punto del bus provoca un trastorno en toda la red.
2. Una avería del bus en grandes redes lineales es muy difícil de localizar.
3. Realizar retransmisiones cuando la red detecta colisiones de información.

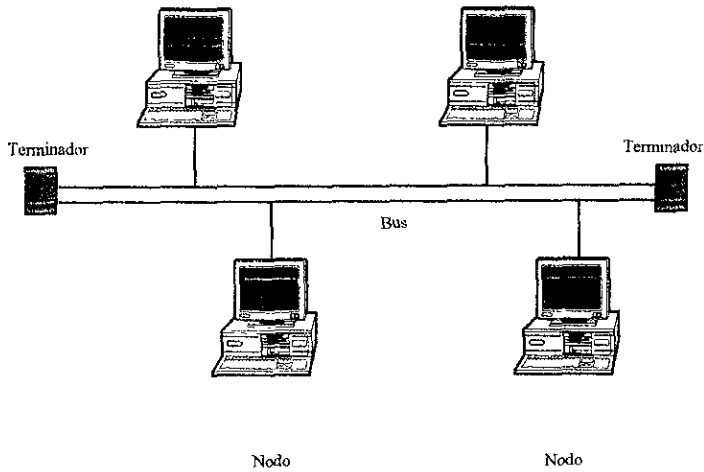


Figura 1.7. TOPOLOGÍA ETHERNET/ IEE 802.3.

TOKEN RING/IEEE 802.5.

En esta configuración, la información viaja ordenadamente en un solo sentido, por un solo cable. Una señal llamada "Token" va circulando por la red y pasa por cada estación, la estación que lo posea estará en condiciones de transmitir la información, esta circulará por todos los nodos de la red hasta llegar al nodo destino, el cual tomará la información y liberará el Token, típicamente este arreglo utiliza cable par torcido (UTP ó STP) a 4 o 16 Mbits/s. La figura 1.8 es un esquema general de esta topología

Como ventajas principales que tiene la configuración Token Ring se mencionan:

1. Es de bajo costo y tiene gran modularidad.
2. Gran flexibilidad para incrementar el número de estaciones de trabajo.

Las principales desventajas que tiene son:

1. El tráfico de información que puede cursar está limitado por el Ancho de Banda del medio de transmisión utilizado.

2. Si el número de nodos es elevado, se tiene también un excesivo retardo.
3. La falla en algún punto de la red bloquea totalmente el sistema.

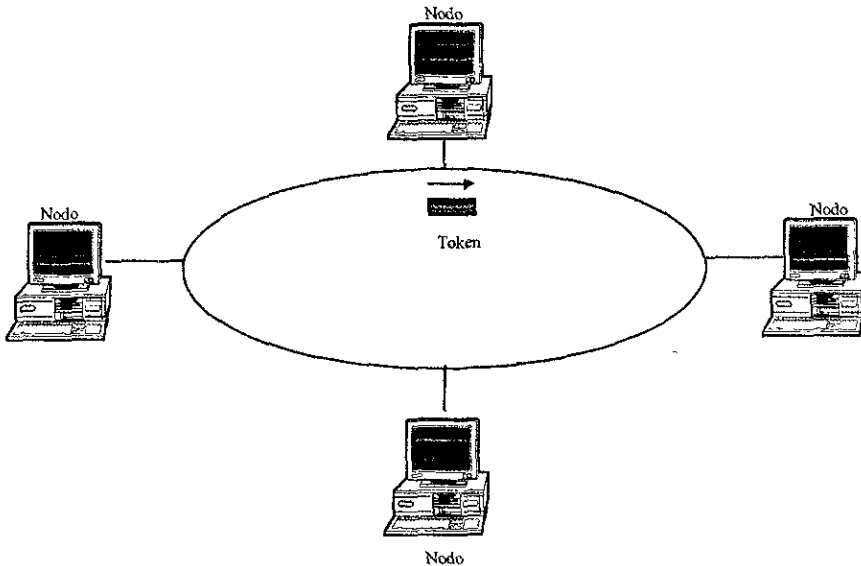


Figura 1.8. TOPOLOGÍA TOKEN RING/IEEE 802.5.

FDDI.

La topología FDDI (Fiber Distributed Data Interface) fue diseñada para redes que requieran de alta velocidad. Consiste de dos anillos de transmisión en contrasentido. El anillo primario es utilizado como canal principal. Como se observa en la figura 1.9, si por alguna razón el anillo primario es interrumpido, el secundario restablece la continuidad del primario en forma automática, actuando como redundancia. Se utiliza como medio principal el cableado de Fibra óptica y muy recientemente el cable UTP categoría 5 y cable STP. Con esta topología se pueden alcanzar velocidades de 100 Mbits/s.

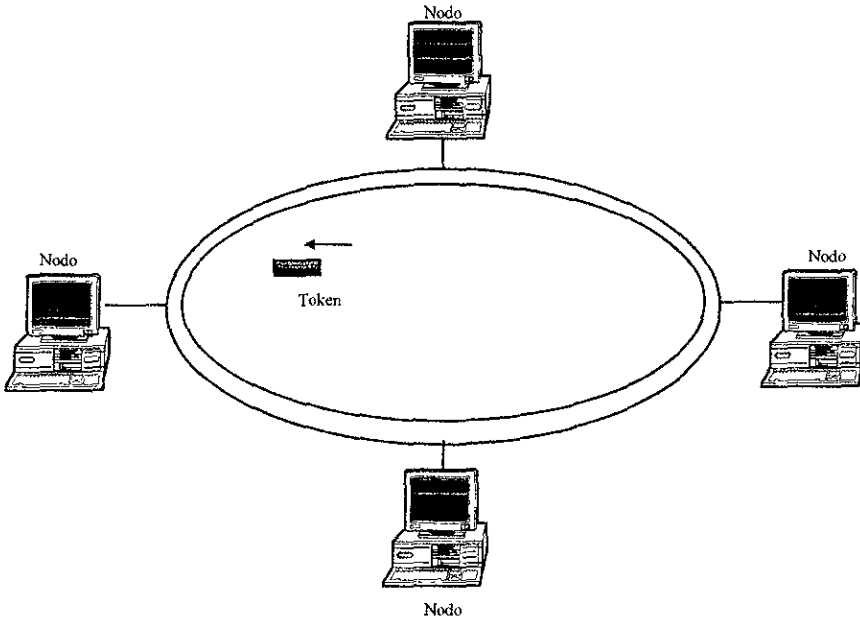


Figura 1.9. TOPOLOGÍA DE ANILLO DOBLE REDUNDANTE (FDDI).

INTERCONECTIVIDAD DE REDES LAN.

La topología de bus (Ethernet) y la topología de anillo (Token Ring) son ejemplos de redes físicas simples. Una red lógica puede estar constituida de una o más redes físicas.

Mientras que un puente o un ruteador permite la extensión física de una red, un ruteador conecta dos o más redes físicas. Específicamente, un ruteador es una computadora o equipo especial que envía paquetes del mismo protocolo (por ejemplo el protocolo IP) dentro de una red hasta otra. Las redes conectadas por protocolos pueden utilizar diferentes medios de transmisión. Una computadora puede hacer la función de un ruteador si contiene más de un puerto de comunicaciones, tablas de ruteo y el software adecuado para la transmisión de paquetes.

REPETIDORES.

Las señales digitales y analógicas que llevan información digital, sólo pueden transmitirse sobre una distancia limitada antes de que se atenúen o que alguna interferencia dañe la integridad de la información. Los repetidores son dispositivos que trabajan en la capa física. Un repetidor no incorpora ningún cambio o análisis del direccionamiento o estructura de la información asociada con otras capas, sino que simplemente reacondiciona la información y la transmite.

PUNTES.

Un puente sirve para conectar dos segmentos de una red LAN en la capa de Enlace de Datos, por lo cual pueden determinar las direcciones físicas de las estaciones fuente y destino involucradas en la transferencia. Los puentes permiten o niegan el acceso al nuevo segmento basado en la dirección física, este procedimiento es conocido como MAC (Media Access Control, Control de Acceso al Medio). A diferencia de los repetidores, los puentes son selectivos del tráfico de salida

Los puentes se utilizan generalmente para dividir una red muy saturada en dos segmentos por separado. El proceso básico de ruteo se describe tomando como referencia la figura 1.10.

1. Recibir toda la información del segmento A.
2. Desechar todos los paquetes direccionados a nodos en el segmento A.
3. Retransmitir todos los paquetes fuera del puerto apropiado.
4. Realizar las mismas funciones para la información de otros segmentos conectados.

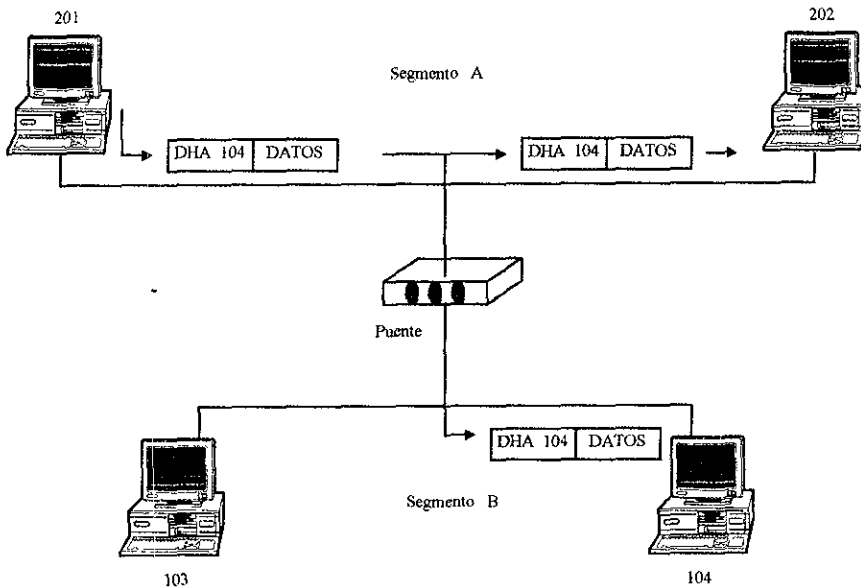


Figura 1.10. USO DE PUENTES PARA ENLAZAR REDES LAN.

Existen tres tipos de puentes: transparentes, de ruteo fuente y los puentes con algoritmo de árbol expandible.

PUENTES TRANSPARENTES.

Los puentes transparentes ofrecen el servicio de interconexión de la red y/o extensión para las redes LAN que emplean protocolos idénticos en las capas de enlace y física. Esta clase de puentes proporcionan tres servicios básicos; aprenden las direcciones de las estaciones finales de redes interconectadas, retransmiten bloques en base al conocimiento adquirido de las direcciones finales, y aseguran una topología libre de caminos redundantes.

Los puentes transparentes aprenden las direcciones de la estación final observando la dirección fuente de cada paquete recibido. Conforme los puentes reciben paquetes,

construyen y actualizan una base de datos (llamada tabla transmisora) y que incluye cada dirección fuente.

Los puentes transparentes retransmiten paquetes en base a la información de la tabla transmisora. cuando reciben un paquete comparan la dirección de destino con las direcciones contenidas en la tabla de transmisión, si no encuentran una combinación, se retransmite el paquete en todos los circuitos. Esta acción de retransmisión múltiple se llama inundación ó “flooding”

PUNTES DE RUTEO FUENTE.

El término ruteo fuente fue creado por IBM para describir un método para puentear paquetes a través de redes Token Ring. El ruteo fuente difiere del ruteo transparente en dos formas importantes:

1. Los puentes de ruteo permiten la multiplicidad de rutas entre dos estaciones finales cualesquiera de toda la red; los puentes transparentes, por el contrario, requieren una topología libre de enlaces redundantes.
2. En una red de ruteo fuente, los puentes no necesitan mantener tablas de transmisión. En su lugar, cada estación final determina la ruta hacia la estación final a través de un procesador denominado **descubrimiento de ruta**.

El proceso de descubrimiento de ruta se activa al generar múltiples paquetes que atraviesan todas las rutas entre estaciones fuente y destino. Estos paquetes son llamados APE(All Explorer; paquetes Exploradores de Todas las Rutas). Al recibir un paquete APE, el puente dentro de la red de ruteo añade un designador de ruta.

Después de agregar un designador de ruta, cada puente envía el paquete a los demás circuitos. Como consecuencia, en una LAN pueden aparecer múltiples copias del mismo paquete APE, y el receptor del paquete puede recibir múltiples copias del paquete. Cada

paquete APE que llega al receptor contiene una lista secuencia única de designadores de ruteo, que rastrea la ruta del paquete a través del ruteo fuente.

A fin de recibir este conteo entre los ruteadores fuente y destino en una red Token Ring, el puente mantiene una tabla de ruteo única y usa la información en esta tabla para dirigir paquetes a sus destinos. El puente se remite a esta tabla cuando recibe paquetes de información.

PUENTES CON ALGORITMO DE ARBOL EXPANDIBLE.

El comité IEEE 802.1 ha establecido un estándar aplicable a todos los puentes con nivel MAC. La mayor parte de este estándar se refiere a la operación de los puentes en ambientes topológicamente complejos que pueden contener conexiones de puentes redundantes o paralelas no pueden tolerarse dentro de un ambiente de puenteo transparente.

La duplicación y transferencia de paquetes duplicados representan un uso eficiente del Ancho de Banda disponible. El Algoritmo de Arbol Expandible asegura la existencia de una topología libre de enlaces redundantes en redes que contienen puentes paralelos.

Este algoritmo proporciona una sola ruta entre dos estaciones finales cualquiera de toda la red. También ofrece un alto grado de tolerancia a fallas que permite la reconfiguración automática de la topología frente a un falla del puente o de la ruta de la información. Se requieren cinco valores de manejo asignados para la derivación de la topología del árbol expandible.

- 1 Una dirección de alcance múltiple especificando los puentes de toda la red.
2. Un identificador de red único para cada puente dentro de toda la red.
3. Un identificador único para cada puente /interfaz LAN (llamado puerto).
- 4 Una prioridad al especificar la prioridad relativa de cada puerto.
5. Un costo para cada puerto.

Con estos valores asignados, los puentes emiten y procesan paquetes formateados llamados BPDU (Bridge Protocol Data Unit; Unidades de información para Protocolo de Puente). El intercambio de paquetes BPDU se logra rápidamente.

En la construcción de una topología libre de enlaces, los puentes de toda la red primero determinan el puente raíz, el puente con el mejor (menor) valor de prioridad este puente sirve como raíz de la topología libre de enlaces redundantes. Una vez realizado el procedimiento anterior, los otros puentes calcularán los costos de la ruta. Cada puente designa el puerto que ofrece la ruta de menor costo al puente raíz como el puerto raíz. En caso de costos iguales, el puente designa el puerto con menor prioridad como el puerto raíz.

RUTEADORES.

Los ruteadores tienen acceso a la información desde los tres niveles inferiores del modelo OSI (Físico, Enlace de datos y Red). La información de la capa 3 generalmente incluye lo que se conoce como direccionamiento lógico de la red. El direccionamiento físico no es asignado por el administrador de la red, mientras que el direccionamiento lógico sí lo puede ser. Esta es la diferencia básica entre un puente y un ruteador.

El administrador puede usar direccionamientos lógicos, para asociar un grupo de equipos con alguna característica en común (por ejemplo en un área departamental de un edificio). Estas direcciones proporcionan la flexibilidad que un direccionamiento físico no tiene, sencillamente por que éstos pueden ser agrupados jerárquicamente y cambiarse a un solo segmento físico. Los ruteos usan también uno (o más) algoritmos de ruteo específicos para calcular el mejor camino a través de la parte interna de la red. Los caminos pueden calcularse en términos de tiempo real (dinámicamente), a fin de que puedan ajustarse constantemente a las condiciones cambiantes de la red. Los algoritmos de ruteo dinámico difieren en factores que ellos consideran cuando realizan el cálculo de la mejor ruta. Por ejemplo, un algoritmo de ruteo puede determinar el mejor camino basándose en el menor número de saltos (o rutas) en el camino hasta su destino. Otros pueden considerar el menor tiempo de tránsito.

Capítulo I.

La función de los ruteadores es más demandante de proceso que los puentes, como resultado, sus velocidades de proceso generalmente no son tan altas. Por otra parte, son capaces de una selección de ruta muchos más sofisticada basada en el algoritmo de ruteo. La decisión de comprar un puente o un ruteador depende de las necesidades específicas de cada administrador de la red, y al actual ambiente del sistema.

La mayoría de los ruteadores modernos son realmente brouters (puente/ruteador/). Los brouters son esencialmente ruteadores que a su vez realizan las funciones de un puente. La mayoría de los algoritmos de ruteo son específicamente para protocolos del nivel de Red. Los brouters pueden soportar protocolos más populares, a la vez que proveen una opción para los protocolos sin soporte al nivel de Red, como puede ser el tráfico SDLC ó Netbios de IBM. En otras palabras, un brouter primero revisará un paquete para confirmar que éste soporta el algoritmo de ruteo de paquete, si no, en lugar de simplemente desechar el paquete, éste es punteado usando la información del nivel de Enlace.

Algunos fabricantes de puentes han intentado un arreglo opuesto agregando algunas capacidades de ruteo a sus puentes. Estos equipos son comúnmente llamados puentes de ruteo. Estos pueden realizar algunas opciones de rutas inteligentes mínimas y ofrecen también parte de la gran seguridad de los ruteadores. Para reconocer las distintas redes, el ruteador almacena tablas de todas las redes a las que pueden conectar, especificando el número de ruteadores que deben cruzar para alcanzarlas. Las tablas de los puentes, en cambio, almacenan las direcciones de todos las estaciones de trabajo, siendo mucho más grande que las de ruteo.

Existen varios protocolos de ruteo que permiten el intercambio de las tablas en base temporal o en base a las modificaciones físicas que ocurran como la caída en un enlace remoto.

Los ruteadores pueden operar con múltiples protocolos, ya que solo necesitan reconocer las direcciones origen y destino para tomar la decisión de una ruta óptima. Si el paquete es enviado a un medio distinto del originario, el ruteador cambiará el formato del paquete de

Capítulo I.

acuerdo al protocolo de acceso al medio correspondiente, ya sea encapsulado (como en el caso de X.25) o fragmentando el paquete (como en paquetes Frame Relay). esta característica no solo permite manipular varios protocolos simultáneamente (como pueden ser IPX, TCP/IP, OSI ó Apple Talk) sino transportarlos vía enlaces con distinto protocolo de acceso al medio (como CSMA/CD ó Token Ring), o distinto protocolo de ruteo (como el protocolo X.25 ó Frame Relay).

CAPÍTULO 2. CONMUTACIÓN DE DATOS.

Objetivo:

ANALIZAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES COMO UNA ALTERNATIVA MÁS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS.

CAPÍTULO 2. CONMUTACION DE DATOS.

Las redes de conmutación de paquetes son el resultado de la permanente necesidad de transmitir datos, de la evolución y el surgimiento de nuevos protocolos de comunicación. La implementación de X.25 en la década de los 70's marcó la pauta del desarrollo de tecnologías orientadas a la transmisión de datos en forma de "*paquetes*".

La tecnología derivada de la recomendación X.25 actualmente está siendo sustituida por otras capaces de transportar grandes cantidades de información a una velocidad extraordinariamente alta.

Otra característica importante de estas tecnologías es que se adaptan perfectamente a las aplicaciones y servicios que actualmente se desarrollan, entre las cuales se puede mencionar al correo electrónico, la transmisión de archivos de información y que en general pueden ser datos o imágenes digitalizadas. Debido a que estos archivos pueden ser de un tamaño relativamente grande, exigen que las tecnologías mencionadas proporcionen alta velocidad de transmisión.

2.1. ESTÁNDARES.

Entre los principales organismos internacionales que se ocupan de actividades relacionadas al desarrollo de estándares para la implementación de sistemas distribuidos en el área de la transmisión de información, a través de redes públicas de datos encontramos a CCITT, IEEE e ISO.

2.1.1. CCITT.

El CCITT (Consultive Committee International Telegraph and Telephone; Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía) está conformado por organismos

Capítulo II.

nacionales de correo y telecomunicaciones así como de compañías privadas que ofrecen servicios públicos de comunicaciones.

En lo que se refiere a la transmisión de datos, el CCITT estableció dos comisiones: la Comisión de Estudios XVII encargada de elaborar las recomendaciones sobre transmisión de datos a través de una red telefónica, conocidas como las recomendaciones de la serie V y la Comisión de Estudio VII, la cual se encarga de las recomendaciones sobre la transmisión de datos a través de redes públicas para transmisión de datos, que se denominan normas X.

2.1.2. IEEE.

El IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers; Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) es una organización profesional que ha desarrollado un número considerable de estándares en las redes de datos.

Entre los estándares implementados por el IEEE en el área de las redes LAN son actualmente predominantes e incluyen protocolos muy similares y virtualmente equivalentes a Ethernet y Token Ring.

2.1.3. ISO.

La ISO (International Standardization Organization; Organización Internacional de Normalización) es una federación de organismos nacionales de normalización y se encarga de la elaboración de recomendaciones internacionales a partir de propuestas de sus países miembros y de otros organismos profesionales. Sus trabajos se organizan en Comités Técnicos en grandes áreas de trabajo y estos a su vez se subdividen en Subcomités para el estudio de temas específicos.

Del campo de la informática se ocupa el Comité Técnico de Computadoras y Tratamiento de la Información. Como consecuencia del creciente interés por el tema de los sistemas distribuidos, en 1997 se creó un subcomité denominado "Interconexión de Sistemas Abiertos". Los trabajos de dicho Subcomité han dado lugar a la elaboración de un modelo de referencia conocido como OSI (Open System Interconnection); Interconexión de Sistemas Abiertos), el cual constituye una pauta al adentrarse en el estudio de los sistemas distribuidos.

2.2. MODELO OSI.

El modelo OSI es un modelo de referencia para el desarrollo de arquitecturas de sistemas abiertos. El modelo OSI pone atención a la interconexión de información entre sistemas y no al funcionamiento interno de un sistema en particular, por lo cual ha constituido el marco de trabajo para el desarrollo de protocolos estándares para la comunicación entre dos capas homónimas ubicadas en equipos separados. también permite rediseñar un sistema cuando alguna parte del mismo sufre algún cambio. los formatos y protocolos para la comunicación de capas adyacentes dentro de un sistema no serían estandarizados. El objetivo final del modelo OSI es desarrollar una compatibilidad total intersistemas para todos los productos y servicios ofrecidos por los proveedores alrededor del mundo. Los siete niveles en que se divide el modelo de referencia se muestran en la figura 2.1.

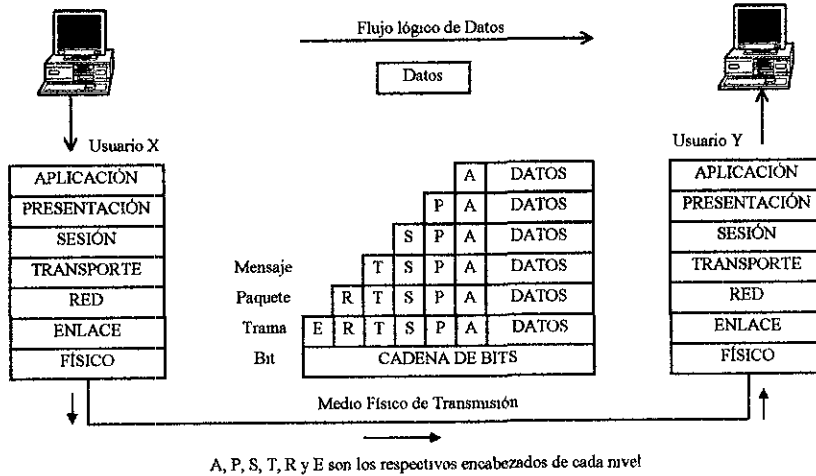


Figura 2.1 MODELO DE REFERENCIA OSI.

NIVEL FÍSICO.

Provee las características mecánicas y eléctricas, además del procedimiento para establecer, mantener y liberar *conexiones físicas* entre dispositivos, ya sea entre un DTE y un DCE ó entre DTE's.

La recomendación X.21 de CCITT define velocidades en el nivel físico que van desde 1.2 Kbits/s hasta 19.2 Kbits/s; equivalente al estándar RS232-C de la EIA. Las características funcionales consisten fundamentalmente en el intercambio de circuitos (RTS, CTS, RD, TD, etc.) los cuales son definidos por CCITT en la Recomendación V.24.

Las características eléctricas definen la naturaleza de las señales eléctricas presentes en el intercambio de circuitos y son definidos en la recomendación V.28 de CCITT. Las características mecánicas definen entre otras cosas la construcción física del conector y la asignación de los pines asignados en el intercambio de circuitos, los cuales son especificados en la norma 2110 de ISO para un conector de 25 pines.

Para conexiones de mayor velocidad (48.56 ó 64 Kbits/s), la recomendación V.35 de CCITT se utiliza con las características funcionales definidas en la Recomendación V.25, las características eléctricas por V.28 y V.35 y las características mecánicas por el estándar ISO 2593 para un conector de 34 pines.

NIVEL DE ENLACE.

En este nivel se realizan las funciones de direccionamiento y recuperación de errores y además en él se origina todas las *conexiones lógicas* a través de la línea. Esta capa utiliza un protocolo denominado HDLC aplicado a la transmisión de bloques de datos llamados *tramas* sobre un enlace físico. Esta capa gobierna la información que debe preceder y seguir a los bloques de datos definiendo un protocolo de transferencia.

NIVEL DE RED.

Las reglas de este nivel se aplican a dos nodos adyacentes que se comunican entre sí, pero que no se encuentran conectadas por una línea física. esta capa gobierna el uso de circuitos múltiples usados durante la comunicación y asegura que los paquetes de información sean entregados al destino remoto en la secuencia en la que se fueron transmitidos.

Las funciones de esta capa también incluyen el ruteo de los mensajes, las modificaciones de errores y opcionalmente, la segmentación y el bloqueo. En este estrato se determina el formato del campo de información de la trama HDLC. A dicho formato se le llama *Paquete*.

NIVEL DE TRANSPORTE.

Este nivel proporciona el control entre nodos de usuarios a través de la red. esto requiere que durante el trayecto, el paquete vaya acompañado tanto de las direcciones intermedias por las cuales pasa la información, como la dirección final. Una ruta adecuada consistirá en aquella que tenga menos puntos de conexión, evitando procesamientos múltiples,

controlando el flujo de paquetes y asegurando un adecuado direccionamiento entre los equipos de los usuarios.

El nivel de transporte proporciona la interface con el medio de transmisión empleado (RDI, Satélite, etc.) sin considerar el tipo de red que se está conectando.

NIVEL DE SESIÓN.

Este nivel gobierna el proceso de inicio y término en una sesión de comunicación . Este nivel realiza un chequeo continuo para determinar si la comunicación está siendo exitosamente realizada. Si se presenta algún problema en la sesión, este nivel deberá restaurarla sin que esto resulte en la pérdida de información al usuario si llegara a perderse el enlace.

NIVEL DE PRESENTACIÓN.

Este nivel gobierna el grupo de caracteres y códigos usados para la comunicación, la impresión y el desplegado en pantallas también son gobernadas en esta capa. La conversión de un grupo de caracteres hacia otro y la compactación de una cadena de caracteres en otra más pequeña, también son controladas en esta capa. El software de comunicación diseñado que involucra la codificación de caracteres y las características de la terminal caen en esta categoría.

NIVEL DE APLICACIÓN.

Todos los niveles anteriores existen en función de brindar soporte a éste. una aplicación se compone de procesos cooperantes que se intercomunican mediante el uso de protocolos definidos en este nivel. estos procesos de aplicación son la fuente de datos y la transferencia de archivos.

2.3. CONMUTACIÓN DE PAQUETES.

Los términos “*conmutación de paquetes*” y “*conmutación de circuitos*” son comúnmente usados como sinónimos siendo términos diferentes. La conmutación de paquetes permite que múltiples usuarios compartan las facilidades de la red de datos y Ancho de Banda, en lugar de ofrecer cantidades determinadas de Ancho de Banda dedicada a cada usuario.

ANTECEDENTES. LA RED ARPA.

La red ARPA (Advanced Research Project Agency; Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada) es el mejor ejemplo de que se dispone de una red de datos con conmutación de paquetes con recursos compartidos. ARPA es una organización subsidiaria del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica, esta red se extiende a lo largo de todo ese país y está prevista para el acceso internacional.

El objetivo original de la red ARPA fue el de permitir la comunicación de conjuntos de computadoras distribuidas geográficamente y, por lo tanto, en un principio fue estrictamente una red de computadora a computadora, pero en la actualidad, también permite el acceso desde terminales.

Los sistemas de comunicación que se interconectan se basan en la conmutación interactiva de mensajes; esta red se le conoce como subred.

Mediante la red ARPA se conectan computadoras dispersas, de diferente manufactura y de diseño variable, La subred con que se hace la conexión es una forma del sistema de almacenamiento, sincronía y control de errores, entre otros. Para aislar a las computadoras de los problemas de comunicación y para aislarlas al mismo tiempo de los problemas de interface con la computadora principal, se sitúan procesadores pequeños e idénticos entre ellas para atender dichos problemas directamente; de esta manera, los procesadores y el medio de transmisión que los conecta, conforman la red.

2.3.1. REDES DE CONMUTACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS.

La tecnología de conmutación se ha desarrollado por la necesidad de compartir los recursos de la red entre los diferentes usuarios del sistema y hacerla más eficiente desde el punto de vista económico, de esta manera podemos mencionar tres clases de redes de conmutación:

1. Redes de Conmutación de Circuitos.
2. Redes de Conmutación de Mensajes.
3. Redes de Conmutación de Paquetes

REDES DE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS .

La conmutación de circuitos se originó en la red de telefonía pública; cuando se realiza una llamada y, cuando desde ambos extremos comienzan a comunicarse, lo están realizando sobre un circuito temporal. Este circuito está dedicado a las dos personas hasta que concluya la llamada. Si ellos cuelgan y vuelven a llamar se establecerá otro circuito de la misma manera, pero no necesariamente sobre la ruta anterior. De esta manera, pueden compartirse entre los usuarios recursos comunes de la red (circuitos).

El proceso de comunicación entre computadoras es igual. Una llamada de punto a punto es establecida como un circuito virtual y se mantiene vigente hasta que toda la información ha sido transmitida. Entonces el circuito es desactivado, el Ancho de Banda asignado a la llamada es dedicado a ella hasta que la información es transmitida y recibida en su totalidad.

La conmutación de circuitos es la tecnología ideal para el tráfico que requiere un constante Ancho de Banda y tiempos mínimos de generación y terminación de la llamada.

Capítulo II.

El tiempo de respuesta es un factor importante a considerar en el diseño de circuitos de conmutación, especialmente cuando las aplicaciones del usuario dependen de él. Los datos o voz transmitidos solamente a nivel físico. La información no es procesada, solo pasa a través de la red sin importar su contenido. Fue mucho más lento el surgimiento de la conmutación de circuitos de datos en el mercado que la conmutación de circuitos de voz, básicamente a causa de la adicional inteligencia y digitalización requerida en los conmutadores de circuitos de información para procesar altas tarifas del proceso de llamadas, característica en las comunicaciones de datos.

Así mismo, las redes de comunicación de datos necesitan ofrecer más recursos de Ancho de Banda de la red para prevenir un bloqueo. La conmutación de circuitos ofrece la reducción de costos, una mejor calidad de servicio (en contraste con las líneas privadas), a la vez que mejora la cobertura del servicio.

REDES DE CONMUTACIÓN DE MENSAJES.

En los años 60's y 70's, el método más extendido en la transferencia de datos era la conmutación de mensaje. Esta tecnología sigue empleándose todavía en aplicaciones como el correo electrónico. A diferencia de la conmutación de circuitos, la conmutación de mensajes es una tecnología que permite grabar la información para atenderla después, gracias a la capacidad de almacenamiento que posee este tipo de conmutador.

Puesto que los datos suelen estar almacenados, el tráfico no puede considerarse interactivo o tiempo real, aunque también es posible cursar mensajes a gran velocidad, estableciendo prioridades para las distintas clases de tráfico, de esta forma, el tráfico de más alta prioridad permanece menos tiempo en cola.

La tecnología de conmutación de mensajes suele operar siguiendo una relación maestro/esclavo. Normalmente, el conmutador efectúa los sondeos y selecciones necesarias para controlar el tráfico entrante y saliente.

Aunque la conmutación de mensajes ha presentado un gran servicio a la industria, presenta varias desventajas importantes a considerar, en primer lugar, al tratarse de una estructura maestro/esclavo, cuando el conmutador falla, toda la red dejará de funcionar, ya que el tráfico debe entrar y salir por él. Para contrarrestar esta inconveniencia, muchas compañías duplican el conmutador.

Otro defecto, es que los conmutadores manejan todo el tráfico, razón por la cual se provocan frecuentes congestionamientos de información, una estructura así puede incrementar el tiempo de respuesta y disminuir el volumen de tráfico cursado. Por último, los recursos de la red no son aprovechados totalmente por el conmutador.

REDES DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES.

Como respuesta a los problemas presentados por la conmutación de mensajes, en los años 70's la industria buscó una nueva estructura de conmutación para el envío de datos. Frente a la conmutación de mensajes, la conmutación de paquetes distribuye el riesgo a más de un conmutador, reduce la vulnerabilidad de las fallas en la red y permite un mejor aprovechamiento del canal de comunicaciones.

Mientras que existe una mayor saturación con la conmutación de paquetes comparada con la conmutación de circuitos, esta saturación garantiza un envío libre de errores por el uso de paquetes direccionados que se transmiten por la red. Debido a que la conmutación de paquetes no requiere conexión, en contraste con la conmutación de circuitos, la inteligencia de los nodos de la red rutea los paquetes alrededor de los otros nodos en situaciones de falla. Se puede alcanzar velocidades mucho más altas por medio de la conmutación de circuitos que la conmutación del paquete convencional X.25, la cual es limitada a 64 Kbits/s.

La conmutación de paquetes es únicamente un servicio que no requiere de conexiones y que es efectivo para la transmisión cuya información no dependa del tiempo de respuesta

pero es poco recomendable para las conexiones orientadas y de voz y vídeo que requieran velocidad.

La conmutación de paquetes clasificado también por prioridades. Los nodos de los extremos son los responsables de la detección y corrección de errores, así como de iniciar su recuperación. La conmutación de paquetes es un amplio término que comenzó con los servicios X.25. Ahora es utilizado de una u otra forma para representar tecnologías actuales como “*Frame Relay ó Fast Packet*”.

2.3.2. PRINCIPIOS DE TRANSMISIÓN DE PAQUETES. (PAD)

Un *paquete* es una secuencia continua de bits transmitidos en una red como una unidad. Los bits pueden representar una colección de caracteres individuales y representar información de control de la llamada o simplemente la información que el usuario desea transmitir. estas cadenas de bits proceden de un dispositivo síncrono o asíncrono, y están contenidas en un formato preestablecido.

Un *paquete conmutado* es un paquete direccionado, con lo cual un canal de transmisión es ocupado durante el envío del paquete. El canal está disponible para los paquetes que están siendo transferidos entre los diferentes equipos terminales de datos.

Un *Circuito Virtual* es un circuito lógico utilizado en la comunicación entre dispositivos terminales en una red o entre dos redes. el término “virtual” se refiere al hecho de que sin ser un circuito físico establecido, funciona como tal. La ventaja que proporciona este tipo de circuito, es que permite el ahorro de Ancho de Banda, pues a través de un solo canal físico es posible establecer una gran cantidad de Circuitos Virtuales.

Un *PVC (Permanent Virtual Circuit; Circuito Virtual Permanente)* es, como su nombre lo indica, un circuito lógico permanentemente establecido. Los PVC son ideales para situaciones en donde la necesidad de contar con un medio de comunicación es constante.

Un *SVC*(*Switched Virtual Circuit; Circuito Virtual Conmutado*) es un circuito virtual que puede ser establecido dinámicamente de acuerdo a la demanda, en contraste con el PVC.

Entre los tópicos y conceptos involucrados en la transmisión de un paquete desde un dispositivo de origen hasta otro de destino, podemos mencionar:

1. Ensamble de un paquete en el punto de origen.
2. Identificación del paquete.
3. Transporte del paquete.
4. Recepción y desensamblaje del paquete en el punto de destino.

Los siguientes términos, son ampliamente utilizados para describir el proceso de ensamblaje y transporte de un paquete:

Conversión de protocolo. Conversión de un Protocolo Nativo (como el Asíncrono) hacia un Protocolo de Interface (por ejemplo el Modo Paquete)y viceversa.

PAD (Packet Assembly/Disassembly; Ensamblador/Desamblador de Paquetes). Es un software utilizado en forma de módulos que realiza principalmente las funciones de ensamblar y desensamblar paquetes y conversión de protocolos. los conceptos y las funciones representadas por estos términos, se muestran en la figura 2.2.

ENSAMBLE DEL PAQUETE.

La transmisión de los datos, a través de una red de paquetes, comienza con la conversión de un protocolo en Modo Nativo (esta dado en la aplicación) hacia el Modo Paquete, los paquetes ensamblados comienzan cuando el primer carácter es recibido en la terminal fuente, y colocado en la memoria (buffer) del convertidor de protocolos. Cada carácter adicional es recibido y almacenado en el buffer, este procedimiento continúa hasta que una condición indica el final del paquete

Una vez que el paquete sale, es “encapsulado” y se le adiciona un encabezado de paquete. en este instante, el paquete está preparado para ser transmitido a través de la red.

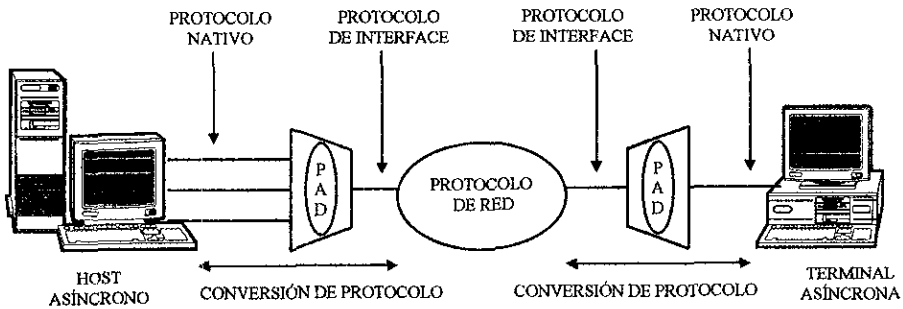


Figura 2.2. FUNCIONES DEL PAD.

ENCABEZADO DEL PAQUETE.

El encabezado de paquete contiene la información necesaria para su manejo a través de la red. La información en el encabezado incluye por lo general:

- **Identificación de información.** Incluye un número identificador del paquete. La función de identificador de paquete, asigna un número de identificación, conocido como LCN (Logical Channel Number; Número de Canal Lógico)
- **Número de secuencia.** También es asignado en el encabezado del paquete de datos. El número de secuencia identifica el orden en el cual los paquetes son transmitidos, este número es usado para el reconocimiento del paquete, y para identificar la secuencia en la cual los paquetes están siendo desensamblados en el dispositivo de destino.

CAMPO DE INFORMACIÓN.

Los datos del usuario están conectados en este campo. El tamaño del paquete de datos está determinado por el número de caracteres que el administrador del sistema asigne.

TRANSPORTE DEL PAQUETE.

Una vez que el paquete es ensamblado, es enviado a través de un enlace de comunicación. En seguida de que el paquete es transportado, éste debe ser puesto en una trama. El mecanismo de entramado es responsable de transportar el paquete libre de errores a través del enlace.

RECONOCIMIENTO DE TRAMA.

El reconocimiento de trama es un mecanismo usado por una red de paquetes para asegurar la entrega de datos a través del enlace. Una vez recibida la trama, el dispositivo receptor checa que la trama sea correcta. Si no ocurren errores durante la transmisión, un paquete de reconocimiento regresa al dispositivo fuente; cuando éste recibe el reconocimiento de trama, la copia de la trama que mantenía almacenada en memoria. Si el dispositivo receptor detecta un error en el Chequeo de Secuencia de Trama, descarta la trama incorrecta y no le envía reconocimiento. Las tramas subsecuentes llegarán fuera de sincronía y serán rechazadas por el nodo receptor, causando retransmisiones.

DESENSAMBLE DEL PAQUETE.

La función de desensamble del paquete es responsable de convertir los datos del usuario contenidos en el Modo Paquete a su formato original (Modo Nativo) y transmitirlo hacia el dispositivo de destino, el cual se encargará de recuperar la información del usuario.

2.3.3. RUTEO.

El ruteo es la función de red que permite optimizar la trayectoria que tendrá la transmisión de un paquete entre dos dispositivos, uno de origen y otro de destino, para lo cual se ha desarrollado varias técnicas que realizan esta función. A continuación se mencionan las más comúnmente usadas.

RUTEO POR PAQUETE.

Ruteo por Paquete significa que cada paquete recibido por un conmutador fue considerado como una unidad independiente para su ruteo. Esta técnica requiere que cada paquete sea completamente identificado a través de la información del encabezado contenido en el paquete.

La ventaja de esta técnica de ruteo es que los conmutadores de la red pueden enrutar el paquete por diferentes rutas en caso de que la red falle. Sin embargo, una gran cantidad de información requerida para identificar a dicho paquete incrementa los requerimientos de una Línea Troncal, además del tiempo y capacidad para procesar dicha información.

RUTEO ADAPTIVO.

El *Ruteo Adaptivo* requiere de una tabla almacenada en el conmutador. Esta tabla es periódicamente actualizada en el tiempo real por el conmutador, con procedimientos en línea. El ruteo adaptivo permite monitorear el tiempo de retardo, el tiempo que le toma a un paquete llegar desde el dispositivo de origen hasta del dispositivo final.

Adicionalmente, la condición de monitoreo en la red, permite conocer su estado y, periódicamente modifica la tabla de ruteo para conocer el estado actual de la red. Sin embargo, este monitoreo periódico requiere para sí mismo una capacidad considerable de procesamiento, y los paquetes de supervisión de la red que transportan la información del

- El conmutador no utiliza su capacidad de procesamiento para monitorear la red a fin de actualizar las tablas de ruteo.
- El conmutador tiene una mínima interacción con los conmutadores vecinos, reduciendo así el número de paquetes supervisores en la red.
- El tráfico puede ser distribuido uniformemente a través de Líneas Troncales de la red, evitando que el tráfico de la red se congestione.

Una desventaja del ruteo con directorio recuperado es que el retardo puede incrementarse debido a que las tablas de ruteo no son automáticamente actualizadas en la red.

TABLAS DE RUTEO.

Una tabla de ruteo contiene múltiples entradas construidas por cada conmutador, cada entrada es asociada con una dirección de destino y contiene la siguiente información:

1. Número de enlaces primarios.
2. Número de enlaces alternos.
3. Dirección X.21 del dispositivo de destino.
4. Número de dígitos significativos en la dirección en la cual será el ruteo.
5. Los enlaces primarios y alternos de la tarjeta del conmutador y el número de la misma.

Durante el ruteo, el conmutador corre un algoritmo que permite marcar las direcciones de destino requeridas con la tabla de ruteo almacenada. Cuando el reconocimiento es realizado, la tabla de ruteo es examinada por la dirección para determinar el número de enlaces primarios. La primera entrada en la lista de las tarjetas del conmutador es la línea primaria, el resto de las entradas son los enlaces alternos. La línea primaria siempre es seleccionada si ésta se encuentra operando y si tiene un LCN disponible para establecer una llamada virtual. Si la línea primaria no puede ser seleccionada, entonces, se selecciona una de las líneas alternas.

Cuando dos o más líneas primarias son identificadas en la tabla de ruteo, el conmutador debe detectar cual de ellas considerará como la mejor trayectoria. El conmutador evalúa el estado de cada enlace primario para checar los LCN disponibles. El enlace con el mayor número de LCN disponibles es seleccionado.

El LCN es un identificador único, usado para representar una llamada a través del enlace entre dos conmutadores de la red. El término “único” significa que el LCN debe ser asignado para una sola llamada.

2.3.4. EL CIRCUITO VIRTUAL.

El término “*Llamada Virtual*”, es utilizado para referirse a la asignación bidireccional entre dos puntos finales. En una red de conmutación de paquetes la Llamada Virtual es una trayectoria lógica entre dos puntos finales; la cual se establece mediante un paquete “*requeridor*” de llamada a través de la red entre dos dispositivos. La trayectoria se establece después de relacionar los enlaces entrantes y salientes en los mapas de llamadas en el conmutador.

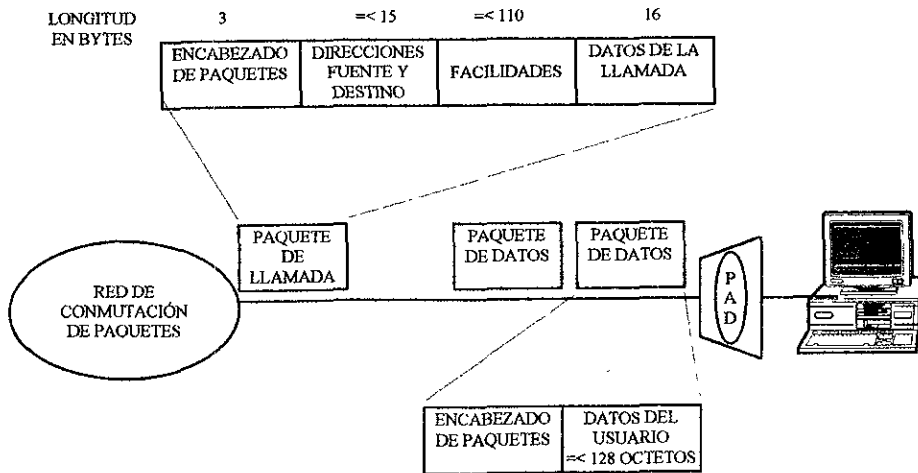


Figura 2.3 LA LLAMADA VIRTUAL.

Para reducir el encabezado requerido en los “*Paquetes de Datos*” el dispositivo del usuario y la red utilizan un procedimiento para establecer la sesión ó Llamada Virtual. Este procedimiento envía un paquete para el establecimiento de la llamada. El formato se encuentra ilustrado en la figura 2.3.

Las partes que conforman dicho paquete son:

- Encabezado del paquete. El encabezado contiene el LCN del paquete e información del control que incluye el tipo de paquete que se transmite.
- Direcciones. Los paquetes de Comando y Respuesta del establecimiento de Llamada son solamente paquetes que transportan las direcciones fuente y destino. El formato de las direcciones es definido por la Recomendación X.121 de CCITT.
- Facilidades. Las facilidades en el establecimiento de la llamada son acordados entre los puntos finales, estas incluyen funciones especiales de operación.

Si bien un número de Llamadas Virtuales puede compartir un sólo circuito físico, se comportan de manera independiente al operar en grupos de LCN; permitiendo de esta manera la creación de grupos de trabajo.

2.3.5. RECOMENDACIONES DE CCITT RELACIONADAS A LA CONMUTACIÓN DE PAQUETES.

El CCITT especifica un número de estándares internacionalmente reconocidos que se utilizan en el ambiente de conmutación de paquetes. Estas recomendaciones incluyen los siguientes aspectos:

1. Conmutación asíncrona
2. Conmutación síncrona.
3. Direccionamiento de redes.

La figura 2.4. es un esquema que muestra la forma en que las recomendaciones CCITT de la serie X se encuentran interactuando.

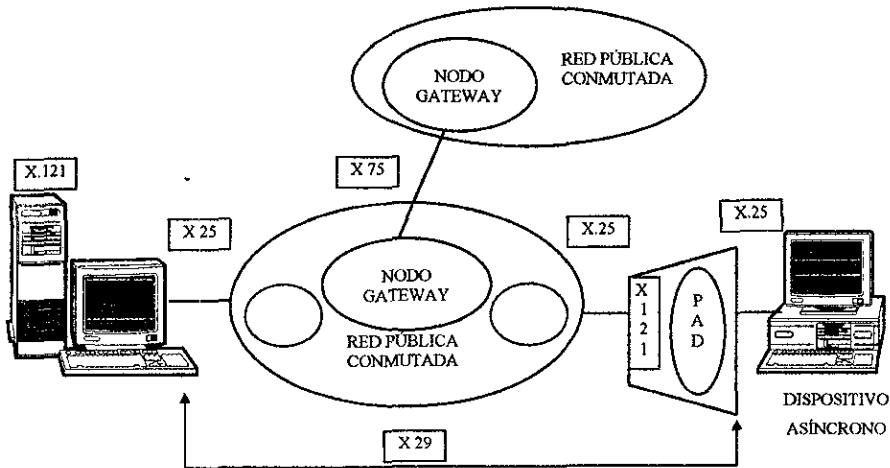


Figura 2.4 RECOMENDACIONES DE CCITT DE LA SERIE X.

2.3.6. RECOMENDACIONES PARA INTERFACES ENTRE DISPOSITIVOS ASÍNCRONOS Y SÍNCRONOS.

RECOMENDACIONES PARA INTERFACES ENTRE DISPOSITIVOS ASÍNCRONOS.

Las recomendaciones X.3, X.28 y X.29 especifican los estándares de interface de dispositivos asíncronos dentro de una red dedicada. Estas recomendaciones proporcionan los elementos necesarios para que una red de conmutación de paquetes soporte dispositivos asíncronos tales como terminales y/o host.

RECOMENDACIÓN X.3.

La recomendación X.3 define un grupo de parámetros usados para gobernar la interacción entre un PAD y un dispositivo asíncrono (terminal y/o host).

RECOMENDACIÓN X.28.

La recomendación X.28 define los procedimientos de comunicación entre una terminal asíncrona y el PAD. Esta recomendación especifica los comandos que el usuario podrá utilizar en el PAD (lectura de comandos X.3 por ejemplo) y servicio de señales hacia la terminal desde el PAD (como una indicación de clareo).

RECOMENDACIÓN X.29.

La recomendación X.29 define el método por el cual el PAD asíncrono se comunica con otro PAD y con otros dispositivos DTE en el modo paquete. Esta comunicación es transparente para la terminal del usuario, pero sirve para evitar cierta información de dispositivo específicos (como son los parámetros X.3 hacia otro PAD o hacia un DTE en el modo paquete). X.29 es responsable de manejar interrupciones desde la terminal de usuario, así como de establecer y consultar parámetros de configuración entre PAD de manera remota.

RECOMENDACIONES PARA INTERFACES ENTRE DISPOSITIVOS SÍNCRONOS.

Las recomendaciones X.25 y X.75 especifican los estándares de interface para la conexión entre dispositivos síncronos y entre diferentes redes de comunicación de paquetes respectivamente.

RECOMENDACIÓN X.25.

La recomendación X.25 establece los procedimientos necesarios para establecer la interface de comunicación entre dispositivos DTE's en una red de conmutación de paquetes. Estos procedimientos se refieren al establecimiento, administración y control tanto de las llamadas como de los datos del usuario y son realizadas en los tres primeros niveles del modelo OSI.

RECOMENDACIÓN X.75.

La recomendación X.75 define el método por el cual redes de conmutación de paquetes independientes son interconectadas. El protocolo está basado en X.25 y define los mismos tres niveles de procedimientos de control. Sin embargo, en X.75 se incluye un campo adicional en los paquetes de establecimiento y clareo de llamadas, el cual es usado para señalar la información de control de la red.

2.4. RECOMENDACIONES PARA EL DIRECCIONAMIENTO DE REDES.

RECOMENDACIÓN X.121.

La recomendación X.121 especifica el formato de direccionamiento usado en una conexión X.25 y X.75 sobre una red de conmutación de paquetes. El formato de direccionamiento propuesto por CCITT consiste de un máximo de 14 dígitos distribuidos de la siguiente manera:

- Los cuatro primeros dígitos corresponden al DNIC (Data Network Identifier Code; Código de Identificación de la Red de Datos), de los cuales los tres primeros identifican al Código del país y el cuarto dígito identifica a una red en particular.

- Los 10 dígitos restantes identifican el direccionamiento particular de la red, asignados según las necesidades de administración de la propia red.

2.5. EL PROTOCOLO HDLC.

SDLC fue desarrollado por IBM a mediados de la década de los 70's. Este protocolo fue la base para el desarrollo de nuevos protocolos de la capa de enlace de datos, creados para operar en el modo síncrono orientado a bit. De esta manera la ISO modificó el protocolo SDLC para crear el protocolo HDLC. Posteriormente el CCITT modificó el protocolo HDLC para crear el procedimiento LAP (Link Access Procedure; Procedimiento de Acceso al Enlace) y posteriormente el LAPB (Link Access Procedure Balanced; Procedimiento de Acceso al Enlace Balanceado), IEEE modificó el protocolo HDLC para crear el estándar IEEE 802.2.

Cada uno de estos protocolos ha llegado a ser importante para la operación en el ambiente LAN (IEEE 802.2) y en el ambiente WAN (SDLC;HDLC;LAPB).

ESTACIONES Y CONFIGURACIONES LÓGICAS.

Los protocolos orientados a bit reconocen la existencia de cuatro tipos de estaciones lógicas que pueden operar en cualquiera de las tres configuraciones que se mencionan a continuación y se observan en la figura 2.5.

Estación Lógica Primaria. Una estación lógica primaria asume la responsabilidad de organizar el flujo de datos y de recobrar el nivel de enlace en caso de error. Las tramas transmitidas por esta estación son referidos como tramas de control.

Estación Lógica Secundaria. Una estación lógica secundaria no tiene directamente la responsabilidad de control de enlace, en lugar de ello, esta estación responde a los comandos enviados por la estación primaria.

Estación Lógica Balanceada. Una estación lógica balanceada está diseñada para compartir equitativa y complementariamente las funciones de control de enlace con otra estación balanceada. Una estación balanceada no se identifica ni como estación primaria ni como estación secundaria.

Estación Lógica Configurable. Una estación configurable tiene la capacidad de funcionar en diferente momento y según se requiera (por que puede responder a diferentes grupos de comandos) como estación primaria, estación secundaria o estación balanceada.

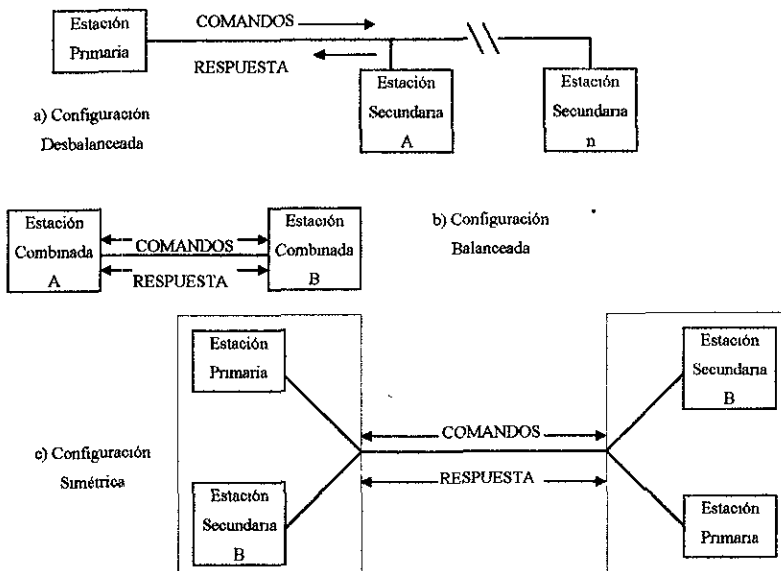


Figura 2.5 MODOS LÓGICOS DE CONFIGURACIÓN.

Configuración Desbalanceada. Una configuración desbalanceada consiste de una estación lógica primaria y una o más estaciones lógicas secundarias. Esta configuración se considera desbalanceada en el sentido de que la prima de responsabilidad reside en al estación primaria.

Configuración Balanceada. La configuración balanceada consta de dos estaciones balanceadas conectadas por un circuito dedicado o por un circuito punto a punto conmutado. En la configuración balanceada cada terminal tiene igual y complementaria responsabilidad del control del enlace de datos.

Configuración Simétrica. En esta es posible combinar una estación lógica primaria y estación lógica secundaria en una estación física, para con ello obtener una combinación de dos configuraciones punto a punto desbalanceadas operando de manera independiente.

PROCEDIMIENTOS RELACIONADOS CON EL ACCESO AL ENLACE.

Un protocolo de enlace de datos es un grupo específico de reglas que gobierna el proceso de intercambio de datos sobre un enlace de comunicaciones entre dispositivos que pueden ser computadoras personales, terminales y conmutadores de paquetes entre otros.

Los protocolos de control de enlace de datos residen en el nivel de Enlace del modelo OSI. Las funciones de un protocolo de control de enlace de datos incluyen la inicialización de un enlace físico, el control de intercambio de datos y la terminación del enlace y, la que sería la función más importante desde el punto de vista del usuario: manejar técnicas de recuperación de información en caso de presentarse alguna condición de mal funcionamiento en la red.

HDLC.

HDLC comparte los campos del formato de la trama SDLC, y al igual que SDLC soporta el modo de operación síncrona y "*Full Duplex*". La diferencia principal entre estos dos protocolos es que SDLC soporta únicamente un solo de transferencia que soporta HDLC son:

Capítulo II.

- **Modo de Respuesta Normal.** Este modo de transferencia es usado por SDLC. En este modo, una estación secundaria no puede comunicarse con una estación primaria hasta que ésta le otorga permiso.
- **Modo de Respuesta Asíncrona.** Este modo de transferencia permite a la estación secundaria intercomunicarse con la estación primaria sin esperar permiso de ésta.
- **Modo Asíncrono Balanceado.** Este modo de transferencia introduce un nodo combinado. Un nodo combinado puede actuar como una estación primaria o secundaria dependiendo de la situación.

FORMATO DE LA TRAMA HDLC.

El formato de la trama HDLC está representado en la figura 2.6.

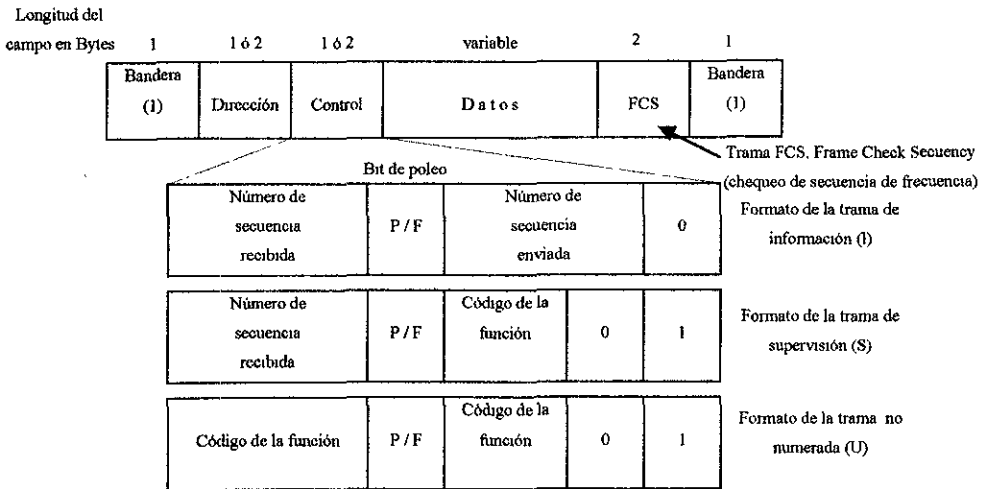


Figura 2.6 FORMATO DE LA TRAMA HDLC.

Como se muestra en la figura, la trama HDLC esta delimitada por dos banderas con longitud de un byte cada una.

Capítulo II.

El campo de dirección contiene siempre la dirección de la estación, secundaria involucrada en el proceso de comunicación. Puesto que la estación primaria es la fuente del proceso de comunicación, no se requiere incluir su dirección.

En la figura anterior se muestra que el campo de control puede usar tres diferentes formatos dependiendo del tipo trama HDLC requerida. Las tres tramas se describen a continuación:

1. **Trama de información (I).** Esta trama transporta información de control relacionada con la operación "*Full Duplex*" hacia las capas superiores. Envía y recibe números de secuencia además del bit de poleo, información de control de flujo, chequeo de errores. El número de secuencia se refiere al conteo de tramas enviadas y recibidas a través del canal de la red. Este conteo de tramas enviadas y recibidas a través del canal de la red, permite esperar una numeración consecutiva. En la operación "*Full Duplex*" el **envío y recepción** de información se mantiene **permanente**. La estación primaria usa el bit de poleo (P/F) para decir a la estación secundaria si ésta requiere de una respuesta inmediata. La estación secundaria utiliza este bit para decir a la estación primaria si la actual trama es la última respuesta enviada por ésta.
2. **Trama de Supervisión (S).** Esta trama proporciona información de control. Estas no tienen un campo de información. Las tramas de supervisión solicitan y suspenden la transmisión, reporte de estado y reconocimiento de las tramas de información
3. **Trama no numerada (U).** Esta trama como su nombre lo sugiere, no sigue ninguna secuencia. Esta trama puede tener un campo de información. Las tramas no numeradas son usadas con fines de control. Por ejemplo, en ellas se especifican si el campo de control es de uno o dos bytes, inicialización de una estación secundaria y otras funciones similares.

La trama FCS (Frame Check Secuency; Chequeo de Secuencia de Trama) precede al delimitador de la bandera final. La trama FCS utiliza un algoritmo denominado CRC (Cyclic Redundancy Check; chequeo de Redundancia Cíclica) cuya función es realizar un cálculo algebraico de cada trama, tanto en el lado de la estación transmisora como en la

estación receptora para posteriormente compararlas y determinar si ha ocurrido algún error en la transmisión. El formato de la trama HDLC es compartida por la trama SDLC:

LAP y LAPB.

LAPB es más conocido por su presencia en el protocolo X.25. LAPB comparte el mismo formato, tipo de tramas y los campos de funciones de los protocolos SDLC y el HDLC, pero a diferencia de estos, LAPB está restringido al modo de transferencia Asíncrono Balanceado, de esta manera este protocolo podrá operar únicamente con estaciones combinadas.

El procedimiento LAP en X.25 gobierna el intercambio de datos a través del enlace entre un dispositivo DTE y un dispositivo DCE. Actualmente X.25 define dos protocolos en este nivel: LAP y LAPB. LAPB es el protocolo preferentemente usado y es completamente compatible con el procedimiento que utiliza HDLC: Este difiere ligeramente en el modo de operación y en el reparto de comandos de LAP.

Los circuitos LAPB pueden ser establecidos por un dispositivo DTE ó por un DCE. La estación que inicializa la llamada es determinada para operar como primaria, mientras que la estación de respuesta será la estación secundaria.

LAPD.

LAPD es la norma que describe el Procedimiento de Acceso al Enlace de Datos en el canal D. El protocolo LAPD tiene como objetivo transportar información entre entidades del nivel de Red a través de la interface usuario-red de ISDN (Integrated Service Digital Networks; Red Digital de Servicios Integrados)utilizando el canal D.

LAPD es independiente de la velocidad de transmisión binaria y para su funcionamiento requiere de un canal duplex transparente. Las características del canal D son las siguientes:

Capítulo II.

- 16 Kbits/s para Acceso Básico.
- 64 Kbits/s para Acceso Primario.

Ambos aplicables para señalización y datos en modo paquete. Todas las terminales deben estar sincronizadas y configuradas en modo esclavo hacia el Terminador de Red (TR) de tal manera que no se interfieran mutuamente .

Cualquier terminal puede transmitir en el canal D y debe contener mecanismos de contención que aseguren que cada unidad tenga su acceso disponible en su momento y que los datos que esté transmitiendo no sean alterados por los intentos de acceso de otra unidad. El mecanismo de contención se basa en 4 características:

1. El canal D opera en el nivel 2 de acuerdo con el protocolo HDLC (supervisión).
2. Con ayuda del Eco hacia las terminales, puede monitorearse el canal D desde el Equipo Terminal (ET) hacia el Terminador de Red (TR).
3. El bus proporciona una operación tipo compuerta AND en la transmisión de información para diferentes terminales.
4. Las terminales inactivas transmiten 1's.

El modo de operación es el siguiente:

- Antes de transmitir una trama HDLC, cada terminal verifica que el canal D esté libre, esto lo deduce cuando al menos 8 bits (1's consecutivos) han sido detectados.
- Durante la transmisión de una trama HDLC el terminal ET debe comparar cada bit transmitido con el valor presente en el bus mediante el ECO. En caso de detectar diferencia entre el valor transmitido y el leído en el Eco, la transmisión será suspendida.

El mecanismo utilizado para acceso al canal D se apoya en la utilización de un bit de Eco (Bit E) en el que el TR repite lo que recibe en el canal, por lo que antes de recibir el siguiente bit D, todas las terminales deben haber recibido el Eco del bit anterior

Capítulo II.

Todos los protocolos HDLC emplean la transmisión de tramas, cada trama contiene una dirección de origen y otra de destino de la transmisión. La capacidad de soportar simultáneamente varios flujos de información procedentes de diversas terminales, distingue a LAPD de LAPB, es decir, LAPB no soporta información de señalización para conmutación de circuitos en ISDN, mientras LAPD sí.

ESTÁNDAR IEEE 802.2.

IEEE 802.2 es frecuentemente referido como LLC (logical Link Control; Control de Enlace Lógico), que es muy popular en el ambiente LAN, en donde este estándar opera con otros protocolos del ambiente LAN como son: IEEE 802.3, IEEE 802.4 e IEEE 802.5.

IEEE 802.2 ofrece tres tipos de servicio: Tipo 1 Servicio orientado a no conexión sin reconocimiento (LLC1), Tipo 2 Servicio Orientado a Conexión (LLC2) y Tipo 3 Servicio orientado a no conexión con reconocimiento (LLC3).

- El *servicio LLC1 ó Tipo 1* no conforma la transferencia de datos debido a que algunos protocolos que operan en las capas superiores como TCP/IP ofrecen una transferencia de datos confiables y que son frecuentemente usados en este tipo de servicios.
- El *servicio LLC2 ó Tipo 2* establece circuitos virtuales entre la estación transmisora y la estación receptora, siendo de esta manera un servicio orientado a conexión en el cual el sistema requiere confirmaciones de recepción y transferencia de datos.
- El *servicio LLC3 ó Tipo 3* soporta el reconocimiento de transferencia de datos, sin embargo, no establece circuitos virtuales. El servicio LLC3 es muy usado en sistemas autorizados de producción en donde la detección de errores es importante, pero el espacio de memoria para establecer circuitos virtuales es muy limitado.

CAPÍTULO 3. TRANSMISIÓN DE PAQUETES CON FRAME RELAY.

Objetivo:

**DESCRIBIR EL PROTOCOLO FRAME RELAY, ASÍ COMO SUS
CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETROS NECESARIOS PARA LA
TRANSMISIÓN DE GRANDES VOLÚMENES DE DATOS.**

CAPÍTULO 3. TRANSMISION DE PAQUETES CON FRAME RELAY.

3.1. PROTOCOLO FRAME RELAY.

El crecimiento del tráfico de datos originado por la gran cantidad de nuevas aplicaciones tales como el correo electrónico, la transferencia de archivos y los programas elaborados para el diseño y manufactura, creados para trabajar en el ambiente LAN, ha traído la necesidad de transmitir grandes volúmenes de información en forma de patrones de tráfico impredecibles conocidas como “ráfagas” Frame Relay es un protocolo de acceso a la red diseñado para transportar este tipo de información. Tanto las anteriores aplicaciones, como las actuales que requieren de alta velocidad de transmisión, no pueden tolerar excesivos retardos a través de los enlaces WAN; Frame Relay también fue diseñada para cubrir esta necesidad.

El protocolo Frame Relay trabaja en los dos primeros niveles del modelo OSI ya que parte del hecho de que los dispositivos conectados alrededor de él y los medios de comunicación son de muy alta confiabilidad, trayendo como consecuencia un menor procesamiento de información. Esta capacidad permite a los nodos Frame Relay la transmisión de altos volúmenes de tráfico a través de canales de mayor velocidad, sin tener que incrementar el tamaño del equipo.

Los protocolos orientados a paquete tienen como característica, la posibilidad de administrar el Ancho de Banda de manera inteligente haciendo uso de su capacidad para manejar la totalidad del tráfico proveniente de diferentes fuentes, el cual será lógicamente multiplexado a través de una interface única en la red, Los paquetes serán enviados tan pronto como el canal esté disponible.

En esencia, Frame Relay es un mecanismo de señalización y transferencia de datos entre dispositivos finales y la red. El dispositivo transmisor, coloca un número identificador en cada trama de datos antes de que ésta sea enviada al nodo Frame Relay de destino, el cual interpreta como una dirección de destino y envía la trama hasta él. Este proceso también

habilita a cada dispositivo terminal para comunicarse con varios destinos utilizando un solo enlace de acceso a la red.

ASPECTOS GENERALES DE FRAME RELAY.

Frame Relay posee características empleadas en la conmutación de paquetes, así como en la conmutación de circuitos. Al igual que X.25, Frame Relay usa el Ancho de Banda únicamente cuando existe tráfico de datos para cursar, sin embargo, como en los circuitos conmutados, al mismo tiempo, es transparente a la mayoría de los protocolos de comunicación actualmente utilizados y tiene la capacidad de conmutar el tráfico a velocidades relativamente grandes.

Al igual que en la Conmutación de Paquetes, cualquier usuario puede conectar su nodo a un servicio de comunicación provisto normalmente por una empresa pública de transmisión de datos.

3.1.1. CARACTERÍSTICAS DE UNA RED FRAME RELAY.

La inclusión de la trama Frame Relay por los organismos de estandarización ha derivado en la creación de un nuevo protocolo llamado Q.933 derivado a su vez del protocolo Q.931 que corresponde al nivel de señalización para redes ISDN. Q.933 permitirá a un punto terminal, especificar dinámicamente una dirección de destino para una trama. Las redes Frame Relay contarán con una conectividad ilimitada sin tener la necesidad de establecer previamente circuitos virtuales.

La red Frame Relay fue concebida para aplicaciones que requieran alta velocidad y un mínimo retardo, sin embargo, también fue creada para usuarios cuyas aplicaciones requieran de un uso aleatorio de la misma; el uso de canales de alta velocidad y el manejo adecuado de la congestión utilizados por Frame Relay satisfacen estos requerimientos. Las características principales que se observan en una red Frame Relay son las siguientes:

- El protocolo Frame Relay resulta ser un protocolo transparente del nivel 3 en adelante del modelo OSI.
- La mayoría de los protocolos del nivel 2 existentes, pueden ser transportados en la trama Q.922A, utilizada por Frame Relay logrando con ello una gran flexibilidad en términos de conectividad con respecto a la mayoría de dispositivos de redes X.25, LAN, e IBM existentes.
- Una red Frame Relay soporta múltiples destinos haciendo uso de un sólo enlace físico a través de un canal de alta velocidad.
- Frame Relay proporciona un enlace lógico que en el ambiente X.25 se conoce como un PVC. El uso de este enlace no implica reservar ninguna porción de Ancho de Banda, simplemente es una trayectoria reservada y única entre el dispositivo final del usuario y el conmutador Frame Relay.
- Otro servicio que proporciona una red Frame Relay es la creación de grupos cerrados de usuarios. La modificación en la configuración de estos grupos puede realizarse en cualquier instante.

3.1.2. FRAME RELAY VS X.25 COMO TÉCNICA DE CONMUTACIÓN.

Una de las maneras más fáciles para describir el funcionamiento del protocolo Frame Relay, es compararlo con el protocolo X.25. La recomendación X.25 define un método estándar de conexión entre dispositivos DTE's de una red de conmutación de paquetes. La recomendación X.25 esta basada en los primeros tres niveles del modelo OSI, cuyas funciones se describen a continuación:

Nivel 1. El nivel de interface física define las características fundamentales eléctricas y mecánicas de la interface entre un equipo DTE y un equipo DCE. Este nivel define la operación "*Full Duplex*" de un circuito síncrono.

Capítulo III.

Nivel 2. El nivel de enlace es el responsable de la transmisión libre de errores de paquetes a través de cada enlace de la red. La mayoría de las redes soporta tanto en el procedimiento de acceso LAP como el LAPB.

En suma, la red puede seleccionar el modo en que los datos son puestos en las tramas usando el procedimiento propuesto en el formato HDLC que está orientado a bit o también por procedimiento de entramado BYSYNC que es orientado a carácter. Ambos tipos de entramado pueden usar la secuencia de numeración de trama básica (módulo 8) o extendida (módulo 128).

Nivel 3. El nivel final de paquete en el cual se define un PVC (circuito virtual permanente) y un SVC (circuito virtual conmutado) para una red. En ambos servicios, el nivel de paquete define las características de configuración, establecimiento y clareo de la llamada virtual. El nivel de paquete X.25 incluye la definición de facilidades u opciones disponibles para un DTE.

Los datos generados por los dispositivos terminales son almacenados, procesados y retransmitidos por los dispositivos X.25. Haciendo una analogía de lo anterior con el envío de una carta, se puede decir que la información que sale de la terminal es “almacenada” y posteriormente colocada en un “sobre” para poder transportarse.

La información contenida en el “sobre” permite al dispositivo receptor, determinar si los datos fueron recibidos de manera íntegra y sin errores, si no ocurre esto, el equipo solicitará la retransmisión de los datos. De manera general, se puede decir que la información contenida en el “sobre” incluya tanto los datos del usuario como los comandos de supervisión y control necesarios en la operación de la red. Los datos son enviados por el canal físico de comunicación hacia el siguiente nodo de la red.

Cuando los datos arriban al siguiente nodo, éstos son almacenados una vez más y entonces son analizados para determinar si ocurrió algún error durante la transmisión. Si esto

ocurrió, las tramas erróneas son retransmitidas desde el nodo inmediato anterior en donde estaban almacenadas.

Si no ocurrió error en la transmisión, los paquetes contenidos en la trama "Frame" son "desempaquetados" para conocer el destino que tiene el paquete. Si el paquete aún no arriba hasta su destino, el procedimiento anterior se repite hasta que todos los paquetes contenidos en la trama alcanzan sus respectivos nodos de destino. En este punto, todos los "sobres" son examinados, removidos y los datos son entregados hasta el dispositivo final del usuario. El procedimiento anterior es una forma complicada de cómo X.25 realiza las funciones de conmutación. Dicho procedimiento fue desarrollado para operar en un ambiente en el que los dispositivos finales no realizaban funciones de corrección de errores, control de flujo; entre otros y también en donde las líneas de transmisión no eran de gran calidad.

En contraste con X.25, Frame Relay lleva a cabo la conmutación únicamente en los primeros niveles del modelo OSI. En la tecnología Frame Relay, cualquier equipo terminal inteligente, encapsula la información en un "sobre" (especificando en una trama Q.922A).

El dispositivo inteligente puede enviar los datos hacia la red ya encapsulados en la trama. En otro caso, esta trama continúa con la información de ruteo que no se tenía en el nivel 2, suprimiendo el nivel 3. En lugar de esto, la trama es examinada por su dirección de destino y el ruteo toma lugar en el nivel 2 del modelo OSI que corresponde al nivel de trama.

Comparado con X.25, Frame Relay mejora algunas funciones incluidas en el nivel 2 del modelo OSI. Por ejemplo los nodos no realizan la corrección de errores en las tramas, debido a que Frame Relay confía en la baja tasa de errores ocurridos en la transmisión. La red Frame Relay puede detectar tramas erróneas y como consecuencia puede descartarlas. Los equipos terminales y los protocolos punto a punto asociados a ellos son los responsables de detectar y recobrar las tramas erróneas detectadas y descartadas por la red. Este procedimiento proporciona gran eficiencia a la red, pues gana una gran velocidad al no tener que procesar la enorme cantidad de información que se genera en los tres niveles

inferiores del modelo OSI. Partiendo de hecho de que una red Frame Relay es menos compleja, el proceso requerido por cada nodo es menor, existe por consiguiente un menor retardo. El tiempo de retardo en X.25 va del orden de 5 hasta 20 milisegundos contra menos de 2 milisegundos en Frame Relay. Esta reducción de retardo en cada nodo mejora directamente el tiempo de respuesta de la red.

La manera en que Frame Relay puede llevar a cabo la función de conmutación en el nivel 2 del modelo OSI cuando anteriormente la realizaba en el nivel 3 se explica tomando como base la figura 3.1.

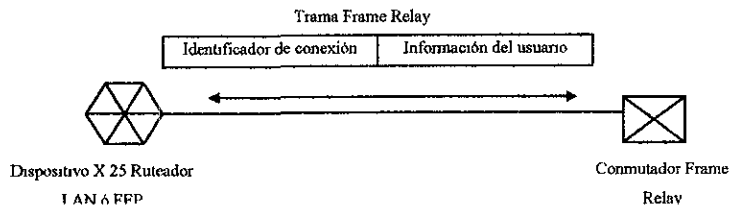


Figura 3.1. USO DE UN IDENTIFICADOR DE CONEXIÓN EN TRÁFICO FRAME RELAY.

Un dispositivo inteligente como un ruteador o un conmutador de paquetes X 25 conoce el destino de cada trama, lo que permite incluir esta información en el nivel de paquete del protocolo. Con Frame Relay sin embargo, la dirección de destino es puesta de manera abreviada en el nivel de trama. Por ejemplo, una LAN puede necesitar enviar datos hacia otras 10 redes LAN. En este caso no es necesario especificar en el nivel de trama de la terminal o estación de trabajo, las direcciones exactas a las que están dirigidos los datos. Esta información es conducida en el paquete del "sobre de la trama". Lo único que la LAN transmisora requiere es indicar que los datos son transmitidos por ejemplo para la LAN número 7.

En el punto de destino final está especificado en la trama actual vía un "Identificador de Conexión" que en términos formales se conoce como DLCI (Data Link Connection

Identifier; Identificador de Conexión de Enlace de Datos). En el ejemplo anterior, el identificador de la red pudo decir "7".

La trama puede estar conformada según el formato establecido por la especificación Q.922A, que a su vez está basado en el protocolo U.922, pero no requiere que la red tenga implementados procedimientos de control y recuperación de errores.

Después de que el equipo terminal ha determinado la dirección de destino y puesto ésta el DLCI con la trama, éste envía la trama hacia el primer nodo de conmutación al cual llamaremos Nodo de Conmutación Frame Relay. El conmutador Frame Relay entonces lee el DLCI y rutea la trama hacia el siguiente nodo. La trama continúa siendo enrutada de esta manera a través de la red hasta que alcanza el nodo de destino. El nodo termina de destino entonces, entrega la trama hasta el usuario final; las funciones del nivel 3 y del resto de los niveles superiores son realizadas por los equipos terminales.

3.1.3. ESTANDARES DE FRAME RELAY.

Las necesidades de manejar estándares que regulen el protocolo Frame Relay entre los diferentes diseñadores de equipo de telecomunicaciones llevó a Estados Unidos a crear un comité conocido como T1S1 a trabajar en el desarrollo de los estándares. T1S1 dio entrada al protocolo Frame Relay a los estándares de CCITT en los Grupos de Estudio XI y XVIII. El trabajo técnico de los estándares para Frame Relay concluyó en 1991.

Por su parte, CCITT determinó dividir las funciones y características del protocolo Frame Relay en 5 estándares por separado:

- **Descripción del Servicio.** (CCITT 1.233, ANSI T1.606). describe el propósito y características generales de una red Frame Relay..

- **Administración de la Congestión.** (CCITT 1.370, ANSI T1.606-1) define la velocidad y manejo del tráfico de las ráfagas de datos. Describe también los procedimientos de administración y control de la congestión en la red.
- **Aspectos Esenciales.** (CCITT Q.922, ANSI T1.618). Da una amplia explicación de los procesos que ocurren en Frame Relay.
- **Señalización de Acceso.** (CCITT Q.933, ANSI T1.617). Especifica un protocolo para establecimiento de llamadas virtuales del nodo Frame Relay y proporciona un medio para informar a los usuarios a cerca de la asignación, detección de fallas y restablecimiento de la llamada virtual.
- **Control de Enlace de Datos.** (CCITT Q.922, no estandarizado por ANSI). Proporciona un mecanismo de enlace final punto a punto para asegurar la entrega correcta de información a través de la red.

La recomendación Q.922 Anexo A de CCITT define los aspectos centrales que dieron origen a la estructura de la trama LAPF (Link Access Procedure for Frame Relay; Procedimiento de Acceso al Enlace para Frame Relay) para el control y transporte de datos entre dos dispositivos finales en el nivel 2 del modelo OSI.

El Anexo A contiene la estructura de la trama, procedimientos y formatos de los protocolos de los campos para la operación apropiada del servicio proporcionado en el nivel 2 como son descritos en las recomendaciones I.222 e I.223.

El protocolo definido en el Anexo A es un subgrupo del protocolo LAPF. Este intenta compartir las funciones principales del protocolo LAPF definidas en la recomendación I.2333 que ha sido utilizado convenientemente por el protocolo LAPD así como también en la recomendación Q.921. Estas funciones se refieren a la delimitación, alineamiento y transferencia de la trama, el procedimiento de multiplexaje y demultiplexaje de la trama usando el campo de dirección, detección (pero no corrección) de errores y las funciones de administración de la congestión.

Q.922A fue escogido para Frame Relay porque virtualmente todos los protocolos de datos pueden ser adaptados a dicho formato para transportarse a través de redes WAN. SNA,

TCP/IP, X.25 y virtualmente todos los protocolos propietarios, pueden ser usados con el formato Q.922A; esto hace a una red Frame Relay compatible con una gran variedad de protocolos de alto nivel.

3.2. MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE TRAMA Q.922A.

Una red Frame Relay es una red WAN de alta velocidad que permite a dispositivos terminales remotos comunicarse entre sí aún cuando estos se encuentran operando bajo distintos protocolos. Los dispositivos terminales pueden ser estaciones de trabajo, computadoras personales, o servidores que trabajan en el ambiente LAN; Procesadores Frontales en redes Token Ring; dispositivos síncronos, asíncronos ó X.25 en redes de conmutación de paquetes.

La red Frame Relay está diseñada para interconectar una gran variedad de dispositivos finales de canales de alta velocidad. La conformación que corresponde al hardware de un nodo Frame Relay está constituido por dos partes:

1. El equipo que realiza las funciones de conmutación, y
2. Las líneas Troncales usadas para la conexión del equipo al medio de comunicación.

EQUIPOS DE CONMUTACIÓN FRAME RELAY.

Un nodo Frame Relay puede configurarse según el tipo de tráfico que vaya a circular a través de él, para lo cual se requiere adaptar una interface determinada. Las tres formas en que un conmutador Frame Relay puede configurarse son:

1. **Conmutador Combinado Frame Relay / X.25.** Actúa como una interface entre dos redes de conmutación de paquetes: una red X.25 sin interface para Frame Relay y una red X.25 con dispositivos que proporcionan el formato de trama para Frame Relay (Q.922A).

2. **Conmutador Frame Relay Dedicado.** Este conmutador sirve como interface solamente entre dispositivos que manejan tramas con el formato Q.922A.
3. **Conmutador como un Dispositivo de Interface Frame Relay.** En este caso el conmutador es adaptado con un software que realiza las funciones de Ensamblador/Desensamblador de paquetes con el formato Q.922A. Esto permite soportar a otros dispositivos que operan con protocolos SDLC, HDLC o en el ambiente LAN.

FACILIDADES T1/E1.

T1/E1 son dos diferentes estándares físicos por los cuales los datos son transmitidos. T1 es el estándar incorporado por Estados Unidos de Norteamérica y Japón. El estándar E1 es usado por la mayoría de los países del mundo, incluyendo a México. Por razones prácticas, en el presente texto se manejará únicamente el estándar E1 y solamente mencionaremos que el estándar T1 maneja 24 canales de 64 Kbits/s con un Ancho de Banda total de 1.536 Mbits/s.

El estándar E1 es originalmente un estándar europeo que maneja 32 canales de 64 Kbits/s de los cuales dos son utilizados para el control de tramas y señalización y los otros 30 como canales para transportar los datos de los usuarios, tal como se mencionó en el capítulo 1.

VELOCIDADES DE ACCESO DISPONIBLES EN UNA LÍNEA TRONCAL.

Es importante recordar la diferencia entre una Línea de Acceso y una Línea Troncal (llamada simplemente Troncal). Una Troncal es la línea de conexión entre dos dispositivos de conmutación, en este caso de Frame Relay. Una línea de Acceso es la línea de conectividad entre el equipo del usuario y la red. El estándar utilizado en la administración del Ancho de Banda está basado en el estándar E1 mencionado anteriormente. La arquitectura de una red Frame Relay puede estar conformada con velocidades de acceso y troncales que se deberán implementar según los requerimientos de diseño de la propia red.

El administrador de la red puede distribuir el Ancho de Banda en la red tomando en cuenta tres tipos de enlaces proporcionados:

1. **Enlace E1 No Fraccionado.** La Línea Troncal toma a la interface E1 como un solo canal que maneja un Ancho de Banda total de 2.048 Mbits/s.
2. **Enlace E1 Fraccionado.** Maneja 32 canales de 64 Kbits/s cada uno, para un Ancho de Banda total de 2.048 Mbits/s, en esta configuración es posible utilizar los canales en bloques de 2 o más de manera conjunta con el fin de disponer del Ancho de Banda según lo requieran las aplicaciones.
3. **Enlace E1 Canalizado.** La Línea Troncal está configurada por 32 canales que operan de manera independiente a una velocidad de 64 Kbits/s, para un Ancho de Banda total de 2.048 Mbits/s. Un enlace de estas características no resulta práctico en Troncales por los cuales se registra un tráfico de datos muy intenso, pues el nodo estará en situaciones de congestión muy frecuentemente.

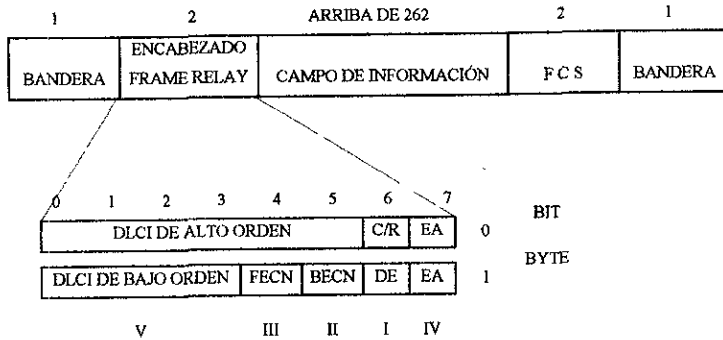
3.3. TRAMA Q.922A.

La recomendación Q.922A de CCITT define el formato de la trama utilizada por el protocolo Frame Relay, el cual debe ser adoptado por los vendedores de productos Frame Relay.

La trama Q.922A contiene los campos DLCI, FECN, BECN, C/R, EA, DE, Campo de Información y FCS. Delimitados por banderas, tal como se muestra en la figura 3.2:

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

LONGITUD DEL
CAMPO DE BYTES



- I ELEGIBILIDAD DE DESCARTE (DISCART ELEGIBILITY)
- II NOTIFICACION DE CONGESTION EXPLICITA DE RETRÓCESO (BACKWARD EXPLICIT CONGESTION NOTIFICATION)
- III NOTIFICACION DE CONGESTION EXPLICITA DE AVANCE (FORWARD EXPLICIT CONGESTION NOTIFICATION)

Figura 3.2. FORMATO DE LA TRAMA FRAME RELAY Y ESTRUCTURA DEL ENCABEZADO.

Las banderas utilizadas en Frame Relay están basadas en el estándar HDLC y son usadas de la misma manera que en las interfaces X.25, HDLC ó SDLC. Su función es mantener una línea activa en el nivel de enlace de datos en ambas direcciones cuando no hay tramas presentes, además sirven como delimitadores para la identificación del inicio y el final de una trama. Al menos una bandera debe estar presente entre dos tramas continuas. El valor hexadecimal de la bandera es 7E.

El parámetro **DLCI** (Data Link Connection Identifier; Identificador de Conexión de Enlace de Datos) usado en Frame Relay realiza la misma función que el LCN en las redes X.25 en el nivel de paquete, es decir, permite distinguir los circuitos virtuales en cada conexión de

acceso. Esto permite al software identificar y enrutar correctamente la información desde un punto terminal de usuario hasta el otro.

El DLCI identifica un enlace lógico permanente en la red Frame Relay, es además una etiqueta de ruteo de 10 bits de los cuales:

- Los bits 3-8 del primer octeto son los más significativos.
- Los bits 5-8 del segundo octeto son los menos significativos.

Una trama que no tenga el DLCI es detectada como errónea y será descartada.

La función del bit **FECN** (Forward Explicit Congestion Notification; Notificación de Congestión Explícita de Avance) es informar al usuario que el procedimiento para evitar la congestión en la red será iniciado. Cuando la red pone un bit FECN en 1, notifica al usuario que la trama pasó a través de una trayectoria congestionada en la red y que el bit BECN podría ser puesto en las tramas de retorno.

Mientras detecta la congestión en alguna ruta, el tráfico de datos es reducido temporalmente hasta que la situación de congestión se encuentre en un umbral mínimo aceptado por el conmutador Frame Relay.

El bit **BECN** (Backward Explicit Congestion Notification; Notificación de Congestión Explícita de Retroceso) indica la posibilidad de que la información que está recibiendo se encuentra atravesando una trayectoria de la red en estado de congestión. Esto ocurre cuando el bit BECN es puesto en 1; en este momento, el dispositivo receptor indica por medio de una trama que viaja en la dirección opuesta a las tramas de información recibidas que puede activar un procedimiento de evasión de congestión.

La red utiliza el bit **C/R** (Command/Response; Comando/Respuesta), el cual es de aplicación específica en los protocolos de enlace LAPB o LAPD, en donde sirve para indicar si la trama en cuestión es un Comando o una Respuesta al Comando.

Capítulo III.

Este bit no tiene ningún significado dentro de la red, sin embargo, queda asignado a un uso futuro para determinar la naturaleza de la información transmitida por el usuario. El bit siempre es puesto en cero. La red Frame Relay no utiliza el bit asignado como C/R, por lo que es transmitido de manera transparente.

El bit **EA** (Address Extension; Extensión de Dirección) tiene siempre un valor asignado de 0 en el primer octeto y de 1 en el segundo octeto. La combinación 01 permite el uso de una trama de dos octetos, siendo esta combinación el encabezado de dicha trama.

El bit **DE** (Discard Eligibility; Elegibilidad de Descarte) es puesto en "1" para indicar que la trama podría ser descartada perfectamente a otras tramas cuando la red se encuentra en estado de congestión.

Las tramas con bit DE puesto en "0" tienen menor probabilidad de ser descartadas, sin embargo también están sujetas a serlo si el umbral de congestión es muy elevado.

El **campo de información (I)** en el formato Frame Relay contiene los datos transmitidos por el usuario. La máxima congestión permitida en este campo varía, dependiendo del diseño requerido por la red. Si la red en cuestión no soporta un campo de información de por lo menos 1600 octetos, impedirá transportar diferentes tipos de tráfico de datos de redes LAN a través de una red Frame Relay.

- El número máximo de octetos que puede manejar es de 8189, sin embargo, el algoritmo FCS en el formato de la trama Q.922A es efectivo en la detección de errores solamente hasta con 4096 octetos.
- El número menor de octetos que puede manejar es de 1.

FCS es el campo en donde la verificación de errores toma lugar. Frame Relay utiliza una técnica de verificación de error conocido como **CRC** (Cyclic Redundancy Check; Chequeo de Redundancia Cíclica), la cual genera dos bytes que van al final de la trama para detectar datos erróneos.

La técnica está desarrollada en base a un algoritmo algebraico que genera un patrón de bits único, el cual recalculado en el extremo final. Si la comparación de bits generados en los puntos origen y destino coinciden, significa que la información ha sido correctamente entregada.

Cuando Frame Relay descubre errores en la trama, únicamente la descarga y deja la tarea de las transmisiones a las estaciones de trabajo o dispositivos terminales. El algoritmo FCS no puede detectar bits erróneos en tramas mayores a 4096 octetos.

3.4. DIRECCIONAMIENTO DE LA RED FRAME RELAY.

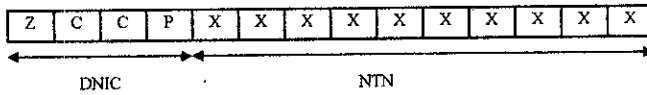
Para identificar a cada usuario de la red, éstos deben tener asignado un número de dirección único. Este direccionamiento permite a otros usuarios y componentes de la red así como a las herramientas de administración localizar cada dispositivo, CCITT utiliza dos recomendaciones para ello: la recomendación X.121 y la recomendación E.164.

La recomendación X.121 ha sido por mucho tiempo el estándar utilizado por las redes de conmutación de paquetes para conmutar la arquitectura de la red. E.164 es el estándar más reciente creado para este fin. Este estándar fue creado para ISDN (Red Digital de Servicios Integrados) y ha sido adaptado para las redes Frame Relay.

PLAN DE NUMERACIÓN BASADO EN LA RECOMENDACIÓN X.121.

Esta recomendación ha sido utilizada para desarrollar el plan de numeración en las redes de Conmutación de Paquetes.

Las direcciones de una red con el estándar X.121 pueden tener de 5 a 14 dígitos. Los dígitos que conforman el plan de numeración basado en el estándar X.121 están estructurados como se muestra en la figura 3.3.



Donde

DNIC Código de Identificación de la Red de Datos
 NTN. Número de Terminal de Red

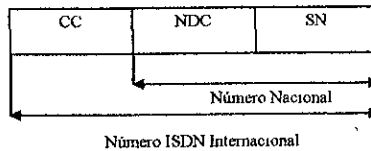
- Asignación de Dígitos en la red
- Z. Código de Zona (asignado por CCITT).
 - C Código de País (asignado por CCITT)
 - P. Código de la Red de Datos (asignado por cada país)
 - X Código no estandarizado (asignado por cada red)

Figura 3.3 ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES SEGÚN LA RECOMENDACIÓN X.121.

PLAN DE NUMERACIÓN BASADO EN LA RECOMENDACIÓN E.164.

El plan de numeración basado en la Recomendación E.164 de CCITT es usado en redes Frame Relay y para futuras interconexiones entre redes ISDN. Las direcciones de una red bajo esta recomendación puede tener de 1 a 15 dígitos, los cuales se encuentran distribuidos según el esquema mostrado en la figura 3.4.

El número de red es usado para especificar el canal de acceso de los usuarios y tiene un significado global en la red. El canal de acceso puede ser en forma de un E1 completo, fraccionado ó canalizado.



- Asignación de Dígitos en la red
- CC Código del País definido por la Recomendación E 163 (1-3 Dígitos)
 - NDC Código de Destino Nacional
 - SN Número de Suscriptor.

Figura 3.4. ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES SEGÚN LA RECOMENDACIÓN E.164.

3.4.1. PLL.

El PLL (Permanent Logical Link; Enlace Lógico Permanente) es usado de la misma manera que el PVC en las redes X.25. En términos generales, estos dos conceptos son empleados como sinónimos. Las funciones que realiza y que caracterizan a un PLL son las siguientes:

- Los datos del usuario viajan a través de la red sobre un PLL definido.
- Es una trayectoria entre interfaces de acceso entre un dispositivo originador y otro terminal.
- El PLL se define en el momento es que el administrador da de alta al usuario en la red.
- Consiste de un elemento originador direccionado en la red Frame Relay con DLCI y un dispositivo terminal de la red con su DLCI correspondiente.
- Múltiples PLL's pueden ser activados en un mismo canal.
- Múltiples dispositivos finales pueden transmitir datos en forma simultánea debido a que cada dispositivo tiene asignado su propio PLL.
- Cada PLL se establece únicamente entre puntos finales.

Aunque la red Frame Relay puede transportar al mismo tiempo la información procedente de diferentes fuentes usando el mismo enlace físico, las tramas de cada usuario viajan sobre su propio PLL, lo que impide que sean mezclados con el resto de las tramas. Esto significa que las tramas de un usuario en particular mantienen una secuencia bien definida al cruzar por el mismo grupo de enlaces lógicos.

ASIGNACIÓN DE UN PLL EN UN ENLACE E1 NO FRACCIONADO.

La asignación de un PLL dentro de un E1 no fraccionado tiene las siguientes características:

- La dirección E.164 es asignada para la interface E1 completa.
- Los DLCI son asignados para cada PLL.
- Pueden estar configurados múltiples PLL's en cada canal.

- Hay un DLCI para cada PLL asignado en la red.

ASIGNACIÓN DE UN PLL EN UN ENLACE E1 FRACCIONADO.

La asignación de un PLL en un E1 fraccionado tiene las siguientes características:

- La dirección E.164 es asignada para cada canal asignado.
- Los DLCI son asignados para cada PLL en servicio sobre ese canal.

ASIGNACIÓN DE UN PLL EN UN ENLACE E1 CANALIZADO.

La asignación de un PULL en un E1 canalizado tiene las siguientes características:

- La dirección E.164 se asigna en referencia a cada uno de los 30 canales dados.
- Múltiples PLL's pueden ser declarados en cada canal.
- Hay un DLCI por cada PLL asignado como punto final por la red.

CLAREO DE LLAMADAS VIRTUALES.

Un PLL puede ser clareado por alguna de las siguientes razones:

1. Si la Troncal en la trayectoria del PLL queda fuera de servicio; el PLL será clareado y restablecido sobre una ruta alterna.
2. Los comandos del sistema de destino está fuera de operación.
3. Cuando el conmutador de destino está fuera de operación.
4. Cuando los valores asignados para la administración de la congestión son incompatibles con la capacidad del canal.

3.4.2. DLCI.

El DLCI permite identificar un PLL en la red; cada PLL tiene asignado un DLCI diferente que permite distinguirlos entre sí.

Durante la fase de transferencia de datos, un conmutador de tránsito simplemente rutea o retarda la trama hacia el siguiente conmutador en la red. Esto es debido a que cada trama viaja a través de la red haciendo uso de su propio DLCI, el cual determina la línea y el DLCI que utilizará al salir del conmutador. Esta técnica de ruteo reduce el procesamiento de información entre conmutadores de tránsito, incrementando por consecuencia la velocidad con que las tramas viajan en la red.

Durante la transferencia de datos, una trama perteneciente a un PLL dado es ruteado a través de la Troncal de acuerdo al DLCI asignado dinámicamente a cada salto de la trama a través de los conmutadores de tránsito.

El valor del DLCI de entrada es reasignado por el conmutador; el cual asigna un valor distinto para el DLCI de salida; este procedimiento se repite en cada nodo de la red. El DLCI tiene un significado local ya que únicamente sirve para identificar una parte de la trayectoria total que se sigue la trama hasta su destino final.

3.5. ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA.

La administración de una red Frame Relay implica tanto una administración interna como de la interface del usuario de la red. Esta responsabilidad ha sido distribuida entre diferentes protocolos; esta administración incluye los siguientes aspectos:

1. Administración de los parámetros de servicio de usuarios suscritos.
2. Administración de Ancho de Banda.
3. Administración de la Congestión.

El parámetro **Be** (Excess Burst Size; Tamaño de Ráfaga Excedida) especifica la máxima cantidad de datos que el usuario de la red podrá transmitir en condiciones no especificadas. Lo anterior significa que el usuario podría transmitir una cantidad “extra” de información hacia la red Frame Relay en un momento en que el tráfico de la red lo permita. El parámetro **Be** representa dicha cantidad “extra”.

Las redes Frame Relay pueden usar esta noción de velocidad para implementar una “velocidad forzada” hacia la interface de usuario. La velocidad forzada significa que las tramas en exceso del CIR serán transmitidas solamente si el Ancho de Banda está disponible y descartado si éste es insuficiente.

El bit DE es puesto en tramas de baja prioridad, de esta manera, son descartadas en primer término en caso de tramas perdidas. El bit DE es puesto por la red Frame Relay en algunas tramas recibidas con valor CIR alto; a dichas tramas se les asigna un valor de baja prioridad. El bit DE puede también ser puesto en el equipo del usuario final si éste es capaz de reconocer que algunas tramas son más importantes que otras.

3.5.2. ADMINISTRACIÓN DEL ANCHO DE BANDA.

La distribución del Ancho de Banda es una función muy importante en la administración de la red. La red regula el flujo de datos entrantes para asegurar que el Ancho de Banda que requieran éstos no exceda a la capacidad de la red. Los enlaces lógicos son establecidos basándose en la capacidad disponible tanto en la Troncal como de la Línea de Acceso. Las reglas y consideraciones que sigue la red en la administración son:

- La cantidad de bits asignada al parámetro **Bc** (tamaño de ráfaga) en el tiempo **Tc** es transmitida de manera transparente.
- La cantidad de bits excede el parámetro **Bc** y es menor a la cantidad asignada al parámetro **Be** durante el tiempo **Tc** es transmitida como una trama susceptible a ser descartada en caso de congestión.

- La cantidad de bits excedente de los parámetros B_c y B_e será descartada.
- Cualquier trama con el bit DE puesto en 1 será considerada por la red como susceptible a ser descartada.

ADMINISTRACIÓN DE LA CONGESTIÓN.

Al igual que la administración de Ancho de Banda, la administración de la congestión tiene una particular importancia en la red. Desde el momento en que los recursos de la red son dinámicamente distribuidos entre los dispositivos, la red tiene que tomar constantemente decisiones respecto a cuánto Ancho de Banda en excedente podrá estar disponible para cada usuario con el fin de evitar congestionamientos en la red y, acerca de cómo manejar una situación de congestión.

Una razón es que Frame Relay permite a los usuarios enviar una cantidad mayor de datos que los soportados por ella. Esto ofrece ventajas por que deja vacíos de tráfico que puede ser utilizados por los demás dispositivos de la red, obteniendo una transmisión estadística al hacer uso de la naturaleza estática. Sin embargo, por esta misma situación, puede ocasionalmente llegar a sobrecargarse.

Cada fuente de datos es configurada con una velocidad y tamaño determinado, que les permite a todos transmitir al mismo tiempo sin congestión. Sin embargo, cada fuente de transmisión puede tratar de excederse de su velocidad asignada para aprovechar el Ancho de Banda no utilizado. Cuando esto ocurre, provoca una congestión del tráfico de datos en al red.

Los siguientes son los elementos involucrados en la congestión:

- Patrones de tráfico independientes.
- Ráfagas de tráfico impredecibles.
- Ausencia de mecanismos de control de flujo entre la red y los dispositivos finales

Los dos componentes de la Administración de la Congestión son:

1. Evasión de la Congestión.
2. Recuperación de la Congestión.

PROCEDIMIENTOS DE EVASIÓN DE LA CONGESTIÓN.

La red realiza una notificación mediante la activación de los bits FECN. En el campo de información de congestión del formato es donde los bits relacionados al control de congestión son almacenados. Si la red está experimentando una congestión, es por que varias fuentes de datos están conteniendo por el mismo Ancho de Banda y están generando patrones de datos impredecibles. Teniendo presente que Frame Relay fue diseñado para estos casos, veamos qué está ocurriendo y cómo se maneja esta situación en la red:

- BECN los cuales están en el formato de la trama Frame Relay. .
- Los usuarios deberán reducir el flujo de datos en la red y evitar que los circuitos de la misma se congestionen.
- Los usuarios son notificados por la red cuando el valor del umbral más bajo de congestión es alcanzado.

El mecanismo de Evasión de la Congestión está conformado por tres procedimientos que le permite realizar sus funciones. Estos mecanismos son:

1. Evasión de la Congestión en la red.
2. Evasión de la Congestión usando el bit FECN.
3. Evasión de la Congestión usando el bit BECN.

PROCEDIMIENTOS DE EVASIÓN DE LA CONGESTIÓN EN LA RED.

Los procedimientos de Evasión de la Congestión en la Red son usados para la administración de los recursos de la red (memoria buffer), la cual está ubicada en cada

Capítulo III.

PLL. La congestión es monitoreada en cada PLL, el cual tiene asociado un umbral de monitoreo. Este umbral está especificado en términos de subtramas encoladas y son calculados por el conmutador Frame Relay.

1. El nodo de tránsito detecta que el PLL encolado excede el umbral de congestión establecido.
2. El nodo FRSI (interface de conmutación Frame Relay) previo es notificado del estado de congestión.
3. Los datos adicionales para este PLL son suspendidos.
4. Si el PLL no sale de su estado de congestión, entonces el nodo FRSI previo podría poner en estado de congestión al PLL correspondiente.
5. Si la red no puede aliviarse del estado de congestión a lo largo de toda la trayectoria que siguen los PLL, entonces, invoca otros procedimientos para evitar la congestión en la red.

EVASIÓN DE LA CONGESTIÓN USANDO EL BIT FECN.

- La interface FRIC notifica al FRIC remoto cuando un umbral es excedido.
- La interface FRIC usa el FRINP lógico para poner al bit FECN en 1.
- La interface FRINP usa el DLCI 0 para alcanzar al FRIC remoto y de esta manera evitar usar los PLL's congestionados.
- Una vez bajo el estado de umbral, el FRIC notifica al FRIC remoto para que ponga nuevamente al bit FECN de las tramas salientes en 0.

EVASIÓN DE LA CONGESTIÓN USANDO EL BIT BECN.

- La señalización para la puesta del bit FECN en el FRIC remoto debe cruzar la red, pero la puesta del bit BECN la realiza de manera local en el nodo FRIC congestionado.
- Cuando el umbral es excedido, la interface FRIC pone el bit BECN en la trama saliente que va en dirección opuesta al PLL congestionado.

- Cuando el estado de congestión disminuye y la interface FRIC está por debajo del umbral, el bit BECN regresa a su estado normal.

3.5.3. PROCEDIMIENTOS DE RECUPERACIÓN DE ERROR.

El procedimiento de recuperación de error es invocado por la interface FRIC. Este procedimiento implica también el descartar a las tramas erróneas. La interface FRIC utiliza umbrales de monitoreo para recuperar la congestión, los cuales son calculados por el conmutador Frame Relay.

La interface FRIC envía solamente tramas completas, así que las subtramas descartadas o perdidas causan que FRIC no envíe la trama.

3.5.4. RUTEO.

El ruteo es realizado en dos áreas funcionales:

- **Generación de la Ruta.** Un conmutador Frame Relay tiene la habilidad de aprender la topología de la red y generar tablas de ruteo. Las tablas de ruteo generadas por la red son actualizadas o modificadas en tres situaciones:
 1. Cuando se adiciona o se borra una Línea de Acceso o Troncal.
 2. Cuando un nodo es adicionado o borrado.
 3. Cuando una Línea es puesta en servicio o cuando se pone fuera de servicio de manera temporal.
- **Selección de la Ruta.** El nodo Frame Relay utiliza su capacidad de enrutar un enlace lógico basado en la mejor trayectoria posible.

CAPÍTULO 4. TENDENCIAS DE LAS TECNOLOGIAS DE CONMUTACION DE PAQUETES.

Objetivo:

**DAR UN PANORAMA GLOBAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y
FUTURA DE LAS TECNOLOGIAS DE TRANSMISION
MEDIANTE CONMUTACION DE PAQUETES.**

CAPITULO 4. TENDENCIAS DE LAS TECNOLOGIAS DE CONMUTACION DE PAQUETES.

Las redes se han convertido en herramientas estratégicas y en parte esencial de la infraestructura de muchas compañías, particularmente en aquellas en donde se está tratando de disminuir costos y expandirse hacia otros países: Entre las principales ventajas que ofrece una red Frame Relay podemos mencionar que:

- Minimiza el tiempo de retardo, ofreciendo un tiempo de respuesta muy aceptable; mejorando como consecuencia la eficiencia de la red al utilizar el Ancho de Banda de manera dinámica.
- Mejora la productividad, ya que Frame Relay soporta todo tipo de tráfico de datos en grandes volúmenes, beneficiando a los usuarios que trabajan en el ambiente LAN en donde las aplicaciones requieren una tecnología que les permita manejar volúmenes de tráfico a velocidades grandes.
- Un tiempo de respuesta más rápido también disminuye el costo por bit transmitido. El aprovechamiento del Ancho de Banda disponible, también permite ahorros en el costo de operación al eliminar la necesidad de múltiples accesos y reducir el número de puertos de interface requeridos.
- La migración hacia la tecnología Frame Relay puede resultar sencilla, ya que está basada en estándares, con lo cual es posible la implementación de dispositivos X.25 y redes LAN. Se requiere solamente una actualización de software en estos equipos para utilizar la infraestructura ya instalada.

4.1. FRAME RELAY Y SU RELACIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS.

Un medio que permite entender la relación de Frame Relay con otras tecnologías, consiste en comparar sus principales características de operación.

La primera característica a considerar se refiere a la conmutación, cada la naturaleza distribuida de las redes de datos actuales, es frecuentemente la posibilidad de interconectar

cada uno de los dispositivos terminales. Para realizar esta tarea, en una red WAN, simplemente se podría realizar la conexión punto a punto entre cada nodo a través de líneas privadas utilizando una topología de malla, sin embargo el número de líneas (L) necesarias para conectar (N) nodos utilizando la topología de malla y lograr una total conectividad entre los nodos de la red, está dado por la siguiente fórmula:

$$L = N(1/2(N-1))$$

Como se observa, en una red WAN con una gran cantidad de nodos para la topología de malla resulta extremadamente costosa por la gran cantidad de nodos de la red de forma parcial, es decir, suprimiendo la conexión directa entre los nodos que no tengan gran uso. Las desventajas de una conectividad parcial es que la trayectoria que sigue el enlace pasa a través de nodos intermedios, ocasionando que el tráfico entre éstos aumente considerablemente, utilizando también tiempo y capacidad de procesamiento de dichos nodos. Aún más, el incremento de la trayectoria debido a lo anterior adiciona un tiempo de retardo, el cual no es soportado por algunas aplicaciones.

Otra alternativa empleada por los diseñadores de redes WAN es el empleo de sistemas capaces de administrar el Ancho de Banda, es decir, utilizar sistemas de multiplexión. Con una red de multiplexores se logra, aunque ahora de manera lógica, una topología de malla sobre un bus de alta velocidad. El diseño de redes WAN basado en sistemas de multiplexores contiene las mismas desventajas que las líneas privadas, es decir, el número de enlaces necesarios para interconectar todos los nodos de la red es muy grande y por consecuencia muy costoso. La principal ventaja que ofrece un sistema con estas características es la posibilidad de tener directamente una administración sobre él.

Existe una alternativa que mejora con mucho las desventajas presentes en las tecnologías anteriores. Esta alternativa se refiere a las redes de conmutación, las cuales al acondicionar la inteligencia de los dispositivos conectados a ella permiten lograr una conectividad de manera sencilla y económica. Bajo este esquema, un dispositivo final requiere un enlace único y un segundo enlace puede utilizarse como respaldo. La red examina activamente el

Capítulo IV.

ruteo del tráfico hacia el destino apropiado. En resumen, una red de conmutación facilita una conectividad total sin detrimento de las ventajas mencionadas en las otras tecnologías.

Otra característica adicional que se deben considerar en el diseño de redes, se refiere a la velocidad a que una llamada debe establecerse, esto se debe a que muchas aplicaciones requieren solamente de fracciones de segundo para realizarse, sobre todo en enlaces E1.

La capacidad de manejo de una gran variedad de protocolos de comunicación es otro requerimiento a considerar en el diseño de redes.

La interconectividad entre redes aumenta su confiabilidad cuando se adiciona la capacidad de enrutar el tráfico de datos por trayectorias alternas en casos de fallas en al red; esta característica se conoce como “ruteo alternativo”.

La siguiente tabla proporciona un resumen de las características funcionales mencionadas anteriormente entre las tecnologías de transmisión de datos más comúnmente utilizadas.

ATRIBUTOS	RED PÚBLICA TELEFÓNICA	LÍNEA PRIVADA	SISTEMA DE MULTIPLEXIÓN	X.25	FRAME RELAY
CONMUTACIÓN.	SI	NO	NO	SI	SI
ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMADA.	LENTO	RÁPIDO	RÁPIDO	RÁPIDO	RÁPIDO
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN.	LENTO	LENTO A RÁPIDO	LENTO A RÁPIDO	LENTO A RÁPIDO	RÁPIDO
COSTO/EFFECTIVIDAD POR TRÁFICO CURSADO.	SI en bajas velocidades	NO	NO	SI	SI
TRANSPARENTE AL PROTOCOLO QUE MANEJA.	SI	SI	SI	NO	SI
RUTEO INTERNO.	NO	NO	SI	SI	SI
ADMINISTRACIÓN DE LA RED POR EL CLIENTE.	LIMITADO	LIMITADO	SI	SI	SI

4.1.1. REDES X.25.

Por ser ambos protocolos orientados a la transmisión de paquetes, pueden interactuar conjuntamente de manera adecuada; por ello, algunas características con las que X.25 fue diseñada son aplicables a la tecnología Frame Relay.

Cuando X.25 fue diseñada, el control de flujo y la recuperación de errores eran indispensables en los sistemas de transmisión de datos sobre redes WAN. La recuperación de errores fue necesaria debido a que las redes analógicas eran muy ruidosas y las digitales no tenían el nivel de confiabilidad con el que actualmente gozan. El control de flujo también era crítico: las redes corrían datos a 64 Kbits/s o menos, los microprocesadores eran más lentos y la memoria en una computadora era muy cara

La combinación X.25/ Frame Relay puede ser ideal: Frame Relay proporciona rapidez y eficiencia para acceder al bus de la red, y la infraestructura de X.25 instalada en muchas empresas, puede ser aprovechada simplemente implementando una interface de acceso hacia una red Frame Relay, ya que ésta proporciona alta velocidad para acceder datos desde un red X.25.

4.1.2. CIRCUITOS CONMUTADOS.

Frame Relay puede ser como un protocolo de acceso de datos en un ambiente de circuitos conmutados. Esto es particularmente de gran uso en donde los circuitos de alta velocidad son usados para acceder a redes públicas mediante estándares TMD como son T1 ó E1.

Un circuito permite aprovechar el Ancho de Banda de la red para canales de voz y datos. En una aplicación de Frame Relay, un circuito digital puede ser aprovechado de la siguiente manera: una parte del Ancho de Banda puede ser destinada al tráfico de canales individuales de voz y datos. La otra parte estará dedicada en la asignación de enlaces para la red Frame Relay. Esto proporcionará varios beneficios: primero, hay más Ancho de

Banda disponible para canales de datos individuales. Segundo, el tráfico de datos en un circuito Frame Relay puede ser conmutado de manera independiente del tipo de tráfico en el circuito, permitiendo el enrutamiento de los datos en caso de que el circuito se encuentre con falla.

4.1.3. REDES LAN.

A principios de la década anterior, cuando la conmutación de paquetes comenzaba su desarrollo, el número de redes LAN alrededor del mundo era muy pequeño. Por esta razón, era también muy pequeña la necesidad de transmitir grandes volúmenes de datos a través de redes WAN. Pronto, la gente comenzó a sentir las ventajas de trabajar bajo el ambiente del proceso centralizado de una red LAN, dándose con ello el crecimiento del número de redes en compañías e instituciones alrededor del mundo; en estas circunstancias surgió la necesidad de interconectar dichas redes de manera eficiente. Frame Relay proporciona una interface de gran desempeño en una línea sobre la red WAN para puentes y ruteadores de la redes LAN. Los resultados se observan de inmediato:

- Los enlaces LAN ganaran desempeño al acceder en las redes WAN.
- Permite compartir dinámicamente el Ancho de Banda entre los usuarios.
- La línea de interface disminuye el hardware y el costo de la línea.
- Habilita indirectamente a las redes LAN las ventajas de las redes WAN.
- Muchos puentes y ruteadores de LAN pueden usar el “*bus común*” cuando se implementan sobre una red Frame Relay.
- Las redes LAN pueden ser administradas desde un ambiente WAN.

En este ambiente de conectividad se observan dos aspectos muy importantes, los cuales son considerados y atendidos eficientemente por la red Frame Relay:

- 1 Los usuarios esperan que la interconexión de redes LAN a través de redes WAN, no reduzca el desempeño que actualmente gozan trabajando dentro del ambiente LAN.

2. El ancho de Banda en una red WAN es más caro en comparación con las redes LAN, los circuitos de las redes WAN son más pequeños y, a través de ellos circula menor tráfico que en los circuitos de las redes LAN, con mayor retardo.

La figura 4.1 muestra un esquema global de conexión entre dos redes LAN a través de una red Frame Relay.

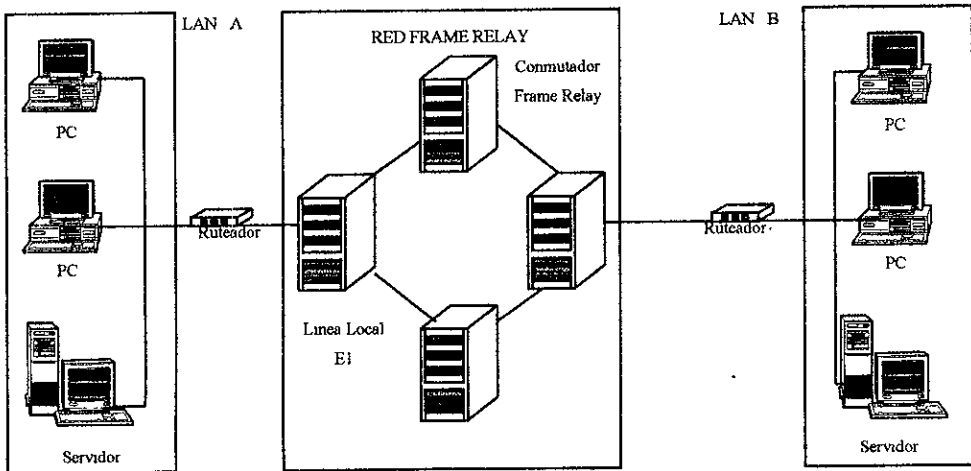


Figura 4.1 CONEXIÓN DE DOS REDES LAN CON FRAME RELAY.

4.1.4. ISDN.

Las interfaces de ISDN son diseñadas para soportar altos volúmenes tanto de información del usuario (por ejemplo: voz, datos, audio, video, e imágenes), como información de señalización. Actualmente los servicios de Banda Angosta, usando una combinación de circuitos conmutados y tecnología de paquetes de baja velocidad han sido implementados.

En un futuro la tecnología "Fast Packet" y los servicios de Banda Ancha estarán disponibles. Frame Relay está rudimentariamente diseñada en el protocolo de la capa de enlace de datos de ISDN para señalización llamado LAPD, el cual fue originalmente implementado para ser un servicio flexible de ISDN. Frame Relay puede ser usado para

transportar datos a través de los servicios de ISDN ofreciendo circuitos conmutados a 64 Kbits/s y 2048 Kbits/s; por lo que Frame Relay resulta ser totalmente compatible con ISDN.

4.2. FRAME RELAY COMO ANTECEDENTE DE ATM.

CCIT escogió la tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode; Modo de Transferencia Asíncrona) para B-ISDN como sucesora de la tecnología N-ISDN (ISDN de Banda Angosta) con el objeto de permitir la conmutación a altas velocidades de las tecnologías emergentes. El foro ATM fue formado en 1991 con la intención de promover la tecnología y alentar la interoperatividad entre redes, la cual no fue lograda con N-ISDN.

El foro ATM fue formado por 4 corporaciones en 1991 para ayudar a la elaboración de estándares y que de esta manera ATM fuera rápidamente aceptada como una tecnología. Este grupo no es un organismo de estandarización, únicamente trabajó al lado de éstos con el objeto de ayudar a definir los nuevos estándares propuestos para la interoperatividad.

Un hecho que marcó el inicio de la tecnología ATM/B-ISDN fue la publicación de la Versión 3.0 UNI, la cual marcó los lineamientos en la operación de ATM definidos por CCITT y por ANSI. ATM fue primero identificado por el grupo de estudio XVIII de CCITT para B-ISDN, quien reconoció la necesidad futura para altas velocidades de transmisión.

ATM y B-ISDN son estrechamente identificados, pero ninguno de ellos es un subgrupo del otro. ATM es una tecnología flexible que direcciona servicios procedentes tanto de ambientes de redes LAN como WAN, mientras que B-ISDN es un servicio.

TECNOLOGÍA FAST PACKET.

El término “Fast Packet” es un término genético utilizado para describir tanto a la tecnología Frame Relay. La figura 4.2. muestra la división de la tecnología Fast Packet en dos áreas, de las cuales **Frame Relay** es una tecnología orientada a la transmisión de “Paquetes” de tamaño variable y **Cell Relay** es una tecnología orientada a la transmisión de “Celdas” de tamaño fijo a través de un sistema de conmutación de muy alto rendimiento. ATM tiene la posibilidad de transmitir aplicaciones de voz, datos y vídeo en su forma normal y en forma de “ráfagas” en el caso de redes LAN.

Cell Relay es una tecnología orientada a conexión que realiza funciones de conmutación en canales con un gran Ancho de Banda, bajo retardo realizando también funciones de multiplexión.

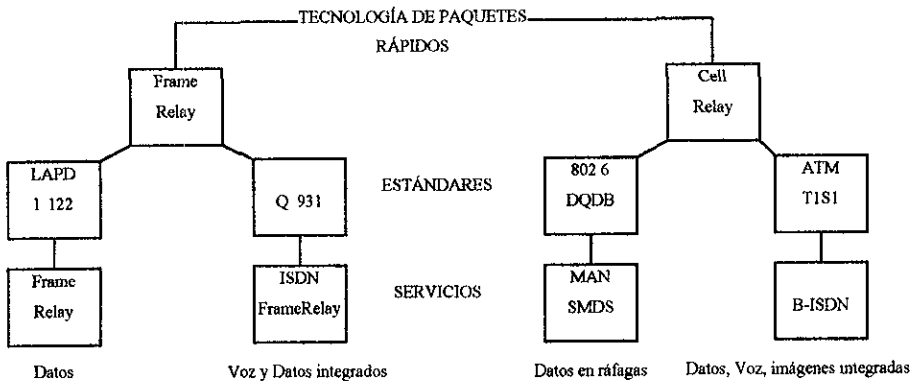


Figura 4.2. DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE PAQUETES RÁPIDOS.

El principio básico de operación de Cell Relay es el de recibir flujo, que en este caso podrá ser de datos, vídeo, voz ó multimedia y convertirlo en segmentos muy cortos de longitud fija llamados celdas y transmitirlos por caminos alternos hasta el nodo de destino. Es importante considerar que las tramas que entran a la red son de longitud variable, que llegan a un formato predeterminado y que dentro de la red ATM son convertidas en celdas

de longitud fija y finalmente, al llegar al conmutador de destino, son reintegradas nuevamente en tramas y entregadas hasta el dispositivo de usuario en su forma original.

RELACIÓN ENTRE FRAME RELAY Y ATM.

Mientras Frame Relay es usado exclusivamente en la transmisión de datos en velocidades que van desde 64 Kbits/s hasta 2.048 Mbits/s, Cell Relay soporta además aplicaciones de voz audio y vídeo con velocidades de transmisión hasta de 622 Mbits/s. La tecnología Cell relay es la base para el desarrollo del estándar ATM. Por esta razón, los términos Cell Relay y ATM son actualmente usados como sinónimos

Las ventajas ofrecidas por Frame Relay se convierten en significativas dentro de un red Cell Relay. Su combinación ofrece lo mejor de dos mundos: la forma dinámica con la que **Frame Relay** maneja el **Ancho de Banda** y la manera dinámica como Cell Relay transporta la información en celdas a través de una red WAN.

Frame Relay también toma ventaja de las características de conectividad y ruteo lógicos del bus de la red Cell Relay. Frame Relay reduce el costo efectivo por que minimiza el procesamiento entre nodos intermedios. La implementación de tecnologías como Frame Relay o como Cell Relay se basa en las necesidades propias de cada red. Para la implementación de una red Frame Relay se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Las aplicaciones utilizadas son exclusivamente de datos (correo electrónico, transferencia de archivos ó procesamiento interactivo).
2. El tráfico generado por los usuarios de la red es en forma de ráfagas.
3. Proporciona conectividad entre redes LAN.
4. Requiere de un ambiente distribuido para operar.
5. Fue creada para sustituir a la tecnología X.25.

Cell Relay debe ser considerada para redes que:

1. Requieran cualquier clase de transmisión de información en forma de voz, datos, vídeo, etc., e inclusive una combinación de todos ellos.
2. Operen con un Ancho de Banda superior a 2.048 Mbits/s.
3. Requieren operar en un ambiente de procesamiento distribuido.
4. Requieren acceso en el ambiente multimedia.

Se puede concluir que cuando los servicios requieran de interconectar redes LAN, se podrá utilizar la tecnología Frame Relay; para aplicaciones de voz y vídeo la opción es usar la tecnología Cell Relay.

4.2.1. CONCEPTOS GENERALES DE LAS REDES ATM.

ANSI describe a la tecnología ATM como “Un Modo de Transferencia en el cual la información es organizada dentro de celdas”. Es asíncrona en el sentido de que las celdas que contiene la información procedente de usuarios no necesariamente son periódicas. En otras palabras, los datos son enviados solamente cuando es requerido. La operación de ATM está basada en tres elementos básicos:

1. La arquitectura de la celda.
2. La tecnología de conmutación, y
3. El servicio de conexión.

ARQUITECTURA DE LA CELDA.

ATM ha sido diseñado bajo una idea sencilla: ofrecer el máximo desempeño para el uso del equipo de conmutación disponible. Para ello, se implementó el uso de una “celda” de tamaño fijo. Eliminando la necesidad de la negociación del “tamaño de paquete” exigido por las otras tecnologías.

Capítulo IV.

El tamaño de la celda considerado es de 53 bytes de los cuales 48 corresponden a información del usuario y 5 son utilizados en el encabezado. El tamaño de la celda fue elegido tomando en cuenta el mínimo retardo que produce. La figura 4.3. muestra el formato de la celda utilizado por la tecnología ATM.

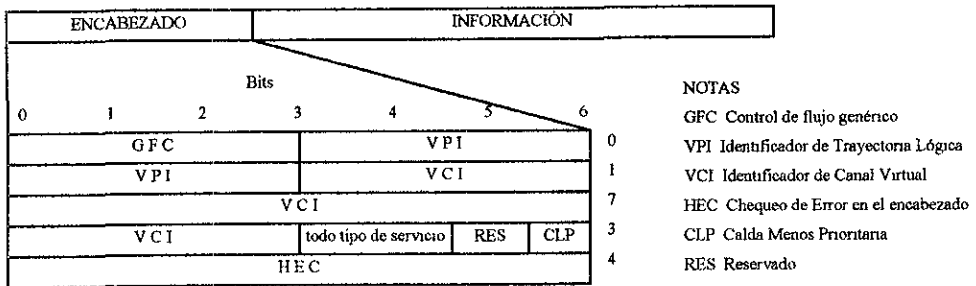


Figura 4.3. ESTRUCTURA DE LA CELDA ATM.

Los campos que conforman el encabezado son:

- GFC (Generic Flow Control; Control de Flujo Genérico) es usado por el equipo de comunicaciones del usuario para determinar el orden en que las celdas serán transmitidas en el caso de que existan otras celdas encoladas.
- PT (Payload Type; Tipo de Carga) identifica si los 48 bytes de información contienen datos de usuario o si son generados por la red.
- CLP (Cell Less Priority; Celda Menos Prioritaria), se asigna la prioridad a una celda determinada. El valor de la prioridad es alta si el bit CLP es puesto en 0 y la prioridad es baja si el bit CLP es puesto en 1. Este campo es usado para determinar cuales celdas serán descartadas en situaciones de congestión en la red. El campo CLP tiene similitud con el campo DE empleado en Frame Relay.
- HEC (Header Error Check; Chequeo de Error en el encabezado). Es un algoritmo CRC de 8 bits utilizado para detectar y corregir errores únicamente en el encabezado de la celda.

TECNOLOGÍA DE CONMUTACIÓN.

El diseño de redes con recursos compartidos como Ethernet o Token Ring; limita a los usuarios de dos formas: todos los dispositivos deben correr a la misma velocidad; en segundo lugar, cada usuario interfiere con el rendimiento del otro usuario en el instante en el que ocupa los recursos de la red; adicionalmente la actualización del software en puentes y/o ruteadores incrementa el costo de operación de la red con estas características.

La tecnología ATM difiere de otras existentes en que está diseñada para que sea utilizada a través de conexiones individuales dedicadas más que como un red de recursos compartidos. ATM utiliza conexiones dedicadas, de tal manera que ningún usuario afecte a otro; la arquitectura de conmutación utilizada por ATM permite un crecimiento ilimitado de usuarios utilizando diferentes velocidades, las cuales son fácilmente adaptadas a la interface ATM.

SERVICIO DE CONEXIÓN.

El servicio de conexión permite el control y la conexión de diferentes tipos de tráfico y aplicaciones. Una llamada puede ser aceptada o rechazada de acuerdo a los parámetros de tráfico y tipo de servicio.

La llamada puede ser enrutada a lo largo de una trayectoria apropiada, acorde a la velocidad y retardo requerido por un usuario en particular. Una vez que la llamada ha sido aceptada, el tráfico del usuario podría exceder cualquiera de los parámetros negociados; entonces el tráfico (celdas) puede ser descartado para prevenir un estado de congestión en la red.

4.2.2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA ATM.

El tráfico que pasa a través de un conmutador ATM deberá ser procesado por tres niveles ATM antes de ser pasado a través de la red ATM. De manera similar al modelo OSI, el

tráfico entrante al conmutador ATM debe atravesar una serie de niveles que conforman el protocolo hasta llegar al dispositivo final. Este procedimiento se observa en la figura 4.4.

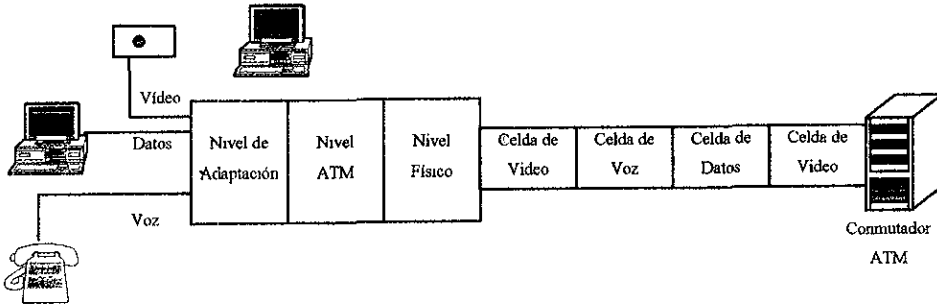


Figura 4.4. ARQUITECTURA DE LA TECNOLOGÍA ATM.

El nivel de adaptación del protocolo ATM se encarga de recibir y procesar el tráfico de datos procedente del equipo de los usuarios. La capa de adaptación puede subdividirse en cuatro capas que van desde AA1 hasta AA5. ANSI y CCITT han formulado estos cuatro niveles de Adaptación ATM para considerar las características de cada tipo de tráfico, como se muestra en la figura 4.5. En esta etapa es en donde el protocolo ATM realiza la segmentación del tráfico de información en celdas a través de 48 bytes de longitud (más 5 bytes de encabezado) para ser transportadas a través de la red. Una vez que las celdas han arribado hasta el nodo de destino, el equipo receptor se encargará de reensamblar dicha información. En este nivel también se realizan funciones de señalización entre los equipos de conmutación ATM.

	AAL 1	AAL 2	AAL 3 y AAL 4	AAL 5
Temporización	Requerida		No Requerida	
Velocidad	Constante		Variable	
Modo de Conexión	Orientada a conexión		Orientada a no Conexión	Orientada a Conexión

- ALL 1 Voz, Audio y Video
- ALL 2 Video a velocidad variable
- ALL 3 Transporte de Datos
- ALL 4 Transporte de Datos.
- ALL 5 Transporte simplificado de Datos

Figura 4.5. NIVEL DE ADAPTACIÓN ATM.

En el siguiente nivel del modelo se encuentra la capa ATM, la cual es responsable de las funciones de conmutación, ruteo y multiplexión de los circuitos y enlaces de la red. Los 5 bytes de encabezado describen la información de control y administración de la red desde un usuario hasta un nodo de la red ATM. En este nivel se asignan las trayectorias lógicas (PVC's SVC's) que seguirán la información de los usuarios.

El tercer nivel es el nivel físico y es a través de éste donde se realiza la conexión entre el dispositivo ATM y el conmutador ATM. El tráfico ya con el formato y tamaño definidos en las capas superiores es conducido hasta el nodo ATM, el cual se encargará de transportar las celdas hasta el nodo remoto, pudiendo pasar por nodos intermedios, hasta llegar al dispositivo final del usuario.

REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA.

Aplicaciones desarrolladas actualmente demandan un gran Ancho de Banda. Desde las aplicaciones de datos orientadas a carácter. La mayor demanda de Ancho de Banda proviene de las aplicaciones actuales de multimedia y de aplicaciones de imágenes digitalizadas (tomas satelitales, etc.), estas aplicaciones incrementan a la par de la capacidad de las estaciones de trabajo y de las supercomputadoras; estas aplicaciones se convierten en herramientas importantes tanto en áreas de negocios como en el área de investigación.

El número de estaciones de trabajo y de computadoras personales conectadas a una red LAN ha crecido considerablemente en los últimos años, al mismo tiempo, la necesidad de lograr un intercambio oportuno de información entre los usuarios de la red se ha convertido en crítica, por ello, la diferencia (naturaleza) que existe en cada tipo de aplicación, como voz y tráfico de datos debe de ser considerada al momento de la asignación del Ancho de Banda para cada tipo de tráfico. Como se mencionó anteriormente, el nivel de Adaptación ATM toma en cuenta esta diversidad de aplicaciones.

4.3. ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LAS REDES DE DATOS EN MÉXICO.

Durante algún tiempo se consideró a la inversión en infraestructura de telecomunicaciones, tanto para empresas como para países, como una necesidad exclusiva de algunas instituciones. Recientemente hemos vivido un cambio mundial en la manera de competir, que nos enfrenta a una nueva realidad: las telecomunicaciones no son ya privilegio de unos cuantos, sino necesidad de todo país ó empresa que deseen participar en el cambio hacia un orden mundial.

Necesariamente la tecnología de telecomunicaciones se encuentra ligada a la tecnología de computación, ya que es el adelanto de ésta última el que impulsa su desarrollo. En Estados Unidos de Norteamérica existen más de 20 microcomputadoras por cada 100 habitantes comparando con 7 en Europa, 6 en Japón y 2 en México. Aparentemente estas cifras indican que el orden de avance en infraestructura tecnológica de telecomunicaciones corresponden a Estados Unidos, Europa y Japón. Sin embargo, el patrón de desarrollo en cada uno de ellos ha sido tan distinto que se hace evidente que la realidad es otra.

En Estados Unidos, por ejemplo, se ha perdido el concepto de red global debido principalmente a que en su lucha por competir entre sí las compañías norteamericanas se han dedicado a crear sus propias redes, mientras que en otros países como Francia, Inglaterra y Japón principalmente, han creado una infraestructura global. En Estados Unidos no existe un concepto tan avanzado de una red global pública sino de una lucha entre distintas compañías por incorporar usuarios a sus redes, con los siguientes problemas de estandarización.

Estados Unidos introdujo en 1980 la primera versión de **ISDN**, esta es una red de telecomunicaciones pública capaz de transmitir voz, datos, audio digital, textos e imágenes de muy alta velocidad que constituye el fundamento de la nueva generación de redes de valor agregado.

Capítulo IV.

En México, Teléfonos de México introdujo una versión recortada de ISDN denominada RDI en enero de 1991. Los servicios proporcionados se basan en la infraestructura terrestre instalada de fibra óptica y por el lado de los satélites a través de sistemas VSAT.

La RDI de Telmex y el lanzamiento de los satélites de Solidaridad 1y 2 son ciertamente un logro reciente de nuestro país en el área de telecomunicaciones. Los satélites Solidaridad permitirán duplicar el volumen de comunicaciones del Morelos 1 y 2, ofreciendo además una vida útil de 14 años en lugar de 8, con una cobertura continental y no sólo nacional: Telmex a firmado un acuerdo dentro de lo cables Submarinos Américas I y Columbus II para la conducción de datos, voz e imagen a todo el continente americano y Europeo. Se estima que el proyecto entrará en operación a partir de 1997.

Teléfonos de México se perfila a ser el proveedor de servicios multipunto bajo el estándar Frame Relay debido a su amplia infraestructura de líneas digitales actualmente instaladas, sin embargo otros participantes como Infratel de Banamex, Iusacell y algunas otras compañías independientes han manifestado su interés en participar en este emergente mercado. Telmex informó que 75 % del país ya cuenta con digitalización telefónica; hasta 1994 se habían instalado 8,700 de los 13.500 kilómetros que enlazarán a las 54 ciudades más importantes del país.

Las principales tendencias hacia los siguientes dos o tres años se pueden resumir en los siguientes 4 puntos:

1. Interoperatividad.
2. Usuarios Móviles.
3. Las Redes de Valor Agregado.
4. La Supercarretera de Información.

INTEROPERATIVIDAD.

Es fácil imaginarse que la reciente carrera por lograr la conectividad, local y remota ha logrado poner en contacto a una gran diversidad de equipos de cómputo; sin embargo, muchos de estos equipos no fueron planeados originalmente para operar en un ambiente de conectividad total. A pesar del gran despliegue técnico y publicitario por lograrlo, la realidad actual es que ni los equipos se conectan eficientemente, sin problemas, ni los usuarios muestran un grado aceptable de confianza en las redes de computadoras.

Interoperatividad, es la respuesta al desafío que presenta la conectividad, es lograr que los equipos y sistemas trabajen eficientemente entre sí evitando redundancias innecesarias en la organización. La interoperatividad permite a un usuario de la red disponer de todos los recursos informáticos sin importar el tipo de equipo que se compra y evitar su obsolescencia prematura.

La búsqueda de la interoperatividad forzará inevitablemente el crecimiento de los sistemas abiertos, esto propiciará más funciones y adquisiciones de compañías anteriormente rivales, se incrementará el desarrollo de software de comunicación global como sistemas operativos de múltiples servidores, y hará que los participantes del mercado se posicionen cada vez más en el ofrecimiento de servicios con valor agregado y con menos diferenciación tecnológica.

El problema de la incompatibilidad orientado por el libre mercado abre una nueva oportunidad empresarial; especializarse en vincular la gran cantidad de sistemas rivales para los clientes que deciden por sí mismos comprar todo su equipo. La incompatibilidad por supuesto no es el único obstáculo al uso pleno de la tecnología. Otra queja es que el poder de software para controlarlo. Cerca de 30 millones de PC cuentan con circuitos de “32 bits” que pueden realizar múltiples tareas al mismo tiempo; sin embargo, solo tres millones de ellas cuentan con el software de “sistema operativo” que aprovechan dicho potencial, según Internet Data Corp, una firma de consultoría en Framingham, Massachusetts.

Uno de los conceptos que se encuentran apenas en forma es el de los usuarios móviles, hace varios años se afirmaba que todas las computadoras de escritorio tendrían en algún momento terminal conectadas a una red y que las computadoras portátiles (laptops) serían las únicas que continuarían siendo computadoras personales en el sentido estricto de la palabra. Esta afirmación continúa siendo cierta, con una variación: los usuarios de computadoras portátiles también tendrán acceso a la red.

Esto se logrará básicamente a través de dos modalidades. Por un lado, la tecnología que se podría llamar “red desconectada”, en la que el usuario móvil realiza tareas de comunicación tales como captura de información para una base de datos, o el envío de correo electrónico cuando su computadora no se encuentra en la red. Al llegar a su base de operaciones automáticas de entrega y recibo de información, podrá conectarse y simplemente transmitir la información hacia el computador.

Por otro lado, la tecnología de conectividad inalámbrica permitirá al usuario móvil acceso instantáneo y regular a su red, sin embargo, el estado actual de esta tecnología no ofrece aún una alternativa en confiabilidad y velocidad similar a las redes conectadas por medio de un cable. En el ambiente remoto, la tecnología se encuentra aún a algunos años de ofrecer un equipamiento de alta velocidad similar al uso de la telefonía celular.

Actualmente se comercializa un portafolio-oficina que contiene computadora, teléfono, fax-modem e impresora. Este tipo de equipo se encontrará en comunicación directa a la red global de la empresa a velocidades similares a las que ahora se conecta una computadora en una red local.

REDES DE VALOR AGREGADO.

Al dar seguimiento al desarrollo actual que tiene la tecnología de telecomunicaciones, se debe tener presente su objetivo central: ofrecer a los usuarios, no simplemente un medio de comunicación de voz, datos o imágenes, sino servir como plataforma de solución a necesidades basadas en la comunicación.

Capítulo IV.

Una Red de Valor Agregado (VAN; Value Agregate Network) ofrece servicios a sus usuarios, no de comunicación como lo hace Telmex con su **RDI**, sino de solución a la problemática de establecer pedidos con proveedores, emitir órdenes de pago, realización de operaciones financieras, reservaciones, compras, etc. Una red de esta naturaleza utiliza la infraestructura de telecomunicaciones pero lo que cobra al usuario es el servicio de valor agregado que resuelve su necesidad última.

Una clara tendencia hacia el futuro es una mayor oferta de servicios basados en redes WAN cada vez más sofisticadas y accesibles a la mediana y pequeña empresa e inclusive para los consumidores finales.

LA SUPERCARRETERA DE INFORMACIÓN.

El rápido crecimiento de las redes VAN está evolucionando la industria a nivel global, por lo cual, es necesario crear un infraestructura sólida, eficiente y capaz de manejar grandes volúmenes de información en cualquiera de sus formas (datos, voz, vídeo, etc.). La necesidad ha obligado a replantear a los países como Estados Unidos, la conveniencia de crear una sola red nivel nacional

Al proyecto de integración de las redes actualmente instaladas se les ha asignado el nombre de Supercarretera de Información. Las aplicaciones de dicha red son colosales, pues pretende conectar a empresas, universidades, bibliotecas, gobierno, etc., para transmitir voz, datos e imagen a velocidades de Gbits/s.

Este proyecto nos permitirá el acceso desde el hogar a una gran cantidad de servicios de voz que originalmente se generan en teléfonos celulares o aparatos de radio-comunicación para ser transportados en el país y entregados de esta manera a otros usuarios. Como se puede suponer, los alcances de un proyecto de esta naturaleza son potencialmente enormes.

Muchas empresas en nuestro país cada vez intervienen más en sistemas telemáticos, creando una infraestructura muy importante de comunicaciones, sobre todo en la planta

Capítulo IV.

externa, como la de Telmex, la CFE, etc. Esta infraestructura física deberá ser apoyada por redes virtuales y respaldada por más inversión en investigación para que pueda cumplir con las expectativas.

En nuestro país, Teléfonos de México, resultado de años de monopolio se encuentra a la vanguardia para ser el pilar sobre el cual se base la construcción de una Supercarretera de Información, sin embargo, no hay que descartar que las empresas de telecomunicaciones que han ingresado recientemente a nuestro país y se han asociado con empresas mexicanas presenten una fuerte competencia en la creación de esta infraestructura. Dentro de ellas destacan claramente **Bell Atlantic** asociado con **Iusacell**, **MCI** asociado con **Banamex**, la reciente alianza entre **Televisa** y **Teléfonos de México** para desarrollar los sistemas de televisión por cables y otras empresas que aunque no han cerrado una asociación se encuentran muy bien posesionadas por tener una avanzada infraestructura.

Como se observa, otra tendencia es lograr una sociedad de las compañías mexicanas con empresas internacionales con grandes recursos tecnológicos y humanos que han logrado acumular gran experiencia en el desarrollo de infraestructura de comunicaciones a lo largo de todo el mundo.

El aprovechamiento de la tecnología de punta más avanzada, para armar una Supercarretera de Información deberá ser un esfuerzo conjunto del gobierno y la iniciativa privada con el trinomio representado por las empresas de computación, de TV por cable y de telecomunicaciones.

Es asunto de las autoridades (SCT), en cuanto a su carácter estratégico y político; es asunto de las empresas mexicanas en informática y de telecomunicaciones, ya sea como representantes de tecnologías extranjeras o como proveedores de servicios. El gobierno no deberá involucrarse y solamente deberá actuar para respaldar proyectos de investigación relacionados y, finalmente regular las alianzas entre empresas de TV por cable y de telecomunicaciones, a fin de evitar la monopolización de esta vía de comunicación.

Capítulo IV.

Desde el punto de vista técnico, los obstáculos no están en este sector, pues las tecnologías ya existen, los problemas estriban en la necesidad de revisar los ordenamientos gubernamentales y la reglamentación correspondiente.

Conclusiones.

considerablemente, logrando un ahorro en la renta de las mismas, además, para implementar Frame Relay dentro de una empresa o institución que actualmente tengan instalados ruteadores o sistemas de administración, es suficiente la actualización de la versión de software instalado, esto también ahorra gastos en la adquisición de equipo.

La implementación de redes Frame Relay en un país como México en sectores estratégicos como la educación, la salud, la producción y las finanzas es una buena opción cuando se desea adquirir un nivel de desarrollo que permita alcanzar cierta independencia con respecto al resto de los países en lo que se refiere al campo de la economía es una oportunidad para desarrollar tecnología propia. Este desarrollo se logrará solamente si se alcanzan acuerdos de cooperación entre cada uno de los sectores a que hacemos referencia.

La adquisición de un equipo de conmutación Frame Relay debe considerarse cuidadosamente si se toma en cuenta que representa el gasto más importante en la implementación de la red; para lo cual se deberá realizar un estudio muy detallado de las necesidades actuales y futuras de la compañía o institución de que se trate, e inclusive si es necesario operar en una red privada o ahorrar más recursos al trabajar en una red pública.

Frame Relay resulta por otro lado, un antecedente de la tecnología ATM ya que ambas tienen muchas similitudes en la forma de transmitir la información, pero a diferencia de Frame Relay, ATM tiene la capacidad de transportar **grandes volúmenes de voz, vídeo y datos a través de medios eficientes como fibra óptica**. El uso de la fibra óptica como medio de comunicación permite usar canales de comunicación que operan en el orden de Gbits/s. Por lo anterior se concluye que ATM es una tendencia que seguirá la tecnología para la de transmisión de datos.

APÉNDICE A. TOPOLOGÍAS DE REDES LAN.

Definición de red LAN.

Una LAN (Local Area Network; Red de Area Local) es una red que cubre un área geográfica relativamente pequeña (usualmente oficinas y hasta un edificio). En una red LAN es posible manejar y procesar información a velocidades altas con un margen de error relativamente pequeño.

Principales topologías de redes LAN.

Como resultado de la competencia entre las grandes industrias corporativas en el desarrollo de redes (IBM, Xerox, entre otras), se crearon y desarrollaron protocolos para redes LAN; sirvieron también como base para la estandarización y desarrollo posterior de otras tecnologías de redes.

ETHERNET/IEEE 802.3.

Ethernet fue desarrollado por Xerox Corporation, en la primera mitad de la década de los 70's . La tecnología Ethernet fue la base para el desarrollo del estándar IEEE 802.3, esta tecnología fue implementada a principios de los 80's. La figura A.1 muestra el esquema de la topología Ethernet/IEEE 802.3.

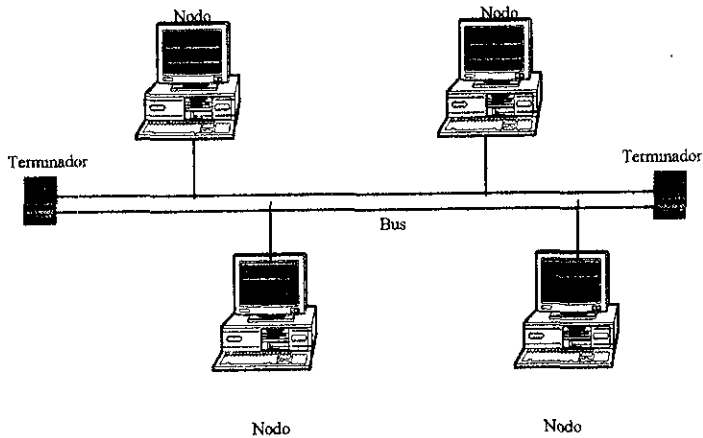


Figura A1 TOPOLOGÍA ETHERNET/IEEE 802.3.

Ethernet/IEEE 802.3 Comparación.

Ethernet y IEEE 802.3 especifican tecnologías similares. Ambas son redes LAN que utilizan la técnica de acceso CSMA/CD. Las estaciones de una LAN CSMA/CD, escuchan a la red para detectar si está siendo utilizada. Si es así, la estación que desea transmitir espera. Si la red no está en uso, la estación transmite. Una colisión ocurre cuando dos estaciones tratan de escuchar tráfico, y no detectan nada, entonces transmiten simultáneamente. En este caso ambas transmisiones se cancelan y las estaciones deben retransmitir nuevamente. Los algoritmos de detección de colisiones son los encargados de dar la indicación cuando se requiera alguna retransmisión.

Las diferencias Ethernet y la especificación IEEE 802.3 son muy ligeras Ethernet proporciona servicios correspondientes a los niveles 1 y 2 del modelo de referencia OSI, mientras que IEEE 802.3 especifica la capa de enlace físico (nivel 1) y el canal de acceso de la capa de enlace (nivel2), pero no define el protocolo de control de enlace. IEEE 802.3 especifica varias capas físicas de conexión, mientras Ethernet define solamente una.

Un resumen de las características físicas de Ethernet e IEEE 802.3 aparecen en la siguiente tabla:

Apéndice A.

	ETHERNET	IEEE 802.3				
		10Base5	10Base2	1Base5	10BaseT	10Broad36
VELOCIDAD (mBITS/S)	10	10	10	1	10	10
MET. DE SEÑALIZACIÓN	B. Base	B. Base	B. Base	B Base	B Base	B Ancha
LONGITUD MÁXIMA (m)	500	500	185	250	100	1800
MEDIO DE TRANSMISIÓN	Coax 50 Ohms.	Coax. 50 Ohms.	Coax 50 Ohms.	UTP	UTP	Coax. 75 Ohms.
TÓPOLOGÍA	Bus	Bus	Bus	Estrella	Estrella	Bus

TOKEN RING/IEEE 802.5.

La red Token Ring fue desarrollada originalmente por IBM en los años 70's. La especificación IEEE 802.5 es casi idéntica y además completamente compatible con las redes Token Ring de IBM. El término Token Ring es generalmente utilizado para referirse tanto a las redes Token Ring, como a las redes desarrolladas bajo el estándar IEEE 802.5. Esta topología se muestra en la figura A.2.

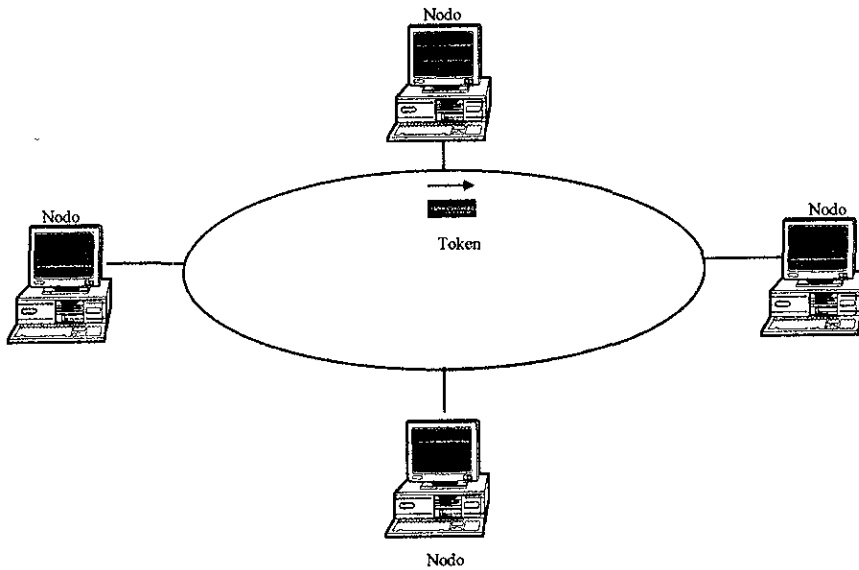


Figura A.2. TOPOLOGÍA TOKEN RING/IEEE 802.5.

Comparación Token Ring/IEEE 802.5.

Las Redes Token Ring e IEEE 802.5. son básicamente compatibles entre sí, aunque en menor escala, las especificaciones difieren. Las redes IBM Token Ring especifican una estrella, con todas las estaciones dirigidas a un dispositivo llamado MAU (Multistation Access Unit; Unidad de Acceso Múltiple). IEEE 802.5. no indica una topología en especial. La ventaja de utilizar esta topología y no un anillo físico es que si una estación falla o se desconecta, el concentrador de inmediato cierra el anillo evitando la caída de la red.

APÉNDICE B. JERARQUÍAS DE MULTIPLEXIÓN.

Los esquemas de multiplexión han sido desarrollados de tal manera que cada uno de los niveles que conforman la jerarquía puedan ser incorporados a los niveles inmediatos. En Estados Unidos de Norteamérica se desarrolló un sistema denominado DS (Digital System; Sistema Digital), cuyos niveles son asignados con regeneradores de señal utilizados, y el término T se refiere a los cables y regeneradores de señal utilizados, y el término DS se refiere a los procedimientos de entramado y multiplexión utilizados.

En Europa de manera similar, el CEPT (Comitee of European Postal and Telephone; Comité de Correo y Telefonía) desarrolló y adoptó el sistema europeo denominado con la letra E; este sistema ha extendido su uso a lo largo del mundo, exceptuando a países como Estados Unidos de Norteamérica y Japón, entre algunos pocos que utilizan el sistema DS. La siguiente tabla ilustra estos sistemas, así como la velocidad que soporta cada uno de los cuatro primeros niveles de la jerarquía.

JERARQUÍAS DE MULTIPLEXIÓN EN EL SISTEMA NORTEAMERICANO			
NIVEL	JERARQUÍA	NÚMERO DE CANALES DE VOZ	ANCHO DE BANDA TOTAL
DS0		1	64 kBits/s
DS1	T-1	24	1,544 Mbits/s
DS2	T-2	96	6,312 Mbits/s
DS3	T-3	672	44,736 Mbits/s
DS4	T-4	4032	274,176 Mbits/s
JERARQUÍAS DE MULTIPLEXIÓN EN EL SISTEMA EUROPEO (CEPT)			
NIVEL	JERARQUÍA	NÚMERO DE CANALES DE VOZ	ANCHO DE BANDA TOTAL
0	E-0	1	64 kBits/s
1	E-1	30	2,048 Mbits/s
2	E-2	120	8,448 Mbits/s
3	E-3	480	34,368 Mbits/s
4	E-4	1920	139,264 Mbits/s

APÉNDICE C. ESTADO ACTUAL DE LAS REDES EN MÉXICO.

Diez años han pasado desde que inició en México el proceso de instalación de redes de microcomputadoras y con ellas las redes de cómputo en general. A continuación se presenta el resultado de una investigación realizada conjuntamente por la Compañía Intersys y por la División de Atención a Grandes Usuarios de Teléfonos de México (TELMEX) a fines de 1993. La investigación se realizó con una muestra significativa de grandes instituciones representantes de diversos sectores de la economía que para propósitos de dicha investigación fueron divididos en cuatro sectores: Financiero, Gobierno, Servicios e Industrial.

Las Redes de Área Local, Elementos Universales.

Aunque actualmente parezca obvio que todo gran usuario de informática debe tener redes locales, cabe señalar que hace apenas cinco años aún se encontraban escépticos a ellas. El resultado de esta investigación muestra que el 95 % de los grandes usuarios tiene redes LAN instaladas, además el restante 5 % reconoce la necesidad de ellas.

Supremacía de Redes Ethernet.

Al analizar el tipo de redes instaladas en los grandes usuarios se detecta que la topología Ethernet domina con un 55.9 % del total comparado con el 40.5 % de la Token Ring y sólo un 3.6 % de otras tecnologías. El rubro de otras se encuentra compuesto principalmente de Arcnet. La presencia de Arcnet en los grandes usuarios generalmente esta asociado con aquellos pioneros de las redes que mantienen parte de su base original instalada.

Redes diseminadas en el país.

Los grandes usuarios estudiados en la muestra resultaron tener instalaciones de redes en un promedio de 11 ciudades diferentes en el país, liderados por las instituciones financieras quienes en promedio tiene instaladas redes en 23 ciudades

Al analizar el porcentaje de las redes instaladas en la República Mexicana que están conectadas entre sí formando una red WAN, se encontró que tan solo un 42 % de estas redes están interconectadas, siendo el más avanzado el Sector Industrial con un 60 %, comparado con el 42 % del Sector Financiero,, el 34 % del Sector Gobierno y tan sólo un 29 % del Sector Servicios. Esta desproporción es en parte por el bajo número de lugares en donde este sector está instalado, lo que facilita la instalación de redes WAN.

Instalación de dispositivos para la conexión de redes LAN.

En cuanto a los dispositivos empleados para construir las redes WAN, el estándar X.25 domina con un 46.7 % de las conexiones seguido por los Ruteadores Multiprotocolo con 21.7 %, Puentes con 20 % y otros con 11.6 %. Los dispositivos basados en X.25 son especialmente preferidos en el Sector Gobierno en donde se contabilizó un 60 % de sus conexiones con dicho estándar. En este rubro el Sector Financiero mostró una presencia del 47.8 % de las conexiones habilitadas, similar al representado por el uso de Ruteadores.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

ADCCP.	Advanced Data Communication Control Protocol. Protocolo de Control de Comunicaciones de Datos Avanzado.
ANSI.	American National Standard Institute. Instituto Norteamericano de Estandarización.
APE.	All Path Explorer. Explorador de Todas las Trayectorias.
ARCNET.	Attached Resource Computer Network. Red de computadoras con Recursos Compartidos.
ARP.	Address Resolution Protocol. Protocolo de Resolución de Direcciones.
ARPA.	Advanced Research Projects Agency. Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada.
ATM.	Asynchronous Transfer Mode. Modo de Transferencia Asíncrona.
Bc.	Committed Burst Size. Tamaño de Ráfaga Definida.
Be.	Excess Burst Size. Tamaño de Ráfaga Excedida.
BECN.	Backward Explicit Congestion Notification. Notificación de Congestión Explícita de Retroceso.
B-ISDN.	Broadband Integrated Service Digital Network. Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha.
BPDU.	Bridge Protocol Data Units. Unidades de Punteo de protocolos de datos.
C/R	COMMAND/RESPONSE (Comando/Respuesta)
CAD.	Computer Aided Desing. Diseño Asistido por Computadora.
CAM.	Computer Aided Manufacturing. Manufactura Asistida por Computadora.

CCITT.	Consultive Committe International Telegraph and Telephone. Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía.
CIR.	Committed Information Rate. Índice de Información Definido.
CLP.	Cell Less Priority. Celda Menos Prioritaria.
CRC.	Cyclic Redundancy Check. Chequeo de Redundancia Cíclica.
CSMA/CA.	Crrier Sense Multiple Access / Collission Avoidance. Acceso Múltiple con Sensibilidad de Portadora / Evasión de Colisión.
CSMA/CD.	Carrier Siense Multiple Access / Collision Detection. Acceso Múltiple con Sensibilidad de Portadora / Detección de Colisión.
DACS.	Digital Access Cross-connect System. Sistema de Cross-conexión de Acceso Digital.
DCE.	Data Communications Equipment. Equipo de Comunicación de Datos.
DDCMP.	Digital Data Control Message Protocol. Protocolo Digital de Datos para la Comunicación de Mensajes.
DE.	Discart Elegibility. Elegibilidad de Descarte.
DLCL.	Data Link Connection Identifier. Identificador de Conexión de Enlace de Datos.
DNIC.	Data Network Identifier Code. Código de Identificación de la Red de Datos.
DTE.	Data Terminal Equipment. Equipo Terminal de Datos.
EDI.	Electronic Data Interchange. Intercambio Electrónico de Datos.
EFRAC.	Enhanced Frame Relay Access Code. Código de Acceso Extendido Frame Relay.

EIA.	Electronic Industries Association. Asociación de Industrias Eléctricas.
FAS	Frame Alignment Signal. Señal de Alineamiento de Trama.
FCS.	Frame Check Sequency. Chequeo de Secuencia de Trama.
FDDI.	Fiber Distributed Data Interface. Interface de Datos Distribuida de Fibra.
FDM.	Frecuency Division Multiplexing. Multiplexión por División de Frecuencia.
FECN.	Forward Explicit Congestion Notification. Notificación de Congestión Explícita de Avance.
FRAC.	Frame Relay Access Code. Código de Acceso Frame Relay.
FRAD.	Frame Relay Assambler/ Disassembler. Ensamblador/ Desensamblador Frame Relay.
FRIC.	Frame Relay Interface Code. Código de Interface Frame Relay.
FRINP.	Frame Relay Internal Network Protocol. Protocolo de Red Interno Frame Relay.
FRSL.	Frame Relay Switching Interface. Interface de Conmutación Frame Relay.
FSK.	Frecuency Shift Keying. Llaveo por Desviación de Frecuencia.
FTP.	File Transfer Protocol. Protocolo de Transferencia de Archivos.
GFC.	Generic Flow Control. Control de Flujo Genérico.
HDLC.	High-level Data Link Control. Control de Enlace Datos de Alto Nivel.

HEC.	Header Error Check. Chequeo de Error en el Encabezado.
HSSI.	High Speed Serial Interface. Interface Serial de Alta Velocidad.
ICMP.	Internet Control Message Protocol. Protocolo de MENSAJES DE Control Inter-redes.
IEEE.	Institute of Electrical and Electronic Engineers. Instituto de Electricistas y Electrónicos.
IFF.	Internal FRIC/FAC. FRIC/FAC Interna.
IPX.	Internet Packet Exchange. Intercambio de Paquetes Inter-redes.
ISDN.	Integrated Service Digital Network. Red Digital de Servicios Integrados.
ISO.	International Standardization Organization. Organización Internacional de Estandarización.
IXE.	IP to X.25 Encapsulation. Encapsulación IP para X.25.
LAN.	Local Area Network. Red de Area Local.
LAPB.	Link Access Protocol Balanced. Protocolo de Acceso al Enlace Balanceado.
LAPD.	Link Access Protocol for ISDN. Protocolo de Acceso al Enlace para ISDN.
LAPF.	Link Access Protocol for Frame Relay. Protocolo de Acceso al Enlace para Frame Relay.
LED.	Light Emissor Diode. Diodo Emisor de luz.
LLC.	Logical Link Control. Control de Enlace Lógico.

LPM.	Line Processing Module. Módulo de Procesamiento de Línea.
MAC.	Media Access Control. Control de Acceso al Medio.
MAU.	Multistation Access Unit. Unidad de Acceso Multiestación.
MFAS.	Multiframe Alignment Signal. Señal de Alineamiento Multitrama.
NIC.	Network International Center. Centro Internacional de Redes.
OSI.	Open System Interconnection. Interconexión de Sistemas Abiertos.
PAD.	Packet Assembly / Disassembly. Ensamblador / Desensamblador de Paquetes.
PBX.	Private Branch Exchange. Central Privada de Conmutación.
PCM.	Pulse Code Modulation. Modulación por Codificación de Pulsos.
PLL.	Permanent Logical Link. Enlace Lógico Permanente.
PPP.	Point to Point Protocol. Protocolo Punto a Punto.
PSK.	Phase Shift Keying. Llaveo por Desviación de Fase.
PT.	Payload Type. Tipo de Carga.
PVC.	Permanent Virtual Circuit. Circuito Virtual Permanente.
RARP.	Reverse Address Resolution Protocol. Protocolo de Resolución de Dirección Inversa.

SDLC.	Synchronous Data Link Control. Control de Enlace de Datos Síncrono.
SLIP.	Serial Line Internet Protocol. Protocolo Interne para Líneas Seriales.
SNA.	System Network Architecture. Sistema de Arquitectura para Redes.
SNAP.	SubNetwork Access Protocol. Protocolo de Acceso a la Subred.
SMTP.	Simple Mail Transfer Protocol. Protocolo de Transferencia de Correo Simple.
SONET.	Synchronous Opical Network. Red Optica Síncrona.
STDM.	Statistical Time Division Multiplexing. Multiplexión por División de Tiempo Estadístico.
STP.	Shielded Twisted Pair. Par Torcido Blindado.
SVC.	Switched Virual Circuit. Circuito Virtual Conmutado.
TCP/IP.	Transmission Control Protocol / Internet Protocol. Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo Internet.
TDM.	Time Division Multiplexing. Multiplexión por División de Tiempo.
TFTP.	Trivial File Transfer Protocol. Protocolo de Transferencia de Archivos Triviales.
UDP.	User Datagram Protocol. Protocolo de Datagrama de Usuario.
UTP.	Unshielded Twisted Pair. PAR Torcido no Blindado.
VAN.	Value Agregate Networks. Redes de Valor Agregado.

Glosario.

- VSAT.** Very Small Aperture Terminal.
Terminal de Apertura Muy Pequeña.
- WAN.** Wide Area Network.
Red de Area Amplia.

BIBLIOGRAFÍA

FREEMAN, Roger L, Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones. LIMUSA, México, 1991.

STALLINGS, Williams, ISDN and Broadband ISDN. United States of America, 1992.

BLACK, Uyles D, Frame Relay Network. Specifications and Implementations. Mc. Graw-Hill Inc. United States of America, 1994.

CEBRAN, Ruz Antonio, BORRAZ, Facc Eduardo. Guía Práctica de Comunicaciones y Redes Locales. Ediciones G. Gilli S.A. de C.V. México, 1993.

GONZALEZ, Sainz Néstor, Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos. Mc. Graw-Hill. México, 1987.

JORDAN, E. Larry, CHURCHILL, Bruce, Communications and Networkking for IBM PC. Prentice-Hall Publishing and Communications Company. United States of America, 1983.

BLACK, Uyles D, Redes de Computadoras. Protocolos, Normas e Interfaces. Macrobít. México, 1990.

Seminario de Conectividad Avanzada, Intersys México S.A de C.V. México, 1990.

Internetworking Technology Overview, CISCO SYSTEM. United States of America, 1993.

PURDY, Bronson, Introduction to Internetworking Bridges, Routers & Gateways. (Seminario) United States of America, 1993.