

9
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“REDES DE TELEPROCESO”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

JOSE ARMANDO BARRAGAN TAFOLLA

JOSE CARLOS BECERRIL PIMENTEL

CARLOS MIGUEL TORRES SILVA



DIRECTOR: ING. FACUNDO VALDES PEDRAZA

MEXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA DICIEMBRE DE 1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

269670



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.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Jorge y Graciela por el Amor, Cariño, Consejos y sobretodo por la gran paciencia que siempre me han tenido, por su apoyo y sacrificios que nunca terminare de pagar GRACIAS.

A mis hermanos, por su confianza y apoyo y por mantenerse unidos GRACIAS.

A mis cuates por haber estado conmigo desde el primer semestre la verdadera Amistad siempre perdurará inclusive en los momentos más difíciles simplemente GRACIAS.

A mi universidad, la UNAM, y al Ingeniero Facundo Valdés por haberme ayudado en mi formación como Profesionista.

José Armando Barragán Tafolla

AGREDECIMIENTOS

Primeramente a mí **Señor JesuCristo**, quién ha sido y es:

mí **Padre**, pues através de su cuidado y su palabra me ha protegido, instruido y disciplinado con el fin de que sea una mejor persona, en todos los ámbitos, día con día.

mí **Amigo**, pues me ayuda en mis problemas, me comparte de su conocimiento, está conmigo en mis alegrías, comparte conmigo mis penas y me ayuda para que siempre avance en el camino de este mundo aún en los momentos cuando ya no tengo fuerzas para hacerlo.

mí **Sustentador**, pues es él quién me da el alimento, el vestido, el techo y la salud.

mí **Consolador**, pues en todos los errores que he cometido él siempre ha estado para levantarme, perdonarme, animarme y darme la oportunidad para continuar.

mí **Fortaleza**, pues es él quién día a día me da fuerzas para afrontar la vida con gozo y alegría; al permitirme que disfrute del cielo, del aire, de los bosques, de los campos, de los mares, de los animales, de las ciudades, pero sobretodo de la gente, de mis semejantes, hombres y mujeres, mis padres, mis hermanos, mis familiares, mis hermanos en Cristo, mis amigos, mis maestros, mis compañeros, mis vecinos, por que con ellos puedo tener amor y amistad.

mí **Salvador**, pues él en una ocasión fue cruxificado, sufrio dolores, padecio axfisia lentamente hasta morir, fue derramada su sangre; en una palabra pago con su vida para que yo tenga vida eterna con él, en su reino por la eternidad, "por que de tal manera amó Dios al mundo, que ha dado su Hijo unigénito, para que todo aquel que en él crea no se pierda, más tenga vida eterna" (Juan 3:16).

En Segundo lugar a mis **Padres, José e Inés**.

A mí Padre por su cariño, apoyo y por iniciarme en el conocimiento hacia Dios.

A mí Madre, quién con su Amor, Paciencia, Comprensión, Cuidados y Esfuerzos, día tras día me sostuvo para alcanzar este sueño, **GRACIAS MADRE** y recuerda que, además de amarte, siempre te admiraré por el Valor y Cariño que siempre has tenido tanto para mí como para mis hermanos; esta tesis y mi título están dedicados especialmente para tí.

En Tercer lugar a todos los maestros que he tenido, en especial al Director de esta Tesis el Ing. Facundo Valdés, por su tiempo, esfuerzo y paciencia; a la UNAM por mí formación y a todos aquellos que con sus luchas y esfuerzos han logrado que la educación profesional sea un derecho para todo mexicano.

José Carlos Becerril Pimentel.

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres.

A mis Hermanas.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la Facultad de Ingeniería.

A mis profesores y a mí Director de Tesis, el Ing. Facundo Valdés.

A mis compañeros de tesis.

A mis alumnos.

A tí, mí "Duvalin".

A los integrantes de cmos y Human Vision.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente me apoyaron para la realización de esta tesis.

Carlos Miguel.

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN A LA COMUNICACIÓN DE DATOS	1
1.1.- Tecnología de la comunicación de datos	1
1.2.- Aplicaciones de la comunicación de datos	2
1.3.- Componentes de la comunicación de datos	4
1.3.1 - Equipo Terminal	4
1.3.2 - Facilidades de comunicaciones	5
1.3.3 - El Módem y la interface DTE/DCE	25
1.3.4 - El procesador	30
CAPÍTULO 2 INTEGRACIÓN DE REDES DE TELEPROCESO	32
2.1.- Tipos de redes de teleproceso	32
2.2.- Tipos de enlaces	36
2.3.- Sistemas de teleproceso	37
2.4.- Concepto de teleinformática	43
CAPÍTULO 3 PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES	45
3.1.- Funciones de un protocolo de comunicaciones	47
3.2.- Protocolos avanzados de comunicaciones	52
3.3 - Las redes y el modelo OSI	56
3.4.- Programas y software de un sistema de teleproceso	64
CAPÍTULO 4 LA RED ESTÁNDAR X.25	67
4.1.- Recomendaciones X.25	74
4.2.- Niveles 1 y 2 en X.25	74
4.3.- Protocolo BSC	77
4.4.- Protocolo Poll Select	78
4.4.1.- Protocolo Poll Select mejorado	81
4.4.2.- Sección de Instrucciones para instalación	82

CAPÍTULO 5 INTRODUCCIÓN A SNA	83
5.1.- Componentes de SNA	85
5.2.- Implementación de SNA	86
5.3.- Operación de SNA	89
5.4.- Características de SNA	90
5.5.- Protocolo TCP/IP	99
5.6.- Protocolos ATM y Frame Relay	102
CAPÍTULO 6 REDES DE AREA LOCAL Y DE AREA EXTENDIDA	107
6.1.- Introducción	107
6.2.- Estándares en LAN	109
6.3.- Redes WAN	119
CAPÍTULO 7 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO	153
7.1.- Planteamiento de necesidades y requerimientos	128
7.2.- Volúmenes de tráfico	130
7.3.- Necesidades de procesamiento de información	132
7.4.- Tiempo de respuesta	133
7.5.- Estructura de la red	136
7.6.- Distribución geográfica	141
7.7.- Consideraciones para la red de equipo terminal	144
7.8.- Canales y velocidad de transmisión	145
7.9.- Configuración de la red	148
7.10.- Factores que afectan el diseño	153

CONCLUSIONES

GLOSARIO

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCIÓN

El hombre, por naturaleza y a lo largo de su historia ha tenido la necesidad de comunicarse, lo ha hecho hablando, escribiendo, dibujando, gritando, etc.; estas formas de comunicación no presentaban gran problema en cortas distancias; sin embargo estas mismas formas de comunicación en largas distancias presentan un grado alto de complejidad. Dos formas antiguas que creó el hombre para comunicarse a larga distancia fueron las señales de humo y golpeando tambores; posteriormente con la evolución de la tecnología, se utilizaron señales eléctricas para transmitir información en código binario, donde uno de los primeros sistemas de este tipo fue el telégrafo, después vino la invención del teléfono, la de la radio, la televisión, los cuales son solo algunos sistemas de comunicación, que el hombre ha inventado. A partir del momento en que apareció la computadora se ha creado una situación en donde cada vez más personas tienen necesidad de intercambiar información digital, una con otra, a través de sus equipos de computo; en consecuencia la comunicación de datos se ha incrementado a un nivel tal, que hoy en día es común el empleo de los términos Teleproceso o Teleinformática, las cuales son disciplinas recientes cuyo objetivo es lograr la máxima eficiencia para el proceso y la comunicación de datos a distancia.

Durante la primera mitad del siglo XX, la industria de la Telecomunicación se dedicó principalmente al intercambio de información por medio de voz, utilizando para ello sistemas analógicos; debido a las nuevas condiciones que las sociedades humanas imponen, en los últimos años se han estado cambiando tales sistemas por otros del tipo digital; ya que éstos satisfacen en mejor manera las grandes demandas actuales, como es el uso de servicios de proceso remoto, como uno de tantos ejemplos. Tales demandas surgen como resultado de las necesidades de las organizaciones públicas y privadas de tener información exacta y oportuna, en todos los niveles.

En respuesta a estas necesidades, se ha visto en los últimos años un desarrollo impresionante en cuanto a la creación de sistemas de comunicación para el intercambio de información entre personas, personas - máquinas y entre máquinas; así como la implementación de nuevas técnicas de comunicación que permitan el uso más eficientes los canales de comunicación. Debido a la competencia entre los diferentes fabricantes de sistemas orientados a las redes de teleproceso, se ha tenido como consecuencia que los costos de los mismos sean reducidos día tras día, así como la existencia de diferentes sistemas que permiten satisfacer distintas necesidades de comunicación.

La comunicación de datos es el transporte de información entre dos o más puntos; la información que se procesa y se transporta es llamada datos; los datos pueden ser cualquier tipo de información, ya sea, física, alfabética, numérica, simbólica, etc.; pero para su transportación es necesario agregar a dicha información, códigos operacionales de microprocesadores, códigos de control, direcciones de usuario, datos del programa o de la base de datos; así todo éstos en conjunto conforman los datos de la comunicación. En la fuente y el destino los datos generalmente están en forma digital, sin embargo, durante la transmisión, su recolección y su presentación, los datos pueden estar en forma digital o analógica.

Una red de comunicación de datos puede ser tan sencilla como dos computadoras personales conectadas entre sí por medio de un cable y un par de interfaces, por una red telefónica pública o pueden formar parte de una red compleja de computadoras, la cual maneja varios mainframes y cientos de terminales remotas.

Debido a la creciente integración de computadoras y comunicaciones dentro de un sistema único, hemos llegado a una industria nueva y de rápido crecimiento llamada la industria de comunicación de datos basada en computadoras. Desde hace más de una década, los logros tecnológicos dentro de la industria han sido significativos. En universidades, industrias, instituciones financieras y en aquellos lugares en donde los usuarios necesitan los servicios de una computadora, existe una posibilidad cada vez mayor de que los servicios de comunicación de datos enlacen una computadora central con usuarios remotos. Esta tendencia a crecer rápidamente es en realidad totalmente universal. En todo el mundo se han dado adelantos técnicos así como un incremento en la disponibilidad de servicios de comunicación. América Latina se encuentra realizando un esfuerzo considerable en este sentido.

Los adelantos en la tecnología permiten que las comunicaciones tengan lugar a través de grandes distancias cada vez con mayor facilidad. Las computadoras hablan a las computadoras, a la gente y viceversa. El teléfono se ha convertido en una necesidad y la terminal remota en una herramienta administrativa.

Actualmente es cada vez mayor la interrelación y la interdependencia de oficinas y lugares de trabajo geográficamente dispersos. Nuevos conceptos administrativos exigen una disponibilidad de los datos que cumplan con las siguientes premisas: la persona adecuada debe recibir la información adecuada en el momento adecuado. Esto obliga a inversiones cada vez mayores en equipos y sistemas que procesen los datos con la menor demora, no importa cuál sea la distancia entre la fuente de datos, el CPD y el lugar de destino de la información.

Considerando que para llevar a cabo la transferencia de datos a distancia el uso de dispositivos electrónicos es inevitable, estaremos hablando del término "comunicaciones electrónicas". Ahora bien, si lo que necesitamos es hacer un intercambio de información, debemos pensar que ésta puede presentarse bajo la forma de diversas señales que tienen un significado preciso para el emisor y el receptor y que deberá propagarse a través de un sistema de comunicación en la forma de símbolos que pueden ser analógicos o digitales. Sin embargo, en ocasiones, la información fuente no puede transmitirse en su forma original y se debe convertir en una forma más apropiada antes de su transmisión. Esto es, con los sistemas de comunicación digital, la información analógica se convierte a forma digital, antes de la transmisión, y con los sistemas de comunicación analógica, sucede lo contrario.

Durante los últimos años la industria de las comunicaciones electrónicas ha experimentado cambios tecnológicos notables. Los sistemas de comunicaciones electrónicas que utilizan modulación analógica convencional tales como modulación en amplitud, modulación en frecuencia y modulación en fase se están reemplazando con los sistemas de comunicaciones digitales ya que éstos ofrecen varias ventajas sobresalientes entre tales como la facilidad de procesamiento, facilidad de multicanalización e inmunidad al ruido.

El presente trabajo tiene como objetivo proporcionar un análisis de las diferentes formas de comunicaciones para la transmisión de datos; partiendo desde la definición más simple del Teleproceso que consiste en el procesamiento a distancia de información entre equipo terminal. Es importante que bajo este esquema consideremos que los componentes más elementales dentro de una red de Teleproceso son un punto transmisor (fuente), un punto receptor (destino) y un canal (medio de transmisión).

En el capítulo 1 se muestra un panorama general sobre la comunicación de datos, esto es, los elementos esenciales para implementar un sistema de este tipo; En el capítulo 2 se analizan los diferentes sistemas de teleproceso más comunes y se define un concepto de Teleinformática; En el capítulo 3 se estudian las características generales de los protocolos de comunicaciones así como el modelo OSI; En los siguientes dos capítulos se analizan los protocolos más utilizados, en los sistemas de comunicación de datos, los cuales son: X.25, BSC, POLL SELECT, capítulo 4, SNA, TCP/IP, FRAME RELAY, ATM, capítulo 5; en el capítulo 6 se hace mención de las redes LAN y WAN que es como actualmente se clasifica a las redes de datos; por último en el capítulo 7 se toma como base lo estudiado en los capítulos anteriores para definir los elementos básicos para el diseño de una red de teleproceso.

Capítulo 1. - Introducción a la Comunicación de Datos

1.1. - Tecnología de la comunicación de datos

Es importante tener una visión a través del tiempo de los hechos, ocurridos en el ámbito de las telecomunicaciones, en la que algunos influyeron directamente en la tecnología de la comunicación de datos; por lo que a continuación se presenta un resumen de dichos hechos, así como se presenta al final, una visión personal, del estado actual de las telecomunicaciones, en específico en lo concerniente a datos.

A principios de 1960, la comunicación entre computadoras fue considerado un gran problema. Las conexiones entre computadoras (o entre computadoras y terminales) eran usualmente de conexión directa. Este método de comunicación era suficiente, pues, se tenía un bajo procesamiento de datos, y las necesidades no pasaban de conectar simples terminales a la computadora central o mostrar mensajes entre dos computadoras. Utilizando para ello una baja rapidez de comunicación (bit rate).

En los años 70's aparece la tecnología MOS con la que se inicia la fabricación de los microprocesadores que son la pauta para la creación de las microcomputadoras. A fines de esta década el protocolo X.25 comenzó a utilizarse en gran escala, dando como consecuencia la introducción de redes basadas en la conmutación de paquetes (packet switched networking).

La década de los 80's se caracterizó por eventos de gran trascendencia tales como la introducción de la computadora personal por parte de IBM, el hecho de ser lanzado como un sistema abierto permitió el desarrollo de estos equipos y aceleró la evolución de los microprocesadores. Así mismo, se desarrolló la tecnología del Módem Dial a gran escala, con lo que se alcanzaron altas velocidades de transmisión.

A partir de 1984, se cuenta con los servicios T1 (1.544 Mbps), en la red telefónica americana. En este año, se utilizan Multiplexores de División de Tiempo, para ofrecer nuevos servicios. Estos nuevos multiplexores, basados en microprocesadores, ofrecen ventajas como circuitos para reasignar rutas en forma automática, redundancia y soporte para manejar una gran variedad de tipos de entrada/salida para datos y voz optimizando al canal de comunicaciones.

Posteriormente, se realiza la migración de la arquitectura de Procesamiento Centralizado hacia la arquitectura Cliente-Servidor, en los ambientes de procesamiento electrónico de datos; mas tarde se hace patente el auge de las Redes de Área Local (LAN Local Área Network) y su estandarización.

En nuestros días, finales de los 90's, los hechos más significativos son:

La presencia del prototipo de comunicación "World Wide Web" se introduce en Internet y se convierte rápidamente en el lenguaje de comunicación preferido por los usuarios de la misma.

En forma simultanea se implementan los servicios WAN (Wide Area Network) en los cuales se utilizan técnicas y protocolos de comunicaciones mas sofisticados.

Así mismo con el desarrollo de las Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN Integrated Services Digital Networks) se ofrecen servicios digitales a alta velocidad. Los nuevos métodos para la integración de voz y datos, así como protocolos para Redes de Área Local, están en desarrollo con las que se tendrán nuevas formas de transmisión, basadas en el concepto de "celdas", las cuales se representan por las siguientes tecnologías: ATM (Asynchronous Transfer Mode/ Modo de Transferencia Asíncrono), Broadband ISDN y la Red Digital de Servicios Integrados.

1.2. - Aplicaciones de la comunicación de datos.

Los rápidos avances de la tecnología en telecomunicaciones están contribuyendo a la realización de que todos en el mundo formemos parte de una comunidad global. Así como la tecnología de comunicaciones avanza, los requerimientos y necesidades de las empresas y usuarios aumentan, exigiendo formas de comunicación más seguras, confiables y flexibles. Por esta razón las redes de Teleproceso, han cobrado suma importancia, ya que con esta herramienta se comparten y explotan recursos tanto físicos como lógicos que permiten la interacción y las comunicaciones entre grandes empresas, departamentos o entre usuarios comunes, sin importar la ubicación geográfica.

En la actualidad nuestro país esta llevando a cabo un cambio trascendental en el desarrollo de servicios y productos para lograr un alto nivel competitivo en materia de Teleproceso. Los servicios de Teleproceso que hoy demandan las grandes corporaciones tanto industriales como gubernamentales, así como la comunidad en general deben cumplir con tres aspectos básicos:

- **Disponibilidad:** Se requiere de la infraestructura para brindar el servicio en el momento que lo requiera el usuario; así como del respaldo de la instalación y supervisión de la infraestructura de la red por compañías de prestigio mundial y de los tiempos de respuesta en el servicio.
- **Confiability:** Reflejado en un medio de transmisión seguro y en el uso de instalaciones de respaldo para una posible emergencia.
- **Calidad:** Este punto se cumplirá en la medida en que los puntos anteriores se cumplan en su totalidad.

Las aplicaciones de la comunicación de datos es muy basta ya que va desde el envío de archivos de una terminal a otra, hasta el control de satélites o naves exploradoras. Se utilizan redes de Teleproceso para enviar información de un lugar a otro, para agilizar trámites, actualizar procedimientos, enviar correspondencia (correo electrónico), hacer reservaciones, actualizar saldos, facturación, exploración científica, defensa, etc.

Las redes existentes satisfacen hasta un cierto límite las necesidades operativas y de desarrollo de la mayoría de las organizaciones, ya que estas ofrecen gran conectividad, operatividad, capacidad de usuarios, ancho de banda y las aplicaciones que ofrecen una buena solución a las necesidades de los usuarios.

Para garantizar que la comunicación de datos cumpla con las necesidades del usuario, debemos considerar los siguientes puntos:

- **Tiempo de respuesta**

El diseño de una red se basa principalmente en dos parámetros los cuales son tiempo de respuesta y capacidad del canal; por tiempo de respuesta se entiende al intervalo de tiempo que transcurre desde que se efectúa una petición hasta que se obtiene la respuesta a esta solicitud. Este tiempo de respuesta puede ser afectado por varios factores, entre los más comunes podemos mencionar el tráfico de información que hay en el momento de solicitar un enlace, el número de paquetes o volumen de información, del número de estaciones remotas existentes en la red así como la capacidad del canal. Para obtener un tiempo de respuesta adecuado en el sistema se deben considerar la cantidad de nodos, así como la topología a usar en nuestra red y el ancho de banda de esta. Por capacidad de canal entendemos la cantidad máxima de información que se puede transmitir por el medio de comunicación utilizado.

- Volumen de datos

Para mantener el tráfico en la red, es necesario evitar situaciones de congestión, ya que toda red, posee una capacidad limitada de almacenamiento y procesamiento. Por tal razón es necesario controlar aquellos recursos que puedan producir tal congestión mediante algunos mecanismos de control que ayudaran a evitar:

- Excesivos volúmenes de tráfico.
- Interrupciones temporales de los enlaces.
- Errores en el dimensionamiento de la capacidad de enlaces, memoria o procesadores.

Este control se realiza mediante la restricción en la aceptación de nuevas llamadas en los recursos que se encuentren sobrecargados. Las restricciones se aplican gradualmente en función de la prioridad de las llamadas.

- Seguridad

Todas las redes de comunicaciones, así como las redes de Teleproceso disponen de funciones para controlar y restringir el acceso de los usuarios a la red, con el fin de brindar seguridad. Mediante esta función es posible restringir el acceso de grupos predefinidos de usuarios a determinados recursos o procesos. Los usuarios que forman parte de un grupo cerrado sólo pueden comunicarse con otros miembros del grupo, aunque un usuario puede pertenecer a más de un grupo. En este último caso, uno de los grupos será considerado como preferente.

Del mismo modo es posible asignar accesos de salida a algunos usuarios de un grupo cerrado. Esto les permite realizar llamadas a usuarios no pertenecientes a dicho grupo. Análogamente, es posible asignar a algunos usuarios de un grupo cerrado acceso de entrada para recibir llamadas procedentes de usuarios que no pertenezcan al grupo. Mediante esta función es posible restringir los accesos de entrada/salida a los usuarios de la red.

Dentro del esquema de seguridad hay posibilidad de impedir que un dispositivo conectado a la red acepte llamadas dirigidas a él. Cualquier intento de acceso hacia un usuario definido así, será rechazado por la red. Análogamente, es posible impedir que un usuario realice llamadas.

- Requerimientos de procesamiento

Estos pueden ser de dos formas:

- Procesamiento en línea (ON-LINE)

Bajo este esquema el procesador central acepta directamente los datos transmitidos desde el equipo terminal, procesándolos y enviando a continuación los resultados a las áreas que los solicitan.

- Procesamiento fuera de línea (OFF-LINE o BATCH)

En este modelo, los datos que se envían al procesador central no se tratan inmediatamente, sino que se almacenan en un periférico auxiliar (unidad de disco duro, discos o cintas magnéticas) para que se procesen posteriormente, por lo general, con una cierta periodicidad, tenemos por ejemplo los procesos nocturnos.

1.3. - Componentes de la comunicación de datos

Un sistema para comunicación de datos se compone por un conjunto de elementos tales como procesadores, terminales y equipos de transmisión que en conjunto forman el hardware y software que nos permite recibir, enviar y procesar información para satisfacer una necesidad y/o resolver un problema.

Básicamente una red de Teleproceso se compone de:

- Terminales
- Equipo y Facilidades de comunicaciones
- Interface DTE/DCE
- Sistema de procesamiento

1.3.1. - Equipo terminal

En un sentido estricto, el equipo terminal se conforma por aquellos dispositivos conectados a un procesador central desde puntos diversos y remotos en los que se recoge información de entrada que se enviarán al procesador y donde también se recibirán los resultados de salida del procesamiento de la información.

Existen varios tipos de terminales:

- **Teleimpresores.**- Básicamente constan de un dispositivo para impresión y en algunas ocasiones de un teclado.
- **Terminales de pantalla.**- Constan de un teclado que se utiliza para introducir los datos y de un monitor. En estas unidades el usuario compone el mensaje a transmitir, generalmente los datos son registrados en una memoria auxiliar (BUFFER) y se transmiten al procesador central.
- **Terminales analógicas.**- Dispositivos de Entrada/Salida que se utilizarán para el manejo de información de tipo continuo o analógico, tenemos como ejemplos: las unidades de captura para datos meteorológicos, para índices de contaminación, los controladores de temperatura de hornos, las alarmas, etc. Para que esta información pueda reconocerse y tratada por un procesador, debe ser previamente cuantificada y codificada en forma binaria.
- **Terminales programables.**- Las terminales programables realizan ciertas funciones de interface de comunicación y de procesamiento. La capacidad de programación se logra mediante un microprocesador interno y una memoria RAM. La terminal también puede tener ROM en la que se pueden definir macroinstrucciones con las que se realizan funciones lógicas, aritméticas y de E/S como lecturas de registros.
- **Terminales tontas.**- Se entienden básicamente por éstas a los equipos que solo realizan el despliegue y la entrada de datos, el procesamiento de información es casi nulo.

1.3.2. - Facilidades de comunicaciones

Otro de los elementos que tiene gran relevancia en el esquema de una red de Teleproceso es el canal de comunicaciones, o las facilidades de comunicaciones, que es el medio por el cual es factible enviar o transmitir nuestra información. Dentro de los canales más usados para la transmisión de datos tenemos: líneas telefónicas, canales de Microondas, fibras ópticas, la red digital de servicios integrados y los enlaces por vía satélite.

Dentro del tema de las facilidades de comunicaciones es muy importante el modo de transmisión, ya que éstos pueden ser:

- SIMPLEX
- SEMIDUPLEX o HALF-DUPLEX
- DUPLEX o FULL-DUPLEX
- FULL/FULL DUPLEX

Estos modos de transmisión se han aplicado dependiendo de las necesidades del sistema y de las facilidades con que se cuenta. De hecho, en la actualidad los sistemas de transmisión en las redes de telecomunicaciones, han evolucionado de tal manera que los servicios de los que se dispone cada día son más poderosos y de mayor capacidad. A continuación se describe cada uno de ellos:

- SIMPLEX. Se transmite en una sola dirección; también se conocen como líneas de sólo recepción o de sólo transmisión o de un sólo sentido(Fig. 1.1.). La televisión comercial y sistemas de radio son ejemplos de transmisión simplex.

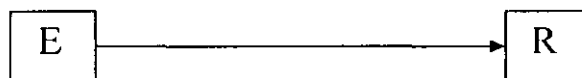


Fig. 1.1 Transmisión Simplex

- SEMIDUPLEX o HALF DUPLEX (HDX). La transmisión de datos es posible en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo. Este método se utiliza cuando sólo se dispone de un canal de comunicación y se requiere transmitir de manera bidireccional (Fig. 1.2) Las líneas half dúplex también se llaman de dos sentidos alternados o líneas de cualquier sentido. La banda civil (CB) es un ejemplo de este tipo de transmisión.

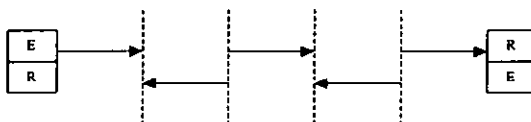


Fig. 1.2 Transmisión Semi Duplex

- DUPLEX o FULL DUPLEX (FDX). Se puede transmitir en ambas direcciones simultáneamente, pero deben estar entre las mismas dos estaciones. Las líneas full dúplex son llamadas también dúplex, líneas de dos sentidos simultáneas o líneas de dos sentidos (Fig. 1.3). Un sistema telefónico estándar es un ejemplo de la transmisión full dúplex.

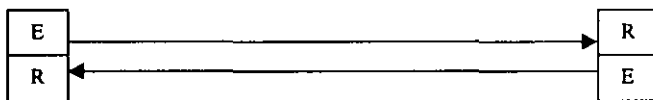


Fig. 1.3 Transmisión Duplex

- FULL/FULL DUPLEX (F/FDX). La transmisión es posible en ambas direcciones simultáneamente, pero no entre las mismas dos estaciones (es decir, una estación esta transmitiendo a una segunda estación y recibiendo de una tercera estación, al mismo tiempo). F/FDX es posible sólo en los circuitos de multipunto. El sistema postal de EUA, es un ejemplo de transmisión full/full dúplex.

• Líneas telefónicas

En la transmisión de datos por circuitos de la red telefónica se dispone de dos servicios básicos que son:

- Línea dedicada
- Línea conmutada

Las líneas dedicadas o privadas normalmente se utilizan como líneas permanentemente activas con las cuales se realiza un enlace entre puntos fijos, de acuerdo a las necesidades del usuario; bajo estas condiciones no es posible hacer un cambio en la trayectoria del enlace. Es importante hacer notar que dependiendo de la distancia a la que se encuentren los puntos a comunicar, será necesario el uso de amplificadores para garantizar que la información se podrá recibir en el punto remoto con un nivel aceptable de potencia.

Una línea privada o circuito dedicado puede ser punto a punto o multipunto. En las líneas multipunto se puede implementar un protocolo de nivel de enlace para poder realizar el enlace multipunto.

En el caso de las líneas conmutadas se hace uso de los servicios PSTN (Public Switched Telephonic Network) que ofrecen las compañías telefónicas, esto ofrece las siguientes facilidades para el usuario:

- Respuesta automática
- Llamada automática
- Reducción de velocidad en condiciones desfavorables

Lo anterior permite disponer de un canal para enlaces locales, nacionales e internacionales; de acuerdo a la necesidad del usuario y con sólo realizar una llamada al punto deseado. Estas facilidades pueden implementarse por software y hardware, a través de los circuitos de interface como el RS-232 (Recomendaciones V.24/V.28).

Los medios físicos para realizar la transmisión por líneas telefónicas pueden ser cables de dos y de cuatro hilos dependiendo de las necesidades.

DOS HILOS. como el nombre lo indica, envuelven un medio de transmisión que utiliza dos líneas de cable (una de señal y una de referencia) o una configuración que es equivalente a tener solo dos líneas de cable. Con la operación a dos hilos, es posible la transmisión **SIMPLEX**, **HALF DUPLEX** o **FULL DUPLEX**. Para la operación full dúplex, las señales se propagan en direcciones opuestas, deben ocupar diferentes anchos de banda; de otra manera, se mezclaran en forma lineal y tendrán interferencia una contra otra.

CUATRO HILOS. como el nombre lo indica involucran un medio de transmisión que usa cuatro cables (dos se usan para las señales que se están propagando en direcciones opuestas y dos se usan como referencia) o una configuración que es equivalente a tener cuatro cables. Con la operación a cuatro hilos las señales se propagan en direcciones opuestas, están físicamente separadas y, por lo tanto, pueden ocupar los mismos anchos de banda sin interferir una con otra. La operación a cuatro hilos proporciona mas aislamiento y se prefiere sobre la de dos hilos, aunque la de cuatro hilos requiere el doble de cables y, consecuentemente, el costo es doble.

Un transmisor y su receptor asociado son equivalentes a un circuito de dos hilos. Un transmisor y un receptor para ambas direcciones de propagación son equivalentes a un circuito a cuatro hilos. Con la transmisión full dúplex sobre una línea de dos hilos, el ancho de banda disponible debe dividirse a la mitad, por lo tanto, se reducen la capacidad de información en cualquier dirección a la mitad del valor del half dúplex. Consecuentemente, la operación del full dúplex sobre dos hilos requiere el doble del tiempo para transferir la misma cantidad de información.

• Microondas

Microondas es el nombre dado a las ondas electromagnéticas que poseen altas frecuencias de oscilación, por lo que la región, del espectro de frecuencias, que va de 300 MHz a 300 GHz es conocida como la región de microondas.

En la actualidad, el espectro de frecuencias inicia en la región de subaudio, menos de 30 Hz, y se extiende hasta frecuencias del orden de 1×10^{28} Hz, que es la región de rayos cósmicos; tal como se muestra en la siguiente figura.

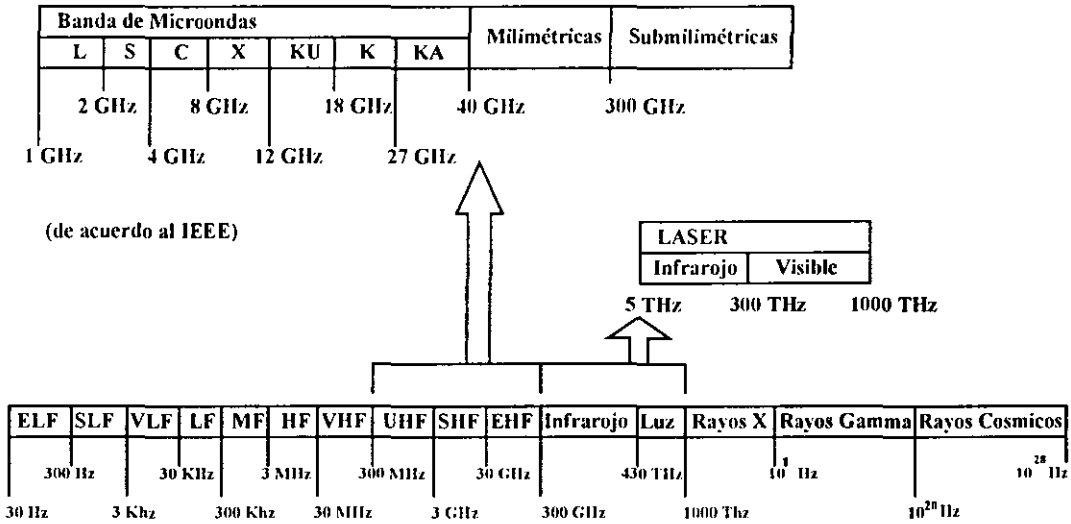


Fig. 1.4 Espectro de Frecuencia disponible

La forma resumida del espectro de frecuencia se muestra a continuación:

Rango de Frecuencia [Hz]	Designación de Banda
3 - 30	VLF (very low frequencies)
30 - 300K	LF (low frequencies)
300K - 3M	MF (medium frequencies)
3M - 30M	HF (high frequencies)
30M - 300M	VHF (very high frequencies)
300M - 3G	UHF (ultra high frequencies)
3G - 30G	SHF (super high frequencies)
30G - 300G	EHF (extremely high frequencies)

En la actualidad y de acuerdo a la IEEE la región de microondas está definida de 300 MHz a 40 GHz, la que incluye a las bandas de la L a la Ka, tal como se muestra a continuación:

Actual Designación de la banda de Frecuencias para Microondas de la IEEE

Banda	Frecuencia [GHz]	Banda	Frecuencia [GHz]
HF	0.003 – 0.030	K _u	12.000 – 18.000
VHF	0.030 – 0.300	K	18.000 – 27.000
L	1.000 – 2.000	K _a	27.000 – 40.000
S	2.000 – 4.000	Milimétrica	40.000 – 300.0
C	4.000 – 8.000	Submilimétrica	> 300
X	8.000 – 12.000		

Las microondas tienen múltiples aplicaciones en nuestra vida, como lo son: el radar, en los altímetros de los aviones, en medicina, los hornos de microondas, etc.; pero su campo principal se encuentra dentro de las telecomunicaciones, ya que las características de las microondas son ideales para la comunicación de información. Por ejemplo, si tomamos una microonda de 6 GHz, tenemos que el 2% de su ancho de banda es de 120 MHz, este último ancho de banda nos permite manejar multiplexión de la información. Una transmisión con multiplexación significa de dos o más señales de información a través un mismo canal. Por lo que utilizando técnicas de multiplexión y los sistemas de comunicación por microondas es posible transmitir grandes cantidades de información simultáneamente; los sistemas telefónicos y de transmisión de datos hacen uso de este recurso para solventar sus necesidades de comunicación. Otras características adicionales son la alta ganancia y la alta directividad de las antenas parabólicas utilizadas en los enlaces de microondas, así como también, la potencia necesaria para las estaciones repetidoras, que pueden conformar un enlace, es menor de un kilowatt.

Los enlaces de microondas, constan básicamente de una estación transmisora, la cual cuenta con una antena parabólica transmisora y con una estación receptora con su respectiva antena receptora, tal como se muestra en la figura 1.5.

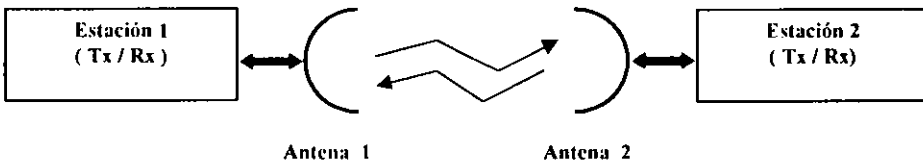


Fig. 1.5 Enlace Básico de Microondas

Los enlaces de microondas se usan para transmitir información en distancias cortas, tales como los enlaces de televisión entre ciudades y para la transmisión de datos a grandes distancias.

• Propiedades Básicas de las Microondas

Como se mencionó al principio, las microondas son ondas electromagnéticas por lo que para su estudio se modelan por medio de ondas senosoidales. Por lo cual, pueden ser descritas por medio de 4 parámetros básicos que son:

- Amplitud
- Frecuencia
- Longitud de onda
- Velocidad de propagación.

La amplitud de una onda senoidal es la magnitud de la variación entre su pico máximo y su pico mínimo; el tiempo que le lleva a la onda completar un ciclo completo de oscilación es conocido como su período, por lo que el valor recíproco del período es la frecuencia de la onda, la cual nos indica la cantidad de ciclos que experimenta la onda por unidad de tiempo; la longitud de onda, como su nombre lo indica, es la longitud física de la onda y se expresa en metros; esto es, la distancia entre dos picos iguales consecutivos dentro de un ciclo de la onda.

Dado que las microondas son ondas electromagnéticas, éstas al ser irradiadas en un medio avanzan o viajan dentro de éste, por lo que éstas poseen una velocidad de propagación. Si el medio considerado es el espacio libre, la velocidad de propagación de las microondas es igual a la velocidad de la luz, esto es, 300,000,000 metros por segundo.

Una propiedad adicional, que es un parámetro muy útil en todo sistema de comunicación, es el ancho de banda. El ancho de banda está directamente relacionada a la frecuencia de la señal.

Dado el gran ancho de banda que poseen las microondas, hace que éstas sean ideales para la radio comunicación. Además, la velocidad de transmisión de un sistema de comunicación es directamente proporcional a su ancho de banda. Debido a lo anterior, las microondas permiten satisfacer las altas necesidades de las comunicaciones actuales, en especial a lo referente a cantidad de información y velocidad de transmisión. Por lo que grandes cantidades de información pueden, en principio, ser transmitidos en la región infrarroja y visible del espectro, esto mediante el uso de sistemas basados en láseres y fibras ópticas respectivamente.

Las capacidades de los sistemas de microondas varían, desde menos de 12 canales de banda de voz a más de 22,000. Los primeros sistemas de radio por microondas transportaban circuitos de banda de voz multicanalizadas por división de frecuencias y se utilizaban técnicas convencionales de modulación de frecuencias. Los sistemas de microondas desarrollados más recientemente llevan circuitos de banda de voz con multicanalización por división de tiempo modulados con códigos de pulsos y utilizan técnicas de modulación digital más modernas.

En el diseño de los sistemas de radio FM se tiene muy en cuenta el ruido de intermodulación, ya que éste se considera como una función de la amplitud de la señal y de la magnitud de la desviación de frecuencias; estas características las hace más aptas para la transmisión por microondas. Los elementos dentro de un enlace de microondas son las estaciones terminales y las repetidoras; del mismo modo, debemos poner especial cuidado al concepto de línea de vista.

• Estaciones de radio microondas.

Básicamente hay dos tipos de estaciones de microondas: terminales y repetidoras. Las estaciones terminales son puntos dentro del sistema donde las señales de banda base se originan o terminan. Las estaciones repetidoras son puntos dentro del sistema donde las señales de banda base se pueden volver a configurar o donde las portadoras de radiofrecuencia simplemente se repiten o se amplifican.

Estación terminal: Esencialmente una estación terminal se forma por cuatro secciones principales: la banda base, enlace de entrada de línea de cable (WLEL), IF de FM y secciones de radio frecuencia (fig. 1.6)

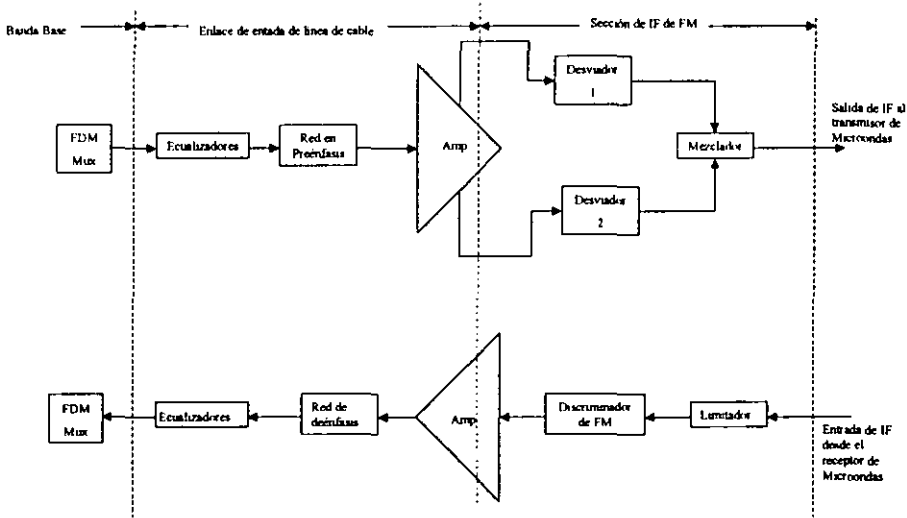


Fig. 1.6 Estación terminal de Microondas, Banda Base, enlace de entrada de línea de cable, e IF de FM.

Estación repetidora: Un repetidor de microondas es un receptor y un transmisor colocados “espalda con espalda” o en tandem con el sistema. La estación repetidora recibe una señal, la amplifica, le da nueva forma y luego retransmite la señal al siguiente repetidor o estación terminal. El uso de estas estaciones entra en acción cuando la distancia entre estaciones terminales es de más de 60 Km o cuando las obstrucciones geográficas bloquean la ruta transmisión o la línea de vista (fig. 1.7).

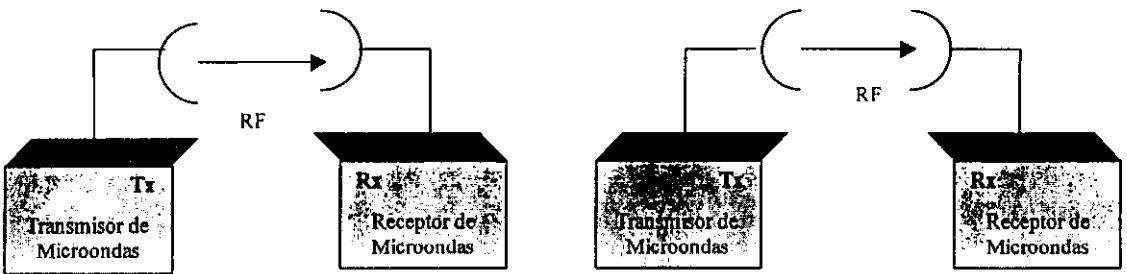


Fig. 1.7 Repetidor de Microondas

Línea de vista: Los sistemas de microondas utilizan transmisión de línea de vista; esto quiere decir que tiene que haber una ruta de señal directa entre las antenas de transmisión y recepción. En consecuencia si esa ruta de la señal experimenta una degradación severa, ocurrirá una interrupción del servicio. A la línea de vista se le llama trayectoria de espacio libre u onda directa; aunque también existen otras trayectorias de propagación tales como la onda reflejada a tierra, la onda de cielo y la onda de superficie.

- Enlaces por vía satélite

En Astronáutica, un satélite es un sistema construido por el hombre y lanzado al espacio, el cual se mueve alrededor de algún planeta bajo el efecto de la fuerza de atracción entre masas. La órbita de un satélite artificial es generalmente elíptica y se caracteriza por los parámetros siguientes: el apogeo y el perigeo, que son respectivamente, los puntos de la trayectoria orbital situados a una distancia máxima y mínima con respecto al planeta en torno al cual gravita.

Un satélite artificial terrestre, está constituido básicamente por un cuerpo, generalmente cilíndrico, fabricado a base de aleaciones ligeras (aluminio, magnesio, titanio, etc.) o de materiales compuestos (fibra de carbón, de vidrio, etc.), en el interior del cual va alojada la carga útil, que comprende principalmente el equipo electrónico necesario para llevar a cabo las tareas para las que fue diseñado. Estos satélites son también conocidos como geostacionarios, es decir, que permanecen prácticamente inmóviles en relación con un observador terrestre fijo en el planeta. La energía eléctrica para el equipo de los satélites puede suministrarse desde baterías primarias (celdas solares) o baterías secundarias.

El origen de las comunicaciones vía satélite comenzó a partir de la idea de colocar un transmisor/receptor de microondas en satélites geostacionarios, para cubrir grandes distancias terrestres.

En sus inicios, los satélites sólo servían como reflectores pasivos de las señales de comunicación, esto ha cambiado, pues actualmente, estos sistemas amplifican, realizan interconexiones complejas, cambios de frecuencia, etc.; los satélites modernos manejan anchos de banda de 1 a 40 gigahertz e incluso mayores.

Inicialmente, las comunicaciones satelitales fueron diseñadas para enlazar un número pequeño de estaciones terrenas, las cuales poseían una gran antena (32 metros de diámetro); posteriormente se ha adoptado por un sistema de uno o varios satélites para enlazar un número mayor de estaciones terrenas. Las frecuencias usadas en un principio para comunicaciones comerciales fueron en la banda C, de 4 a 6 GHz, para luego ser extendidas alrededor de 10 GHz; después varios sistemas utilizaron la banda Ku, en las frecuencias de 11 a 14 GHz, de 20 a 30 GHz y en la actualidad se continúa experimentando con frecuencias aún mayores.

Los satélites pueden ser clasificados de acuerdo al tipo de órbita que utilizan:

- Satélites con trayectorias relativamente no definidas

Estos son lanzados a una baja o mediana altitud, realizando varias vueltas por día alrededor de la Tierra. Por lo cual es difícil el seguimiento del mismo por parte de la estación terrestre, y la comunicación con el satélite no puede establecerse durante una parte del día; a menos que haya otro satélite en la misma órbita que aparezca cuando el otro desaparezca por el horizonte, la estación terrestre no podrá comunicar por satélite más que unas 8 horas al día. Incluso con varios satélites en la órbita la parte de la superficie terrestre cubierta en cada momento estaría cambiando continuamente y la antena de la estación terrestre tendría que ser capaz de cubrir el arco celeste entero. Esto hace necesario utilizar un sistema de control de la antena, que resulta muy costoso.

- Satélites con una órbita prescrita

Estos están equipados con subsistemas especiales para su colocación en la órbita determinada y para la corrección de su trayectoria con el fin de mantenerlo en su órbita. Un caso particularmente interesante son los satélites de órbita elíptica; estos poseen una inclinación de aproximadamente 64° con respecto al Ecuador, su período orbital es de medio período de rotación de la Tierra y tiene la característica de permanecer más tiempo viendo un mismo lugar de la Tierra.

- Satélites Geosíncronos o Geostacionarios

Si la comunicación entre una estación terrestre y el satélite debe tener lugar las 24 horas del día, el satélite debe estar en una órbita geosíncrona, para ello el satélite se debe encontrar en una órbita situada a 35 800 kilómetros del centro de la Tierra. Además, debe estar situado en un plano que contenga el ecuador; poseen órbitas circulares, su período orbital es igual al de la rotación de la Tierra y permiten cubrir una zona aproximada al 40% de la superficie terrestre; dado que éstos tienen la misma dirección de rotación de nuestro planeta permite que las antenas de la Tierra tengan una posición fija, por medio de pequeños ajustes de vez en cuando.

Un satélite de comunicación proporciona una forma de sustitución de microondas. Dada la posición física que ocupa este dentro del contexto de un sistema de comunicación puede transmitir señales a grandes distancias, lo que no es posible realizar a través de un enlace único en la tierra debido a las condiciones orográficas de ésta.

La calidad de la línea de transmisión proporcionada por los satélites es buena y sin grandes problemas de ruido, el principal problema del uso de este sistema de comunicación es el tiempo de propagación de las señales; esto en transmisión de datos afecta el rendimiento de los equipos; así como el tiempo de respuesta. Los satélites de comunicación se dividen en tres categorías dependiendo de los servicios que prestan, estos son: fijos, móviles y de radiodifusión

El subsistema de comunicaciones de un satélite consiste en un transponder, una estación terrena y una red de usuario. Las estaciones terrestres proporcionan las facilidades para transmisión y recepción de tráfico de comunicaciones a través del sistema de satélite. La antena transmisora produce ondas electromagnéticas y la antena receptora las recoge del espacio, la energía electromagnética liberada de una antena se conoce como radiación, por este motivo, las antenas son también denominadas radiadores. La antena generalmente se compone de un segmento de conductor metálico del tipo ferromagnético y cuando una corriente alterna de radiofrecuencia pasa a través de él, se forma un campo electromagnético alternado a su alrededor. La antena que se utiliza para recepción y transmisión en la estación terrena es una antena tipo cassegrain la cual recoge la información del satélite o de la estación terrena y la envía a la estación terrena o al satélite según sea transmisión o recepción.

La función de la antena en la transmisión es la de radiar la energía de la señal en dirección al satélite lo más directamente posible. Su función en la recepción es la de concentrar la mayor cantidad de energía radioeléctrica, para que ésta se pueda procesar y amplificar con niveles adecuados para que se maneje por el MODEM y poder obtener la señal original.

Una estación terrena puede utilizarse como transmisora o receptora, a continuación se explica de manera general los procesos que se llevan a cabo con una señal para que ésta pueda transmitirse o recibirse en una estación terrena.

Esencialmente un sistema satelital consiste de tres secciones básicas: una subida, un transponder satelital y una bajada.

- **Módulo de subida**

El principal componente dentro de la sección de subida es el transmisor de la estación terrena, que consiste de un modulador de IF, un convertidor de microondas de IF a RF, un amplificador de alta potencia HPA y algún medio para limitar la banda del último espectro de salida.

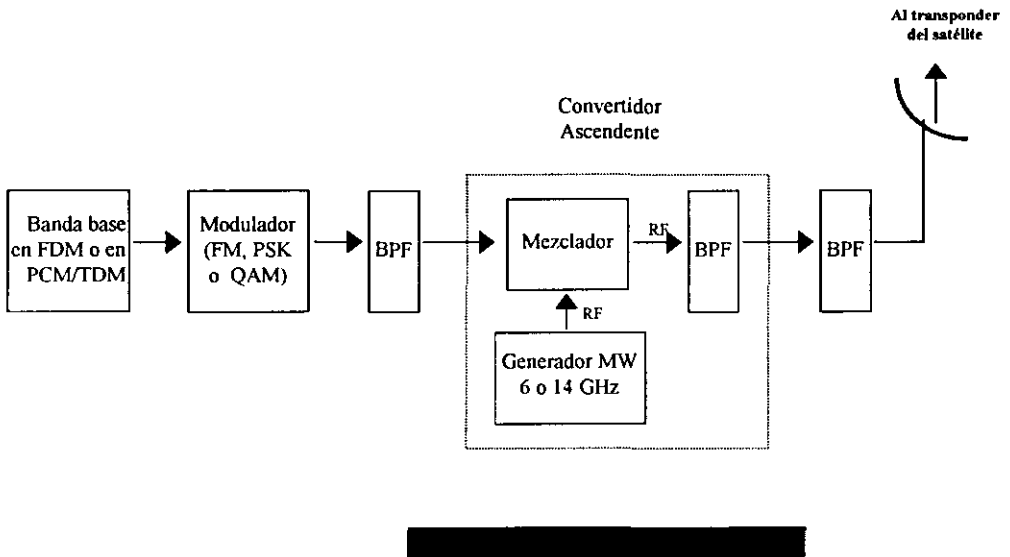


Fig. 1.8 Modelo del módulo de subida del satélite.

• **Transponder**

Un típico transponder satelital consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BPF), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA), un convertidor de frecuencia, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa bandas de salida.

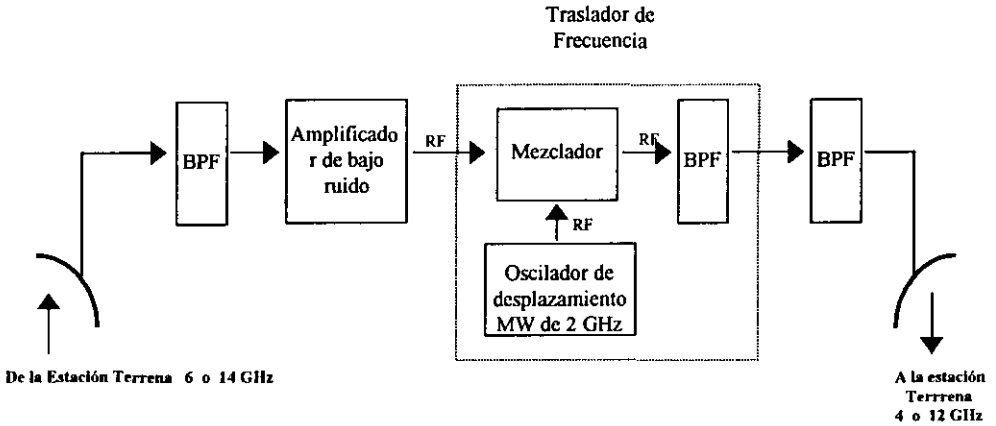


Fig. 1.9 Transponder del satélite

• **Módulo de bajada:**

Un receptor de estación terrena incluye un BPF de entrada, un LNA y un convertidor de RF a IF.

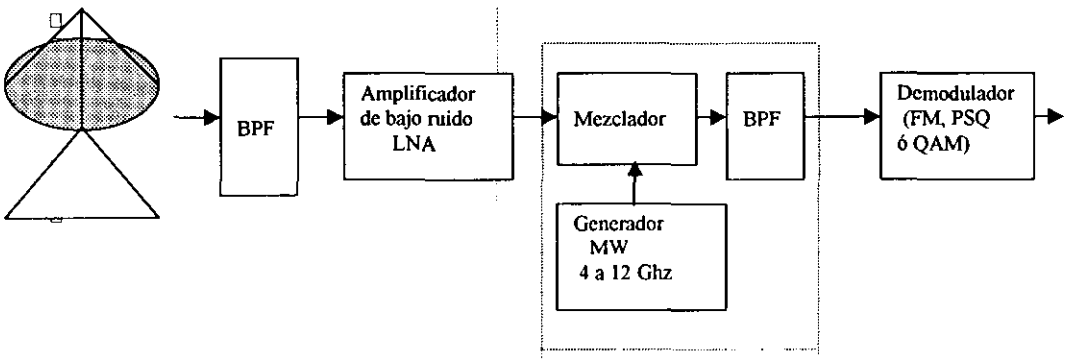


Fig. 1.10 Modelo de bajada del satélite.

• Red satélital VSAT

La red Mexicana de transmisión de datos via satélite es la llamada "VSATCOMM". Esta red de acceso público por satélite da servicios a cualquier usuario que necesite comunicar su oficina central (servidor principal) con oficinas regionales en el interior del país o en parte del sur de los Estados Unidos.

Concepto:

- VSAT Very Small Aperture Terminal
- Red pública para el establecimiento de redes privadas
- Arquitectura de red tipo estrella.
- Transmisión de datos con técnica de conmutación de paquetes por satélite.
- Banda KU.

Protocolos mas utilizados:

Una gran ventaja que ofrece esta red a sus usuarios es la cantidad de protocolos que maneja entre los que podemos mencionar los siguientes:

- X.25(LAPB/LAPBE) Link Access Procedure Balanced.
- SNA/SDLC Systems Network Architecture/Synchronous Data Link Control.
- Asinc (X.3/X.29)
- UDLC Universal Data Link Control.
- X.75 Para enlaces con otras redes
- 3270 (IBM).

Servicios:

Transmisión de datos por satélite, mediante la conexión de terminales remotas con el puerto host, a velocidades de usuario de 1.2 a 19.2 Kbps e incluso hasta 64 Kbps, tiempos de respuesta de 1.6 seg., alta seguridad debido a la redundancia de equipos en la estación maestra y al respaldo de modems en caso de fallas en el enlace satelital. Requerimientos para las estaciones remotas que quieran acceder a la red VSATCOMM:

- Antena parabólica de 1.8, 2.4, 2.6 o 3.1 metros de diámetro.
- Unidad de RF exterior (ORU).
- Unidad de procesamiento de datos (DPU) para operar a 64 Kbps. En la velocidad de transporte, con técnica TDM/TDMA.
- Enlace de frecuencia intermedia en banda L.

Estos productos deberán de ser compatibles tanto en hardware como en software con el producto Skylin X.25 de Scientific Atlanta (producto que utiliza la red VSATCOMM de Telecomm).

Las características de la interfaz en las estaciones remotas son las siguientes:

- Puertos de conexión de datos: 4 puertos (RS-232 conector DB 25 hembra).
- Puertos de diagnostico: 1 puerto RS-232 a 9600 Bps. (1200 a 9600 Bps.)
- Modo de comunicación serie: asíncrono o síncrono.
- Tipo de interfaz: RS-232 (RS-422/423 o V.35).
- Soporte de protocolos: 1 protocolo en el puerto físico, máximo 2 protocolos en un solo DPU (Unidad de procesamiento de datos) y 7 circuitos virtuales por puerto físico para el protocolo X.25.
- Tamaño máximo del paquete: de 64 a 256 Bytes.
- Velocidad de transmisión: de 1.2 a 19.2 Kbps.

• Enlaces por fibra óptica

Los sistemas de comunicaciones que utilizan luz como portadora de información recientemente han recibido mucha atención, ya que los sistemas de microondas terrestres han alcanzado su capacidad y los sistemas satelitales son sólo un alivio temporal a la demanda que va siempre en aumento. Una solución a esta necesidad son los sistemas de comunicación que transmiten información por un cable de fibra guiado, que también se conocen como sistemas ópticos. La capacidad para llevar información de un sistema de comunicación es directamente proporcional a su ancho de banda; entre más ancha sea la banda, mayor es su capacidad de transportar información. Las frecuencias de luz usadas en los sistemas de fibra óptica están entre 10^{14} y $4 \cdot 10^{14}$ Hz (100,000 a 400,000 GHz) Diez por ciento de 100,000 GHz es 10,000 GHz, que para llenar actualmente las necesidades de comunicaciones es un ancho de banda excesivo. Sin embargo ilustra las capacidades de los sistemas de fibra óptica.

El principio de propagación de información por este medio consiste en que las ondas luminosas “viajan” dentro de un cilindro de vidrio extremadamente puro y no absorbente, bajo las leyes de la física óptica. En su forma más simple, un sistema de comunicación por fibra óptica esta constituido por 3 elementos (Fig. 1.11).

- Un módulo de emisión que tiene como función transformar la información en forma de señal eléctrica a información en forma de luz. A este modulo se le llamara emisor óptico.
- Un canal de transmisión de la luz, que es la fibra óptica
- Un módulo de recepción, que tiene por función transformar la información óptica recibida en información con la forma de señal eléctrica; también se conoce como receptor óptico.

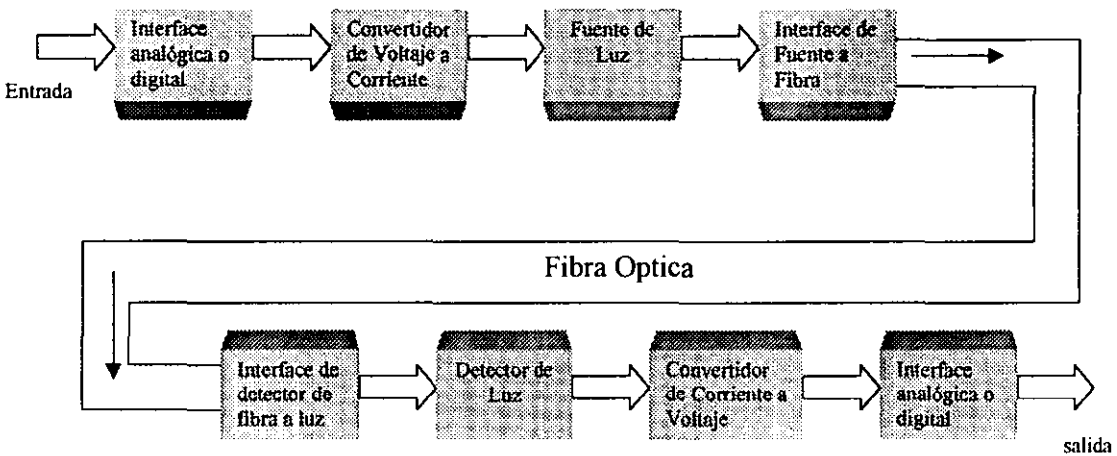


Figura 1.11 Componentes de transmisión por Fibra óptica

- Módulo de Emisión

El emisor óptico contiene la fuente de luz, que puede ser un diodo electro luminiscente o un diodo láser, este emisor está dotado de conectores que permiten acoplar la fuente y el receptor de la luz a la fibra. El láser fue la primera fuente coherente de luz y su origen está a principios de la década de 1960; el invento tuvo el mérito de revivir la idea de utilizar la luz para transportar información; sin embargo, los primeros rayos láser de gas eran demasiado voluminosos como para utilizarlos fácilmente en las telecomunicaciones mediante fibra óptica. La invención del láser y del diodo semiconductor electro luminiscente de pequeñas dimensiones, permitió considerar el futuro con optimismo. Es necesario también el uso de un convertidor de voltaje a corriente, el cual sirve como una interface eléctrica entre los circuitos de entrada y la fuente de luz y se utiliza para dirigir la fuente de luz hacia la fibra.

- Fibra óptica.

En su forma más simple, una fibra óptica consiste de un núcleo central muy fino, de vidrio o plástico, que tiene un alto índice de refracción; este núcleo es rodeado por otro material que tiene un índice de refracción algo más bajo y que lo aísla del ambiente. Cada fibra provee un camino de transmisión único de extremo a extremo, unidireccional. Los pulsos de luz se introducen en un extremo, usando un láser o LED; la reflexión de los pulsos es la forma de transmisión de los datos, que generalmente es sin modulación y punto a punto. Una ventaja de este canal es que no se ve afectada por interferencia eléctrica, ruidos, problemas energéticos, temperatura, radiación o agentes químicos. Su ancho de banda es mucho más alto que cualquier otro medio lo que la hace ideal para transmitir datos, voz, video, etc.

Un cable de fibra óptica es, por lo menos, diez veces más ligero y más compacto que un cable coaxial clásico. Esta reducción de peso y dimensiones permite economizar el transporte y la instalación de cables; constituye también una ventaja neta para su instalación en aviones, barcos y en cualquier lugar donde el espacio sea limitado. Su gran ancho de banda le permite reemplazar varios canales de transmisión clásicos, lo que es un importante logro económico.

Esencialmente, existen tres variedades de fibras ópticas. Las tres variedades están construidas de vidrio, plástico o una combinación de ambos materiales. Estas tres variedades son:

- Núcleo de plástico y cubierta.
- Núcleo de vidrio con cubierta de plástico (llamada PCS, Silicio Cubierta de Plástico).
- Núcleo de vidrio y cubierta de vidrio (llamadas SCS, Silicio Cubierta de Silicio).

Las fibras de plástico tienen varias ventajas sobre las de vidrio. En primer lugar, las fibras de plástico son más flexibles y, como consecuencia, más fuertes que el vidrio. Son más fáciles de instalar, pueden resistir mejor la presión, son menos costosas y pesan aproximadamente 60% menos que el vidrio. La desventaja de este tipo de fibras es que su característica de atenuación es alta: no propagan la luz tan eficientemente como el vidrio. Como consecuencia, las fibras de plástico se limitan a corridas relativamente cortas, como puede ser dentro de un solo edificio o un complejo de edificios.

Las fibras con núcleos de vidrio exhiben las características de atenuación baja. Sin embargo, las fibras PCS son mejores que las SCS. Las fibras SCS tienen las mejores características de propagación y son más fáciles de terminar que las PCS. Desafortunadamente, los cables SCS son menos fuertes y más sensibles al aumento de atenuación cuando se exponen a radiación.

- Monomodo y Multimodo

La luz viaja en la fibra en trayectorias determinadas llamadas modos. La fibra monomodo tiene solamente una trayectoria posible mientras que la multimodo tiene varias (Fig. 1.12). La primera tiene mucho más capacidad de transportar información, por lo cual es típicamente usada en sistemas que necesitan transportar grandes cantidades de información, como por ejemplo los sistemas de TV por cable. Es imposible distinguir una fibra monomodo de una multimodo a simple vista, no existe diferencia en la apariencia externa, sólo en el tamaño del núcleo.

El diámetro de una fibra multimodo puede ser de 50, 62.5, 85 o 100 μm mientras que el núcleo de una fibra monomodo tiene aproximadamente 8 μm .

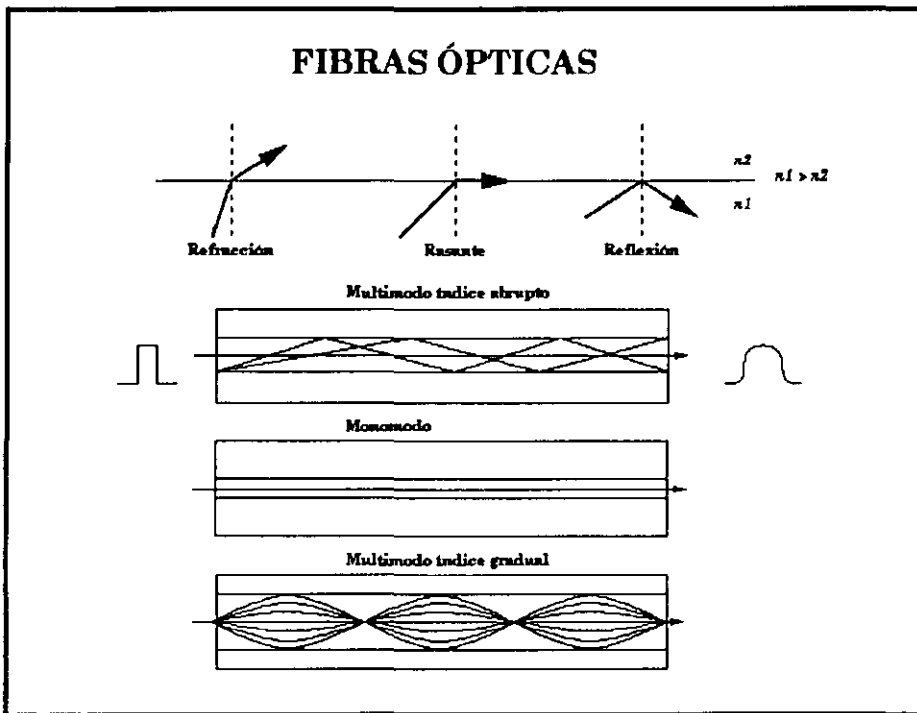


Fig. 1.12 Tipos de transmisión de la Luz en las Fibras Ópticas

- **Módulo de Recepción**

Esto es un detector de luz, el cual generalmente es un diodo PIN (p-tipo-intrinseco-n-tipo) o un APD (fotodiodo de avalancha). Estos convierten la energía de luz a corriente, en consecuencia se requiere un convertidor de corriente a voltaje.

Las comunicaciones, a través de cable de fibra óptica, tienen varias ventajas sobre las comunicaciones que utilizan facilidades de cable metálico o coaxial convencional:

- Los sistemas de fibra tienen una mayor capacidad debido a los anchos de banda mayores y disponibles con las frecuencias ópticas. Los cables metálicos tienen capacitancia e inductancia a lo largo de sus conductores; por lo que actúan como filtros pasa-bajas que limitan sus frecuencias de transmisión y los anchos de banda.
- Son inmunes a transmisiones cruzadas, entre cables causadas por inducción magnética. Las fibras de vidrio o plástico no son conductores de electricidad y, por lo tanto, no tienen un campo magnético asociado a ellas.
- Son inmunes a la interferencia estática causada por relámpagos, motores eléctricos, luces fluorescentes y otras fuentes de ruido eléctrico.
- Son más resistentes a los extremos ambientales. Son menos afectados por los líquidos corrosivos y gases.
- Son más seguros y fáciles de instalar y mantener. Es casi imposible interceptar un cable de fibra sin que el usuario se entere.

Las pérdidas de transmisión en los cables de fibra óptica son una de sus características más importantes. Estas pérdidas resultan en una reducción de la potencia de la luz, por lo tanto, reducen el ancho de banda del sistema, la velocidad de transmisión, y capacidad total del sistema. Las pérdidas de fibra predominantes son las siguientes:

- Pérdidas por absorción
- Pérdidas por dispersión de materiales
- Dispersión cromática o longitud de onda
- Pérdidas de radiación
- Pérdidas por acoplamiento.

Las pérdidas por absorción en las fibras ópticas son debidas a las impurezas, éstas absorben la luz y la convierten en calor.

Las pérdidas por dispersión de materiales (de Rayleigh), son provocadas por las pequeñas irregularidades que se forman en la fibra durante su elaboración. Cuando los rayos de luz que se propagan por la fibra chocan contra alguna de estas impurezas, se difractan; esto provoca que la luz se reparta en muchas direcciones, una parte de la luz continua por la fibra y parte de esta se escapa por la cubierta, esta luz que escapa representan una pérdida en la potencia de la luz.

La dispersión cromática es provocada por los diodos emisores de luz (LED), ya que estos emiten luz que contiene una combinación de longitudes de onda, cada longitud de onda viaja a una velocidad diferente, por lo que los rayos de luz emitidos simultáneamente por un LED no llegan al extremo lejano de la fibra al mismo tiempo. Esto resulta en una señal de recepción distorsionada.

Las pérdidas de radiación son causadas por pequeños dobleces e irregularidades en la fibra. Básicamente, hay dos tipos de dobleces: microdobleces, que ocurren como resultado de las diferencias en las relaciones de contracción térmica entre el núcleo y el material de la cubierta. Y los dobleces de radio constante, ocurren cuando las fibras se doblan durante su manejo o instalación.

Las pérdidas por acoplamiento pueden ocurrir en cualquiera de los tres tipos de uniones ópticas: conexiones de fuente a fibra, conexiones de fibra a fibra y conexiones de fibra a fotodetector. Son causadas

frecuentemente por problemas de alineación: mala alineación lateral, mala alineación de separación, mala alineación angular y acabados de superficie imperfectas. Según se ilustra en la siguiente figura 1.13.

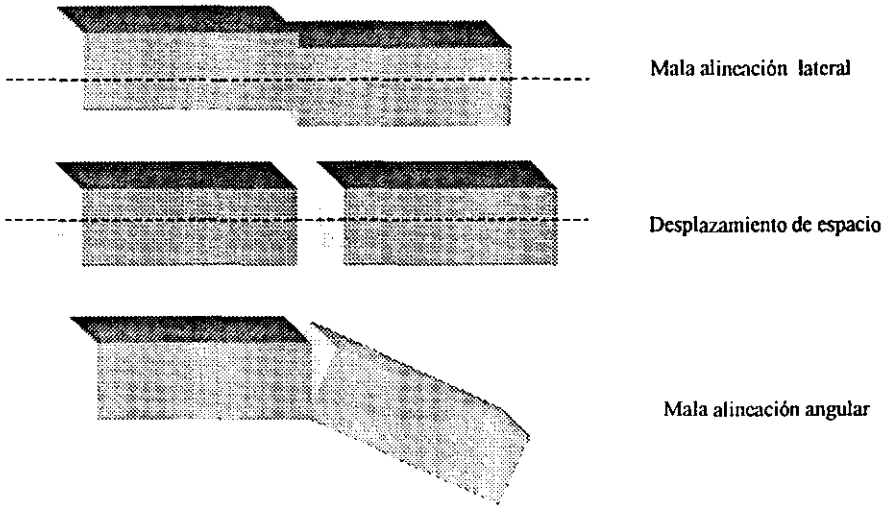


Fig. 1.13 Tipos de uniones defectuosas

Una vez estudiados diferentes medios de transmisión es importante comparar las propiedades de cada uno de ellos con el fin de seleccionar el más apropiado para una necesidad específica de comunicación de datos. La siguiente tabla muestra algunas de las características más importantes que deben conocerse de algún medio de transmisión.

MEDIOS DE TRANSMISION				
MEDIO	DISTANCIA MAXIMA	ANCHO DE BANDA	ATENUACION	SEGU RIDAD
LINEA TELELEFONICA	-	< 60KHz	ALTA	M
PAR TRENZADO	3Km - 10m	100K-1Mbps 10Mbps	ALTA	M
COAXIAL DE BANDA BASE	10Km	< 50MHz	6-60dB/Km	B
COAXIAL DE BANDA ANCHA	50KM	< 400MHz	6-60dB/Km	B
FIBRAS OPTICAS	100Km	> 500MHz	1-8dB/Km	MB
MICROONDAS	50Km (Horizontales)	> 100MHz	1dB/distancia	B
	COSTE	No. CANALES	DERIVACION	SN
LINEA TELELEFONICA	MUY BAJO	1	MALA	MALA
PAR TRENZADO	BAJO	1	MALA	MALA
COAXIAL DE BANDA BASE	ALTO	1	BUENA (100 NODOS)	BUENA
COAXIAL DE BANDA ANCHA	ALTO	CIENTOS	EXCELENTE (1000 NODOS)	BUENA
FIBRAS OPTICAS	MUY ALTO BAJO	1 - MILES	MALA	MUY BUENA
MICROONDAS	ALTO BAJO	CIENTOS	BUENA	BUENA

• Red Digital de Servicios Integrados

En 1984 se reunieron las compañías telefónicas del mundo, bajo el auspicio de la CCITT y acordaron construir un nuevo sistema telefónico, completamente digital para inicios del siglo XXI, al que llamaron RDSI (Red Digital de Servicios Integrados); ya desde 1968 el concepto de Red Digital de Servicios Integrados, había sido estudiado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

El sistema RDSI, tiene como objetivo primario la integración de varios servicios, como voz, datos y video. La idea general es poder ofrecer sobre el mismo circuito una gran variedad de diferentes servicios. Un atributo de la RDSI es que involucra una ruta digital para la señalización, la transmisión y la conmutación.

La RDSI se construye sobre la capacidad y flexibilidad de las técnicas de transmisión y conmutación digitales, así como de los medios de transmisión de banda ancha para incrementar la comunicación de señales de varios servicios a través de un solo canal. Esto significa que los clientes pueden utilizar una variedad de servicios como voz, datos, texto y videos sobre una instalación común y compartida.

Inicialmente construida en la existente transmisión sobre un par de alambres entre la central telefónica y el usuario, los planes para la RDSI consisten en una red global que incluye 3 etapas:

- La conversión de analógico a digital en todo el mundo.
- La introducción de una RDSI con ciertas restricciones pero con posibilidades de incrementar su capacidad para mayores servicios.
- La implantación mundial de RDSI de banda ancha que por medio de tecnología de fibra óptica, ofrezca la posibilidad de interconexiones complejas y flexibles entre varios proveedores de servicio y usuarios.

Los tres prerequisites para una RDSI global son la digitalización, la transmisión de banda ancha y la adopción de protocolos normalizados internacionales. La digitalización se está desarrollando rápidamente en todo el mundo, porque existe un acuerdo internacional amplio en relación con la ventaja de usar rutas digitales comunes para la transmisión de voz, datos e imágenes. Se anticipa que cuando mucho a fines de siglo la mayoría, si no es que toda la red mundial será digital.

Existe también un uso creciente de sistemas de transmisión de banda ancha como la tecnología de fibra óptica, especialmente en las rutas de tráfico de alto volumen. Actualmente, la demanda por un incremento de banda ancha viene principalmente de la comunidad de negocios, ya que crece conforme se introducen nuevos servicios. Se espera que en el futuro los clientes residenciales requerirán bandas más anchas, especialmente para los servicios de entretenimiento como la televisión de alta definición. Estos desarrollos, junto con otros incentivos técnicos, económicos y operacionales están ayudando a la implantación de la RDSI, especialmente en los países avanzados.

Aunque la RDSI es principalmente una red pública también puede ofrecer líneas y redes virtualmente privadas, permitiendo a un cliente utilizar planes personalizados de marcado y restringir áreas de servicio por medio de códigos o números de estación.

La RDSI utiliza un canal de señalización común para establecer llamadas y seleccionar servicios (voz, datos, facsimil, video, etcétera) en una o más líneas para cada usuario. Por ejemplo, para la transmisión de datos se tomarán decisiones (ya sea automáticamente o según la preferencia del usuario) acerca de si las llamadas de datos se manejarán a través de conmutación de paquetes (flujos de datos divididos en pequeños paquetes canalizados en forma flexible a través de la red para que se ensamblen de nuevo en el nodo de destino), o a través de conmutación de circuitos (conexión en tiempo real entre dos puntos durante la duración de cierta llamada).

Resulta muy útil la función de manejo interno para incorporar capacidades de almacenamiento y procesamiento dentro de la red para propósitos de señalización y conmutación. Las facilidades de almacenamiento pueden usarse, por ejemplo, para servicios de buzón de voz que incluyen entrega subsecuente de mensajes de voz a teléfonos ocupados o que no son contestados. También se encuentran protocolos y conversión de códigos que permiten la comunicación entre computadoras y terminales que usan diferentes protocolos.

La RDSI consta de dos tipos de accesos o servicios:

- BRI (Basic Rate Interface - Interface de Régimen Básico -)
- PRI (Primary Rate Interface - Interface de Régimen Primario -)

La Red Digital de Servicios Integrados, en su acceso básico BRI, provee al usuario de 2 canales de comunicación digital de 64 Kbps (canales B), para voz, datos y vídeo, y un canal de 16 Kbps (canal D), para información de control, lo que conforma un servicio a 144 Kbps, sobre las líneas telefónicas convencionales. La RDSI se encuentra integrada en la red telefónica convencional, de tal forma que soporta de forma nativa el establecimiento de llamadas hacia/desde cualquier abonado de esta red.

El acceso primario PRI provee un servicio aproximadamente a 1.54 Mbps, pues incluye 23 canales B (64 kbps) y un canal D de 64 Kbps, para un total de 1536 Kbps. En Europa, un PRI consiste de 30 canales B y un D (64 Kbps) para un total de 1984 Kbps.

La versión de RDSI actualmente brindada por la compañía telefónica más grande de México, Telmex conocida como RDI corresponde a un modelo de redes superpuestas, por lo que solamente puede ser utilizada por aquel usuario que cuente con un enlace dedicado y privado de fibra óptica a través de troncales digitales.

De tal manera la contratación de esta infraestructura implica un alto costo para el usuario corporativo, aunque es la única forma local en que se puede acceder - por medio de una línea privada de RDI - a señales de vídeo, telefonía de alta calidad, circuitos digitales privados, buzón telefónico y red de paquetes de datos.

Por otro lado, RDI no es un estándar mundial para servicios digitales como lo es RDSI, así como, RDI no ofrece comunicación conmutada de alta velocidad.

Con esto vemos que RDI no es otra cosa sino una red digital independiente, no pública; así que otras compañías también pueden ofrecer un servicio de este tipo, pero en realidad no cumplen los requisitos para considerarlas como RDSI.

1.3.3. - El MODEM y la interface DTE/DCE

Para utilizar un medio analógico en la transmisión de datos, se debe contar con un convertidor entre el equipo terminal y el medio de comunicación. Este convertidor es el MODEM, el cual realiza una modulación y una demodulación en la transmisión de datos. Este acepta pulsos, en forma serial, desde algún dispositivo, con la cual modula alguna característica de una señal analógica (amplitud, frecuencia o fase), ésta señal es enviada a través del medio analógico; finalmente realiza el proceso opuesto para que la información analógica llegue como pulsos digitales a la computadora u otro dispositivo, en el otro lado de la conexión.

En sus inicios, los MODEMs fueron principalmente utilizados para comunicar terminales de datos con algún server, localizado en un punto lejano. Posteriormente, fueron utilizados para la comunicación entre servidores (computadora con computadora). Esto requería mayor velocidad, así que la rapidez de transmisión de 200 o 300 bps, que se utilizaba al principio fue incrementándose. Actualmente la mayor rapidez estándar utilizada es de 28.8 kbps; además que en la transmisión están involucradas técnicas de compresión de datos, las cuales incrementan las velocidades, así como, técnicas de detección y de corrección de error para una mayor eficiencia. En la siguiente figura se muestra un esquema de conexión entre un sistema módem DTE/DCE.

La velocidad de transmisión representa la capacidad de un sistema para transferir información; dentro del ámbito de los MODEMs se puede hablar de varios tipos de velocidad como se muestra a continuación:

El número máximo de cambios de estado por unidad de tiempo en una línea de transmisión se llama velocidad de la línea o velocidad de modulación. Esta velocidad usualmente se expresa en baudios. El baudio es el número de veces por segundo en que la condición de la línea cambia de un "1" (uno lógico) hacia un "0" (cero lógico).

En las especificaciones de los MODEMs se observa que su velocidad se expresa en bits por segundo; ésta representa el número máximo de elementos binarios (bits) que se pueden transmitir por un determinado circuito de datos durante un segundo. La velocidad del MODEM también se conoce como velocidad de transmisión serie.

Finalmente, existe un término más de velocidad, llamado velocidad de transferencia de datos; éste representa la cantidad de información que puede transferirse por unidad de tiempo, bien sean bits, caracteres o bloques.

Es por esto que en la mayoría de las ocasiones, observamos que la velocidad de transmisión del MODEM y la velocidad de transmisión de datos, expresadas ambas en bits por segundo (bps), generalmente no son las mismas.

Claude Shannon expresó, en 1948, que la capacidad máxima (bps) de una línea de transmisión, en la que se empleará una transmisión digital, se puede representar con la siguiente expresión:

$$C = W \log_{2}(1 + S/N)$$

donde :

C	es la capacidad máxima o velocidad máxima de transmisión de datos
W	es el ancho de banda de la línea
S/N	es la relación señal a ruido de la línea

Por ejemplo, para una línea telefónica tradicional tenemos que, $W = 3000$ Hz, S/N máx = 1000 (3 dB). Así que la velocidad de transmisión de datos máxima, hablando teóricamente es alrededor de 30 Kbps. Los primeros MODEMs que trabajan sobre este tipo de medio presentaban una velocidad de 1.2 Kbps, hoy en día existen MODEMs, que operan a velocidades de 28.8 Kbps e incluso mucho mayores, hasta 56 kbps.

- **Clasificación de Módems**

Los MODEMS son clasificados de acuerdo a las siguientes características: velocidad de transmisión, modo de operación, modo de sincronización, tipo de modulación, por la norma que cumplen; veamos a continuación a qué se refiere y en qué consiste cada una de estas características.

- **Velocidad de transmisión**

La CCITT ha normalizado las siguientes velocidades de transmisión para modems: 200, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 7200, 9600 y 48000 bps. Sin embargo en el mercado, es común encontrar MODEMS con velocidades de 14.4, 28.8, 33.6 y actualmente hasta de 33.6 y 56 kbps.

- **Por el tipo de línea a utilizar: Dos hilos, Cuatro hilos**

Dos hilos

Es utilizada usualmente en la red conmutada telefónica. Se entiende por línea a dos hilos aquella en que la unión física entre MODEMS se realiza por un par físico. Debido al pequeño ancho de banda que ésta posee, normalmente va asociada a transmisores semiduplex, salvo el caso de MODEMS de baja velocidad.

Cuatro hilos

Es utilizada usualmente para línea privada o dedicada. Esta constituida por dos pares de enlace, que a su vez pueden ser dedicados o conmutados. Los circuitos dedicados son mucho menos susceptibles al ruido, que los conmutados, ofrecen una mayor inmunidad y permiten la transmisión dúplex.

En la actualidad, existen enlaces, brindados por las compañías telefónicas, capaces de manejar altas velocidades de transmisión como los son E0 (64 Kbps), E1(2.048 Mbps), T1(1.54 Mbps), T3(44 Mbps) y fibra óptica (gigabits por segundo).

- **Por su modo de operación, los más utilizados son: Halfduplex y Fullduplex**

Halfduplex o Semiduplex

Estos equipos pueden transmitir o recibir información en ambas direcciones, pero no en forma simultánea; sin embargo, pueden utilizarse en enlaces a dos o a cuatro hilos.

Cuando un MODEM se conecta a una línea de dos hilos, su impedancia de salida es diferente a la impedancia de la línea, lo que provoca que algunas partes de la señal transmitida (usualmente bastante distorsionadas) son reflejadas hacia éste.

Fullduplex o Duplex

Los equipos que operan en modo fullduplex pueden transmitir y recibir señales en forma simultánea. Este método consigue la mayor eficiencia en la utilización de las líneas.

Para utilizar este método en líneas de dos hilos, es necesario separar la señal de recepción, de la reflexión de la señal de transmisión. Esto se logra mediante el uso de FDM (Frecuency división multiplexing) en la cual las señales en las dos direcciones ocupan diferentes bandas de frecuencia por lo cual son separadas con filtros, o utilizando la técnica de cancelación de eco.

- Por su modo de transmisión: Asíncronos. Síncronos

Asíncronos

La mayoría de MODEMs que manejan bajas velocidades, hasta 1800 bps, son asíncronos. Estos utilizan modulación FSK (frequency shift keying), usan dos frecuencias para transmisión y otras dos para recepción. En la transmisión y recepción de datos no existe ninguna señal de reloj que regule esto, los MODEMs de transmisión y recepción sólo conocen la velocidad nominal de comunicación. Para prevenir una confusión entre los datos y los relojes de los MODEMs, los datos son agrupados en bloques pequeños, llamados frames, (conjunto de caracteres), a los cuales se les adicionan un par de bits, de arranque y de parada. El código que se usa más comúnmente para comunicación asíncrona es el código ASCII de 7 bits con paridad par.

Síncronos

Estos MODEMs operan en el dominio del audio (20 Hz - 20 KHz), con velocidades de hasta 28800 bps en líneas para audio de los sistemas telefónicos. Los métodos usuales de modulación son la modulación en fase, fase integrada y en amplitud, con lo que se logran velocidades de hasta 4800 bps; no existe ninguna diferencia en la forma de trabajar entre estos MODEMs y los asíncronos. Sin embargo, en este tipo de transmisión los datos son acompañados de una señal de reloj. Igualmente los datos son agrupados en frames o bloques, pero es responsabilidad de la fuente de información ensamblar estos bloques con bits extras, para la detección y corrección de errores, que depende del protocolo utilizado.

- Por el tipo de Modulación empleada: AM, QAM, FM, PSK

Los canales de comunicación, como las líneas telefónicas eran usualmente analógicas, por lo que se hablaba que un sistema telefónico poseía un medio analógico, cuyo ancho de banda era de 3000 Hz (300 Hz - 3400 Hz).

La comunicación de datos significa el transido de información digital de un lugar remoto a otro, a través de algún medio de comunicación.

Si las señales digitales fueran transmitidas directamente en sobre un medio análogo, entonces estas se distorsionarían, lo cual provocaría que el receptor no interpretara la información correctamente, por lo que la comunicación sería errónea. Por tal razón, las señales digitales deben ser convertidas a señales analógicas, para que los canales de comunicación sean capaces de llevar estas últimas señales de algún lugar a otro. La técnica que permite tal conversión es llamada modulación.

La modulación consiste en la modificación de alguna característica, de una señal analógica. Los cambios en el parámetro modificado deben representar la información que se desea transmitir. La señal que es modulada es llamada portadora, ya que esta lleva físicamente la información de un punto a otro y es la señal transmitida en el medio seleccionado

El dispositivo que modifica a la portadora es llamado modulador, y el dispositivo que extrae la información contenida en la portadora es llamado demodulador.

Existen otros equipos que, aunque no realizan una transformación de señales, ayudan a optimizar los canales de comunicaciones y en algunos casos se optimizan los puertos del equipo terminal. Dentro de los más comunes tenemos: el multiplexor, el concentrador y el multiplicador digital.

Los multiplexores son dispositivos que tienen elementos de conexión para varias líneas de baja velocidad por un lado y por el otro para una sola de alta velocidad. Para realizar esta función de multiplexaje existen varios procedimientos tradicionales tales como el multiplexaje por división de tiempo y de frecuencia

Los concentradores son dispositivos inteligentes basados en un microprocesador cuyo cometido principal es concentrar líneas de comunicaciones. Esta concentración permite economizar líneas de comunicación, MODEMs, adaptadores y puertos de conexión central. Su uso puede ser local o remoto.

Los multiplicadores digitales son dispositivos que permiten optimizar un puerto digital en un equipo terminal. De esta forma es posible definir varios equipos terminales, con su respectiva dirección de *polleo*, dentro de un sólo puerto. De esta forma no será necesario establecer un equipo terminal por cada puerto, lo cual no sería costeable ni práctico.

- **La interface DTE/DCE**

Para asegurar un flujo ordenado de datos entre la unidad de control de línea y el MODEM, se coloca una interface serial entre ellos. La interface coordina el flujo de datos, señales de control e información de sincronización entre el DTE y el DCE.

El segundo tratado de la capa física estipula una interface física entre la máquina final de usuario (que puede ser una terminal, una computadora o cualquier otro sistema de procesamiento de datos, y que está referido en la administración de telecomunicaciones como Equipo Terminal de Datos (DTE)) y el punto terminal del circuito de comunicaciones (como un MODEM, conductor de línea (line driver), etc., referido como Equipo de Circuitos de Terminación de Datos (DCE)).

Antes de que las interfaces seriales fueran estandarizadas cada compañía fabricaba equipos de comunicación de datos utilizando configuración de interface diferente. Más específicamente, el arreglo del cableado, entre el DTE y el DCE, el tipo y tamaño de los conectores usados y los niveles de voltaje, varió considerablemente de vendedor a vendedor. Para interconectar equipo fabricado por diferentes compañías, se tuvieron que construir convertidores de nivel especiales, cables y conectores. La Asociación de Industrias Electrónicas (EIA), en un esfuerzo para estandarizar equipos de interface, entre el equipo terminal de datos y el equipo de comunicación de datos, acordó sobre un conjunto de estándares, los cuales se llaman especificaciones RS-232C. La interface RS-232C es parecida a los estándares CCITT combinados V.28 (especificaciones eléctricas) y V.24 (descripción funcional) y esta diseñado para la transmisión serial de datos, hasta 20,000 bps, para una distancia de aproximadamente 50 pies. La EIA ha adoptado un nuevo conjunto de estándares llamado RS-449A, el cual cuando se usa, en conjunto, con el estándar RS-422A o RS-423, puede funcionar a proporciones de datos, hasta de 10 Mbps y distancias de alcance hasta 1200 m.

Las siguientes figuras ilustran en forma esquemática las conexiones que se deben cumplir en un sistema DTE/DCE .

1.3.4. - El Procesador

- **Funciones de los Procesadores Frontales (fep)**

Todavía en algunos sistemas actuales de Teleproceso, el control de los datos que viajan por la red se realizan en el procesador central de la computadora, que interacciona con la red mediante dispositivos de control de comunicaciones programados e inflexibles, cuyo control se realiza por medio de hardware; por ejemplo el IBM 270X y CDC 6671/X. Estos dispositivos no presentan dificultades al transmitir información cuando se manejan paquetes de información pequeños, pero debido al crecimiento de la necesidad de transmisión de datos se desarrollaron los procesadores frontales. Ejemplo de estos dispositivos son el IBM 370X y el CDC 2550X. Las funciones de control desempeñadas por los procesadores frontales se listan y describen a continuación:

- **Señalización de interconexión:** Se refiere al manejo de señales individuales que interaccionan entre el procesador frontal y el resto del circuito que facilita la transmisión de información.
- **Sincronización:** Este proceso permite detectar la distribución del flujo de información a través de los medios de comunicación.
- **Generación de caracteres de sincronía:** Permite identificar cada uno de los mensajes o paquetes de datos para ser ruteados al lugar exacto.
- **Ensamblado y desensamblado de caracteres:** Este proceso se lleva a cabo para acoplar al servidor con el resto de la red para poder procesar los datos generados por cada terminal
- **Llamado:** Es un proceso de direccionamiento secuencial que permite que cada una de las terminales conectadas al procesador puedan transmitir la información que tengan disponible.
- **Ensamblado de mensajes:** Este proceso consiste en formar colas de espera, para enviar la información en paquetes completos para una fácil interpretación donde se recibe la cola de datos, además de que este proceso evita el tráfico en la red.
- **Detección y control de errores:** Este proceso se realiza por medio de una serie de circuitos lógicos y su objetivo es el de darle confiabilidad a nuestra transmisión, la técnica que se utiliza en este proceso se le llama chequeo de paridad o redundancia cíclica.
- **Conversión de códigos:** Este proceso es indispensable en las redes de Teleproceso de tamaño considerable, en las cuales se trabaja indistintamente con varios códigos o protocolos de comunicación.
- **Control y monitoreo de la red:** Esta función proporciona al usuario información relacionada con el funcionamiento de la red, esta información es de tipo estadístico y permite además planear el crecimiento de la red, así como la tecnología que se va a utilizar.
- **Enrutamiento por direcciones:** Esta función permite que puedan realizarse conexiones múltiples en un mismo puerto del procesador de comunicaciones, ya que cada mensaje lleva un encabezado de dirección.
- **Manejo de colas de espera:** Mediante este proceso se organizan los paquetes de datos en un orden establecido, especialmente si estos son recibidos de varias estaciones de trabajo o terminales.
- **Asignación de prioridades:** Esta función involucra la aplicación de un criterio de prioridades en el manejo de colas de espera, es decir se envían o se rutean hacia su destino los mensajes más importantes o que se han generado por usuarios en la red que tienen prioridades sobre otros.

Las funciones anteriormente mencionadas se realizan dentro del procesador frontal mediante la programación de este por medio de software y se enfocan a:

- Proporcionar la flexibilidad necesaria para la interconexión de varios cientos de usuarios y servicios de comunicación.
- Reducir los altos costos de interconexión mediante concentradores de control remoto, así como preparar a la información para ser enviada hacia su destino a través de la red de comunicaciones.

Existen otro tipo de procesadores, llamados de comunicaciones, que permiten que el procesador central o mainframe no utilice recursos para la comunicación directa con los equipos terminales definidos en la red; sin embargo, todas las funciones de poleo, de definición de terminales, pueden desempeñarlas dichos procesadores. Estos son dispositivos que actúan como interfaces entre el servidor central y la red de comunicaciones, con la misión básica de descargar al procesador central las funciones de control y gestión de tráfico. El procesador de comunicaciones se comunica con el mainframe mediante transmisión en paralelo de alta velocidad. Son unidades programables dotadas de memoria propia donde además de contener los programas para la gestión de líneas, detección y tratamiento de errores se almacenan temporalmente los mensajes de entrada recibidos desde las terminales y los mensajes de salida que el mainframe envía a los mismos.

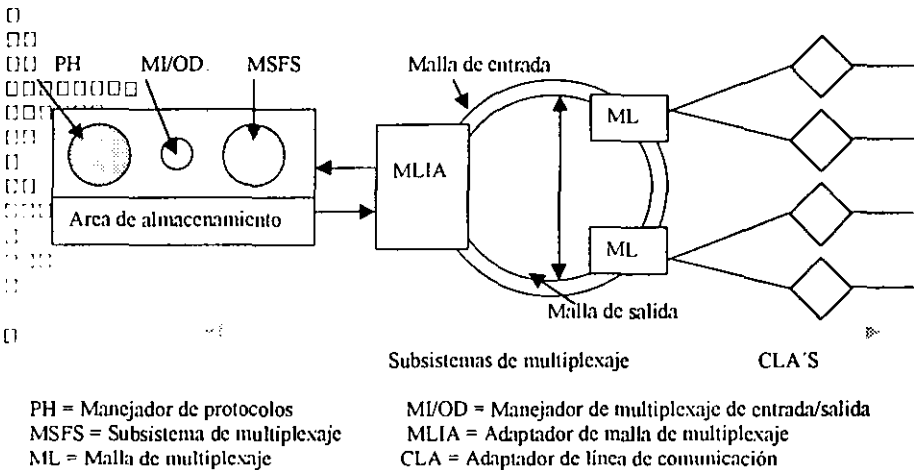


Fig. 1.16 Diagrama funcional de un procesador de telecomunicaciones

Capítulo 2. - Integración de Redes de Teleproceso

Una de las tareas que debe resolverse en el diseño de una red de Teleproceso, es la de contar con las facilidades de interconectividad entre los equipos terminales pertenecientes a diferentes redes o compañías. Esto es, habrá ocasiones en que un usuario que pertenece a una red, tenga necesidad de acceder o proporcionar información a otra red. Para ofrecer garantías de intercambio de datos a los usuarios participantes, debemos considerar los puntos que en este capítulo se van a desarrollar.

2.1. - Tipos de redes de Teleproceso

TOPOLOGIA EN REDES DE ÁREA LOCAL

El modo de interconectar las estaciones de una Red de Área Local o estructura topológica condiciona las prestaciones de que la red puede esperarse. Por esta razón, la elección de la topología a utilizar ha de hacerse en base a los criterios que resultan del conocimiento de las características de cada una de ellas. Las principales topologías son: ESTRELLA, BUS y ANILLO.

RED EN ESTRELLA

En esta topología, todos los nodos o estaciones están conectados a un nodo central, a través del cual pasan todos los datos este tipo de topología de red se representa en la figura 2.1. Es común que el nodo central posea mayor capacidad de proceso, además de concentrar los periféricos que son compartidos entre los demás nodos. En otros casos, sin embargo, el nodo central tiene únicamente la función de conmutación y diagnóstico. En el caso de redes que utilizan fibras ópticas como medio de transmisión, el nodo central tiene sólo una función pasiva de difusión.

La conmutación realizada por el nodo central puede hacerse por circuito o por mensaje (paquete). En el primer caso, se establece una conexión entre el nodo de origen y el de destino, permaneciendo así hasta el final de la comunicación. En el segundo caso, los mensajes son almacenados en el nodo central y luego enviados al nodo destino.

En contraste con la simplificación de las interfaces de los nodos con la red antes mencionada, la red en estrella presenta su mayor deficiencia en la fiabilidad de la red. Cualquier fallo en el nodo central causa el paro total de la red. Se puede aumentar la fiabilidad del nodo central a través de redundancia, pero esto acabaría con el beneficio conseguido en el abaratamiento de las interfaces de los nodos.

La presencia del nodo central determina los límites de expansión de la red. El funcionamiento de la red también queda determinado por la capacidad de proceso de este nodo.

Las ventajas de esta topología son:

- Las estaciones en su conexión con el controlador central pueden utilizar distintas velocidades de transmisión, distintos protocolos y diferentes medios físicos de conexión.
- Posee una buena flexibilidad en cuanto al incremento y disminución del número de estaciones que se conectan a la red.
- Permite una fácil localización de averías.

Mientras que las desventajas son:

- El sistema tiene poca seguridad, ya que todas las transmisiones dependen del buen funcionamiento del controlador central.
- Es costo es elevado debido al gran consumo de líneas de conexión.
- No permite grandes flujos de tráfico debido a la posible saturación del controlador.

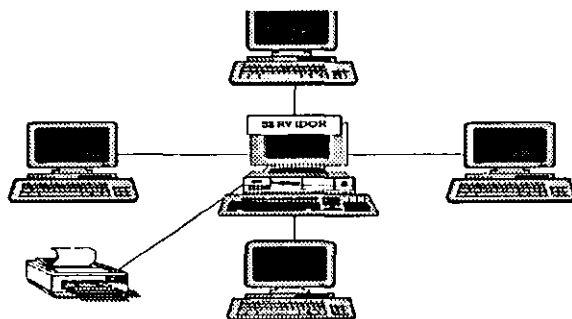


Fig. 2.1 Red en Estrella

RED EN BUS.

Esta topología fue quizá la primera utilizada en este tipo de redes, por derivar de los buses internos de las computadoras, que permiten una gran velocidad de transferencia. Cada terminal es conectada a un punto común (bus) que puede ser compartido por todos los demás de la red; funciona en realidad como una configuración multipunto. Las redes en bus se representan en la figura 2.2.

La información se transmite por el bus alcanzando todos los nodos de la red; cada uno de ellos se corresponde con una determinada dirección, de tal manera que está perfectamente identificado dentro de la misma. Aunque no es necesario teóricamente, en la práctica al menos uno de los nodos actúa como administrador de la red.

En este tipo de red la información circula libremente, sin retenciones en los nodos, por lo que la velocidad de propagación es grande, pudiendo ser además bidireccional.

Las ventajas de esta topología son:

- La instalación resulta muy sencilla.
- Se adapta con facilidad a la distribución física de las estaciones.
- Posee gran flexibilidad en la variación del número de estaciones.
- El costo es reducido.

Mientras que las desventajas son:

- Poca seguridad del sistema, ya que una avería en el soporte físico inhabilita el funcionamiento completo de la red.
- Las interfaces para el acceso a la red son muy complejas.

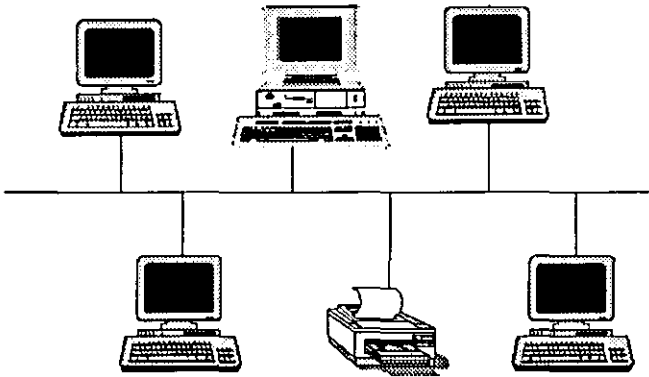


Fig. 2.2 Red En Bus

RED EN ANILLO

Esta red está formada por un conjunto de estaciones conectadas en serie, formando un lazo cerrado. Normalmente, cada estación está conectada a la red a través de una interface especial, que es responsable de retransmitir los datos que no están destinados a aquel nodo, leer los datos destinados al mismo e insertar los datos enviados por él. La figura 2.3 representa una red en anillo.

Las comunicaciones pueden circular por el anillo en ambas direcciones si las conexiones son full-duplex; sin embargo, en la mayoría de los casos, las redes de anillo son unidireccionales, ya que esto simplifica la interface. De este modo, para transmitir un mensaje, el nodo simplemente lo libera en el anillo.

En la red en anillo, los mensajes de difusión se tratan con facilidad, bastando para ello que cada interface lea el mensaje cuando pasa por ella. Así, se pueden obtener confirmaciones sencillamente por medio de un bit extra que se incluye en el mensaje cuando es enviado; el receptor que lo recibe, envía el bit de confirmación, que es verificado a su vez por el transmisor en el momento en que el mensaje vuelve a él por el anillo.

Debido al hecho de que las redes en anillo requieren para su funcionamiento una interface activa, repetidora, la fiabilidad de la red acaba reduciéndose a la de las interfaces; el fallo de cualquier interface acaba seccionando la red e impidiendo su funcionamiento.

Además de este problema, la red en anillo puede presentar otros relacionados con fallos o errores en el proceso de los mensajes. Por ejemplo, un mensaje puede quedar circulando indefinidamente en la red; también puede suceder que un error en el control de acceso al anillo imposibilite saber quien debe o puede transmitir. A pesar de estos problemas, recurriendo a varias técnicas para mejorar la fiabilidad de la red en anillo, se llegó a un límite aceptable.

Precisamente, por el hecho de que las interfaces repetidoras son activas, la red en anillo puede crecer ilimitadamente. Sin embargo, la inserción de una nueva interface introduce siempre un atraso adicional en la red y, por lo tanto, su cometido total puede verse perjudicado en caso de estar presentes muchas interfaces. Las ventajas de la red en anillo son:

- La tasa de errores de la transmisión es muy pequeña, ya que la información se regenera en cada nodo de estación.
- Se pueden enviar fácilmente mensajes a todas las estaciones.

Y las desventajas son:

- Una avería en el medio de transmisión o en una estación bloquea la red, aunque para evitar este problema de seguridad se han diseñado redes de doble anillo.
- Si el número de estaciones es elevado, el retardo que se produce en la red puede ser grande, ya que cada estación contribuye con cierto tiempo de demora.

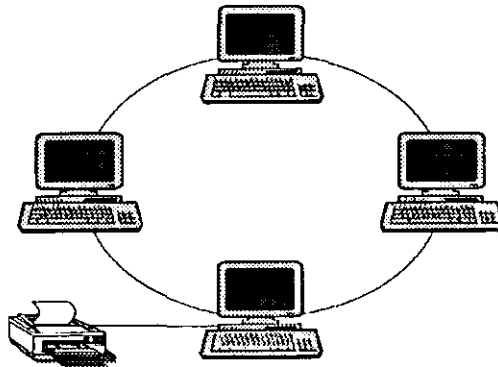


Fig. 2.3 Red en Anillo

2.2. Tipos de Enlaces

El principal elemento en una red cualquiera de comunicación son los enlaces los cuales transportan la información a los dispositivos o terminales conectados a la red que se refieren tanto a la conexión física como a la conexión lógica. Un camino lógico es una vía de comunicación que en un principio se considera bidireccional y que se caracteriza por las prestaciones que debe satisfacer, entre las que destaca el volumen de la información que debe transportar, la cual se mide por su velocidad media de transmisión (bits/seg.), este camino lógico es con el objetivo de establecer un puente de comunicación entre las terminales que estén conectadas a la red.

El camino físico es una vía de comunicación realizada sobre un material capaz de permitir la transmisión de la información mediante la utilización de los parámetros físicos de dicho medio. La eficacia de este medio físico quedara caracterizado sobre todo por el ancho de banda que es capaz de transportar y que a su vez dependerá de las características físicas del medio y de los dispositivos de transmisión y recepción empleados (velocidad de transmisión). La velocidad máxima de transmisión en un medio físico estará determinada tanto por su ancho de banda como de su calidad o relación señal a ruido.

La distribución geográfica de las terminales y la distancia que hay entre cada una de las terminales receptoras y la terminal transmisora son parámetros muy importantes a considerar en el desarrollo de una red de teleprocesos. El método utilizado para interconectar terminales con un servidor para conformar una estructura de computadoras o cualquier otro dispositivo de comunicaciones se conoce como enlaces. Los dos tipos de enlaces mas usados en una red son punto a punto y punto multipunto, este ultimo también conocido como enlace multicascada.

2.2.1. - Enlace punto a punto

A las líneas de comunicación que enlazan únicamente a dos terminales se les llama "líneas punto a punto". Un ejemplo de este tipo de estructuras se describe en la siguiente figura, cada terminal recibe y transmite los datos de un servidor a través de una línea de enlace la conexión punto a punto puede utilizar un canal dedicado o un canal de la red telefónica local (publica).

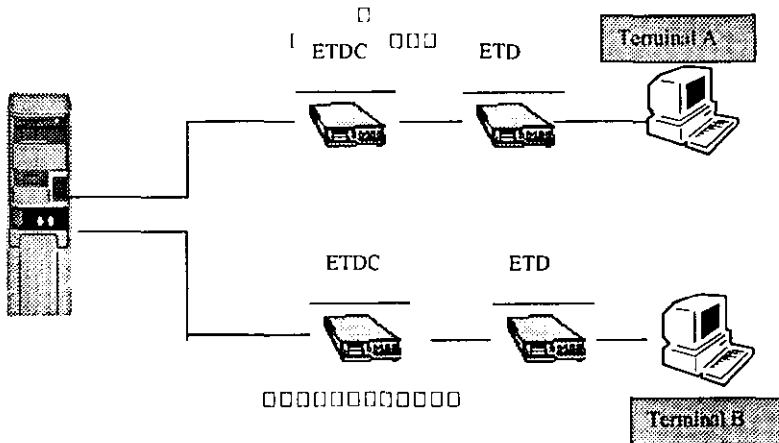


Fig. 2.4 Enlace Punto a Punto

2.2.2. - Enlace Multipunto

Cuando más de dos terminales comparten información de un solo canal de transmisión, se dice que es un enlace multipunto o enlace multicascada figura 2.5. Aunque dos terminales no puedan transmitir su información al mismo tiempo, dos o más dispositivos pueden recibir la misma información al mismo tiempo. Para poder realizar este tipo de enlaces cada terminal deberá de contar con un identificador para poder enrutar la información a la terminal apropiada. El numero de terminales que reciban la información dependerá de la dirección o direcciones asignadas por el transmisor. Para prevenir que la transmisión de datos de un dispositivo interfiera con otra transmisión, cada terminal deberá tener una línea alterna aparte de la línea que comparte con otras terminales.

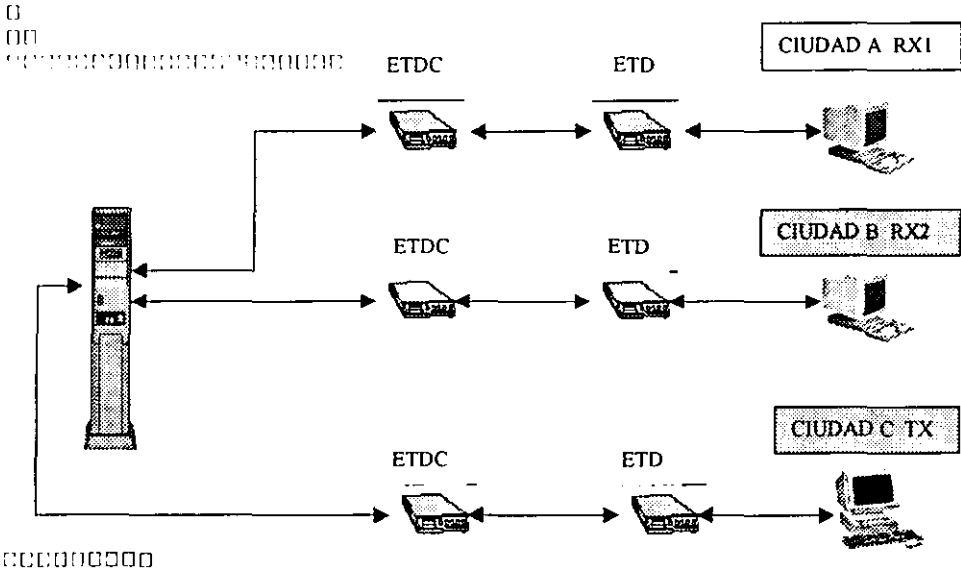


Fig. 2.5 Enlace Multipunto

2.3. - Sistemas de teleproceso

Las técnicas de comunicación de datos son usadas en una gran variedad de diferentes aplicaciones, las cuales en términos generales están diseñadas para la educación, administración (privada y publica) así como para la industria. Los sistemas de teleprocesos se han diseñado, al igual que las redes, para resolver ciertas necesidades y cada uno sigue reglas específicas de funcionalidad. A continuación describiremos los sistemas más importantes así como las aplicaciones de cada uno de ellos.

2.3.1. - Sistemas de recolección de datos

Este tipo de sistemas originalmente fue diseñado para recibir datos sin poder tener una interacción con el procesador, en la actualidad se han diseñado dispositivos de recolección de datos que son capaces (mediante un software) de tener una interacción con el procesador central. En cuanto a la aplicación de este tipo de sistema podemos mencionar a los sistemas de reservación en las líneas aéreas, hoteles, cajeros automáticos etc. El tiempo de respuesta típico para una aplicación de este tipo puede esperarse que sea de uno a cinco segundos.

2.3.2. - Sistema de entrada remota de datos (RJE)

Este tipo de sistemas es una extensión de la entrada de trabajos en forma local, esto nos permite tener acceso al servidor (servidor de recolección de datos o servidor de impresión) en forma remota. En la actualidad con la necesidad de obtener mayor productividad en las redes de teleprocesos este tipo de sistemas se ha desarrollado a niveles inimaginados hace unos cuantos años y la necesidad por desarrollar equipos que ofrezcan un ancho de banda grande en un menor tiempo de respuesta va en aumento y esta necesidad hace que las empresas desarrolladoras de software saquen al mercado una cantidad enorme de productos que ofrecen una eficiencia mayor cada vez, dejando al usuario en la disyuntiva de que producto se apega mas a sus necesidades, este tema se trata mas ampliamente en el capítulo siete.

2.3.3. - Sistema de recursos compartidos o de tiempo compartido

Este tipo de sistemas permite que los usuarios de una misma red compartan los recursos que esta ofrezca, así los usuarios de una red pueden compartir archivos, unidades de disco duro, impresoras, etc. La mayor parte de las redes permiten que se especifique a los usuarios los recursos compartidos a que tienen acceso, por lo tanto cuando un usuario tenga acceso a un servidor que contenga servicios de recurso compartido la única aplicación a la que podrá acceder será al recurso compartido y no a aplicaciones reservadas para otro tipo de usuarios.

2.3.4. - Sistema de intercambio de información entre usuarios

En la actualidad este sistema se ha desarrollado de manera muy importante ya con la llegada del Internet se rompieron todo tipo de barreras y cualquier usuario que tenga acceso a Internet podrá compartir información con otro sin importar la distancia a la que estén o la cantidad de información que intercambien.

En los años 50 surge la computadora electrónica y con ello también el concepto de *mainframe* (que no es otra cosa que las computadoras centrales de gran capacidad) que utilizan terminales tontas. En los 60 y 70 el siguiente paso fue las minicomputadoras y en los 80 las micro multiusuarios, las cuales siguen utilizando una computadora central y terminales tontas. A principios de los ochenta y con el éxito de las microcomputadoras personales (PC's), surgen las redes de computadoras.

La diferencia básica entre un mainframe, una microcomputadora o una micromultiusuario y una red de computadoras es el tipo de proceso utilizado: mientras que las tres primeras básicamente manejan proceso centralizado, y las últimas utilizan proceso distribuido. A continuación se explicará en qué consiste cada uno de ellos.

Proceso Centralizado

Es utilizado en los mainframes, minicomputadoras y micros multiusuario. Todos los usuarios comparten el poder de un procesador central y una sola copia del software de aplicación corre en el CPU central. Las terminales tontas enlazadas que necesitan usar la aplicación deben compartir la copia de dicho CPU.

Proceso Distribuido

El proceso distribuido ocurre cuando el procesamiento de la información se lleva a cabo en una forma descentralizada. En contraste con el proceso centralizado, que requiere que todo el procesamiento ocurra de forma central en una sola máquina, este se distribuye entre las computadoras de la red o del sistema.

Un ejemplo de este último, es el proceso de información en máquinas PC's conectadas a una red. Cada PC corre su propia copia del programa y el sistema operativo de red sincroniza el uso de recursos compartidos por las múltiples aplicaciones; sin embargo, el proceso distribuido, no es un proceso relativamente nuevo, en base a su definición ya se contaba con procesos distribuidos antes de la aparición de las redes de computadoras.

A continuación se muestra un resumen del desarrollo que ha experimentado el procesamiento y comunicación de datos, utilizando computadoras para ello. Al final de este resumen, se observa la aparición de un nuevo tópico, muy mencionado en estos días, llamado esquema cliente/servidor.

- **La computadora central**

Históricamente la estructura del cómputo administrativo se basó en el uso de terminales remotas, conectadas directamente a una computadora central que prestaba diversos servicios, figura 2.6. Cada servicio tenía un grupo aislado de usuarios. El personal de sistemas se encargaba de consolidar o integrar la información cuando esto era necesario.

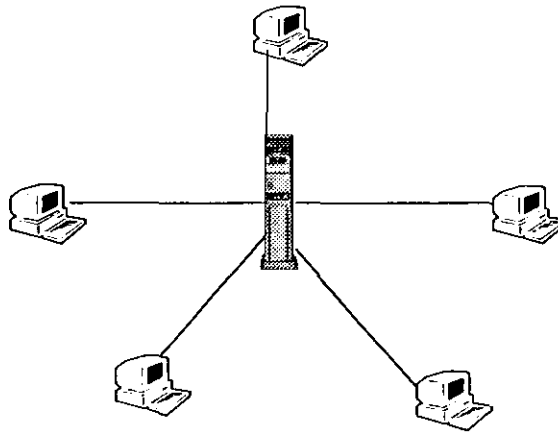


Fig. 2.6 Computo Central

- Las computadoras dedicadas.

La aparición de computadoras pequeñas, más baratas y más poderosas que las convencionales, transformó este esquema a uno en el cual cada servicio empleaba su propia computadora o su servidor dedicado, a la cual se conectaban directamente los usuarios correspondientes. Lo cual se representa en la siguiente figura.

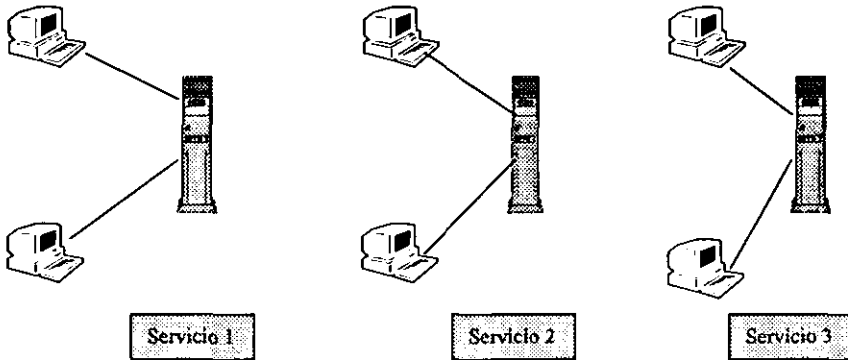


Fig. 2.7 Cómputo Distribuido

Esta estructura de funcionamiento, que data de hace 20 años, tiene hoy en día dos inconvenientes principales. El primero es que, a medida que crece el número de personas que requieren acceso a la información en cada sistema, hay que emplear computadoras cada vez más poderosas en sus sistemas de entrada/salida; al mismo tiempo, la estructura de ventas de los sistemas de información están por el momento basados en el concepto de licencias para un número dado de usuarios simultáneos y, al aumentar el número de usuarios, el costo de las licencias necesarias para emplear los programas, aumenta. El segundo es que estas computadoras no se comunican y por lo tanto no pueden compartir información; de la misma manera los usuarios de una no pueden acceder a las demás.

- Cómputo Distribuido con PC

Un elemento adicional, que apareció hace unos 10 años en forma masiva, son las computadoras personales. Estas permiten que una fracción apreciable del trabajo de cómputo, tanto en el aspecto de cálculo como en el aspecto de presentación, se lleve a cabo desde el escritorio del usuario. En muchos casos, el usuario obtiene la información que requiere de alguna computadora de servicio o servidor.

Estas computadoras personales en algunos casos se conectan a las computadoras de servicio empleando programas que emulan algún tipo de terminal. En otros casos se les transfiere la información mediante medios magnéticos o por transcripción.

Un ambiente de trabajo, en el cual se ejemplifica un sistema distribuido con pc's, se muestra a continuación en la figura 2.8.

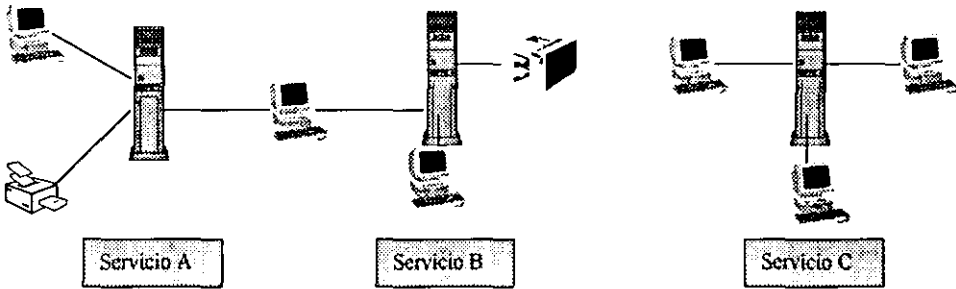


Fig. 2.8 Cómputo Distribuido con PC

- **Cómputo a través de redes**

La tecnología actual permite plantear un esquema totalmente distinto y mucho más productivo. Esta tecnología esta basada en el concepto de las redes de computadoras, en las cuales la información reside en una o varias computadoras, los usuarios de la información emplean computadoras para sus labores, y todas ellas están conectadas entre sí.

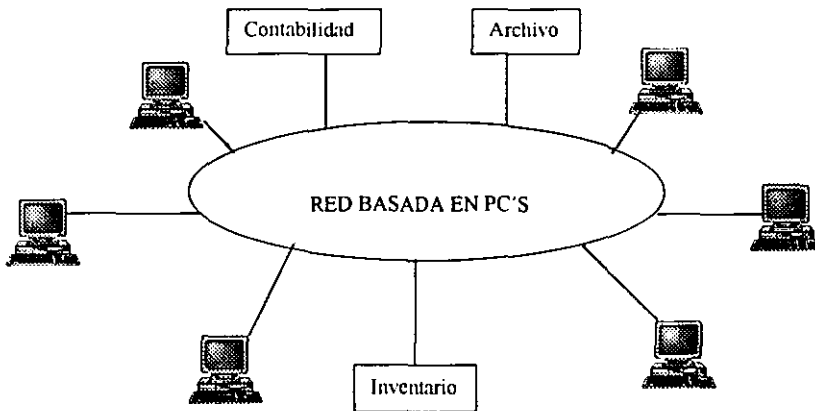


Fig. 2.9 Cómputo en Red con PC

Esto permite que todos los usuarios tengan la posibilidad de obtener información de todas las computadoras, y que los diversos sistemas intercambien información. La computadora personal de cada empleado le permite no solo realizar las funciones aisladas típicas (proceso de textos, hojas de cálculo, etc.) sino también conectarse a otras computadoras de la empresa y del exterior para obtener información o para proporcionar información.

- **Esquema Cliente/Servidor**

Cada uno de los servicios públicos que se ofrecen en las diversas máquinas se modifica permitiendo que los programas reciban preguntas a través de la red. Y cada computadora que requiere obtener información de uno de estos servicios se habilita para formular preguntas. Si no se emplea este esquema, las computadoras de los usuarios se limitan a cumplir las funciones de las terminales remotas de la primera estructura y no se eliminan todos los inconvenientes mencionados.

En el esquema cliente/servidor la computadora de cada usuario (llamada cliente) sirve para preparar una demanda de información a cualquiera de las computadoras que proporcionan información (llamadas servidores). Esta información se transmite a través de la red y es recibida y procesada por el servidor, quien responde la demanda al cliente que la solicitó. Los clientes y los servidores pueden estar conectados a una red local o a una red amplia, como la que se puede establecer entre todas las redes de una empresa, o a una red mundial como Internet.

De esta manera cada usuario tiene la libertad de obtener la información que requiera en un momento dado proveniente de una o varias fuentes locales o distantes y de procesarla como le sea conveniente. Los distintos servidores también pueden intercambiar información dentro de este esquema.

Sabemos que un proceso puede proporcionar ciertos servicios a los restantes procesos del sistema. Estos servicios serán operaciones de diverso tipo, por ejemplo imprimir un documento, leer o escribir una información, etc. En el modelo cliente/servidor, cuando un proceso desea un servicio que es proporcionado por cierto proceso, el primero le envía un mensaje al segundo solicitando ese servicio, lo cual se nombra como petición. El proceso que satisface o cumple tal servicio se llama servidor y el solicitante se llama cliente.

Los procesos clientes y servidores han de seguir un protocolo de comunicaciones que defina:

- cómo se codifican las peticiones
- cómo se sincronizan entre sí los procesos.

Los procesos clientes/servidores han de estar de acuerdo en los mensajes: en qué orden van los posibles parámetros de la petición, cuántos bytes ocupan, etc.

La forma de sincronización nos dice si el cliente puede seguir adelante justo después de enviar la petición (no bloqueante), o por el contrario tiene que esperar a que el servidor le envíe una respuesta (bloqueante). Si la comunicación es no bloqueante, habrá que definir un mecanismo para que el cliente pueda saber si la respuesta del cliente está disponible. En esta práctica se adoptará una comunicación bloqueante: el cliente siempre espera hasta recibir una respuesta del cliente.

El diálogo cliente/servidor es casi siempre bidireccional. Por un lado, el cliente envía información al servidor (el tipo de servicio utilizado más los parámetros); por otro, el servidor devuelve información al cliente (los resultados del servicio, códigos de error en caso de producirse, etc.)

El término cliente/servidor se utiliza frecuentemente como sinónimo de proceso cooperativo o proceso distribuido, es decir, distribución de aplicaciones y/o datos en una red de computadoras. En este sentido, esto no es nada nuevo. Los bancos, por ejemplo, comenzaron a distribuir aplicaciones a principios de los años 70; la diferencia radica en el diseño de las aplicaciones.

2.4. - Concepto de Teleinformática

Las necesidades del mundo actual para disponer de información generada en un determinado lugar hacia otro remoto, donde es necesaria por múltiples razones, y donde debe llegar en el menor tiempo posible, ha dado como resultado la creación de una nueva disciplina llamada Teleinformática.

Cuando se crea una red con el propósito de transmitir información, no se realiza otra cosa más que el tratamiento de la misma para transportarla de un lugar a otro, bajo este punto de vista tenemos una red de Teleproceso. Cuando esta información se usa para propósitos específicos con el objeto de obtener bases para la toma de decisiones y además es transferida a través de una red de Teleproceso decimos que contamos con una red de Teleinformática.

Esta técnica esta formada por la unión de otras dos: la informática y las telecomunicaciones jugando un papel preponderante en la evolución de la sociedad, en las condiciones de vida, en la difusión de la cultura, en la capacidad de comunicación de los hombres, etc.

El desarrollo de la Teleinformática produce una evolución en los medios de trabajo, en las herramientas de que se dispone y en los servicios ofrecidos a la sociedad. Se trata pues de combinar las inmensas posibilidades de la informática en lo que se refiere a la capacidad de tratamiento y almacenamiento de grandes cantidades de datos y de las telecomunicaciones como técnica capaz de ampliar y difundir el dominio de aquélla más allá de sus fronteras físicas.

Como resultado de esta fructífera unión, se han desarrollado nuevas aplicaciones de toda índole en los campos más diversos; como ejemplos tenemos: las consultas en tiempo real a bancos de datos, las reservaciones de boletos y de hoteles, el control de dispositivos o de alarmas en lugares remotos, la gestión de dinero electrónico mediante el uso de tarjetas de crédito, la guía y el control de vuelos espaciales, etc. La rápida evolución de la tecnología electrónica en estos últimos años, ha favorecido y potenciado el acercamiento de ambas disciplinas obteniendo resultados antes inimaginables.

Con el fin de estructurar el ambiente de la Teleinformática podemos dividir su funcionalidad en tres grandes partes: Transmisión, Conmutación y Aplicación

Transmisión

Trata todos los aspectos de los enlaces y canales de comunicaciones. Esta parte cubre todos las tecnologías de telecomunicaciones necesarias para el transporte de Información. Proporciona los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y de procedimiento necesarios para activar, mantener y desactivar la transmisión de información sobre enlaces de telecomunicaciones.

La transmisión estudia los siguientes aspectos:

- Equipos y medios físicos de transmisión.
- Facilidades de telecomunicaciones (dedicadas, conmutadas, locales, urbanas, interurbanas, etc.).
- Procesos de conversión de información digital a información transmisible sobre el servicio de telecomunicaciones (modulación, codificación, cuantificación, etc.).
- Procesos de conversión de información entre los equipos terminales de información y los equipos de transmisión de información.
- Disciplinas de control de enlaces (polling, multiplexación, segmentación, conmutación, etc.).
- Disciplinas de detección, corrección y control de errores en la transmisión.
- Procesos de control de flujo en un enlace de telecomunicaciones.

Conmutación

Trata todos los aspectos de las redes de comunicaciones. Esta parte cubre todos los aspectos funcionales para el transporte de información de un sistema a otro a través de recursos de transmisión que conformen una red. Suministra los servicios de enrutamiento y conmutación asociados a las conexiones de servicios de transmisión.

La Conmutación estudia los siguientes aspectos:

- Servicios de Conmutación de paquetes.
- Servicios de Conmutación de circuitos.
- Servicios orientados a conexión.
- Servicios no orientados a conexión.
- Servicios de enrutamiento.
- Servicios de control de tráfico y control de congestión.
- Servicios de control de flujo en las redes.
- Protocolos de control de acceso al enlace de transmisión.
- Protocolos de control de establecimiento, mantenimiento y liberación de conexiones de red.

Aplicación

Trata todos los aspectos del intercambio de información. Esta parte cubre los medios que aseguran una interacción de Sistemas de Información, desde la sincronización del diálogo y la representación de la información hasta la interoperabilidad de aplicaciones.

La parte de aplicación estudia los siguientes aspectos.

- Servicios de transferencia, acceso y manejo de Información remota.
- Servicios de teleprocesamiento de información
- Servicios de interacción de aplicaciones.
- Sistemas de intercambio de mensajes.
- Sistemas de administración de información remota.
- Sistemas de seguridad de información.

Capítulo 3. - Protocolos de Comunicaciones

Definición de protocolo

Un protocolo es un conjunto de reglas que hacen posible el intercambio de información, de una forma eficiente y segura entre diversos dispositivos de un sistema de comunicaciones.

Un protocolo define la forma en que deben efectuarse las comunicaciones de las redes, incluyendo el formato, la temporización, la secuencia y la revisión y corrección de errores.

Para que la transferencia de información entre dos sistemas se realice correctamente, ambos deben manejar el mismo protocolo o conversión para la realización de la comunicación, para ello los protocolos deben de cumplir con ciertos objetivos y normas las cuales veremos en este capítulo.

Introducción

La palabra protocolo surgió en la década de los 70's, después de que Lynch y Bartlett propusieron en 1968 y 1969 los primeros sistemas de control de línea, cuya finalidad principal era mejorar la confiabilidad en la transmisión.

Los tipos de aplicaciones que se desarrollan para redes locales varían dependiendo del área de aplicación, automatización de oficinas, correo electrónico, manufactura integrada por computadora, edificios inteligentes, proceso de datos distribuido etc. ¿Cuál es la herramienta capaz de darne acceso a estos servicios?

La respuesta es simple, la herramienta son protocolos de comunicación y los programas que utilizan los protocolos para diseñar y desarrollar una aplicación. Sin embargo esta respuesta da lugar a otras preguntas, ¿Qué es un protocolo? ¿Qué sistema operativo se debe adquirir e instalar en las estaciones de trabajo de la red? (DOS, Unix, Windows NT o algún otro) ¿Qué sistema operativo se debe adquirir e instalar en el servidor o los servidores de la red? ¿Qué programas de bases de datos se deben adquirir para llevar acabo el desarrollo de sistemas? o ¿Qué protocolo utiliza el servidor de bases de datos para comunicarse con los clientes?.

La implantación de protocolos se hace por medio de programas conocidos con el nombre de "protocolos stacks" (protocolos apilables).

Todos estos protocolos siguen las reglas establecidas por el modelo OSI de siete niveles o capas. La idea de la estratificación por capas es fundamental porque proporciona una estructura conceptual para el diseño de los protocolos. En el modelo, cada capa maneja una parte de los problemas de comunicación y generalmente se le asocia a un protocolo, a cada una de ellas, tal como se muestra a continuación:

- **Físico:** Medio Físico de comunicación.
- **Enlace de Datos:** Transmite los datos de manera confiable entre nodos adyacentes.
- **Red:** Encamina los datos desde la estación emisora a la receptora.
- **Transporte:** Provee el control entre extremos
- **Sesión:** Coordina las comunicaciones en general
- **Presentación:** Sintaxis para la conversión de datos
- **Aplicación:** Propósito de la comunicación. Correo electrónico, transferencia de archivos, transacciones.

Algunos protocolos describen la comunicación a través de una red física. Por ejemplo los detalles de formato de trama de la red Ethernet, las políticas de acceso de la red y manejo de los errores de trama, se incluyen en un protocolo que describe la comunicación en una red Ethernet. De la misma forma, los detalles de las direcciones IP, el formato de los datagramas, y el concepto de entrega no confiable y sin conexión, se incluyen en el protocolo internet.

Los sistemas complejos de datos no incluyen un solo protocolo para manejar todas las tareas de transmisión, sino que requieren todo un conjunto de protocolos. Para entender el por qué, piense en los problemas que pueden presentarse cuando dos o más terminales se comunican a través de una red de datos:

- **Fallas en el Hardware:** Un anfitrión o un ruteador pueden fallar, ya sea porque el hardware falle o porque el sistema operativo quede fuera de servicio. Un enlace de transmisión de red puede fallar o desconectarse accidentalmente. El software de protocolo necesita detectar estas fallas y restablecer el funcionamiento.
- **Congestionamiento en la red:** Aun cuando el Hardware y el software funcionen correctamente, estos tienen una capacidad finita que puede ser excedida. El software de protocolo debe implantar un arreglo en las vías de transmisión para que el nodo congestionado no entorpezca el tráfico.
- **Paquetes retrasados o perdidos:** Algunas veces, el envío de paquetes tiene retrasos muy largos o estos se pierden. El software de protocolo necesita aprender acerca de las fallas o debe adaptarse a los retardos.
- **Corrupción de datos:** La interferencia eléctrica, magnética o las fallas en el hardware pueden ocasionar errores de transmisión que alteran el contenido de los datos transmitidos. El software de protocolo necesita detectar y reparar estos errores.
- **Error en la secuencia de datos o duplicación de datos:** Las redes que ofrecen múltiples rutas pueden entregar paquetes duplicados. El software de protocolo necesita reordenar los paquetes y suprimir los duplicados.

Actualmente, los sistemas de procesamiento distribuido, bases de datos distribuidas, y en general los sistemas de teleproceso se han hecho comunes. Los servicios y sistemas de comunicación para computadoras se multiplican y dado que los elementos básicos de dichos sistemas son los protocolos, estos han adquirido gran importancia.

3.1. - Funciones de un protocolo de comunicaciones

Para que la transferencia de información entre dos sistemas se realice correctamente, ambos deben manejar el mismo protocolo para la realización de la comunicación; para ello los protocolos deben de cumplir con ciertos objetivos, los cuales son:

- **Establecimiento del Enlace:** habilitación del destino y del origen para que exista comunicación.
- **Transmisión de la Información:** intercambio de datos entre el destino y el origen.
- **Delineamiento de datos:** durante el proceso de transmisión de información, no solo se transmiten datos a través de la red, sino que así mismo se debe transmitir información que controle el intercambio de datos entre los equipos (información de control, detección de errores, etc.) por lo cual la estación receptora debe saber identificar, dentro del paquete de información enviado, que son datos, y que es información adicional.
- **Detección de errores:** los protocolos deben generar y agregar códigos de detección de error.
- **Control y Contención:** los protocolos deben establecer las circunstancias bajo las cuales la estación puede transmitir y recibir datos. Así como evitar que dos o más estaciones interfieran una con otra su transmisión.
- **Corrección de errores:** al presentarse un error, contar con la forma para corregirlo inmediatamente
- **Transparencia:** en este caso el protocolo debe ser capaz de recuperar el dato enviado por una estación y asegurar que en la receptora se ha recibido la información correctamente.
- **Capacidad de Direccionamiento:** es necesario que, si se realiza una transmisión a una estación específica dentro de la red, la misma sea capaz de reconocer que es ella a quien se le esta enviando información y pueda así mismo procesarla.
- **Que permita el uso de códigos independientes:** esto es, que el protocolo debe tener la habilidad necesaria para reconocer los diferentes códigos, cual es el que realmente se esta transmitiendo. Por ejemplo ASCII, EBCDIC, BAUDOT, etc.
- **Que permita el uso de múltiples configuraciones:** esta característica permitirá al diseñador planear una topología o diseño de red que tome ventaja de la capacidad de todos los dispositivos usados en la red.
- **Que permita crecimiento del sistema:** conforme las necesidades crecen, agregar nuevos elementos a la red se vuelve muchas veces necesario, por lo cual es deseable que el protocolo utilizado permita la incorporación de nuevos elementos sin mayor problema.
- **Eficiencia:** es deseable que el número de bits necesarios para cubrir los objetivos anteriores sea lo más pequeño posible, lo cual permite un mayor flujo de información a través del canal.

Todas estas características son deseables en el diseño e implementación de un protocolo de comunicación; el porcentaje en que dicho protocolo cumpla con cada una de estas premisas, reflejará su permanencia en un sistema de comunicación.

3.1.1. - Fases de un protocolo de comunicación.

En general cualquier nivel de protocolo de comunicaciones puede decirse que consta de tres fases, los cuales son:

- Establecimiento
- Transferencia de la información
- Liberación

Cualquiera de los 7 niveles de la estructura OSI, puede definirse en función de estas tres fases. Ahora que un nivel determinado, puede requerir de los servicios del nivel inferior, para poder completar una determinada fase. Por ejemplo, en el nivel de enlace es necesario establecer el canal lógico entre los dos ETD, y para tal efecto, es necesario que el nivel físico haya establecido previamente el circuito físico a través del cual transferirá la información.

En general, podemos decir que la especificación o definición de un protocolo se obtiene determinando como deben realizarse las tres fases antes aludidas. Dicha definición tiene tres aspectos que son la sintaxis o formato con que deben transmitirse las unidades de intercambio de la información, la semántica o significado que tienen los distintos tipos de unidad de intercambio de información y los campos de control de las unidades que maneja el protocolo y temporización que contempla los aspectos de secuencia y concurrencia del protocolo.

Lo que hace cada uno de los niveles es agregar a la información básica que se pretende transmitir, información de control, con la cual se ponen de acuerdo los sistemas para poder realizar las distintas funciones de comunicación inherentes al protocolo.

La sintaxis del protocolo representa la estructura que deben tener los encabezados y terminaciones aludidos, y la semántica representa el significado de cada uno de los elementos de control que acompañan a la información y el significado de los mensajes de control que pueden intercambiarse los protocolos, además de la información.

3.1.2. - Funciones

La finalidad primordial de cualquier usuario de equipos en red es obtener la información precisa lo más rápidamente posible, en el lugar adecuado y al menor costo. Cuando los datos, se procesan localmente (departamento de contabilidad) el problema suele ser bastante sencillo; pero si las fuentes transmisora o receptora se encuentran localizadas en diferentes puntos, todo el asunto empieza a complicarse, aun más si en el proceso intervienen varios usuarios. Puesto que los métodos a emplear por cada uno de ellos pueden ser muy diferentes. Por este motivo es necesario establecer una serie de reglas o "PROTOSCOLOS" para coordinar el flujo de la información entre diversos elementos, esto garantizará que el proceso se desarrollara correctamente. Las funciones básicas de los protocolos de comunicación son las siguientes:

- Fragmentación y Reensamble
- Encapsulado
- Control de Conexión
- Control de Flujo
- Control de Errores
- Sincronización
- Control de Secuencia
- Direcccionamiento
- Multicanalización
- Servicios de Transmisión
- Coordinación de Servicios

3.1.3. - Fragmentación y reensamble

La información se tiene que fragmentar por alguna o algunas de las siguientes razones:

- La arquitectura del software y/o del hardware del sistema sólo permiten manejar mensajes de una determinada longitud máxima.
- La optimización de la eficiencia en la transferencia de la información, en un canal de datos que introduce errores, es función de la longitud del mensaje.
- Se puede lograr el acceso a medios de comunicación compartidos, como los de las redes locales, de sistemas de radiocomunicación, o de satélites, de manera más equitativa.
- Entre más pequeños son los mensajes unitarios, más pequeños son los buffers requeridos para manejar la información.

También tiene desventajas la fragmentación, como es la de que cada unidad de información transferida requiere un encabezado; obviamente, ponerle encabezado a cada una de estas unidades, representa una carga de trabajo para el procesador que ejecuta el protocolo y pérdida de eficiencia en el proceso de transferencia de información al ocupar tiempo de transmisión para enviar dicho encabezado. En la figura 1 se muestra un esquema del proceso de fragmentación y reensamble. Se le llama entidad al proceso que realiza o ejecuta el protocolo, una de cuyas funciones es la fragmentación. Como puede apreciarse, la entidad A que es la emisora, fragmenta la unidad de información que le entregó el usuario; mientras que la entidad B tiene que reensamblar los fragmentos y entregar al usuario B la unidad de información tal como se la entregó el usuario A a la entidad A.

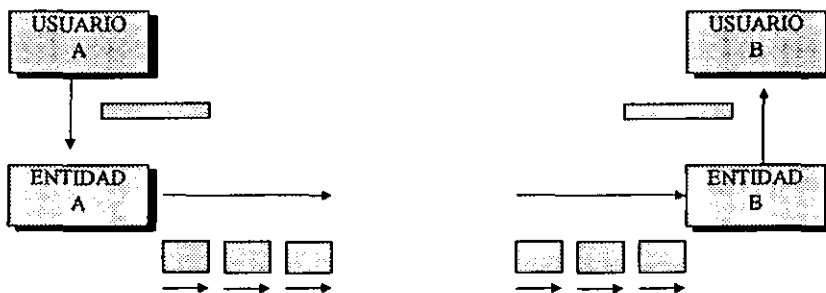


Fig. 3.1 Procesos de Fragmentación y Reensamble

Se requiere fragmentar en distintos niveles de la estructura de protocolos. Por ejemplo en un sistema de transferencia de archivos, para transferir un archivo; primero, el nivel de aplicación puede fragmentar el archivo en registros y pasar estos registros uno por uno al nivel de transporte. Luego el nivel de paquetes puede fragmentar los registros en paquetes más pequeños, de acuerdo a las condiciones del sistema de transmisión. En la recepción el nivel de paquetes reensambla los paquetes para entregar los registros y el nivel de aplicación reensambla los registros para formar el archivo que se debió transferir.

3.1.4. - Encapsulado

Encapsular la información significa, acompañar la unidad de información del protocolo de un encabezado y una terminación (ver fig. 3.2), que permiten controlar distintos aspectos de la transferencia de información.

Entre otras cosas, la información de control que se agrega está relacionada con:

- Las direcciones de origen y destino de la información.
- Redundancia para poder detectar y corregir posibles errores en la transmisión.
- Información de control para realizar las distintas funciones de control de protocolo. Ejemplo, de ello son los, contadores de secuencia, bits de control de fragmentación, etc.

3.1.5. - Control de la conexión

El control de la conexión es un proceso que también es necesario en varios niveles de protocolo. Por ejemplo, en el nivel de sesión se puede tener la interfaz con el usuario para obtener toda la información que se requiere para poder establecer la comunicación. Para establecer el enlace el nivel de sesión se auxilia del nivel de transporte. A su vez el nivel de transporte se auxilia del nivel de paquetes, este del nivel de enlace, y este del nivel físico. El control de la conexión se realiza en tres fases, como ya se mencionó, que son: la fase de establecimiento, la fase de transferencia y la fase de desconexión. En la figura 3 se muestra esquemáticamente esta función.

La función de control de la conexión es aplicable a servicios de transferencia de datos orientados a conexión. Existe también otro tipo de servicios que son orientados a la transferencia de datos sin conexión. En este último caso no se realiza las fases de establecimiento y desconexión sino únicamente la fase de transferencia. Tal es el caso de los servicios de datagrama que se utilizan en distintas redes locales.

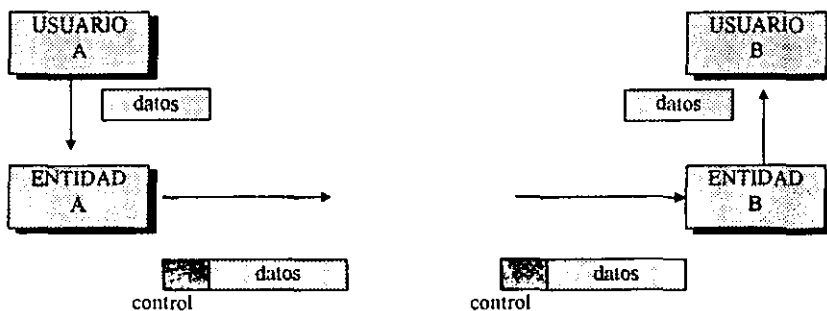


Fig. 3.2 Proceso de Encapsulado.

3.1.6. - Control de flujo

Se controla el flujo de información entre dos entidades por varias razones:

- Para sincronizar la transferencia de manera que se adapte a las velocidades de procesamiento de ambas entidades.
- Para evitar bloqueo por exceso de tráfico en la red.
- Para aprovechar al máximo la capacidad del canal y evitar retrasos indeseables, para lo cual se emplea el mecanismo de ventana que también es un elemento de control de flujo, además de un elemento de control de errores.

3.1.7. - Control de errores

Hay diversos tipos de error que una entidad de protocolo puede detectar. Podemos decir que los principales son los siguientes:

- Pérdida total de una unidad de información
- Alteración de la información durante la transmisión
- Alteración de la información de control

La detección de estos errores puede dar origen a diversas acciones, dependiendo del nivel de protocolo. Por ejemplo en el nivel de enlace: si se pierde una trama, o si se detecta una trama con errores, simplemente se desecha, o se procede a solicitar la retransmisión de dicha trama. Si se detecta una falla en el control de la conexión, se debe reiniciar el enlace y reiniciar la transmisión de la información. Si se detecta una falla de secuencia en las tramas que arriban, se desecha esa trama y se espera la llegada de la que tenga la secuencia correcta. En el nivel de paquetes una falla de secuencia es un error de protocolo que amerita la reiniciación.

Por otro lado, existen varios procedimientos para la detección y la corrección de errores de transmisión, como son los códigos de redundancia horizontal (bit de paridad), códigos de redundancia vertical (palabra de paridad), los códigos polinomiales, los códigos convolucionales, etc. Los tres primeros se utilizan únicamente con propósitos de detección, realizándose la corrección por retransmisión; el último tipo de código mencionados, se puede utilizar para detectar y corregir automáticamente los errores de transmisión. El problema de detección de errores es un problema que ha sido estudiado intensamente por diversos investigadores.

3.1.8. - Sincronización

Dos entidades que se comunican por medio de un protocolo, deben sincronizarse adecuadamente. Para esto, deben encontrarse en un estado definido y de acuerdo con los procedimientos del protocolo, por ejemplo: inicialización, verificación, terminación, etc. El estado del protocolo, está determinado por los valores de parámetros como el tamaño de ventana, los valores de los contadores de secuencia, la fase en que se encuentra la conexión, el tiempo restante en un temporizador, etc. Estos parámetros constituyen lo que se conoce como variables de estado. Si no están sincronizadas las dos entidades, obviamente no podrá realizarse la comunicación, ya que los mensajes no tendrán el sentido correcto, porque las entidades se encontrarán en estados en los cuales no le podrán dar la interpretación correcta a dichos mensajes.

La sincronización entre las entidades que dialogan al ejecutar el protocolo es un importante problema que se tiene en todos los niveles de protocolo. Sin embargo, no es el único problema de sincronización que hay que resolver en el diseño de un protocolo. Es necesario tener sincronía para poder delimitar los distintos campos que componen una unidad de información y particularmente los campos de control. Por ejemplo, en el nivel físico es necesario delimitar cada uno de los bits que componen las tramas; en el nivel de enlace, es necesario delimitar donde empieza y donde termina una trama; en el nivel de paquetes, es importante el concepto de secuencia completa de paquetes, que representa un delimitador de una unidad de información superior, el cual, manejado en el nivel de paquetes puede ayudar a que la transmisión de la información se

realice con más eficiencia. Evidentemente, la sincronía a nivel de campos de trama, de paquete, etc., se la imprime la sintaxis del protocolo, o sea, los formatos.

3.1.9. - Control de secuencia.

Se realiza el control de secuencia por 3 razones importantes:

- Entrega ordenada
- Control de flujo
- Control de errores

La entrega ordenada es una característica fundamental del servicio de circuito virtual ofrecido en el nivel de red por protocolos como el X.25 del CCITT. La entrega ordenada, en este nivel, facilita los procedimientos de reensamble y almacenamiento temporal de la información y por lo tanto, disminuye la magnitud del problema de desarrollo de software, en el nivel de red y en el de transporte.

El problema de control de flujo ya se discutió. No obstante, hay que recalcar que el control de flujo se lleva a cabo mediante los mecanismos de control de secuencia, además de los mensajes propios del control de flujo, como son las tramas RR y RNR, típicas del nivel de enlace, o los paquetes RR y RNR del nivel de red.

Un error de secuencia puede ser considerado como un error mínimo o como un error importante, dependiendo del nivel. Como hemos recalcado, en el nivel de red, puede ser causa de reinicialización del canal. Pero en el nivel de enlace, simplemente puede desecharse la trama fuera de secuencia que arribó, o bien puede desecharse y solicitarse la retransmisión de la siguiente trama que se espera recibir; dicha solicitud se realiza mediante una trama de control de REJ.

3.2. - Protocolos Avanzados de Comunicaciones

Sabemos que la tarea de todo protocolo de comunicación es establecer las reglas pertinentes para que exista comunicación entre, al menos, un par de entidades. Tal protocolo debe definir por ejemplo, cómo los datos deben ser ordenados, las conexiones eléctricas de las interfaces, detección de errores, flujo de datos, etc. Así que de esta manera un protocolo de comunicación, puede estar conformado por varios protocolos los cuales realizan una tarea específica, los cuales en conjunto logran el fin antes descrito.

A continuación se presentan algunos de los protocolos de comunicaciones, más comunes, clasificándolos dentro del modelo OSI; así como también al final se presentan los protocolos más avanzados a la fecha, los cuales están conformados por varios protocolos, así que no se les clasifica dentro del modelo OSI.

3.2.1. - Protocolos de nivel físico

Todas las comunicaciones están basadas en las conexiones físicas al canal de transmisión. Los protocolos del nivel físico describen las características mecánicas, eléctricas y funcionales de las interfaces que utilizará un DTE (data terminal equipment) para acceder al medio de transmisión, lo que se conoce como MAC (Media Access Control). Un ejemplo es la interface RS-232, utilizada en diferentes equipos para tener comunicación; actualmente este estándar es conocido como EIA-232-D.

3.2.2. - Protocolos de acceso al medio

Antes de que un DTE pueda empezar a transmitir, éste debe ganar el control del medio de comunicación (estar en línea). Hay tres principales métodos de acceso : polling, contention y token-passing. Estos métodos tienen características tanto del nivel físico, enlace de datos y acceso al medio del modelo OSI.

Protocolos Polling (protocolos de poleo)

Fueron los primeros protocolos de acceso y actualmente son utilizados en comunicaciones via satélite. Se clasifican básicamente en dos grupos Roll Call Polling y Hub Polling.

El primero se caracteriza por que una estación maestra manda un requerimiento a cada una de las estaciones esclavas del sistema para que estas respondan a tal petición, normalmente este sistema se usa en una topología de bus. En el segundo no existe una estación maestra para realizar el polling, cada estación espera su turno para acceder al medio de comunicación.

Protocolos Contention (protocolos de contención)

Este obliga a que el DTE este monitoreando el medio o línea de transmisión, para que cuando detecte que ésta no se encuentre ocupada, se apodera de ella para realizar sus comunicaciones. El protocolo de este tipo mas comúnmente utilizado es el llamado Carrier Sense Multiple Access / Collision Detec (CSMA/CD), cuyo significado es, Detección de Portadora con Acceso Múltiple y Detección de Colisiones.

Protocolos Token Passing

Son similares a los Hub Polling. Estos basan el control de acceso al medio en la posesión de un testigo o pase (token). Este es una secuencia de bits conocida, el cual viaja a través de las DTEs. El nodo que posee el token es el único habilitado para transmitir en la red. Cuando ninguna DTE necesita transmitir, el pase va circulando por la red de una a otra estación. Cuando una DTE transmitió una determinada cantidad de información, el pase se otorga a la siguiente DTE. Estos protocolos son divididos en dos tipos, RING o BUS, dependiendo de la topología que se utilice.

3.2.3. - Protocolos de enlace de datos

Una vez que la línea de transmisión ha sido accesada y apartada, la transmisión puede comenzar. En este punto los protocolos de enlace de datos, se utilizan para la sincronización, control de errores, direccionamiento de los nodos y el inicio y fin del intercambio físico de datos. Ejemplos de éstos son mostrados más adelante.

3.2.4. - Protocolos de modo de transmisión

Estos protocolos son usados para regular las transmisiones entre los nodos transmisor y receptor. Sus principales tareas a resolver son tres, flujo, temporización y tipo.

- Flujo, se determina si se utiliza simplex, half o full duplex, así como la velocidad.
- Temporización, si el modo es asincrono o sincrono.
- Tipo se refiere si la comunicación es serial o paralela.

Dentro de estos protocolos, sobresalen los relacionados a la temporización de datos. Los más simples son los asíncronos, ya que ellos solo requieren de un grupo de bits de inicio y paro, para establecer una comunicación. Uno de los protocolos asíncronos más utilizados es el protocolo Xmodem, principalmente usado en el enlace de microcomputadoras.

Los protocolos síncronos manejan bloques de datos, hay tres principales tipos:

- Protocolos orientados a carácter.
- Protocolos orientados a byte.
- Protocolos orientados a bit.

Su diferencia radica en la forma en que marcan el inicio y fin de un bloque de datos.

- Los protocolos orientados a carácter usan caracteres especiales para marcar el inicio y fin de un bloque. El más usado es el Binary Synchronous Communications Protocol (BISYNC o BSC). Este es intrínsecamente semi-duplex, aunque a veces es utilizado en un medio de transmisión duplex ; puede ser usado tanto en circuitos punto a punto, como multipunto, bien con enlaces permanentes o a través de la red telefónica conmutada.
- Los protocolos orientados a byte manejan caracteres especiales para marcar el inicio del bloque, seguido de un campo que indica el número de bytes del bloque. El más exitoso es el Digital Data Message Communications Message Protocol (DDCMP). Este protocolo es de uso muy general, se puede usar en transmisiones síncronas o asíncronas, half o full duplex, en serie o en paralelo, punto a punto o multipunto.
- Los protocolos orientados a bit usan un solo carácter especial o bandera para marcar tanto el inicio como el fin del mensaje; además de que todos los mensajes son de una misma longitud, la cual ya fue definida. Dos protocolos de este tipo muy conocidos son el High Level Data Link Control (HDLC) y el Synchronous Data Link Control (SDLC). Estos protocolos pueden ser empleados para half o full duplex, punto a punto o multipunto y permite transmitir varios mensajes por el mismo canal.

Es importante mencionar que también existen protocolos que poseen características tanto de protocolos asíncronos como de síncronos; estos son conocidos como Isócronos.

3.2.5. - Protocolos LAN (Local Area Network) y WAN (Wide Area Networks)

Esta clase especial de protocolos de enlace de datos son usados para regular el acceso a las redes de Area local (LAN's) y redes de Area amplia (WAN's). Estos protocolos, están formados por varios grupos de protocolos, sin embargo aquí nos enfocaremos a mencionar sus características generales como es topología, medio de transmisión, velocidad de transmisión, etc.

Los protocolos más avanzados y actuales, que se utilizan en los sistemas de comunicación son:

- **Ethernet**

Este fue diseñado originalmente por Digital, Intel y Xerox por lo cual, la especificación original se como Ethernet DIX. Posteriormente, la IEEE definió el estándar 802.3 Ethernet. Su velocidad de transmisión es de 10 Mbps y puede ser implementado en cuatro diferentes medios que son, cable coaxial grueso, delgado, par trenzado y fibra óptica.

- **Fast Ethernet**

Esta especificación permite velocidades de transferencia de 100 Mbps sobre cables de par trenzado, por lo que también es conocido como 100BaseT o 100BaseX.

- **Token Ring**

Esta red está basada en el protocolo token passing, tiene una topología de anillo, con una velocidad de 4 Mbps y está definida en la especificación 802.5 de la IEEE. Existen redes token ring de 16 Mbits/s, pero no están definidas por la IEEE.

- **FDDI (Fiber Distributed Data Interface)**

Este es implementado sobre fibra óptica con topología de doble anillo, control de acceso al medio por token passing y una velocidad de transmisión de 100 Mbps.

- **CDDI (Cooper Distributed Data Interface)**

Es una modificación de la especificación FDDI para permitir el uso de cables de cobre de la llamada categoría cinco, cables de alta calidad específicos para transmisión de datos, en lugar de fibra óptica.

- **HDLC**

Este protocolo es utilizado principalmente en las transmisiones por líneas telefónicas para comunicaciones de datos, como pueden ser las líneas punto a punto y las redes públicas de conmutación de paquetes.

- **FRAME RELAY**

Este protocolo permite velocidades de 56 Kbps, n x 64 Kbps o 2 Mbps. Este se puede utilizar en líneas punto a punto entre ruteadores o por medio de una conexión con una red pública.

- **ISDN (Integrated Services Digital Network)**

Este protocolo se diseñó para brindar servicios digitales a través de redes telefónicas. Hay diferentes tipos de servicios ISDN, pero el más básico es el BRI (Basic Rate Interface). Este servicio consta de dos canales "B" y un canal "D", los cuales pueden ser utilizados simultáneamente. Los canales B son usados para la transmisión de datos, a velocidades de 64 o 56 kbps. El canal D es utilizado para el control de las comunicaciones.

- **ATM (Asynchronous Transfer Mode)**

Esta especificación permite velocidades a partir de 156 Mbps llegando incluso a superar los 560 Mbps; se basa en la transmisión de pequeños paquetes de datos de 56 bytes, con una mínima cabecera de dirección, que son conmutados por equipos de muy alta velocidad. La gran ventaja de esta especificación es la capacidad que tiene para transmitir información sensible a los retardos como puede ser voz o imágenes digitalizadas combinada con datos, gracias a la capacidad de marcar los paquetes como eliminables, para que los equipos de conmutación puedan decidir que paquetes transmitir en caso de congestión de red.

3.3. - Las redes y el modelo OSI.

De acuerdo al IEEE las normas de las redes de datos estandarizadas, se muestran en la siguiente tabla:

COMITE IEEE 802	
IEEE 802.1 A	INTERFAZ CON NIVELES ALTOS DE ISO
B	ARQUITECTURA DE LAS LAN
C	INTERCONEXIONADO DE REDES
IEEE 802.2	CONTROL DE ENLACE LOGICO
IEEE 802.3	CSMA/CD
velocidad banda longitud *100 m, tipo ↓ ↙ ↘	
10 BASE 5	10 Mbps, coaxial banda base, 500m. (ETHERNET original)
10 BASE 2	10 Mbps, coaxial banda base, 185 m.
1 BASE 5	1 Mbps, par trenzado, 500 m.
10 BASE T	10 Mbps, par trenzado, 100 m.
10 BROAD 36	10 Mbps, coaxial CATV, 3600 m.
10 BASE F	10 Mbps, fibra optica banda base, 4000 m.
100 BASE X	100 Mbps, par trenzado banda base, configuracion jerarquica.
IEEE 802.4	TOKEN BUS
IEEE 802.5	TOKEN-RING
IEEE 802.6	RED DE AREA METROPOLITANA
IEEE 802.7	RED DE BANDA ANCHA
IEEE 802.8	RED DE FIBRA OPTICA 100Mbps
IEEE 802.9	INTEGRACION DE VOZ
IEEE 802.10	SEGURIDAD DE RED
IEEE 802.11	REDES INALAMBRICAS
IEEE 802.12	ACCESO PRIORIDAD BAJO DEMANDA
100VG ANYLAN	100 Mbps, prioridad bajo demanda, jerarquica. (se considera ETHERNET por su compatibilidad de trama)

3.3.1 Modelo OSI

El objetivo del presente inciso es el estudio del modelo OSI, como una forma de llegar a estándares más complejos como X.25.

La Organización Internacional de Estandarización (ISO) desarrolló un modelo de referencia para la arquitectura de los diferentes sistemas. Le llamó OSI (Open System Interconnection). Este sistema es estratificado y se estructura en siete capas. Las tres inferiores, constituyen un estándar muy difundido, que se conoce como X.25.

En el concepto OSI, un sistema es un conjunto de una o más computadoras, el software asociado, los periféricos, las terminales, los procesos físicos, los medios de transferencia de la información, etc., que forman un ente autónomo con capacidad de realizar el procesamiento de la información.

OSI pone atención al intercambio de información entre sistemas y no al funcionamiento interno de cada sistema en particular. El modelo de referencia OSI constituye el marco de trabajo para el desarrollo de protocolos estándares para la comunicación de dos capas homónimas ubicadas en equipos separados. Los formatos y protocolos para la comunicación de capas adyacentes dentro de un sistema no serían estandarizados.

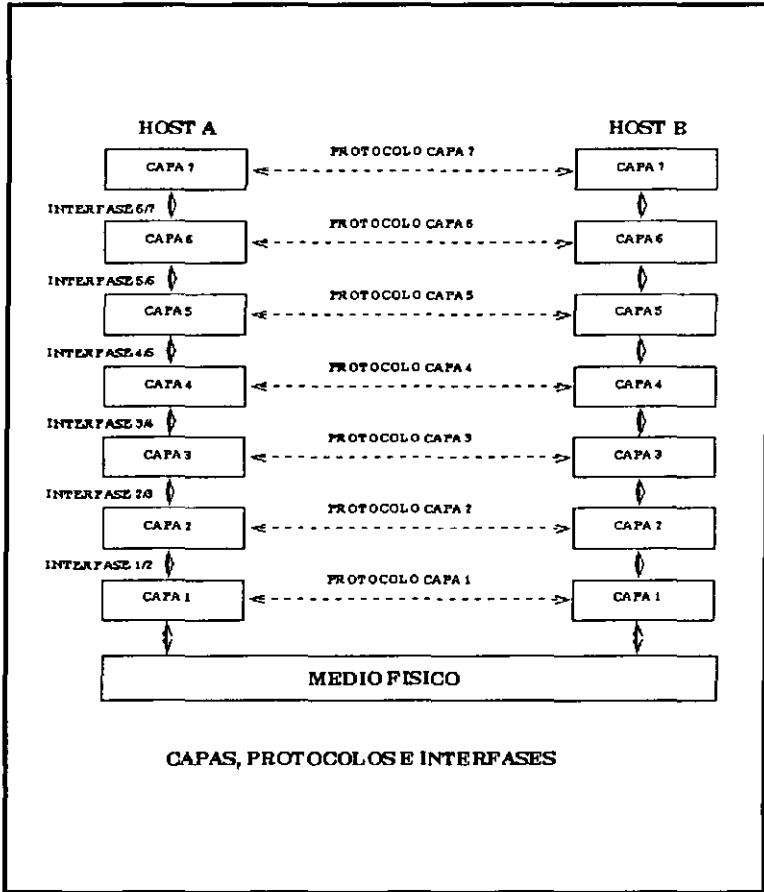
El objetivo de ISO es desarrollar una compatibilidad total inter-sistemas, entre los muchos productos y servicios ofrecidos por los proveedores y las redes de transporte alrededor del mundo.

Es indiscutible la importancia que tienen las estructuras estratificadas, en el ordenamiento de funciones dentro de un nodo de una red. Supongamos que sólo tenemos dos nodos en nuestro sistema de procesamiento. En cada uno de ellos habrá muchas tareas a realizar para que sea posible el funcionamiento coherente de la red, y así cumplir con los objetivos previstos. Aunque los equipos (Hardware) ubicados en los nodos sean diferentes, la naturaleza de las tareas a realizar es semejante y en muchos casos igual.

Dividiremos las funciones dentro de los dos nodos (supongamos "n" funciones). Agruparemos algunas funciones de acuerdo con su interrelación, para formar una *capa o estrato*. Proseguiremos de igual manera hasta que las "n" funciones originales queden vinculadas en siete grupos funcionales. De acuerdo con lo dicho anteriormente, formaremos un número de capas igual en cada nodo.

Pongamos ahora una rígida cobertura alrededor de cada capa. En esta cobertura definiremos algunas aberturas que nos permitan unir las capas unas con otras, a estas aberturas se les conoce como "SAPs" (Service Access Points). Debido a su rígida cobertura los cambios al interior de una capa cualquiera, no afectarán la cobertura o el contenido de las otras.

Las siguientes figuras ilustran en forma esquemática cuales son las capas que conforman el modelo OSI, así como otros elementos que igualmente deben tomarse en cuenta.



CAPAS, PROTOCOLOS E INTERFASES

Fig. 3.3

Muestra el modelo OSI referente a las capas o niveles en una comunicación.

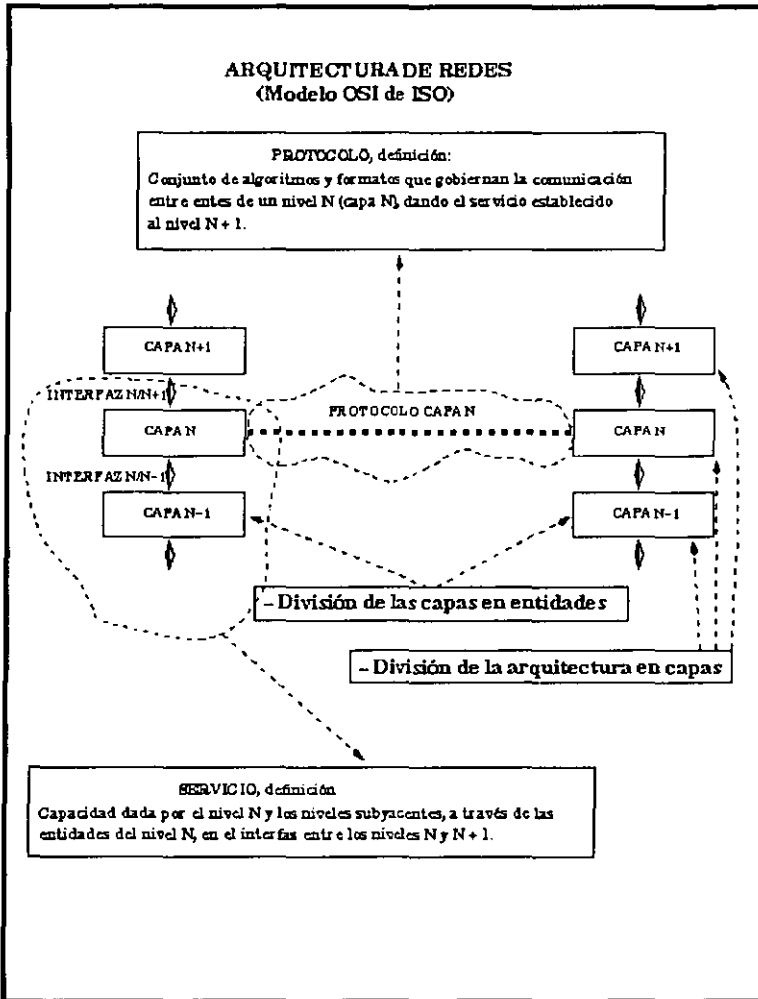


Fig. 3.4

Ninguna capa puede cambiarse de nivel, ya que cada una cumple con una función específica en el enlace.

De acuerdo con las figuras anteriores, las capas dentro de un nodo no serían intercambiables entre sí, esto no podía ser de otra manera puesto que una capa utiliza los servicios (n-1), para proveer de servicios (n) a la capa (n+1). Cualquier movimiento nos modificaría el resultado.

Premisas:

- La comunicación solo se dará de igual a igual (capa).
- Cada capa se comunica con su homónima en el otro nodo.
- Usando un protocolo propio de ese nivel.
- Todos los protocolos de capa son diferentes entre sí.
- Las interfaces entre las capas están bien definidas.
- Las capas no son intercambiables en un nodo.
- Su orden es riguroso.

En cuanto a la formación del mensaje, a partir de los datos del usuario final, podemos decir que el mensaje crece en longitud a medida que desciende por las capas del nodo emisor, debido a que cada en cada estrato o capa que pasa, se le agregan datos de control. La operación contraria ocurre, en el nodo receptor, el cual a medida que la información sube, va perdiendo datos que estaban destinados a cada uno de los niveles y por lo tanto pierde longitud.

Una buena forma de comprender esto es imaginando que en cada capa tenemos diferentes módulos de software y cada uno de ellos agrega en el envío un campo de información escrito en su idioma para su capa similar en el otro nodo.

Cada estrato o capa habla en su idioma y no comprende lo que los otros estratos agregaron al mensaje, tampoco interfieren con lo que hace el resto.

Al recibir el bloque de datos enviado, cada capa deberá efectuar ciertos controles de seguridad predeterminados. En algunos casos, la no satisfacción de un control en una capa, implica que el mensaje no pueda seguir "subiendo". De esta forma se evitan errores acumulativos y además, que un estrato deba encargarse de los errores de otro nivel, lo que atentaría contra la independencia de los mismos.

A continuación explicaremos cada una de las siete capas de este modelo:

1. - Capa de control de interconexión física

Provee las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento, necesarias para establecer, mantener y liberar conexiones físicas entre el dispositivo terminal (DTE) y el punto de conexión a la red (DCE), o entre dos DTE's.

La capa física maneja además elementos como la intensidad de la señal de red, los voltajes indicados para la señal y la distancia de los cables. La capa física también maneja los tipos y las especificaciones de cables, incluyendo los cables Ethernet 802.3 (IEEE), Ethernet denso (thick), Ethernet estrecho (thin), Ethernet UTP y el cable FDDI (fibra óptica) del Instituto Nacional de Estándares Americanos ANSI.

2. - Capa de control de enlace de datos (DLC)

La capa DLC (Data Line Control) provee la conexión lógica a través de la línea, el direccionamiento, el secuenciamiento y la recuperación de errores. Existe una dirección de enlace que identifica una conexión de enlace en la capa DLC. En esta capa se determina el uso de una disciplina de comunicaciones conocida como HDLC (High-Level Data Link Control). El HDLC es el protocolo de línea considerado como un estándar universal, al cual muchos toman como modelo. Los datos, en HDLC, se organizan en tramas.

BANDERA	DIRECCION	CONTROL	INFORMACION	SECUENCIA DE CHEQUEO	BANDERA
8 bits	8 bits (multiplo)	8 bits (multiplo)	n/8 bits	1G bits	8 bits

Fig. 3.5 Trama del HDLC.

Por lo tanto, juntando las funciones de las capas uno y dos, ya tenemos la forma de conectar físicamente dos nodos adyacentes y de transferir un mensaje de datos entre ellos, manejando direccionamiento, control de errores, etc., según se especifica en HDLC.

Cuando un paquete de datos es recibido incorrectamente, la capa de enlace de datos hace que se reenvíe. Esta capa se divide en dos subcapas: El control de acceso al medio (MAC) y el control de enlace lógico (LLC).

ESTANDARES

Control de enlace lógico (LLC)	Control de acceso al medio (MAC)
IEEE 802.2 (enlace lógico) Punto a punto (PPP)	IEEE 802.3 - CSMA/CD IEEE 802.5 - Token Ring ANSI FDDI - Tokeng Ring (fibra)

CSMA/CD: acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisión.

PPP: Es usado en las WAN para comunicaciones entre enlaces, como en las líneas T1

Los puentes operan en la capa MAC. Un puente transmite la información enviada por un nodo de una red al destino pretendido en otra red similar.

3. - Capa de control de la red

Esta capa provee el control entre dos nodos adyacentes. Una o más conexiones de red pueden ubicarse en la misma conexión de enlace, solo distinguiéndose por su dirección. Las funciones proporcionadas por este estrato incluye el ruteo de los mensajes, las notificaciones 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 esto se le llama paquete (frame) y es un término cuya popularidad creció a raíz de la difusión del uso de las redes X.25 o de conmutación de paquetes (packet switching).

Estos tres primeros niveles recomiendan procedimientos para solucionar los requerimientos de conexión entre un DTE y un DCE, para efectos de realizar la transmisión de mensajes con propósitos prácticos y con un buen grado de confiabilidad.

Los estándares que se refieren a la capa de red incluyen el protocolo de intercambio de paquetes entre redes (IPX) de Novell, el protocolo Internet (IP) y el protocolo de entrega de datagramas (DDP) de Apple.

El IP es parte del estándar del protocolo TCP/IP (utilizado en la red Internet). El DDP fue diseñado para computadoras Apple, como la Macintosh.

Los ruteadores o enruteadores operan en esta capa. Un ruteador es similar a un puente, sólo que operan a nivel diferente. Los ruteadores requieren por lo general que cada red tenga el mismo NOS. Con un NOS común, el ruteador puede ejecutar funciones más avanzadas de las que podría permitir un puente, como conectar redes basadas en topología diferentes como Ethernet y Token Ring. Los ruteadores también pueden determinar la ruta más eficiente para el envío de datos, en caso de haber más de una ruta.

NOS: Es el software instalado en cada computadora (o nodo), que permite que esta se comunique con las demás. El NOS determina las características de red disponibles y las capacidades de la red.

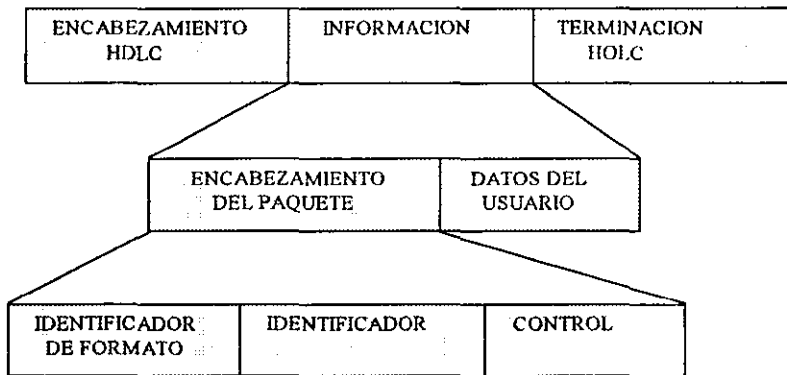


Fig. 3.6 Paquete HDLC.

4. - Capa de control de transporte

El nivel cuatro proporciona el control de flujo entre los nodos de usuarios a través de la red. Cada nodo de la red debe enviar el mensaje hacia un punto que pertenezca a la ruta más conveniente para llegar al destino final, es decir el nodo del emisor deberá encontrar el camino más corto y rápido para entregar el paquete al nodo receptor. Los criterios de selección de ruta dependen de diversos factores (existencia, ocupación, costo, etc.).

Las capas uno a cuatro de OSI conforman el subsistema de transporte y la capa cuatro se encarga del transporte de extremo a extremo.

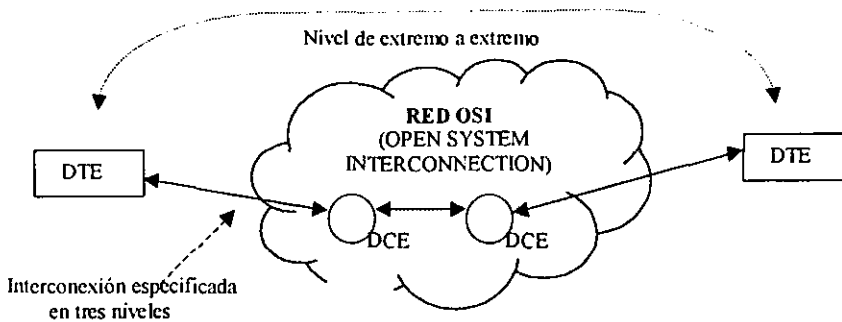


Fig. 3.7 La capa cuatro de OSI se encarga del transporte de extremo a extremo.

Los estándares que pertenecen a la capa de transporte incluyen el protocolo de transporte (TP) de ISO y el protocolo de intercambio de paquetes en secuencia (SPX) de Novell. Otros estándares que ejecutan funciones

5. - Capa de control de sesión

Esta capa provee el soporte para interacciones entre entidades que cooperan en la capa de presentación; las funciones de la capa de sesión se pueden dividir en dos categorías:

- Determinación y cancelación de sesión entre dos entidades de la capa de presentación (servicio de administración de sesión).
- Control de intercambio de datos, comprendiendo sincronización, delimitación y recuperación de datos (esto se llama servicios de diálogo de sesión).

Una sesión se identifica por los llamados "identificadores de destino final". Se han definido tres tipos de interacciones

- dos vías simultáneas
- dos vías alternadas
- una vía

6. - Capa de servicios de presentación

Proporciona un conjunto de servicios de conversión y descifrado que la capa de aplicación (capa siete) podrá seleccionar, para poder interpretar el significado de los datos intercambiados. El modelo identifica tres ejemplos de protocolos en la capa seis:

- protocolos de terminal virtual
- protocolos de archivo virtual
- protocolos de transferencia de trabajos y manipulación.

7. - Capa de aplicación

Todas las capas anteriores existen en función de brindar soporte a ésta. Una aplicación se compone de procesos que se interrelacionan y comunican mediante el uso de los protocolos definidos en esta capa. Estos procesos de aplicación son la fuente y el destino de los datos intercambiados.

3.4. - Programas y software de un sistema de teleproceso

Como se ha visto con anterioridad, en el establecimiento de cualquier comunicación de datos siempre nos encontramos con tres elementos básicos: el emisor, el medio de transporte y el receptor. Tanto el emisor como el receptor deben de observar ciertas reglas o protocolos para iniciar, mantener y finalizar la transmisión, así como para interpretar correctamente los datos enviados; por tal razón, se necesita que dichos equipos conozcan cuál será el protocolo o regla. Como el hardware se diseña y construye para una utilización de propósito general, será el software el encargado de decirle al equipo terminal cómo debe proceder, así como la forma de procesar la información.

En base a esto, podemos considerar la existencia de tres tipos diferentes de programas. Uno, encargado del proceso de transmisión de información, denominado programa de comunicaciones; otro, el programa de aplicación, encargado del tratamiento de la misma, y un tercero, el programa del sistema, que se encarga de controlar las diferentes operaciones que lleva a cabo la computadora. Esto que dicho así parece tan sencillo, no lo es tanto, ya que existen multitud de opciones para cualquiera de ellos, y continuamente están apareciendo nuevas y más potentes versiones; cabe destacar que como éstos tres tipos de programas son independientes, por lo que para obtener el máximo rendimiento de nuestro sistema debemos realizar la selección más apropiada, ya que no siempre son compatibles.

Existen en el mercado diferentes tipos de sistemas operativos, incluso para un mismo tipo de plataforma, lo cual es un factor importante a conocer al momento de elegir algún programa de comunicaciones; actualmente la mayoría de los sistemas operativos incluyen algunos programas básicos y sencillos para establecer comunicación con otros equipos. Se puede definir un sistema operativo, en forma básica, como un programa que coordina el funcionamiento de todas las partes de un sistema informático, como lo es la computadora.

Hasta hace unos pocos años, el sistema operativo más utilizado en las computadoras personales (micro-computadoras) era el DOS (Disk Operating System) desarrollado por Microsoft para IBM; sin embargo en nuestros días este sistema ya es obsoleto, utilizando en su lugar Windows NT o Windows 95, también de Microsoft. Incluso existen en el mercado sistemas operativos de red, los cuales se instalan sobre los anteriores, con el fin de administrar los recursos de que consta dicha red, ejemplos de estos son Windows NT, Lantasti y Novell.

Un sistema operativo más potente, y por tanto adecuado no sólo para microcomputadoras, es el denominado UNIX, que tiene como característica principal su independencia del hardware, lo que lo hace adecuado para sistemas con arquitectura abierta; existen diferentes versiones de éste, como son XENIX, ULTRIX, POSIX, AIX, esto debido a que su estructura es abierta y permite la programación de comandos propios necesarios en algún sistema determinado.

Por el contrario, en el mundo de la macroinformática, cada fabricante suele utilizar un sistema operativo propietario, aunque, "de facto" algunos sean estándares.

Estos tres mundos, micro, mini y macroinformática usualmente se encuentran ligados entre sí y se complementan, sobre todo en el caso de los grandes usuarios que se encuentran trabajando con varios sistemas operativos con diferentes funciones. Esto exige cada vez más soluciones que permitan la comunicación entre varios programas y entornos compatibilizando aplicaciones e integrando sistemas; aquí en este punto, es donde el software juega un papel muy importante.

En el momento de decidirse por uno u otro programa de comunicaciones, se debe tener muy en cuenta el sistema operativo con que el equipo trabaja, su compatibilidad con el mismo y con las aplicaciones con que va a trabajar. Así como, que sea compatible con el equipo de comunicaciones, generalmente un modem, con el cual estableceremos el enlace; por lo que también deben ser consideradas las características de la transmisión síncrona o asíncrona, half o full dúplex, red conmutada o punto a punto, marcación manual o automática, etc.; para elegir el software que cubra satisfactoriamente tales necesidades.

Para enviar datos de un terminal a otro, así como para recibirlos, bien sean éstos inteligentes o no, se necesita establecer un diálogo de señales entre ambos equipos (DTE's) y los modems asociados (DCE's). Por medio de este diálogo es como se establece el enlace entre éstos para proceder a la transmisión de datos. Esta es una, de varias funciones, que un programa de comunicaciones debe realizar.

Una característica muy común a la hora de establecer un enlace para transmisión de datos es hacer uso de la red pública telefónica conmutada, por las ventajas de economía y accesibilidad que representa; en este caso el programa de comunicaciones será el encargado de indicarle al modem, o algún otro equipo de comunicaciones, como ha de establecer la llamada hacia el terminal distante - número de abonado, marcación por pulsos o por tonos, identificación de tonos de señalización, cuelgue al finalizar, etc. - y realizar la transferencia de información entre ellos, controlando su integridad y aprovechando al máximo el canal de transmisión.

Un sistema operativo:

- Facilita la comunicación entre el usuario y el hardware computacional
- Vela por el buen funcionamiento del hardware en cuanto al óptimo desempeño y un tiempo de respuesta rápido.
- Controla la comunicación entre los diferentes componentes del sistema de computo.

3.4.1. - Funciones generales del sistema operativo de la red (SOR).

Un SOR es un software que controla y maneja los recursos de una red; casi siempre se encuentra en dos componentes principales: el servidor y el cliente.

Presenta ocho funciones básicas:

- Directorios de la red: una base de datos integrada que proporciona acceso a todos los usuarios a la información y recursos localizados en la red como una impresora, un disco, etc.
- Servicios de impresión: el usuario puede dirigir los trabajos de impresión a una impresora, un disco, etc.
- Servicios de archivos: la compresión de datos y la capacidad de guardar los archivos de computadoras diferentes.
- Seguridad: toda una gama de utilerías de protección de la red así como para codificación de datos y verificación de la red.
- Administración de la red: un punto unico para manejar todos los recursos de la red por medio de herramientas gráficas.
- Mensajería: transferencia automática de datos y mensajes que utilizan aplicaciones estándares de la industria (correo electrónico en internet, por ejemplo) y las interfaces del programa de aplicación.
- Soporte para el enrutado: capacidad para emplear diversos protocolos en el nivel de red como TCP/IP para la conexión de redes.
- Administración de la comunicación entre los dispositivos conectados a la red.

La siguiente tabla presenta los sistemas operativos de red con relación a las topologías de la red local.

Software	Proveedor	Topología	Protocolo de acceso
Netware	Novell, Inc.	Anillo o bus (soporta Ethernet, Token Ring de IBM, Arcnet).	CSMA/CD o paso de estafeta (token passing).
Vines	Banyan Systems Inc.	Anillo o Bus (soporta ethernet, Token Ring de IBM, Arcnet).	CSMA/CD o Token passing
LAN Server	IBM	Anillo	Token passing
Apple Talk	Apple	Bus	CSMA/CA
Windows NT	Microsoft	Anillo o Bus	CSMA/CD o Token passing
LANtastic	Artisoft Inc.	Bus	CSMA/CD
StarLAN	AT&T Corporation.	Estrella	CSMA/CD

Capítulo 4. - La Red Estándar X.25

Introducción

Dentro de los distintos tipos de redes privadas de datos, cabe destacar las que hacen uso de una normativa establecida internacionalmente como estándar, como es el caso de la norma X.25 adoptada por el CCITT en el año 1976. Las redes que se regulan en esta norma se conocen como "Redes de conmutación de paquetes", y básicamente proporcionan servicios de transmisión de datos entre dispositivos capaces de recibir y/o generar información de forma transparente para el usuario e incorporando una serie de facilidades, básicas u opcionales, que pueden resultar muy interesantes para ciertos usuarios, dependiendo de sus aplicaciones.

La forma de realizar esta transmisión es agrupando los datos en paquetes, de determinada longitud, que contienen la información generada por el usuario así como los datos de control necesarios para identificar el origen y destino de la información junto con otros parámetros necesarios para garantizar la integridad de la misma.

Los diferentes equipos informáticos se comunican con la red siguiendo los protocolos y procedimientos especificados en la norma X.25 (interface X.25), actualmente soportada por la mayor parte de los sistemas o, en caso contrario se necesitara de un adaptador "PAD" que transforme el protocolo original en el soportado por la red.

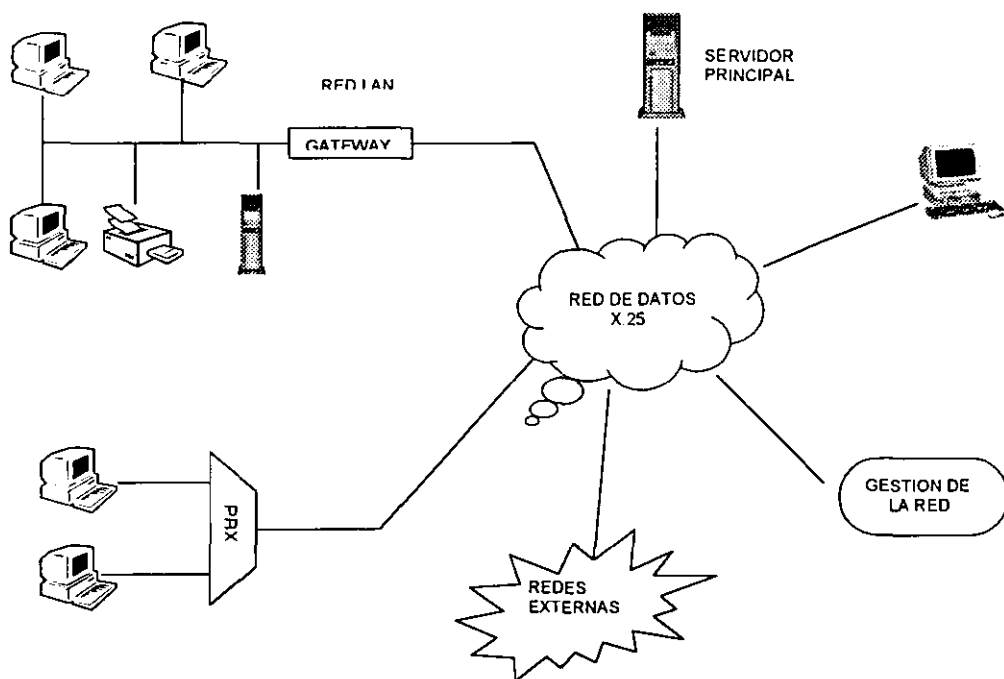


Fig. 4.1 Conmutación de los distintos equipos informáticos con la red mediante protocolo X.25.

Básicamente una red de conmutación de paquetes está constituida por una serie de nodos de conmutación, cada uno de los cuales dispone de un determinado número de líneas de entrada/salida, y es capaz de procesar los mensajes que recibe, en forma de paquetes, y encaminarlos adecuadamente al destino especificado dentro del campo de direccionamiento, pudiendo estar este dentro del mismo nodo o en otro cualquiera de la red. Los nodos se encuentran interconectados entre sí, y la topología de la red será función de los requerimientos de los usuarios de la misma, aunque de manera general se recomienda adoptar una topología de malla que garantice la existencia de rutas alternativas, en previsión de la caída de alguno de los enlaces. En este tipo de redes la fiabilidad es un factor muy importante; por tal razón en el diseño de la misma se debe contemplarse la duplicidad de ciertos elementos (procesadores, memorias, buses, etc.) que, en caso de fallar, podrían provocar la incomunicación entre dos o varios puntos.

Características de X.25

La norma X.25 trabaja sobre servicios basados en circuitos virtuales. Un circuito virtual (canal lógico) es aquel en el cual el usuario percibe la existencia de un circuito físico dedicado exclusivamente a la terminal que el maneja, cuando en realidad ese circuito físico "dedicado" lo comparten muchos usuarios. Mediante diversas técnicas de multiplexado estadístico, se entrelazan paquetes de distintos usuarios dentro de un mismo canal. En teoría, las prestaciones del canal deben ser lo bastante buenas como para que el usuario no advierta ninguna degradación en la calidad del servicio. Para identificar las conexiones a la red de los distintos ETD (dispositivos de usuario para el intercambio de datos), en X.25 se emplean números de canal lógico (LCN). Pueden asignarse hasta 4095 canales lógicos y sesiones de usuario a un mismo canal físico.

Opciones del canal X.25

La norma X.25 ofrece cuatro mecanismos para establecer y mantener las comunicaciones:

- **Circuito virtual permanente (PVC):** Un circuito virtual permanente es algo parecido a una línea alquilada en una red telefónica - el ETD que transmite tiene asegurada la conexión con el ETD que recibe a través de la red de paquetes. En X.25, antes de empezar la sesión es preciso que se haya establecido un circuito virtual permanente. Por tanto, antes de reservarse un circuito virtual permanente, ambos usuarios han de llegar a un acuerdo con la compañía explotadora de la red. Una vez hecho esto, cada vez que un ETD emisor envíe un paquete a la red, el número de canal lógico indicará a la red que ese usuario posee un enlace virtual permanente con el ETD receptor. En consecuencia, la red establecerá una conexión con el ETD receptor. El PVC no necesita procedimientos de establecimiento ni de liberación. El canal lógico, además, está siempre en modo de transferencia de información.
- **Llamada virtual:** Una llamada virtual (también conocida como llamada conmutada virtual) recuerda en cierto modo algunos de los procedimientos asociados con las líneas telefónicas habituales. El ETD de origen entrega a la red un paquete de "solicitud de llamada" con un 11 como número de canal lógico (LCN). La red dirige ese paquete de solicitud de llamada al ETD de destino, el cual lo recibe como paquete de llamada entrante y procedente de su nodo de red, esta vez con un LCN de valor 16.

La numeración del canal lógico se lleva a cabo en cada extremo de la red; lo más importante es que la sesión entre los dos ETD esté identificada en todo momento con los números LCN 11 y 16. Los números del canal lógico sirven para identificar en forma unívoca las diversas sesiones de usuarios que coexisten en el circuito físico en ambos extremos de la red. En el interior de la red, los nodos de conmutación de paquetes pueden mantener también su propia numeración LCN. Tymnet, por ejemplo, lleva a cabo este tipo de función.

Si el ETD receptor decide contestar la llamada, entregará a la red un paquete de "llamada aceptada". La red transportará entonces este paquete al ETD que llama, en forma de paquete de "llamada conectada". Después del establecimiento de la llamada, el canal entrante está en estado de transferencia de datos. Para concluir la sesión, cualquiera de los dos ETD puede enviar una señal de solicitud de liberación.

Las redes orientadas a conexión exigen que se haya establecido un enlace antes de empezar a intercambiar datos. Una vez que el ETD receptor ha aceptado la solicitud de llamada, comienza el intercambio de intercambio de datos según el estándar X.25.

- La herencia del datagrama en X.25: La facilidad datagrama es una forma de servicio no orientada a conexión. Aparecía en las primeras versiones del estándar. Sin embargo, los usuarios de esta norma no la apoyaron lo suficiente, debido sobre todo a que carece de medidas que garanticen la integridad y seguridad de los datos entre extremo y extremo. Por este motivo, la versión de 1984 del estándar X.25 no incluye la opción de datagrama. Pese a todo, el servicio datagrama no orientada o a conexión sigue siendo una importante función en otras redes, como lo evidencian los estándares IEEE 802.

Filosofía básica del Datagrama: Eliminar la sobrecarga que suponen los paquetes de establecimiento y liberación de la sesión.

- Selección rápida: La filosofía básica del Datagrama tiene su utilidad en aplicaciones en las que las sesiones son muy cortas o las transacciones muy breves. Por eso se ha incorporado estándar una posibilidad de selección rápida. La versión de 1984 de X.25 incluye esta característica entre las esenciales, lo cual significa que todos los fabricantes o instaladores de sistemas X.25 están obligados a ofrecer la posibilidad de conexión rápida para poder considerarse suministradores de redes X.25.

La selección rápida ofrece dos alternativas:

- Selección rápida: En cada llamada, un ETD puede solicitar esta facilidad al nodo de la red (ECTD) mediante una indicación en la cabecera del paquete. La facilidad de llamada rápida admite paquetes de solicitud de llamada de hasta 128 octetos de usuario. El ETD llamado puede, si lo desea, contestar con un paquete de "llamada aceptada", que a su vez puede incluir datos de usuario. El paquete de solicitud de llamada/llamada entrante indica si el ETD remoto ha de contestar con un paquete de "solicitud de liberación" o con una "llamada aceptada". Si lo que se transmite es una aceptación de la llamada, la sesión X.25 sigue su curso, con los procedimientos de transferencia de datos y de liberación del enlace habitual en las llamadas virtuales conmutadas.
- Selección rápida con liberación inmediata: Al igual que en la opción anterior, una solicitud de llamada puede incluir también datos de usuario. Este paquete se transmite, a través de la red, al ETD receptor, el cual, una vez aceptados los datos, envía un paquete de liberación de la llamada (que a su vez incluye datos de usuario). Este paquete es recibido por el nodo origen, el cual lo interpreta como una señal de liberación del enlace, ante la cual devuelve una confirmación de desconexión, que no puede incluir datos de usuario. En resumen, el paquete enviado establece la conexión a través de la red, mientras que el paquete de retorno libera el enlace. Hay que tener en cuenta, que los dos extremos del enlace han de suscribir el esquema de selección rápida, ya que de lo contrario la red bloqueará la llamada.

La selección rápida está pensada para aplicaciones basadas en transacciones. Sin embargo, puede prestar también un valioso servicio en aplicaciones como la entrada remota de trabajos (RJE) o en la transferencia masiva de archivos. Una selección rápida puede incluir, por ejemplo, 128 octetos que serán examinados por el ETD receptor para determinar si puede aceptar una sesión intensiva y prolongada. La respuesta de aceptación de la llamada incluirá la autorización para ello, y tal vez incluya también las reglas que gobernarán la transferencia de datos entre ambas aplicaciones de usuario.

Control de flujo

X.25 permite al dispositivo de usuario (ETD) o al distribuidor de paquetes (ECTD) limitar la velocidad de aceptación de paquetes. Esta característica es muy útil cuando se desea evitar que una estación reciba demasiado tráfico. El control de flujo puede establecerse de manera independiente para cada dirección, y se basa en las autorizaciones de cada una de las estaciones. El control de flujo se lleva a cabo mediante diversos paquetes de control X.25, además de los números de secuencia del nivel de paquete.

Paquetes de X.25

Además de los paquetes de control de flujo, esta norma maneja otros tipos de paquetes, entre los que podemos mencionar los siguientes:

- **Paquete de procedimiento de interrupción:** Este paquete es útil en aquellas situaciones en las que una aplicación necesite transmitir datos en condiciones poco habituales. Así, por ejemplo, un paquete de alta prioridad puede enviarse como paquete de interrupción, para garantizar que el ETD receptor acepta los datos. Un paquete de interrupción puede contener datos de usuario (máximo 32 octetos). El empleo de estas interrupciones no afecta a los paquetes normales que circulan por el circuito virtual, ya sea conmutado o permanente. Una vez enviado un paquete de interrupción, es preciso esperar la llegada de una confirmación de la interrupción antes de enviar a través del canal lógico un nuevo paquete de interrupción.
- **Paquetes de Receptor preparado (RR) y de Receptor no preparado (RNR):** La función de estos paquetes es la de controlar el flujo iniciado por los dispositivos de usuario. Ambos paquetes incluyen un número de secuencia de recepción en el campo correspondiente, para indicar cuál es el siguiente número de secuencia que espera el ETD receptor. El paquete RR sirve para indicar al ETD/ETCD emisor que puede empezar a enviar paquetes de datos, y también utiliza el número de secuencia de recepción para acusar recibo de todos los paquetes transmitidos con anterioridad. Al igual que el comando de respuesta RR de HDLC, el paquete RR puede servir simplemente para acusar recibo de todos los paquetes que han llegado cuando el receptor no tiene ningún paquete específico que enviar al emisor. El paquete RNR sirve para pedir al emisor que deje de enviar paquetes. También incluye un campo de secuencia de recepción, mediante el cual se asienten todos los paquetes recibidos con anterioridad. El RNR suele usarse cuando durante un cierto período una estación es incapaz de recibir tráfico. Así pues, ambos tipos de paquetes pueden realizar el control de flujo.
- **Paquete de rechazo (REJ):** Sirve para rechazar de forma específica un paquete recibido. Cuando se utiliza, la estación pide que se retransmitan los paquetes, a partir del número incluido en el campo de recepción de paquetes.
- **Paquetes de reinicialización (RESET):** Sirve para reinicializar un circuito virtual permanente o conmutado. Este procedimiento elimina, en ambas direcciones, todos los paquetes de datos y de interrupción que pudieran estar en la red. Estos paquetes también pueden ser necesarios cuando aparecen determinados problemas, como es la pérdida de paquetes, su duplicación, o la pérdida de secuencia de los mismos. Solo se utiliza en el modo de transferencia de información.
- **Procedimiento de reiniciación (RESTART):** Sirve para inicializar o reinicializar la interfaz de nivel de paquetes entre el ETD y el ETCD. Puede afectar hasta a 4095 canales lógicos de un puerto físico. Este procedimiento libera todas las llamadas virtuales y reinicializa todos los circuitos virtuales permanentes de la interfaz. La reiniciación puede presentarse como consecuencia de un problema serio, como es la caída de la red (por un fallo del servidor, por ejemplo). Todos los paquetes pendientes se pierden, y deberán ser recuperados por algún protocolo de nivel superior.

- Paquete de liberación (CLEAR): Desempeña diversas funciones, aunque la principal es el cierre de una sesión entre dos ETD. Otra de sus misiones consiste en indicar que no puede llevarse a buen término una solicitud de llamada. Si el ETD remoto rechaza la llamada (por falta de recursos), enviara a su nodo de red una solicitud de liberación. Este paquete será transportado a través de la red al nodo de red de origen, el cual entregará a su ETD una indicación de liberación. El cuarto octeto del paquete contiene un código que indica el motivo de la liberación.
- Paquete de diagnóstico: Se utiliza en algunas redes para señalar determinadas condiciones de error no cubiertas por otros métodos de indicación, como la reinicialización o la reiniciación. El paquete de diagnóstico con LCN = 0 se genera una sola vez (y solo por el ETD de la red) ante un determinado problema; este paquete no exige confirmación. En X.25 están definidos 66 códigos de diagnóstico, que ayudan a localizar los problemas de la red. Estos códigos también pueden usarse con los paquetes de liberación, reiniciación y arranque.

Algunos ejemplos de códigos de diagnóstico X.25:

- Paquete no identificable
 - Paquete demasiado largo o demasiado corto
 - Confirmación de interrupción no autorizada
 - Expiración del límite de tiempo
 - Dirección inválida
 - No está disponible ningún canal lógico
 - Facilidad no incluida
 - Dirección internacional desconocida
 - Problema en la red remota
 - Problema temporal de encaminamiento de la red.
- Paquetes de registro: Se usan para invocar o confirmar las facilidades X.25, ya que permite al usuario final solicitar cambios en las facilidades sin salir del modo en línea, y sin que tenga que intervenir el propietario de la red. Para indicar el estado de la facilidad interrogada se devuelve una confirmación de registro.

Formatos de paquetes:

En un paquete de datos, la longitud por omisión del campo de datos de usuario es de 128 octetos, aunque X.25 ofrece opciones para distintas longitudes. Otros tamaños autorizados son: 16, 32, 64, 256, 512, 1024, 2048 y 4096 octetos. Los dos últimos valores fueron añadidos en la revisión de 1984. Si el campo de datos de un paquete supera la longitud máxima permitida, el ETD receptor liberará la llamada virtual generando un paquete de reinicialización.

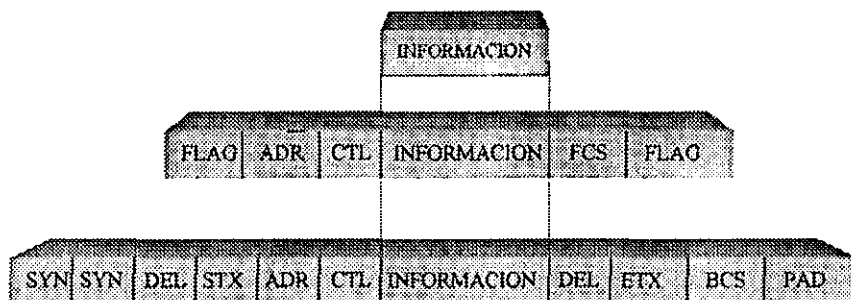


Fig. 4.2 Estructura del paquete de datos del protocolo X.25.

- **FLAG:** Todos los frames comienzan y terminan con esta bandera la secuencia consiste de un cero seguido de seis unos y finaliza con un cero.
- **ADDRESS FIELD:** Este comando nos indica el sentido de flujo de la información, es decir si el destino es el DCE O DTE.
- **CONTROL FIELD:** Consiste de un octeto que nos indica cuando el frame es un comando o una respuesta.
- **INFORMACION:** Este paquete contiene la información transferida desde el nivel de paquete.
- **FRAME CHECKING SEQUENCE:** Son bits de secuencia (16) para asegurar que el frame no fue alterado durante la transmisión.
- **SYN:** Caracteres usados para sincronizar el inicio de envío de información con nuestra red.
- **DEL STX:** Son caracteres de secuencia.
- **BCS:** Es un carácter de chequeo.

Todo paquete que atraviese la interfaz ETD/ETCD por la red debe incluir al menos tres octetos, los de la cabecera del paquete, aunque ésta puede incluir otros octetos adicionales. En la siguiente figura se muestran las cabeceras de los paquetes que son de datos y las que no lo son. Los cuatro primeros bits del primer octeto contienen el número de grupo del canal lógico y los cuatro últimos bits contienen el identificador general, los bits 5 y 6 del identificador general del formato (SS) sirven para indicar el tipo de secuencia empleado en las sesiones de paquetes. X.25 admite dos modalidades de secuencia: a) Módulo 8 (con números entre 0 y 7) y b) Módulo 128 (con números entre 0 y 127). El bit D, séptimo número del identificador general de formato, solo se utiliza en determinados paquetes, el bit Q sólo se emplea para paquetes de datos destinados al usuario final y sirve para establecer dos niveles de datos de usuario dentro de la red (este bit se utiliza conforme a la recomendación X.29).

El segundo octeto de la cabecera del paquete contiene el número de canal lógico (LCN). Este campo de 8 bits, en combinación con el número de grupo del canal lógico, proporciona los 12 bits que constituyen la identificación completa del canal lógico; por tanto, son 4095 los canales lógicos posibles (2 elevado a la 12 menos 1). El LCN 0 está reservado para las funciones de control (paquetes de diagnóstico y de reiniciación).

Las redes utilizan estos dos campos de diversas formas. En algunas se emplean combinados, mientras que en otras se consideran de manera independiente.

Los números de canal lógico sirven para identificar el ETD frente al nodo de paquetes (ETCD), y viceversa. Estos números pueden asignarse a: (1) circuitos virtuales permanentes; (b) llamadas entrantes; (c) llamadas entrantes y salientes; (d) llamadas salientes. Durante el comienzo del proceso de comunicación, es posible que el ETD y el ETCD utilicen el mismo LCN. Así, por ejemplo, una solicitud de llamada generada por un ETD podría emplear el mismo número de canal lógico que una llamada conectada correspondiente a un ETCD. Para reducir al mínimo esta posibilidad, la red (el ETCD) comienza a buscar un número a partir del extremo inferior, mientras que el ETD busca su número empezando por el extremo superior. Si la llamada saliente (solicitud de llamada) de un ETD tiene el mismo LCN que una llamada entrante (llamada conectada) procedente del ETCD de la red, X.25 liberará la llamada entrante y procesará la solicitud de llamada.

Cuando el paquete no es de datos, el tercer octeto de la cabecera de paquete X.25 es el identificador de tipo de paquete, mientras que cuando es de datos este octeto es el de secuencia. En los paquetes de establecimiento de llamada se incluyen también las direcciones de los ETD y las longitudes de estas direcciones. Los campos de direccionamiento pueden estar contenidos entre el cuarto y el decimonoveno octeto del paquete de solicitud de llamada. En los paquetes de establecimiento de llamadas, estos campos de direccionamiento sirven para identificar las estaciones interlocutoras: la que llama y la que contesta. A partir de este momento, la red utilizará los números de canal lógico asociados para identificar la sesión entre los dos ETD. Por último, el paquete puede transportar datos de llamada del propio usuario. El espacio máximo para datos de usuario que admiten los paquetes de solicitud de llamada es de 16 octetos. Este campo es útil para transportar ciertas informaciones dirigidas al ETD receptor.

Bit D: La facilidad del bit D se añadió en la versión de 1980 de la norma X.25. sirve para especificar una de las siguientes funciones: cuando este bit vale 0, el valor de P⁰⁰ indica que es la red la que asiente los paquetes; cuando el bit D vale 1, la confirmación de los paquetes se realiza de extremo a extremo, es decir es el otro ETD el que asiente los datos enviados por el ETD emisor. Cuando se utiliza el bit D con valor de 1, X.25 asume una de las funciones del nivel de transporte: la contabilidad de extremo a extremo.

Bit M: Indica que existen una de cadena de paquetes relacionados a nuestro grupo de paquetes atravesando la red. Ello permite que tanto la red como los ETD identifiquen los bloques de datos originales cuando la red los ha subdividido en paquetes más pequeños. Así por ejemplo, un bloque de información relativo a un archivo debe presentarse al ETD receptor en un determinado orden.

La combinación de los bits M y D establece dos categorías dentro del estándar X.25, que se designan como paquetes A y paquetes B. Gracias a ello, los ETD o ETCD pueden identificar la secuencia de dos o más paquetes, y la red también puede combinar paquetes. En X.25, una secuencia de paquetes completa se define como un único paquete B y todos los paquetes contiguos tipo A que lo precedan. Un paquete de categoría B sirve para cerrar una secuencia de paquetes relacionados tipo A. Por el contrario, los paquetes A representan la transmisión en curso, han de contener datos, y deben llevar el bit M a 1 y el bit D a 0. Sólo los paquetes tipo B pueden tener el Bit D a 1 para realizar confirmaciones de extremo a extremo. La red puede agrupar una serie de paquetes A y el paquete B subsiguiente dentro de un solo paquete, pero los paquetes B han de mantener las entidades independientes en paquetes independientes.

4.1. - Recomendaciones X.25

Las siguientes recomendaciones auxiliares pueden considerarse parte de la norma X.25:

- X.1 Clases de servicio de usuario.
- X.2 Facilidades de usuario.
- X.10 Categorías de acceso.
- X.92 Conexiones de referencia para paquetes que transmiten datos.
- X.96 Señales de llamada en curso.
- X.121 Plan internacional de numeración.
- X.213 Servicios de red.

En X.25 se maneja una abundante terminología telefónica (canales, circuitos, llamadas, etc.).

4.2. - Niveles 1 y 2 en X.25

Siguiendo el modelo OSI (Open Systems Interconnection), que trata de normalizar los diversos y numerosos elementos que existan en cualquier red de terminales, definiendo siete capas o niveles, observamos que la recomendación X.25 del CCITT sigue los tres primeros niveles: físico, enlace y red, tal como se aprecia en la siguiente figura.

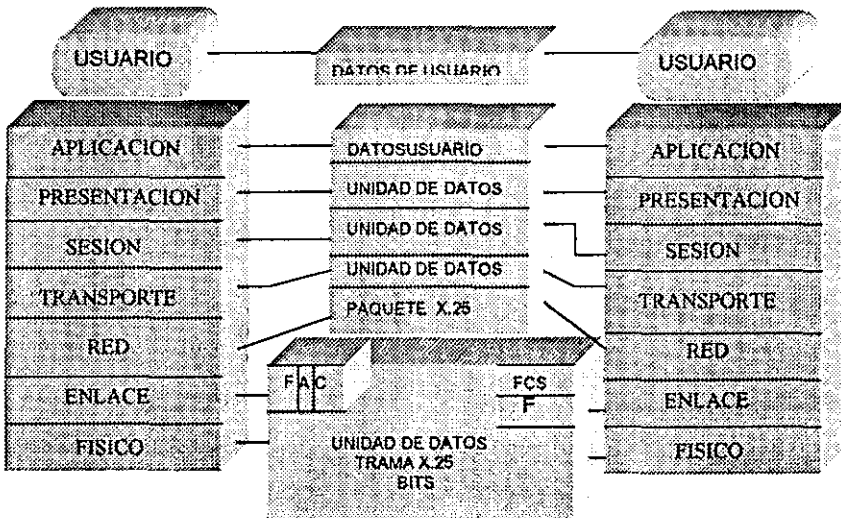


Fig. 4.3 Niveles de X.25 dentro del modelo OSI.

El nivel 1 de la norma X.25 especifica el nivel físico, es decir, las características eléctricas y mecánicas de la interface entre el ETD (DTE) y el ETC (DCE), así como la definición de las funciones asignadas a cada circuito de enlace. Típicamente sigue las recomendaciones V.24/28, V.35/36, V.10, V.11 o la G.703, dependiendo de la velocidad requerida para el enlace.

El nivel 2, corresponde al enlace, tiene como misión principal garantizar la integridad de los datos transmitidos, siendo responsable del control de errores y del control de flujo. El protocolo utilizado es el HDLC-LAP.B, que es una de las modalidades existentes del HDLC ("High Level Data Link Control"); siendo algunas de sus funciones las siguientes:

- Delimitación de las tramas
- Transparencia de la transmisión
- Control de flujo
- Detección de corrección de errores
- Control de secuencia de las tramas

Las diferentes tramas existentes además de las de "información" son las de "supervisión" y las "no numeradas". Las primeras se utilizan para transmitir mensajes del nivel superior, numeradas secuencialmente, pudiendo ser tanto órdenes como respuestas y las segundas para ejercer un control sobre la transmisión, indicando mediante algunos parámetros, por ejemplo, confirmación de recepción o detección de errores, mientras que las terceras lo son para iniciar el enlace o desconectarlo de manera normal o anormal, en caso de un fallo irrecuperable, o en funciones adicionales de control, pudiendo llevar algunas un campo de información.

A continuación se explica el significado de algunos parámetros que se utilizan en el protocolo X.25:

I:

Mensaje de información (Information). Indica que se va a realizar una transferencia de información.

RR:

Receptor preparado (Receive Ready). Indica la disponibilidad de recibir tramas, petición de estado o respuesta y también como trama de validación.

RNR:

Receptor no preparado (Receive Not Ready). Indica a la otra estación que no se está en disposición de recibir tramas, actuando como un mecanismo de control de flujo.

REJ:

Rechazo (Reject). Se utiliza para solicitar la retransmisión de la trama con un número de secuencia dado y las posteriores.

SREJ:

Rechazo selectivo (Selective reject). Sirve para solicitar la retransmisión de la trama cuyo número de secuencia se indica en el campo N(R).

SNRM:

Fijar modo de respuesta normal (Set Normal Response Mode). Se utiliza en la fase de establecimiento del enlace para indicar el modo normal de operación, significando (E) módulo extendido.

SARM:

Fijar modo de respuesta asincrono (Set Asynchronous Response Mode). Orden de selección del modo de operación.

SABM:

Fijar modo balanceado asincrono (Set Asynchronous Balanced Mode). Orden de elección del modo de operación.

DISC:

Desconexión (Disconnect). Se utiliza para la liberación del enlace.

UA:

Respuesta de asentimiento no numerado (Unnumbered Acknowledge). Sirve para confirmar la recepción y ejecución de una orden de modo de operación o DISC.

DM:

Respuesta de modo desconectado (Disconnected Mode). Para solicitar un modo de operación o para indicar la imposibilidad de establecerlo.

FRMR:

Respuesta de rechazo de trama (Frame Reject). Indica la imposibilidad de recuperar una trama errónea por retransmisión; puede llevar un campo de información.

Dentro del campo de control podemos encontrar también:

N(S) = Número de secuencia de transmisión.

N(R) = Número de secuencia de recepción.

P/F = Poll-Final bit. Bit de sondeo en mensajes comandos o bit final en mensajes respuesta.

Por último, el nivel 3 o de red, es el que controla la operación interna de la red, regulando la comunicación entre sus diversos elementos, ordenadores, terminales, nodos de conmutación, etc., haciéndose cargo del encaminamiento de los paquetes, del control de congestión, de la supervisión, y de todos aquellos factores propios y específicos de la recomendación X.25. Es en este nivel donde aparecen las nociones de "paquetes" y "circuitos virtuales" descritos anteriormente.

Otro concepto que también aparece en este nivel es el de "Canal lógico"; que consiste en la identificación o dirección local de un circuito virtual; sobre un solo circuito físico pueden establecerse una multitud de canales lógicos, y a través de cada uno de ellos una comunicación, siendo ésta una de las características más ventajosas en la utilización de redes de conmutación de paquetes, ya que permite un enorme ahorro de puertos de comunicaciones en los Procesadores de Comunicaciones y evitan el uso de concentradores de acceso.

Las redes de paquetes y las estaciones de usuario tienen que disponer de mecanismos de control que les permitan conectarse entre sí. Quizá el más importante de estos mecanismos, al menos desde el punto de vista de la red, sea el control de flujo, que sirve para limitar la influencia del tráfico procedente de los usuarios, evitando así la congestión de la red. También el ETD ha de controlar el flujo que le llega desde la red. Además de ello, tanto los ETD como la propia red han de poseer procedimientos de control de errores que garanticen la recepción correcta de todo el tráfico. X.25 proporciona estas funciones de control de flujo y de errores.

X.25 es una norma CCITT para conmutar paquetes.

HLDC es un protocolo que surgió en la década de los 70's para poder enviar información a través de la red telefónica.

X.25 aprovecha las ventajas del protocolo HLDC

X.25 no inventó los protocolos, solo aprovecho y adopto los ya existentes (HLDC)

X.25 trabaja a nivel WAN en las tres primeras capas de OSI.

4.3. - Protocolo BSC (Binary Synchronous Communications)

El protocolo BSC (Binary Synchronous Communications), fue desarrollado originalmente por IBM (International Business Machines Corporation), con el objetivo de tener comunicación entre una computadora y periféricos localizados remotamente.

Este es un protocolo orientado a carácter, sincrónico, opera tanto en modo half duplex y full duplex, para enlaces punto a punto y multipunto, tanto en líneas dedicadas como conmutadas. Además este protocolo está soportado para los códigos ASCII, EBCDIC y TRANSCODE.

Actualmente este protocolo está bastante difundido dentro de la industria, e incluso existen diferentes versiones del mismo, las cuales son utilizadas en diferentes equipos. Dichas versiones radican en si el enlace es punto a punto o multipunto; así como si se trabajará con terminales inteligentes o no.

El formato de un mensaje BSC se muestra a continuación:

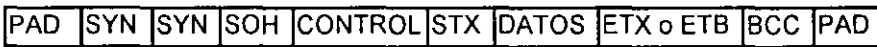


Fig. 4.4 Formato de una trama BSC.

Como se observa se utilizan caracteres de control, cuyo principal objetivo es orientar el flujo de mensajes entre estaciones.

El carácter STX indica el inicio de la transmisión de un bloque de datos y finaliza con el carácter ETX o ETB. El tamaño de un bloque de datos varía de acuerdo al equipo en que se está implementando, pero los tamaños van de 256 a 512 bytes, en los cuales están incluidos los caracteres STX y ETX.

Para la detección de errores en la transmisión, se utiliza el carácter BCC (block-check character), el cual realiza un chequeo redundante del bloque de datos, utilizando un método de detección polinomial de 16 bits, conocido como (CRC-16 o LRC-16).

Los caracteres PAD y SYN son insertados automáticamente en la transmisión para asegurar completamente la transmisión del bloque de datos.

Para la sincronización, es necesario que el emisor y el receptor estén perfectamente sincronizados, para que este último pueda identificar correctamente cada uno de los caracteres. Para ello, inicialmente se envía uno o más caracteres específicos de sincronización, denominados SYN (synchronization character), que permiten la correcta interpretación de los caracteres sucesivos.

El tiempo de espera máximo suele ser de 3 segundos, y éste es el máximo que espera una estación para recibir respuesta. En caso de no obtenerla, se supone la existencia de alguna anomalía en el enlace, desconectándose temporalmente del mismo. Cuando se utiliza la red conmutada, se suele fijar un tiempo de 20 segundos, al cabo de los cuales se desconecta el sistema si no existe actividad alguna.

Un caso muy particular en el protocolo es que queramos enviar información que no representa caracteres, por ejemplo, el envío de un programa; en este caso, algunas combinaciones de ceros y unos pueden coincidir con los caracteres de control, pudiendo ser mal interpretados.

Ante este hecho, existe un modo de operación adicional de este protocolo, llamado "modo transparente" o "modo texto", el modo descrito anteriormente es conocido como "modo control", ya que la terminal que inicia la petición de comunicación, obtiene el rango de "maestro" y la terminal que responderá a dicha petición es en ese momento una "esclava".

El modo transparente consiste básicamente en preceder cada carácter STX con el carácter DLE (data link escape), como se muestra a continuación.

PAD	SYN	SYN	SOH	CONTROL	DLE	STX	DATOS	DLE	DLE	DATOS	DLE	SYN	DATOS	DLE	ETX	BCC	PAD
-----	-----	-----	-----	---------	-----	-----	-------	-----	-----	-------	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-----

Fig. 4.5 Formato de una trama en modo transparente de BSC.

El modo transparente es iniciado con la secuencia DLE STX, de esta forma se evita que los caracteres de control sean confundidos con los de los datos.

La secuencia DLE SYN sirve para mantener la sincronía en modo transparente, así como la secuencia que termina el modo transparente es DLE ETX.

Este modo permite gran versatilidad en la transmisión de información, pues todos los caracteres son tratados como datos, incluyendo los de control. Es utilizado principalmente en la transmisión de datos encriptados, números en punto flotante, datos compactados, caracteres gráficos, códigos especiales y programas en lenguaje de máquina.

4.4. - Protocolo Poll/Select

De igual forma en que para que dos personas se puedan comunicar verbalmente, deben existir varios factores que deben manipular ambas personas, como es idioma, sintaxis, conocimiento del tema, etc.: de igual forma la comunicación entre computadoras deben dominar y respetar ciertas ordenes y secuencias para que se logre ésta exitosamente; son precisamente los protocolos de comunicación los encargados de llevar a cabo esta tarea. El protocolo a ser usado por dos computadoras debe ser especificado claramente y ambos sistemas deben conocerlo y manejarlo perfectamente.

En la práctica, son varios los protocolos necesarios para establecer comunicación, esto es, que ciertos protocolos utilizan las funciones o tareas realizadas por otros protocolos, para llevar a cabo el objetivo general. Es por esto que se habla de diferentes niveles o capas dentro de una arquitectura de red, incluso cada protocolo o grupo de ellos, perteneciente a un nivel determinado, utiliza sus propias reglas para comunicarse con sus homólogos de su correspondiente nivel, existente en el otro sistema. Los protocolos diseñados de esta forma cumplen con el modelo de niveles o capas para arquitecturas de red.

Muchos protocolos fueron creados antes de que existieran los modelos por capas y hasta la fecha son aún utilizados en diferentes redes. Al principio varios y distintos fabricantes diseñaban sus propios protocolos de comunicación, regularmente para sus propios sistemas, los cuales eran diferentes cada vez que introducían un nuevo sistema al mercado; obviamente la consecuencia fue que sistemas de diferentes manufacturas, o incluso de la misma, no pudieran comunicarse directamente sino que para ello era necesario la implementación de convertidores de protocolo, lo que significaba un costo adicional, tanto monetario como en tiempo, a los afectados. Por otro lado en el mercado existía una gran cantidad de protocolos no estandarizados, lo que hacía complicada la decisión de cual elegir. En los últimos 10 años, dos factores han disminuido considerablemente la proliferación de protocolos, la estandarización internacional de protocolos y la venta autorizada solo a protocolos estandarizados.

Los protocolos son diferenciados por el método que éstos utilizan para controlar el flujo de datos dentro de la capa de enlace de datos.

Los protocolos basados en la utilización de un sondeo o barrido de los componentes integrantes de una red, son conocidos como protocolos de "polling" o simplemente "poll". Estos asumen la presencia de una estación maestra, la cual puede enviar mensajes en cualquier momento y la presencia de una o más estaciones esclavas, las cuales solo pueden transmitir cuando se les ha concedido el derecho de hacerlo.

La estación maestra sondea o pregunta a cada una de las esclavas, en forma ordenada, si tienen un mensaje que transmitirle; si la estación encuestada responde un "no", continúa con la siguiente dentro de su lista de jerarquías. Si existen cinco estaciones, llamadas A, B, C, D, E, por ejemplo, la lista de jerarquía pudiera ser:

A B C D E

Sin embargo, la lista puede ser reconstruida de forma en que se dé mayor prioridad a una o más terminales. Si se desea que A tenga más oportunidades de transmisión, por alguna razón específica, la nueva lista podría ser:

A B A C A D A E

El método de poleo nos permite controlar la solicitud de datos de las estaciones esclavas, pero es necesario también establecer una forma de enviar las respuestas o datos a éstas de una manera organizada. Un mensaje etiquetado como "select" es enviado a alguna de las estaciones esclavas para preguntarle si está en condiciones de recibir datos por parte de la maestra. Nuevamente la esclava tiene la posibilidad de aceptar o de rechazar tal selección debido alguna razón específica. En caso de una negación a la selección, la maestra retendrá la información perteneciente a tal esclava para posteriormente realizar una selección de dicho dispositivo y saber si ya posible la transmisión de datos. Es obvio que la maestra debe realizar las operaciones de "poll" y "select" para todas las estaciones o terminales que conformen la red a la que ella pertenece. La siguiente figura muestra el intercambio típico en un enlace controlado con este tipo de protocolo.

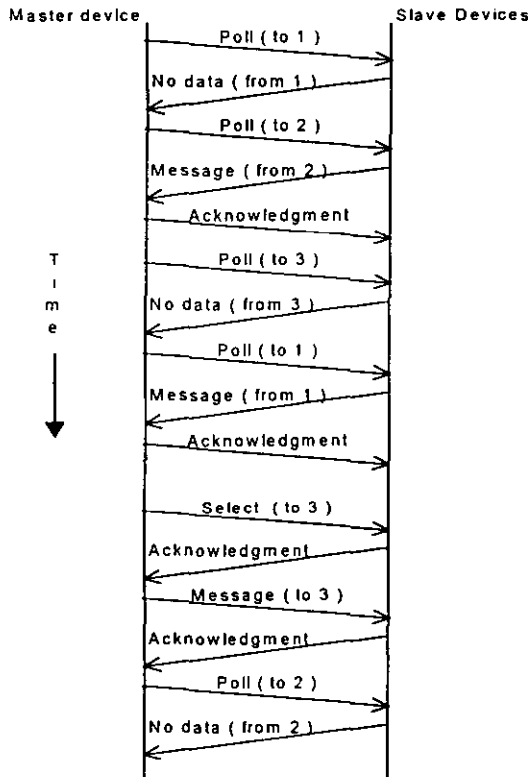


Fig. 4.6 Típico enlace realizado por el protocolo Poll Select

Como se observa cada sondeo por parte de la maestra, ("Poll"), es respondido ya sea con, sin información a mandar ("No data") o con un mensaje de petición a transmitir, ósea, de reconocimiento ("Acknowledgment"). Cada mensaje de "select" por parte de la maestra es contestado con un mensaje de "no me envíes ahora" o por uno de reconocimiento por parte de la esclava. Un reconocimiento causa que la maestra envíe un mensaje de datos a la esclava correspondiente, la cual debe responder con sus propios reconocimientos.

Existen diversas pequeñas diferencias de este protocolo, en la forma de operar, de entre las distintas empresas que lo tienen en el mercado; sin embargo, el resultado final es el mismo, pues, el mensaje de "poll" permite habilitar a alguna de las esclavas para enviar información; mientras que el mensaje de "select" permite enviar datos a la esclava correcta.

Es fácil observar que el proceso de sondeo de equipos, impone una fuerte carga de trabajo al equipo maestro, la cual se incrementa si el número de dispositivos esclavos es grande.

4.4.1. - PROTOCOLO POLL/SELECT MEJORADO

El protocolo Poll/Select mejorado (Enhanced poll/select protocol-PLS) corre sobre los controladores de comunicaciones, en los controladores de comunicaciones mejorados y en los adaptadores de host para comunicaciones de datos.

El PLS es un estándar de protocolo Poll/Select con unas características que lo hacen más versátil, tales como:

- Transmisión de números
- Poll de grupo
- Selección rápida
- Polling continuo

Con los controladores de comunicaciones mejorados y los adaptadores de host para comunicaciones de datos, el protocolo estándar y el mejorado soportan terminales que utilizan paquetes de 8 caracteres codificados.

Agregando números en la transmisión de datos, se permite la detección de errores en la transmisión, recuperación y control de mensajes; en las cuales el usuario especifica el tamaño y el formato de la transmisión de números.

El poll de grupo reduce el tiempo requerido para el poleo de estaciones en la red.

Si un grupo de estaciones está localizada en determinada área, el servidor puede usarse como poll de grupo para determinar el estado de todas las estaciones de ese grupo. El grupo de poll optimiza el trabajo en el procesador y la utilización de las líneas de comunicaciones.

La selección rápida mejora el tiempo de respuesta, simplificando el procedimiento para la transmisión de un mensaje de una terminal. Usando el procedimiento estándar de poll/select se elige un mensaje que se manda a una estación determinada, la cual lo recibe si ésta se encuentra lista. La selección rápida asume que la terminal está lista para recibir un mensaje, sin verificar que la terminal esté lista. Con esto se optimizan los tiempos en las líneas de comunicaciones.

La característica de polling continuo permite pollear constantemente las terminales en una línea dada. Por otra parte, el protocolo poll/select estándar podría poner en contención una línea cuando una estación no está transmitiendo información. En el modo de contención toda la actividad de la línea se detiene hasta que la estación requiera ser *poleada*.

4.4.2. - Sección de instrucciones para la instalación del poll/select

TIPO DE EMULACION: Host, Terminal

Si se selecciona como host, el puerto *poll*eará a los dispositivos conectados. Si se selecciona como terminal, el puerto esperará ser *poll*eado por la red

TIPO DE PUERTO: DCE, DTE

La colocación del puerto debe ser el opuesto al dispositivo acoplado. Si es un DTE se requiere un adaptador especial, como puede ser un "null MODEM".

MODO LINEA: FULL DUPLEX, MEDIO DUPLEX

Esta opción especifica si el MODEM requiere de un retraso para transmitir o recibir. Si no hay seguridad en el tipo de línea a utilizar o de las facilidades de comunicaciones, se deberá seleccionar HDX

TIPO DE LINEA: Dedicadas o conmutadas

Depende del canal a utilizar, en el caso de líneas telefónicas, se podrá hablar de líneas privadas o conmutadas.

MODO DE TRASMISION: SINCRONA, ASINCRONA

Esta opción especifica el tipo de transmisión utilizada por el y el dispositivo conectado a la red.

RETRASO: NO, VARIABLE EN SEGUNDOS

Esta opción determina el retraso introducido por un gateway antes de responder a un *poll*eo.

TIPO DE TERMINAL: BURROUHS

Esta opción determina el tipo de terminal a escoger, aunque debe considerarse la velocidad de transmisión. Velocidad de línea: 115200, 76800, 57600, 38400, 28800, 1800, 1200, 300, 110. La selección de velocidad de línea debe considerar la velocidad de los equipos conectados a la red.

PARIDAD: IMPAR, PAR

La selección de paridad debe considerar la velocidad del dispositivo asincrono conectado a la red.

BITS/CARACTER: 7, 8

La selección de la longitud de palabra debe acoplarse a la velocidad del dispositivo asincrono de la red.

STOP BITS: 1,2

La selección de bits de parada debe considerar la velocidad del dispositivo asincrono de la red

INTERFACE. RS-232C, V.35

Este campo define el valor eléctrico usado por el puerto. Si se trata de V.35 se necesita un cable adaptador especial.

DIRECCIONES

Pueden definirse hasta 128 direcciones con cualquier combinación de AD1 y AD2.

Capítulo 5. - Introducción a SNA (System Network Architecture)

Definición

SNA es un esquema corporativo de IBM orientado al procesamiento distribuido y a la administración de las comunicaciones. Representa un conjunto de estándares de interconexión, diseñados específicamente para que una familia de productos de hardware y software se comuniquen. Es también una filosofía de comercialización, que tuvo entre sus objetivos iniciales, la solución de problemas de compatibilidad dentro de la amplia línea de productos de teleprocesamiento y comunicaciones de datos de la compañía IBM.

Haciendo un uso efectivo de nuevas tecnologías, SNA tiene como objetivo proveer :

- Un mecanismo de distribución de funciones, que mueva algunas de las tareas de la computadora central, hacia los periféricos del sistema y equipos remotos
- Independencia de conexión, de forma tal, que diferentes tipos de equipos puedan conectarse por el mismo enlace usando un protocolo común, SDLC (synchronous data link control).
- Independencia del dispositivo, a efecto de que las aplicaciones sean escritas sin tener en cuenta las características específicas del dispositivo a ser usado.
- Flexibilidad de configuración, para que se pueda cambiar fácilmente la disposición de la red.

Evolución de SNA

Primera versión

Se toma el año de 1974 como fecha de nacimiento de SNA, en donde se enuncia la primera versión, conocida como SNA2, la cual consistía de cuatro elementos principales:

- VTAM (Virtual Telecommunication Access Method) y TCAM (Telecommunication Access Method), dos piezas de software para ser usadas en la computadora central, como elemento de acceso hacia y desde la red.
- NCP/VS (Network Control Program/Virtual Storage), software de control para los CC's 370X (Controladores de Comunicaciones).
- Disciplina de línea SDLC (Synchronous Data Link Control).
- Nueva familia de terminales compatibles con los elementos mencionados.

Una terminal de la red SNA podía conectarse con cualquier aplicación, pero sólo se permitía un sistema central (host) por cada red, lo cual es mostrado en forma esquemática en la siguiente figura.

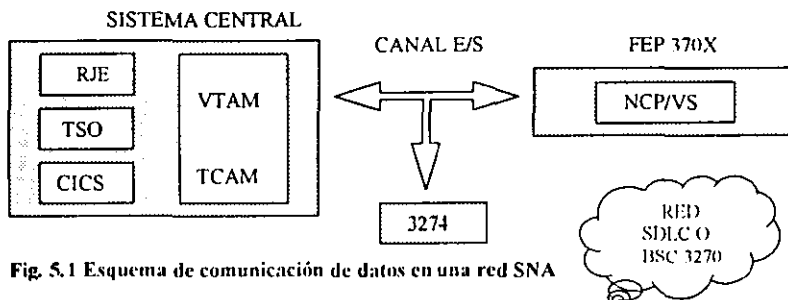


Fig. 5.1 Esquema de comunicación de datos en una red SNA

Segunda versión: ACF/SNA (Advanced Communication Facility)

En 1976 se anuncia la versión conocida como SNA 3 o ACF/SNA, la cual consistía en :

- Versiones mejoradas de VTAM y TCAM, llamadas ACF/VTAM y ACF/TCAM, respectivamente.
- Versión mejorada de software del FEP NCP /VS, llamada ACF/NCP/VS.
- La posibilidad de usar varios sistemas centrales en la red (servidores). Lo cual introdujo el concepto de compartimento de recursos extendidos en la red; en donde una terminal ACF/SNA podía comunicarse con cualquier aplicación en cualquier host que dispusiera del software ACF/SNA, siempre y cuando se dieran las autorizaciones correspondientes.

La figura 5.2 nos muestra esquemáticamente las innovaciones indicadas anteriormente.

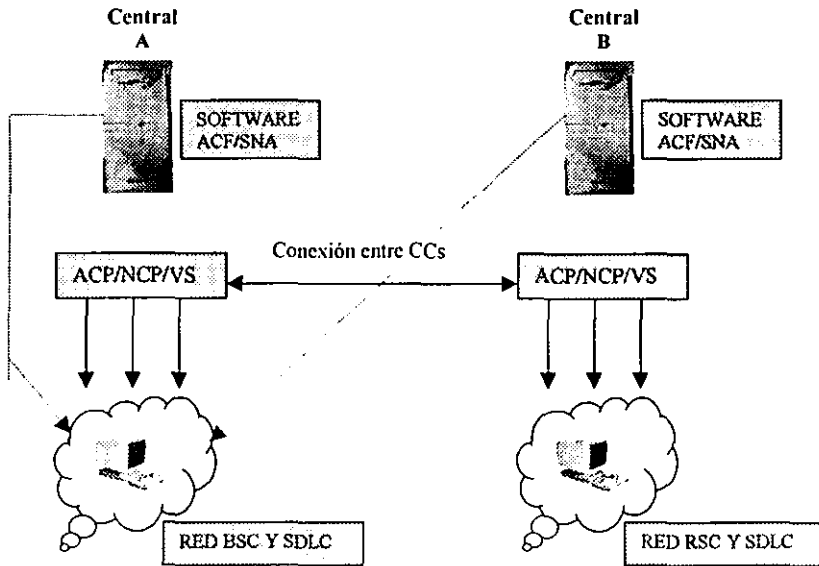


Fig. 5.2 Esquema de comunicación para una SNA 3

Tercera versión: SNA 4

Esta versión se anunció en 1979. Mejoró la habilidad del usuario para que este pudiera realizar efectivamente, las siguientes funciones:

- Controlar sus sistemas centrales y su red
- Capturar datos relativos al rendimiento de la red.
- Detectar, identificar y diagnosticar problemas en la red
- Mover datos a través de la red con diferentes prioridades de transmisión.
- Aislar elementos fallidos.
- Utilizar terminales asincrónicas.
- Proveer redundancia en donde se necesite.
- Proveer compartimiento de recursos a algunos tipos de terminales asincrónicas.

Además consistía de los siguientes productos adicionales:

- NCCF (Network Communication Control Facility), pieza de software destinada al sistema central, que proveía servicios de control y administración de la red y funciones de operación.
- NPDA (Network Problem Determination Application), módulo llamado por NCCF cuando se necesita analizar información estadística.
- NTO (Network Terminal Option), para el FEP, que permite la conexión de terminales asincrónicas.
- Modems con funciones avanzadas.

Con SNA 4 se podían establecer rutas alternativas, para cubrir fallas en elementos de la red.

5.1. - Componentes de SNA

La arquitectura SNA es un producto dinámico, con el paso del tiempo, cada liberación agrega nuevas posibilidades; tenemos que algunas de sus últimas características son:

- Soporte de interconexión X.25 para redes públicas de conmutación de paquetes
- OCCF (Operator Communication Control Facility), software que habilita a la consola de un sistema, para actuar como consola de otra UCP remota.
- VCNA (Virtual Communication Network Application), que permite que UCPs usando el sistema operativo UCP 4300 forme parte de una red ACG/SNA, usando adaptadores integrados de comunicaciones (ICA).
- Mejores diagnósticos
- Soporte de encriptación de datos.
- Conexión canal a canal, de dos UCPs adyacentes.

Dos arquitecturas de propósito muy especial complementan a la tradicional SNA, son DIA (Document Interchange Architecture) y DCA (Document Content Architecture) que son requeridas para estandarizar las características de interconexión entre diferentes sistemas orientados a la automatización de oficinas. Estas se describen a continuación.

DIA

Es un conjunto de comandos y estructuras de datos que permiten a los sistemas que la utilizan llevar:

- Servicios de distribución
- Servicios de librería
- Servicios de ejecución

DCA

En esta arquitectura se definen los formatos para los datos que pueden ser entendidos por los sistemas que la utilizan; se distinguen dos niveles en DCA, el de documentos revisables (nivel 3) y el de documentos finales (nivel 2). En el primero los documentos pueden ser editados y revisados y en el segundo pueden ser mostrados en una pantalla.

- **Tipos de datos en SNA**

En SNA se distinguen cuatro tipos de datos:

1. Datos de aplicación; los cuales pueden ser incompatibles con la forma de operar del usuario final al cual se destinan los mismos. Por ejemplo, datos que son resultado de la capa de aplicación, o de un usuario final.
2. Comandos SNA; usados para activar, controlar y desactivar la red. Tienen aplicación también en el establecimiento, control y terminación de sesiones entre usuarios finales.
3. Datos de respuesta; que indican si la información recibida es aceptada o no, y en caso negativo, cuál es la causa del rechazo.
4. Datos de encabezamiento; los cuales existen siempre agregados a los tres tipos anteriores. Consisten en indicadores de control e información para el correcto ruteo de los mensajes.

5.2. - Implementación de SNA

- **Estructura estratificada de SNA.**

SNA, como la mayoría de las arquitecturas tiene una estructura organizada en capas superpuestas, en cada nodo de la red. SNA actualmente tiene 6 capas diferentes, las cuales no incluyen a la capa física. SNA no discute la capa física por su relativa simplicidad y porque ya está estandarizada a través del CCITT, IEEE, etc.

Los estratos SNA se agrupan en tres supra-capas: Aplicación, Administración de Funciones y Transporte.

- La capa de aplicación es la que genera o recibe los datos de aplicación.
- La administración de funciones provee los servicios de sesión entre las partes.
- El subsistema de transporte se encarga de mover los datos a través de la red.

Como en todas las arquitecturas estratificadas, existen interfaces perfectamente definidas entre las capas, las cuales dan a estas una gran independencia. También existe un protocolo para que cada nivel de la estructura se comunique con su homónimo en el otro extremo.

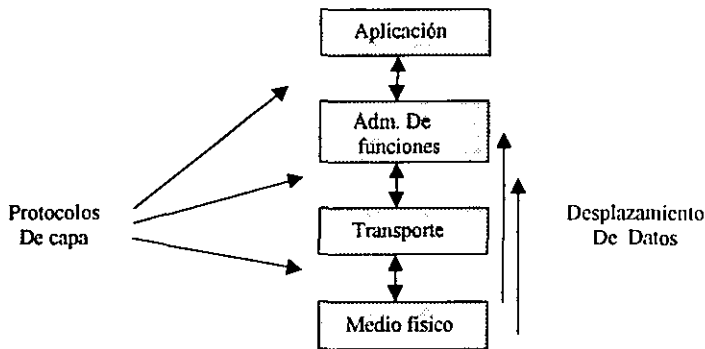


Fig. 5.3 Estructura de las capas de SNA

- **Detalle de las capas de SNA**

- **Capa de control de enlace de datos (DLC)**

Es la menor de las capas de SNA. Establece las reglas que gobiernan las comunicaciones en una línea que conecta dos nodos adyacentes y a través de la cual se transferirán los bits que forman el mensaje.

Especifica un protocolo de capa llamado SDLC (Synchronous Data Link Control) que es similar al HDLC (Hi-Level Data Link Control) y precursor del NCR /DLC-CC (significado). Existe un componente en la capa DLC por cada línea de comunicaciones del nodo.

- **Capa de control de encaminamiento (PC)**

Es la segunda capa de SNA. Ejecuta la función de ruteo dentro de los nodos; asigna a los mensajes un camino primario o alternativo cuando existen condiciones que así lo determinen.

Dentro de esta capa existen dos funciones que determinan el siguiente paso a dar; a las cuales se les llama "ruta explícita" y "ruta virtual". En cada nodo, el PC selecciona el próximo nodo al cual se le enviarán los datos y el enlace que se utilizara para tal efecto, usando direcciones de red (NA: Network Address) y una tabla de ruteo (RT: Routing Table). En algunos casos el PC transforma la NA en una dirección local, para ello usa una tabla suplementaria de ruteo (SRT: Supplemental Routing Table), esto es cuando se llega a un nodo periférico. Además encuadra los datos dentro de un tamaño consistente con la capacidad del protocolo de comunicaciones que se usa en el siguiente tramo del camino elegido, ya sea segmentando mensajes muy largos o combinando bloques que se dirigen al mismo destino inmediato. Existe solamente una capa de este tipo (PC) por nodo.

- **Capa de control de transmisión (TC)**

Es responsable de mover los datos desde el nodo origen hasta el nodo destino, aún a través de nodos intermediarios, es más compleja que la capa PC.

Administra la tasa de transferencia de mensajes, previendo sobrecargas y mejorando la utilización de la línea. Administra el correcto secuenciamiento de los mensajes de datos, dentro de una sesión de comunicaciones. Rutea los mensajes hacia el usuario final o hacia otras capas de control (DFC y TC) según sea la naturaleza de los mismos. Como medida de seguridad el TC puede cifrar o descifrar los datos del usuario si así se hubiera especificado, a esto se le llama Criptografía a nivel de sesión.

- **Capa de control de flujo de datos (DFC)**

Realiza la mayoría de las funciones de preservación de la integridad de los datos que se transmiten en una sesión de comunicaciones entre entidades de la red.

- **Modos de envío/recepción**

Através de SNA se puede realizar una transmisión de las siguientes formas:

- Modo "full-duplex". Flujo bidireccional entre las entidades involucradas en la sesión.
- Modo "half-duplex flip-flop". Se alterna el sentido de transmisión entre las partes donde una dirige el tráfico.
- Modo "half-duplex contention" cualquiera de las partes puede comenzar el envío de datos a la otra.

- **Encadenamiento (Chaining)**

Mensajes relacionados que van a ser enviados en la misma dirección, pueden agruparse lógicamente en una única unidad mayor, llamada "cadena". Un error en un "eslabón" de la cadena causa que el resto de la misma se ignore y se invoque el procedimiento de recuperación.

Los encadenamientos consisten en secuencias relacionadas de cadenas de mensajes que fluyen en ambas direcciones, entre un par de entidades lógicas en sesión. Esto permite que aquellas aplicaciones que procesan secuencias de transacciones en una sesión dada, mantengan los datos relacionados a otras transacciones.

- **Opciones de respuesta**

- Se permiten distintos tipos de respuestas de reconocimiento a un mensaje enviado.
- DFC realiza otras funciones tales como permitir que el usuario final interrumpa temporalmente el flujo de datos, sin finalizar la sesión de comunicaciones.
- Existe un elemento DFC por cada usuario final por sesión.
- Las dos capas del más alto nivel de la estructura, proveen conjuntamente dos servicios: servicios a las sesiones en la red y servicios a los usuarios finales.

5.3.- Operación de SNA

- **Servicios a las sesiones en la red**

Estos servicios se encuentran ubicados en los puntos de control de los servicios del sistema (SSCP), en las unidades lógicas (LU) y en las unidades físicas (PU); y son clasificados como:

- **Servicios de configuración:** son los responsables de controlar los recursos asociados con la configuración física de la red SNA. Incluyen la activación y desactivación de enlaces entre nodos, además permiten que el operador de la red altere la configuración de la misma.
- **Servicios al operador de la red;** facilitan la comunicación entre el punto de control (SSCP) y los operadores de red. Proveen los medios para ejecutar comandos para arrancar y detener la red SNA, activando y desactivando los recursos y llevando bitácoras de errores en los nodos.
- **Servicios de sesión;** se utilizan para activar y desactivar sesiones cuando así se solicita. Una de sus principales funciones es convertir los "nombres" de los elementos que inician una sesión, en "direcciones de red".
- **Servicios de gerencia y mantenimiento;** permiten que un punto de control (SSCP) ejecute varias pruebas para determinar si un enlace o un nodo han fallado y por qué razón. Ayudan además a llevar estadísticas de errores ocurridos en los nodos.

- **Servicios a los usuarios finales (transacciones)**

Los servicios NAU usados en el intercambio de datos entre usuarios finales, provistos por las unidades lógicas (LU) se llaman servicios a usuarios finales.

Se dividen en dos categorías: de "presentación" y de "aplicación a aplicación".

- **Servicios de presentación (PS presentation services);** definen el puerto de acceso a la red SNA por un usuario final en términos de, requerimientos de traducción de códigos así como de datos, formato de pantallas junto con compresión, y finalmente la de compactación de datos.
Se encargan de que los mensajes sean compatibles con las características del usuario destino. Las funciones PS pueden ser realizadas en el nodo fuente, en el destino o en una combinación de ambos. Aquellas terminales que sean "tontas" tendrán muy limitados servicios de presentación, relegando esta función a la inteligencia de la cual dependen. Las terminales "inteligentes" en cambio tendrán un PS más significativo.
- **Servicios de aplicación a aplicación;** estos son servicios definidos para aquellas sesiones que vinculan dos sistemas de procesamiento transaccional tal como CICS/VS. Se acceden desde los programas de aplicación y permiten que estos en diferentes nodos se comuniquen entre sí, sin tener en cuenta otros detalles protocolares de la red.

En otros casos permiten que un programa de aplicación obtenga acceso a una base de datos, sin saber donde se encuentra esta en la red.

5.4. - Características de SNA

De acuerdo con las palabras de sus diseñadores, SNA define las responsabilidades funcionales de cada componente de la red y las reglas de comunicación entre los mismos, proveyendo una estructura de red coherente que pueda acomodar diferentes configuraciones de la red y aplicaciones del usuario. A continuación se definirán los elementos básicos que conforman una red SNA.

- **Usuario final (EU: End User):**

El término usuario final hace referencia a una terminal de computadora, al operador de la misma o a un programa de aplicación. En los tres casos se hace referencia a una entidad que interactúa con la red que usa los servicios de la red con un propósito definido, que es principalmente el intercambio eficiente de datos con otro usuario final. El usuario final no forma parte de la red sino que se sirve de ella, es emisor y receptor de datos, los cuales fluyen en la red.

- **Unidades lógicas (LU: Logical Units)**

Se refiere al punto de conexión o puerta de acceso o contacto entre red y usuarios. Una LU es software que permite que un usuario se conecte a la red para usar sus servicios (enviar y recibir datos por la red). Cada usuario está representado por una LU, aunque una LU puede representar varios usuarios.

Una LU puede ser un subsistema de aplicación (CICS, IMS) o la programación o la lógica asociada con un dispositivo independiente o con un subsistema terminal.

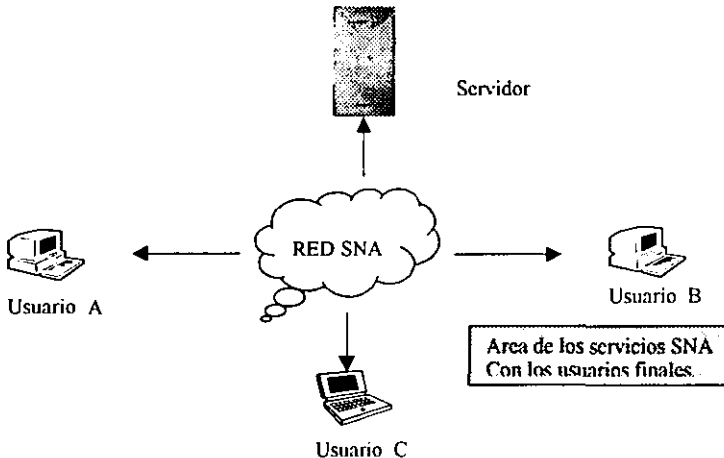


Fig. 5.4 Tipos de usuarios finales

- **Sesiones entre unidades lógicas**

Normalmente el usuario final accede a la red para efectos de comunicarse con otro; para que esto sea posible existe un mecanismo de conexión de LUs entre si llamado sesión o sesión LU-LU.

Una sesión es una conexión entre unidades lógicas, o en un sentido mas general, entre entidades interlocutoras en la red. Cuando se activa una sesión LU-LU la red pone recursos tales como la capacidad del procesador y la memoria a disposición de las partes, mientras dure la misma.

En el proceso de establecimiento de sesión, las unidades lógicas especifican un numero de reglas tales como el formato de los datos, el numero de datos a enviar y que acciones se tomaran en caso de error. Las unidades lógicas se identifican por un nombre, llamado nombre de red, que está asociado con una dirección de red, conocida como NA (Network Address) Se debe señalar que los usuarios trabajan a nivel de nombres lógicos y no de direcciones físicas.

- **Activación de una sesión**

Una sesión entre dos unidades lógicas puede ser iniciada por una de las dos unidades involucradas, por una LU diferente, por el operador de la red o por un procedimiento predefinido. El primer paso para activar una sesión consiste en enviar un "requerimiento de activación". Esta se realiza si se cumplen ciertas condiciones; debe existir un camino disponible entre las unidades lógicas, ambas unidades lógicas cumplen con las necesidades de los usuarios y existe una autorización para la conexión. La red SNA puede proveer diferentes niveles de servicio a las sesiones, dependiendo de los requerimientos y las opciones disponibles (velocidades, controles de seguridad, etc.).

- **Control de la sesión**

Se utiliza una técnica llamada "session level pacing" para regular el flujo en una sesión, con lo cual se controla cuándo una LU es emisora o receptora, para esperar respuestas, etc.

- **Desactivación de una sesión LU-LU**

Una sesión LU-LU se desactiva a requerimiento de una de las partes involucradas o por causa de un evento ajeno a la sesión, tal como una falla.

- **Flujo de datos en sesiones LU-LU**

La corriente de datos transmitidos en una sesión puede viajar entre un programa y una terminal, entre dos programas o entre dos terminales.

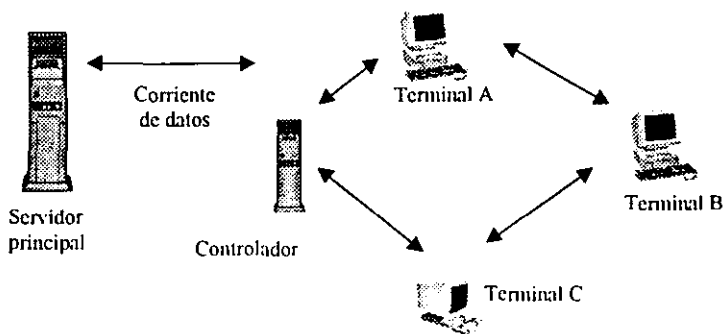


Fig. 5.5 Posible flujo de datos en una sesión LU-LU

- **Tipos de unidades lógicas**

El tipo de unidad lógica define un subconjunto de protocolos de capas y opciones SNA, soportadas por programas de aplicación durante una sesión. Los tipos de éstas son :

LUT 0

Se llama también de extremo abierto, es definida por el producto que se usa, vincula dos programas entre sí.

LUT 1

Se refiere al flujo de datos entre una terminal y un programa.

LUT 2

Vincula un programa con una terminal pero usando un controlador.

LUT 3

También hace referencia al flujo de datos entre un programa y una terminal, pero en este caso, se trata de una impresora simple

LUT 4

Define un flujo de datos entre dos terminales o un programa y una terminal, en lo que se llama una corriente de datos SNA; en este caso no existe una relación primaria/secundaria.

LUT 6

En este tipo se hace referencia al flujo de datos entre programas; como por ejemplo la comunicación entre sistemas usando CICS o IMS.

LUT 6.2 (alias LU "C")

Es conocida como "unidad lógica tipo C" diseñada para comunicaciones avanzadas entre programas de aplicación

Algunos beneficios de esta unidad son, la estandarización, las comunicaciones distribuidas y el sistema operativo distribuido. La idea es enfocarse a SNA desde subconjuntos incompatibles (LUs) hacia subconjuntos convergentes de un único tipo LU (6 2)

Se busca en los productos LUT 6.2 que todos se comuniquen con todos y que las características avanzadas de los LUT 6.2 puedan ser usadas por cualquier par que soporte funciones avanzadas

- **Unidades físicas (PU : Physical Units)**

La unidad física representa las propiedades físicas que tiene el producto respecto a la red. Una unidad física no es un dispositivo físico, sino que es un conjunto de componentes SNA que provee servicios usados para controlar enlaces, terminales, controladores y procesadores en la red. Cada procesador, controlador o terminal tiene una unidad física que es en la red, la representación de ese dispositivo.

La PU administra los recursos físicos de un nodo, activando y desactivando a la propia máquina y a cada enlace, proveyendo acceso a otros nodos SNA

- **Tipos de unidades físicas**

El tipo de PU define la clase de nodo que representa en la red. Un tipo de PU determina el papel de ese nodo dentro de la red, su tamaño, capacidades, tipos de encabezamientos que se usaran en la transmisión, etc.

Existen cuatro tipos de unidades físicas (1,2,4 y 5) en SNA actualmente :

PUT 5

Una unidad física tipo 5 representa un nodo central (host) conteniendo una PU, una LU y un SSCP.

PUT 4

Hace referencia a un nodo que contiene software de control de encaminamiento (PC), una PU y LUs opcionalmente. En general, un FEP va a contener una PUT4.

PUT 2

Se refiere a un nodo final con funciones de ruteo limitadas, que contiene una PU y algunas LUs. Generalmente es un dispositivo que controla un grupo de terminales.

PUT 1

Los dispositivos de dirección única contienen una PUT 1 y opcionalmente una LU. Son dispositivos simples, de bajo costo.

- **SSCP (System Services Control Point)**

El SSCP es un conjunto de componentes SNA que actúa como el cerebro de control de toda la red o una parte de ella (dominio). Interactúa con los operadores de la red, de quienes recibe comandos y a quienes envía respuestas. En el caso de hacer referencia a funciones rutinarias, el "operador de la red" puede "convertirse" en un programa, o sea, un conjunto predeterminado de comandos y respuestas. Esto no afecta la relación con el SSCP.

Las funciones principales que realiza el SSCP son tres:

1. Administración de los recursos de la red de acuerdo con los comandos emitidos por los operadores de la red.
2. Coordinación de la activación de sesiones entre unidades direccionables de la red (NAU: Network Addressable Unit).
3. Activación de sesiones en la red física cuando ello sea requerido.

El SSCP normalmente reside en el sistema central y puede ser considerado el "cerebro de la red", sin el cual la red no podría operar eficientemente, de acuerdo con su arquitectura.

- **Unidades direccionables (NAU Network Addressable Units)**

Las unidades direccionables de la red son conjuntos de componentes SNA que proveen servicios tales, que permiten a los usuarios enviar datos a través de la red. También dichos servicios ayudan a los operadores a ejecutar funciones de control y administración de la red.

Las NAUs consisten en piezas de hardware y software, como son, terminales, controladores, procesadores, etc; los cuales se comunican entre sí, a través de los caminos de control (PC). Por ser unidades direccionables, cada NAU tiene una dirección (o varias) que la identifica, llamada: dirección de la red.

- **Clases de NAUs:**

En SNA se distinguen 3 clases de NAUs :

1. Las unidades lógicas (LU) que representan a los usuarios finales dentro de la red
2. Las unidades físicas (PU) que representan en la red a las propiedades físicas de los dispositivos
3. El punto de control de los servicios del sistema (SSCP) que gobierna toda la red o una parte de ella, a la que se le llama dominio.

- **Comunicaciones entre NAUs**

Se tienen 4 clases de sesiones :

1. Unidades lógicas entre sí.
2. Unidades lógicas con el punto de control de los servicios del sistema (SSCP).
3. El punto de control de los servicios del sistema con las unidades físicas.
4. Los puntos de control de los servicios del sistema entre sí cuando están en dos dominios diferentes.

- **Dominio**

Dominio es el conjunto de nodos y recursos que son controlados por un único nodo central y consiste de :

- Un SSCP
- Los sistemas aplicados y sus LU s
- La PU del sistema central CC s y controladores remotos
- LU s de los dispositivos terminales asociados con los PU s

Una red ACF/SNA puede tener cualquier número de dominios. Un dominio es en sí una colección de NAUs; las comunicaciones entre dominios son controladas y apoyadas por el software NCP que reside en los procesadores de comunicaciones (FEP).

- **Nodo**

Un nodo es un punto de la red que contiene componentes SNA. Cada procesador, controlador, terminal que respete las especificaciones de SNA, puede ser un nodo; éste deberá contener una unidad física que lo represente, así como también sus recursos ante la red y el SSCP. Realmente un nodo no es una máquina sino que está dentro de la máquina y de hecho, una máquina puede contener varios nodos SNA, dado que el nodo hace referencia a aquellas partes de la máquina que se ajustan a las especificaciones de la arquitectura.

Según sus propiedades y las características de su interrelación en SNA se definen dos clases de nodos:

- de Subárea
- Periféricos

Una subárea es una parte de una red SNA que contiene un nodo (de subárea) y una serie de nodos periféricos conectados con él. Un nodo de subárea puede recibir y mover mensajes desde y hacia cualquier destino dentro de la red. Por el contrario, un nodo periférico sólo puede transferir mensajes entre una NAU contenida en él y el nodo de subárea del cual depende, ósea, a la que está conectado. De esta forma, se dice que un nodo periférico sólo maneja direcciones locales. Un nodo de subárea puede tener dentro de sus NAUs un SSCP, y si así ocurre se le llama "nodo de subárea con SSCP". Las unidades lógicas y físicas, según en que tipo de nodo se alojen, se les denomina "LU s / PU s de subárea o periférica".

- **Rutas explícitas y virtuales en SNA**

Ruta explícita

Cuando dos NAUs que residen en nodos de subárea están en sesión, hay un camino entre los nodos que se llama "ruta explícita". Si una de las NAUs se encuentra en un nodo periférico, el tramo entre el nodo de subárea y el periférico, se llama "enlace periférico".

Ruta virtual

Una ruta virtual conecta lógicamente dos nodos de subárea finales que estén participando en una sesión. Cada ruta explícita puede alojar varias rutas virtuales. Puede decirse que el ruteo virtual es una "técnica de ruteo y control del flujo", que controla la integridad de los datos mediante la asignación de números de secuencia.

- **Software de SNA**

Para comprender algo más del funcionamiento interno de una red SNA, con relación a los servicios que ofrece, definiremos a continuación el papel que juegan algunas piezas de software SNA.

En un nodo de subárea con SSCP, encontramos la existencia de varios módulos relacionados funcionalmente. Para identificar una ruta virtual, se especifica:

- Las direcciones de los extremos
- Un número de ruta virtual
- La prioridad de transmisión (alta, media o baja).

- **TCAM/VTAM/VTAME**

TCAM (telecommunication access method) es uno de los módulos de acceso a las telecomunicaciones que puede usarse en una red SNA. Algunas de las funciones que soporta son:

- Control y edición de mensajes.
- Control de red.
- Recuperación del sistema.
- "checkpoint" /rearranque.
- Operaciones conversacionales.
- Colas de mensajes.
- Bitácora.
- Poll /select automático.
- Discado y respuesta automática.
- Terminales asincrónicas.
- Traducción de códigos.

ACF/TCAM es más adecuado en aplicaciones transaccionales que en otras; además contiene las cinco primeras capas de SNA o sea DLC, PC, TC, DFC y PS.

VTAM (Virtual Telecommunication Access Method) es tal vez el método de acceso más usado. Provee soporte para otras funciones adicionales a las de TCAM:

- Interconexión a aplicaciones del usuario, más desarrollada.
- Comportamiento de red.

VTAME (VTAM Entry) es una conjunción de las funciones de VTAM y NCP (Network Control Program) para sistemas que no usan FEPs.

- **ACF/NCP (Network Control Program)**

El módulo ACAF /NCP reside en el procesador de comunicaciones o FEP, permitiéndole a este operar como una PU tipo 4, dentro de una red SNA. Este programa de control de las comunicaciones implementa las dos primeras capas de la arquitectura: DLC y PC.

- **Administración de la red (CNM: Communication Network Management).**

SNA es una arquitectura que permitiría armar una red muy grande de equipos, con una gran complejidad geográfica y organizacional. Si pensamos que a veces es difícil encontrar la causa de los problemas en instalaciones que involucran a un solo sistema, cuanto más complicado no será en instalaciones de gran alcance. Por ello una vez que una red ha sido diseñada e implementada, la tarea de mantener la red operando en forma eficiente y responsable se llama CNM.

- **Funciones de administración.**

Dependiendo del tamaño de la red y de la cantidad de aplicaciones que se utilicen, la complejidad de administrar la red variará en relación directa con ellos. Sin embargo, hay cinco componentes conceptuales básicos que son :

- Administración del procesamiento, que controla la operación normal de la red.
- Determinación y manejo de los problemas, que comprende: detección, aislamiento, registración y resolución.
- Administración de cambios en la configuración, que implica: planificar, coordinar, registrar e implementar
- Supervisión del rendimiento de la red que implica: registrar, afinar y planificar la capacidad de la red

Obviamente, en todo este proceso existe un factor determinante que consiste en disponer de una buena capacidad de detección y registración de las condiciones de excepción, para llevar estadísticas y pistas de auditoría.

- **NCCF (Network Communications Control Facility)**

Este modulo de software es el soporte para otras aplicaciones de administración de la red de comunicaciones.

NCCF permite que los operadores controlen la red, mediante el uso de ciertas funciones como por ejemplo:

- Autorización de operadores
- Acceso a datos para determinar problemas
- Control de alcance de los comandos
- Posibilidad de llevar bitácora en disco y copia impresa de lo acontecido
- Comunicaciones entre dominios
- Ejecución de comandos en otros sistemas

NCCF trabaja en conjunto con ACF/VTAM, TCAM o VTAME.

- **NPDA (Network Problem Determination Application).**

NPDA trabaja en conjunto con NCCF proveyendo otras funciones para control de la red. Como su nombre lo dice, esta aplicación sirve para la determinación de problemas en la red sirve, mediante :

- Capturar, almacenar y controlar los datos útiles en la determinación de problemas.
- Desplegar estos datos en alguna terminal.
- Ayudar a identificar el componente fallido.
- Sugerir acciones correctivas.
- Interactuar con módems inteligentes

NPDA está orientado a cierto tipo de problemas que involucren canales de E/S, controladores, módems, enlaces y terminales.

- **TARA (Theshold Analysis and Remote Access)**

Este modulo de software está orientado específicamente a redes que utilicen ciertos productos IBM (3600/4700) orientados al mercado financiero. Se determinan valores limites como umbrales y cuando son violados, se generan mensajes de alerta que son enviados hacia el operador de NCCF.

Algunas condiciones que pueden generar esta situación son:

- Fallas importantes en el controlador.
- Degradación de los tiempos de respuesta y de la calidad de las comunicaciones en el controlador.
- Detección de un error por la aplicación del usuario.

- **NLDM (Network Logical data Manager)**

El propósito de NDLM es asistir a los usuarios en la determinación de problemas en la red, mediante la captura e interpretación de datos relativos a las sesiones entre NAUs.

La función principal del NLDM consiste en el despliegue de:

- Lista de NAUs
- Lista de las últimas sesiones
- Parámetros de las sesiones
- Datos del NCP

- **OCCF (Operator Communication Control Facility)**

Su principal cometido es proveer al operador de la capacidad de operación remota de otros sistemas centrales. OCCF interpreta mensajes desde el sistema operativo o programas de otros servidores. Se encarga de rutear los datos pertinentes hacia el operador de NCCF y puede responder automáticamente.

- **NPA (Network Performance Analyzer)**

El analizador de rendimiento de la red NPA supervisa al FEP y obtiene estadísticas del software NCP de la utilización de la línea y del tráfico de mensajes. En el momento en que se produce un exceso en más o en menos de los criterios preestablecidos provoca una alerta al operador. También provee información que ayuda a poner a punto la red y al planeamiento de la utilización eficiente de la capacidad de la red.

• SNA y X.25:

Desde el punto de vista arquitectónico SNA através de sus reglas y protocolos en sus seis capas direcciona objetivos más ambiciosos que los correspondientes en la recomendación X.25 del CCITT. Esta última se limita a la función de transporte de datos, lo que correspondería con el subsistema de transporte SNA.

SNA por el contrario pretende resolver el problema desde "usuario final a usuario final", lo que por supuesto involucra el movimiento físico de los datos como una de sus funciones básicas.

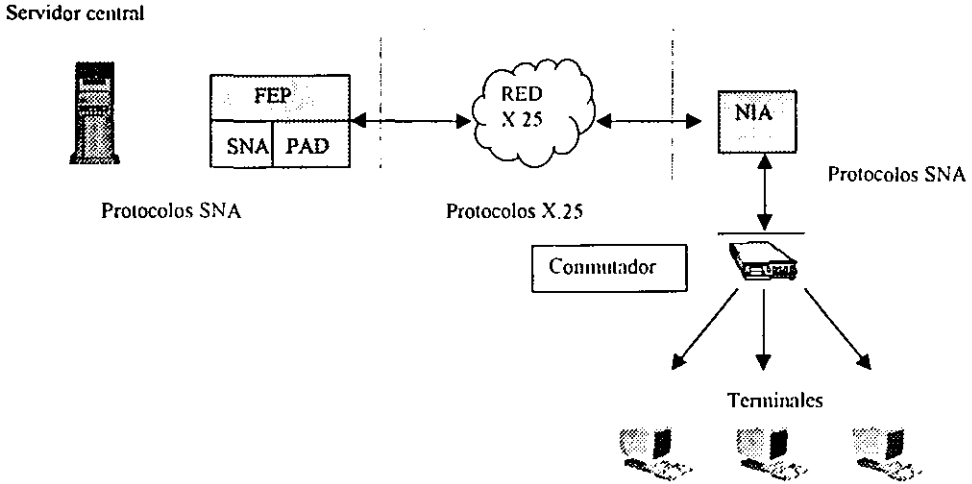


Fig. 5.5 Conexión a X.25 de elementos SNA através de un producto intermediario (NIA) el cual provee la compatibilidad.

5.5. - Protocolo TCP/IP

TCP/IP es la denominación que recibe una familia de protocolos diseñados para la interconexión de computadoras, independientemente de su arquitectura y el sistema operativo que ejecuten. Son un estándar de facto debido a la expansión de Internet, la red que conecta a millones de máquinas por todo el mundo.

Internet deriva de una red inicial denominada ARPANET (Advanced Research Projects Agency NET), promovida por el departamento de Defensa de los Estados Unidos. ARPANET unía edificios de universidades, organismos de investigación e instituciones militares. La red fue dividida a principios de 1984 en dos partes: ARPANET, dedicada a proyectos de investigación y MILNET para usos militares. La familia de protocolos TCP/IP nació en el seno de este conjunto de máquinas interconectadas con una serie de objetivos de diseño.

Podríamos definir un protocolo como un conjunto de reglas preestablecidas para poder comunicarse entre dos programas ejecutados en dos máquinas distintas. Los protocolos utilizados en Internet de forma más amplia, son los llamados, de manera conjunta, "Internet Protocol Suite"; entre todos ellos TCP e IP son los más conocidos, por lo que es muy común utilizar el nombre TCP/IP para referirse a la familia entera. Unos cuantos de estos protocolos proporcionan funciones de "bajo nivel" necesarias para muchas aplicaciones.

Estos incluyen IP, TCP y UDP; otros son protocolos para hacer tareas específicas, como transferir ficheros entre computadoras, enviar correo, etc.

Los servicios tradicionales más importantes de TCP/IP son:

- Transferencia de ficheros.
- FTP permite al usuario de cualquier computadora, traer/enviar archivos desde/hacia otra computadora de la red.
- TELNET permite a un usuario conectarse con cualquier otra computadora en la red, (login remoto).
- Correo electrónico, con el cual se envía información a los usuarios de la red.

Existen muchos tipos de servicios presentes en la configuración de un procesador moderno, todos los cuales pueden ser utilizados dentro de la organización TCP/IP. Los más importantes son los siguientes:

- Sistemas de archivos de red (Network File Systems). Permite a un sistema acceder a los ficheros de otro procesador de una forma integrada más cercana que FTP.
- Impresión lejana (Remote Printing). Este sistema permite acceder a las impresoras de otro procesador como si estuviesen directamente conectadas al del usuario.
- Ejecución Lejana (Remote Execution). Este sistema permite hacer funcionar un programa particular de un procesador diferente.
- Servidores de nombres (Name Servers). En grandes instalaciones, hay cierto número de diferentes colecciones de nombres que se utilizan normalmente. Estos incluyen a usuarios y sus palabras clave, nombres y direcciones dentro de la red para procesadores, y cuentas. Es muy tedioso mantener todos estos datos actualizados en todos los procesadores por lo que sólo se mantienen en unos pocos sistemas.
- Servidores de terminales (Terminal Servers). Muchas instalaciones no conectan terminales directamente a procesadores. En lugar de esto, conectan estos a servidores de terminales. Un servidor de terminal es simplemente un pequeño ordenador que sólo sabe como hacer funcionar TELNET.

- **Descripción general de los protocolos TCP/IP.**

Dentro de TCP/IP la información se transmite como una secuencia de datagramas. Un datagrama es un conjunto de datos que es enviado como un mensaje simple. Cada uno de estos datagramas es enviado a través de la red en forma individual. Los términos "datagrama" y "paquete" son perfectamente intercambiables aunque técnicamente datagrama sea la palabra más correcta para utilizar cuando se describa TCP/IP.

Dos protocolos separados participan cuando se manejan datagramas TCP/IP. El protocolo TCP (Transmission Control Protocol, Protocolo de Control de Transmisión) es el responsable de dividir el mensaje en datagramas, reunirlos en su destino, reenviar cualquier dato que haya podido perderse, y traer cosas de vuelta en el orden correcto. El protocolo IP (Internet Protocol, Protocolo de Internet) es el responsable de transportar los datagramas individuales. Parece de este modo que TCP hace todo el trabajo, y de hecho es verdad en pequeñas redes, sin embargo, en la Internet, llevar un datagrama a su destino puede ser un trabajo complejo. El protocolo IP es el elemento que permite integrar distintas redes entre sí.

Cada máquina de la red Internet tiene una dirección IP única. Una dirección IP es un número de 32 bits que normalmente se escribe como cuatro enteros entre 0 y 255 separados por puntos (192.112.36.5), la dirección IP permite el encaminamiento de la información a través de la Internet.

En la terminología de comunicaciones el protocolo IP define una red de conmutación de paquetes. La información se fragmenta en pequeños trozos o paquetes (alrededor de 1500 caracteres) que se envían

independientemente por la red. Cada paquete es enviado con la dirección del ordenador donde ha de ser entregado y, de forma similar a como funciona un sistema postal, cada paquete viaja independientemente de los demás por la red hasta alcanzar su destino.

Dentro de una red local, el encaminamiento de la información es simple. En Ethernet por ejemplo todos los procesadores "escuchan" la red para detectar los paquetes que se le dirigen a ellos. En la Internet este procedimiento es imposible.

Los routers (antes llamados gateways) son los elementos encargados del encaminamiento de los mensajes IP. Estos conocen las máquinas conectadas a la red y toman la decisión de como encaminar los paquetes de datos a través de unos enlaces u otros. Cada router sólo necesita saber qué conexiones están disponibles y cuál es el mejor "próximo salto" para conseguir que un paquete este más cerca de su destino (El paquete va "saltando" de router a router hasta llegar a su destino).

Las máquinas de la Internet, fuera del entorno de la red local, utilizan un router para encaminar los paquetes; la dirección IP de una máquina es la única información que deben conocer, del resto se encargan los routers.

- **Protocolo para resolución de direcciones (ARP)**

El encaminamiento en el entorno de la red local utiliza el protocolo ARP que relaciona el nivel de red IP con los niveles inferiores. El protocolo ARP se usa para traducir las direcciones IP (lógicas) en direcciones de la red local.

El funcionamiento del protocolo ARP es muy simple. Una máquina desea enviar un mensaje a otra conectada con ella a través de una red. Cada máquina en la red tiene una dirección única que se utiliza para dirigirle mensajes. Esta dirección no es conocida en principio por la máquina que origina el mensaje y que sólo conoce la dirección IP de destino. El originador de la llamada genera un mensaje de petición ARP que contiene la dirección lógica de la máquina destino. El mensaje se envía a todas las máquinas de la red utilizando una dirección de 'broadcast'. Todas las máquinas reciben el mensaje. Sólo aquella que reconozca la dirección IP como propia generará una respuesta.- La respuesta ARP contiene la dirección física y lógica del destinatario. La respuesta se enviará directamente al originador de la consulta ARP, que con esta información puede dirigir inmediatamente sus mensajes.

Las implementaciones del protocolo ARP incorporan Buffers con las tablas de correspondencia entre direcciones IP y direcciones físicas de la red, de forma que se reduce el numero de consultas que se deben realizar.

- **Protocolo de control de la transmisión (TCP)**

En su tránsito por distintas redes y equipos encaminadores puede ocurrir que haya paquetes IP que se pierdan, lleguen duplicados o con errores en la información que contienen. El protocolo TCP se encarga de subsanar estas posibles deficiencias para conseguir un servicio de transporte de información fiable.

TCP fragmenta la información a transmitir, de la misma forma que lo hace el protocolo IP. TCP numera cada uno de estos paquetes de manera que el receptor de la información pueda ordenarlos al recibirlos. Para pasar esta información a través de la red, TCP utiliza un sobre identificado con el numero de secuencia de cada paquete. Los paquetes TCP se envían a su destino, independientemente unos de otros, utilizando el protocolo IP.

En la parte receptora, el TCP recoge el paquete, extrae los datos, y los pone en el orden correcto. Si algunos sobres desaparecen, el receptor le pide al transmisor que retransmita los paquetes de nuevo. Cuando toda la información recogida está en su orden, se pasan los datos a la capa de aplicaciones.

Esto es una visión ideal del TCP. En la práctica los paquetes no solamente se pueden perder, sino que pueden sufrir cambios en su tránsito por la red. TCP resuelve este problema colocando en el paquete que se envía lo que se denomina el "checksum". Cuando el paquete llega a su destino, el receptor TCP calcula que checksum debe ser y lo compara con el que se ha enviado. Si no son los mismos el TCP receptor entiende que ha habido un error en la transmisión y le pide al transmisor que reenvíe. De esta forma el TCP ofrece un servicio fiable de transmisión de información.

Todas las aplicaciones de la Internet utilizan los servicios de transporte TCP para el intercambio de información, de forma que pueden ignorar los problemas de envío de información a través de la red, o al menos muchos de ellos.

- **Protocolo UDP**

Establecer una conexión TCP requiere gran cantidad de información en las cabeceras de los paquetes y en consecuencia retrasos en la transmisión; si se quiere enviar un paquete y no se requiere una particular precaución en el reparto del mismo entonces se puede usar otro protocolo que sea más simple que el TCP; este es el caso del "protocolo de datagramas del usuario (UDP) que se utiliza en vez del TCP en algunas aplicaciones.

UDP es más simple que el TCP por que no se preocupa de mensajes que se pierdan, mantener el orden en los paquetes que se envían, etc. UDP se usa para programas que sólo envían mensajes cortos, y puede reenviar el mensaje si una respuesta no se produce en un período corto de tiempo. El UDP también se utiliza en el entorno de la red local donde la tasa de errores de transmisión es muy pequeña, y no es necesario el sofisticado control de errores del protocolo TCP.

5.6. - Protocolo ATM y Frame Relay

- **ATM**

No se trata de una tecnología de red de área local de alta velocidad, es mucho más que eso [BAL93], [HAR94]. En el modelo actual de comunicaciones existe una clara división entre redes de área local y redes de área extendida:

- En las LANs solemos utilizar HUBs interconectados a un backbone. El medio de transmisión en las LANs tradicionales es compartido.
- Para las conexiones de área extensa se usan puentes o encaminadores y tecnologías de conmutación de paquetes sobre líneas alquiladas punto a punto (X.25); mediante los servicios de conmutación que proveen las compañías telefónicas o Frame Relay (que es un servicio orientado a conexión que opera con velocidades de 64 Kbps a 2 Mbps, podemos considerarlo como la evolución de X.25).

Este modelo requiere una gran variedad de dispositivos y tecnologías. Además, la capacidad de crecimiento de estas tecnologías está limitada, por ejemplo: FDDI no se puede usar por encima de 100 Mbps y X.25, debido a la evolución experimentada por los medios de transmisión, se está volviendo ineficaz. Por otra parte, todas estas tecnologías fueron optimizadas para su uso en redes de datos y no pueden usarse de manera fiable con voz o video.

Las nuevas redes demandan facilidad en su gestión, un coste efectivo del ancho de banda usado, capacidad de crecimiento y adición a la estructura base, así como una gran facilidad de reconfiguración. En el modelo actual, el ancho de banda para las conexiones de área extensa es muy pequeño. Los usuarios de una misma LAN se comunican entre ellos y con la red de área extensa; pero la proliferación de grupos de trabajo, de redes como Internet y de la arquitectura cliente/servidor está haciendo que se replantee este modelo. Es necesario conseguir velocidades más altas, ancho de banda bajo demanda, soporte para múltiples tipos de servicios (voz, video, multimedia).

ATM se basa en una estructura de conmutación en contraposición a la compartición del medio. Utiliza un modo de transferencia con multiplexación por división en el tiempo asincrónica. En ATM la capacidad de la infraestructura puede incrementarse proporcionalmente a la carga del sistema. El ancho de banda de una red conmutada crece cuando añadimos más puertos, sin que sean necesarios cambios en las interfaces. ATM combina los beneficios de la conmutación de paquetes y de circuitos.

La información se empaqueta en elementos de longitud fija llamados células. Cada célula tiene 53 bytes de longitud, de los cuales 48 son de datos y 5 de cabecera. La conmutación de células consiste en la multiplexación de múltiples conexiones lógicas en una única interfaz física donde la información fluye en cada conexión lógica en forma de células de tamaño fijo. La conmutación se realiza normalmente sobre elementos de transmisión digital como puede ser la fibra óptica, sin que haya prácticamente ningún error en el enlace. Por esto, el tiempo empleado en el procesamiento se reduce y el caudal aumenta a diferencia de lo que ocurre con las tecnologías tradicionales (p.e. X.25). El tamaño fijo de las células ATM permite una conmutación más simple y la creación de algoritmos que muevan las células a través de la red muy rápidamente y con un mínimo proceso; el tráfico es más predecible y fácil de manejar.

En una red de conmutación ATM es posible asignar prioridades y garantizar el ancho de banda. El conmutador usa la información de cabecera de la célula para identificarla y mandarla en flujos de alta prioridad. El tráfico de baja prioridad se envía cuando el ancho de banda está disponible. Este esquema de prioridades es más flexible para manejar el tráfico urgente. Además, aquellas aplicaciones que requieren un tiempo de transmisión fijo pueden acomodarse programándose para usar el ancho de banda en un intervalo fijo de tiempo.

Tres posibles aplicaciones de ATM son:

1. Red de área local de alta velocidad para un grupo de trabajo. Algunos grupos de trabajo utilizan estaciones de altas prestaciones, así como aplicaciones distribuidas por la red que consumen un ancho de banda mayor que el que proporcionan las LANs tradicionales. Estos grupos podrían configurarse conectando sus nodos a un conmutador ATM y éste, a su vez, a un encaminador que lo interconectase con el resto de la red.
2. Backbone de una red de área local. Podemos configurar una red de conmutación ATM como backbone de una red de área local, a la cual se encuentran conectados segmentos, que pueden ser FDDI, Ethernet, Token Ring, 100BaseVG, etc. o también, directamente, estaciones de altas prestaciones y que demandan un alto ancho de banda.
3. Red de área extensa. ATM también se utilizará como soporte para redes de área extensa. En concreto, los futuros servicios de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) usan esta tecnología de conmutación de celdas. Los servicios RDSI-BA están definidos para datos, voz y vídeo.

• FRAME RELAY

El desarrollo de redes de área local (LAN) llevó a las grandes empresas a tener islas de información que se instalaban y administraban por separado con el fin de dirigir necesidades de las diferentes áreas. Sin embargo, actualmente se están interconectando las redes LAN para crear organizaciones cada vez mayores.

El tener interconectadas las redes locales que se encuentran geográficamente dispersas proporciona grandes beneficios a empresas. Sin embargo, puede significar gastos fijos y una mayor inversión en equipos e instalación si esto no se hace adecuadamente.

Para lograr una interconexión eficiente se hace uso de avanzadas tecnologías como FRAME RELAY y ATM, que son protocolos que permiten interconectar las redes a través de enlaces de alta velocidad, ya que ofrecen un uso del canal de transmisión mucho más eficiente comparado con tecnologías anteriores como X.25 y TDM.

Al mismo tiempo que se incrementan las demandas de procesamiento de datos en las organizaciones, empiezan a proliferar soluciones en conectividad de redes de área amplia (WAN) así surge la necesidad de nuevos protocolos de WAN y métodos de comunicación para competir con esas demandas.

Frame Relay proporciona un transporte común para múltiples protocolos y es muy adecuado para el tráfico de redes sobre WAN.

Frame Relay es uno de varios protocolos que compiten por la aceptación como un estándar de área amplia. En su forma más simple, Frame Relay se desenvuelve en las capas más bajas del modelo OSI; es usado entre puntos finales, implementados sobre líneas de transmisión digitales de muy alta calidad.

Frame Relay ofrece las siguientes funciones :

- Interconexión de dispositivos que requieren un "throughput" muy alto en lapsos de tiempo muy cortos, como los puentes y routers.
- Interface con bajo retardo en el tráfico de red.
- Protocolo de alta velocidad, con paquetes de longitud variable.
- Diseño de red en forma de malla, que proporciona un método efectivo en costo para la conexión de múltiples sitios remotos.

Durante las últimas décadas, la tecnología de conmutación de paquetes ha sido dominada por X.25, uno de los métodos de transmisión de comunicaciones de área amplia pioneros y más utilizados. Muchas fuentes de investigación definen a Frame Relay como el protocolo de conmutación de paquetes de próxima generación. Frame Relay tiene sus orígenes en las especificaciones de la red digital de servicios integrados (ISDN) desarrolladas en los años ochenta.

Las primeras contribuciones al protocolo Frame Relay aparecen en 1984. Sin embargo no fue hasta 1988 cuando el Comité Técnico T1 acreditado por el Instituto de Estándares Americanos (ANSI) aprobó la especificación de Frame Relay. Sus servicios estuvieron disponibles a partir de 1993.

Con la rápida evolución de medios confiables de transmisión digital y el desarrollo de equipo de comunicación de datos, Frame Relay se ha convertido en el siguiente paso en la tecnología de transporte de datos. Debido a la continua proliferación de redes locales, los requerimientos de comunicación remota se ven constantemente incrementados. Así como los ambientes computacionales se mueven de un modelo basado en LAN hacia un modelo basado en WAN, las corporaciones están redistribuyendo su red.

Existen tres áreas donde Frame Relay demuestra significativas ventajas sobre otros protocolos de red

- Reduce costos de interconexión (tanto en hardware como en accesos de comunicación)
- Incrementa el rendimiento con poca complejidad de manejo de red
- Incrementa la interoperabilidad vía estándares internacionales

Con Frame Relay los costos de equipo son más bajos, ya que se requieren menos puertos de conexión para acceder a otras redes. Frame Relay provee múltiples conexiones lógicas a través de una sola conexión física, reduciendo los costos de acceso.

En los últimos años los proveedores de servicios públicos de Frame Relay han simplificado dicho servicio y reducido el precio. Esto hace que se pueda comprar e implementar fácilmente Frame Relay sobre otros servicios WAN.

Frame Relay reduce la complejidad de la red física sin romper sus funciones de alto nivel ya que sólo usa las dos capas más bajas del modelo OSI, a diferencia de X.25 que incluye la capa 3.

Al reducir la cantidad de procesamiento requerido para recuperación de errores y al usar eficientemente las líneas de transmisión digitales de alta velocidad, Frame Relay mejora el rendimiento y tiempos de respuesta para muchas aplicaciones que se tienen con otros servicios de conmutación de paquetes, como X.25.

Los dispositivos de acceso como los ruteadores, en ocasiones sólo requieren cambios en el software para soportar la interface estándar. Los equipos E1/T1 de conmutación ya existentes solamente tienen que ser actualizados para soportar Frame Relay en la red troncal. Frame Relay es una interface estándar que los fabricantes y los proveedores de servicio están implementando. La simplicidad del protocolo Frame Relay permite la pronta interoperatividad en procedimientos de pruebas de dispositivos entre diferentes fabricantes.

• Comparando Frame Relay con X.25

Como se ha mostrado X.25 es un protocolo que fue diseñado para la transmisión de datos sobre líneas telefónicas públicas. Se desarrolló en los años sesenta para solucionar un problema con transmisiones de ruido.

X.25 es una red conmutada que confirma los paquetes de cada conmutación y sólo son enviados cuando se recibe un "reconocimiento positivo". Es sumamente confiable y eficiente para la transferencia de datos a baja velocidad.

Las desventajas de X.25 se vuelven visibles al analizar cómo y por qué difiere con Frame Relay. La corrección de errores es la principal diferencia entre los dos protocolos. Las funciones de corrección de error y retransmisión de X.25 representan una carga significativa en la memoria del procesador de los ruteadores y elementos de conmutación de X.25.

A diferencia de X.25, Frame Relay no provee recuperación de error para frames corruptos. Frame Relay confía en la red y en los protocolos de transporte para desempeñar la retransmisión y recuperación de errores; lo cual da como resultado que un menor procesamiento sea requerido dentro de los nodos Frame Relay. Consecuentemente hay menos retardo durante la transmisión a través de la red, esto permite mayores volúmenes de tráfico y altas velocidades sin necesidad de incrementar costos o complejidad en los equipos.

Frame Relay permite tráfico de datos moviéndolos dentro de la red, pasando a través de las compañías telefónicas con un mínimo de procesamiento, por esta razón puede alcanzar velocidades hasta de 2.048 Mbps

Cuando se tiene una red WAN con pocos puntos, basada en ruteadores, existen otros protocolos que son muy eficientes, pues proporcionan un alto rendimiento y alta capacidad de procesamiento de información; un ejemplo es PPP que puede encapsular algunas formas de interconexión de datos como IP, IPX/SPX y TCP/IP.

Cuando se compara un servicio equivalente de líneas privadas con servicios Frame Relay hay ahorro en :

- Conexiones lógicas
- Puertos de conexión
- Costo en equipo
- Costo en circuitos
- Cargos por distancias

Al analizar Frame Relay se debe comprender como puede un ruteador con un sencillo enlace, establecer conexión con múltiples ruteadores; para tal efecto definiremos los siguientes términos :

PVC (Circuito Virtual Permanente)

Es la conexión punto a punto entre dos sitios. Con los circuitos virtuales permanentes una conexión punto a punto siempre existe y no se requiere una de una petición para restablecer la comunicación. Son similares a las líneas privadas en cuanto al hecho de que son dedicados a un usuario, pero difieren en el sentido que no consumen capacidad del puerto de conexión hasta que la información necesita ser transmitida, de tal forma que la combinación del puerto de conexión y los PVC 's permiten capacidad dinámica en tiempo real.

CIR (Tasa de Información Comprometida)

Cada PVC tiene asignado un CIR dado en bits por segundo. El CIR representa la capacidad promedio que el puerto de conexión puede entregar al PVC; este parámetro será consistente con el volumen promedio de tráfico esperado entre dos sitios, conectados por un PVC.

DLCI (Identificador de conexiones de Redes de Datos)

Es la dirección que se utiliza para distinguir circuitos virtuales separados a través de cada acceso de conexión. Diferentes DLCI pueden ser usados para cada dirección o PVC.

Frame Relay fue definido inicialmente como un protocolo orientado a conexión permanente. Los PVC's se fijaban a través de la compañía de telecomunicaciones que presta los servicios de Frame Relay o por el administrador de la red. Con las últimas implementaciones de PVC's, una vez que la conexión está establecida puede borrarse en cualquier momento, por lo que la red está disponible permanentemente.

Después de configurar el PVC, simplemente se configura el ruteador LAN con el DLCI apropiado para usar la comunicación. Los números de DLCI son provistos por el administrador de la red o por la compañía de telecomunicaciones y representan la dirección de Frame Relay; ésta ruta está disponible de inmediato y la comunicación entre los ruteadores ha comenzado.

Ya en la operación, múltiples protocolos pueden ser multiplexados sobre un DLCI. El DLCI contenido en el encabezado de Frame Relay se utiliza para identificar el canal lógico entre el ruteador y la red, esto permite la entrada de datos en el nodo de la red Frame Relay para que se envíen a través de la interface específica. El DLCI denota que destino recibirá el Frame.

Como se definió anteriormente Frame Relay es un protocolo de comunicación de datos de área amplia diseñado específicamente para aplicaciones actuales de anchos de banda intensos con comunicaciones de tipo ráfaga y retardos sensibles. Simplemente Frame Relay transmite información en frames de longitud variable y cuando las aplicaciones necesitan ser transmitidas. Aunque esto limita habilidad de Frame Relay para soportar voz, video o aplicaciones multimedia, si tiene el costo-beneficio de requerir sólo una actualización de software de los ruteadores actuales y controladores de comunicaciones para poder transmitir información de datos en frames.

Mientras que Frame Relay puede funcionar en un sistema de conmutación; es más eficiente cuando se implementa en tecnología del tipo fastpacket, que minimiza los retardos, maximiza la utilización del ancho de banda y asegura un rendimiento confiable; de hecho existe una alta relación costo-beneficio asociado en la implementación de backbones de tipo Frame Relay como alimentadores principales de ATM.

Capítulo 6. - Redes de Área Local y Área Extendida

6.1. - Introducción

En este capítulo se tratará el modo de operación de diferentes tipos de redes de transmisión de datos utilizadas para interconectar comunidades distribuidas de procesadores y varios estándares de interfaces y protocolos asociados. Una red de área local (Local Area Network-LAN), es una red de procesadores confinada a un área limitada, una red de área extendida (Wide Area Network-WAN), es en cambio, una red de procesadores que se extiende a mayores distancias.

En toda red de transmisión de datos, se utilizan alguna técnica de transmisión y un método de acceso para compartir información entre los nodos que conforman la red; así que veamos los principales tipos de éstos.

- **Técnicas de Transmisión**

Al hablar de una LAN, se presentan dos opciones en la forma de transmisión de la señal que son:

1. Transmisión en BANDA BASE (Baseband)
2. Transmisión en BANDA ANCHA (Broadband)

La diferencia entre una y otra forma consiste en el modo en que se genera la señal y circula por la red.

En una transmisión de banda base, la señal se aplica directamente a la red sin ningún tipo de modulación, de tal forma que el ancho de banda utilizado permanece igual, multiplexando por división en el tiempo (MDT) para transmisiones simultáneas y siempre en forma digital.

En una transmisión en banda ancha, la señal original modula a una señal portadora de alta frecuencia, transmitiéndose dentro de un ancho de banda ya asignado. Este método tiene la ventaja de permitir una multiplexación en frecuencia (MDF), por lo que se tienen varios canales, pudiendo transmitir simultáneamente varias comunicaciones sin que existan interferencias entre ellas, y siempre en forma analógica.

Las ventajas e inconvenientes que presentan cada tipo de red son las siguientes:

- Las redes banda base son inicialmente más económicas, y técnicamente más sencillas que las de banda ancha. En un momento determinado solamente un nodo puede acceder a la red; si dos o más nodos tratan de utilizar simultáneamente el canal, se produce una colisión de las señales, debiéndose retransmitir.
- Las redes de banda ancha alcanzan velocidades mucho mayores, típicamente 150 Mbps, frente a los 1-10 Mbps de banda base, permitiendo mayor número de usuarios. Utilizan diversos canales, por lo que podemos emplear diferentes protocolos o señales (voz, datos, vídeo) gracias a la técnica de multiplexación en frecuencia, pero para acceso a la red se hace necesario el uso de un módem por cada nodo.

En definitiva, parece que las redes en banda ancha presentan mayores ventajas en cuanto a capacidad y velocidad, aunque su costo y complejidad son mayores, por lo que aún no han alcanzado tanta difusión como la banda base, mucho más simples de implantar y mantener.

- **Métodos de Acceso**

Un factor determinante de una LAN es el método o protocolo que utiliza para regular y controlar el intercambio de información entre los diferentes nodos; dicho de otra manera, se puede considerar que este método lo que hace es asignar los recursos disponibles de la manera más adecuada para obtener el máximo rendimiento. Estos pueden ser centralizados o distribuidos, utilizando en las redes más convencionales un controlador central, localizado en el servidor de red, que se ocupa de asignar los distintos recursos disponibles; otras redes, por el contrario, utilizan un método de acceso distribuido, entre los diferentes nodos que componen la red.

El acceso a la red puede a su vez ser aleatorio o determinista dependiendo de que los nodos tengan derecho en cualquier momento a transmitir o necesiten esperar un turno antes de hacerlo. Dentro de los sistemas aleatorios, el protocolo más conocido es el CSMA/CD, y en los deterministas el de PASO DE TESTIGO. Los tres procedimientos más usados son los siguientes:

- **Multiplexión en tiempo (TDMA)**

Consiste en atribuir a cada nodo de la red un periodo de tiempo para que realice la transmisión de la información, de tal manera que todos los nodos tengan igual oportunidad de conexión; de esta forma se obtendrá una alta eficacia si se realizó una buena configuración.

- **Método de contención (CSMA/CD)**

Este método permite que todos los nodos puedan enviar un mensaje a la red en cualquier momento, sin tiempos de espera y siempre que en ese momento no exista tráfico en la red. Cuando una estación desea transmitir un mensaje, investiga si la red esta libre en ese momento, y si es así, realiza la emisión pretendida. Puede ocurrir que otras estaciones hubieran realizado una idéntica consulta en el mismo instante y también hubieran efectuado las emisiones respectivas; en este caso distintos mensajes circularan por la red y se producirá una colisión entre los mismos, que conllevará la pérdida de las correspondientes informaciones, antes de haber llegado a sus destinos. Se dice entonces que ha aparecido una contención en la red por haber entrado varias estaciones en colisión.

A continuación, las estaciones en colisión habrán de esperar un tiempo aleatorio antes de reintentar la transmisión y minimizar, de este modo, la posibilidad de una siguiente contención. Las interfaces de adaptación de las estaciones al medio han de tener capacidad de detectar actividad (CS – Carrier Sense) y colisiones (CD – Collision Detect). Por eso a esta técnica se le denomina CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access – Collision Detect).

De forma simplificada la transmisión en este tipo de redes se realiza de la siguiente forma:

- Escuchar antes de proceder a enviar.
- Escuchar mientras se transmite.
- Proceso de interferencia, caso de colisión.
- Periodo de espera, gobernado por un algoritmo, de tal forma que sea diferente para cada estación en caso de producirse una colisión.

Las redes que utilizan este método suelen tener una topología tipo bus, alcanzando una utilización efectiva alta, aunque muy variable y dependiente de las interferencias, llegando a degradarse si el número de estaciones supera un cierto límite, ya que CSMA/CD no impide las colisiones de mensajes. Un ejemplo de red que utiliza esta técnica es la ETHERNET de Xerox con topología en bus.

- **Paso de testigo (TOKEN PASSING)**

Esté es del tipo determinante, consiste en una señal denominada testigo (Token), que esta recorriendo continuamente la red (con topología de anillo); cada nodo en el momento de recoger el testigo puede enviar información, reteniendo al testigo hasta que finaliza, impidiendo al resto de los nodos el acceso a la red. Si no dispone de información para enviar, o ha finalizado la transmisión, simplemente pasa al testigo al nodo inmediato (Token passing).

La ventaja de este método radica en que en todo momento sólo existe un nodo activo, por lo cual se evitan los problemas de colisiones. La información es leída por todos los nodos, aceptándola solamente aquel al que va dirigida, y circula hasta alcanzar al remitente, con lo cual tenemos confirmación de la correcta recepción del mensaje; de esta forma se pueden enviar fácilmente mensajes de difusión general. La probabilidad de transmisión es alta para todos los nodos, ya que se sigue un orden determinado para ello. Aunque la velocidad de las redes no es muy elevada, su rendimiento puede ser alto debido a la inexistencia de colisiones, y solo dependerá del número de estaciones que la integran.

Este tipo de acceso se utiliza en topología tipo bus y en tipo anillo y un ejemplo típico es la red de área local en anillo de IBM (Token Passing Ring)

6.2. - Estándares en LAN

Una Red de Area Local (Local Area Network -LAN) es un sistema de transmisión de datos cuyo ámbito geográfico está limitado a distancias moderadas (una oficina, una empresa, una universidad, etc.) que permite que un número de dispositivos de tratamiento de información se comuniquen entre sí. En general, una LAN se caracteriza por:

- Estar comprendida dentro de una zona geográfica reducida, del orden de unos centenares de metros a unos kilómetros.
- Permitir una velocidad de transferencia muy elevada, del orden de Megabits por segundo (Mbps).
- La comunicación de la información entre ellos.
- La utilización, en modo general, de las posibilidades de procesamiento y almacenamiento de datos ofrecidas por procesadores de pequeña y mediana capacidad, y de cualquiera de los restantes equipos conectados.
- El crecimiento flexible del volumen de dispositivos sin necesidad de realizar un nuevo tendido de cables. En el momento en que se diseña la red se prevé la instalación de acopladores a la misma, por todo el área, independientemente de que en el momento del inicio del funcionamiento no se utilicen todos.
- Una única salida exterior de comunicación con redes públicas tanto de voz como de datos.

En cuanto a normativa, el estándar más usual ha sido definido por la norma IEEE 802, que define básicamente los dos primeros niveles del modelo OSI. Dentro de esta norma, cabe contemplar cuatro modalidades de acceso, definidas por las características eléctricas o por los componentes de la red LAN, diferentes (IEEE 802.3, IEEE 802.4, IEEE 802.5, IEEE802.6).

Los estándares del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) son los siguientes:

- IEEE 802.1 Estándar para Redes de Área Local y Urbana. Generalidades y arquitectura. Direccionamiento, funcionamiento interno y gestión de las redes de área local. Higher Layers and Management (HLI).
 - IEEE 802.2 Estándar para LANs, control de enlace lógico Logical Link Control (LIC).
 - IEEE 802.3 CSMA/CD (Ethernet). Método de acceso y especificación del nivel lógico.
 - IEEE 802.4 Bus de paso de testigo (Token Passing Bus). Método de acceso y especificación del nivel físico
 - IEEE 802.5 Anillo con paso de testigo (Token Passing Ring). Método de acceso y especificación del nivel físico
 - IEEE 802.6 Estándar para las redes de área urbana. Metropolitan Area Networks (MAN).
 - IEEE 802.7 Estándar para las redes de área local en banda ancha.
 - IEEE 802.8 Estándar para la fibra óptica.
- **Sistema Ethernet**

Ethernet fue desarrollado a través de los esfuerzos conjuntos de XEROX, DEC e INTEL. Actualmente, Ethernet se adhiere completamente a sus propias especificaciones y esta disponible en redes 10BASE2, 10BASE5 las cuales usan cable coaxial y la más actual 10BASET, usando cable de par trenzado. Ethernet especifica una velocidad de transmisión de 10 Mbps, en banda base o banda ancha, y una longitud de cable de un segmento de 500 m (10BASE5) o 180 m (10BASE2).

• **Arquitectura.**

Ethernet puede describirse brevemente como un bus, con una distancia máxima de 2500 m y una velocidad de 10 Mbps sobre cable en banda base, con un número máximo de 1024 estaciones de trabajo. Como todas las redes que trabajan en banda base, la transmisión es half-duplex. El protocolo que soporta Ethernet es CSMA/CD.

La conexión de Ethernet al cable coaxial se determina transceptor; tanto 10BASE2 como 10BASE5 se refieren a él como Unidad de Acceso al Medio, MAU (Medium Attachment Unit), aunque este dispositivo en el caso de 10BASE2 esté incorporado en la propia tarjeta de red.

De la misma manera, Ethernet 10BASE5 llama al cable entre el transceptor y la tarjeta adaptadora de red cable AUI (Attachment Unit Interfaz) o también cable drop. Ethernet 10BASE2, al conectarse directamente a la tarjeta no requiere un cable AUI.

Existen en el mercado fabricantes de tarjetas como D-Link o Western Digital que ofrecen una distancia de transmisión superior (300 m). No obstante, esta opción no se adhiere al estándar Ethernet 10BASE2.

• **Características del medio físico.**

- La máxima longitud de un segmento de cable es de 500 m
- El cable debe ser terminado, con una impedancia característica de $50 \pm 2 \Omega$ y conectado a masa en solo un punto.

- Máximo de 2 repetidores en una trayectoria entre dos estaciones de trabajo.
- Máximo de 50 m entre un tranceptor conectado al segmento de cable coaxial y su estación de trabajo (cable AUI).
- Máximo de 100 tranceptores por segmento

La especificación IEEE 802.3 para redes CSMA/CD define dos tipos de redes Ethernet de Banda Base: 10BASE5 (10 Mbps velocidad de transmisión, 500 m de longitud máxima de segmento) y 10BASE2 (10 Mbps de velocidad de transmisión y 180 m de longitud máxima por segmento). Las características físicas son ligeramente diferentes de la especificación Ethernet. He aquí algunas de estas diferencias:

- **IEEE 802.3 10BASE5**

- Máxima longitud de segmento 500m
- Un máximo de 5 segmentos (con 4 repetidores) en cualquier trayectoria de red entre dos estaciones; tres de las cuales pueden ser segmentos coaxiales, más de dos segmentos de unión (link segment).
- Cuando no existe un segmento de enlace, pueden coexistir en cualquier trayectoria hasta tres segmentos.
- El cable debe ser terminado, con una impedancia característica de $50\pm 2\Omega$ y conectado a masa en solo un punto.
- Máximo de 100 MAUs en un segmento de cable.
- Los MAUs deben ser conectados en el cable a una distancia entre ellos de 2.5 m

- **IEEE 802.3 10BASE2**

- Máxima distancia de un segmento de 180 m.
- El cable típicamente usado es el RG-58 A/U.
- Máximo de 5 segmentos (con 4 repetidores) entre dos estaciones; las mismas reglas que 10BASE5, tres segmentos coaxiales y dos segmentos de unión.
- El cable debe ser terminado, con una impedancia característica de $50\pm 2\Omega$ y conectado a masa en solo un punto.
- Conexiones a través de adaptadores BNC en "T".
- Un total de 30 estaciones o nodos por segmento.

- **Sistema Token Ring**

La red Token Ring se adhiere al estándar IEEE 802.5, y está actualmente soportada por un número importante de fabricantes, entre ellos, IBM, Procon, Racore, Gateway Communications, 3 COM, D-LINK y Ungermann Bas. Desarrollos a finales de 1988 incluyeron un incremento de la velocidad de transmisión de 4 Mbps a 16 Mbps y el anuncio por parte de Texas Instruments del chip TMS380C16.

- **Arquitectura Token Ring**

Un componente básico de la red en anillo es un dispositivo denominado Unidad de Acceso Multiestación MAU (Multistation Access Unit) o también Concentrador de Cableado WC (Wire Concentrador). Este dispositivo es el punto central de conexión de los nodos a la red.

Aunque su nombre implica un anillo, físicamente su topología es de estrella y eléctricamente un anillo. Una de las funciones más importantes que ha de realizar una MAU es la reconfiguración dinámica del anillo cuando un nodo deja de estar conectado a la red (por ejemplo al desconectar un ordenador). Esta función se realiza por medio de relés que anulan la entrada del ordenador desconectado, estableciendo de nuevo el anillo conductor.

Cada nodo actúa como un repetidor a nivel de bit, recibe el flujo de información de su nodo más cercano, lo procesa si es necesario y envía este flujo de datos al cable y así al siguiente nodo en la línea. El retardo de propagación a nivel de bits por cada nodo es muy pequeño. Esta transmisión serie sigue al anillo o lazo completo, recibiendo por último la estación emisora la información que envió. El Token es simplemente una secuencia específica de bits que circula a través de los nodos, dando a éstos permiso para transmitir.

Las redes Token Ring con frecuencia son descritas como entornos de muestreo distribuido. Cada estación recibe una señal de muestreo para determinar si necesita acceso a la red. Cuando el nodo está en posesión del Token, puede comenzar la transmisión de la información que se encuentra en su buffer o memoria de salida. De lo contrario, el nodo se encuentra en el modo de repetición de bits.

Las arquitecturas de topología en estrella presentan claras ventajas a la hora de diagnosticar problemas:

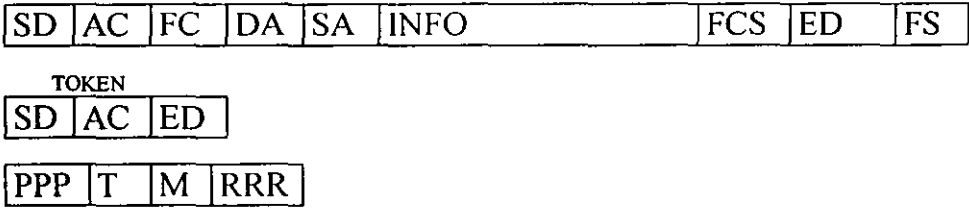
- El centro de cableado/conexión o MAU permite un rápido acceso a ambos extremos del cableado para un rápido chequeo.
- Un nodo problemático o un centro de conexión pueden fácilmente eliminarse al poder reinstalar las conexiones en el panel central.

- **Formato de trama**

Existen dos formatos básicos de los mensajes (tramas) que se intercambian los nodos para transmisión de los datos y control: Token y tramas de datos.

Los campos SD y ED son indicativos del principio y fin de trama. El campo de Control de Acceso AC (Access Control) está dividido. El bit T (Token Bit) indica si la trama es el Token o es de datos. El bit M se activa únicamente por una estación privilegiada que lo utiliza para detectar tramas de datos, los cuales, con dirección inadecuada, circulan indefinidamente por el anillo.

Los bits P indican la prioridad de la trama, así como la del Token. Los bits R indican la reserva de prioridad pedida. Estos bits se utilizan para gestionar la asignación del Token a las distintas estaciones. Los campos DA y SA contienen las direcciones destino y fuente. El campo INFO contiene los datos, el campo FCS es el de verificación de trama, utilizado para detectar errores de transmisión, y por último el campo FS contiene los bits de estado de la comunicación de indicativos de recepción, error en la trama o de ambos.



PPP: Prioridad
 T: Token
 M: Monitor
 RRR: Reserva

Fig. 6.1 Trama típica de Token Ring

• **Sistemas de cableado**

IBM define los cables permitidos en redes Token Ring por su número:

- Tipo 1. Cable blindado de dos pares trenzados de AWG 22. Este cable se denomina DATA GRADE (cable de calidad para transmisión de datos). El uso de tipo 1 permite la transmisión a 16 Mbps y un número máximo de 260 estaciones en la red.
- Tipo 2. Cable igual al anterior llevando además 4 pares de pares trenzados de hilos rígidos y AWG 26 añadidos entre el blindaje y la cubierta de plástico exterior. Este tipo también soporta 16 Mbps. Es un cable ideal para la transmisión conjunta de datos y voz.
- Tipo 3. Par trenzado no apantallado de AWG 22 o 24. Limita la velocidad de transmisión a 4 Mbps y el número de estaciones a 72.
- Tipo 5. Cable de fibra óptica de 100/140 µm, utilizado para conectar MAUs distantes con repetidores de fibra óptica.
- Tipo 6. Cable apantallado con 4 conductores de cobre pulido de AWG 26, para conectar las estaciones de trabajo a las MAUs. Las distancias máximas se encuentran sobre el 66% del cable tipo 1.
- Tipo 8. Cable similar al tipo 1. Es más plano para que pueda ser instalado bajo moquetas o alfombras. AWG 26. Sus limitaciones son el 50% del tipo 1.
- Tipo 9. Par trenzado apantallado de AWG 26. Sus limitaciones están en el 66% del tipo 1.

6.2.1. - Nuevas Tecnologías de Alta Velocidad.

Hoy en día existe una necesidad, cada vez más acuciante, de incrementar el ancho de banda de las redes de área local. El mayor porcentaje de redes de área local instaladas es de redes Ethernet (10Mbps) o de redes Token Ring (4 o 16 Mbps). Ambas tienen limitaciones importantes:

- Las primeras bajan drásticamente su rendimiento cuando crece el número de estaciones conectadas a ellas, llegando a bloquearse a consecuencia del aumento de las colisiones. Las redes Token Ring imponen limitaciones en cuanto al número de estaciones que pueden conectarseles.
- Ambas proporcionan anchos de banda suficientes para aplicaciones tradicionales de ordenador, pero no para las nuevas aplicaciones de tiempo real (transmisión de voz y vídeo) y aplicaciones multimedia que están apareciendo, o bien, para conexiones a servidores de red que están muy solicitados y que necesitan mucho ancho de banda. 3.El medio de transmisión en las LANs tradicionales (incluida FDDI) es un medio compartido, es decir, hay que competir con el resto de las estaciones para acceder al medio de transmisión. Esto es también ineficaz para las aplicaciones de tiempo real.

Ante esta panorámica se empieza a estudiar la posibilidad de aumentar el ancho de banda de las redes de área local a 100Mbps. Hasta hace muy poco la única tecnología estándar que proporcionaba 100Mbps era FDDI. Sin embargo, la especificación de FDDI, a pesar de superar a todas sus predecesoras, está tardando bastante en entrar en el mercado, incluso en áreas donde en principio tenía grandes ventajas. Esta tardanza se debe, fundamentalmente a dos factores:

1. Los trabajos originales en la especificación del estándar FDDI comenzaron en 1984, y no finalizaron hasta ocho años después. La tecnología punta no puede esperar tanto.
2. Los resultados obtenidos han compensado la larga espera, pero no así los costes. A pesar que el rendimiento global de FDDI y la tolerancia a fallos son buenos, FDDI requiere un alto precio inicial en la instalación del hardware. Los precios de las interfaces, acopladores, conectores, etc., son muy altos. Además, dada la complejidad del protocolo FDDI, los costes de formación y soporte pueden doblar el precio de la red.

FDDI debería tender a reducir las diferencias de precio que presenta respecto a otros protocolos como 100 BaseT de Fast Ethernet o 100VGAnylan.

• Ethernet Conmutado

Es una de las actuales tendencias en tecnologías LAN de alta velocidad. No es tan nueva como Fast Ethernet o 100VG AnyLan. Es una forma de segmentar dinámicamente una LAN.

La distinción conceptual básica entre la Ethernet ordinaria y Ethernet Conmutado es que a diferencia del método CSMA/CD de controlar el tráfico en la red entre los puntos A y B, Ethernet Conmutado es un método de transmisión punto-a-punto que utiliza un dispositivo de conmutación para proporcionar vías dedicadas al tráfico sobre la marcha.

Este dispositivo de conmutación es un EtherSwitch que básicamente:

- consigue que cada uno de sus puertos se convierta en un segmento de LAN dedicado
- maneja el tráfico inter-segmentos (inter-puertos) vía una matriz de conmutadores
- realiza sólo una conexión entre los nodos de la red cuando es necesario

Un ejemplo de dispositivo EtherSwitch es el EtherSwitch EPS-2015RS de Kaplana de la empresa ANIXTER. Con 15 puertos, gestión SNMP, protocolo Spaning Tree, posibilidad de crear hasta 7 redes virtuales, filtrado de direcciones que permite a los administradores aislar determinados dominios o usuarios y

Etherchannel que proporciona conexiones de hasta 140 Mbps. Existen modelos más económicos con características inferiores: 7 puertos, full-dúplex, SNMP. Ethernet Conmutado ofrecerá una mejora de prestaciones en una LAN sólo en determinadas condiciones:

- Si el uso de la red es superior a un 35 por ciento.
- Si la respuesta de la red es lenta.
- Si en la red se utilizan dispositivos que demandan un amplio ancho de banda como estaciones de trabajo o servidores.

Veamos a modo de ejemplo como convertir una determinada Topología Ethernet en una Topología con Ethernet Conmutado y que diferencias se observan entre ambas tecnologías.

Tenemos inicialmente nueve puestos de trabajo conectados con un hub Ethernet estándar, y tres servidores Pentium a 66 Mhz cada uno ejecutando NetWare 3.12. Luego tenemos ocupados 12 puertos del hub. Los primeros tres puestos de trabajo se conectan al servidor uno, los tres siguientes al servidor dos y los tres últimos al servidor tres. No se ha realizado ningún tipo de segmentación. Al margen del número de puestos de trabajo en la red y al margen total de servidores, todos ellos se comunican compartiendo los 10 Mbps que están disponibles para todos, si añades más puestos de trabajo peor será el rendimiento de Ethernet debido al cuello de botella del ancho de banda Ethernet. Precisamente al tener todos los dispositivos de la red en el mismo dominio de colisión supone que el ancho de banda efectivo sea de 8,5 Mbps.

Supongamos ahora que añadimos a la topología dos hubs más y un EtherSwitch. Configuramos los puertos del EtherSwitch a funcionamiento half-duplex. Lo que el EtherSwitch hace es segmentar dinámicamente la red en tres subredes separadas. Cada puerto del servidor crea un segmento de LAN propio y separado. Todo el tráfico está dirigido por la matriz de conmutadores internos en el EtherSwitch al nivel de Media Access Control (MAC). Cada vez que llega un paquete al conmutador, éste toma nota de su dirección de destino y establece una conexión con el destinatario. Al contrario de los bridges donde los paquetes tienen que ser almacenados y reenviados, aquí los paquetes siempre se transmiten inmediatamente. Ahora conseguimos un 300 por ciento de incremento del ancho de banda efectivo, pasando de los 8,5 Mbps hasta los 24,5 Mbps.

Cuando varios segmentos se conectan a la red utilizando bridges, un mensaje mandado desde el nodo A en el segmento Uno al nodo B del segmento Dos, incurre en dos retrasos de entre 100 a 3200 microsegundos. Si se reemplazan los bridges por un conmutador Ethernet y hay un puerto adicional conectado a la red, el mensaje mandado por el nodo A en el segmento Uno al nodo B en el segmento Dos, verá reducida su latencia en una cifra situada entorno a los 40 microsegundos.

• Ethernet y Token Ring a 100Mbps

Hace apenas unos pocos años se han terminado de desarrollar nuevas tecnologías de Ethernet y Token Ring a 100Mbps. La idea de partida consistió en que los diseños de redes de área local que se plantearán en un futuro próximo estarían basados en backbones de FDDI o ATM (método de transferencia asincrónica, que será descrito más adelante), usando una tecnología asequible de red local a 100 Mbps, que permitieran que la Ethernet o Token Ring donde trabaja el usuario final tuviera a su disposición un ancho de banda tal que las aplicaciones futuras fueran operativas y no se advirtieran retrasos en su funcionamiento. Se tuvieron que resolver varios problemas. Entre ellos está satisfacer las limitaciones FCC (Federal Communications Commission) de los Estados Unidos, que limitan la radiación emitida por los cables de categoría 3 UTP que lleven tráfico de alta velocidad. En este punto los fabricantes estaban divididos en dos grupos. Para conseguirlo, unos propusieron la propagación de la señal de datos sobre cuatro pares UTP en vez de dos y limitar las transmisiones a un único sentido. El uso de cuatro pares en vez de dos es un requerimiento fácil de cumplir ya que los cableados UTP existentes están hechos con cuatro pares, dos de los cuales no se usan. Sin

embargo, la limitación de las transmisiones a un único sentido requeriría la sustitución del mecanismo de acceso al medio CSMA/CD por otro nuevo. Con CSMA/CD las estaciones son capaces de recibir y transmitir datos simultáneamente detectando cuando la red está ocupada. Los opositores sostenían que Ethernet sin CSMA/CD no es Ethernet, y que las limitaciones de las emisiones de radiación deben de superarse usando técnicas de señalización basadas en chips, en vez de reemplazar el mecanismo de acceso al medio. A pesar de los problemas y las diferencias, los grupos de estudio se pusieron de acuerdo en tres puntos cruciales en la tecnología de Ethernet a 100 Mbps:

- Se debe basar en la misma topología en estrella usada en las redes 10BaseT, con estaciones de trabajo a distancias de hasta 100 metros del HUB.
- Debe usar el mismo formato de trama que 10BaseT de forma que para unir las Ethernet existentes con las nuevas a 100 Mbps, sólo hagan falta Hubs equipados con buffers de memoria para manejar la diferencia de velocidades.
- Limitar las distancias de la estación de trabajo al HUB a 100 metros, esto hace que no se pueda utilizar como tecnología de backbone.

Se formalizaron varias propuestas y algunas de ellas se han establecido como estándar, las más conocidas son: 100BaseVG (IEEE 802.12), 100BaseVG-AnyLAN (IEEE 802.12) y 100BaseT(802.30).

• Fast Ethernet: 100BaseT

En un principio llamada 100BaseX Esta especificación fue promovida por Grand Junction. Utiliza dos estándares: CSMA/CD y la capa PMD (Physical Media Dependent) de FDDI, así pues mantiene el protocolo de acceso al medio de Ethernet. No se comprimen los datos transmitidos por el cable, el rendimiento de 100 Mbps se alcanza mediante la utilización de un código de tres niveles. Este código (MLT-3) dobla las posibilidades de codificación de un cambio de tensión eléctrica. Un gran inconveniente es que necesitará cables de categoría 5. Otro inconveniente es que el diámetro actual de Ethernet se ve reducido de 2500 metros a 250 y, puesto que es necesario que se siga manteniendo la distancia de 100 metros de estación a HUB, son necesarios muchos puentes y encaminadores para cada HUB. En cualquier caso está claro que, se escoja 100BaseVG o 100BaseT, se necesitarán nuevos adaptadores para los puestos de trabajo, así como nuevos concentradores. Dado que los cambios son necesarios, no tiene sentido implementar una tecnología que no mejore significativamente lo que existe actualmente.

• 100BaseVG

Es la tecnología de Ethernet a 100 Mbps propuesta por Hewlet Packard y At&T, a la que se unió IBM. En el estándar se propone que las señales sean transmitidas sobre cuatro pares en una única dirección ya sea de estación a HUB o al revés. También se propone reemplazar CSMA/CD por un nuevo método de acceso llamado Demand Priority Protocol. Con este protocolo las demandas de acceso procedentes de estaciones son enviadas al HUB, encargándose éste de responder. Puede funcionar en instalaciones de cableado UTP de categoría 3 (cableado de calidad de voz, o Voice Grade). También se soportan los cableados de categoría 4 y 5. Los conectores que se utilizan son del tipo RJ45, así como los conectores Telco de 50 pines usados para 25 pares de cables. Usando estos conectores y un cable UTP de categoría 3 se pueden soportar las conexiones con distancias entre estación y HUB de 100 metros. Si, en cambio, el cable es de categoría 4 o 5 se soportan distancias de 200 metros y usando conexiones de fibra óptica la distancia puede llegar a ser de 2 Km. Resumiendo, las características principales de 100BaseVG son:

- El formato de la trama en la capa de enlace es idéntico al usado en Ethernet.
- Posee una topología en estrella. Las estaciones están conectadas a un HUB que es un nodo de conmutación de circuitos. Se pueden asignar prioridades a los puertos de dicho HUB.

- Usa los cuatro pares del cable para cada estación (10BaseT sólo usa dos). Se divide la señal de 100 Mbps sobre cuatro pares, es decir hay 25 Mbps sobre cada par. De esta forma los niveles de radiación están dentro de los permitidos por las regulaciones FCC. Utiliza un método de codificación llamado 5B6B para reemplazar al método de codificación diferencial Manchester usado en 10BaseT

El método de acceso (Demand Priority Protocol) actúa de la siguiente manera:

- Una estación emite una petición de transmisión (tono).
- Recibe una autorización de transmisión por parte del HUB (tono).
- El HUB empieza a recibir la trama y mientras determina cual es la estación de destino sigue recibiendo datos (buffer elástico).
- El HUB avisa a la estación de destino del próximo envío de datos.
- La estación destino responde con un preparado para recibir.
- Durante los tres últimos pasos el HUB continúa recibiendo datos.
- Se realiza la transmisión de datos al destino (a través de los cuatro pares).
- Ambas estaciones vuelven al estado inicial al terminar la transmisión

100BaseVG tiene muchas similitudes con respecto a Ethernet, pero implementa varias mejoras:

- Fair Arbitration o acceso determinístico. Se sustituyen las colisiones por un procedimiento determinístico de acceso al medio para cada estación basado en un protocolo de demanda/concesión administrado por el HUB. Esto proporciona un ancho de banda ordenado sin colisiones, de forma que el 97% del ancho de banda sea usado por datos de usuario.
- Link Privacy o aislamiento del enlace. El aislamiento del enlace es inherente al protocolo 100BaseVG dado que las estaciones están generando tramas que van por un circuito virtual creado por el HUB. Sigue siendo un medio compartido, pues mientras esté establecido un circuito no se van a poder establecer más. Los paquetes de broadcast se repiten por todos los puertos. La detección de intrusos es muy fácil de implementar con 100BaseVG.
- Demand Priority Signaling o establecimiento de prioridades por demanda. Permite a las aplicaciones multimedia u otras aplicaciones muy sensibles a los retardos aumentar su prioridad de acceso a la red.

• 100BaseVG-AnyLAN

Al unirse IBM al grupo de 100BaseVG se cambió el nombre de la especificación por 100BaseVG-AnyLAN. Es una especificación ampliada para permitir que no sólo las tramas Ethernet vayan a 100 Mbps sino también las de Token Ring. Este cambio no retrasó la aparición del estándar ya que incluir dentro de éste el formato de las tramas Token Ring no supuso cambios significativos.

- **FDDI (norma ANSI X3T9.5)**

Los usuarios de las redes Ethernet a 10Mbps y Token Ring a 4 o 16 Mbps se encuentran, básicamente con dos problemas:

1. Saturación de red, provocada por el aumento de nodos y el uso intensivo de aplicaciones de red (servidores de ficheros, correo electrónico, acceso a bases de datos remotas, etc.).
2. Conectividad de las diferentes redes y aplicaciones.

El objetivo de la red FDDI no es sustituir a las redes anteriores; más bien las complementa, intentando solucionar estos problemas. Además se han añadido recursos para la integración de nuevos servicios telemáticos de voz e imagen. La red está estandarizada por el comité X3T9.5 de ANSI (American National Standards Institute). En la norma FDDI se define un nivel físico y un nivel de enlace de datos, usándose fibra óptica como medio de transmisión a una velocidad de 100 Mbps. La norma establece un límite máximo de 500 estaciones, 200 m entre estaciones y una distancia máxima total de 100 Km. FDDI se caracteriza por su topología de doble anillo:

- Un anillo primario; similar al anillo principal de Token Ring.
- Un anillo secundario; similar al anillo de backup de Token Ring.

Cada anillo se forma con un hilo de fibra óptica, por lo que, con un par de hilos de fibra óptica podremos formar el doble anillo FDDI. Según el tipo de conexión al anillo, simple o doble, existen dos tipos de estaciones denominadas SAS (Single-Attached Station) y DAS (Dual-Attached Station) respectivamente. Las primeras necesitan realizar la conexión al anillo mediante un concentrador y, al contrario que las segundas, no forman parte integrante del esquema tolerante a fallos que implementa FDDI. Las estaciones SAS permiten una topología en estrella, característica que las hace adecuadas para su instalación mediante un sistema de cableado PDS como el que disponemos. Para poder llevar a cabo esta última configuración deberíamos tener FDDI sobre cable de cobre UTP, de esto último se encarga TPDDI. La tecnología de FDDI sobre hilo de cobre se inició a principios de 1991. Cabletron desarrolló la tecnología necesaria para transmitir sobre distancias de hasta 100 metros en FDDI con UTP, y hasta 150 metros con STP, sin modificar el esquema actual de codificación FDDI. Actualmente se está a la espera de la aprobación de una norma definitiva. FDDI se basa en la arquitectura OSI y su especificación se divide en cuatro capas. Las dos primeras se corresponden con el nivel físico, la tercera con el control de acceso al medio y la cuarta abarca a las tres anteriores y realiza funciones de gestión. Las cuatro capas son:

1. PMD (Physical Media Department). Define la frecuencia y los niveles de los pulsos ópticos que componen la señal. También especifica la topología y los tipos de fibras y conectores que pueden ser empleados.
2. PHY (Physical Layer Protocol). Aquí se definen los tipos de codificación (4b/5b) y sincronización.
3. MAC (Media Acces Control). Comprende los protocolos necesarios para la generación del testigo, la transmisión de la trama y el reconocimiento de direcciones. También se define aquí la estructura o formato de las tramas y el método de corrección de errores. El protocolo de acceso es, básicamente, el mismo que en el caso de Token Ring, aunque con algunas diferencias. La estación que quiere transmitir tiene que esperar a recibir el testigo, una vez en su poder puede transmitir tramas durante un cierto tiempo, transcurrido el cual debe devolver el testigo a la red.

4. SMT (Station Management). Su misión es monitoriar y gestionar la red. Se divide en tres partes: Frame Services que genera tranams de diagnóstico; CMT (Connection Management), que controla el acceso a la red; y Ring Management que determina los problemas que aparecen en la red física. SMT monitorea y gestiona la red mediante una completa lista de funciones que ningún otro protocolo ofrece. Gracias a esto, FDDI es la tecnología de red más sólida y robusta de las que hay actualmente disponibles.

6.3. - Redes WAN

Las Redes de Area Local (LANs) se diferencian de las Redes de Area Extendida (WANS) sobre todo, en la manera en que se comunican. Ya que una LAN esta restringida a un área limitada, los procesadores pueden estar conectados con cables eléctricos. Sin embargo, como las señales eléctricas se debilitan a grandes distancias, los cables eléctricos por lo general no se utilizan en redes WANs. Incluso si la superconductividad a temperaturas ambiente eliminara esta degradación en la señal en un futuro, los cables eléctricos son demasiado costosos para conectar procesadores separados a grandes distancias. En su lugar, las WANs hacen uso considerable de comunicaciones vía satélite, microondas y de la red telefónica.

Típicamente, las LANs se comunican a velocidades más altas que las WANs. Una LAN comunicándose sobre cable coaxial alcanza velocidades de hasta 10 Mbps, velocidad típica en una red Ethernet o de 16 Mbps en el caso de Token Ring, una LAN comunicándose mediante cables de fibra óptica puede alcanzar velocidades de varios centenares de Mbps.

Las WANs que se comunican vía satélite o por enlace de microondas, pueden alcanzar velocidades semejantes a las de las LAN's, pero la mayoría de ellas utilizan la red telefónica. Una línea de teléfono puede alcanzar velocidades del orden de 9600 baudios por segundo, menos de 1/100 de 1 Mbps, más de 1000 veces más lenta que una LAN comunicándose a través de cable coaxial. Existen líneas telefónicas de propósito especial que permiten velocidades de comunicación altas como de 57600 bauds por segundo, siendo esta no obstante unas 200 veces más lenta que la velocidad permitida en el cable coaxial.

• Interconexión entre redes LAN y WAN.

Conexión de una LAN a una WAN

Una red de área amplia se crea por medio de la conexión de dos o más LAN físicamente aisladas, por ejemplo dos redes que estén en edificios diferentes. El método más común para conectar las LAN y formar una WAN es usar los servicios de conexión que proporciona la compañía telefónica.

La compañía telefónica proporciona diversos servicios para conectar estas redes, y cada uno de ellos soporta varias velocidades de comunicación. Un puente o un ruteador conectado a una *unidad de servicio de canal / unidad de servicio digital* (CSU/DSU) conecta la LAN a la WAN. Un CSU/DSU es un módem de alta velocidad que conecta a la red LAN con las líneas telefónicas.

Los servicios de la compañía telefónica incluyen:

- conexiones conmutadas
- líneas alquiladas
- conmutación de paquetes

Una conexión conmutada es una conexión temporal a la WAN que se establece cada vez que se necesita.

Una línea alquilada o privada es una conexión permanente entre las LAN.

La conmutación de paquetes es un servicio que permite la conexión entre varias LAN. Por medio de este servicio se pueden enviar documentos a diferentes usuarios ubicados en diferentes LAN, ya que este sistema reconoce a qué LAN está destinado el paquete y luego dirige el paquete al destino adecuado.

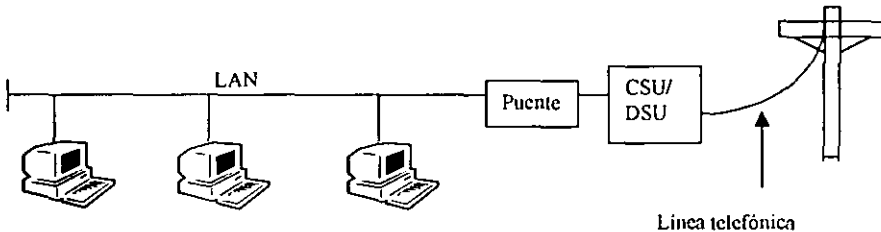


Fig. 6.2 Posible conexión de una LAN a una WAN

Las velocidades de transferencia de datos soportada por los diversos servicios van desde 19.2Kbps a 45Mbps. Un servicio llamado T1 soporta un enlace de datos de 1.544Mbps. Una línea T1 también puede dividirse en un total de 24 canales de 64Kbps.

La línea de mas bajo rendimiento proporcionada por la red telefónica es la línea de 56Kbps y el módem más utilizados actualmente usan velocidades de 14.4Kbps, aunque ya se están introduciendo modems de 28.8 kbps.

Actualmente se disponen de tecnologías que conectan varias LAN para formar una WAN en forma similar a como se conectan con un CSU/DSU. Estos dispositivos incluyen señales infrarrojas, rayos láser y microondas o vía satélite.

Uno de los retos más importantes en el diseño de la infraestructura de Telecomunicaciones de organización es comunicar a las distintas redes de cómputo sin limitaciones de marca, para lograrlo se desarrollo la tecnología de conectividad para LANs y WANs.

Los dispositivos de conectividad forman parte relevante de la red, por lo que la comprensión de su funcionamiento y características permitirán seleccionar el equipo más adecuado al tipo de red existente en una organización.

Uno de los objetivos de la conectividad, es proporcionar un mecanismo confiable para el intercambio de datos y extender los servicios de cómputo que son presentados a nivel local hacia los usuarios remotos.

- **Dispositivos de conectividad LAN (Sistemas Intermedios)**

Los dispositivos de conectividad LAN, permiten que distintas LANs instaladas en un mismo edificio se interconecten y en otros casos; la conexión a un medio de transmisión externo.

- **Adaptadores de impedancias**

Trabajan al nivel 0, directamente conectando los cables. Es como un "empalme" de dos cables.

- **Repetidor (Repeater)**

Este dispositivo es el más rápido. Trabajan en el nivel físico, y lo único que hacen es repetir los bits que le entran por un lado al otro. No tienen capacidad de almacenamiento. También conocidos como hubs.

Se usa para extender las longitudes físicas de las redes, pero no contienen inteligencia para funcionar de enrutamiento. Un repetidor se utiliza cuando dos segmentos se están acercando a sus longitudes físicas máximas, las cuales son limitadas en el cableado.

- **Puente (Bridge)**

El puente trabaja en las capas física y de enlace de datos del modelo de referencia OSI; no cuida que los protocolos de red estén en uso, solo prueba la transferencia de paquetes entre las redes. Con el empleo de un puente la información se intercambia entre los nodos por medio de direcciones físicas. El puente normalmente se utiliza al dividir una gran red dentro de áreas pequeñas, con lo que se reduce la carga del tráfico y se incrementa el rendimiento. Un ejemplo sería la interconexión de una red Ethernet y una Token Ring.

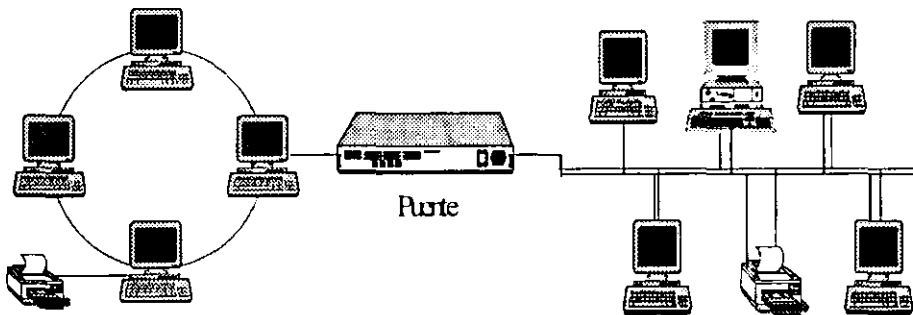


Fig. 6.3 Red de Área Local utilizando puentes

- **Ruteador (Router)**

Este dispositivo se emplea para traducir la información de una red a otra. La información se intercambia mediante direcciones lógicas. El ruteador funciona en la capa de red del modelo de referencia OSI; por eso, aunque un ruteador tiene acceso a la información física solo se intercambia información lógica.

Físicamente puede recibir dos o más puertos LAN o una combinación de puertos LAN y WAN como se muestra en la figura 2.10. Por ejemplo, la interconexión de una red IP y una X.25. Son los sistemas intermedios más complejos, y también los más caros, y deben ser capaces de traducir a velocidades elevadas grandes cantidades de datos.

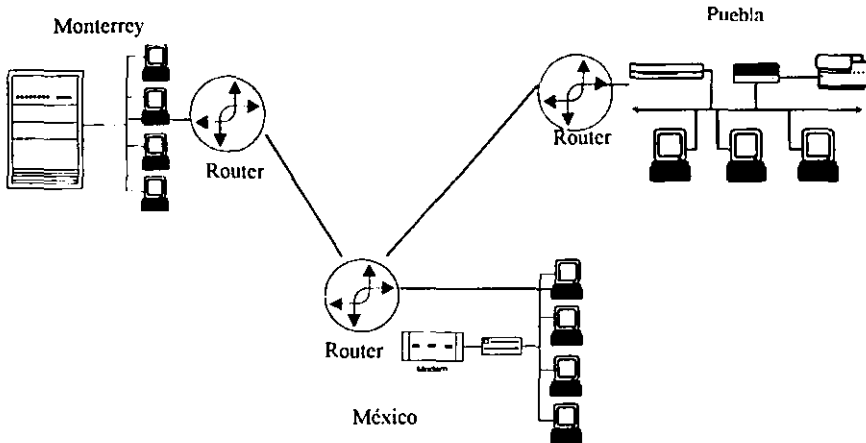


Fig. 6.4 LANs conectadas mediante ruteadores para formar una WAN

El problema de los sistemas intermedios, es decir, de la conversión de protocolos, es que necesitamos un sistema intermedio para cada pareja de protocolos diferentes. Esto lleva a que se necesiten muchos sistemas intermedios diferentes. Una solución más adecuada sería utilizar un único protocolo común para todos, pero sería una solución muy rígida y a la que costaría mucho llegar.

Si el nivel que es distinto es el de red, una aproximación diferente al problema, que sería efectiva si el protocolo inter-red (IP, CLNP,...) fuera único, es la de poner un protocolo común de inter-red por encima de los dos de red que son incompatibles. Esta conversión debería realizarse en cada sistema final y con ella, todo sistema final se podría conectar a una red común sin más problema.

- **Compuerta (Gateway)**

Este elemento es conocido también como convertidor de protocolos y se emplea como interface de protocolos de redes diferentes. El Gateway se utiliza en una variedad de aplicaciones donde las computadoras de diferentes manufacturas y tecnologías deben comunicarse. La información que pasa a través de los gateways es información par a par que viene de las aplicaciones, de las interfaces y de los programas del usuario final. Estos dispositivos son lentos y delicados por lo que no se requieren para una alta velocidad de intercambio de información.

- **Conmutador de Datos (Data Switch)**

Son usados para proveer en enlace dedicado de alta velocidad entre segmentos de redes de cómputo. Los sistemas generalmente se utilizan en aplicaciones en las que el tráfico de una serie de estaciones de trabajo (workstations) necesita alcanzar un simple servidor.

Los data switches trabajan en la capa de enlace de datos y, opcionalmente, en la capa de red del modelo de referencia OSI. Los switches de datos, se emplean al conectar redes que accesan y comparten datos entre la misma serie de servidores de archivos y estaciones de trabajo.

- **Dispositivos de conectividad WAN**

En el mercado se encuentran gran variedad de dispositivos de conectividad; algunos permiten conectar sistemas de cómputo separados por grandes distancias a medios de transmisión públicos o privados para formar una WAN. Estos dispositivos se mencionan a continuación:

- **Módem**

Cuando es necesario transmitir señales digitales, como las que producen las redes de cómputo, a distancias que impliquen salir de las propias instalaciones, se usan frecuentemente las redes telefónicas existentes de características analógicas. Para ello se requiere el módem. Este es un dispositivo que convierte las señales provenientes de un equipo terminal de datos en señales adecuadas para que sean transmitidas por las redes telefónicas analógicas. Se utilizan en pares, uno por cada extremo de la línea. Existen diferentes tipos de modems de acuerdo a sus características como se estudiaron en el primer capítulo de este trabajo.

- **Multiplexores**

Se define como aquel dispositivo que reparte un único canal de comunicaciones de cierta capacidad entre subcanales de entrada cuya suma de velocidades no puede superar el valor d velocidad de dicho canal. El multiplexor se utiliza en enlaces de alta velocidad (64 Kbps o 2.048 Mbps) para transportar varias comunicaciones simultáneas de velocidad menor con el objeto de reducir el costo de alquiler de las líneas, como puede observarse en la figura 6.5

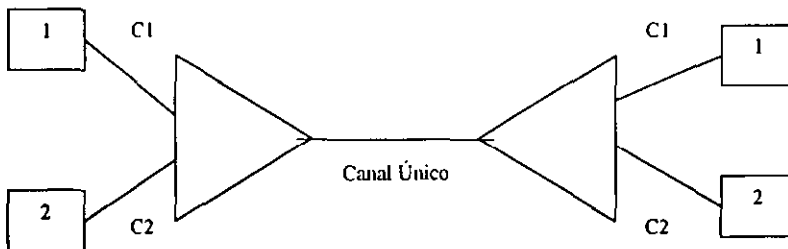


Fig. 6.5 Red que utiliza líneas digitales dedicadas y un multiplexor

- **Concentradores**

Reparten un único canal de comunicaciones de cierta capacidad entre subcanales de entrada, cuya suma de velocidades es siempre mayor al valor de dicha capacidad. El uso de concentradores tiene la finalidad de ahorrar costos en circuitos de transmisión. Los equipos informáticos comparten en forma dinámica los canales de salida en base en la demanda de tráfico existente.

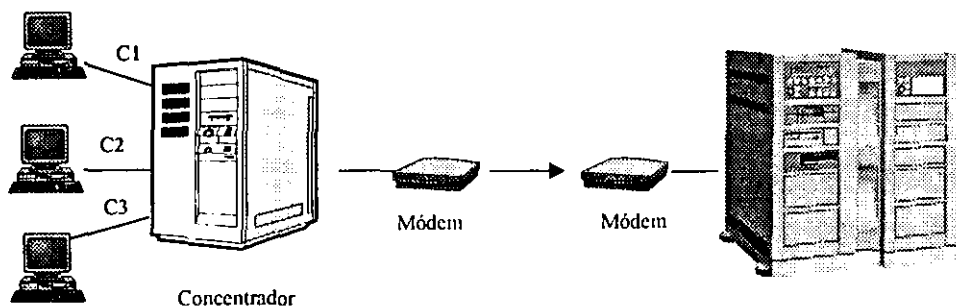


Fig. 6.6 Esquema de utilización de un concentrador

- **Redes Enterprise**

Una red Enterprise se define como: la red de computadoras que resulta de interconectar las distintas redes existentes a lo largo de una organización, diseñada para cubrir todas sus necesidades. La meta de la conectividad de redes Enterprise es facilitar la computación empresarial, en la que los usuarios, a través de una organización, sean capaces de comunicarse entre sí y acceder datos, servicios de procesamiento y otros recursos, sin importar donde estén localizados. El reto es proveer a la organización con facilidades de conectividad que cubran las necesidades de la computación empresarial a un costo razonable.

La tarea de construir una red Enterprise consiste en interconectar diferentes redes individuales existentes de tal manera que constituyan un todo coherente. Estas redes generalmente usan tecnología de conectividad LAN, tecnología WAN o ambas.

En la mayoría de los casos se identifican las redes existentes de una organización dentro de dos categorías: redes departamentales y redes tradicionales. Las primeras usan tecnología LAN para interconectar sistemas, y las redes tradicionales usan tecnología WAN para conectar mainframes o minicomputadoras a grupos de terminales.

Capítulo 7. - Consideraciones para el Diseño

Toda red de teleproceso tiene como objetivo el resolver la necesidad de transmisión de información y tratamiento de la misma; el fin de la planeación de una red es desarrollar un sistema que disminuya el costo total, satisfaciendo los requerimientos y restricciones del usuario.

El desarrollo de este capítulo tiene como finalidad mostrar los elementos necesarios que se deben considerar para el diseño de una red de teleproceso para datos; para ello, tales elementos serán desarrollados teóricamente y paralelamente se mostrará como éstos forman parte de una solución práctica. Dicha solución es un proyecto que se desarrolla para dar solución a las necesidades de comunicación de voz y datos para la compañía Comercial Mexicana, realizada por cierta empresa privada. A lo largo de este capítulo nos referiremos a esta solución como el "proyecto".

Los avances en la tecnología de comunicaciones, en los sistemas de procesamientos, así como de la disponibilidad para hacer uso de dicha tecnología, tiene como resultado que el diseñador cuente con una gran variedad de equipo para implementar alguna red de teleproceso; esta misma situación si bien da facilidades de selección, involucra una gran complejidad en la planeación de un sistema de transmisión de datos.

La instalación de una red se considera, en el mejor de los casos, como laboriosa e incompetente. Sin embargo, la mayoría de las dificultades se atribuye a la falta de conocimiento en materia de elaboración de redes. Pues en realidad, la red se concibe para responder a las necesidades de los usuarios definidos en el curso del estudio de necesidades. Los diferentes estudios de posibilidades se realizan para cumplir con el objetivo de examinar las distintas soluciones de intercambio, ello a fin de determinar la elección óptima para el sistema propuesto.

El método de selección así como la adquisición de hardware y software constituyen también fases importantes que la compañía o las personas involucradas deben considerar al momento de diseñar la red. Por otro lado, la instalación implica capacitar a los usuarios, convertir archivos, instalar el hardware de la red, implantar controles y medidas de seguridad y, cuando la red ya está en operación, evaluar, administrar, mantener y mejorar sus servicios. De hecho el éxito de una red de comunicación reside en gran medida en la satisfacción de los clientes, entre los cuales se tiene a los usuarios y los operadores.

Los usuarios emplean los servicios de la red sobre una base cotidiana, y deben tener confianza en los informes y datos recibidos de la misma. De ahí la importancia de que la información producida debe ser justa, precisa, congruente y confiable. Pues en caso contrario, los usuarios de la red tendrían un sentimiento de inseguridad e inconformidad, los cuales una vez presentes son muy difíciles de cambiar. Por su parte, los operadores se encargan de administrar y operar la red día tras día; pero lo más importante es que acepten sugerencias de los usuarios a fin de mejorar el rendimiento de la red.

Ahora bien el enfoque sistemático es una metodología que consiste en desarrollar en forma gradual el proyecto, es decir, en etapas progresivas. Sin embargo, este método no sólo se utiliza en el diseño de una nueva red, sino también para la mejora de una red existente.

Antes de iniciar propiamente la conformación de algún diseño, que de solución a alguna necesidad, es prioritario la realización de un plan de trabajo para la buena realización de éste. El plan de diseño de una red consta básicamente de las partes siguientes:

- Objetivos de la red.
- Factores de justificación.
- Criterios de evaluación de la red.

Al momento de diseñar una red es necesario definir los objetivos que deberá cumplir ésta. Una forma de definir los distintos objetivos, podría ser clasificándolos como primarios, secundarios y terciarios. La siguiente tabla proporciona un ejemplo de como clasificarlos.

Objetivo	Contenido	Tipo	Ejemplo
Primario	Las exigencias de la red, es decir, las razones de su desarrollo	Obligatorio	Interconexión de los diferentes lugares y servicios de la compañía
Secundario	Las otras ventajas que la red puede aportar a la compañía y que sólo necesita poca o ninguna inversión adicional	Recomendable	Servicio de fax en la red
Terciario	Las exigencias futuras, es decir, las funciones potenciales que podría asumir la red y que no están vigentes por el momento	Recomendable en un futuro cercano	Acceso directo a Internet

La definición de objetivos ayuda al diseñador y los usuarios a estructurar mejor la implementación de la red. Es factible usar la técnica de Gantt para preparar mejor el borrador del plan de diseño. La siguiente figura muestra una gráfica de Gantt.

Nombre del proyecto		E N E R O				F E B R E R O				M A R Z O		
	P o F	7	14	21	28	7	14	21	28	7	14	21
Estudio de viabilidad	P	✓	✓	✓	✓							
Estudio de viabilidad	F				✗							
	P											
	F											
	P											
	F											
	P											
	F											
	etc.											

P : planificado F : finalizado

Según el diagrama, el estudio de viabilidad deberá realizarse en las cuatro primeras semanas del mes de enero (✓). A medida que se realizaron todas las subetapas de una etapa, se marca la finalización de ésta última con un (✗). Para las otras actividades del diseño se sigue el mismo procedimiento.

Una vez conocidos los objetivos, es de gran utilidad saber si la implementación del diseño o de la mejora de la red se justifica; para ello debemos considerar factores tales como:

- Necesidad de interconectar varias computadoras.
- Falta de confiabilidad en la red actual.
- Necesidad de expandir la red actual.
- Necesidad de hacer frente a la competencia.
- Circulación ineficiente de datos dentro de la compañía.
- Costos excesivos en el mantenimiento de la red actual.
- Necesidad de aumentar la seguridad de la red.
- Transacciones en aumento.
- Necesidad de procesar datos en forma distribuida.
- Necesidad de hacer más fácil el acceso a la información desde diversos puntos.
- Prevención para el crecimiento y modernización de la red debido al surgimiento de nuevas tecnologías.
- Mejoramiento de la administración de las transacciones, intercambio de documentos e información entre los diferentes usuarios.
- Otros (disminución de almacenamientos, acceso a base de datos tanto internas como externas, integración de datos, voz y vídeo).

Para lograr conocer el estado de dichos puntos, es una buena opción la practica de entrevistas a los departamentos más interesados en el buen desempeño de la red de datos. El siguiente paso, en base a los resultados de las entrevistas, es la elaboración de un sistema de interconexión de equipos para satisfacer las necesidades detectadas.

Para poder medir los resultados del diseño y la implantación de una red, es necesario establecer criterios de evaluación. La siguiente tabla presenta algunos criterios que pueden ser tomados en cuenta para la evaluación de la red. Un ejemplo podría ser un tiempo de respuesta de dos segundos para estaciones de trabajo de la red.

Tiempos	Reducción del tiempo: <ul style="list-style-type: none"> - de uso de la red por una estación - de respuesta - de procesamiento
Costos	Disminución del costo: <ul style="list-style-type: none"> - por operación anual - de mantenimiento - de inversión
Capacidad de expansión	Adaptación de la expansión de la red Interconexión de funciones o servicios de la compañía
Eficiencia	Eficiencia de la red con relación a la precedente
Productividad	Mejora de la productividad: <ul style="list-style-type: none"> - de los usuarios - de los administradores Rapidez en la toma de decisiones
Integridad	Reducción del número de errores
Confiabilidad	Resistencia a las fallas
Rendimiento	Capacidad para soportar la carga de trabajo
Aceptación	Aceptación de la red por:

	<ul style="list-style-type: none"> - los clientes y proveedores - los usuarios - los administradores
Calidad	Mejor calidad de: <ul style="list-style-type: none"> - información - productos o servicios
Flexibilidad	Nuevas funciones: un servicio de fax
Seguridad y Control	Medidas de prevención y detección: <ul style="list-style-type: none"> - de errores - de fraudes - de pérdida de datos - de virus
Capacitación	Adaptación y actualización de los manuales de capacitación
Documentación	Pertinencia de la descripción de los componentes de la red: dispositivos, software, protocolos, circuitos, etc.
Discreción	Acceso restringido a los: <ul style="list-style-type: none"> - grupos de usuarios - directorios - archivos

En la medida de lo posible, debe asignarse un dato numérico para cada uno de los criterios al inicio del diseño. A su vez, estos criterios de evaluación pueden usarse para evaluar el éxito de la nueva red, después de haber sido desarrollada. Así mismo, son útiles para evaluar el rendimiento del analista diseñador durante el diseño e instalación de la red.

Por último es importante el mostrar las recomendaciones y el plan de acción necesario para la implementación del proyecto que se consideró más eficiente.

Después de realizadas las proyecciones preliminares, viene el análisis de factibilidad, seguido de la selección de una arquitectura del sistema y una comparación de costos contra las aplicaciones que se desarrollarán. Para facilitar esta tarea se recomienda realizar un plan de actividades con el objeto de determinar las etapas para el diseño de una red de teleproceso considerando puntos tales como, el planteamiento de necesidades y requerimientos, volúmenes de tráfico, necesidades de proceso de información, tiempo de respuesta, estructura de la red, distribución geográfica, consideraciones para la red de equipo terminal, los canales y velocidad de transmisión, configuración de la red y, finalmente, otros factores que afectan el diseño. Tales puntos se desarrollaran más detalladamente en los siguientes puntos de este capítulo.

7.1. - Planteamiento de necesidades y requerimientos

Todo diseño, desde el más simple hasta el más complejo, está enfocado a resolver una necesidad; en el caso del diseño de una red de teleproceso, éste se realiza para resolver la necesidad de transmisión de información y tratamiento de la misma, para lo cual es necesario hacer un planteamiento de las necesidades y requerimientos de tal manera que la red se enfoque a la solución de la necesidad de transmisión de datos.

Grupo Comercial Mexicana es una de las empresas líderes en el mercado nacional de tiendas de autoservicio, con una presencia de más de 60 años en el país.

Sus instalaciones se encuentran distribuidas principalmente en el área metropolitana del Distrito Federal (65 tiendas aproximadamente) y 30 ciudades del interior de la República (55 tiendas aproximadamente), así como 16 restaurantes y una tienda Price Club. Lo cual se muestra en la siguiente tabla.

Debido a la considerable cantidad de tiendas, esta empresa debe contar con una infraestructura de comunicación que permita el intercambio de información, de todas las tiendas con las oficinas centrales considerando también dentro de este esquema de comunicación a los restaurantes.

Por lo que antes de proponer un diseño que satisfaga dicha necesidad, es necesario conocer cuales son las principales tareas de comunicación que cada una de las tiendas y restaurantes presenta.

Línea de negocio	Zona Metropolitana	Zona Foránea	Total
Tiendas de Autoservicio:			
Tiendas Comercial Mexicana	26	54	80
Bodegas Comercial Mexicana	9	1	10
Tiendas Sumesa	25		25
Price Club	1		1
TOTAL	61	55	116
Restaurantes:			
Restaurantes California	6	10	16

Por medio de una serie de entrevistas, realizadas en "el proyecto", se identificaron las siguientes necesidades para Comercial Mexicana, las cuales se muestran a continuación:

- **VOZ**

Se observó la necesidad de comunicación de voz centralizada entre tiendas y las entidades que conforman las oficinas generales, esta comunicación se establece principalmente entre el gerente de la sucursal y sus contrapartes en las oficinas generales.

- **DATOS**

Se detectaron varias plataformas de computo distintas dentro de esta empresa, las cuales deben ser consideradas en los esquemas de interconexión que se deben realizar para el diseño del sistema de comunicación de datos. En cada una de estas plataformas se lleva a cabo uno o varios de los servicios básicos necesarios para el funcionamiento óptimo tanto de las tiendas como de las oficinas generales.

Los servicios esenciales que deben ser atendidos diariamente, así como las plataformas que se utilizan para ello, son:

PLATAFORMA	APLICACION o SERVICIO
TANDEM	Autorización en línea de tarjetas de crédito
UNISYS	Sistema de Recursos Humanos Sistema de Compras y Pagos Sistema de Información Financiera
HP 9000 IBM AS400	Sistema de Control Unitario Sistema de Omcar (Administración de Restaurantes) Sistema de Tiendas Price Club

Es necesario que tanto las plataformas del mismo tipo intercambien información así como también lo hagan con las que no lo son, para que la comunicación sea total, no importando si se encuentran en las oficinas generales o en las tiendas. Por lo cual es imperante el uso de equipos que permitan la comunicación entre las distintas plataformas; para ello pueden utilizarse convertidores de protocolos, puentes (bridges), ruteadores (routers), etc.

7.2. - Volúmenes de Tráfico

La determinación de los volúmenes de tráfico es el segundo paso que debe realizarse en el diseño de un sistema de teleproceso, para lo cual es necesario contar con datos estadísticos de la actividad de procesamiento de datos del ente donde se planea implementar una red para transmisión de datos. Esto se debe realizar con el objeto de estimar los picos de trabajo y planear en base a estos, los elementos que deberán emplearse dentro de la red, así por ejemplo las líneas de comunicación deberán ser capaces de manejar los picos de transmisión de datos. El cálculo del tráfico de una red consiste en determinar el número de caracteres transmitidos por cada circuito.

Para establecer la capacidad de cada circuito, el diseñador de la red empieza por calcular el número de mensajes, que se transmitirán por hora o por día. Para cada mensaje, es preciso considerar la cantidad promedio de los caracteres y la cantidad máxima de los mismos. Con este cálculo es factible determinar la capacidad que deben mostrar los circuitos. El tiempo de respuesta es un atributo técnico de una red, pero la aplicación instalada en la red constituye el factor principal que determina hasta qué punto debe respetarse el tiempo de respuesta exigido. Por ejemplo, el cajero automático de un banco exige un tiempo de respuesta muy corto, es decir 2.5 segundos o menos. En ocasiones, es útil mostrar la capacidad de transmisión para cada circuito. Además de identificar el número de caracteres por día, se intenta agregar los índices de transmisión en bits por segundo reservado a cada circuito. Esta información es útil para elaborar configuraciones de la red de intercambio o para evaluar los dispositivos y programas de transmisión.

La siguiente etapa consiste en calcular el tráfico de todos los circuitos de la red por donde circulan datos; a manera de ejemplo ilustrativo, consideremos el siguiente circuito:

Si la cantidad total de caracteres transmitidos en un solo día por el circuito es de 175 250, entonces éste debe soportar esta carga de trabajo durante las horas normales de trabajo. Realizando los siguientes cálculos se convertirán los caracteres por día en bits por segundo mediante la transmisión asincrónica.

175 250	caracteres por día
<u> X 10</u>	bits/carácter (asincrónico)
1 752 500	bits/día
<u> ÷ 7</u>	horas (7 horas por día de trabajo)
250 357	bits/hora
<u> ÷ 60</u>	minutos/hora
4173	bits/minuto
<u> ÷ 60</u>	segundos/minuto
70	bits/segundo (velocidad de transmisión)

Para el caso de una transmisión sincrónica, cuando cada mensaje toma 200 caracteres, se realiza una transmisión diaria de 6250 mensajes (1 250 000 caracteres/día/ 200caracteres/mensaje). Si por otro lado se considera que hay 10 caracteres de control por mensaje, entonces el total diario sería de 62 400 caracteres de control (6250 mensajes X 10 caracteres control por mensaje):

1 250 000	caracteres/día
<u> + 62 500</u>	caracteres de control
1 312 500	total de caracteres/día
<u> x 7</u>	bits/carácter (sin el bit de paridad)
9 187 500	bits/día
<u> ÷ 7</u>	horas (7 horas de trabajo por día)
1 312 500	bits/hora
<u> ÷ 60</u>	bits/hora
21 875	bits/minuto
<u> ÷ 60</u>	segundos/minuto
365	bits/segundo (velocidad de transmisión)

Ninguno de estos dos ejemplos considera otros factores como la detección de un error de transmisión y la retransmisión del mensaje, la prioridad del mensaje (identificación especial), los problemas de aprendizaje de los nuevos usuarios de estaciones, etc. Si estima, por ejemplo, que un porcentaje de caracteres asincrónicos deben volverse a transmitir a causa de algunos errores, deberán ajustarse 12 500 caracteres al tráfico del circuito.

En el caso de Comercial Mexicana, el "proyecto" menciona que mediante la recolección de la información pertinente al respecto, la cual fue obtenida de los departamentos de Telecomunicaciones, Informática, Finanzas, Operaciones, Dirección General, se determinó que los volúmenes de información a transmitir eran:

VOLUMENES DE TRAFICO	
SERVICIO	CAPACIDAD REQUERIDA
Autorización en línea de tarjetas de crédito	1 Kilobyte diario
Sistemas de Rec. Humanos, Compras e Inf. Financiera	1 Megabyte diario
Sistema de Control Unitario	8 Megabyte diario
Sistemas de Restaurantes y Price Club	360 Kilobyte diario

7.3. - Necesidades de proceso de Información

El determinar las necesidades de procesamiento de información así como el tipo de servicios de teleproceso permite hacer una evaluación del tipo de dispositivos que deberán ser empleados en el diseño de la red para la transmisión de datos.

En base a las propiedades y jerarquías de los servicios que deben satisfacerse, éstos mismos nos indican el tipo de procesamiento que requieren.

La siguiente tabla nos muestra el tipo de procesamiento necesario para cada uno de los servicios que deben ser procesados dentro de Comercial Mexicana:

PLATAFORMA	APLICACION o SERVICIO	TIPO DE PROCESAMIENTO
TANDEM	Autorización en línea de tarjetas de crédito	ON LINE
UNISYS	Sistema de Recursos Humanos Sistema de Compras y Pago Sistema de Información Financiera	ON LINE BATCH BATCH
HP 9000	Sistema de Control Unitario	BATCH
IBM AS400	Sistema de Omcarr Sistema de Price Club	BATCH BATCH

Cabe hacer notar que la mayoría de las aplicaciones requieren transferencia tipo batch, salvo la autorización de tarjetas de crédito y algunas aplicaciones de Recursos Humanos que son en línea.

7.4. - Tiempo de Respuesta y Dimensionamiento

De los parámetros de mayor importancia en el diseño de un sistema de teleproceso, se encuentra el tiempo de respuesta; especialmente en sistemas de control de procesos en tiempo real. El tiempo de respuesta se define como el tiempo que el sistema tarda en responder a una entrada, en esta definición incluimos la totalidad del tiempo que el sistema tarda en responder a una entrada, incluyendo la totalidad del tiempo durante la transmisión y tiempo de proceso dentro de la computadora.

Idealmente se desearía una respuesta muy rápida, sin embargo, esto puede ser no necesario para el funcionamiento eficiente de algún sistema. Otro factor importante en la determinación del tiempo de respuesta en un sistema de teleproceso que se debe considerar es el costo que se deberá cubrir para alcanzarlo; de esta manera en base a las necesidades de información y a las facilidades financieras de cada empresa se debe determinar este parámetro trascendental; la siguiente figura nos muestra la relación general existente entre el tiempo de respuesta y su costo implicado.

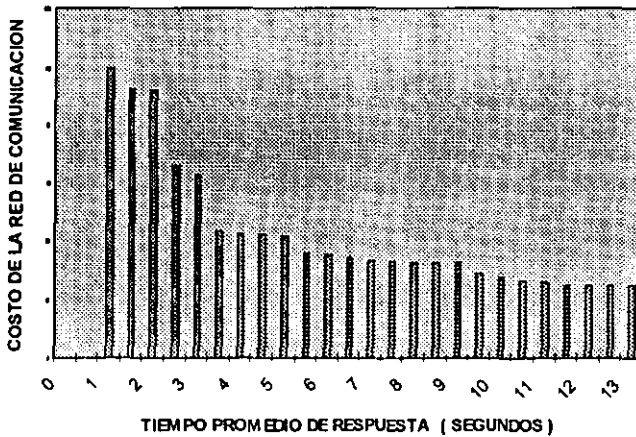


Fig. 7.1 Relación Costo / Tiempo de respuesta

Si bien es deseable contar con un tiempo de respuesta rápido, no todos los sistemas de teleproceso necesitan el mismo tiempo de respuesta, ya que dependerá también del tipo de aplicación y tipo de terminales que se estén empleando.

Hay una gran cantidad de razones por las cuales un sistema se diseña para proporcionar un tiempo de respuesta rápido, algunas de las cuales se muestran a continuación:

- Índices psicológicos indican que es necesario un tiempo de respuesta rápido para lograr una interacción aceptable y eficiente.
- Un tiempo de respuesta rápido puede resultar en economías, las cuales son factibles de ser calculadas en forma tangible.
- Un tiempo de respuesta rápido causa buena impresión y favorece las relaciones públicas.

El tiempo de respuesta y el costo son inversamente proporcionales. Cuando el tiempo de respuesta disminuye, el costo aumenta. El tiempo de respuesta es una variable importante que se debe analizar durante el diseño de la nueva red. Una ecuación para calcular el tiempo de respuesta (TR) es la siguiente:

$$TR = TME + TTA + TMS$$

donde:

- **TME : tiempo del mensaje al entrar.** Esta duración comprende el tiempo de transmisión (incluidos la ida y regreso en el módem y la confirmación del mensaje) y el tiempo en la fila de espera de un controlador inteligente, procesador de comunicaciones o computadora anfitrión. El tiempo de propagación por un circuito casi siempre es estable, pero los demás factores se determinan estadísticamente de acuerdo con el volumen del tráfico. Una duración típica del TME es de 0.70 segundos.
- **TTA : tiempo del procesamiento de la aplicación.** Esta duración incluye el tiempo del procesamiento del programa y todos los tiempos de acceso a la base de datos. Estas duraciones son variables en función del tráfico de mensajes, el número de transacciones realizadas por la computadora anfitrión o el servidor en la red. Una duración típica de TTA es de 0.60 segundos.
- **TMS : tiempo del mensaje al salir.** Esta duración comprende el tiempo de espera en fila, a la salida de la computadora o de cualquier otro dispositivo de transmisión remota, así como el tiempo de transmisión (incluidos la ida y regreso en el módem y la confirmación del mensaje). Una duración típica de TMS es de 0.80 segundos.

En base a los anteriores valores, tenemos que el tiempo de respuesta es de 2.1 segundos, el cual podríamos llamarlo como un valor típico.

El TR de una red nueva puede calcularse con la ayuda de simulaciones y técnicas de fila de espera. Además de tener en cuenta los TME, TTA y RMS, estos mecanismos permiten dividir el proceso en varios segmentos, los cuales son, duración de conmutación, modo de transmisión del módem, técnica de multiplexación, velocidad del circuito de comunicación, configuración de los circuitos de transmisión (punto a punto, multipunto, etc.), índice de errores del canal de comunicación, fila de espera de cada nodo de transmisión, etc.

El modelado y la simulación son dos métodos utilizados para medir el tiempo de respuesta con base en ciertas variantes, como la duración de propagación de la señal por la red, etc. La simulación del modelo permite dar vida al concepto del sistema toda vez que integra en él diferentes coacciones de operación o de uso. Ambos métodos pueden emplearse para evaluar el rendimiento de la red.

En el caso del grupo Comercial Mexicana, en base a los canales de voz requeridos (2) y a los canales de datos por tienda (4 incluyendo a las que tienen restaurante), se decidió dimensionarlos para un tiempo de respuesta menor a 3 segundos en aplicaciones en línea y 90 minutos en transferencia de archivo. Lo cual se muestra en la siguiente tabla.

PLATAFORMA	APLICACION o SERVICIO	TIPO DE PROCESAMIENTO	TIEMPO DE RESPUESTA MAXIMO
TANDEM	Autorización en línea de tarjetas de crédito	ON LINE	3 SEGUNDOS
UNISYS	Sistema de Recursos Humanos Sistema de Compras y Pagos Sistema de Información Financiera	ON LINE BATCH BATCH	3 SEGUNDOS 90 MINUTOS 90 MINUTOS
HP 9000	Sistema de Control Unitario	BATCH	90 MINUTOS
IBM AS400	Sistema de Omcar Sistema de Price Club	BATCH BATCH	90 MINUTOS 90 MINUTOS

Tomando en consideración los datos anteriores, tenemos que el tamaño mínimo de enlace requerido para cada uno de los servicios es de:

REQUERIMIENTOS DE COMUNICACION	DIMENSIONAMIENTO Tamaño [Kbps]
2 Canales de Voz (9.6)	19.2
1 Canal de Datos Unisys A-17	9.6
1 Canal de Datos HP-9000	19.2
1 Canal de Datos Tandem	2.4
1 Canal de Datos IBM	9.6
TOTAL	60.0

7.5. - Estructura de la red

Cuando se han planteado las necesidades en su conjunto, sigue la etapa de cómo resolver esas necesidades para lo cual se deben tomar en cuenta factores tanto técnicos como económicos que permitan la solución adecuada al problema.

Como se hizo observar al principio de este capítulo se tienen necesidades de voz entre tiendas y oficinas generales; en base a esto se recomienda instalar dos líneas dedicadas de comunicación de voz entre cada una de las tiendas y el conmutador de oficinas generales el cual a su vez estará interconectado con otros cuatro conmutadores situados en diversas zonas del Distrito Federal. De la misma forma se considera indispensable la adquisición de multilíneas digitales en las tiendas para hacer eficientes el uso de los recursos de comunicaciones.

Bajo el esquema que se presenta a continuación, se puede establecer comunicación desde cualquier extensión en tiendas con cualquier extensión de las oficinas generales.

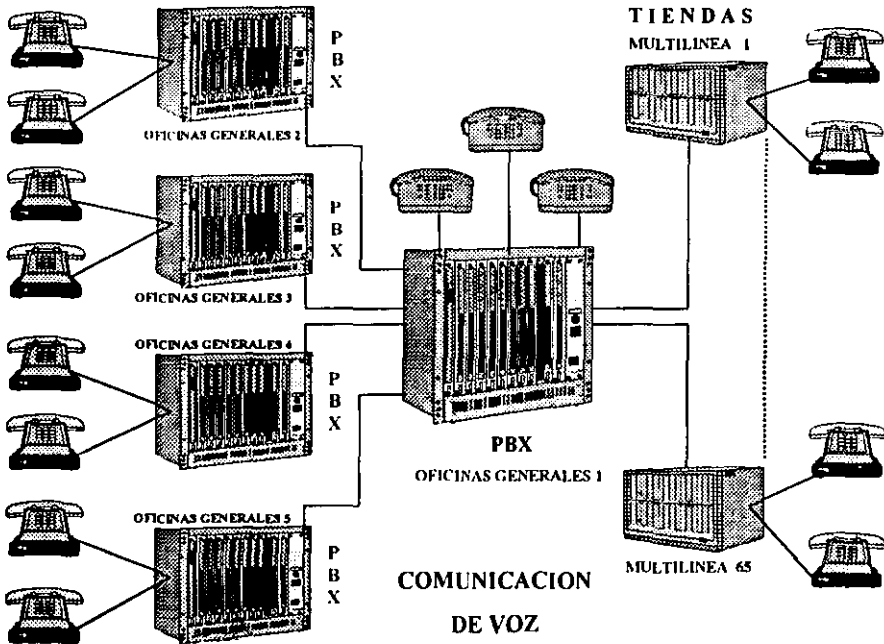


Fig. 7.2 Configuración propuesta para la comunicación de voz

Al inicio de este capítulo se mostraron cuales eran las necesidades de comunicación de datos, de la empresa bajo estudio, las cuales son tanto urbanas como foráneas; por lo cual a continuación se mostrarán las soluciones que se propusieron, en el proyecto, para satisfacer dichas necesidades.

• **COMUNICACION URBANA**

La primera alternativa para ser eficiente la comunicación entre oficinas generales y tiendas urbanas es la contratación de servicios de RDI con Telmex, la cual consiste en la contratación de un proyecto global de telecomunicaciones con Telmex para el establecimiento de canales dedicados del tipo E0. Obviamente esta solución sería dirigida totalmente por Telmex.

Ventajas

- Baja inversión inicial por concepto de contratación de servicios.
- Proyecto integral por parte de Telmex.
- Soporte y mantenimiento a cargo de Telmex.
- La interconexión de los puntos y la tecnología utilizada es transparente para el usuario.
- Crecimiento en número de tiendas prácticamente ilimitado.

Desventajas

- Muy altas rentas mensuales con posibilidad de incrementos periódicos.
- Si bien existe la posibilidad de crecimiento por enlace hasta un E1, que significa quintuplicar el monto de las rentas mensuales; si se crece a dos E0 la renta se duplica, con cinco E0 la renta se iguala a la de un E1.
- Dependencia al 100% de Telmex para la comunicación.
- La confiabilidad y disponibilidad de la Red están sujetas a Telmex; actualmente estos índices no son altos.

La siguiente figura nos muestra la estructura que tendría la red de comunicación, con dicha alternativa.

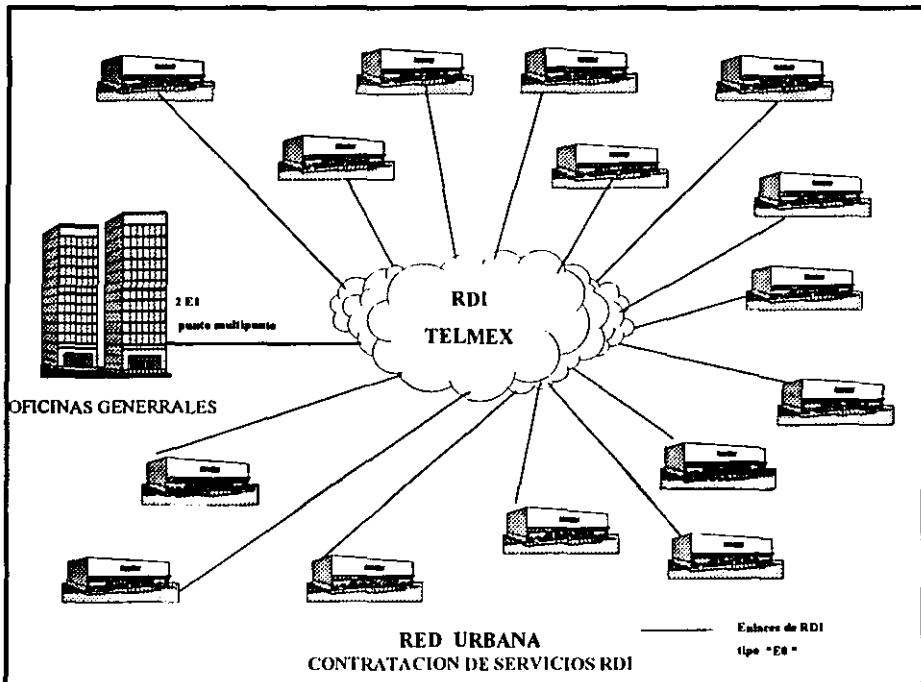


Fig. 7.3 Red urbana contratación de servicios RDI

La segunda alternativa factible de implementarse al corto plazo, para la integración de voz y datos en un mismo medio de transmisión, consiste en la adquisición de una red de microondas urbanas entre las tiendas y oficinas generales. Si bien el radio de las microondas está limitado a 10 Km, con un esquema de cascada puede cubrirse un radio de hasta 30 Km, lo cual es suficiente para cumplir con el objetivo.

Ventajas

- Máxima confiabilidad y disponibilidad.
- Gran capacidad de crecimiento por tienda (instalando un EI, este puede ser explotado con muy bajas inversiones adicionales).
- Bajos costos de operación mensual (renta de frecuencias y mantenimiento).
- Independencia de prestadores de servicios y autonomía en el servicio de telecomunicaciones.

Desventajas

- Alta inversión inicial.
- Crecimiento en tiendas limitado a la disponibilidad de frecuencias (sin embargo éstas pueden reutilizarse).

En la siguiente figura se observa la configuración de los enlaces vía microondas correspondiente al D.F.

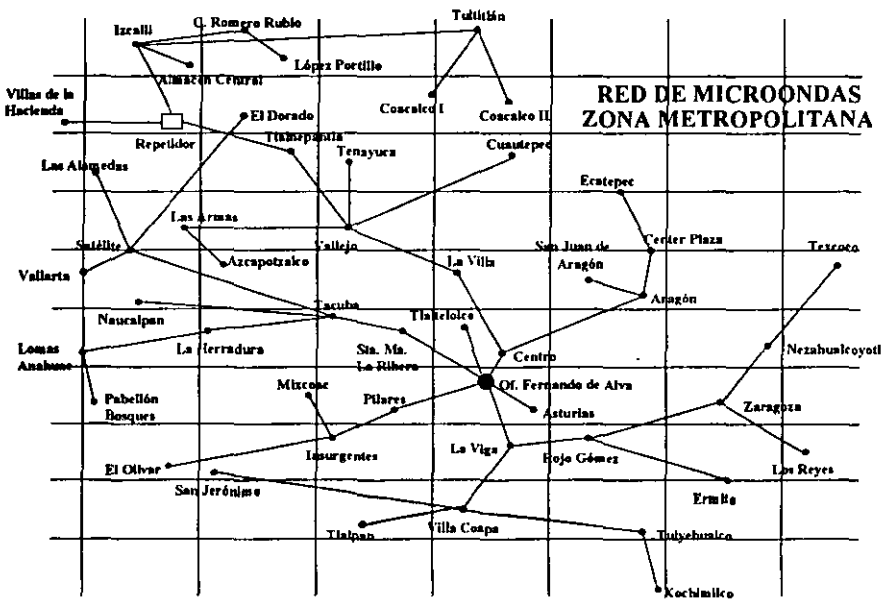


Fig. 7.4 Puntos de enlace vía microondas en el D.F.

• COMUNICACION FORÁNEA

Como primera alternativa para mejorar la eficiencia de la comunicación entre oficinas generales y tiendas foráneas tenemos la contratación de servicios RDI con Telmex, estableciendo de canales dedicados E0, ya sean terrestres (en ciudades como Monterrey, Guadalajara, León, Querétaro, Toluca y Tijuana) o via satélite (FDMA) al resto de las ciudades. Este proyecto sería dirigido totalmente por Telmex, por lo cual las ventajas y desventajas de esta alternativa son las mismas que se expusieron para el caso de comunicación urbana. La siguiente figura ilustra la estructura de los enlaces en esta red.

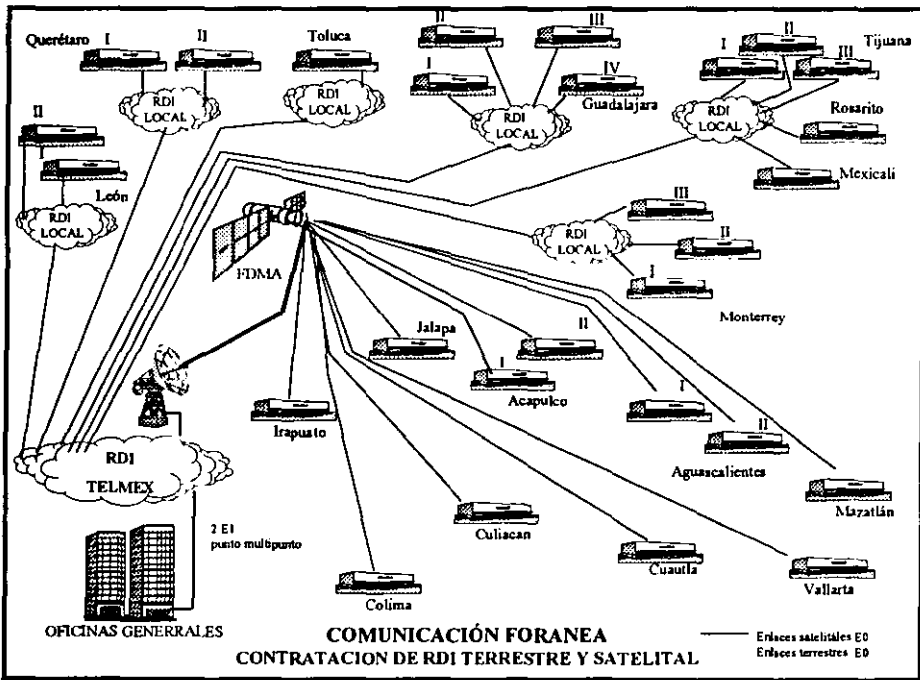


Fig. 7.5 Comunicación foránea por medio de RDI Telmex

La segunda alternativa factible de implantarse al corto plazo y que integra tanto datos como voz en un mismo medio de transmisión es la adquisición de una red privada satelital FDMA en banda "C" entre las tiendas y oficinas generales.

Ventajas

- Máxima confiabilidad y disponibilidad.
- Bajos costos de operación mensual (renta de frecuencias y mantenimiento).
- Independencia de prestadores de servicios y autonomía en el servicio de telecomunicaciones.
- Crecimiento prácticamente ilimitado en el número de puntos.

Desventajas

- Alta inversión inicial.
- Crecimiento en tiendas limitado a dos E0 con la misma infraestructura.

En la siguiente figura se muestra la cobertura que debe alcanzar dicha red para cumplir con las condiciones de comunicación para la zona foránea.

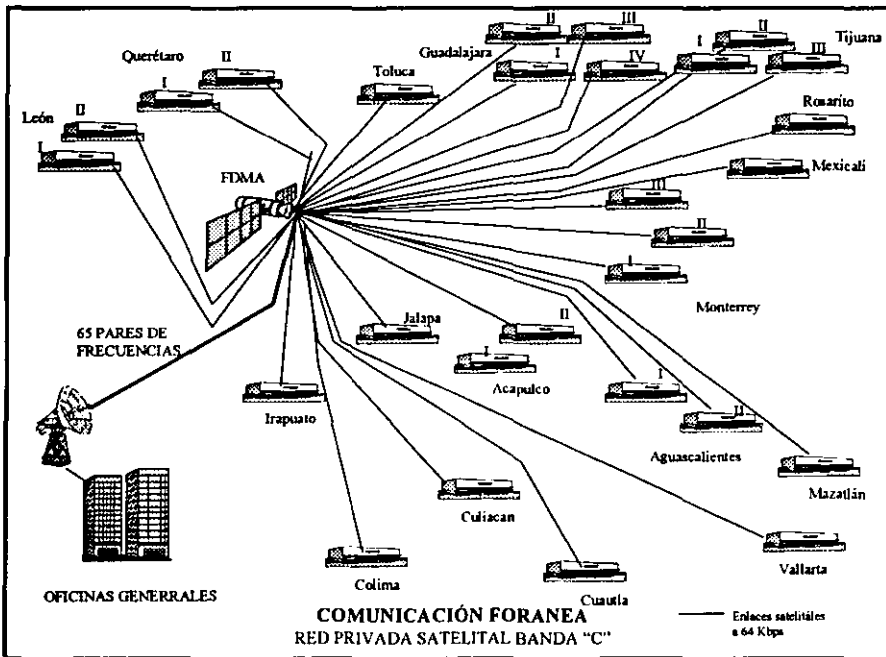


Fig. 7.6 Comunicación foránea vía una red privada satelital en banda C

7.6. - Distribución Geográfica

Existen cuatro tamaños posibles para el diseño de una red de comunicación.

- **Internacional** : es una red mundial.
- **Nacional** : en las fronteras y bajo el reglamento de comunicación de un país.
- **Regional** : en las fronteras y bajo el reglamento de una región estatal o municipal.
- **Local** : en uno o varios edificios localizados en un mismo lugar.

La siguiente tabla presenta los cuatro tamaños, así como los tipos de redes que actualmente se manejan. La mayoría de las veces, para representar la topografía de una red, es recomendable hacer un diagrama para todos los niveles, donde el primero sea el de mayor alcance (internacional) y el último el más limitado (local).

	Red extendida	Red Metropolitana	Red unificadora	Red local
INTERNACIONAL	✓	✓	✓	✓
NACIONAL	✓	✓	✓	✓
REGIONAL	✓	✓	✓	✓
LOCAL	✓	✓	✓	✓

Una vez determinadas las necesidades de proceso de información, así como los volúmenes de transmisión se podrá proceder a realizar una distribución geográfica de las localidades a las cuales se les proporcionará servicio de teleproceso; esta distribución geográfica se debe realizar de acuerdo a los datos que arroje la investigación de volúmenes de tráfico y la selección de cada localidad puede realizarse haciendo primero una clasificación por dependencias que necesitan servicios de proceso, en función de los resultados de la encuesta y de los volúmenes de información.

Es sumamente útil conocer el alcance de la red que se esté supervisando y administrando, ya que al contar con un panorama claro de su cobertura es más fácil el tomar decisiones en cuanto cuáles son las rutas más viables para la comunicación entre nodos, saber si el medio de comunicación actual existente entre ciertos nodos específicos es el más conveniente, decidir en que lugares es necesario contar con un sistema de comunicación alterno en caso de que el medio nominal falle, saber cómo ha crecido la red y en qué direcciones, etc.

Las siguientes figuras nos muestran la distribución geográfica de la red en estudio, tanto a nivel urbano (Distrito Federal) como a nivel foráneo (República Mexicana); éstas nos permiten tener una idea clara tanto del alcance de la red así como de su organización, para la consideración de posibles cambios y de crecimiento.

El alcance y cobertura de la red a nivel del D.F. se muestra a continuación, en la Fig. 7.7.

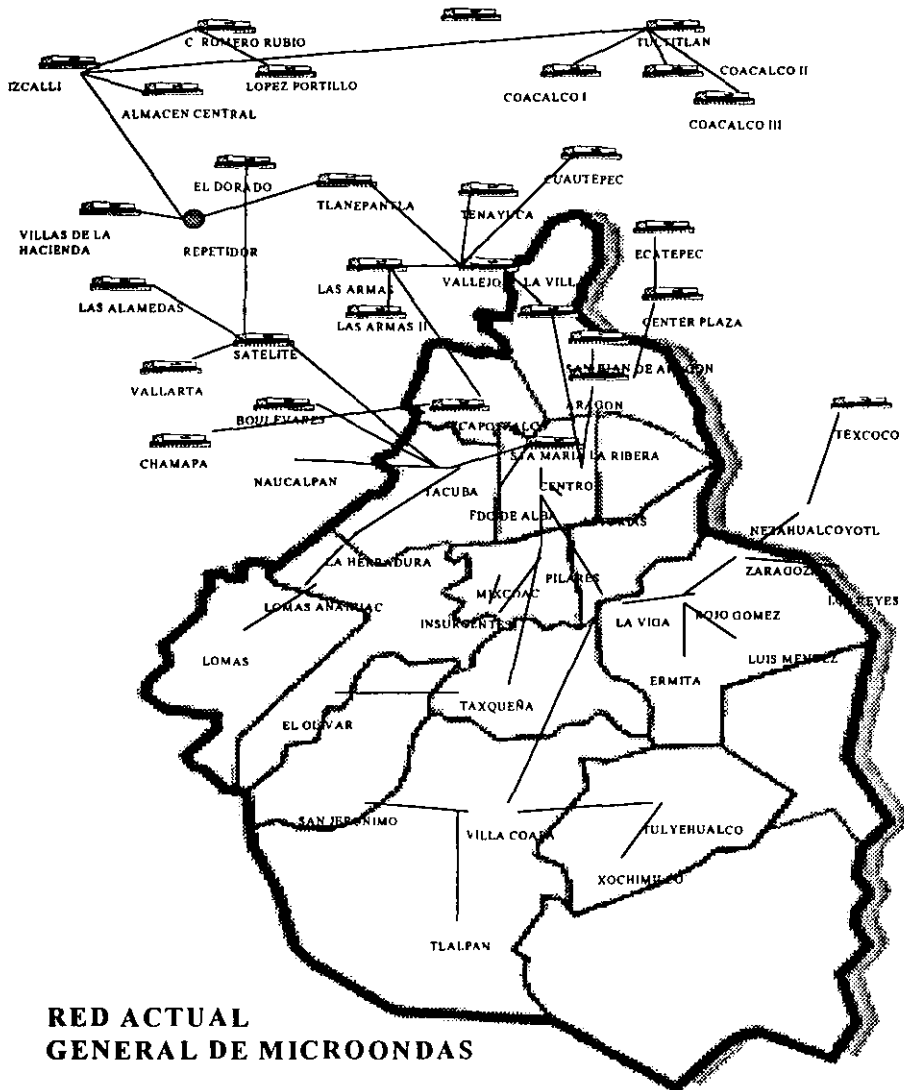


Fig. 7.7 Cobertura de la red a nivel D.F.

7.7. - Consideraciones para la elección de equipo terminal

La elección de las terminales que serán conectadas al equipo de proceso central para construir la red de teleproceso, no resulta ser una tarea fácil y se deberán analizar las características de cada una de las terminales candidatas para proporcionar el servicio. La elección involucra un proceso en el cual se define el problema que deberá ser resuelto; para este caso el problema puede ser qué tipo de terminal es el apropiado para transmitir información para determinado tipo de aplicación. Posteriormente se debe realizar un análisis de alternativas en la cual se haga una evaluación de un conjunto de terminales que resuelven el problema planteado para que finalmente se haga una elección de acuerdo a la compatibilidad de conexión con el equipo de proceso central, a la confiabilidad del equipo terminal, al soporte técnico para mantenimiento de equipo y a los costos en que se incurrirán con la selección de un equipo determinado.

El número de terminales que deberá asignarse a una localidad dependerá en gran parte del tipo de aplicación de la red de teleproceso que se piense implantar en cada una de ellas; así por ejemplo para sistemas de teleproceso interactivo deben tomarse en cuenta el tiempo de duración de una sesión de trabajo, ya sea de consulta o de edición de archivos, atendiendo las reglas de probabilidad las cuales deben contemplar el número potencial de usuarios de terminal que deseen hacer ese tipo de aplicación; en este caso los volúmenes de transmisión son muy bajos pero en cambio se requiere un tiempo de respuesta muy rápido. Por el contrario en un sistema de entrada remota de trabajos los volúmenes de información son muy altos y el tiempo de respuesta requerido no es muy importante (de 15 minutos a 2 ó más horas); en este caso el número de terminales deberá ser calculado en función del volumen de información a transmitir así como de las velocidades de transmisión que se están empleando.

En el caso de un sistema de teleproceso de entrada remota de trabajos, el número de terminales de este tipo deberá calcularse tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Tipo de canal de comunicación.
- Volúmenes de tráfico (lectura e impresión).
- Velocidad de transmisión a emplear.
- Protocolo de comunicación a emplear.

Un problema alternativo es determinar la velocidad de transmisión que deberá emplearse una vez que se ha determinado el número de terminales a conectar y los volúmenes de tráfico.

Se define como proporción de uso de terminales en forma interactiva al porcentaje de uso de una terminal o terminales durante un intervalo de tiempo, lo cual se expresa en forma matemática como:

$$p = [(Nu \times tpu) / (Nt \times T)] \times 100\%$$

donde :

p = proporción de uso

Nu = Número de usuarios de estas terminales

tpu = Tiempo promedio de uso de terminal por cada usuario

Nt = Número de terminales

T = Intervalo de tiempo destinado al uso de terminales

Para determinar el número de terminales interactivas que deberán instalarse en una localidad para soportar las cargas de trabajo que allí se generen deben tomarse en consideración que "p" toma valores de 0 a 100%; seleccionar los extremos no es óptimo, ya que si se elige el 100% no tendremos posibilidad de expansión; un buen criterio sería definir un porcentaje de expansión a mediano plazo y deducirlo del 100%. Esto haría tener un cálculo que permita tener un determinado número de terminales capaces de soportar las cargas de trabajo actuales y contar con un cierto porcentaje de expansión sin necesidad de aumentar el número de terminales. Desde luego el resultado que arroje la fórmula descrita anteriormente también deberá cumplir los requisitos del número de personas que estarán esperando así como las probabilidades y los tiempos que estarán esperando, para definir en función de esto si se incrementa el número de terminales.

7.8. - Canales y Velocidades de Transmisión

La voz, el audio, la luz y las ondas electromagnéticas que se transmiten por los diferentes sistemas y medios de comunicación están descritas en términos de frecuencia, cuya unidad de medición es ciclos por segundo (cps) o Hertz (Hz); ésta unidad se define como el número de oscilaciones que presenta una señal en un segundo. Al rango de frecuencias que emplea cada sistema de comunicación en su funcionamiento se le define como ancho de banda; así por ejemplo el ancho de banda correspondiente a un canal telefónico es de 3000 Hz.

En el diseño de una red de teleproceso se presenta una gran variedad de alternativas para la elección de los tipos de canales de comunicación adecuados.

- **Pares de hilos descubiertos**

En el inicio de la era telefónica, los enlaces fueron realizados por medio de pares de conductores, tendidos entre los puntos en los cuales se necesitaba comunicación, dichos hilos estaban suspendidos por aisladores colocados en los postes a lo largo de las rutas establecidas; através de este par de hilos se transportaba una conversación telefónica sin etapas de amplificación. Para fines de comunicación de datos, este sistema es desastroso ya que está sujeto a muchas perturbaciones que afectan gravemente a la transmisión, dichas perturbaciones se deben a la inducción que sobre estos enlaces aparece; aparecen también problemas de capacitancia entre los hilos, lo que ocasiona disturbios en las señales que se transmiten.

- **Cable de pares de hilos**

Este tipo de cable fue ideado con el objeto de sustituir los pares de hilos descubiertos, ya que estos últimos, debido al incremento de las redes telefónicas resultaron inoperantes y antiestéticos. El cable consiste de varios pares de hilos aislados y empaquetados en una cubierta general. Con lo que se logra disminuir la interferencia electromagnética entre un par y otro, pero debido a que la sección de área es pequeña y la distancia entre los alambres de un par es reducida, aumentan los problemas de atenuación y capacitancia.

- **Cable Coaxial**

Los anteriores medios de comunicación descritos, tienen como característica común que su capacidad para transportar información es relativamente pobre; teniendo en cuenta que las necesidades de transmisión de información, en cuanto a volumen, iban en aumento se pensó que una forma de transmitir mayores cantidades de información era realizando transmisiones a altas frecuencias, pero, el efecto piel establece que las señales de alta frecuencia fluyen sobre las superficies de los conductores ocasionando gran atenuación, esto obligó a los diseñadores a investigar un medio por el cual se resolviera el problema. Esto se logró mediante el cable coaxial cuya construcción consta de un conductor cilíndrico hueco y otro hilo conductor concéntrico, dadas

las características de un medio conductor así diseñado, se logró incrementar la capacidad para transmitir información a 3600 canales telefónicos.

Algunas de las ventajas del cable coaxial como medio de comunicación podemos resumirlas como:

- Mayor número de canales de comunicación.
- Bajos problemas de inducción de señales.
- Transmisión a mayores velocidades.

• Canales Telefónicos

Una de las formas más usuales para transmitir información entre equipos terminales de datos (DTE's) es el empleo de algún sistema telefónico.

Los canales de comunicación, de un sistema telefónico, pueden ser clasificados de acuerdo a su capacidad para el manejo de velocidades de transmisión. Lo cual se muestra a continuación.

Canales de Banda Angosta

Su capacidad está limitada a 300 bps y puede proporcionar servicio a equipos teleimpresores y terminales de despliegue visual que no transmitan a velocidades mayores a la mencionada.

Canales de Voz

Esta clasificación abarca todo el sistema telefónico público de transmisión de voz, el cual bajo ciertas condiciones es utilizado para transmisión de datos; esto mismo se encuentra disponible en calidad de líneas privadas. En México es el medio de comunicación más comúnmente utilizado para transmisión de datos y se puede trabajar a velocidades de hasta 9600 bps con cierta confiabilidad.

Como se observa existen dos tipos de servicios, el primero por líneas conmutadas y el segundo por líneas privadas. Las primeras son los canales telefónicos públicos, en las cuales un abonado puede acceder a otro no importando la localidad, siempre y cuando existan las facilidades de comunicación; la capacidad para transmisión de datos sobre este tipo de líneas está restringida por las características de diseño del sistema telefónico que brinda el servicio. Las líneas privadas consisten de enlaces alámbricos a través de la red telefónica pública sin pasar, necesariamente, por etapas de amplificación o multiplexaje. Estas enlazan exclusivamente a dos abonados predeterminados, y proporcionan tanto mayor capacidad como seguridad a la transmisión de información.

Canales de Banda Ancha

Estos se caracterizan por manejar rangos mayores de velocidad, normalmente estos sistemas reciben un tratamiento especial para aplicaciones específicas, como lo son los sistemas de transmisión de datos. El rango de velocidades empleado en canales de este tipo es del orden de megabits/segundo (Mbps).

Telmex es la principal compañía de telecomunicación a nivel nacional, aunque, a partir de hace unos pocos años han aparecido otras compañías de este ramo, las cuales ya han iniciado la competencia con el fin de ganar mercado nacional; el cual anteriormente estaba totalmente cubierto por la primera empresa mencionada.

Telmex ofrece a sus clientes los siguientes tipos de canales de comunicación:

- Red telefónica pública; maneja anchos de banda desde 300 bps hasta 9.6 kbps.
- Líneas privadas; el usuario puede contratar el tipo de canal que desee.
- Canales E0 y E1; sus anchos de banda son de 64 kbps y 2048 kbps, respectivamente.
- Canales T0 y T1.
- Red Digital de Servicios Integrados (RDI).

El uso de cualquiera de estos servicios será función directa del volumen de información que tenga que transmitirse. La velocidad de transmisión que se elija también será en función de los volúmenes de transmisión así como del tipo de aplicación del sistema de teleproceso. Así por ejemplo en un sistema de teleproceso bajo el concepto de entrada remota de trabajo deberán elegirse la utilización de líneas privadas con rangos de velocidades de 1200, 2400, 4800 y hasta 9600 bits por segundo, bps, en forma sincrónica dependiendo de los volúmenes de información; por el contrario en redes de teleproceso con sistemas de reservaciones o con sistemas de consultas pueden usarse líneas telefónicas públicas y operar a velocidades de 300 bps.

- **Microondas**

Este tipo de sistema de comunicación maneja canales de muy alta frecuencia, lo que permite manejar grandes volúmenes de información, el medio conductor es el espacio libre. Es recomendado cuando las distancias son menores o iguales a 10 Km, evitando repetidores, aunque utilizando un esquema en cascada puede cubrirse un radio de hasta 30 Km; esto es una gran ventaja con respecto al cable coaxial para transmisiones a larga distancia, ya que el coaxial requiere de un repetidor cada 3 Km. Sin embargo es condición necesaria para la transmisión de información que exista línea de vista entre las antenas transmisora y receptora; en la actualidad la tecnología de algunos equipos posee algoritmos de corrección muy avanzados que hacen confiable el enlace, el cual puede manejar hasta 34 Mbps (estos equipos son regularmente empleados por las empresas de telefonía pública para el enlace entre ciudades).

- **Satélites de Comunicación**

Un satélite de comunicación proporciona una forma de comunicación que puede sustituir a las microondas. Dada la posición física que ocupa éste dentro del contexto de un sistema de comunicación puede transmitir señales a grandes distancias, lo que no es posible realizar a través de un enlace único en la tierra debido a las condiciones orográficas de ésta.

La calidad de la línea de transmisión proporcionada por los satélites es buena y sin problemas graves de ruido, el principal problema del uso de este sistema de comunicación es el tiempo de propagación de las señales; esto en transmisión de datos afecta el rendimiento de los equipos.

Debido a las limitaciones propias del satélite, sus anchos de banda por usuario son reducidos (típicamente de 64 Kbps). Cuando se emplea para la transmisión de datos debe utilizarse equipo complementario para compensar los tiempos de demora de "salto" al satélite, así como para evitar el estado ocioso. Es conveniente este tipo de comunicación en localidades remotas donde no se dispone de vías terrestres de alta calidad. Si esta red es privada, su costo de mantenimiento es muy alto, por eso existen también redes compartidas donde cada usuario emplea sólo parte del canal y una empresa administra centralmente la calidad de transmisión. Se emplea para voz y datos transmisión SCPC, para datos interactivos TDM/TDMA y para voz en acceso por demanda DAMA.

7.9. - Configuración de la red

Una vez determinados el tipo y los volúmenes de información a transmitir, el sistema de teleproceso que se desee desarrollar, es posible estimar el tipo de configuración más conveniente de acuerdo a las necesidades del tráfico de información.

Para configurar el tipo de red deseada, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos, además de los ya mencionados:

- Número y capacidad de puertos de las computadoras destinadas para los enlaces de acuerdo a las restricciones de equipo y economía de la empresa.
- Tipos de terminales seleccionadas para apoyar las aplicaciones de teleproceso.
- Facilidades proporcionadas por las empresas encargadas de la transmisión de señales.
- Capacidad de proceso del equipo de cómputo para soportar las cargas de trabajo.
- Equipo de comunicación disponible para realizar los enlaces (módems, multiplexores, puentes, etc.).

Con los volúmenes estimados de información que deberán manejarse y el número de terminales necesarias, se empieza a configurar la red de teleproceso mediante el enlace físico de las terminales con las computadoras centrales o con los servidores, empleando las facilidades disponibles para la transmisión de información. Estos enlaces se realizan de tal manera que de una serie de alternativas de enlace se logre economizar costos al máximo.

Los enlaces tienen acceso a la computadora por medio de los puertos de las mismas; las características de estos van de acuerdo a la norma con la que fueron diseñados; ya que la mayoría de los puertos han sido básicamente diseñados para trabajar en forma sincrónica o asíncrona, los enlaces de las terminales conectadas a la computadora deben respetar esas normas de comunicación.

El número de puertos que se emplearán para soportar los enlaces de las diferentes terminales con la computadora será función directa del tipo de terminales que se estén empleando y de la capacidad de soporte de cada puerto para enlazar una o más terminales, así como la degradación virtual de la velocidad de las terminales conectadas al puerto en cuestión.

Otro de los problemas que se presenta en el diseño de un sistema de teleproceso es el del canal de comunicación, para el cual se debe determinar:

- El costo del mismo
- La disponibilidad del mismo

Además debe considerarse el uso de dispositivos que optimicen el uso del canal de comunicación; dichos dispositivos pueden ser multiplexores, concentradores, puentes, etc.

Los canales de comunicación empleados para configurar la red, deben ser capaces de soportar las velocidades de transmisión requeridas para la transferencia de la información de acuerdo al diseño establecido, en caso contrario deben realizarse ciertas modificaciones a los mismos para lograr el objetivo.

En algunos casos los canales de comunicación empleados en la configuración de la red no solo son suficientes para transportar la información a la velocidad requerida sino que tienen capacidad de más; trabajar de esta forma lleva a subutilizar los canales de comunicación, en casos como este, el multiplexaje resulta ser la solución más adecuada.

Otro de los factores de suma importancia que debe considerarse en el diseño de la configuración de la red es la confiabilidad de la misma ante situaciones que motiven fallas en el sistema general de transmisión.

Algunas de las situaciones, que pueden provocar fallas en una red de teleproceso de información son:

- Operación incorrecta de los canales de comunicación.
- Fallas de funcionamiento de los equipos de comunicación (multiplexores, concentradores, módems, etc.).
- Errores en la transmisión.
- Procedimientos erróneos de operación.
- Fallas en la computadora central.
- Desperfectos en las terminales.
- Mal funcionamiento de los equipos de monitoreo y respaldo.
- Errores en los sistemas de aplicación.
- Mala instalación de la infraestructura de comunicación.

Los desperfectos que son causa de falla del sistema de teleproceso pueden ser previstos mediante la obtención de estadísticas de falla de los equipos que se piensen emplear; en algunos casos cuando se justifique se podrá contar con un equipo adicional para soporte. Es necesario también contar con equipo de diagnóstico y control para monitorear la actividad de la red; dicho equipo deberá permitir la realización de pruebas que auxilien a la detección y aislamiento de fallas que ocurren dentro del sistema de teleproceso que en algunos casos resultan difíciles de detectar. Ejemplo de estas fallas es la certificación de los protocolos de comunicación en equipos de teletransmisión sincrona.

Con respecto al problema práctico que hemos venido estudiando, a continuación se muestran las configuraciones propuestas para las necesidades tanto urbanas como foráneas.

• COMUNICACIÓN URBANA

Esquemas de Configuración

El primer esquema de interconexión propuesto, busca satisfacer las necesidades de comunicación utilizando protocolos nativos de cada una de las plataformas y de los equipos de comunicación; este esquema tiene la ventaja de requerir una mínima cantidad de hardware en tiendas, a cambio de mayor hardware y cableado en Oficinas Generales. Dicho esquema se presenta en la siguiente figura.

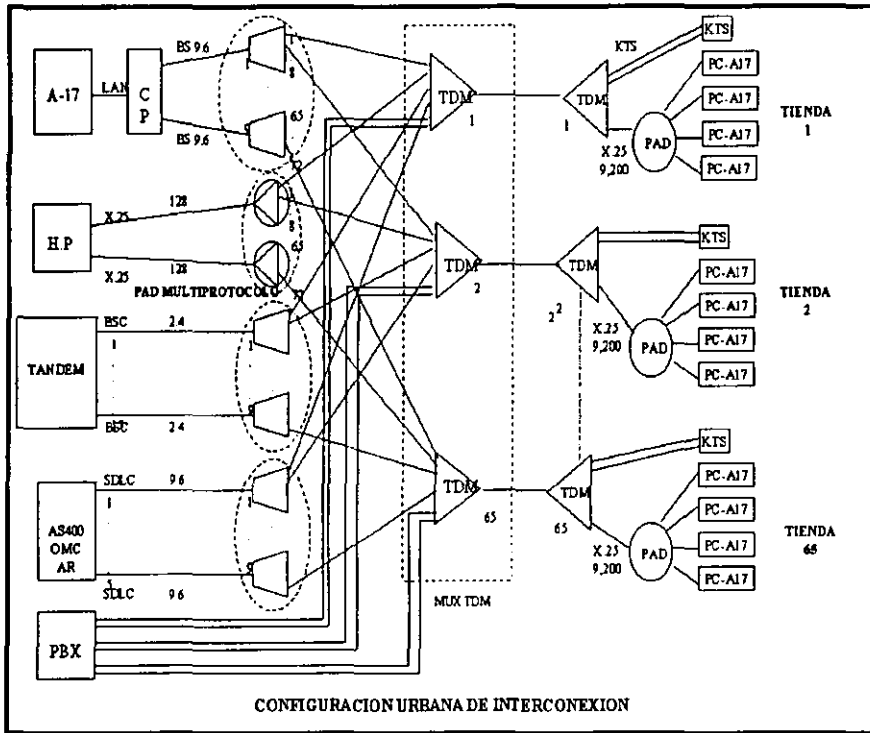


Fig. 7.9 Primer propuesta de interconexión urbana

El segundo esquema, consiste en utilizar el protocolo X.25 y nodos concentradores para la transmisión de información, lo cual significa instalar un "pad" multiprotocolo en cada tienda; a cambio de un esquema estándar con la interconexión foránea que simplifica la administración y disminuye el hardware y cableado en Oficinas Generales. Su respectiva configuración es mostrada en la siguiente figura.

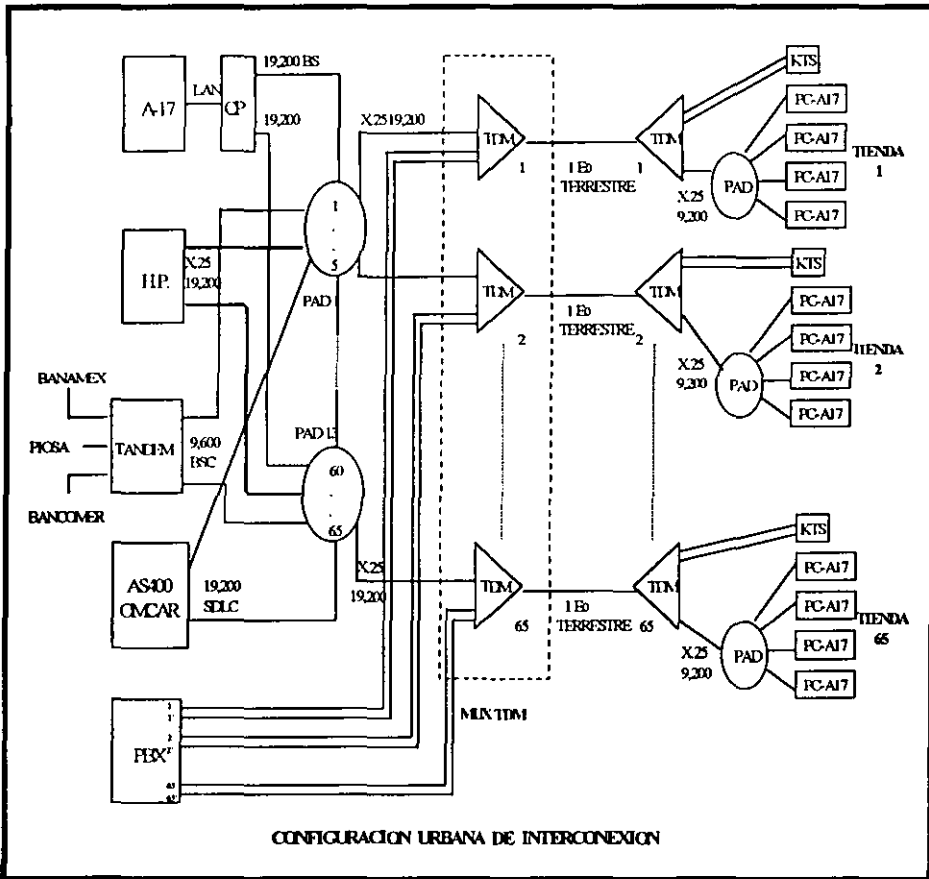


Fig. 7.10 Segunda propuesta de interconexión urbana

• COMUNICACIÓN FORÁNEA

Esquema de Configuración

En la comunicación foránea, ambas soluciones, contratación de RDI y Red Privada, utilizan servicios satelitales lo que añade un retraso a las transmisiones imposibilitando la utilización de protocolos puros dedicados a carácter (BS y BSC), por lo que se requiere utilizar un pad en cada localidad que emule el polco y transforme las comunicaciones a protocolo X.25 para la transformación de información, utilizándose nodos concentradores en oficinas generales. Este esquema es el mismo que el de la segunda opción para la comunicación urbana; tal como se muestra en la siguiente figura.

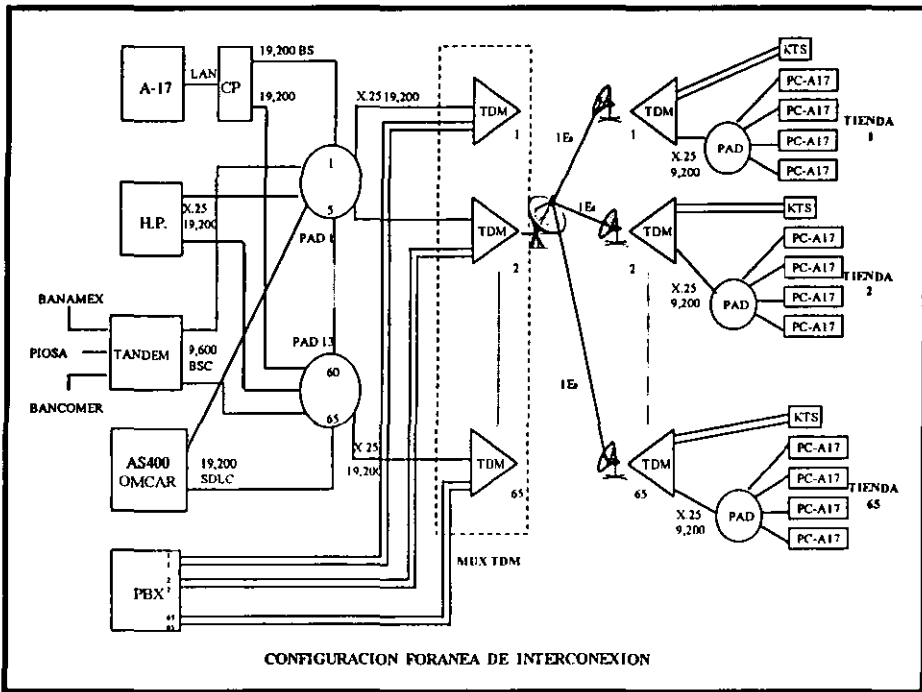


Fig. 7.11 Propuesta de interconexión foránea

7.10. - Factores que afectan el diseño

Además de los elementos que se han estudiado para el diseño de una red de teleproceso existen otros tipos de factores cuya probabilidad de ocurrencia es mínima, pero que en caso de darse; las mismas llegan a perjudicar el funcionamiento general del sistema; éstas como se mencionó tienen poca probabilidad de ocurrencia pero deben considerarse con el objeto de optimizar el funcionamiento de la red.

- **Errores en el medio de comunicación**

Un alto porcentaje de los problemas de comunicación ocurre en el medio de transmisión. De las experiencias que se han obtenido en el campo, se han determinado tasas de errores típicas en función de las velocidades de transmisión. Algunas de estas tasas se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tipo de Canal de Transmisión	Velocidad de Transmisión [bits / segundo]	Tasa de Error
TELEX	50	1 / 50,000
BANDA ANGOSTA	150 - 200	1 / 100,000
RED PUBLICA	600	1 / 500,000
RED PRIVADA	1200	1 / 200,000
	2400	1 / 100,000
	4800	1 / 10,000
	9600	1 / 1000

Esta tasa de error es en realidad la probabilidad de que un bit en una determinada cantidad de ellos resulte erróneo y se denota con "Pb". En el diseño de un sistema de teleproceso es indispensable tener en cuenta esta probabilidad, ya que afectará en forma directa a los volúmenes de información que se tienen que manejar, como se muestra a continuación. Definiendo como:

Pb = probabilidad de bit en error a una determinada velocidad de transmisión.

(1 - Pb) = probabilidad de que dicho bit esté correcto.

Por lo que si tenemos un volumen de información que contiene N bits, la probabilidad "Pm" de recibir dicha información con error es:

$$P_m = 1 - (1 - P_b)^n$$

desarrollando el factor $(1 - P_b)^n$ por el binomio de Newton, tenemos que,

$$(1 - P_b)^n = 1 - N P_b + N (N-1) (P_b)^2 / 2$$

y la probabilidad de tener un mensaje erróneo será:

$$P_m = N P_b - N (N-1) (P_b)^2 / 2$$

- **Retransmisiones**

Los errores en la transmisión de la información debido a los parámetros y tasas de errores en los medios de comunicación ocasionan una sobrecarga de información que debe transmitirse. Considerando que el medio de comunicación está debidamente acondicionado, esta sobrecarga depende de las tasas de errores típicas y producen un volumen de información virtual (VIV) dado por:

$$VIV = VIR + (VIR) P_m$$

donde

VIR = Volúmenes de información real

Cuando se habla de proceso en lote remoto, es conveniente definir el tamaño de los bloques de transmisión a fin de evitar que los volúmenes virtuales de información sean demasiado grandes.

El cálculo del número de registros que debe contener el bloque de datos puede calcularse de la siguiente manera :

$$T_e = (N_b N_r / S) + (N_b N_r P_m / S)$$

donde

T_e = tiempo de envío total

N_b = número de caracteres del registro

N_r = número de registros

S = velocidad de transmisión en caracteres por segundo

P_m = probabilidad de mensaje en error

CONCLUSIONES

Después de realizado este trabajo de investigación, el objetivo de hacer un análisis de los diferentes medios, con que se cuenta actualmente, para la transmisión de datos fue alcanzado; así como también se desarrollaron detalladamente los elementos necesarios para el diseño de un sistema de teleproceso de datos, aunque sólo se desarrollaron teóricamente.

La presente tesis partió del estudio, de los elementos básicos para la transmisión de datos, de los diversos tipos de redes, de cómo se da la integración de unas con otras para formar auténticas redes de larga cobertura, y finalmente de los protocolos más conocidos y utilizados hasta al momento. Todo ello con el fin de adquirir los conocimientos teóricos necesarios para contar con una visión global de lo que es la disciplina de la telecomunicación de datos y así poder desarrollar el último capítulo; donde todos estos conocimientos adquiridos fueron aplicados; es por ello que el último capítulo contiene en cierta forma las enseñanzas obtenidas de sus homónimos predecesores. Los aspectos más importantes que se obtuvieron de este capítulo se muestran a continuación.

La mejor forma de diseñar un sistema de teleproceso para datos es utilizando el enfoque sistemático, el cual es una metodología que consiste en desarrollar en forma gradual un proyecto, es decir, en etapas progresivas. Además esta forma de trabajo no sólo se utiliza en el diseño de una nueva red, sino también para la mejora de una red existente.

Antes de iniciar propiamente la conformación de algún diseño, es prioritario la realización de un plan de trabajo para la buena realización de éste. El plan de diseño de una red consta básicamente de las partes siguientes :

- Objetivos de la red.
- Factores de justificación.
- Criterios de evaluación de la red.

Una vez conocidos los objetivos, es de gran utilidad saber si la implementación del diseño o de la red se justifica, por lo cual es necesario la consideración de otros factores.

Después de realizadas las proyecciones preliminares, vienen el análisis de factibilidad, seguido de la selección de una arquitectura del sistema y una comparación de costos contra las aplicaciones que se desarrollarán. Para facilitar esta tarea se recomienda realizar un plan de actividades con el objeto de determinar las etapas para el diseño de una red de teleproceso considerando puntos tales como, el planteamiento de necesidades y requerimientos, volúmenes de tráfico, necesidades de proceso de información, tiempo de respuesta, estructura de la red, distribución geográfica, consideraciones para la red de equipo terminal, los canales y velocidad de transmisión, configuración de la red y, finalmente, otros factores que afectan el diseño.

La mejor manera de detectar las necesidades y requerimientos de comunicación, es mediante el sondeo de los departamentos que principalmente utilizaran la red de comunicación, así como mediante la observación y análisis de la forma en que realizan su trabajo.

Para la determinación de los volúmenes de tráfico es necesario contar con datos estadísticos de la actividad de procesamiento de datos del ente donde se planea implementar una red para transmisión de datos. Esto se debe realizar con el objeto de estimar los picos de trabajo y planear en base a estos, los elementos que deberán emplearse dentro de la red, así por ejemplo las líneas de comunicación deberán ser capaces de manejar los picos de transmisión de datos.

De los parámetros de mayor importancia se encuentra el tiempo de respuesta; especialmente en sistemas de control de procesos en tiempo real. El tiempo de respuesta se define como el tiempo que el sistema tarda en responder a una entrada, en esta definición incluimos la totalidad del tiempo que el sistema tarda en responder a una entrada, incluyendo la totalidad del tiempo durante la transmisión y tiempo de proceso dentro de la computadora. El tiempo de respuesta y el costo son inversamente proporcionales. Cuando el tiempo de respuesta disminuye, el costo aumenta.

Cuando se han planteado las necesidades en su conjunto, sigue la trascendental etapa de cómo resolver esas necesidades, esto es definir la estructura de la red; en esta etapa el diseñador utiliza todos sus conocimientos, pues debe tomar en cuenta todos los factores tanto técnicos como económicos que le permitan dar una solución adecuada al problema.

La distribución geográfica se debe realizar de acuerdo a los datos que arroje la investigación de volúmenes de tráfico; la selección de cada localidad puede realizarse haciendo primero una clasificación jerárquica por dependencias.

En la elección del equipo terminal se debe tener claramente definido el trabajo que éstas realizarán para así poder analizar las características de las posibles terminales a utilizarse; es importante no olvidar que todo sistema evoluciona, pues siempre aparecen nuevas necesidades, por lo que en la medida posible el estar preparado para afrontar este hecho es de gran ayuda.

El realizar las mencionadas etapas para llevar a cabo un diseño, nos dará la seguridad de que se ha desarrollado tal trabajo en forma esquemática, por lo cual la probabilidad de que el diseño no satisfaga la necesidad para el que está destinado es mínima. Es necesario mencionar que muchos de los problemas, que enfrentaremos en el futuro, no tienen que ser necesariamente manejados, para que se cumpla estrictamente las etapas de que consta este diseño o de otro; si no que el diseño es materia abierta para que cada uno desarrolle su propia creatividad.

Dada la variedad de diferentes medios de transmisión con que contamos actualmente, líneas telefónicas, par trenzado, coaxial, fibra óptica, microondas, enlaces satelitales, etc., es importante conocer las propiedades de cada uno de ellos con el fin de seleccionar el más apropiado para una necesidad específica de comunicación de datos; dicha selección tiene que satisfacer por lo menos, los siguientes tres puntos básicos:

- Cumplir con los requerimientos técnicos para satisfacer los parámetros de diseño de la comunicación.
- Contar con la capacidad para prevenir el crecimiento y las nuevas demandas de la comunicación.
- Ser la opción más económica que satisfaga totalmente los anteriores puntos.

Una vez seleccionado el medio es de suma importancia conocer la forma o técnica con que se realizará la comunicación de datos; estamos hablando acerca del tipo de modulación a utilizar, si es necesaria la multiplexación, qué protocolo(s) se utilizarán, cuáles serán los equipos de comunicación para enlazarse con las redes cuya forma de comunicación sea distinta a la que se posee, qué topología de cableado conviene más al ente o entes físicos que requieren ser comunicados, cuáles son los equipos electrónicos de comunicación a adquirirse para realizar el trabajo, con qué sistema(s) de respaldo se contará en caso de falla del sistema nominal.

Finalmente de las últimas conclusiones que se obtuvieron de este trabajo tenemos que :

El presente trabajo no cubre un estudio profundo y detallado de los medios de transmisión antes mencionados; la idea original era tener un conocimiento profundo de cada uno de ellos, sin embargo, al irse adentrando en el estudio de éstos comprendimos claramente que cada uno de ellos podría ser fácilmente un tema de tesis, por lo que se decidió mostrar las características más importantes de éstos y realizar una tabla comparativa para tener claro que medio de transmisión es el más conveniente en cada caso.

Un aspecto que hubiera servido de gran completo a este trabajo, sería la realización de un estudio de algunos de los más importantes y conocidos equipos de comunicación, como son servidores, hubs, switches, gateways, multiplexores, ruteadores, repetidores, etc; desde el punto de vista técnico. Nos referimos a qué tan buen desempeño tienen para altas cargas de trabajo, cuál es su vida útil promedio, qué condiciones ambientales extremas toleran, qué tipos de prueba se deben realizar para conocer si su funcionamiento es adecuado, etc; pues es de gran importancia saber que compañías ofrecen equipos realmente eficientes para así nosotros poder tener la seguridad de que estamos ofreciendo dispositivos de calidad, los cuales no dejarán caer nuestra imagen frente a nuestro cliente.

Es verdad que con la realización de esta tesis, nuestro conocimiento y punto de vista acerca de lo que significa la comunicación de datos ha cambiado trascendentalmente y consideramos que este trabajo nos permite el potencial necesario para desarrollarnos ampliamente dentro de este ámbito de la electrónica; por lo que la conclusión final que tenemos es que esta disciplina cambia día con día, evoluciona rápidamente, pues lo mismo surge una nueva técnica de comunicación que un nuevo protocolo, que hace más eficiente la comunicación de datos, provocando que lo que ayer era el máximo hito dentro de las telecomunicaciones hoy comience a ser obsoleto, lo que nos muestra lo vertiginoso que es el mundo del Teleproceso de datos; por ello es necesario que como los responsables de ayudar a nuestro país para que éste cuente con sistemas de comunicaciones que cumplan con los requerimientos de disponibilidad, confiabilidad, calidad y actualidad, que son los parámetros servicio con que se califica a todo sistema de comunicación, constantemente estemos actualizandonos en cuanto a las nuevas tecnologías que surgen dentro de esta disciplina, así como en el desarrollo de la investigación científica con el fin de diseñar y realizar tecnología propia.

Glosario

ANILLO

Topología física de las redes Token Ring.

AM

Modulación en Amplitud. Es una de las tres formas de modificar las señales de ondas sinusoidales, para hacer que estas "lleven" información. La amplitud de las ondas sinusoidales llamadas portadoras, es modificada de acuerdo con la información a ser transmitida.

ANCHO DE BANDA

Medida de capacidad de transmisión de una línea, usualmente expresada en ciclos por segundo o Hertz. Capacidad máxima de transmisión de un enlace, también puede medirse en bits por segundo cuya abreviación es bps.

ANSI

(American National Standards Institute) Instituto Americano de Estándares Nacionales, está formado por representantes de compañías industriales, organizaciones de consumidores y agencias del gobierno. Este grupo desarrolla y aprueba aspectos tales como terminología técnica, símbolos, abreviaturas, estructuras de códigos, etc. .

ARCNET

(Attached Resource Computer Network), Red de computadoras con recursos asignados. Es una red local desarrollada por Datapoint Corporation, utiliza una tecnología de acceso Token Passing y maneja una velocidad de transferencia de 2.5 Mbps.

ARPANET

(Advanced Research Projects Agency Network), Red avanzada de agencias para proyectos de investigación. Es la red precursora de la actual Internet, fue desarrollada en la década de 1960 por el departamento de defensa de Estados Unidos.

ASINCRONO

Define intervalos diferentes de tiempo entre los eventos que se dan en la transmisión de datos.

ASCII

(American Standard Code for Information Interchange) Código estándar americano para intercambio de información, estándar que define cómo representar dígitos, letras, signos de puntuación en computadoras; utiliza códigos de 7 bits para definir 128 elementos diferentes y 8 bits para 256.

ATM

Modo de transferencia asincrónica, tecnología que usa el tipo de transferencia asincrónica y la conmutación de celdas para interconectar dispositivos de procesamiento de datos de alto desempeño.

AUI

Interfaz de unidad de enlace, conectores situados en una tarjeta de interfaz de red o en algunos hubs, los cuales permiten enlazarse al canal deseado por medio de un transceptor.

BACKBONE

(Espina dorsal de la red). Es la infraestructura de conexión principal de una red y está constituida por los enlaces de mayor velocidad dentro de dicha red.

BANDA ANCHA

Servicios de las compañías de teléfonos para transmitir datos a velocidades considerables más rápidas que aquellas del nivel de voz.

BAUD

Unidad de medida que indica el número de veces que una señal portadora cambia de valor, esto es, el número de cambios de estado de la portadora por segundo. Su uso más común es en la industria de los modems y las comunicaciones seriales. No debe ser confundido con la velocidad en bps, pues aunque en los primeros módems el número de bauds correspondía a los bps, actualmente los modems de alta velocidad logran transferencias de hasta 28,800 bps sin que ello signifique que trabajan a 28,800 bauds.

BIT

Contracción de dos términos en inglés Binario y Dígito. Un bit tiene dos valores cero y uno, los cuales determinan los estados de la señal. Estos son denominados como falso o cierto, apagado o encendido, activo o inactivo, etc. Es la cantidad mínima de almacenamiento en una memoria electrónica.

BLOQUE

Unidad de almacenamiento de datos. En la red, un bloque tiene 4 K, es decir, 4096 caracteres.

BPS

(Bits per second) bits por segundo. Unidad de medida que indica los bits por segundo transmitidos por un equipo.

BSC

Binary Synchronous Communication. Es un protocolo de comunicación.

CABLEADO

Columna vertebral de cualquier sistema de red, ya que lleva la información de un nodo a otro.

CABLE COAXIAL

Cable consistente en un conductor cilíndrico externo hueco, por lo regular en forma de trenza, que cubre a un alambre conductor único. Suelen emplearse dos tipos de cable coaxial para las redes locales: cable de 50 Ohms, para señales digitales, y cable de 75 Ohms, para señales analógicas y para señales de alta velocidad.

CABLE TELEFÓNICO

Cable formado principalmente por dos alambres de cobre que se encuentran aislados por una cubierta de plástico y torcidos uno contra el otro, por lo que también se les llama de par torcido (twisted pair). Son sumamente económicos, flexibles y permiten manipular una señal a una distancia máxima de 110 metros sin el uso de amplificadores.

CANAL

Vía de comunicación física y lógica que permite transmitir datos de un punto a otro.

CCITT

(Consultative Committee of International Telegraph and Telephone) Comité Internacional de Consulta para Telégrafos y Teléfonos, da las recomendaciones para sistemas de comunicaciones a nivel internacional incluyendo datos.

CLIENTE

Computadora enlazada a la red que comparte los archivos situados en un servidor.

CÓDIGO

Un conjunto de símbolos de máquina que representa datos o instrucciones. También puede ser, cualquier representación de un conjunto de datos por medio de otros. Un código binario es un sistema de codificación constituido por dígitos binarios.

CONCENTRADOR

Término utilizado por lo general para designar un equipo que funciona como nodo central en una topología de estrella o bien un dispositivo que ofrece conexiones a una o más redes.

CONMUTACIÓN DE PAQUETES

Se denomina así a la transmisión de datos por medio de paquetes y direcciones determinadas, a través de un canal de comunicación.

CPU

(Central Process Unit) Unidad central de proceso, es el cerebro de una computadora y puede estar conformado por uno o más microprocesadores.

CSMA/CD

(Carrier Sense Multiple Access/with Collision Detection) Acceso múltiple por detección de portadora /detección de colisión. Metodo de acceso en las redes Ethernet y 802.3. Protocolo que tiene por objetivo evitar las colisiones posibles en una red; este protocolo de acceso detecta dos estaciones que intentan emitir al mismo tiempo, permitiendo el acceso a una de las dos mientras la otra espera. Es decir, antes que ese nodo transmita, toma un tiempo para verificar que ningún otro lo esté haciendo, por lo tanto, el primer mensaje que se envía es el primero en atenderse.

DECODIFICADOR

Cualquier dispositivo de hardware o software que convierte una señal codificada a su forma original.

DCE

Data Circuit Terminating Equipment. En el contexto de X.25, DC significa un nodo de la red.

DEMODULAR

Reconvertir una señal modulada a su forma original, extrayendo los datos de la frecuencia portadora.

DIRECCIÓN IP

Dirección única de un dispositivo en una red TCP/IP. Consiste de 4 números entre 0 y 255 separados por puntos (200.132.5.45).

DMA

Acceso directo a memoria . técnica que incrementa el desempeño del servidor de archivos.

DTE

Data Terminal Equipment. En el contexto de X.25, DTE hace referencia a los equipos terminales.

ENCRIPCIÓN

Procedimientos para codificar información de manera que pueda transmitirse sin peligro de ser interceptada o alterada antes de que llegue a su destinatario.

ENRUTADOR

(Router). Periférico que permite enlazar dos redes locales semejantes o diferentes.

ESTRELLA

Topología física en la cual cada computadora esta enlazada a un Hub central.

ETD

Equipo terminal de datos

ETHERNET

Tipo de red local que utiliza el método de acceso CSMA/CD, comercializado por XEROX.

FDDI

(Fiber Distributed Data Interface). Interfaz de datos distribuidos por fibra. Norma de red a 100Mbps que utiliza la fibra óptica como medio de transmisión.

FIBRA ÓPTICA

Medio físico que transporta los datos en forma de rayos luminosos. Es un filamento de vidrio o de plástico sumamente delgado para la transmisión de la luz.

FULL-DUPLEX

FDX. Modalidad de transmisión simultánea en dos sentidos usando cuatro alambres.

FTP

(File Transfer Protocol). Protocolo de transferencia de archivos, éste define los mecanismos y reglas para transferir archivos entre las diversas computadoras de la red.

GATEWAYS

(Puerta de acceso). Los gateways son una compuerta de intercomunicación que operan en las tres capas superiores del modelo OSI (sesión, presentación y aplicación). Ofrecen el mejor método para conectar segmentos de red y redes a mainframes. Se selecciona un gateway cuando se tienen que interconectar sistemas que se construyeron totalmente con base en diferentes arquitecturas de comunicación.

HALF-DUPLEX

Circuito diseñado para la transmisión en sentidos alternados sobre un medio compuesto por dos alambres.

HUB

Equipo que funge como concentrador en una arquitectura de estrella; es un dispositivo pasivo.

IEEE

Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica, organismo que define los estándares de comunicación, entre las cuales se encuentran las redes locales y metropolitanas.

INTERNET

Es conocida también como la red de redes, creada de la unión de muchas redes TCP/IP a nivel internacional y cuyos antecedentes están en la ARPANET.

INTRANET

Red de uso privado que emplea los mismos estándares y herramientas de Internet.

IP

(Internet Protocol) Protocolo Internet, éste provee las funciones básicas de direccionamiento en Internet y en cualquier red TCP/IP.

ISDN

(Integrated Services Digital Network) Red Digital de Servicios Integrados.

ISO

Organización internacional para la estandarización de las tecnologías de redes locales.

LAN

(Local Area Network), Red de Area Local. Conjunto de computadoras y otros dispositivos comunicados entre sí dentro de un área relativamente pequeña.

MAINFRAME

Se refiere a un sistema computacional de grandes dimensiones.

MICROONDA

Onda electromagnética, con una frecuencia superior a los 900MHz.

MÓDEM

Contracción de las palabras Modulador y Demodulador, dispositivo que modula y demodula señales transmitidas sobre las líneas de comunicación, convierte las señales digitales en analógicas y viceversa.

MÓDEM ASINCRONO

Es un módem que puede recibir y transmitir bits de datos en serie, sincronizados por el adaptador de comunicaciones.

MÓDEM SINCRONO

Módem que contiene un circuito de sincronización para regular el flujo de los bits. Normalmente es usado por el adaptador de comunicaciones para emitir los bits a la velocidad establecida por el pulso de sincronización.

MODULACIÓN

Es el proceso de modificación de algunas características de la onda portadora de acuerdo con los valores puntuales de la información a ser transmitida.

MULTIPLEXOR

Dispositivo que permite la concertación de líneas que operan a distinta velocidad y con diferente protocolo, para economizar componentes de comunicaciones.

MULTIPUNTO

Forma de conectar varios lugares para transmitir información entre ellos.

NODO

Es la descripción topográfica de una red, un nodo es un punto de unión de enlaces o de conmutación de la ruta que siguen los mensajes de datos, desde el punto de vista del flujo de datos.

OSI

Interconexión de sistemas abiertos, programa de estandarización internacional creado por el ISO y el UITT, cuyo objetivo es desarrollar las normas en materia de comunicación de datos, destinadas a facilitar la interconexión de equipos de diferentes fabricantes.

PAD

Packet Assembler/Disassembler. El PAD es un módulo de software que convierte una secuencia de datos en su forma nativa, en paquetes. Típicamente reside en un nodo de la red.

PAQUETE

Bloque de datos organizado de una forma especial, para que obre como un conjunto indivisible.

POLL/SELECT

Sondeo/Selección, generalmente conocido como "polling", es una técnica utilizada en servicios multipunto, para determinar cual terminal está lista para enviar o recibir un mensaje. Este método de acceso se caracteriza por contar con un dispositivo controlador central, que es una computadora inteligente, como un servidor. Pasa lista a cada nodo en una secuencia predefinida solicitando la red. Si tal solicitud se realiza, el mensaje se transmite; de lo contrario, el dispositivo central se mueve a pasar lista al siguiente nodo.

PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

Conjunto de reglas para gobernar las comunicaciones entre dos entidades; se refiere a la manera como los datos pasan de una estación a otra.

PUENTE

(Bridge). Dispositivo que permite derivar varios ramales de una línea de comunicaciones. puede ser digital o analógica. Los puentes son dispositivos que tienen usos definidos. Primero, pueden interconectar segmentos de red a través de medios físicos diferentes; por ejemplo, no es poco común ver puentes entre cable coaxial y de fibra óptica. Además pueden adaptar diferentes protocolos de bajo nivel (capa de enlace de datos y física de modelo OSI).

PUENTES RUTEADORES

Son una especie de híbrido entre los puentes y ruteadores. Frecuentemente se les denomina incorrectamente ruteadores de protocolo múltiple, los puentes ruteadores ofrecen muchas de las ventajas, tanto de los puentes como de los ruteadores para redes muy complejas. En realidad los puentes ruteadores toman la decisión de si un paquete utiliza un protocolo que pueda ser enrutable. Así, enrutan aquéllos que puede y puentean el resto.

PUERTO

Interface de un equipo de computo o de telecomunicaciones.

PUNTO A PUNTO

Forma de configurar dos dispositivos para efectos de la comunicación entre ellas, se emplea un enlace directo sin ramificaciones a terceros..

RED

Disposición de equipos de computación, de comunicaciones y de líneas de transmisión que permite el enfoque del conjunto como un sistema de procesamiento de datos con características definidas.

RUTEADORES

(Routers). Los ruteadores determinan la trayectoria más eficiente de datos entre dos segmentos de red. Operan en la capa superior del modelo OSI a la de los puentes, la capa de red, no están limitados por protocolos de acceso o medio.

SIMPLEX

Transmisión en un único sentido sobre un medio de comunicaciones.

SNA

Arquitectura de sistemas de red, arquitectura de red desarrollada por IBM en los 70's para las mainframes y las AS/400. Es similar al modelo OSI

STP

(Shielded Twisted Pair), Cables de par torcido blindado. Clasificación de par torcidos que contienen cables de conductores más gruesos y muy bien cubiertos por un jacket.

T1, T3

Conexiones dedicadas de alta velocidad a 1.54 Mbps y 44 Mbps, respectivamente.

TCP/IP

(Transmission Control Protocol/Internet Protocol), Protocolo de control de transmisión/protocolo internet. Cuando las redes de computadoras enlazadas a internet se comunican entre sí utilizan el protocolo TCP/IP. Es el nombre dado a la familia de protocolos de comunicaciones desarrollados a finales de la década de los 70's por DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency; Agencia de proyectos avanzados de investigación de defensa), para enlazar sus computadoras. TCP corresponde a la capa de transporte del modelo OSI y ofrece la transmisión de datos, e IP corresponde a la capa de red y ofrece servicios de datagramas sin conexión; su principal función es comunicar sistemas diferentes. Fueron diseñados inicialmente para ambientes Unix por Vinton G. Cerf y Robert E. Kahn.

TDM

(Time Division Multiplex), Multiplexión por División de Tiempo, es una forma de obtener varios canales en un enlace simple, dividiendo el tiempo de uso de dicha vía en varios períodos de tiempo y asignando cada uno de los canales, de acuerdo con un criterio preestablecido, en la recepción cada canal es reensamblado en forma separada.

TOKEN PASSING

Este protocolo, que se utiliza en redes Arcnet y Token Ring, se basa en un esquema libre de colisiones, dado que la señal (token) se pasa de un nodo al siguiente nodo. Con esto se garantiza que todas las estaciones tendrán la misma oportunidad de transmitir y que un solo paquete viajará a la vez en la red.

TOKEN RING

Red local en anillo sobre el cual circula una señal. Desarrollada por IBM y funciona a 4 o 16 Mbps. La norma 802.5 es la versión estándar de este tipo de red, la cual maneja el protocolo Token Passing.

TOPOLOGÍA DE RED

Disposición física de los elementos de la red. Se refiere a cómo se establece y se cablea la red. La elección de la topología afectará la facilidad de la instalación, el costo del cable y la confiabilidad de la red. Tres de las topologías básicas de red son la estrella, el bus y el anillo.

TRANSCEIVER

Transceptor, dispositivo utilizado en las redes ethernet y 802.3 que abastecen la interfaz entre el puerto AUI de una estación y el canal de transmisión.

TRANSMISIÓN ANALÓGICA

Cantidades físicas mensurables que, en comunicación de datos, toman la forma de voltaje continuo presentando en forma sinusoidal.

TRANSMISIÓN ASINCRONA

Método de transmisión mediante el cual cada carácter se transmite bit por bit, cada carácter empieza con un bit de inicio (start bit) y termina con un bit de paro (stop bit), lo cual sincroniza las señales entre el dispositivo emisor y el dispositivo receptor.

TRANSMISIÓN DIGITAL

Dato representado por una serie de estados discretos y distintos. El material de comunicación de datos implica casi siempre una cifra representada en la forma binaria : 0 o 1.

TRANSMISIÓN EN BANDA ANCHA

Broadband, método que permite transportar varias señales al mismo tiempo, por un mismo cable.

TRANSMISIÓN EN BANDA BASE

Baseband, ésta se da por un canal único por medio del cual una señal única se transmite.

UTP

(Unshielded twisted pair), Par torcido sin blindar. Clasificación de cables de par torcido que contienen cables con conductores de cable delgado y menos protegidos por un jacket.

WAN

(Wide Area Network) Red de Area Amplia. Conjunto de computadoras y otros dispositivos comunicados entre sí colocados dentro de un espacio geográfico de amplias dimensiones.

BIBLIOGRAFIA

Sistemas de Comunicación Electrónica.

Wayne Tomasi.
Ed. Prentice Hall.
Segunda Edición 1996.

Redes Locales y TCP/IP.

José Luis Raya.
Ed. Ra-ma.
Primera Edición 1995.

Redes de Area Local.

Thomas W. Madron.
Ed. Gpo. Noriega Editores.
Primera Edición 1993.

Redes de Computadoras, Protocolos, Normas e Interfaces.

Uyless Black.
Ed. Ra-ma.
Primera Edición 1995.

Comunicación y Redes de Procesamiento de Datos.

González Sainz Néstor.
Ed. McGraw-Hill 1987.

Redes Locales e Internet. Introducción a la comunicación de datos.

St-Pierre Armand,
Stéphanos William.
Ed. Trillas 1997.

Redes de Alta Velocidad.

Jesús García Tomás,
Santiago Ferrando, Mario Piattini.
Ed. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. 1997.

Introducción a las Telecomunicaciones por Fibras Ópticas.

Jean Pierre Nérou.
Ed. Trillas 1991.

Computer Networks.

Andrew S. Tanenbaum.
Ed. Prentice-Hall.
Primera Edición 1988.

Microwave Principles and Systems.

Nigel P. Cook.
Ed. Prentice Hall.
First Edition 1986.

Introduction to Microwaves.

Fred E. Gardiol.
Ed. Artech House.
First Edition 1984.

Data Communications Computer Networks and Open Systems.

Fred Haisall.
Ed. Addison-Wesley.
Third Edition 1992.

Understanding Data Communications.

Gilbert Held.
Ed. Jhon Wiley & Sons.
First Edition 1991.

Data Communications.

Scott A. Helmerss.
Ed. Prentice Hall.
First Edition 1989.

RAD Data Communications.

Dr. Debby Koren.
www.rad.com.

IBM Communications

www.ibm.com

Telecommunications Magazine.

www.telecoms-mag.com

Teleprocesamiento

www.inf.unitru.edu.pe

Protocols

www.wanresources.com