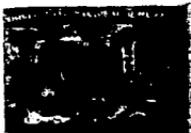


105
24.



Universidad Nacional Autónoma de México

**Escuela Nacional de Estudios Profesionales
Campus "Aragón"**

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

**ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE
COMUNICACIONES DE VOZ, DATOS Y TELECONTROL EN LUZ Y
FUERZA DEL CENTRO (LFC)**

TESIS PROFESIONAL

QUE PRESENTA:

Velázquez Escobar Gabriel
Cordero Bravo Carlos

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

ASESOR: Ing. Pascual Rivera Muñoz

Aragón, Edo. de México

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecemos a la Universidad Nacional Autónoma de México la oportunidad para formarnos como profesionistas.

Un alto agradecimiento al Ing. Pascual Rivera Muñoz por apoyarnos y dirigirnos en este trabajo ya que gracias a su experiencia y crítica hemos logrado concebir en este trabajo la conclusión de nuestros estudios de licenciatura..

***Estudio sobre el Mejoramiento de los
sistemas de comunicaciones de voz,
datos y telecontrol en Luz y Fuerza del
Centro (LFC)***

Índice

	Página
Introducción	1
Capítulo I. El proceso de comunicación	1
1.1. Modos de Transmisión	2
1.1.1 La comunicación entre Equipos Terminales de Datos (DTE 's).....	5
1.2. Definición de una red y tipos de redes de comunicación	7
1.2.1. Tipos de Redes	10
1.2.1.1. Redes de área amplia (WAN)	11
1.2.1.2. Redes de área metropolitana (MAN)	11
1.2.1.3. Redes de área local (LAN)	11
1.2.2. Topología de Redes	15
1.2.2.1. Red tipo Anillo	17
1.2.2.2. Red tipo Bus ó lineal	18
1.2.2.3. Red tipo Arbol ó Estrella	19
1.2.2.4. Red tipo Malla	20
1.2.2.5 Tendencias actuales de las redes LAN	21
1.3. Protocolos de comunicaciones	26
1.3.1. Funciones de los protocolos	26
1.3.2. Arquitecturas de red	33
1.3.3. El modelo OSI	36
1.4. TCP/IP (Transmision Control Protocol/Internet Protocol	43
1.5. Equipos de la Red de Telecomunicaciones	46

Capítulo II. Necesidades de Comunicación de Luz y Fuerza del Centro 58

2.1	Divisiones de la red de telecomunicaciones	61
2.1.1.	Divisiones geográficas de la red eléctrica de Luz y Fuerza del Centro (Centrales de Generación, Subestaciones y Centros de Control)	64
2.1.1.1	Ubicación y características de las Centrales de Generación de Luz y Fuerza del Centro	69
2.1.1.2.	Ubicación y características de las Subestaciones de Luz y Fuerza del Centro	71
2.1.1.3.	Características y ubicación de los equipos de Control de Luz y Fuerza del Centro	74
2.2	La red de transporte de comunicaciones de Luz y Fuerza del Centro	79
2.3.	El centro de control de la red de telecomunicaciones	88
2.4.	Necesidades de Servicio Divisional en Telecomunicaciones	89

Capítulo III. Solución WAN en la red de LFC 91

3.1	Alternativas actuales de comunicaciones en México	91
3.2	La red pública RDI en México	95
3.3	Necesidad de una red troncal (Backbone) Frame Relay	97
3.4	Consideraciones en la implementación de la red Frame Relay	98
3.5	Diseño de la red Frame Relay	106
3.5.1	Ruteo IP en la red WAN Frame Relay	112
3.6	Equipos de multiplexación Frame Relay	118
3.7	Beneficios de la red Frame Relay	119

Capítulo IV. Solución LAN en la red LFC 120

4.1	Necesidad de una red LAN ATM	120
4.2	Consideraciones en la implementación de la red ATM	125
4.3	Diseño de la red ATM	127
4.4	Equipos para la red LAN ATM	132

4.5 Beneficios de la red LAN ATM	133
--	-----

Conclusiones.

Aportaciones	135
Propuestas	140

Apéndices.

Apéndice A X.25	142
Apéndice B ISDN	148
Apéndice C Frame Relay	154
Apéndice D ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)	160
Apéndice E DNP3 (Distributed Network Protocol Versión 3.00)	166

Glosario	174
-----------------------	-----

Bibliografía	179
---------------------------	-----

INTRODUCCION

Históricamente, el ser humano siempre ha buscado la forma de comunicarse con la finalidad de transmitir ideas, su sentir, sus temores, sus descubrimientos o simplemente conocer a los demás.

En la actualidad es evidente que ningún individuo se encuentra al margen de la comunicación: empresas, hospitales, bancos, instituciones de gobierno, de investigación y escuelas han hecho evidente la necesidad de mantener un enlace en comunicaciones constante que les permita acceder a los grandes bancos de información así como intercambiarla. Por ello, las telecomunicaciones a nivel mundial han evolucionado considerablemente, durante los últimos años, esto hace necesario evaluar sus características y con ello tener una visión precisa sobre su **operación, su eficiencia y sus posibles mejoras.**

La experiencia ha dicho que todo sistema de comunicación debe considerar parámetros tales como:

- **Velocidad en la transferencia de la información.**
- **Confiabilidad del medio de transporte y fiabilidad de la información.**
- **Comodidad y rapidez en la transmisión.**
- **Costo por transferir dicha información y privacidad en la transmisión: dinero y energía.**

para que se considere como rentable, de fácil operación y mantenimiento.

Esto conduce a que las empresas busquen alternativas reales que les permitan dar continuidad a la demanda de sus necesidades utilizando la infraestructura con que se cuenta, acondicionándola con nuevas tecnologías y no desechando las que

se tienen, de tal manera que se permitan mejoras en las comunicaciones sin que esto implique un gasto excesivo.

La presente tesis muestra un bosquejo general de lo que implica la transmisión de información, así como los conceptos ligados a las redes actuales de telecomunicaciones (conocidos algunos de ellos por la comunidad dedicada a las telecomunicaciones), con la finalidad de sustentar las propuestas que se plantearan a lo largo de esta tesis.

Así mismo se desarrolla un análisis estructurado de la red de telecomunicaciones de Luz y Fuerza del Centro (LYFPAQ) , proponiendo su optimización a partir de la integración de redes públicas de manera que se puedan aprovechar sus recursos en tecnología e infraestructura para interconectar la Red LYFPAQ en zonas que no cuentan con servicios de comunicaciones de voz, datos y video de alta velocidad y alta tecnología.

Capítulo I.

El proceso de comunicación

Comunicar, es poder transmitir información de un lugar a otro a través de un canal determinado (figura 1.1), lo que involucra tres factores primordiales:

- La emisión y codificación de la información. (TRANSMISOR)
- La selección del canal y la transmisión de la información. (CANAL)
- La recepción de la información acompañada de la decodificación. (DESTINATARIO)

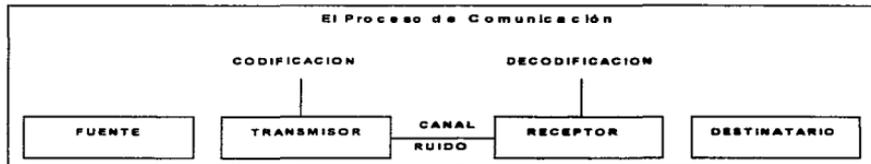


Figura 1.1 Diagrama a bloques del proceso de comunicación.

Comunicación de datos es la transmisión de información codificada de un punto a otro por medios eléctricos de transmisión, su importancia radica en las ventajas de mantener un intercambio continuo de información entre usuarios o empleados en puntos remotos. Básicamente los sistemas de comunicación están formados por:

- El Equipo Terminal de Datos (DTE), qué es el dispositivo que transmite y/o recibe datos para procesarlos, como una terminal (PC).
- El Equipo Terminal del Circuito de Datos (DTCE), es un dispositivo que conecta directamente a la línea de comunicaciones a los DTE's y que puede manipular la transmisión de señales de datos.

- El **canal** de transmisión por el cual la información es enviada, y que puede ser una línea telefónica de cable par torcido, cable coaxial, fibra óptica, o mediante sistemas por línea de vista (microondas).

Tanto los DTE's como los DTCE's cuentan con un dispositivo que permite conectarlos llamado **interface**, en general estos dispositivos se encuentran restringidos bajo normas de organismos internacionales como el ITU-T (International Communication Unit - Telephony), EIA, IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) los cuales establecen las normas de conexión, características físicas de los componentes (forma y número de pines), longitud de cables, compatibilidad de características eléctricas como voltajes corriente e impedancia, así como las normas para la transmisión de las señales de datos.

Para poder realizar la conectividad de los DTE's con los medios de transmisión y poder enviar las señales a través de ellos, es necesario convertirlas de tal manera que sean protegidas y puedan viajar por el medio en las distancias deseadas. Para tal efecto un dispositivo muy comúnmente utilizado es el **MODEM** (ácrónimo de **MOD**ulador - **DE**Modulador, pero no es el único), que como su nombre lo indica, convierte las señales digitales en analógicas y viceversa, procesándolas de tal manera que puedan ser aprovechados los medios de transmisión.

1.1. Modos de Transmisión.

Técnicamente los Equipos Terminales de Datos DTE transmiten un flujo de bits de información de dos maneras distintas.

- Una forma es la transmisión en paralelo (figura 1.2), la cual es utilizada comúnmente para la comunicación interna del microprocesador y un bus que lleva la información a otro microprocesador, en este sentido la comunicación en

paralelo requiere de una línea de transmisión para cada bit de información transportado.

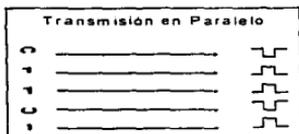


Figura 1.2. Transmisión en paralelo

- Cuando se trata de comunicaciones remotas se hace necesaria la transmisión en serie (figura 1.3), la cual consiste en enviar un paquete de bits en una sola línea de transmisión, uno tras otro.

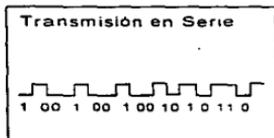


Figura 1.3 Transmisión Serie

Los conceptos anteriores representan tan sólo una pequeña parte de lo que implica la comunicación entre DTE's, por otro lado es indispensable manejar conceptos que permitan a los equipos notificarse que son capaces de comunicarse, y, una vez establecida la comunicación, que ambos dispositivos dispongan de un método con el que ambos lleven el control de la transmisión en curso.

En general son dos los conceptos que se utilizan en esta problemática la transmisión de datos síncrona y la transmisión de datos asíncrona.

Transmisión Asíncrona:

Los datos asíncronos son producidos por terminales de baja velocidad (PC'S). En los sistemas asíncronos (figura 1.4), cuando la línea de transmisión está en reposo, se encuentra en el estado correspondiente al binario 1. La transmisión de cada carácter es precedida de un bit de arranque, o pasó del estado de "reposo" al estado de "actividad" (binario cero), que indica a la terminal receptora que está transmitiendo un carácter. El receptor detecta el bit de arranque y los bits de datos que forman el carácter. Al finalizar la transmisión de este se vuelve a colocar la línea en estado de "reposo" mediante uno o más bits de parada, con lo cual se esta en condiciones de iniciar el carácter siguiente. Los bits de arranque y parada permiten que la terminal receptora se sincronice con el transmisor para la recepción de cada carácter.



TRANSMISIÓN ASÍNCRONA

Figura 1.4 Transmisión Asíncrona

Transmisión Síncrona:

La transmisión síncrona (figura 1.5) se sirve de un reloj interno con que cuenta el equipo de comunicaciones (síncrono) para sincronizar el transmisor y el receptor. Una vez que la terminal receptora detecta un carácter de sincronización, la transmisión se efectúa carácter por carácter sin necesidad de bits de arranque y parada.

El aparato receptor acepta los datos del equipo hasta que detecta un carácter especial de terminación o hasta el fin del cómputo de los caracteres, lo que le informa que el mensaje ha concluido. El bloque de mensajes se compone de uno ó dos caracteres de sincronización y uno ó dos caracteres de control.

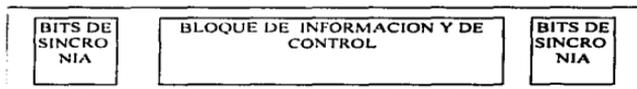


Figura 1.5 Transmisión Síncrona.

1.1.1 La comunicación entre Equipos Terminales de Datos (DTE's).

Los equipos de datos pueden enlazarse de distintas maneras dependiendo de la capacidad de los sistemas utilizados para el enlace, y de las características de conexión entre ellos, esto involucra 4 conceptos básicos que son:

Transmisión Simplex:

La transmisión simplex permite el envío de los datos en una sola dirección y los papeles del transmisor y del receptor están fijos, ésta se realiza a 2 hilos.

Transmisión Half Dúplex:

Un enlace Half Dúplex es aquel en donde existe la transmisión de datos en ambas direcciones pero no simultáneamente, ésta se realiza dos o cuatro hilos.

Transmisión Full Dúplex:

La comunicación Full Dúplex, es una forma de transmisión de datos en ambas direcciones y simultáneamente (Transmite y Recibe). En éste modo generalmente, se utilizan 4 hilos, 2Tx y 2Rx, aunque es posible utilizar dos solamente, empleando frecuencias diferentes dentro del canal.

Al aumentar la necesidad de aprovechar de mejor manera los medios de transmisión, como consecuencia de una mayor demanda de las líneas telefónicas, el concepto de DTE s independientes se vuelve obsoleto, la pregunta es ¿Cuál alternativa permitirá mejorar y aprovechar los recursos de comunicación entre los sistemas de datos?. La respuesta viene ligada a factores como: la necesidad de comunicaciones confiables, lejanía de los usuarios a los que desea establecer enlace, y con qué rapidez se requiere establecer la comunicación. Así también, factores como la dispersión geográfica y jerarquías de los equipos de trabajo hacen más amplio este concepto así como los recursos para satisfacer las necesidades de intercambio de información, todo lo anterior conduce a la implementación de las **redes de datos**. Con ello nace una nueva conceptualización ligada a una mayor robustez tanto en la capacidad de los sistemas como en su aprovechamiento.

1.2. Definición de una Red y Tipos de Redes de Comunicaciones.

Actualmente, el volumen de información a procesar se ha incrementado y los sistemas de información tienden a ser más complejos, dando pie a que los trabajos se distribuyan entre varias computadoras que deben ser capaces de comunicarse entre sí para trabajar de manera conjunta.

Esta comunicación puede darse entre computadoras que estén físicamente cercanas (Dentro de un mismo edificio, complejo, o nave industrial) ó geográficamente distantes (Ubicadas en ciudades, países e incluso continentes distintos). Las primeras dan origen a las redes de computadoras y las segundas a las redes de transmisión de datos.

Red de Computadoras:

Son un conjunto de computadoras conectadas entre sí a través de medios físicos de comunicación tales como líneas telefónicas de cable par torcido, cable coaxial, fibra óptica o enlaces de microondas con 4 objetivos principales:

- a) Compartir información.
- b) Comunicar usuarios.
- c) Tener flexibilidad en el manejo de información y
- d) Compartir recursos.

Existen ciertas características que diferencian unas redes de otras lo que permite clasificarlas en:

Redes privadas:

Que son utilizadas por universidades, bancos y empresas públicas, y se caracterizan porque sólo un grupo reducido de usuarios tienen acceso a la red (Propietarios, socios, empleados ó estudiantes).

Redes comerciales:

Prestan sus servicios a personas interesadas en tener acceso a la información en la red (Revistas científicas, agencias noticiosas, grupos que ofrecen productos de interés común).

Redes públicas:

Las cuales son administradas por el gobierno y por grandes consorcios. Utilizan la infraestructura de la red telefónica y ofrecen sus servicios a cualquier organización que se suscriba a la red. Los servicios de transmisión de datos son en extremo económicos, debido a que se comparten canales de comunicación entre gran cantidad de usuarios.

La configuración de una red depende de los requerimientos del usuario, y que deben considerar los siguientes puntos:

- Tipo de organización de la red.
- Tarifas y estructura de las tarifas.
- Confiabilidad del servicio.
- Tipo de los servicios de comunicación (Líneas conmutadas, líneas rentadas, líneas privadas ó combinación de ellas).
- Enrutamiento de las líneas.

- Tipo del equipo terminal que se usa en los lugares remotos.
- Protocolos (Asignación y tipo de los procedimientos de control de la comunicación).
- Procedimiento para el control de errores.

Básicamente existen dos posibilidades para organizar una red: Centralizada y Distribuida.

La **Red Centralizada** la ubicación principal para el procesamiento de la información se encuentra centralizada y todo el tráfico entre las terminales remotas se dirige a una sola unidad central de procesamiento (figura 1.6).

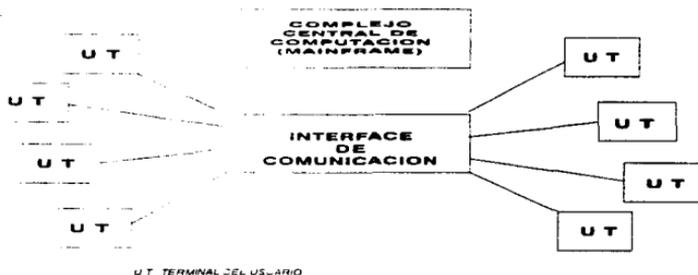


Figura 1.6 Red Centralizada

En la **Red Distribuida**, las principales instalaciones de procesamiento se ubican en más de una localidad, a cada uno de los diferentes centros de procesamiento se le puede controlar mediante un mismo sistema operativo ó incluso diferentes (figura 1.7).

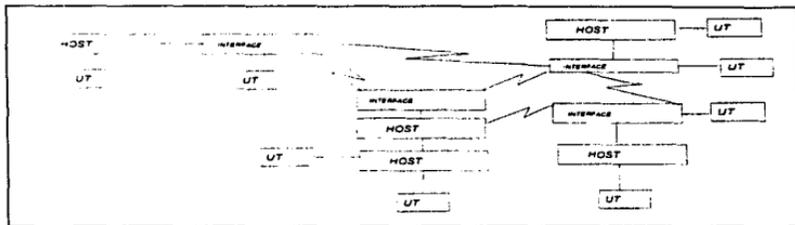


Figura 1.7 Red Distribuida.

Estos conceptos se encuentran ligados a lo que comúnmente se llama topología de redes.

Centralizadas

Distribuida

Tipo Estrella
Tipo Arbol Jerárquica
Tipo Malla
Tipo Anillo o Bucle

1.2.1. Tipos de Redes.

Actualmente las tendencias tecnológicas han ampliado una y otra vez los conceptos que sobre redes de computadoras existen, sin embargo partiendo de la extensión geográfica se puede comenzar clasificando las redes de computadoras como sigue:

1.2.1.1. Redes de Area Amplia (WAN - Wide Area Networks):

Son aquellas en la que es necesario conectar equipos de comunicación remota a las computadoras que integran la red, que pueden ser "mainframes" (Distribuidor General), minicomputadoras (PC's) ó grandes computadoras.

La extensión geográfica que abarca una red WAN puede ir desde una pequeña ciudad hasta cubrir en su totalidad el territorio de todo un país ó un continente.

1.2.2.2. Redes de Area Metropolitana (MAN - Metropolitan Area Networks):

Son redes híbridas, es decir, redes que conectan minicomputadoras y "mainframes". Se diferencian de las WAN en que los equipos de comunicación no son tan sofisticados pues no se transmite a distancias muy grandes.

1.2.2.3. Redes de Area Local (LAN):

Están ubicadas en un espacio físico restringido y comparten dispositivos de costo elevado (Graficadoras, impresoras láser, unidades de memoria) entre las computadoras que integran la red. No existe un parámetro que nos indique una longitud máxima de la red LAN, sin embargo en el momento que se utilicen sistemas de comunicación remota, dejaremos de hablar de una red LAN.

La necesidad de un mayor aprovechamiento de los recursos de una red, cualquiera que esta sea, da por resultado conceptos asociados; principalmente, a la telefonía convencional, y que están ligados a la compartición de los recursos de enlace entre diversas redes.

Conmutación:

La conmutación es un proceso que contribuyó al desarrollo de las redes de comunicación. El principio de conmutación es intercambiar información en forma ordenada estableciendo vías de transmisión adecuadas, existen básicamente dos tipos de conmutación.

- Conmutación de circuitos.
- Conmutación de paquetes.

Conmutación de circuitos.

Este tipo de conmutación (figura 1.8), aparece dentro de las redes telefónicas en las cuales se transmite (En su mayoría) voz, la principal característica de este tipo de conmutación radica en establecer una trayectoria única (privada) de transmisión entre dos ó más usuarios con necesidades de comunicación.



Figura. 1.8 Se establece una línea dedicada a cada circuito (Conmutación de Circuitos).

Conmutación de paquetes.

La conmutación de paquetes (figura 1.9) se lleva a cabo en redes que manejan datos, debido a que en este tipo de conmutación la información se fragmenta en bloques de datos llamados paquetes, los cuales se envían a través de la red por distintas rutas existentes.

En este tipo de conmutación los paquetes provienen de múltiples usuarios que comparten las mismas vías de distribución y transmisión.



Figura 1.9 Los paquetes de información se envían por distintas rutas. (Conmutación de paquetes)

Dentro de la conmutación de paquetes existen 2 modos principales de transmisión de datos:

- Circuitos virtuales.
- Datagramas.

Circuitos virtuales.

Este modo de transmisión también se le conoce como orientado o conexión. Dentro de este modo de transmisión se establece previamente una trayectoria de extremo a extremo. Posteriormente los paquetes viajan a través de la trayectoria establecida para llegar al destino. Al mismo tiempo comparten dispositivos de enlace y de conmutación de la red, existiendo la posibilidad de que los datos sean almacenados en los nodos intermedios hasta que se puedan reexpedir por el enlace de salida apropiado.

Datagramas.

A este modo de transmisión se le conoce como sin conexión, el término datagrama se refiere a un agrupamiento lógico de información enviada como unidad de la capa de red en un medio de transmisión. Este modo de transmisión mueve los datagramas entre los puntos origen y destino sin establecer previamente una trayectoria de conexión los datagramas viajan a través de la red sin una trayectoria fija en la red, cada datagrama lleva la información de los puntos del destino de cada uno y esto genera que los nodos intermedios de enlace los conduzcan hacia su destino final. Los datagramas no siempre llegan a su destino en el orden en que fueron enviados.

Cabe mencionar que en los 2 modos de transmisión de datos mencionados, los paquetes se colocan en colas de espera dentro de los nodos intermedios que se encuentran a lo largo de los nodos origen y destino.

El concepto de conmutación de paquetes y conmutación de circuitos ha mantenido hasta este momento las redes actuales de datos, desarrollándose con ellos nuevas tecnologías y configuraciones de redes como es el caso de las redes virtuales

conmutadas SVN (SWITCHED VIRTUAL NETWORKING), que asocian conceptos de conmutación muy desarrollados.

Redes de Transmisión de Datos:

Las redes de computadoras se sirven de las redes de transmisión de datos y de la conmutación, ya que son sistemas de comunicación utilizados en la transmisión de la información. En general, la capacidad que se ha obtenido para poder conectar los DTE s a las redes que comúnmente se utilizaban para transmitir voz, hace posible aprovechar cualquier sistema de comunicación actual. Así dentro de las redes de transmisión de datos tenemos:

- Redes telefónicas.
- Redes de microondas.
- Redes satelitales.

1.2.2. Topología de Redes

Las redes de computadoras han sido creadas para aprovechar los recursos periféricos con los que cuenta una empresa, así como los recursos en comunicaciones (Red Telefónica, Red de microondas, Red Satelital), para tal efecto ha sido necesario crear toda una filosofía que permite integrar de manera confiable todos y cada uno de estos recursos.

Topología significa definir los atributos de forma y "conectividad" de la red.

El concepto de topología se refiere a la forma física de conexión entre las estaciones de trabajo de la red: por otra parte a este tipo de conexión va ligado al **método de acceso** específico que depende del tipo de red que se trate. Los **métodos de acceso** son

técnicas utilizadas por las estaciones de trabajo para compartir el canal de comunicaciones de forma organizada.

Las redes, de acuerdo a su topología se clasifican en:

Red Tipo Anillo

Red Tipo Bus o Lineal

Red Tipo Arbol

Red Tipo Malla

En general las redes establecen el enlace de comunicaciones de dos maneras distintas: En Banda Base y en Banda Ancha.

Las redes de área local (LAN) trabajan en **Banda Base**, es decir, utilizan señales digitales para transmitir su información a lo largo del cable, esto permite que la complejidad y costo de la red disminuyan ya que trabajan con señales sin necesidad de cambiarlas e interpretarlas, de esta manera la conexión entre nodos es sencilla, sin embargo es limitado el número de equipos a conectar y sólo aceptan entre ellos señales digitales además de que las distancias máximas entre elementos son pequeñas.

Por otra parte en **Banda Ancha** la transmisión se realiza a partir de la conversión de las señales analógicas en digitales usando un modem para poder transmitirlos a través del cable, los anchos de banda de las señales digitales convertidas son pequeños lo que permite aprovechar el mismo medio para transmitir señales de voz, video, fax; en Banda Ancha se amplían las distancias entre elementos de la red y número de elementos conectados a la red. Se observa que este concepto deriva una nueva concepción de las redes cambiando de Area Local (LAN) hacia Area Amplia (WAN).

1.2.2.1 Red Tipo Anillo:

Es la red LAN en la que los nodos están conectados punto a punto formando un círculo, basado en estándares de conectividad como Token Ring ó IEEE 802.5. Estos estándares envían una trama de bits que son retransmitidos por el DTE más cercano, y los envían a la siguiente, hasta llegar al destinatario (figura 1.10). En general una red tipo anillo posee las siguientes características:

- Los nodos están físicamente conectados a 2 nodos adyacentes (círculo).
- La transmisión es de izquierda a derecha y los nodos ven la información no propia.
- El anillo debe romperse para agregar o eliminar nodos.
- Utilizan cable coaxial, par torcido o fibra óptica como medios de transmisión.

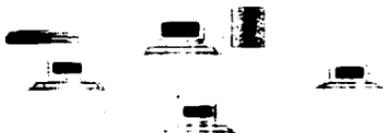


Figura 1.10. Configuración de red en topología tipo anillo.

La red tipo anillo presenta características bien definidas como red comercial en el concepto de Token Ring con una conectividad máxima de 72 nodos y una velocidad de transmisión de 16Mb/seg y banda base como modo de transmisión. Utilizan un dispositivo conocido como MAU (Multi Acces Unit) con un máximo de 18 en la red, cuya finalidad es mantener el anillo cerrado pese a que algunas estaciones de trabajo estén prendidas o estén fallando. El MAU cuenta sólo con 4 puertos, lo que significa una limitante en el equipo. Estas redes trabajan a distancias entre MAU s de 150m.

1.2.2.2. Red Tipo Bus ó Lineal:

Tienen un sólo bus ó cable común de comunicación que transporta la información de todas las estaciones de trabajo conectadas a él, utilizan el método de acceso CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/ Colision Detected) ó el Token Passing, aquí las estaciones de trabajo compiten entre si para utilizar el cable de comunicación. Cuando una estación transmite, espera una confirmación de que su mensaje fue recibido correctamente, si esto no sucede, indica que hubo una colisión, en el momento que esto sucede las PC's involucradas esperan un tiempo aleatorio y diferente cada una para retransmitir el mensaje, con lo que se garantiza que no existirá otra colisión; esto representa una desventaja puesto que los tiempos de espera pueden llegar a ser grandes.

En general la topología bus (figura 1.11) tiene las siguientes características:

- Los nodos se conectan en un medio común.
- Cada nodo escucha el tráfico de la red y espera su turno.
- La conexión de un nodo requiere romper el bus y desconectar.
- Utiliza cable coaxial, y fibra óptica.
- Se utiliza el método de acceso CSMA/CD.



10 MBPS

Figura 1.11. Red Tipo Bus

La red tipo bus se encuentra definida bajo los estándares de Ethernet que recibe este nombre por la analogía de Ether de la transmisión de la luz, este tipo de red trabaja en banda base con una velocidad de 10 Mb/seg y puede tener un máximo de crecimiento de 86 nodos repartidos en tres segmentos de una distancia no mayor a los 200m cada uno, unidos por repetidores.

1.2.2.3. Red Tipo Arbol ó Estrella:

La red tipo árbol se conoce como anillo modificado, lo cual se debe a que ésta red es una combinación de la red tipo anillo y la red lineal. Este tipo de red tiene un bus central de comunicaciones al que se conectan las estaciones de trabajo en forma directa ó a través de ramificaciones; utilizan el método de acceso Token Passing (similar al tipo anillo).

Token Passing es un método de transmisión de tramos de bits (Tokens) de una estación de trabajo a otra, sólo que aquí se asigna un turno a cada estación de trabajo diferente al de su ubicación física en la red.

Los principales aspectos de la red tipo Arbol ó Estrella (figura 1.12) son:

- Los nodos están conectados a un nodo central.
- La información se envía al nodo central y este retransmite a todos.
- Los cambios se dan en el nodo central.
- Utilizan cable coaxial, UTP ó Fibra Optica.
- El método de acceso que se utiliza es CSMA/CD y Token Passing.



Figura 1.12. Red Tipo Arbol ó Estrella

La red tipo árbol como estándar internacional se encuentra definida bajo ciertas características especiales propias. en general una Red Arbol es considerada como una Red ARCNet (Attached Resource Computer Network) que puede interconectar hasta 255 nodos (dispositivo conectado a la red), manejan una velocidad de 2.5 Mb/seg con transmisión en Banda Base y utilizan cable coaxial como enlace físico.

1.2.2.4. Red Tipo Malla.

En una red tipo malla (figura 1.13) existen múltiples conexiones entre nodos, esto hace atractiva la red ya que lo hace inminemente relativa a los problemas de embotellamiento y averías.



Figura 1.13. Red Tipo Malla

1.2.2.5 Tendencias actuales de las redes LAN.

Las redes LAN son las redes de mayor existencia, esto es debido a que se puede decir que son el punto terminal de las redes WAN ó de las MAN.

Para las redes LAN existen distintas tecnologías que han sido propuestas por organismos técnicos e implementadas por los fabricantes de equipos de comunicaciones dedicados a redes LAN. EL IEEE es el organismo que cuenta con los estándares de mayor importancia para las redes LAN, El estándar IEEE 802 divide la capa de enlace de datos del modelo OSI en dos sub capas:

El MAC, control de acceso al medio, esta capa se encarga de negociar con las técnicas de acceso al medio para una compartición de recursos del medio físico.

El LLC, control lógico de enlace, esta capa extiende la capa de enlace de datos con el fin de proporcionar una disposición para soportar una ó más conexiones lógicas sobre un medio sencillo.

El IEEE 802 presento varios estándares de red, de los cuales dos corresponden a LAN, y son IEEE802.3 e IEEE 802.5.

IEEE 802.3 Y ETHERNET.

El estándar IEEE 802.3 es similar al estándar conocido como ETHERNET (desarrollado por XEROX, INTEL y DEC), esta tecnología esta basada en una topología de BUS, en la capa de MAC se aplica el método de acceso llamado CSMA/CD, este determina cuantos datos son transmitidos y recibidos.

En la figura 1.14 se muestran las tramas correspondientes a IEEE 802.3 y a ETHERNET, en donde se observa la similitud existente.

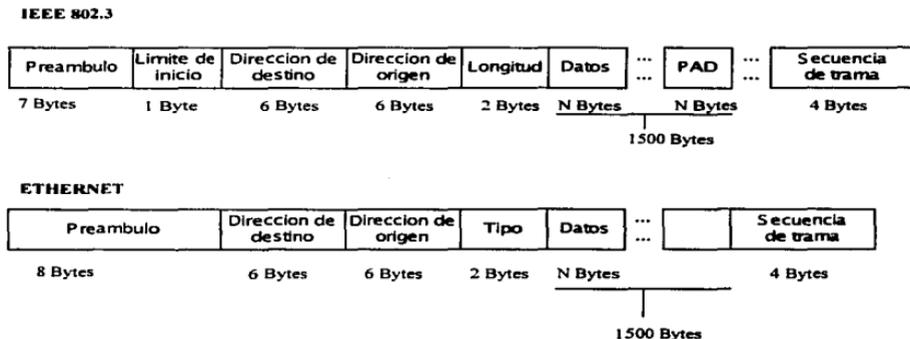


Figura 1.14 Formato general de las tramas IEEE 802.3 y ETHERNET.

Prámbulo.– Para ETHERNET son los primeros 8 bytes de una trama los cuales sirven para sincronización y establecimiento del inicio de una trama.

Para IEEE 802.3 son los primeros 7 bytes de la trama los cuales son utilizados para la sincronización.

Límite de inicio.- Es el byte de inicio de trama.

Dirección de destino.- Identifica la estación a la cual se les debe enviar la trama, la información del destino puede ser a una estación (unicast) a varias (multicast) ó a todas (broadcast). Tanto para ETHERNET como para IEEE 802.3 son 6 bytes de dirección.

Dirección de origen.- Identifica la dirección que envía la trama. Tanto para ETHERNET como para IEEE 802.3 son 6 bytes de dirección.

Longitud.- Determina la longitud del campo de información cuando un campo de Pad es incluido en la trama.

Pad.- Especifica el número mínimo de bytes por trama que se colisionan y son detectados. Si una trama no cuenta con los suficientes bytes, el campo de pad los agrega.

Tipo.- Este campo de 2 bytes especifica el tipo significativo de los niveles de red altos.

Datos.- especifica la información contenida en los paquetes. El tamaño máximo del campo es de 1526 bytes incluyendo el preámbulo. Si los datos enviados inicialmente requieren un campo mayor de 1526 bytes, las capas superiores pueden segmentar los datos en paquetes individuales, este proceso es conocido como fragmentación.

Chequeo de secuencia de trama.- Realiza un chequeo de los errores de transmisión. Esto se hace a través de un chequeo cíclico redundante (CRC), este chequeo consiste en la realización por parte del equipo de un polinomio el cual busca que los arreglos

lógicos sean idénticos tanto para el transmisor como para el receptor de acuerdo a estándares correspondientes al CRC.

Para este estándar existen distintos estándares de cableado, los más comunes son:

ETHERNET ESTANDAR (10BASE5), el cual esta basado sobre cable coaxial.

ETHERNET UTP, (10BASE T)el cual esta basado sobre cable de par torcido.

IEEE 802.5 Y TOKEN RING.

La empresa IBM fue la mayor influencia para el IEEE, con respecto al diseño del estándar para redes LAN IEEE 802.5, fundamentando su diseño en las redes TOKEN RING, las cuales se desempeñan bajo medios de *main frame*. Este estándar trabaja en base a una topología de anillo, así como IEEE 802.3 utiliza el método de acceso CSMA/CD, donde cada estación cuenta con un predeterminado total de tiempos de acceso al medio.

El formato de las tramas IEEE 802.5 y token ring es muy similar (figura 1.15).

TOKEN RING

Limite de inicio	Control de acceso	Trama de control	Dirección de destino	Dirección de origen	Datos	Secuencia de trama	Limite de terminación	Estado de trama
1 Byte	1 Byte	1 Byte	2 o 6 Byte	2 o 6 Bytes		4 Bytes	1 Byte	1 Byte

Figura 1.15. Formato general de la trama Token Ring.

Limite de inicio y limite de terminación.- Es un byte especial el cual indica la secuencia del inicio y final de trama.

Control de acceso.- En este byte se contienen los bits de prioridad de token y monitoreo, aquí se controla el acceso al anillo.

Trama de control.- Se define el tipo de trama con información ó control de acceso al medio.

Dirección de origen y dirección de destino.- Estos campos pueden ser de 16 bits o 48 bits de longitud, pero para una red local envían la misma información para todas las estaciones.

Datos.- En este campo se depositan todos los datos de la aplicación, pero también cuenta con información de control.

Chequeo de secuencia de trama.- Realiza un chequeo de los errores de transmisión. Esto se hace a través de un chequeo cíclico redundante (CRC), este chequeo consiste en la realización por parte del equipo de un polinomio el cual busca que los arreglos lógicos sean idénticos tanto para el transmisor como para el receptor de acuerdo a estándares correspondientes al CRC.

Campo de estado de trama.- Este Campo cuenta con información de la estación que origina el envío y a su vez acerca del estado de las estaciones a las cuales se envía la información, es decir si la dirección existe o esta fuera de servicio, con la finalidad de realizar una copia de la trama o no realizarla.

1.3 Protocolos de Comunicaciones.

Las redes de telecomunicaciones están conformadas por un conjunto de elementos que se encuentran interconectados con la finalidad de compartir e intercambiar información de forma correcta y confiable. Para que lo anterior se lleve a cabo se deben tomar en cuenta distintos aspectos, por lo cual se divide todo el proceso en varias tareas, cada una encargada de un propósito en específico.

Este proceso lógico se dividió en una serie de capas, que en su conjunto conforman la denominada "Arquitectura de Red" que a su vez es el conjunto de protocolos de la red.

Un protocolo es una secuencia de procedimientos a seguir de manera ordenada, de ahí el nombre de protocolos y su importancia en las redes de comunicación.

La comunicación entre dispositivos terminales de una red se lleva a cabo a través de reglas bien definidas, las cuales se conocen como protocolos, para una arquitectura de red particular.

1.3.1 Funciones de los protocolos.

Los protocolos de comunicación desempeñan un conjunto de funciones básicas generalizadas, las cuales se presentan en determinados momentos en los que se desarrolla el establecimiento de una comunicación, algunas de estas funciones son las siguientes:

- Fragmentación y reensamble.
- Encapsulado.
- Control de conexión.

- Control de flujo.
- Control de errores.
- Sincronización.
- Control de secuencia.
- Direccionamiento.
- Multicanalización.
- Servicios de transmisión.
- Coordinación de servicios.

En el diseño de cualquier tipo de red actual (LAN, MAN, WAN), se tomaron en cuenta las funciones anteriores debido a que consideran las necesidades prioritarias que debe de cubrir una red de comunicaciones. A continuación se mencionan los conceptos y características básicos de cada una de las funciones mencionadas.

Fragmentación y Reensamble:

Al enviar la información, esta se divide en fragmentos debido a diversas causas, la primera radica en función de que la arquitectura del hardware y/o software del sistema en cuestión, solo permite manejar mensajes de una longitud previamente determinada; otra es debido a que se requiere obtener una mayor eficiencia en la transferencia de la información, la cual se ve limitada por el canal de comunicación que llega a introducir errores, debido a que la longitud del mensaje no sea la adecuada y rebase o no alcance los rangos permitidos por el canal. Cabe mencionar que la fragmentación presenta desventajas, una de ellas es que cada bloque de información transferido necesita un encabezado, lo cual requiere más trabajo de procesamiento que ejecuta el protocolo y genera pérdidas en la eficiencia del proceso de transferencia de información.

Encapsulado:

La función de encapsular es la encargada de aplicar a un bloque de información un encabezado y una terminación, los cuales contribuirán al control de transferencia de información. Este encabezado y terminación son denominados elementos de información de control, los cuales están relacionados con:

- Direcciones de origen y destino.
- Redundancia para poder detectar posibles errores en la transmisión.
- Control de las distintas funciones del protocolo, como puede ser contadores de secuencia, bits de control de fragmentación, etc.
- Esta función de encapsulado se lleva a cabo en todos los niveles de una arquitectura de red.

Control de la conexión:

Esta función se lleva a cabo en los servicios de transferencia de la información con fines de conexión, el control de la conexión se encuentra dividido en 3 fases:

- Fase de establecimiento.
- Fase de transferencia.
- Fase de desconexión.

El desempeño de cada una de éstas fases se muestra en la figura 1.16.

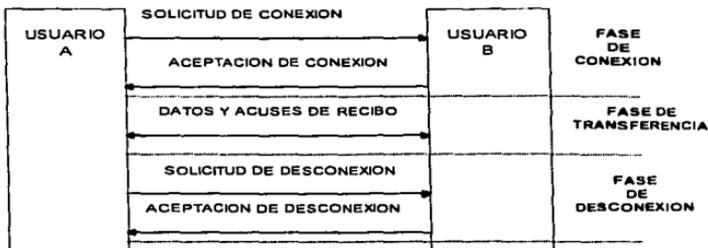


Figura 1.16 Fases del control de la conexión.

Control de Flujo:

Se debe llevar un control de flujo de información con la finalidad de establecer una sincronía en la transferencia de información, a su vez se debe evitar un tráfico excesivo que genere un bloqueo en la red y además se debe buscar aprovechar al máximo la capacidad del canal evitando retrasos.

Control de errores:

Durante la transferencia de información se llegan a presentar algunos errores, como puede ser:

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

Por lo tanto se debe establecer un sistema de detección de errores y poder llevar un control de estos. La detección de errores puede dar origen a diversas acciones a tomar dependiendo del nivel de protocolo.

Sincronización:

La sincronización es una función que se debe llevar a cabo adecuadamente para que dos terminales distantes se puedan comunicar correctamente. La sincronización aparece en todos los niveles de protocolo, es necesario tener una sincronía para poder delimitar los distintos campos que componen un paquete de información, ya que por medio de la sincronía se pueden ejecutar los procedimientos a seguir del envío de un paquete de información, por ejemplo: Inicialización, terminación, verificación, etc.

Control de secuencia:

Esta función se debe llevar a cabo con la finalidad de obtener una entrega ordenada de paquetes de información, obtener un control de flujo total y a su vez la obtención de un control de errores.

El control de flujo se encuentra al 100% relacionado con el control de secuencia, debido a que el control de flujo del tráfico de información debe llevar una secuencia, para que la información pudiera ser identificada y clasificada correctamente.

Direccionamiento:

El direccionamiento de un paquete de información es la función de mayor relevancia debido a que en la etiqueta que lleva cada paquete se encuentra la identificación propia, en la cual se pueden distinguir conceptos tan básicos y a su vez importantes como lo son:

- Nombre.
- Direcciones.
- Rutas.

El nombre identifica a la entidad con la cual se desea establecer la comunicación, la dirección específica donde se localiza esa entidad y la ruta indica como llegar a la entidad.

La función de direccionamiento implica la acción de procedimientos que se deben llevar a cabo de acuerdo al nivel del protocolo, ya que se deben tomar en cuenta datos y procedimientos a seguir como lo son:

- Estructura del nombre.
- Difusión del nombre.
- Nombre de las conexiones.
- Nombre de los puertos.
- Nombres de grupo los cuales a su vez llevan a cabo un cometido primordial dentro de una red de telecomunicaciones.

Multicanalización (Multiplexaje):

Esta función está enfocada a la función de muticanalización, resultan de gran utilidad las funciones de direccionamiento, ya que éstos permiten etiquetar de alguna manera los paquetes de información y así éstos se puedan seleccionar y enviar por canales de comunicación acordes al tipo de paquete. Se deben tomar en cuenta 2 tipos de muticanalización, que son muticanalización ascendente y descendente.

La muticanalización ascendente (FIGURA 1.17) permite disponer de varios canales a partir de un solo medio de transmisión. La muticanalización descendente (figura 1.18) permite disponer de un canal de alta capacidad a partir de varios canales de menor capacidad.

Figura 1.17 Multicanalización ascendente.



Figura 1.18 Multicanalización descendente.

Servicios de transmisión:

Los protocolos de comunicación cuentan con una función que lleva a cabo una jerarquización de los servicios que ofrecen las redes, a ésta función de protocolos se le conoce como servicios de transmisión y ésta función se lleva a cabo contemplando:

- **Prioridad.**
- **Grado de servicio.**
- **Seguridad.**
- **Restricción de acceso.**
- **Redireccionamiento.**
- **Enrutamiento preferencial.**
- **Adaptación de velocidades de transmisión.**
- **Recuperación automática en casos de falla.**

Donde cada uno de éstos procedimientos se lleva a cabo de acuerdo a la situación que se le presente.

Coordinación de servicios:

Esta función se lleva a cabo con el fin de administrar correctamente los servicios ofrecidos al usuario por la red, ya que ésta función coordina los servicios para que la red maneje correctamente los siguientes procedimientos con fines de servicio:

- Facilidades de tarificación.
- Formatos de presentación.
- Conversión de códigos.
- Almacenamiento temporal.
- Asesoramiento y diagnóstico en línea.
- Identificación de usuarios corresponsales.

1.3.2 Arquitecturas de red.

Las 3 arquitecturas de redes más representativas son SNA, DNA y OSI, las cuales se encuentran divididas en distintos números de capas, pero con fines comunes.

SNA (System Network Architecture):

Esta Arquitectura de Redes de Sistemas fue desarrollada por IBM a principios de la década de los 70' s, principalmente se caracterizó por ser una arquitectura de grandes dimensiones con un funcionamiento complejo, ésta arquitectura de red se dividió en 5 capas:

- Control del enlace.
- Control de trayectoria.
- Control de transmisión.
- Control de flujo de datos.
- Procesos de aplicación.

DNA (Digital Network Architecture):

La Arquitectura Digital de Red, fue propuesta por la empresa Digital Equipment Corporation, y es su arquitectura de redes, la cual está conformada por 5 capas:

- Físico.
- Control del Enlace.
- Transporte.
- Protocolo de Servicios de Red.
- Procesos de Red.

Comúnmente se emplea el término DECnet para referirse a los productos relacionados con la arquitectura DNA.

OSI (Open System Interconnection):

En la década del 70's la ISO (International Organization for Standardization) comenzó el diseño de un modelo de referencia llamado Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI, Open System Interconnection) el cual se divide en 7 capas las cuales desempeñan una labor específica, éste modelo se realizó con la finalidad de permitir que distintas arquitecturas de red diseñadas por diferentes fabricantes pudieran interactuar entre ellas.

Las 7 capas que conforman éste modelo son:

- Físico.
- Enlace.
- Red.
- Transporte.
- Sesión.
- Presentación.
- Aplicación.

Como se ha mencionado, los 2 principales problemas a atacar en el establecimiento de una comunicación son:

- Los datos del emisor deben ser dirigidos y llegar a su destino correcto y sincronizados.
- Los datos deben ser reconocidos y entregados con el formato correcto.

En base a éstos 2 problemas se han desarrollado 2 clases de protocolos:

- Protocolos de red y
- Protocolos de alto nivel, éstos a su vez se dividen en distintas funciones (capas) específicas.

En la figura 1.19 se muestra la comparación entre las arquitecturas de red SNA y DNA con respecto a OSI y los grupos principales de protocolos.

	OSI	SNA	DNA
PROTOCOLOS DE ALTO NIVEL	APLICACION	PROCESOS DE APLICACION	PROCESOS DE RED
	PRESENTACION		
	SESION	CONTROL DE FLUJO FLUJO DE DATOS	PROTOCOLO DE SERVICIOS DE RED
	TRANSPORTE	CONTROL DE TRANSMISION	
Protocolos de Servicios de Red	RED	CONTROL DE TRAYECTORIA	TRANSPORTE
	ENLACE	CONTROL DEL ENLACE	CONTROL DE ENLACE
	FISICO		FISICO

Figura 1.19. Comparación de arquitecturas de red.

1.3.3 El modelo OSI.

En la actualidad el modelo OSI diseñado por ISO es el modelo de arquitecturas de red más representativo y comúnmente respetado por los fabricantes.

Los paquetes de datos que se envían a través de una red, se encuentran estructurados por la información formal del paquete y la información de control. Esta última está formada por etiquetas de encabezado y de terminación.

La información de control es la encargada de realizar las labores de sincronía y detección de errores (entre otras) principalmente. Este concepto de incluir información de control se desarrolló en el modelo OSI, enfocado a implementar información de control a cada capa del modelo OSI y de ésta forma ofrecer una información confiable.

Como se muestra en la figura 1.20 del modelo OSI, cada capa recibe un paquete de datos de su capa inmediata superior y le implementa una etiqueta con información de control (encabezados), enviando el "nuevo" paquete a la capa inmediata inferior y así sucesivamente hasta llegar a la capa de enlace de datos. En el lado receptor sucede la operación inversa, debido a que cada capa utiliza su información de control correspondiente, hasta que el usuario receptor obtiene únicamente el paquete de datos originalmente enviado.

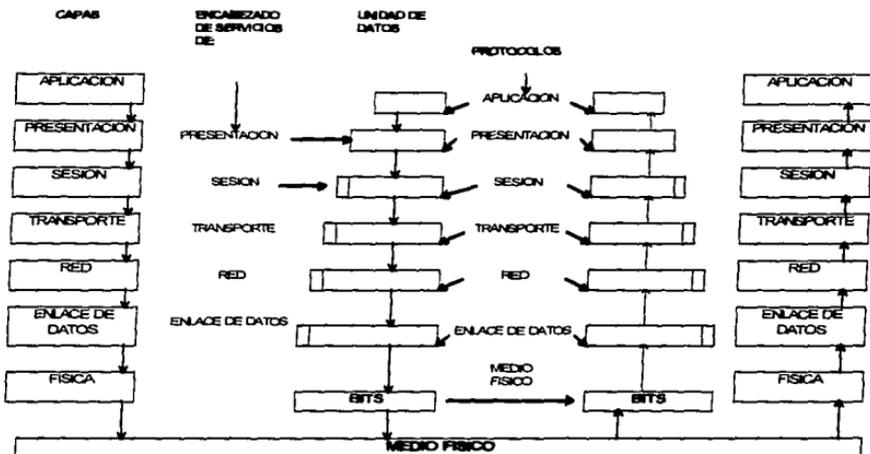


Figura 1.20. Unidades de datos que intervienen en una transmisión de acuerdo al modelo OSI.

Cada una de las capas del modelo OSI desempeñan una función específica y en base a ésta se han diseñado los protocolos correspondientes, la función de cada capa se menciona a continuación.

Capa Física (Physical Layer).

Es la capa más baja del modelo cuya función es ofrecer una conexión directa entre nodos de una red, ésta capa es la encargada de asegurar que un bit que entra a un medio físico llegue íntegro a su destino, debido a que en esta capa se establecen las características mecánicas, eléctricas y funcionales que se requieren para establecer, mantener y liberar las conexiones físicas entre un DTCE y un DTE.

Los principales servicios ofrecidos por ésta capa son:

- Establecimiento y liberación del circuito de comunicación.
- Sincronía a nivel de bit, carácter, palabra u octeto (De acuerdo al protocolo usado).
- Control de uso del circuito de comunicación.

En resumen, se encarga de definir las señales eléctricas que se enviarán. Para la capa física existen varios estándares, como lo son: RS232C, V.24, etc.

Capa de Enlace de Datos (Data Link Layer).

Esta capa es la responsable de transferir los datos a través del medio de comunicación, debido a que ésta capa proporciona a los datos la sincronización para controlar el flujo de bits de información y los procedimientos de inicialización y liberación de enlace.

Las funciones principales de ésta capa son:

- Sincronía a nivel de trama, palabra y octeto.
- Control de línea (Enlaces: punto a punto, punto a multipunto, dúplex o half-dúplex).
- Control y detección de errores.
- Control de secuencia (Sincronización en las velocidades de proceso, control de bloqueos).
- Transparencia (Cualidad de poder transmitir cualquier información sin importar el código que la represente).

En resumen, se encarga de empaquetar la información mediante etiquetas (Header and Trailer).

Capa de Red (Network Layer).

En la capa de Red se dirigen los datos desde el nodo origen hasta el nodo destino a través de la red y en algunos casos a través de varias redes, en ésta capa existe un control del tráfico de la información a través de la red, para evitar que los recursos ofrecidos por la red se lleguen a saturar y esto provoque bloqueos de transmisión de información. Principalmente ésta capa es utilizada para establecer, mantener y liberar una comunicación en la red, ésta capa proporciona elementos para gestionar servicios de red, como lo son:

- Grupos cerrados de usuarios, con ó sin acceso de salida ó entrada.
- Difusión general de información.
- Modificación de las velocidades de transmisión.
- Longitud de paquete para mejorar la eficiencia de transmisión.
- Petición de trayectoria de encaminamiento.

De forma general es la encargada de leer hacia donde y de donde viene ó va la información.

Capa de Transporte (Transport Layer).

Esta capa permite al usuario el poder optar por diversas opciones de calidad a partir de la capa (Inferior) de red, es decir, proporciona seguridad en el intercambio confiable y secuencial de los datos entre los usuarios finales.

La capa de transporte proporciona principalmente servicios como:

- Establecimiento de una conexión.
- Realización de transacciones de información.
- Difusión de información a múltiples destinos.

Por lo tanto se puede decir que está capa es la encargada de indicar por donde se transmitirá la información.

Capa de Sesión (Sesión Layer).

En esta capa se lleva a cabo la administración y control del diálogo entre los usuarios de la red, es decir, que la conexión y desconexión de una comunicación se controla por la Capa de Sesión.

La Capa de Sesión desempeña un servicio de sincronización para sobreponerse el sistema a algún error que se llegara a detectar, los usuarios pueden establecer los puntos de sincronización en el flujo de datos. Cuando ocurre la detección de un error la capa de sesión puede reestablecer la comunicación en un estado definido, regresando a los usuarios a un punto designado del flujo del diálogo, a su vez, descartando una

porción de los datos transferidos y reinicializar la comunicación a partir del punto previamente designado.

En general la capa de sesión es la encargada de otorgar y controlar " Los tiempos" de atención que requieren los usuarios de la red.

Cabe mencionar que la capa de sesión puede permitir una comunicación bidireccional o unidireccional.

Capa de presentación (Presentation Layer).

En ésta capa se asigna la forma de la presentación de los datos, sin ocuparse del significado o semántica, debido a que se ocupa en aceptar los tipos de datos que envía la capa superior (Aplicación), con la finalidad de que exista una compatibilidad en lo que se refiere a la sintaxis, entre las capas de presentación del transmisor y del receptor respectivamente.

La capa de presentación ofrece algunos servicios como son:

- Selección del tipo de terminal.
- Gestión de los formatos de la presentación de los datos.
- Instrucciones de manejo y formato de los archivos.
- Conversión de los códigos de datos.
- Instrucciones de control y formato de los datos.
- Control de la transferencia de información.

Finalmente la capa de presentación indica cómo se desea entregar la información al otro extremo.

Capa de Aplicación (Application Layer).

Es la capa más alta del modelo y su principal función es asegurar que los dos elementos de la red que llevan a cabo una comunicación se entiendan totalmente, debido a que ésta capa es la encargada de la semántica de la información que se procesa.

Cuando ocurre que en terminales distintas no se cuente con el mismo proceso de aplicación a ejecutar, y otras terminales si lleguen a contar con un proceso de aplicación idéntico, en éstos casos se necesita la intervención de los llamados protocolos de aplicación, el modelo OSI hace referencia a grupos de protocolos de aplicación, como son:

- **Protocolos de gestión del sistema.**
- **Protocolos de gestión de la aplicación.**
- **Protocolos del sistema para la materialización de las comunicaciones entre procesos de aplicación.**
- **Protocolos para aplicaciones industriales.**

En resumen la capa de aplicación es la encargada de que la información que un usuario envía sea la que se reciba correctamente.

1.4 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

TCP/IP es un protocolo de comunicaciones abierto que permite la conectividad para un sin número de equipos de diferentes marcas así mismo proporciona las facilidades de comunicación y administración del aprovechamiento de los recursos; TCP/IP es un protocolo que representa hoy por hoy una de las bases medulares en las comunicaciones y la planeación de las mismas tanto de redes de datos de área amplia como en redes de área local. En 1970 el DoD (Department of Defense) de los Estados Unidos diseñó este protocolo y así como el modelo de referencia OSI, TCP/IP fue conceptualizado con un modelo de referencia de 4 capas que se indican en la figura 1.21.

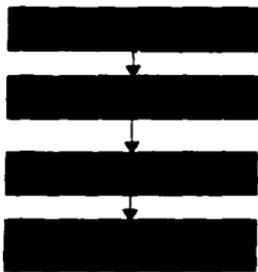


Figura 1.21 Modelo de referencia TCP/IP

Capa de Interface de Red:

Esta es la capa más baja de TCP/IP y su función principal es transmitir datagramas sobre el medio físico hacia el destino final, es el equivalente a la capa física y enlace de datos en OSI.

Capa Internet:

Esta capa tiene la función de proveer la comunicación de host a host, es aquí en donde los paquetes son encapsulados hacia un datagrama internet, el algoritmo de ruteo (vector distancia o estado del enlace) es corrido, y el datagrama es pasado a la interface de red para la transmisión en las redes conectadas a él. Esta capa es equivalente a la capa de red del modelo OSI

Capa de Transporte:

Este nivel es responsable de proveer comunicación entre aplicaciones residentes en diferentes hosts. Esta capa es equivalente a la capa de Transporte del modelo OSI

Capa de Aplicación.

Esta capa es equivalente a las capas de Sesión, Presentación y Aplicación del modelo OSI.

A continuación se ilustra una tabla comparativa entre el modelo OSI y el modelo TCP/IP así como los principales protocolos y aplicaciones involucrados en cada proceso de transmisión de datos.

APLICACION	APLICACIONES PC	BÉRELLÉ Y SERVICE S	TELNET (VIRTUAL TERMINAL)	FTP (File Transfer Protocol)	SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)	DNS (Domain Name System)	SNMP CMOT (Network Management)	NFS (Network File System)
PRESENTACION	SMB (SERVER MESSAGE BLOCK)							XDR
SESION	NETBIOS	ISO SOCKET						RFC (Remote Procedure Call)
TRANSPORTE			TCP (Reliable Datagram)			UDP (Unreliable Datagram)		
RED			IP (Direccionamiento, Ruteo, Fragmentación)					
ENLACE DE DATOS		802.3 CSMA/CD	802.4 Token Bus	802.5 Token Ring	FDDI			
FISICA	Diferentes medios físicos (UTP, Fibra MM, SM, Coaxial)							

Los servicios más importantes que TCP/IP proporciona en un ambiente de red sea de área local ó de área amplia son:

Transferencia de archivos:

Mediante el protocolo FTP (File Transfer Protocol) un usuario desde cualquier computadora puede conseguir o enviar archivos a cualquier parte en la red y en la dirección que desee. La seguridad en la transferencia de dichos archivos esta ligada a un nombre y un password de acceso para poder conversar con determinado equipo.

Sesión Remota (Remote Login):

Mediante el protocolo TELNET (Network Terminal Protocol) se puede establecer una sesión remota con una computadora o equipo de comunicaciones remoto, al establecer este enlace cada carácter que es teclado es enviado directamente al sistema en el que se ha establecido la sesión remota.

Correo Electrónico (Computer Mail):

Permite enviar mensajes a diferentes usuarios en la red ya sea a través de un servidor de correo o mediante un software de correo que permita la comunicación entre una o dos computadoras únicamente.

Servicio reconocedor de nombres:

Este servicio también es conocido como DNS (Domain Name Service), permite asociar la dirección de red de un host con un nombre determinado, de manera tal que si no se conoce la dirección, se puede establecer contacto a través del nombre.

Servicio de administración remota:

El protocolo TCP/IP cuenta con protocolo conocido como agente SNMP (Simple Network Management Protocol), este protocolo permite la administración remoto de cualquier host, siempre y cuando cuente con la información correcta, tanto a nivel software como hardware, de cada equipo, muchos proveedores de equipo han diseñado en sus equipos dispositivos que son capaces de almacenar bases de datos con todas y cada una de las características del equipo y también son capaces de mantener información fresca sobre los paquetes, estado de enlaces o puertos, etc de cada uno de los puertos que conforma el equipo, las bases de datos en los equipos son conocidas como MIBS (Management Information Base) definidas en los RFC's 1271 y 1757.

1.5 Equipos de la Red de Telecomunicaciones

Lo esencial dentro del mundo de las telecomunicaciones es la conectividad que se lleva a cabo en cualquier tipo de red y a su vez la interconectividad entre redes, factor principal que debemos considerar para su diseño. Con el objeto de tener conectividad en una red ó la interconectividad de redes (Internetworking), se debe contar con dispositivos que permitan su comunicación, los dispositivos representan un nivel específico y distinto de conectividad y funcionalidad de acuerdo a los modelos de referencia IEEE.802 y OSI, ya que éstos modelos se aplican a cualquier grupo de productos enfocados a la conectividad, desde modems hasta equipos que conforman una red satelital.

Tarjetas de interfase:

Los adaptadores de redes o tarjetas de interfaz con la red (NIC- Networking Interface Card), realizan dos funciones. Primero, sirven de intérpretes entre las señales de baja

intensidad que viajan por el bus de expansión de la PC y las señales más robustas que viajan por la red. Segundo, los adaptadores de redes ejecutan el *software* que indica cómo los adaptadores usan el alambrado de la red, esto es, los protocolos de acceso al medio (MAC). Existen diversas tarjetas de interfase que puedan ser internas o pueden estar conectadas al puerto paralelo.

Además pueden ser de diseños únicos dependiendo de las necesidades en la red, en este sentido podemos ilustrarlo mediante la siguiente tabla:

Almacenamiento de Memoria:	La mayoría de las tarjetas de interfase utilizan un "buffer" con la finalidad de compensar los retrasos inherentes en la transmisión de datos, mediante el almacenamiento de la información.
Conversión Serie - Paralelo:	Las tarjetas de interfase pueden contar con un controlador que recibe de la PC en paralelo y envía en serie por el cable de la red. En el lado receptor se repite el proceso en forma inversa.
Handshaking: (Apretón de Manos)	Las tarjetas establecen el proceso de señalización entre la tarjeta transmisora y la tarjeta receptora, negociando la manera en que van a ser enviados los paquetes (tamaño y tiempos de espera), en general cuando se enlazan 2 tarjetas de características distintas, se realiza la transmisión en la forma en que puede hacerlo la tarjeta menos sofisticada.

Como se observa, existen diferentes interfaces físicas que están condicionadas a la red que estemos utilizando y las necesidades de la misma, algunas interfaces físicas se describen a continuación con sus características principales.

Interfaces y Conectores

Como se mencionó las tarjetas de interface son dispositivos utilizados con la finalidad de llevar a cabo una conexión física entre las líneas de transmisión y los equipos terminales; existe una gran variedad de estos dispositivos los cuales operan bajo

normas establecidas por organismos internacionales y empresas dedicadas a las telecomunicaciones, algunos de los dispositivos mayormente utilizados como interfaces se describen a continuación.

Interface RS-232:

Esta diseñada para la comunicación serial asíncrona/síncrona de baja velocidad entre DTE y DCE.



Utiliza conectores DB-25 y DB-9 (Figura Adjunta).

Señales eléctricas Unbalanced (Desbalanceadas).

Velocidades entre 300bps y 19,200 (hasta 56Kbps).

Distancia máxima de 15 metros entre los DTE y DCE.

Interface RS-422:

Representan una opción para que puedan intercambiarse datos con mayor velocidad, en el acceso a la red, diseñada para conexiones seriales síncronas/asíncronas de alta velocidad y a grandes distancias.

Conectores comunes DB-25, DB-9.

Manejan señales eléctricas Balanced (Balanceadas).

Velocidad / Distancias:	100 Kbps.	1000 mts.
	1 Mbps	100 mts.
	10 Mbps	10 mts.

Interface V.35:

Diseñada para la conexión serial síncrona de alta velocidad para enlaces remotos.

Utiliza conector Manchester de 34 pines (ver figura).

Esquema híbrido en el manejo de señales:

Señales de datos/timing: Balanced
Señales de control: Unbalanced

Velocidades desde 40Kbps hasta 168Kbps (2.048 Mbps).

Distancia de 15 mts. con ambos grupos de señales.

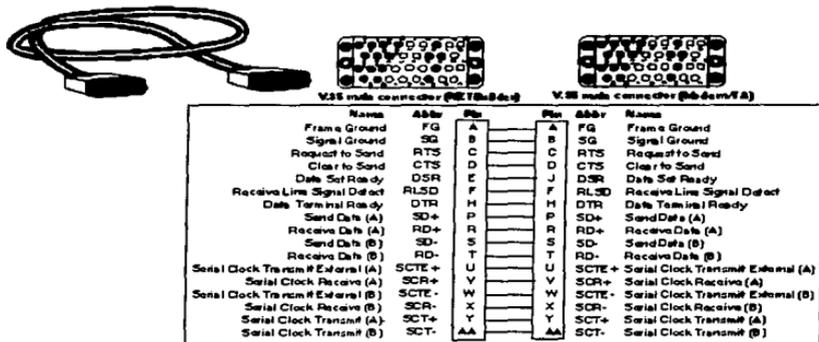


Figura 1.22 Configuración básica de la interfaz V.35

Conector tipo RJ:

Este tipo de conector es muy similar a los conectores de aparato telefónico ya que utilizan conductores de cable par trenzado de 8, 6 y 4 hilos con calibres desde 22 hasta 24 AWG (American Wire Gauge), pueden ser utilizados en las llamadas redes LAN y en equipos que se enlazan por medio de las líneas telefónicas (puentes, hubs, ruteadores, concentradores).

Existen 4 configuraciones básicas para este tipo de conectores que son:

8 posiciones

8 posiciones conmutado

6 posiciones

6 posiciones modificado

La designación RJ significa "Registered Jack", los arreglos RJ se refieren a algunas configuraciones específicas de cableado, llamadas Códigos Ordenados de Servicio Universal (Universal Service Ordering Codes USOC). Los conectores RJ más comunes son los llamados RJ45 y RJ11.

RJ45 es un conector estilo modular de 8 posiciones (figura 1.21) comúnmente con un arreglo de 2 pares de hilos, utilizado en redes Ethernet ó Token Ring y en Redes Digitales de Servicios Integrados (RDSI).

Figura 1.23 Conector RJ 45



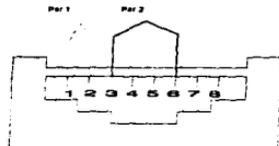
RJ11 es un conector estilo modular de 6 posiciones modificado (figura 1.22), con arreglo de 3 pares, y un poco más pequeño que el RJ 45.

Figura 1.24. Conector RJ 11

1 2 3 4 5 6

Configuración del Conector RJ45 para redes Ethernet con cableado 10BASE-T:

El estándar 10BASE-T, establece el procedimiento de transmisión de señales Ethernet sobre cable par torcido no blindado, la configuración física del conector RJ45 para una red Ethernet se muestra en la figura 1.23.

Figura 1.25 Configuración de conector RJ 45.**Ethernet 10Base T**

Se observa que sólo se utilizan 4 de los 8 pines del conector para la transmisión y recepción de las señales, en donde el par 1 con los hilos 1 y 2 estarán dedicados a la transmisión 1 y recepción 1, el par 2 con los hilos 3 y 6 estarán dedicados a la transmisión 2 y recepción 2 esta condición puede variar de dos a tres arreglos de hilos en esquemas de redes de AT&T.

En algunas redes los hilos 4 y 5 pueden ser utilizados para conectar las líneas telefónicas y los hilos 7 y 8 para aplicaciones especiales tales como video en multimedia.

Configuración del conector RJ45 para redes Token Ring:

En esta configuración nuevamente utilizamos sólo 4 de los 8 pines del conector, sólo que a diferencia de la red Ethernet aquí se harán arreglos con los pines 5 y 4 para transmisión y recepción 1 y los pines 4 y 5 para transmisión y recepción 2, la figura 1.24 nos muestra la configuración del conector RJ45 para una red Token Ring. Cabe hacer mención que podremos utilizar los hilos restantes, al igual que en el caso de las redes Ethernet, para aplicaciones especiales de transmisión de voz o video.

Figura 1.26 Configuración de conector RJ 45.



Conector DB-25:

La configuración de los pines en un dispositivo de interconexión DB-25 (figura 1.25), son datos indispensables que nos permiten evitar caer en la incompatibilidad de los equipos y problemas por la interpretación errónea de la información eléctrica transmitida. Para ello se han establecido estándares regidos bajo normas internacionales del ITU-T (International Communication Unit - Telephony) y del IEA (Industry Electronic Asociation), Este conector es muy utilizado con un arreglo V.24, también conocido como RS232, la interface garantizan la interconexión física en forma compatible para la transmisión de datos binarios, señales de control y de temporización; a continuación se describe la asignación de señales en un conector DB-25.

PIN	DESIGNACION	DESCRIPCION
1	Tierra de protección (Protective ground).	Conexión eléctrica realizada en la estructura del equipo.
2	Datos transmitidos (Transmitted Data).	Señal que transporta los datos generados en la terminal y que serán transmitidos por modem.
3	Datos recibidos (Received Data).	Señal que transporta los datos generados por el modem, en respuesta a unos datos transmitidos por equipo terminal.
4	Solicitud de envío (Request to send).	Una condición de encendido, indica que la terminal está lista para transmitir los datos.
5	Disposición de envío (clear to send).	Una condición de encendido, indica que el modem está listo para transmitir, es una respuesta a una solicitud de envío.
	Modem dispuesto a enviar (Data set ready).	Una condición de encendido, indica que el modem está encendido físicamente y que puede transmitir o recibir datos.
7	Señal de tierra (Signal ground).	Establece la referencia de los potenciales en todos los circuitos.
8	Detector de señal recibida (Received line signal element timing).	Proporciona un indicador de que las señales de un equipo remoto, están siendo recibidas.
9	Prueba de modem	Proporciona un nivel de voltaje de +12 volts
10	Prueba de modem	Proporciona un nivel de voltaje de -12 volts
11	Sin asignación	
12	Detector secundario de señal recibida (Secondary received line signal detect).	Proporcionar un indicador de que las señales de un equipo remoto están siendo recibidas.
13	Disposición de envío secundario (Secondary clear to send).	Una condición de encendido, indica que el modem está listo para transmitir, es una respuesta a la solicitud de encendido.
14	Datos transmitido secundario (Secondary transmitted data).	Señal que transporta los datos generados en la terminal y que serán transmitidos por el modem.
15	Sincronización de la señal transmitida (Transmitter signal element timing).	Permite proporcionar a la terminal información de sincronización para la detección de la información; no se usa si existe designación en el pin 24.
16	Datos recibidos Secundarios (Secondary received data).	Señal que transporta los datos generados por el modem, en respuesta de unos datos transmitidos por equipo terminal.
17	Sincronización de la señal recibida (Receiver signal elemento timing).	Permite proporcionar a la terminal, información de sincronización para la detección de la información, no se usa si existe designación en el pin 24
18	Sin designación	
19	Solicitud de envío secundario (Secondary request to send)	Una condición de encendido, indica que la terminal está lista para transmitir los datos.
20	Terminal lista (Data terminal ready).	Esta señal es usada para controlar la conmutación de la terminal al canal de comunicación. Cuando está encendido, se ejecuta una preparación de la terminal para transmisión.
21	Detector de calidad de la señal (Signal quality detector)	Una condición de encendido, indica que el nivel de la señal recibida es de buena calidad.
22	Indicador de llamada (Ring indicator)	La condición de encendido indica que una señal está solicitando entrada; se utiliza en modems que operan en forma automática en la línea telefónica pública.
23	Selector de velocidad de señalización (Data signal rate selector).	Las señales de este circuito, permiten seleccionar los rangos de velocidad a los que se debe trabajar.
24	Sincronización de la señal Transmitida (Transmit signal element timing).	Proporciona al modem una señal de sincronización para la transmisión de datos.

25	Sin designación.	
----	------------------	--

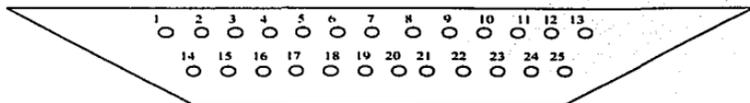
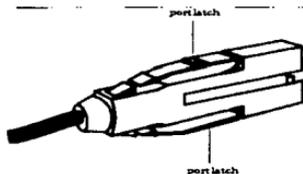


Figura 1.27 Conector DB 25.

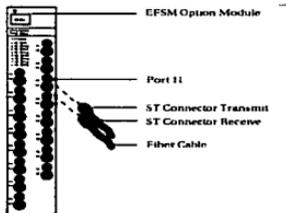
Conectores SC y ST para fibra óptica

Para interfaces de alta velocidad se utilizan conectores especiales para fibra óptica y que principalmente en el mercado existen de dos tipos los SC y los ST, estos conectores pueden ser utilizados para conexión de fibra multimodo (mmf) y unimodo (smf) con diámetros de 62.5/125u y 50/125u que pueden soportar distancias de 3km (led) y 30km (láser) respectivamente en dos fibras una para transmisión y otra para recepción (Tx, Rx).

En la figura adjunta se ilustra un conector tipo SC.



En la siguiente figura se ilustra la forma de un conector de fibra ST.



Repetidores. Durante el envío de señales a través de un medio de transmisión, éstas sufren distorsión debido a las distancias, cuando las longitudes rebasan la distancia límites de los equipos se deben insertar repetidores a lo largo del medio de transmisión que restauren el nivel y la forma de las señales transmitidas.

Los repetidores son dispositivos que se utilizan en la interconexión de redes y operan en la capa inferior llamada capa física del modelo OSI, éstos toman la señal proveniente de un medio de transmisión, retransmiten las señales hacia otro medio de transmisión, cabe mencionar que un repetidor puede retransmitir la señal a varios medios de transmisión utilizando un repetidor multipuertos. El número de repetidores dentro de una red se encuentra limitado ya que existe un retardo de propagación máximo que debe respetarse, al utilizar repetidores, las tramas de información enviadas desde un punto, se propagan a todos los segmentos de la red, sin importar la ubicación de la estación receptora.

Puentes (Bridges): Los puentes llevan a cabo la conexión de redes al nivel de la capa de enlace de datos del modelo OSI y en específico en la subcapa de control de acceso al medio (MAC) del modelo IEEE 802 su principal función es de acuerdo a la norma IEEE802.1d, en la cual se indica que el puente debe leer las direcciones origen y destino de todos los tramos que se conectan a los segmentos de la red a los cuales se encuentra conectado al puente; es decir, el puente dadas las direcciones de origen destino proporcionadas conoce dinámicamente de cual segmento de la red puede llegar a una estación específica; a esto se le conoce como mecanismo de aprendizaje.

Los puentes se conectan a la red y sin intervención del usuario funcionan automáticamente. La información de enrutamiento necesaria para su operación la

obtienen mediante el mecanismo de aprendizaje, asimismo llevan a cabo un almacenamiento de las tramas que reciben y también su verificación con la finalidad de que no contengan errores antes de procesarlos.

Modem.- Es un dispositivo encargado de realizar el proceso de modulación de una señal portadora con la señal digital que recibe de un equipo terminal y transmitir la señal modulada a través de un canal (Telefónico). Así mismo también demodula la señal modulada que recibe de la línea de comunicación para entregarla en forma digital al equipo terminal. El modem es un acoplador del equipo terminal (Generador de señales digitales) al canal de comunicación (Transmite señales analógicas). La velocidad de transmisión a la que trabajan es un factor de suma importancia para las redes de telecomunicaciones, éstos equipos deben cumplir con recomendaciones establecidas por el UTI-T siendo la mayoría perteneciente a la serie V.

Multiplexor.- Este equipo es el encargado de tomar muestras de las distintas señales (Analógicas) de los distintos equipos terminales, así mismo a éstas muestras las cuantifica, codifica y envía bajo los conceptos de PCM, también realiza las operaciones inversas.

Nodo.- Puede ser cualquier equipo ó entidad que puede tener acceso a una red.

Hub.- Es el encargado de concentrar la información de una red con topología tipo estrella, es decir, es el centro de la red. Un concentrador puede ser activo o pasivo. El concentrador activo repite las señales que recibe. El concentrador pasivo no repite, pero reparte las señales que recibe.

Servidor.- Es un equipo de computo con determinado hardware que le permite ser capaz de almacenar considerables cantidades de información y permitir la administración de los recursos con que cuenta. CITT X.3, X.28, X.29.

Ruteador.- Este dispositivos opera en el nivel de la capa de red de acuerdo al modelo OSI, su función principal es proporcionar la conectividad a nivel WAN en base a un enrutamiento selectivo de los paquetes de información a través de distintas rutas existentes dentro de la red dependiendo de ciertos criterios que van desde rutas con menor costo, rutas más rápidas ó rutas que ofrecen mejor seguridad en el envío, etc. En base al anterior el protocolo de la capa de red permite a los ruteadores fragmentar los paquetes al pasar por las distintas rutas de la red con distintos tamaños máximos permitidos y reensamblarlos al llegar a su destino final. Los ruteadores pueden soportar protocolos de comunicaciones como PPP, X.25, Frame Relay, IPX, IP, etc.

Puertas (Gateway).- Estos dispositivos son conocidos como Gateway, puertas, pasarelas ó compuertas y son utilizados en interconexiones de mayor complejidad ya que llevan a cabo la comunicación entre redes que funcionan bajo distintos protocolos (Por ejemplo SNA, TCP/IP, DE CNET, etc.). Esto se logra por medio de una conversión completa de una arquitectura a otra sin modificar la información transmitida, se puede decir que se utilizan como convertidores de protocolos.

Host (Anfitrión).- Es un equipo de cómputo que se presenta como un nodo más en la red, pero cuya función es administrar y proporcionar los recursos adecuados a determinadas terminales dentro de la red.

Capítulo II

***Necesidades de Comunicación de Luz y
Fuerza del Centro***

Actualmente *Luz y Fuerza del Centro (LFC)* atiende una superficie de aproximadamente 23,510km², comprendida por el Distrito Federal y parte de los Estados de México, Morelos, Hidalgo y Puebla (figura.2.1). La zona atendida cubre principalmente el área metropolitana de la ciudad de México, que de acuerdo con el censo de población de 1992, es la zona conurbada más poblada del mundo con 20'188,557 habitantes, distribuidos, en el Distrito Federal 55% y en los municipios conurbados del Estado 45%, existiendo además una concentración industrial, comercial de servicios y actividades gubernamentales en la zona, que en conjunto con las zonas atendidas de los Estados de México, Morelos, Hidalgo, Puebla y el resto del área de control central, registraron una demanda máxima a diciembre de 1993 de 5,596 MW que corresponden al 31% de la potencia máxima de generación del país y 32,987 GWh anuales que corresponden aproximadamente a un 26% del consumo de energía eléctrica en el ámbito nacional. El sistema eléctrico controlado y administrado por Luz y Fuerza del Centro (LFC) genera con plantas propias, aproximadamente el 5% de la energía que distribuye, recibiendo el 95% adicional de las plantas de Comisión Federal de Electricidad (CFE).



Figura 2.1. Área atendida por Luz y Fuerza del Centro.

Debido a la cobertura regional y dada la importancia social y económica que representa el satisfacer en forma continua y segura la distribución de energía eléctrica con calidad se hace necesaria la transformación de la antigua *Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. y sus Asociadas* en una empresa más competitiva, rentable y robusta que es considerada por el gobierno federal como uno de los elementos esenciales para alcanzar la **modernización integral** del sector eléctrico y en general contribuir como un pilar más en el desarrollo del país.

Para ello se estableció una estructura orgánica con unidades administrativas conformadas por seis subdirecciones.

Las tres primeras se identifican como **operativas** y comprenden las funciones de: distribución y comercialización; producción, construcción y servicios, contando con elementos que les permitan medir sus resultados con base en parámetros que se puedan controlar. Las tres subdirecciones restantes agrupan las funciones de administración y finanzas, recursos humanos y apoyo técnico, teniendo una responsabilidad primordialmente **normativa**. En la figura se muestran los dos primeros niveles de la estructura.

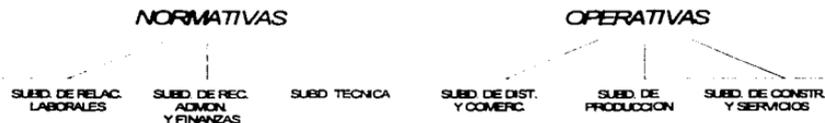


Figura 2.2 Estructura actual de Luz y Fuerza del Centro

La estructura del organismo se estableció con base a la premisa de que ésta debe enfocarse a satisfacer seis objetivos principales:

- La distribución y comercialización de energía eléctrica, conservando su capacidad de generación.

- Flexibilidad estructural para reaccionar eficientemente ante las necesidades de los usuarios (calidad en la energía y disminución de los tiempos de interrupción por usuario).
- Reducción de los costos de operación asociados a ineficiencias operativas.
- Mejora en la calidad del servicio, orientado hacia la satisfacción de las necesidades de los usuarios.
- Asignación de responsabilidades integrales a cada una de las áreas de la nueva estructura.
- Reconocer/segregar las funciones de distribución (incluyendo comercialización) y sus resultados operativos y financieros de las funciones que realiza LFC.

De los procesos operativos, destacan los orientados a la automatización de actividades, capacitación y adiestramiento de trabajadores, y desde luego, la necesidad de contar con sistemas de información que apoyen las funciones operativas y contribuyan a la modernización de equipos y prácticas operativas, que pueden resumirse de la siguiente manera:

- Descentralización operativa y administrativa.
- Definición de áreas de responsabilidad y medición de su gestión.
- Definición de nuevos procesos operativos.

Actualmente los **sistemas de comunicación** en LFC presentan importantes limitaciones funcionales y técnicas para hacer frente a las actuales y a las nuevas necesidades de servicio, reducción en los costos de operación, costos de mantenimiento y mayor disponibilidad de los recursos en la tarea de la generación y distribución de energía eléctrica, así que se han fijado objetivos para dotar canales de información continuos y confiables, resultando necesario disponer de una red integral de transporte de información en el ámbito corporativo que proporcione interconectividad entre los nodos que requieren de comunicación, disponibilidad y capacidad para la transmisión de voz y datos, así como aplicaciones específicas de telecontrol y telemando. Además, conformar una serie de herramientas que nos permitan tomar decisiones inmediatas en situaciones críticas de operación de la **red de distribución y**

generación, a través de la adquisición continua de datos sobre los elementos de la red eléctrica en operación en tiempo real, obteniendo así beneficios a corto mediano y largo plazo, como resultado de la mejor planeación en la operación de la red de energía eléctrica y la red de telecomunicaciones.

Las estrategias para satisfacer las necesidades de LFC se han establecido de la siguiente manera:

- Consideremos el Índice de necesidades de comunicaciones (análisis estadístico).
- La seguridad en la transmisión de información.
- Compatibilidad entre bloques de información (voz, datos y telecontrol).
- Dispersión o concentración de los recursos
- Tiempos de respuesta requeridos.
- Tipos de redes utilizadas en voz, datos y teledidada.

Consideramos que la solución actual a las necesidades es integrando las redes independientes para voz, datos y telecontrol; considerando los costos de los recursos (canales de comunicaciones) así como su máximo aprovechamiento, haciendo un estudio de la posibilidad de una aplicación integral a procesos que quizá se han considerado hasta ahora como soluciones independientes y aisladas.

2.1. Divisiones de la red de telecomunicaciones.

Para lograr una buena sistematización, LFC ha separado su estructura orgánica en bloques con características, ubicación y objetivos específicos; bloques que requieren satisfacer necesidades de comunicación de distinta índole y que dadas las actividades desarrolladas por cada uno y por la relación existente entre ellos y organismos ajenos a LFC permitan mejorar la gestión comercial, el soporte técnico y la adecuada calidad en

la atención al cliente y la operación de la red eléctrica a partir de la optimización de los recursos con que cuenta.

La estructura orgánica de LFC se forma por seis subdirecciones cuyas funciones resumidas son las siguientes:

Subdirección de Distribución y Comercialización: Se forma por tres divisiones, dos gerencias de coordinación y una unidad de coordinación administrativa cuyo objetivo es consolidar los resultados de las divisiones, normar y supervisar sus actividades, así como evaluar su desempeño.

Subdirección de Producción: Se encarga de la operación y mantenimiento de las centrales generadoras, subestaciones y red de transmisión. Para ello cuenta con tres gerencias (gerencia de generación, gerencia de operación y gerencia de transmisión y transformación) y una unidad de coordinación administrativa.

Subdirección de Construcción y Servicios: Es un área de apoyo a las subdirecciones de distribución y producción esta compuesta por residencias de construcción y talleres.

Subdirección Técnica: Es un área principalmente normativa cuyas funciones son la planeación e ingeniería para la red, la automatización de equipos y procesos, la planeación, desarrollo y normatividad de telecomunicaciones e informática. De igual manera es la encargada del aseguramiento de la calidad del servicio de energía eléctrica.

Subdirección de Administración y Finanzas: Cuenta con tres gerencias cuya función es normar las operaciones administrativas y financieras de la empresa y consolidar resultados.

Subdirección de Relaciones Laborales: Se encarga de la normatividad de personal y la capacitación.

Consideramos que la modernización de los procesos de organización técnicos, de administración y laborales son exclusivamente una herramienta que permite la mejor

gestión comercial de la empresa, así que hemos considerado que actividades como la **distribución, producción, construcción y planeación** sean la base fundamental para el desarrollo y crecimiento de la empresa, por lo cual el proceso de modernización en el ámbito de telecomunicaciones debe iniciarse mejorando estas áreas operativas como primer paso, ya que resulta de mayor relevancia la necesidad de asegurar un servicio de energía con calidad basado en el mejoramiento del sistema de gestión y distribución actual y futura, para ello LFC ha comenzado a desarrollar alternativas como el Proyecto Integral de Comunicaciones de LFC (LFC - WAN) y el Sistema de Administración de la Distribución de LFC (SADLYF) con la finalidad de satisfacer las demandas actuales y futuras de servicio.

Con el fin de distribuir y comercializar la energía eléctrica en el área geográfica a su responsabilidad LFC ha regionalizado cada una de las divisiones a su cargo, de esta manera busca dar una mayor calidad y confiabilidad, tanto operativa como administrativa en el servicio de energía eléctrica; una cobertura geográfica que pretende ser adecuada a las zonas y divisiones que contempla, de forma tal que cada una de ellas tenga características similares y que puedan responder eficientemente a los retos de crecimiento, calidad de servicio y percances que se le presenten.

2.1.1. Divisiones geográficas de la red eléctrica de Luz y Fuerza del Centro (Centrales de Generación, Subestaciones y Centros de Control).

Actualmente la cobertura geográfica de LFC se encuentra dividida en tres (fig. 2.3)

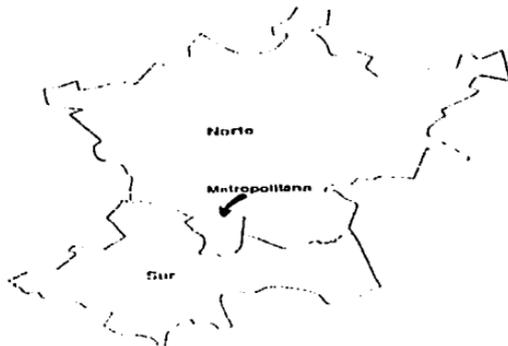


Figura 2.3 División Geográfica de Luz y Fuerza del Centro

División Metropolitana

División Norte

División Sur

	Metropolitana	Norte	Sur	Total
Usuarios	1'572,213	1'521,888	1'342,411	4'436,512
Superficie (km ²)	374	13,214	5,633	19,221
km. Líneas Aéreas	12,783	19,522	14,570	46,875
km. Líneas Subt.	5,168	1,472	1,361	8,001
Núm. Zonas	6	6	6	18
Sucursales	33	48	38	119
Centros de Dist.	6	8	9	23

Zonas de la División Metropolitana.

La División Metropolitana es la zona de mayor importancia para LFC, debido a dos factores relevantes, el primero se debe a que en esta división se atiende el mayor número de usuarios y el segundo, a que dentro del área atendida por esta división se ubican los centros de trabajo y de control supervisorio más importantes con que cuenta LFC que son:

- Las Oficinas Centrales de LFC, en las cuales se encuentran ubicadas los organismos administrativos (contabilidad, finanzas, relaciones laborales, etc.)
- El Centro de Control del Área Central (CCAC), que es el encargado de proporcionar la atención en la parte eléctrica de potencia y su conexión al Sistema Eléctrico Nacional. En lo referente a telecomunicaciones, en el CCAC se llevan a cabo enlaces con subestaciones de potencia, subestaciones de distribución, centrales generadoras, unidades móviles de transmisión, personal de campo (mantenimiento y supervisión), y con el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), además de encontrarse aquí el CORVE.
- El Centro de Operación de Redes de Distribución Verónica (CORVE), es el encargado de la gestión de la distribución de energía hasta el usuario final. En cuanto a telecomunicaciones el CORVE lleva a cabo enlaces con subestaciones de potencia y subestaciones de distribución, a través de Unidades Terminales Remotas (UTR's) para telemedida y telecontrol, así como con vehículos móviles de servicio por radiofrecuencia o telefonía y con el CCAC; su objetivo es mantener en óptimas condiciones la red de servicio eléctrico, la supervisión del mismo y tomar las decisiones sobre la operación de la red. Una problemática de la centralización en esta zona, es que los recursos, la gestión y las decisiones sobre la operación de la red, están limitadas a un sólo lugar.

La División Metropolitana se encuentra dividida de la siguiente manera (fig. 2.4):

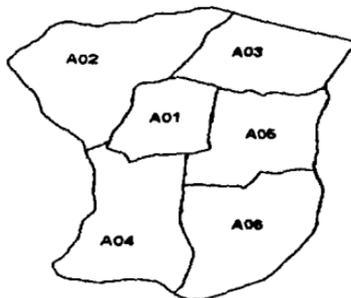


Figura 2.4 División metropolitana

A01	Centro
A02	Azcapotzalco
A03	Aragón
A04	Coyoacán
A05	Balbuena
A06	Iztapalapa

Núm. zonas	6
Núm. de sucursales	33
Usuarios/zona	262,036
Centros de distribución	6
Km líneas aéreas /zona	2,131
Km líneas subterráneas /zona	861

Zonas de la División Norte:

En las zonas de la división norte se encuentra el Centro de Operación de Redes de Distribución Ecatepec (CORDE) que se encarga de proporcionar básicamente a los sectores Cuautitlán, Tlalnepantla y Santa Clara los recursos administrativos y de operación que tienen que ver con las zonas de esta división y que a su vez están centralizados en las oficinas centrales de LFC.

La zona norte se divide de la siguiente manera (fig. 2.5):

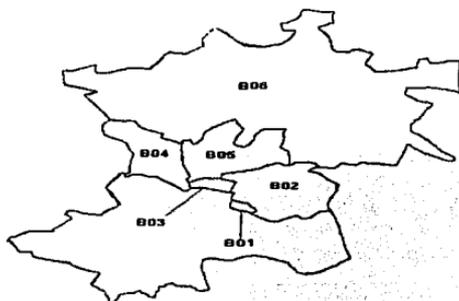


Figura 2.5 División norte

- B01 Neza
- B02 Texcoco
- B03 Santa Clara
- B04 Tlalneplantia
- B05 Cuatitlán
- B06 Pachuca

Núm. zonas	6
Núm. de sucursales	48
Usuarios/zona	253,648
Centros de distribución	8
Km líneas aéreas /zona	3,254
Km líneas subterráneas /zona	245

Zonas de la División Sur:

La mayor parte de sus funciones tanto en el ámbito técnico como en el ámbito administrativo son controladas localmente, pero en casos de gran relevancia para las zonas correspondientes a esta división, se acude a las oficinas centrales de LFC y a su vez se canalizan a los centros correspondientes (CCAC y CORVE) con fines de apoyo, la zona sur encuentra dividida de la siguiente manera (fig. 2.6):

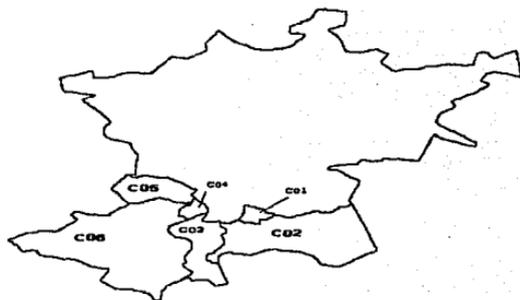


Figura 2.6.- Zona Sur.

- CO1 Meyehualco
- CO2 Chalco
- CO3 Cuernavaca
- CO4 Lomas
- CO5 Naucalpan
- CO6 Toluca

Núm. zonas	6
Núm. de sucursales	41
Usuarios/zona	233,765
Centros de distribución	9
Km líneas aéreas /zona	2,428
Km líneas subterráneas /zona	227

2.1.1.1. Ubicación y características de las Centrales de Generación de Luz y Fuerza del Centro.

LFC cuenta con 19 centrales generadoras que operan con un total de 53 unidades de generación y una capacidad en su conjunto de 871,330Kw, las cuales no se encuentran en su totalidad ubicadas en el área geográfica de servicio y distribución que cubre LFC, por ello requieren de un constante intercambio de información entre ellas, las zonas que abastecen y los centros de control de distribución, resultando de gran relevancia conocer:

- Tipo de generación de cada central
- Ubicación geográfica de cada central.
- Importancia relativa de los sistemas en cuanto a su capacidad de generación y aportación de energía al sistema interconectado, características físicas y facilidades para proporcionarles mantenimiento. Asimismo se hace evidente la importancia del intercambio de información como un recurso que no permita elevar la efectividad de los procesos de generación y la automatización de las centrales con la constante adquisición de datos, medición del flujo de cargas, simulaciones en la red y maniobras en ejecución, alimentando con esta información al Sistema de Adquisición de Datos y Control a Distancia (SCADA)¹, y permitiendo así, tener un sistema de información en tiempo real para prever y controlar cualquier percance en la red.

En la siguiente tabla se detalla la ubicación y características de las centrales de generación actuales que operan en LFC:

¹Definido por la norma **ANSI C37.1** como "Un arreglo de aparatos de operación y control supervisorio remotos que utilizan técnicas de multiplexaje sobre un número relativamente pequeño de canales de interconexión. Es todo sistema de indicación y control asociado a equipos de telemetría ubicados en estaciones maestras, así como todos los dispositivos complementarios en la estación ó estaciones remotas.

	NOMBRE	TIPO DE GENERACIÓN	No. DE UNID.	CAPACIDAD TOTAL (Kw)	SUSCEPTIBLE DE AUTOMATIZACIÓN	ENTIDAD FEDERATIVA
1	Lerma	Hidroeléctrica	3	60,000	SÍ	Michoacán
2	Alameda	Hidroeléctrica	3	6,990	SÍ	Edo. de México
3	Juando	Hidroeléctrica	2	3,000	SÍ	Hidalgo
4	Cañada	Hidroeléctrica	1	967	SÍ es automática	Hidalgo
5	Tilian	Hidroeléctrica	1	680	SÍ es automática	Edo. de México
6	Fdez. Leal	Hidroeléctrica	1	1,125	SÍ	Edo. de México
7	Villada	Hidroeléctrica	1	858	SÍ	Edo. de México
8	Temascaltepec	Hidroeléctrica	4	2,336	SÍ	Edo. de México
9	San Simón	Hidroeléctrica	2	1,344	SÍ	Edo. de México
10	Zepayautla	Hidroeléctrica	1	488	SÍ es automática	Edo. de México
11	Zictepec	Hidroeléctrica	1	242	SÍ es automática	Edo. de México
12	Necaxa	Hidroeléctrica	10	109,000	SÍ	Puebla
13	Tepexic	Hidroeléctrica	3	44,000	SÍ	Puebla
14	Tezcapa	Hidroeléctrica	2	5,300	SÍ	Puebla
15	Patla	Hidroeléctrica	3	37,000	SÍ	Puebla
16	Ing. Jorge Luque	Hidroeléctrica	4	224,000	No	Edo. de México
17	Valle de México	Turbogas	3	88,000	SÍ es automática	Edo. de México
18	Lechería	Turbogas	4	138,000	SÍ es automática	Edo. de México
19	Nonoalco	Turbogas	4	148,000	SÍ es automática	Distrito Federal
TOTALES						53
				871,330		

La figura (2.7) nos muestra la ubicación actual de las centrales generadoras de LFC.

UBICACION DE LAS CENTRALES GENERADORAS ACTUALES



Figura 2.7 Centrales generadoras de LFC

2.1.1.2 Ubicación y características de las Subestaciones de Luz y Fuerza del Centro.

Por razones de tipo técnico, la tensión de los generadores de las centrales eléctricas es relativamente baja y el transporte de la energía eléctrica a estas tensiones hasta los lugares de consumo a esos niveles, resultaría costoso. Para poder llevar a cabo su objetivo, LFC cuenta con diversas **subestaciones de distribución, de potencia y tipo cliente**; cada una de ellas se ocupa de una función específica dentro de la red eléctrica.

Las subestaciones al igual que las centrales generadoras requieren de medios de telecomunicación y telecontrol, dependiendo del grado de automatización con que cuenten, así mismo con fines de comunicación entre operadores y supervisores mediante canales telefónicos para efectos de mantenimiento, reporte de fallas ó

simplemente con el fin de conocer el estado de operación de la red, a través de la adquisición de datos de operación reales con dispositivos de control y protección tales como:

- Equipos de seccionamiento. (restauradores, seccionadores)
- Equipos de monitoreo (Transformadores de corriente y de potencia).
- Equipos concentradores de señales (UTR's que concentran señales de control, analógicas y digitales).

Dispositivos que en cierto grado representan la parte medular de operación y solución a percances en la red eléctrica.

SUBESTACIONES DE POTENCIA:

Dentro de los esquemas de redes eléctricas, las Subestaciones de Potencia (también llamadas Subestaciones Transformadoras), son anexas a las centrales generadoras y se ocupan de elevar la tensión de la central generadora (superiores a 110kv) para posteriormente efectuar su distribución.

LFC cuenta con 198 Subestaciones de Potencia para efectos de abastecimiento a su red eléctrica. La figura 2.8 muestra la ubicación de las principales subestaciones de potencia de LFC y su interconexión.

SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION:

Como se mencionó anteriormente, una central generadora a la salida de sus bornes tiene un potencial bajo, que posteriormente es elevado mediante la Subestación de Potencia. Para efectos de distribución, los voltajes deben ser rebajados a niveles del orden de los 2.3kv y 34.5kv en las Subestaciones de Distribución que se encuentran conectadas a puntos diversos de la red. Por último con el objetivo de abastecer a los usuarios del servicio de energía eléctrica, nuevamente los voltajes son reducidos a valores reales de utilización del orden de 110V, 208V, 220V, etc.

Figura 2.8 Principales subestaciones de potencia de LFC

SUBESTACION TIPO CLIENTE:

Las subestaciones tipo cliente forman parte de las subestaciones de distribución, la única diferencia es que se construyen con recursos de empresas privadas y su objetivo es abastecer de energía eléctrica a complejos industriales alimentados mediante la red eléctrica pública de LFC; son subestaciones que entregan entre 85kv a 230kv y son responsabilidad del sistema eléctrico de LFC para efectos de telecontrol, teled medida, administración y su buena operación pertenecen al sistema de SCADA ya sea por la red de hilo piloto, onda portadora ó fibra óptica.

2.1.1.3 Características y ubicación de los Equipos de Control de Luz y Fuerza del Centro.

En general, todos los sistemas eléctricos de generación y distribución de energía eléctrica cuentan con dispositivos de protección y monitoreo en cada uno de sus componentes de transmisión, subtransmisión y distribución. Estos dispositivos son en la práctica elementos activos que actúan sobre percances en la red, algunos de ellos son tan sofisticados que proporcionan información como: potencia generada (real y reactiva) en nodos de generación, potencia demandada (real y reactiva) en nodos de carga; asimismo se activan inteligentemente cuando es necesario para activar nodos de compensación.

Cada uno de estos elementos está diseñados e implementados considerando la capacidad interruptiva de operación de los dispositivos que protege (datos de placa), de forma tal, que el sistema a pesar de las constantes variaciones en la demanda de energía eléctrica no lleguen a saturarse los equipos y se produzca una inestabilidad en el sistema. En resumen los equipos de protección deben su importancia a que reducen al máximo las contingencias en la red.

A continuación se describen algunos de los principales equipos de control y protección en las redes eléctricas.

EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO:

Los sistemas de potencia están expuestos a fallas que pueden originarse como resultado de percances en la red tales como corto circuito debido a sobretensiones, corto circuito de línea a línea ó corto circuito de línea a tierra, por las rápidas interrupciones de corriente ó debido a fenómenos atmosféricos, nubes cargadas de electricidad, movimientos telúricos, huracanes, etc. Los cortos circuitos producen

graves daños en equipos y personas, por lo cual deben tener altos niveles de protección, las protecciones más sencillas y comunes son el **hilo de tierra**, el **blindaje de subestaciones** y los **pararrayos**.

Existen equipos más complejos tales como los **seccionadores**, cuyo objetivo es aislar las fallas de manera rápida, confiable, selectiva y si es posible automáticamente, además deben tener un respaldo por si falla la protección primaria.

Existe gran diversidad de equipos de seccionamiento que pueden ser automáticos o manuales, algunos de ellos son:

Seccionadores en gran volumen de aceite.

Seccionadores en pequeño volumen de aceite.

Seccionadores de aire comprimido.

Seccionadores de hexafluoruro sulfuroso.

Los seccionadores poseen cuchillas que producen un aislamiento físico de los circuitos, estos seccionadores pueden ser de cuchillas motorizadas o manuales y a su vez pueden estar automatizados localmente o de manera remota, ello a través de Unidades Terminales Remotas (UTR).

La necesidad de utilizar en algunos equipos de seccionamiento UTR's o equipos de control local, tienen como objetivo el restaurar nuevamente la operación de los equipos en la red eléctrica, ya que los seccionadores no poseen por si solos características de tiempo - corriente que les permitan abrir sus contactos con corriente de falla o sobrecarga en forma directa. Esto es de gran importancia ya que los circuitos de potencia prácticamente están ubicados en zonas geográficas con actividades comerciales e industriales en donde una falla eléctrica representa grandes pérdidas.

En general se tomarán en cuenta los siguientes factores para la colocación de equipos de seccionamiento manuales, automáticos o semiautomáticos en una zona determinada:

- Lejanía y dificultad en el acceso.
- Probable arreglo de seccionadores con automatismo local para aislamiento y transferencia de carga a partir de un estudio en la configuración de la red eléctrica.
- Estadísticas de fallas e importancia económica de la zona geográfica.

EQUIPOS DE MONITOREO (Transformadores de corriente y de potencia).

La medición de los voltajes y corrientes de los sistemas eléctricos de potencia a los niveles que manejan (alta tensión) resultaría una tarea costosa sin la implementación de dispositivos de reducción de estos parámetros, y aún más cuando se trata de dispositivos electrónicos como las UTR's, para ello los equipos más comúnmente utilizados son:

El **transformador de potencial**, que no es más que un transformador reductor monofásico cuyo primario se conecta en paralelo con el circuito donde se desea medir el voltaje figura 2.9, de esta manera se obtienen valores de voltaje que pueden ser utilizados en equipos de medición.

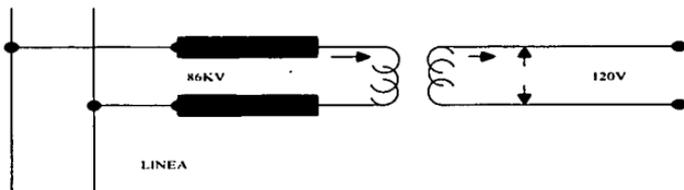


Figura 2.9 Transformador de potencial

El **transformador de corriente**, es un transformador monofásico cuyo primario se conecta en serie con el conductor donde se desea medir la corriente, esta corriente se reduce a menor escala en el secundario. figura 2.10.

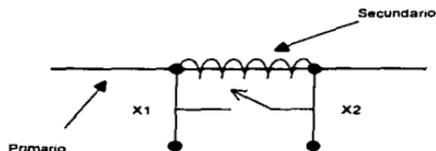


Figura 2.10 Transformador de corriente

EQUIPOS CONCENTRADORES DE SEÑALES (UTR's)

Los equipos concentradores de señales, son dispositivos híbridos (manejan señales analógicas, digitales y de control) son capaces de entender, procesar y actuar sobre el sistema eléctrico de potencia a partir de los valores de voltaje, corriente, frecuencia, potencia, etc. obtenidos del monitoreo constante del sistema. En la actualidad son tan complejos como se quiera y se consideran los ojos, las manos y los oídos de las estaciones maestras en sistemas de adquisición de datos (SCADA).

Estos equipos pueden programarse para establecer las condiciones críticas (máximas y mínimas) bajo las cuales el sistema debe operar y por ende bajo las cuales habrá respuestas inmediatas o solamente avisos a las estaciones maestras y tomar las determinaciones necesarias. Además pueden trabajar a través de protocolos de comunicaciones haciendo que las áreas de control supervisorio mantengan un mejor campo de acción sobre estos dispositivos eléctricos, a grosso modo una terminal remota se puede esquematizar en la siguiente figura 2.11.

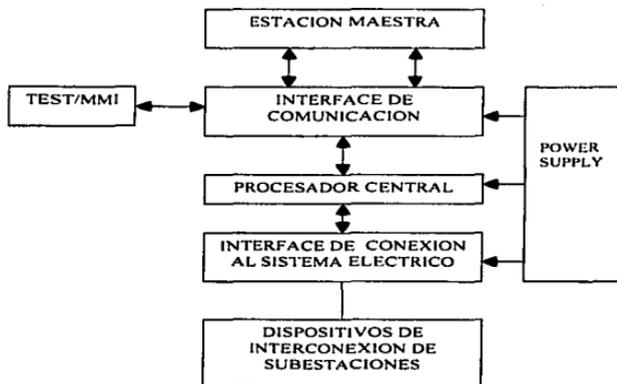


Figura 2.11 Esquema básico de una UTR

Las UTR's requieren de comunicación entre cada una de ellas y las estaciones maestras que para el caso de LFC se encuentran en el CORVE, para ello se deben integrar a la red de datos mediante protocolos ppp ó mediante líneas analógicas por dial up, ya que el objetivo de LFC es aumentar la seguridad en su red y dar solución inmediata a percances en la red eléctrica a través de un incremento de los tiempos de respuesta y un monitoreo más eficiente. En la actualidad, LFC no cuenta con un número considerable de UTR's en el sistema eléctrico que controla, lo que hace posible considerar en un futuro equipos que tengan interfaces para equipos de comunicaciones de datos.

Actualmente es necesario la utilización de cuadrillas de trabajadores que llevan a cabo la función de restauración en la red eléctrica, esto hace lentos e ineficientes las operaciones en la red eléctrica, sin embargo para lograr el mejoramiento de estas se

debe justificar que una mejor administración y planeación de los sistemas de control estara en función de mejores implementaciones de sistemas de comunicaciones de datos.

2.2 La red de transporte de comunicaciones de Luz y Fuerza del Centro.

Actualmente la red de telecomunicaciones en LFC esta formada por:

- Red de Hilo Piloto
- Red de cable telefónico (ASP y EKE)
- Red de fibra óptica
- Red de radiocomunicación
- Red de onda portadora

Todas las redes de transmisión de voz y datos de LFC son redes estrella en donde el Centro de Control se encuentra ubicado en la ciudad de México en Av. Melchor Ocampo No. 171, cada rama de la red pueden ser centros de trabajo administrativo (almacenes, sucursales, etc.) o técnicos (talleres de mantenimiento, desarrollo, etc.) para el caso de la red telefónica y de transmisión de datos; y para el caso de la red de hilo piloto se encuentra exclusivamente interconectada a subestaciones eléctricas que pueden ser enlaces punto a punto ó punto a multipunto con fines de telecontrol, telemida o simplemente para la adquisición de datos en el sistema SCADA ó con fines de servicio de comunicación de voz.

Red de Hilo Piloto.

En las líneas de transmisión de alta tensión, existe un hilo piloto ó hilo de guarda que fue implementado con la finalidad de cumplir objetivos de protección diferencial² y para el enlace entre subestaciones eléctricas; posteriormente se utilizó en la automatización y control de subestaciones ó centrales generadoras y como tercer objetivo la transmisión de voz. La protección diferencial se aplica de diversas maneras, entre las más comunes están: la protección de líneas de transmisión, protección en bancos de transformadores, protección diferencial en barras colectoras.

La siguiente figura muestra la Protección Diferencial en subestaciones utilizando el hilo piloto como transmisor de corriente de falla.



² La protección diferencial consiste en la colocación de dos bobinas (llamadas bobinas de restricción) sobre el elemento que lleva la corriente, el objetivo es mantener abiertos los contactos de un relevador mientras permanecen energizadas, si se energiza la bobina de operación esta cierra los contactos para provocar el disparo. Debido a que el elemento a proteger se encuentra a distancias de varios kilómetros (de una subestación a otra) la corriente reducida es llevada de un extremo a otro mediante un cable de comunicación telefónica llamado hilo piloto...

Manual de Capacitación "Subestaciones 57970"

Victor M. Magaña Tovar

Gerencia de Producción "Área de Control Central Subestaciones"

Luz y Fuerza del Centro

El cable hilo piloto es un cable multipar de 10, 16 ó 25 pares, con calibres de 16 AWG con aislamiento PVC, pantallas de cobre y cintas maylar, y puede estar colocado en ductos subterráneos, torres de alta tensión ó enterrado directamente en el suelo; LFC ha considerado instalar el hilo piloto en distancias menores a 10km y el ancho de banda que manejan en esta red es de 10khz a 500khz, transmitiendo la información full duplex con dos frecuencias, una para transmisión y otra para recepción. A la fecha la red de hilo piloto tiene una longitud de 778.142 km y un total de 2,685 pares de hilos; siendo la base fundamental en la operación de telecomunicaciones del sistema eléctrico de distribución y generación de LFC, ya que interconecta la mayoría de las subestaciones en la zona metropolitana de la Ciudad de México y de las redes foráneas en Pachuca, Toluca y Cuernavaca. En la figura 2.13 se puede ver la configuración actual de la red de hilo piloto.

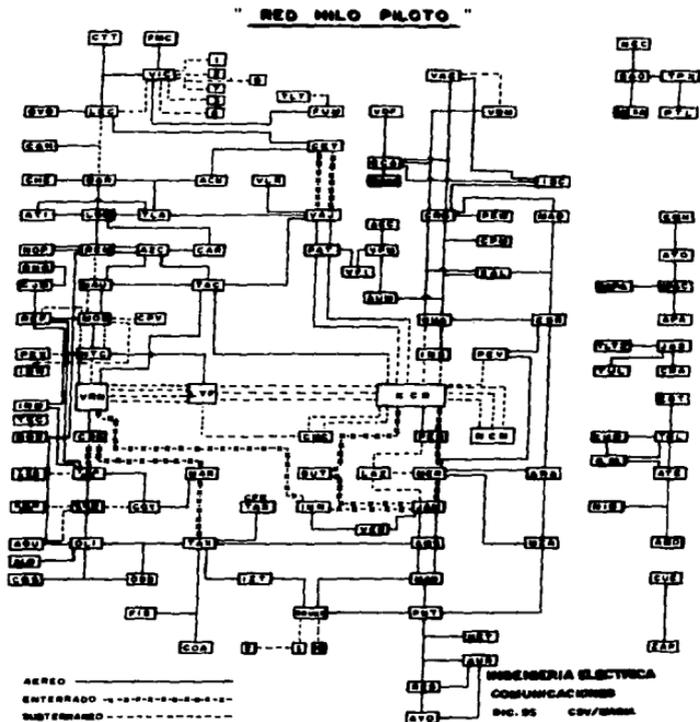


Figura 2.3 Red de hilo piloto en LFC

Sin embargo, es una red que actualmente no satisface al 100% las necesidades en la demanda de comunicaciones existente, dado el crecimiento de servicios de transmisión de voz, datos y vídeo; así como la necesidad de introducir agentes para servicios de administración de los recursos en la red de datos. Esto nos lleva a buscar una solución inmediata, con la finalidad de incrementar la confiabilidad y flexibilidad de la red.

Red de cable Telefónico:

La red de LFC de cable telefónico consiste en 53 cables aéreos y subterráneos con una longitud de 74.541 km con 1,500 pares. Además, se tiene un servicio contratado que emplea aproximadamente 1,500 líneas telefónicas comerciales y 400 líneas privadas contratadas con TELMEX; utilizadas para dar servicio en el ámbito administrativo y a subestaciones, en donde LFC no cuenta con infraestructura de comunicaciones. Esto se hace con la finalidad de mantener un respaldo en comunicaciones.

Para optimizar la red de LFC se cuenta con equipos concentradores de líneas como sigue: 31 equipos que utilizan la técnica FDM de 6 canales (82A) resultando un total de 186 canales; 15 equipos de 8 canales (CM8) que dan un total de 120 canales; 3 equipos que utilizan técnicas TDM - E1 (30 canales C/U) dando un total de 90 canales, transmitiendo a una velocidad de hasta 4,800 bps, así mismo canales de control remoto para centrales de Radiocomunicación. Las siguientes figuras ilustran la ubicación de estos equipos. Para los casos de conmutación entre usuarios de la red de telecomunicaciones se ha establecido la siguiente filosofía:

Sistema de Conmutación Principal	Servicio al público (exclusivo zona metropolitana). Enlace entre oficinas de diferente función. Enlace a vehículos de altos funcionarios
Sistema de Conmutación Gerencial	Servicio de Gerente a sus subordinados y viceversa. Intercomunicación entre funcionarios de la misma gerencia.
Sistema de Conmutación Departamental	Servicio a Jefes de Departamento a sus Subordinados Intercomunicación entre responsables de áreas de un mismo departamento.

Sistema de Conmutación Integrada	Permite el enlace directo entre funcionarios de CFE y de LFC.
Sistema de Conmutación Subestaciones	Enlace entre CCAC (Centro de Control del Área Central) y el CORDE (Centro de Operación de la Red de Distribución). Enlace entre centros de trabajo relacionados a la operación de las subestaciones.
Sistema de Conmutación Operación Sistema	Conexión entre el CCAC y subestaciones y plantas, del sistema LFC y de CFE, que tienen relación en el área central.

Red de Radiocomunicación:

Se cuenta con seis circuitos para la comunicación de voz, que satisfacen actividades de instalación, operación, licencias, permisos y mantenimiento de la red de distribución eléctrica, y se encuentran divididos como sigue:

No. Cte.	Frecuencia	Nombre	Bases	Móviles	Repetidor
1	1-162.600	Oriente Operación	12	188	1
2	2-162.650	Poniente Operación	8	187	1
3	3-162.625	Norte Quejas	3	317	1
4	4-170.525	S. Foráneo	5		1
5	5-162.500	Mantenimiento	1	24	
6	6-166.775	Servicio D.F.	18	64	
7	7-166.700	División Toluca	4	42	
8	7-166.700	División Pachuca	14	51	
9	7-166.700	División Cuernavaca	4	25	
10	8-150.525	Sur Operación	11	181	1
11	9-150.600	Cables	2	112	
12	10-150.550	Sur Quejas	2	181	1
13	11-170.475	Construcción	9		

Totales:

13	11 frecuencias		93	- 1372	
----	----------------	--	----	--------	--

* De los 1372 móviles, 206 son portátiles.

El sistema de radiocomunicación está desarrollado 100% en banda VHF.

Red de Fibra Optica:

Actualmente se pretende introducir un enlace más de fibra óptica en la red de LFC aprovechando la infraestructura de torres de transmisión y distribución para soportar fibra óptica entre la Subestación de Río de los Remedios - Toluca, proyectada por IUSACELL; ofreciendo los servicios de transmisión de voz y datos a alta velocidad.

Existen otros enlaces por fibra óptica en LFC y que son entre las Subestaciones de Atizapan - Xochimilco - Coapa; Aguilas - Contadero - Remedios; Jorobas - Victoria; Nopala - San Bernabe; Jasso - Apasco.

Estos enlaces son utilizados para la comunicación de voz y transmisión de datos, mientras que el hilo piloto se encarga del telecontrol y telemando.

Además, en el caso del intercambio de información entre el CORVE y el CENACE se cuenta con una línea dedicada de fibra óptica.

Red de Onda Portadora:

Para efectos de transmisión y distribución, los constructores de transformadores prefieren manejar frecuencias elevadas para reducir pérdidas en el entrehierro y, por lo tanto obtener un mejor rendimiento; por el contrario para efectos de generación, los constructores de máquinas generadoras prefieren frecuencias reducidas, que significa menores esfuerzos mecánicos en los equipos; sin embargo está problema se unificó estableciendo como norma una frecuencia de 60Hz (en México) con cierta tolerancia, resultando con ello un mejor aprovechamiento de las líneas de transporte y una disminución en el costo de los transformadores.

LFC, ha aprovechado esta frecuencia no solamente como una herramienta para elevar la eficiencia de la red eléctrica sino que además con ella ha construido su red de onda portadora - **carrier** - para establecer enlaces de comunicaciones entre subestaciones y centrales generadoras a partir de la utilización de dispositivos llamados trampas de onda. Generalmente, estos enlaces se realizan sobre tendidos de alta tensión en distancias por arriba de los 10km y hasta aproximadamente 25 km. En onda portadora se utilizan dos frecuencias una para transmisión y otra para recepción y pueden estar combinadas, por ejemplo en 26khz y 8khz, 88khz y 16khz etc.; Además, un canal de 4khz para transmisión de voz puede estar dividido. Sin embargo, en onda portadora sólo se logran soportar de 4 a 6 canales telefónicos y velocidades para transmisión de datos de 2,400 bps que varía dependiendo del ruido transportado en la señal de alto voltaje.

Actualmente LFC tiene interconectadas a la red de onda portadora 41 subestaciones de las cuales 10 de ellas son subestaciones de CFE, sin embargo es evidente que el costo por transmitir en onda portadora es elevado y no se logra un aprovechamiento relevante del canal de comunicación.

2.3. El centro de control de la red de telecomunicaciones.

La estructura organizacional de LFC tiene como nueva filosofía descentralizar todo tipo de operaciones y servicios con el fin de atender oportuna y eficazmente cualquier necesidad en la red eléctrica, así mismo tener elementos de juicio que permitan medir los resultados de las áreas que operan con recursos similares a los del área de Control Central; y aumentar así la seguridad de las operaciones y multiplicando las alternativas para el buen funcionamiento de la empresa.

La red actual de LFC es totalmente centralizada, y está diseñada como una red estrella, tanto en el aspecto de comunicación de voz, de datos y de telecontrol, los principales centros de importancia en la red de LFC son:

- SCIL:** Sistema de Control de Inventario en Línea, el cual tiene como finalidad mantener un control sobre las adquisiciones y abastecimiento en centros de trabajo, mantenimiento de equipos y tendidos de las líneas utilizadas en la red eléctrica. Asimismo, llevar un control sobre los recursos que se tienen en la empresa y almacenes, para ello se cuenta con una red interconectada únicamente entre cada centro de abastecimiento, de tal manera que esto permite mantener una base de datos actualizada del material y equipo con que se cuenta.
- SICTRE:** Sistema de Información y Control en Tiempo Real: es una red utilizada para el diseño y la planeación de proyectos futuros en la red eléctrica, con la finalidad de reforzar el sistema eléctrico imperante y su comportamiento. Este sistema se alimenta de datos históricos y eventos imprevistos de demandas en la red, con la finalidad de evitar percances.
- CRAD:** Control Remoto de Adquisición de Datos: uno de los objetivos principales de LFC es la supervisión y control sobre la operación de la red eléctrica a partir de la adquisición de datos tales como voltajes, corrientes, potencias y frecuencias, desde su generación, distribución y abastecimiento. Para poder lograr este objetivo, LFC cuenta con la red CRAD que combinada con cada una de las áreas de supervisión (SCIL, SICTRE) forman la red SCADA (Supervisory Control & Data Acquisition), el CRAD es un conjunto de equipos interconectados entre sí con la finalidad de adquirir datos de operación en

tiempo real de la red, y con ello hacer balances y poder tomar decisiones de control precisas en la operación cotidiana de la red eléctrica.

CORVE: Centro de Operación de Redes de Distribución Verónica, se denomina al grupo dedicado al control, supervisión, mejoramiento y consolidación de todas las acciones llevadas a cabo en la operación diaria de la red eléctrica, así como planear y proyectar el funcionamiento de la red central de distribución eléctrica. Se le da este nombre por la ubicación que tiene en la calle de Verónica.

2.4 Necesidades de servicio divisional en telecomunicaciones.

Hemos visto a lo largo de este capítulo que la infraestructura actual de LFC en lo que se refiere a comunicaciones no ofrece un nivel confiable al 100% y es insuficiente, debido principalmente, al crecimiento constante de la población en las zonas de atención cubiertas que demandan una mayor generación, distribución y suministro eléctrico, asimismo debido a la obsolescencia de algunos sistemas de comunicación y a la lenta implementación de mejores mecanismos de control que aprovechen mayormente estos medios.

Hoy por hoy las comunicaciones cumplen un papel primordial en LFC debido a que subgerencias, departamentos, sucursales, subestaciones, zonas de distribución y comercialización, plantas generadoras, talleres y oficinas administrativas de atención al cliente; tiene un mismo objetivo: cumplir con el usuario proporcionándole el suministro eléctrico que se requiera con calidad, continuidad y eficiencia.

Como se ha dicho ya la problemática existente, conduce a LFC se fije "Proyectos" que no solamente satisfagan las necesidades de modernización de la empresa si no que además los cambios sean trascendentes en el ámbito social.

Dados los altos costos que implican la compra de nuevos equipos, la instalación, el mantenimiento, y la capacitación del personal; este proyecto se debe llevar a cabo en forma paulatina y de acuerdo a necesidades reales de comunicación, considerando que de un conjunto de alternativas será trascendental tomar las más viables y asumiendo

que esta modernización se debe iniciar en las subdirecciones operativas, dado que todas ellas representan más del 60% de la fuerza de trabajo operativa en la institución. Los medios de comunicación adecuados y suficientes, garantizarán un mejor intercambio de información para que el cumplimiento del servicio de energía eléctrica sea más confiable y eficiente, tanto para usuarios como operadores en la red; y además se tenga mayor disponibilidad de los servicios en el ámbito corporativo, como hemos visto las necesidades actuales en telecomunicaciones de L.F.C son sobre:

- La operación (control, protección y medición) del sistema eléctrico de potencia.
- La automatización de la red de distribución.
- El intercambio de información en las oficinas corporativas, entre sus departamentos y el Centro de Cómputo corporativo.
- El intercambio de información entre las oficinas corporativas y todos los centros de trabajo de LFC
- El intercambio de información entre todos los centros de trabajo de LFC.
- Disminución en la densidad de comunicación por el mismo canal de comunicación (Hilo piloto, onda portadora).
- Aumento en la velocidad de transmisión y recepción (datos, voz, telecontrol, telemedida).
- Optimización de los recursos que se tienen.
- Implementación de nuevos servicios sobre los canales de comunicación actuales, utilizando técnicas que no sean costosas, que sean actuales y de vanguardia.
- Satisfacción de las demandas de nuevos centros de operación, distribución y generación para que la distribución, comercialización y generación de energía eléctrica sea confiable, no perdiendo de vista que el desarrollo de toda una infraestructura nueva en comunicaciones presenta ventajas y desventajas que deben considerarse firmemente.

Capítulo III.

Solución WAN en la red de LFC

Con base al estudio de necesidades de comunicaciones y después de analizar la estructura existente en LFC, se plantean dos soluciones que de manera integral buscan la optimización de sus sistemas de comunicaciones. Una de estas soluciones se debe a la infraestructura de cobertura territorial de la empresa, la cual se plantea desde un nivel de área amplia en este capítulo.

3.1 Alternativas actuales de Comunicaciones en México.

Sin duda México representa para muchas empresas un amplio mercado con necesidades de mejores servicios de comunicaciones de voz y datos; el Gobierno Mexicano a través de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes) realizó una apertura comercial sobre los servicios de comunicaciones para satisfacer las demandas de la sociedad mexicana, es así que a partir de 1996 e inicios de 1997 entre otras empresas privadas como: TELMEX, ALESTRA - AT&T y AVANTEL - MCI se han dado a la tarea de comercializar sus infraestructuras de comunicaciones con el objeto de competir y de esa manera repartir el mercado de comunicaciones mexicano.

El objetivo de este inciso es mostrar la infraestructura con la que actualmente cuentan estas compañías para así determinar cual es la que mejores alternativas nos ofrece en este momento.

TELMEX:

Una de las empresas más grandes en proporcionar servicios y productos de telecomunicaciones en México es sin duda TELMEX, empresa con presencia global y vanguardista en el mercado de las telecomunicaciones.

Entre los productos y servicios que Teléfonos de México ofrece están:

Servicios Básicos

- Líneas telefónicas residenciales.
- Líneas telefónicas comerciales.
- Troncales telefónicas en grupos (PBX).
- Líneas privadas de voz y datos de 9600 baudios.
- Circuitos privados de voz y datos nacionales e internacionales de 9600 baudios.
- Servicios de larga distancia con acceso 800.
- Asistencia de operadora.
- Servicios de valor agregado en su línea telefónica.
- Telefonía pública.

Servicios Avanzados

- Troncales digitales de 64 Kbps.
- Números de marcación directa a extensión (DID) (100 servicios por E1).
- Enlaces privados de 64 Kbps o Nx64 Kbps.
- Circuitos privados de 64 Kbps o Nx64 Kbps nacionales, internacionales y fronterizos.
- Circuitos satelitales de voz, datos y video.
- Red de datos (Frame Relay).

Teléfonos de México ha realizado esfuerzos encaminados hacia la modernización de su infraestructura telefónica, migrándola hacia nuevas plataformas de servicios, un ejemplo de esto es la red nacional de fibras ópticas para larga distancia (más de 14,000kms) en el país, así como el proyecto "columbus", el cual une a nuestro país con Europa a través de un cable transoceánico de fibra óptica, también la instalación de una base superior al 80% en la digitalización de líneas telefónicas a nivel nacional, además el contar con Centros de Atención en las tres principales ciudades de la República, cuya finalidad es dar el soporte técnico y administrativo oportuno a los clientes.

Estos Centros son:

MAC (Módulo de Atención a Clientes)

CAS (Centro de Atención de Servicios):

MEXICO

GUADALAJARA

MONTERREY

ALESTRA - AT&T:

Alestra es una empresa de AT&T que solicitó la introducción para proveer servicios de comunicaciones en México desde 1994, actualmente el proceso de implementación de infraestructura se encuentra dividida en dos fases, la primera será satisfacer la tarea de abrir mercados en 1997 y la segunda para el año 2000.

La primera fase comienza con la construcción de la infraestructura básica la cual incluye fibras ópticas de alta capacidad en una red que se expande alrededor de 4,000 kilómetros cubriendo básicamente tres puntos conmutados que son la ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. Adicionalmente en esta fase se tendrán dos conexiones internacionales en Tijuana y Ciudad Juárez, así como tres estaciones remotas internacionales ubicadas en Mexicali, Nuevo Laredo y Reynosa.

En la segunda fase Alestra crecerá en servicios agregando a su infraestructura 8,600 kilómetros más de líneas, de las cuales el 50% serán de fibra óptica y el otro 50% será para transmisión de ondas de radio digitales.

Con esto Alestra pretende competir en el mercado mexicano con su propia red de comunicaciones, ofreciendo un amplio rango de servicios, sin embargo en la actualidad aun requiere interconectarse a Telmex para poder brindar servicios a clientes individuales que anteriormente utilizaban sólo servicios directamente con Telmex. La

tendencia además será ofrecer servicios de voz, datos interconexión de LAN's y servicios de redes de área amplia para la Marina, Armada y Fuerza Aérea.

AVANTEL - MCI:

AVANTEL - MCI es una compañía que ofrece servicios de comunicaciones a más de 20 millones de consumidores en 14 países, servicios que incluyen:

Frame Relay, X.25, SNA/SDLC líneas asíncronas para conexión de controladores y terminales remotos, Línea Plus Internet MCI, Multifax, Larga Distancia, Larga Distancia Empresarial, Redes Virtuales, etc.

Sin duda la gran cantidad de servicios de esta empresa la hace competitiva no sólo dentro del mercado mexicano, esta empresa busca integrar a México a una red de servicios inteligentes de área amplia con una infraestructura y soporte corporativo enfocado hacia planes de implementación, servicios paralelos a las necesidades de los clientes, etc. con el objetivo de interconectar a México con servicios en todo el mundo las 24 horas del día los 365 días del año.

En Nuevo León México AVANTEL cuenta con el Centro Corporativo AVANTEL que pretende ser el centro de ventas, marketing y laboratorio de comunicaciones avanzadas; pretendiendo además crecer a más de 800 expertos en México.

Con AVANTEL en México, los usuarios pueden tener servicios de carrier a través de líneas de cobre o fibra óptica (cuando se encuentre disponible) a velocidades de 64 Kbps (E0) y 2.048 Mbps (E1) con la posibilidad de acceder a conexiones con anchos de banda más altos, Frame Relay, X.25, etc. AVANTEL pretende construir servicios de fibra óptica creando el "Triángulo de Cristal" entre los principales centros de México, Guadalajara y Monterrey y en conjunto con MCI establecer una red con los Estados Unidos, la compañía además pretende expandir una red de fibra alrededor del país que se extienda sobre 12,500 millas de distancia.

Como se ha podido observar, actualmente existen en México un sinnúmero de empresas de comunicaciones **ofreciendo servicios de alta calidad y económicos**, esto en buena medida puede abaratar los costos y hacer rentable la contratación de servicios con infraestructuras corporativas como estas, sin embargo hasta que cada empresa no tenga la infraestructura adecuada completamente establecida en México no podremos ver los beneficios de ésta competencia.

3.2 La red pública RDI en México.

Como se observa en México TELMEX es la empresa que posee la RDI (Red Digital Integrada) más grande actualmente, empresa que está comenzando a buscar nuevas alternativas para el mejoramiento de servicios de telecomunicaciones implementando toda la infraestructura necesaria de tendidos de fibra óptica, cables de cobre, digitalización de centrales, etc. con la finalidad de mantener servicios de comunicaciones de voz y datos eficientes y ser una empresa competitiva en el mercado nacional e internacional.

Considerando que LFC es una empresa que actualmente requiere de servicios inmediatos de comunicaciones en la RDI, y conociendo que muchas empresas no tienen todavía infraestructura a corto plazo y únicamente se encuentran realizando encuestas de factibilidad de mercado, no es conveniente esperar a que tengan la infraestructura suficiente en los puntos que LFC requiere comunicar, así TELMEX es la empresa que en este momento puede proveer servicios de RDI inmediatos y de bajo costo para LFC en la implementación de su red WAN Frame Relay.

Se han investigado los costos de los servicios en RDI para enlaces según estructura tarifaria de Abril de 1997 los cuales se muestran en las siguientes tablas.

Servicios Privados Digitales Locales (Pesos):

SERVICIO	RANGO KM	GASTO INSTALACION	RENTA MENSUAL POR TRAMO	
			Fijo	Cargo/km
Punto-Multipun-to E1=2.048Mbps	N.A.	\$74,000	\$20,300	N.A.

N.A. No Aplica

Premisas:

- Si se demanda instalación de fibra óptica donde no existe infraestructura o capacidad disponible, el cliente deberá contratar pagando gastos de instalación de 4 servicios de 2.048Mbps, este pago garantiza la posibilidad de crecer hasta esa capacidad y aplica en forma complementaria con las rentas mensuales de los servicios que se vayan habilitando.
- Los servicios punto multipunto sólo se asignarán para enlaces de una red privada.

Servicios Privados Digitales Locales (Pesos):

SERVICIO	RANGO KM	GASTO INSTALACION	RENTA MENSUAL POR TRAMO	
			Fijo	Cargo/km
Punto - Punto E1=2.048Kbps	N.A.	\$74,000	\$6,750	N.A.
L.D. Nacional	0-200	\$10,000	\$62,000	\$0.00
	201 - 600		\$84,000	\$0.00
	>600		\$113,000	\$0.00
L.D. Internal.	0-200	\$15,000	\$68,000	\$0.00
	201-600		\$90,000	\$0.00
	>600		\$420,000	\$0.00

N.A. No aplica

Servicios Privados Digitales Locales (Pesos):

SERVICIO	RANGO KM	GASTO INSTALACION	RENTA MENSUAL POR TRAMO	
			Fijo	Cargo/km
Punto - Punto DS0=64Kbps	N.A.	\$10,500 por tramo	\$1,150	N.A.
L.D. Nacional	0-200	\$3,000	\$3,100	\$0.00
	201 - 600		\$4,500	\$0.00
	>600		\$6,400	\$0.00
L.D. Internal.	0-200	\$5,000	\$8,500	\$0.00
	201-600		\$9,700	\$0.00
	>600		\$11,200	\$0.00

N.A. No aplica

3.3 Necesidad de una red troncal (Backbone) Frame Relay

Como se ha mencionado la red de LFC es una red que no ha evolucionado desde hace varios años tanto en su red de área amplia como en su red de área local, es una red con tecnología obsoleta (troncales analógicas) cuyo crecimiento actual no proporciona servicios remotos confiables y suficientes en voz, datos y telecontrol por lo que necesita de nuevos esquemas de control, planeación y administración.

LFC pretende tener velocidades E1 (2.048Mbps), disminución en tiempos de respuesta, anchos de banda garantizados, estandarización, y posibilidades de migración a nuevas tecnologías; asimismo canales de comunicaciones que permitan integrar todas sus aplicaciones de voz, datos y telecontrol en el mismo medio, reducción de tráfico en su ya saturada red e interconexión de todas y cada una de las regiones de servicios y zonas de atención con las que opera. Asimismo, pretende abaratar los costos derivados de las operaciones relacionadas con las comunicaciones.

Frame Relay es una tecnología tipo que puede soportar las diferentes aplicaciones de LFC en su red de datos y telecontrol, es una tecnología WAN segura, rápida, eficiente y de bajo costo sustentada por diversos organismos internacionales como el ANSI, CCITT

(actual ITU-T), ISO y organismos públicos o privados como Frame Relay Forum, que han buscado la estandarización de la misma así como el estudio en sus aplicaciones actuales y futuras. Con esta tecnología de aquí en adelante LFC puede tener una evolución natural hacia plataformas futuras de mayores velocidades con diversidad de aplicaciones en voz, datos y video, como lo es ATM (Asynchronous Transfer Mode), en este sentido, la migración de un esquema Frame Relay a un esquema ATM podrá llevarse a cabo, por ejemplo, a través de los FRATM IWU (Frame Relay -ATM Internet Working Unit), logrando así un esquema eficiente y una evolución de tecnologías casi transparente.

3.4 Consideraciones en la implementación de la red Frame Relay.

Para alcanzar un verdadero beneficio en las comunicaciones de LFC es indispensable dimensionar y planificar los servicios de voz y datos, dado lo elevado de los costos y la cantidad de servicios que se requieren, algunas de las consideraciones a seguir son:

- **Estadísticas de servicio:** cuantas personas desean comunicarse, con qué frecuencia y durante cuánto tiempo. La intensidad del tráfico y la razón de llamadas que comprenden estos factores entre sucursales y el centro corporativo de LFC.
- **Demanda futura.**
- **Servicio:** grado de servicio, incidencia a fallas, deficiencias del servicio y errores en el servicio (máximo de inconvenientes permitidos) y tipo de servicio.
- **Calidad de servicio.**
- **Planes de enrutamiento, transmisión, conmutación y señalización.**
- **Economía de los servicios.**
- **Señalización:** considerando la operación actual de las centrales telefónicas, o en su caso considerando las unidades accesorias de los equipos de comunicaciones que se estén utilizando (señalización E&M, CA (canal asociado), etc.).

La siguiente tabla ilustra las zonas, divisiones y sucursales que conforman la red de LFC:

División Metropolitana			
Zona Centro	Santa María	Reforma	Centro
	Peralvillo	Doctores	Condessa
Zona Azcapotzalco	Politécnico	Vallejo	Azcapotzalco
	Anahuac	Tacuba	Rosario
Zona Aragón	La Villa	Aragón	Valle de Aragón
	Bondojito	Galeana	
Zona Coyoacán	Pedregal	Mixcoac	Del Valle
	Portales	Obregón	
Zona Balbuena	Balbuena	Mixihuca	Iztacalco
	Moctezuma	Pantitlán	Agrícola
Zona Iztapalapa	Taxqueña	Churubusco	Coapa
	Iztapalapa	Estrella	
División Norte			
Zona Neza	Los Reyes	Neza	Rey Neza
	Villada	Tamaulipas	
Zona Texcoco	Texcoco	Ecatepec	Quinto Sol
	Cd. Oriente	Ixtapaluca	Xochiaca
	Chimalhuacán		
Zona Santa Clara	Cd. Azteca	Valle de Guadalupe	Santa Clara
	Cuauhtepic de Madero	Tenayuca	
Zona Tlalnepantla	Tlalnepantla	Aizapán	Bosques del Lago
	V. Nicolás Romero	Cuautitlán Izcalli	Tepozotlán
	Coyotepec	Tepeji	
Zona Cuautitlán	Lechería	Coacalco	Tecamac
	Tultepec	Cuautitlán	Zumpango
	Teotihuacán		
Zona Pachuca	Otumba	Pachuca	Actopan
	Atotonilco	Cubitos	Huachinango
	Necaxa	Progreso Hidalgo	Cd. Sahagún
	Tula	Apán	Tizayuca
	Tequisquiác	Tlaxcoapan	Cuauhtepic
	Tulancingo		

División Sur			
Zona Meyehualco	San Lorenzo	Santa Martha Acatitla	Meyehualco
	Cabeza de Juárez		
Zona Chalco	Tulyehuelco	Xochimilco	San Miguel Xico
	Chalco	Atlautla	Amecameca
Zona Cuernavaca	Contreras	Héroes de Padlierna	Tlalpan
	Sn Andrés Totoltepec	Cuernavaca	La Selva
Zona Lomas	Lomas	Cuajimalpa	Observatorio
	Olivar	Barranca del Muerto	
Zona Naucalpan	Satélite	Naucalpan	Molinito
	Santa Mónica	Cahuacán	Tlazala
Zona Toluca	Huixquilucan	Toluca I	Toluca II
	Pilares	Toluca III	Xonacatlán
	Tenango	Atarasquillo	Tiangustengo
	Zinacantepec	Tenancingo	

Como se observa LFC cuenta con un total de 3 Divisiones y 18 zonas de atención de las cuales a su vez se derivan 119 sucursales que proporcionan servicios de facturación, cobro, reportes de percances en la red, alta de servicios, mantenimiento en la red, etc., sucursales que requieren de comunicación de voz y datos.

Las políticas actuales que determinan la distribución de servicios en sucursales se basa en los siguientes aspectos:

- Logística operacional: Topografía urbana
- Dimensiones físicas: Usuarios, kilómetros de líneas, número de transformadores, número de postes.
- Dimensiones financieras: Ingresos por venta de energía, porcentajes de facturación.
- Dimensiones organizacionales: Número de trabajadores, zonas y sucursales.
- Retos estratégicos: Desarrollo futuro, problemas específicos a resolver.

Los servicios de líneas telefónicas en LFC se han establecido con relación a la densidad de población por sucursal, clasificándolos como sigue:

Sucursales pequeñas (2 líneas):	19,000 a 30,999 usuarios/sucursal
Sucursales medianas (3 líneas):	31,000 a 42,999 usuarios/sucursal
Sucursales grandes (4 líneas):	43,000 a 52,000 usuarios/sucursal

Partiendo de estas políticas se ilustra el promedio de líneas telefónicas que por sucursal LFC necesitaría en las sucursales de mayor demanda por división y zona de atención en este momento:

Zona Sucursal	Centro Peralvillo	Azacapotzalco Anáhuac	Aragón Aragon	Coyoacan Del Valle	Balbuena Pantitlán	Iztapalapa Taxqueña	Total
División Metropolitana	4	4	4	4	4	4	24
Zona Sucursal	Neza Tamaulipas	Texcoco Xochiaca	Santa Clara Cuauhtepc de Madero	Tlalnepan Tlalnepan	Cuautitlán Cuautitlán	Pachuca Pachuca	
División Norte	4	4	4	4	4	3	23
Zona Sucursal	Meyhualco Meyhualco	Chalco Xochimilco	Cuernavaca Tlalpan	Lomas Olivar	Naucalpan Naucalpan	Toluca Toluca I	
División Sur	4	4	4	4	4	4	24
Total							71

Estas son las principales sucursales que la red WAN Frame Relay cubriría en su primera fase según demanda usuarios/sucursal, también consideraríamos la interconexión con LFC en su red LYF-PAQ, CFE, CENACE y SCADA.

Las líneas de voz en las sucursales actualmente están restringidas a los siguientes servicios hacia el centro corporativo de LFC:

- Comunicación entre centros divisionales.
- Reportes de percances en la red.

En el proyecto inicial de la red WAN se contempla una solución de voz y de datos concentrados en un equipo que administre los anchos de banda a través de la multiplexación y compresión de voz y datos, esto dado el costo del equipo y la instalación de los servicios digitales. Se necesita la instalación de un E1 y se incluirán solamente de inicio las sucursales con mayor densidad de usuarios por las 18 zonas que conforman la red LFC, considerando que la migración futura de las restantes sucursales será tomando como base un esquema similar al que a continuación se menciona:

- 1 Canal digital de 64Kbps (DS0) por zona remota (22) centralizado hacia un canal de alta velocidad E1 (punto - multipunto) de voz y datos conmutados en un equipo provisto de un switch Frame Relay ubicado en las oficinas de LFC en Verónica y capaz de soportar hasta 3 E1's.
- Servicio de voz y fax (4, 3 ó 2 canales por zona dependiendo de la demanda).
- Compresión de voz 8Kbps ó 16Kbps con técnicas ADPCM (Adaptative Differential Pulse Code Modulation) y HCV (High Capacity Voice propietaria del equipo)
- Servicios de transmisión de datos (24Kbps a 40Kbps dependiendo de la zona).
- Protocolo de administración para la red de multiplexores 8Kbps CPSS (Control Packet Switching System).
- Señalización CAS (Señalización por Canal Asociado - Señalización estándar de TELMEX).
- Fuente de sincronía generada por TELMEX

De esta manera tendremos la configuración típica en una matriz de conmutación de voz y datos de 64Kbps como se ilustra en la figura 3.1 en los puntos remotos:

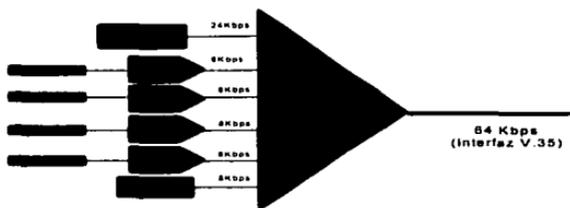


Figura 3.1 Matriz de conmutación.

SRM: Subrate Multiplexing (multiplexación de canales de 64Kbps a rangos menores a 64Kbps).

Matriz de conmutación

	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
F0	a	b	c	d	e	e	e	F
F1	a	b	c	d	e	e	e	C
F2	a	b	c	d	e	e	e	P
F3	a	b	c	d	e	e	e	S
F4	a	b	c	d	e	e	e	S
F5	a	b	c	d	e	e	e	-
F6	a	b	c	d	e	e	e	-
F7	a	b	c	d	e	e	e	-
F8	a	b	c	d	e	e	e	-
F9	a	b	c	d	e	e	e	-

a, b, c, d = Circuitos de voz/fax

e = Circuito de datos

CPSS = 8 kbps

$$8\text{Kbps} \times 4 = 32\text{Kbps}$$

$$8\text{Kbps} \times 3 = 24\text{Kbps}$$

$$\text{Total} = \frac{8\text{Kbps}}{8\text{Kbps}} = 64\text{Kbps}$$

Con esto tendremos los siguientes servicios por sucursal remota:

- Acceso remoto a servidores (Windows NT, Novell, etc.) por protocolo Frame Relay.
- Acceso a host IBM 9121 para servicios de facturación, altas de servicios, baja de servicios, fallas en el sistema, reportes, consultas, etc. Estableciendo un esquema compatible con el protocolo SDLC montado en Frame Relay, en equipos de comunicación de datos remotos y un equipo central de alta capacidad con soporte de protocolos SDLC, Frame Relay, TCP/IP y PPP (point to point protocol).
- Acceso a servidores SCADA, ya sea para la comunicación entre las UTRS y la estación maestra utilizando la interfaz de comunicaciones de los equipos Wesdac Dart CPM (Communications Procesor Module) que soporta el protocolo PPP ó mediante un modem que cumpla con las especificaciones Bell 202 o CCITT V.23 a 1200 Baudios sobre la RDI.
- Acceso directo a la red de voz de LFC sin necesidad de salir por troncales diferentes al agregado digital de 64Kbps en un enlace con servicios de señalización E&M, es decir servicios cuyo acoplamiento sea proporcionado por los equipos multiplexores y conmutadores que forman la red privada de LFC, aprovechando los números de marcación directa a extensión provistos por TELMEX (DID) de aproximadamente 100 por E1.
- Comunicaciones de modem a 4,800 ó 9,600Bps así como transmisiones de FAX.

Básicamente se establecería la conexión de nube que se ilustra en la siguiente figura.

DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LFC

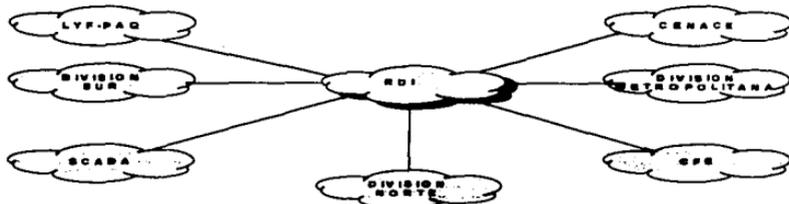


Figura 3.2 Conexión de nube Frame Relay en LFC.

NECESIDADES DE DSO POR PUNTO REMOTO	CANALES DIGITALES	ANCHO DE BANDA (KBPS)	TOTAL (KBPS)	RENTA MENSUAL (DÓLARES)
Corporativo LFC E1 punto - multipunto	30	64	2,048	\$2,540.00
División Metropolitana	6	64	384	\$870.00
División Sur	6	64	384	\$870.00
División Norte	6	64	384	\$870.00
LYF - PAQ	1	64	64	\$145.00
CENACE	1	64	64	\$145.00
CFE	1	64	64	\$145.00
SCADA	1	64	64	\$145.00
Total:	22		1408	\$5,730.00

3.5 Diseño de la red Frame Relay.

Para satisfacer las necesidades de los 22 puntos remotos en la primera fase y las 101 sucursales restantes que conformaran la red WAN Frame Relay de voz y datos, se proponen equipos que por lo menos cumplan con las siguientes características:

Equipo A Multiplexor modular Administrador de Ancho de Banda:

- Administrable y configurable mediante software de manera local o remota con interfaz RS232.
- Cross conexión digital de circuitos.
- Que se pueda integrar como parte de un nodo más de una red WAN inteligente.
- Soporte de interfaz de voz y datos definidas mediante software: para datos V.24, X.21 y V.35. para voz: arranque de bucle, arranque de tierra, FXO, FXS, OPX, E&M de 2 y 4 hilos.
- Que la interfaz de voz y datos posea: compresión de voz, cancelación de eco, submultiplexaje de datos, puenteo y derivación múltiple de datos.
- Soporte de tarjetas switch Frame Relay con capacidad mínima de 62 frame streams (canales frame relay) y velocidades que vayan de 8Kbps hasta 64Kbps.
- Tarjetas switch Frame Relay con capacidad de ruteo entre múltiples canales usando DLCI's (Data Link Connection Identifiers) desde una tabla de ruteo.
- Soporte de tarjetas Frame Relay con capacidad de conmutación de hasta 3,968Mb/s de ancho de banda.
- Tarjetas Frame Relay con soporte de hasta 992 PVCs y 3,968DLCIs por tarjeta (límite basado en estándares).
- Soporte de protocolos de administración de enlaces T1.617 Anexo D: ANSI, Q.933 Anexo A: CCITT y LMI: Foro Frame Relay.
- Tarjetas Frame Relay configurables en: clase de servicio, umbrales de congestión, estadísticas sobre la facturación y el análisis del tráfico.

- Chasis modular que pueda crecer en slots (hasta 16) con tecnología hot swappable.
- Actualización del equipo por software en módulos de memoria independientes (tipo Flash) a nuevas versiones con mayor número de aplicaciones y servicios.
- Posea cualquiera de las interfaces primaria G.703 Dual E1, T1, X.21 y V.35.
- Soporte de multiplexaje por división de tiempo inteligente.
- Sincronización entre redes.
- Conversión T1 - E1
- Subconmutación de circuitos subdatos de extracción e inserción.
- Multiplexaje de alta capacidad de voz, submultiplexaje y supermultiplexaje de datos.
- Fuente de poder redundante.
- Soporte de redundancia en enlaces.

Equipo B multiplexor de banda limitada para nodos remotos:

- Administrable y configurable mediante software local y remotamente.
- Que se pueda integrar como parte de un nodo más de una red WAN inteligente.
- Cross conexión digital de circuitos.
- Soporte como mínimo de 4 circuitos de voz y 4 de datos
- Soporte de 4 interfaces de agregado V.35 ó X.21 y velocidades de hasta 64Kbps.
- Arriba de 12 interfaces de tributaria (en circuitos duales) de tipo V.35, V.24/RS232, LGS y E&M.
- Interfaz para datos V.35, X.21/V.11, V.24/RS-232 (canal dual).

Equipo C central de ruteo con las siguientes características:

- Chasis modular de al menos 8 ranuras con tecnología hot swap y soporte de memoria flash (20Mb), floppy de extra alta densidad ó tarjetas de memoria PCMCIA.
- Fuente redundante de poder.

- Soporte de interfaz LAN: ethernet, token ring, fast ethernet, FDDI y ATM (conectores RJ45, twisted pair, bnc y fibra).
- Soporte de interfaz WAN: V.35, RS-232, RS-449, G.703, HSSI (High speed serial interfaz).
- Soporte en interfaz WAN de hasta dos E1 y redundancia.
- Soporte de por lo menos los siguientes protocolos WAN: Frame Relay, PPP, IP, IPX, SNA, DLSW, SDLC, LLC2, ATM, X.25, Apple Talk, DECnet, OSI, VINES, SNMP.
- Compresión de datos.
- Soporte de los siguientes estándares IEEE: 802.1d Spanning tree algorithm (STA), 802.3 MAC Bridging protocolo Ethernet, 802.1e System Load Protocol (SLP), 802.1 MAC Bridges FDDI, 802.1d IBM Token Ring Anexo C.
- Soporte de estándares ANSI: T1.617 Frame Relay LMI Anexo D, X3T9 FDDI Administración de estación.
- CCITT: Q.922 Anexo D Frame Relay, V.25 bis.
- Soporte de las siguientes recomendaciones internet: RFC 1058 RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First Protocol) RFC 1247, RFC 1155 Status and identification MIBs, RFC 1156 MIB I, RFC 1157 SNMP, RFC 1213 MIB-II (Management Information Base)
- Administración local ó remota vía terminal VT100 o SNMP
- Soporte de los algoritmos de ruteo vector distancia y estado de enlace.

Equipo D de ruteo remoto con las siguientes características:

- Fuente redundante de poder.
- Soporte de memoria flash (4 Mb) y DRAM (8Mb).
- Soporte de interfaz LAN: ethernet (conector RJ45, twisted pair).
- Soporte de interfaz WAN: V.35, RS-232, RS-449, X.21.
- Soporte de interfaz WAN hasta de un E1 (punto - multipunto)

- Soporte de por lo menos los siguientes protocolos WAN: Frame Relay, PPP, IP, IPX, SNA, OSI, DECnet X.25, SNMP.
- Administración local ó remota vía terminal VT100 o SNMP
- Compresión de datos.
- Soporte de los siguientes estándares IEEE: 802.1d Spanning tree algorithm (STA), 802.3 MAC Bridging protocolo Ethernet, 802.1e System Load Protocol (SLP),
- Soporte de las siguientes recomendaciones internet: RFC 1058 RIP (Routing Information Protocol), RFC 1155 Status and identification MIBs, RFC 1156 MIB I, RFC 1157 SNMP, RFC 1213 MIB-II (Management Information Base)
- Soporte de los algoritmos de ruteo vector distancia y estado de enlace.

El costo aproximado inicial de la red Frame Relay de voz y datos en LFC así como de la contratación de los servicios de comunicaciones se ilustra a continuación:

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO APROXIMADO (DOLARES)
1	EQUIPO A	\$134,000.00
22	EQUIPOS B	\$242,000.00
1	EQUIPO C	\$27,000.00
22	EQUIPOS D	\$55,000.00
1	INSTALACION E1	\$9,250.00
22	DSO PUNTO A PUNTO	\$3,190.00
	Total:	\$470,440.00

El esquema incluye solamente 1 equipo A Administrador de ancho de banda y 22 equipos B multiplexores de banda limitada, así como equipos de ruteo en los puntos remotos tipo D y un equipo central de ruteo tipo C quedando la red como se muestra a continuación:

Red WAN Frame Relay de voz y datos de LFC Configuración Estrella

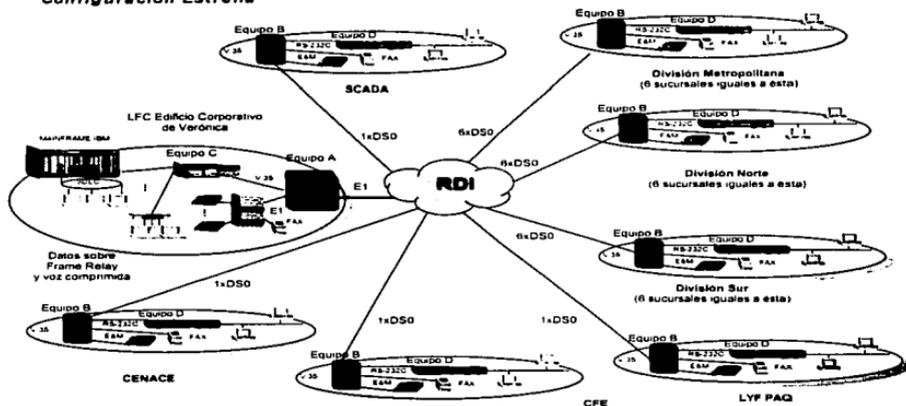


Figura 4.3 Red WAN Frame Relay

Con este equipamiento se lograría dotar a LFC con:

- 90 Circuitos de voz/fax comprimidos.
- 22 Enlaces de datos por Frame Relay.
- Dotación en la red privada de 90 números de marcación directa a extensión.

Una vez establecido el esquema WAN es importante considerar la administración de nuestra arquitectura a través de software con agentes SNMP (Simple Network Management Protocol) con el fin de tener un monitoreo los equipos. Los organismos internacionales no han dejado de establecer las normas mínimas que requieren los agentes SNMP, así proponemos que el software de administración para la red WAN cumpla con las siguientes especificaciones:

Red de Multiplexores:

- Administración gráfica y geográfica de los enlaces de la red.
- Soporte de instalación en las siguientes plataformas SunNet Manager, Sun SPARCstation, SunOS VER. 4.1.3, IBM NetView y HP OpenView.
- Configuración de nodos (tarjetas, módulos, timeslots, recursos frame relay) y monitoreo en tiempo real (reenvío de información de bases de datos de configuración de los equipos), diagnósticos y aislamiento de fallas remotamente.
- Configuración y administración de trayectorias Frame Relay en todos sus parámetros de conexión DLCI's, PVC's, CIR (equipos multiplexores de circuitos ó de paquetes).
- Administración de los enlaces LMI, Anexo A, Anexo D.
- Estadísticas de tráfico desplegadas en tiempo real o archivadas para futuros análisis o procesamiento (monitoreo gráfico de la utilización de los enlaces).
- Integración de las diversas redes LAN/WAN.
- Administración completa de recursos y anchos de banda: estado de los enlaces, sincronía, loopbacks en trayectorias y puertos de enlace primarios (time slots).
- Monitoreo de las diferentes trayectorias de la red.
- Reentramiento de trayectorias alrededor de enlaces con fallas utilizando diferentes niveles de reenrutamiento.
- Simulación de eventos en la red como por ejemplo: crecimiento de la red, configuración de equipos, creación y conexión de enlaces, trayectorias nuevas, reenrutamiento de trayectorias.
- Soporte de VBN (Virtual Backbone Network) y VSN (Virtual Switched Network).

Red de routers:

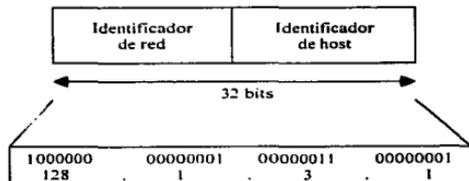
- Soporte de ODI (Operating Network Adapter), protocolos TCP/IP e IPX.
- Soporte RMON (Remote Monitoring), RMON2 (estándar del IETF(Internet Engineering Task Force) en su RFC (Request For Comment) 2021, 2074) y dRMON (distributed RMON).

- Administración de campus WAN punto a punto, punto multipunto y LAN si es posible hasta el escritorio.
- Posibilidad de instalación en las siguientes plataformas SunNet Manager, IBM NetView y HP OpenView.
- Monitoreo y configuración gráfica de equipos.
- Generación de estadísticas del estado de la red (tráfico), estados de los enlaces, análisis multiprotocolo.
- Reconocimiento de MIB y MIB II (Management Information Base) de los equipos que forman parte de la red WAN de datos.

3.5.1 Ruteo IP en la red WAN Frame Relay

Frame Relay puede ser configurado para manejar y combinar tráfico desde diferentes protocolos de redes como IP, IPX, SNA y con esta facilidad el tráfico es unificado reduciendo lo problemática de administración en la red, cada protocolo tiene como base diferentes estándares internacionales en su numeración así como características particulares de operación; considerando que LFC es una red gran y dadas las facilidades que nos ofrece el protocolo TCP/IP se propone que LFC utilice un plan de numeración basado en este protocolo ya que este protocolo tiene un soporte de los principales agentes SNMP, sistemas operativos y capacidad de operación en redes de gran tamaño así como compatibilidad con los principales estándares de redes (ethernet, token ring, ATM, etc).

En un ambiente TPC/IP todo dispositivo configurable bajo IP es denominado host y necesita una dirección que lo identifica en la red, esta será una dirección IP la cual es una arreglo de 4bytes (32bits) separados por puntos en la siguiente manera:



Para TCP/IP existen 5 clases de numeración que se distinguen principalmente por el número de hosts que manejan.

Clase A

Las direcciones de esta clase tiene como bit de más alto orden al 0, manejan un rango decimal de 0 a 126, lo cual permite 126 redes clase A con 16,777,214 hosts por red.

Clase B

Las direcciones de esta clase tiene como bits de más alto orden al 1,0, manejan un rango decimal de 128 a 191, lo cual permite 16,382 redes clase B con 65,534 hosts por red.

Clase C

Las direcciones de esta clase tiene como bits de más alto orden al 1,1,0, manejan un rango decimal de 192 a 223, lo cual permite 2,097,152 redes clase C con 254 hosts por red.

Clase D

Esta clase es utilizada para direcciones multicast maneja 4 bits de más alto orden que son 1,1,1,0, maneja como rango decimal el 255.

Clase E

Esta clase de numeración IP no es muy conocida y esta reservada para investigaciones de organismos internacionales.

Para tener un control y aumentar la eficiencia en una red bajo TCP/IP existen diferentes protocolos y algoritmos que permiten mejorar los tiempos de respuesta sobre las solicitudes de direcciones entre diferentes segmentos de red.

Cada uno de ellos tiene un fin específico y es acorde a las dimensiones de la red por lo que es importante considerar cuando elegir uno u otro. A continuación se definen algunos de ellos.

ARP (Address Resolution Protocol):

Este protocolo se encarga de la asignación dinámica de una dirección MAC (Media Acces Control) a una dirección IP, esto se obtiene realizando un mapeo constante de la red en el cual se compara información almacenada con la detectada y actualizando los datos obtenidos en lo que se refiere a direcciones MAC e IP.

Algoritmo Vector Distancia:

Esta basado en la compartición de tablas de ruteo las cuales cuentan con información de distancia entre ruteadores, cada ruteador calcula la distancia entre enlaces establecidos y así actualiza una tabla de ruteo con información de distancias. Con esta información se determina el camino más corto para cada destino utilizando un camino libre. Los ruteadores no conocen cuantos segmentos de red están conectados.

Algoritmo de estado de enlace:

Construye tablas de ruteo las cuales incluyen información sobre la distancia y cuantos segmentos de redes están conectados o enlazados. Un ruteador con el algoritmo de estado de enlace conoce mejor la topología de una red y así determina el mejor camino para cada destino de red, constantemente actualizan sus tablas de ruteo.

Routing Information Protocol (RIP)

RIP es un algoritmo de vector distancia cuyo objetivo es conocer la distancia más corta entre dos trayectorias establecidas, considerando el menor número de saltos, reduciendo de esta manera el tráfico entre segmentos de red. Asimismo establece las condiciones en las que los diferentes equipos que pertenecientes a la red WAN se anuncian.

Open Shortest Path First (OSPF):

Esta basado en el algoritmo del estado de enlace ya que censa la velocidad del enlace a través de un cálculo y considera el costo del enlace. OSPF es más eficiente que RIP debido a reduce los tiempos de máquina al conocer la estructura de los segmentos de red y disminuir la lectura en tablas de ruteo al enviar únicamente información de cambios en la red y los enlaces.

Se propone que para la red WAN de datos Frame Relay en LFC se siga un plan de numeración que corresponda a la dimensión de la red actual, para ello se ha escogido una red clase B.

Las recomendaciones principales para la configuración del equipo de ruteo con protocolo IP en la red WAN Frame Relay deben ser:

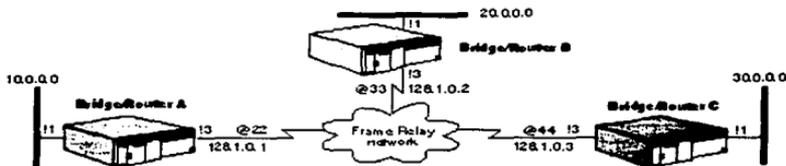
1. Si la red es pequeña se recomienda inhabilitar el protocolo ARP (Address Resolution Protocol) ya que al configurarse así el encabezado en los paquetes es mínimo y la red tiene un mejor desempeño. Si la red es grande y existe necesidad de reconfiguración constante se recomienda habilitar ARP ya que así se tiene la ventaja de disminuir el trabajo de administración de red ya que al ser habilitado ARP las direcciones IP serán en una tabla de ruteo serán actualizadas cuando:

- Nuevas direcciones IP sean configuradas.
- Un nuevo DLCI este disponible.

Asimismo las tablas de ruteo se actualizaran si:

- Una tabla de ruteo es limpiada (flush), una vez hecha esta limpieza ARP envia paquetes de solicitud con el objeto de descubrir nuevos equipos conectados a la red.
 - Un DLCI existente no esta disponible.
2. Definir las direcciones IP para cada puerto WAN en el ruteador que esta conectado a la red Frame Relay así como el circuito virtual asociado con su correspondiente mascara y DLCI.
 3. Definir el protocolo de comunicación entre el switch Frame Relay y el router, ya sea LMI, noLMI, AnsiLMI, Anex_D ó Anex_A.

La siguiente figura ejemplifica la asociación de direcciones IP con DLCI's en una red WAN Frame Relay.



3.6 Equipos de multiplexación Frame Relay.

En los equipos de multiplexación propuestos para la red WAN Frame Relay se ha buscado que cumplan con los estándares internacionales mínimos que permitan la interoperabilidad no solo entre equipos de la misma marca sino también entre equipos de otras marcas.

Actualmente en México existen diversos distribuidores que ofrecen gran cantidad de productos Frame Relay de voz y datos, algunos de ellos son:

- **Newbridge:** Voz en ADPCM y datos en Frame Relay, actualmente ya existen equipos que paquetizan voz en Frame Relay sólo que no se ha liberado esta tecnología hasta que sea un estándar para los organismos internacionales. Los principales equipos newbridge que manejan Frame Relay son: 3600, 3645, 3612, 3606, 3608, 36170
- **ACT:** Voz y datos sobre Frame Relay mediante tecnología propietaria
- **Micom:** Voz y datos sobre Frame Relay con tecnología propietaria. Productos Marathon 2K , 3K, 5K, 20K Plus, NetRunner y STADIA
- **Motorola:** Voz y datos sobre Frame Relay con tecnología propietaria.

Si bien existe un sinnúmero de proveedores es importante reflexionar que antes de comprar una tecnología se considere los beneficios y desempeño que estas tecnologías nos ofrecen, todo ello siempre basado en pruebas en campo que proporcionen un criterio real sobre estos productos en lo que vendría a ser su operación cotidiana.

Se considera pues que toda tecnología que se escoja para dar solución a cualquier red de voz y datos en Frame Relay debe ser probada y justificada bajo estándares internacionales y de pruebas en campo.

3.7 Beneficios de la red WAN Frame Relay.

Para LFC algunas de las ventajas que la red WAN Frame Relay le puede dar son:

- Mayor aprovechamiento del ancho de banda a través de la multiplexación estadística y compresión de voz hasta en un 80%.
- Reducción de costos sobre los canales digitales reflejados por el número de servicios aprovechados por canal.
- Alta calidad de servicios
- Control y flexibilidad de la red.
- Mejor desempeño de la red con servicios de fax, modem, cancelación de eco, control de congestión, fragmentación, multiplexación de enlaces lógicos.
- Priorización de clases de servicios.
- Control sobre los dispositivos de frontera (routers).
- Elasticidad inherente en la red al proporcionar un esquema que puede crecer sin invertir en gran cantidad de nuevo equipamiento.
- Estandarización de la red y soporte de migración futura.
- Configuración y administración gráfica de equipos local o remotamente bajo ambientes compatibles con UNIX, SOLARIS, Windows NT, Windows 95.
- Generación de reportes y estadísticas en la red.
- Combinación de tecnologías de comunicaciones de menor desempeño como SNA en una sola de mayor desempeño.
- Administración de congestión y de la utilización de los recursos en la red.
- Interconexión LAN a LAN.
- En un futuro una vez estandarizado se podrá trabajar con la paquetización de voz sobre frame relay aprovechando de esta manera el ancho de banda dinámico.
- Mantenimiento y pruebas de los enlaces digitales (time slots) en la red a través de diferentes tipos de pruebas como loops.
- Reducción de los costos de operación al eliminar la necesidad de múltiples líneas de acceso y así como un número considerable de puertos de interfaz por enlace.

Capitulo IV.

Solución LAN en la red de LFC

4.1 Necesidad de una red LAN ATM.

LFC no cuenta con una red LAN corporativa que proporcione un servicio adecuado entre los distintos departamentos que conforman la empresa, sin embargo cuenta con un número considerable de redes independientes que trabajan con tecnologías como Token Ring, Ethernet y SNA¹, y que generan tráfico debido a:

- Consulta a bases de datos de los usuarios de la red eléctrica administrada por LFC, altas, bajas, facturación, reportes, etc.
- Transferencia de imágenes y consulta debido al monitoreo del sistema SCADA analizando flujo de cargas, simulaciones en la red antes de proceder a la ejecución real de las maniobras.
- Aplicaciones de gráficos como reportes o presentaciones.
- CAD en el área de diseño, desarrollo y planeación de la red eléctrica.
- Aplicaciones cliente servidor en LAN por servicios referentes a actividades de LFC.

Según un estudio del 3Com Network Purchaser Opinion de agosto de 1994 la demanda por ancho de banda con relación a las aplicaciones más comunes se clasifica en la siguiente forma:



Figura 4.1 Porcentaje de demanda de ancho de banda.

¹ Systems Network Architecture.- Arquitectura desarrollada por IBM en la década de 1970 para redes de área amplia

Según esta gráfica podemos observar que el mayor consumo de ancho de banda en red LAN es debido a aplicaciones de consulta en bases de datos, en el caso de LFC encontramos aplicaciones que consumen desde un 15% hasta un 30% del ancho de banda que para efectos de velocidad representa una tendencia de alentamiento de la red, considerando además que según los expertos en una red LAN Ethernet de los 10Mbps de ancho de banda se aprovecha solamente entre un 40% o 50% dadas las características de retardo del protocolo CSMA/CD utilizado en ethernet y los tiempos de esperas de transmisión cuando ocurren colisiones (efecto de captura). La evolución de las tecnologías busca precisamente reducir esto considerando que la mayor parte de las redes en el mundo son redes ethernet, así muchas empresas han buscado la manera de garantizar tiempos de respuesta altos, niveles de prioridad y clases de servicio de tal manera que esta evolución nos conduzca a un mejoramiento en operabilidad y velocidad en red LAN. La tendencia es pues, evolucionar con tecnologías que permitan alcanzar las metas actuales de servicio y en un futuro soportar servicios como internet, intranet, correo electrónico, multimedia y videoconferencia.

LFC cuenta en sus 8 niveles del edificio corporativo de Verónica con aproximadamente 640 estaciones de trabajo distribuidas por grupos de pequeñas redes, muchas de ellas separadas y otras estaciones aisladas de cualquier red. Asimismo se cuenta con un promedio de 32 servidores bajo las estructuras cliente servidor y punto a punto, sin perder de vista las terminales asíncronas centralizadas hacia un MAINFRAME IBM 9121 con tecnología SNA que son utilizadas para consulta, pagos y registro de servicios de suministro de energía eléctrica, servicios que se proporcionan únicamente en el segundo piso del edificio.

Por razones propias del trabajo que desempeña LFC es necesario que un gran número de las redes intercambien información entre sí, por lo cual es importante disminuir las redes independientes e implementar una red **LAN CORPORATIVA** única y robusta con velocidades superiores a los 100Mbps dado la cantidad de tráfico que se genera por las diferentes aplicaciones en la red. Asimismo para poder cubrir los nuevos servicios remotos de la red WAN a la red LAN se deben buscar tecnologías que nos permitan un mejor desempeño y evitar así congestiones futuras, de aquí se desprende la necesidad de LFC en tecnologías que ofrezcan un mayor respaldo y soporte de los servicios que exige, y posiblemente en un futuro soporte de voz y vídeo sobre la red LAN para aplicaciones de videoconferencia o videovigilancia.

Hoy en día existen diversas tecnologías que proponen alternativas de solución a la problemática de alto tráfico en interconexión de redes LAN, algunas de ellas son:

ETHERNET CONMUTADO.

Características.

- Segmentación de LAN's.
- Bajo costo en segmentación LAN y ancho de banda dedicado a PC's y servidores.
- Compatible con tecnología ethernet.
- Alta escalabilidad, debido a la fácil integración de 100 base-T.

Limitantes.

- Ancho de banda de 10 Mbs por conexión.

FULL DUPLEX ETHERNET.

Características.

- Incrementa el desempeño entre servidores y switches.

Limitantes.

- Se requiera cambiar HUB's, estaciones terminales y sistema operativo.
- Desempeño mayor a 10 Mbs.
- Ancho de banda máximo de 10 Mbs por dirección.
- No existe un estándar IEEE para FULL DUPLEX ETHERNET.

FAST ETHERNET.**Características.**

- Mayor desempeño entre servidores y switches.
- Aumenta velocidades de transmisión con la mínima sustitución de hardware.
- Ancho de banda máximo de 100 Mbs por dirección.
- Soporte sólo de aplicaciones tipo datos.
- Administración de red a través de agentes SNMP.

Limitantes.

- Requiere cambiar switches que puedan soportar fast ethernet.
- Ancho de banda dedicado para aplicaciones 100% de datos que no operan en tiempo real.

FDDI**Características.**

- Tecnología orientada a backbone.
- Redundante y tolerante a fallas al ser un anillo doble.
- Acceso garantizado al tener una tecnología determinística.
- Administración de red a través de algún agente SNMP.

Limitantes.

- Compleja y de alto costo.
- No ofrece calidades de servicio.

ATM.**Características.**

- Soluciones en Backbone, LAN, WAN y MAN.
- Alta escalabilidad en velocidades de transmisión (mínimo 155 Mbs).
- Disponibilidad de ancho de banda por demanda.
- Soporte de aplicaciones en tiempo real.
- Configuración jerárquica de diferentes clases de servicio.
- Administración de red a través de algún agente SNMP.

Limitantes.

- Tecnología nueva.
- Estándares aún no completos.
- Alto costo en hardware y en algunos casos software propietario.

Partiendo de las necesidades de trabajo en LFC se considera que la tecnología en la red LAN debe:

- Proporcionar un mayor ancho de banda.
- Ser de bajo costo.
- Eliminar congestiones.
- Que sea de fácil instalación y administración.
- Escalable en su desempeño y posibilidades de migración hacia nuevas tecnologías.
- De alta disponibilidad y tolerante a fallas.
- Modular.

- Capaz de mezclar diferentes tipos de tecnologías LAN.
- Soporte de ruteo intranet.
- Administración en red distribuida.
- Soporte redes virtuales VLAN's definido por la IEEE y que determina cual de todas las tramas que llegan a los nodos de la red procesan o no, independientemente de la ubicación geográfica de la red física conectada a ese nodo.
- Alta seguridad.

Actualmente existen en el mercado mexicano un gran número de equipos con soporte de dos ó más tecnologías combinadas en uno solo y que pueden ser ATM, FDDI, Fast Ethernet, Ethernet ó Token Ring; esto en muchos de los casos, eleva su costo, es decir entre mayor sea el número de tecnologías mayor es el costo del equipo; sin embargo existen también muchos equipos modulares que se han diseñado pensando en una evolución paulatina y que puedan dar soporte en un futuro a la red LAN dependiendo del crecimiento natural de la red y las necesidades de los grupos de trabajo; así hemos evaluado dos tecnologías que se ajustan a las necesidades de LFC por su desempeño, evolución actual, soporte, estandarización y disponibilidad de equipos, estas dos tecnologías son ATM (a nivel backbone) y Fast Ethernet.

4.2 Consideraciones en la implementación de la red ATM

ATM es una tecnología joven cuyo principal objetivo es utilizar el ancho de banda dinámico en aplicaciones de voz, datos y video además de que las redes actuales ATM pueden trabajar sobre el mismo cableado estructurado ya instalado, y sólo sustituyendo en algunos de los casos el cableado por fibra óptica en backbone alcanzado velocidades de hasta 622Mbps.

Al ser una tecnología que soporta LAN, MAN y WAN, ATM se perfila muy por encima de las tecnologías actuales, además de encontrarse respaldada por diversos organismos internacionales como el ANSI (American National Standards Institute), ECSA (Exchange Carriers Standards Association), ITU-T (International Telecommunications Union), ATM Forum, organismos cuyos principales objetivos son controlar y consolidar el desarrollo de los estándares en redes públicas y privadas ATM.

ATM es una tecnología relevante dadas sus características:

- Formatos fijos de celdas
- Tecnología orientada a conexión
- Soporte de diferentes tecnologías
- Soporte de mecanismos de ruteo
- Manejo del ancho de banda dinámico
- Establecimiento de enlaces por demanda
- Implementación en medios físicos como fibra óptica, par trenzado, etc.
- Soporte de diferentes clases de servicio que están en función de los retrasos, variación de retrasos, errores y tipo de tráfico teniéndose: **Clase A.**- Orientado a conexión y sesiones tipo voz críticas (voz, audio y vídeo con reserva de ancho de banda CBR "Constant Bit Rate"). **Clase B.**- Orientado a conexión para sesiones tipo voz no críticas o sesiones tipo datos críticas (voz, audio y vídeo con ancho de banda variable VBR "Variable Bit Rate"). **Clase C.**- Orientado a conexión para sesiones tipo datos no críticas (Dispone del ancho de banda disponible ABR "Available Bit Rate"). **Clase D.**- Orientado a no-conexión para tráfico sin prioridad. (Dispone del ancho de banda que quede libre UBR "Unspecified Bit Rate").

El costo de la implementación de una red 100% ATM es elevado, sin embargo para el proyecto de la red LAN de LFC se ha considerado combinar tecnologías ATM en los puntos de frontera de cada uno de los pisos de la red, implementando un esquema con un backbone ATM colapsado y sólo en los servidores que requieran altas velocidades o demanden aplicaciones como CAD, multimedia e inclusive video instalar ATM y en donde no se requiera, colocar tecnologías más económicas como Fast Ethernet aprovechando la disponibilidad de equipos con tecnologías combinadas. Con ello se lograría que si el switch de frontera no conoce la dirección que se busca automáticamente la mande por el modulo troncal disminuyendo de esa manera el tráfico en la red de cada piso.

4.3 Diseño de la red ATM.

Se ha considerado que en función de la seguridad y disponibilidad de la red LAN en LFC se requiere un esquema cuyas características sean las siguientes:

- Posibilidad de redundancia en enlaces de campus ya sea en ATM vs ATM ó ATM vs Fast Ethernet, aprovechando el Spanning Tree Algorithm estandarizado por la IEEE 802.1d.
- Soporte de tecnologías Token Ring, Ethernet, Fast Ethernet y ATM.
- Balanceo de cargas entre enlaces.
- Soporte de VLANs y ruteo entre VLANs
- Configuración de VLANs por puerto, dirección MAC y protocolo.
- Soporte de ELAN (LAN Emulation), lo cual nos permite que cualquier protocolo superior (IP, IPX, APPN, NetBios, etc.) pueda operar sobre la red ATM como si estuviera operando sobre cualquier LAN.
- Soporte de administración y monitoreo SNMP, RMON, RMON1, RMON2.
- Configuración de equipamiento vía consola VT100, ASCII ó SNMP.

El costo de la implementación de una red 100% ATM es elevado, sin embargo para el proyecto de la red LAN de LFC se ha considerado combinar tecnologías ATM en los puntos de frontera de cada uno de los pisos de la red, implementando un esquema con un backbone ATM colapsado y sólo en los servidores que requieran altas velocidades o demanden aplicaciones como CAD, multimedia e inclusive vídeo instalar ATM y en donde no se requiera, colocar tecnologías más económicas como Fast Ethernet aprovechando la disponibilidad de equipos con tecnologías combinadas. Con ello se lograría que si el switch de frontera no conoce la dirección que se busca automáticamente la mande por él modulo troncal disminuyendo de esa manera el tráfico en la red de cada piso.

4.3 Diseño de la red ATM.

Se ha considerado que en función de la seguridad y disponibilidad de la red LAN en LFC se requiere un esquema cuyas características sean las siguientes:

- Posibilidad de redundancia en enlaces de campus ya sea en ATM vs ATM ó ATM vs Fast Ethernet, aprovechando el Spanning Tree Algorithm estandarizado por la IEEE 802.1d.
- Soporte de tecnologías Token Ring, Ethernet, Fast Ethernet y ATM.
- Balanceo de cargas entre enlaces.
- Soporte de VLANs y ruteo entre VLANs
- Configuración de VLANs por puerto, dirección MAC y protocolo.
- Soporte de ELAN (LAN Emulation), lo cual nos permite que cualquier protocolo superior (IP, IPX, APPN, NetBios, etc.) pueda operar sobre la red ATM como si estuviera operando sobre cualquier LAN.
- Soporte de administración y monitoreo SNMP, RMON, RMON1, RMON2.
- Configuración de equipamiento vía consola VT100, ASCII ó SNMP.

Para ello se proponen los siguientes equipos:

Equipo D switch troncal ATM.

- Soporte de 32 puertos ATM OC-3c (155Mbps) u 8 puertos OC-12c (622Mbps) con tecnología nonblocking, 144 puertos switcheados ethernet ó 64 puertos switcheados Fast Ethernet.
- Soporte de interfaces OC-3c SONET/SDH fibra multimodo o unimodo (MMF, SMF) conectores SC, MdB11, UTP Categoría 5 y DS-3 (Conector BNC); OC-12c SONET/SDH multimodo ó unimodo; 10BASE-T ó 10BASE-FL con switcheo de alta capacidad, 100BASE-FX y TX con switcheo Fast Ethernet.
- Doble fuente de poder ó redundante.
- Soporte de interconexión mínima de 4 switches ATM en una red privada (backbone troncal).
- Backplane de alta velocidad (Gbps).
- Soporte de Spanning Tree, cut-through o store and forward y full rate multicast.
- Reconocimiento de Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier (VPI/VCI) con soporte de por lo menos 4,096 por puerto.
- Soporte de características ATM de señalización SVC UNI v3.0/3.1, IISIP y E-IISIP ATM Forum LAN Emulation, administración de congestión.
- Administración y monitoreo via RS-232 (DB-9); ILMI, MIB II, AToM MIB, Sonet MIB, SNMP, RMON, RMONI, RMONII.
- Reconocimiento de 8,192 direcciones MAC por tarjeta
- Dispositivo modular que pueda crecer en tecnologías.
- Balanceo de cargas entre enlaces paralelos.
- Descubrimiento automático de switches adyacentes.

Equipo E switch departamental Fast/Ethernet – ATM

- Equipo de 24 puertos ethernet switcheados (RJ-45), un 100BASE-TX Fast Ethernet, y un modulo de alta velocidad con soporte de interfaz ATM-OC-3c, 100BASE-TX, 100BASE-FX, 1000BASE-SX (puerto troncal).
- Soporte de 500 direcciones MAC.
- Fuente de poder redundante.
- Administración y monitoreo vía RS-232 (DB-9) telnet; MIB II, bridge MIB, repeater MIB, SNMP, RMON MIB, RMON 2.
- Soporte de monitoreo VLAN y ATM.
- Características de soporte en tolerancia a fallas, Spanning Tree.

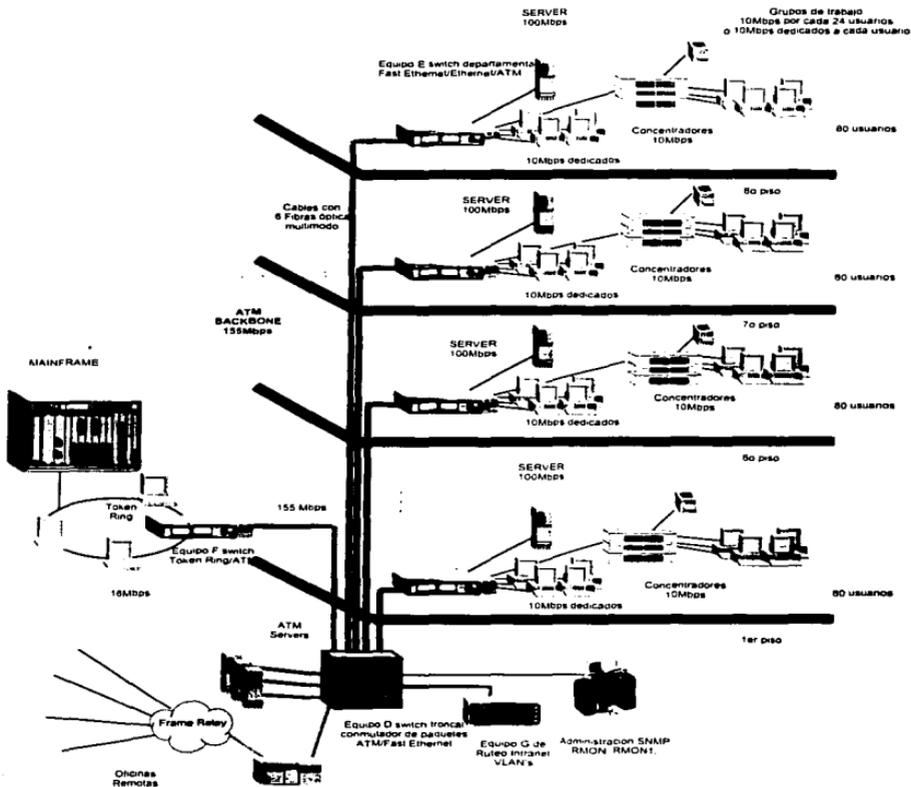
Equipo F switch departamental Token Ring – Fast Ethernet

- Equipo de 12 puertos Token Ring y uno de alta velocidad ATM OC-3c ó Fast Ethernet
- Interfaces STP, UTP y RJ45.
- Soporte de store and forward, transparent y SRT bridging, IBM 1802.1d Spanning Tree, control de flujo.
- Administración SNMP sobre IP, SNMP MIB2, bridge MIB.

Equipo G de ruteo Intranet

- Soporte de interfaces ethernet 10BASE-T(RJ45, RJ21), 10BASE-FL, 10BASE2(BNC), 10BASE5 (AUI). 100BASE-TX, 100BASE-FX (SC), ATM-OC3.
- Soporte de ruteo y filtrado de direcciones basado en políticas IP, LANE, VLANS.
- Soporte de protocolos IP, IP multicast, IPX y Apple Talk
- Administración y monitoreo vía RS-232 (DB-9) telnet; MIB II, bridge MIB, repeater MIB, SNMP, RMON MIB, RMON 2.
- Soporte de monitoreo VLAN y ATM

• Figura 4.2 Propuesta de red LAN ATM en LFC



Como se puede observar en el dibujo se ha considerado que el corazón de la red sea una switch cuyo soporte sea ATM y Fast Ethernet con ello lograremos combinar ambas tecnologías. Las ventajas que nos proporcionan este esquema son que el trabajo desarrollado por el switch únicamente será debido a las estaciones de trabajo que soliciten información en la red que no se encuentra en el mismo piso, además anexo al switch troncal hemos introducido un equipo con interfaz ATM que permita el ruteo entre VLAN's de tal manera que el trabajo de procesamiento de ruteo se llevará a cabo exclusivamente en este equipo, en este sentido, si seccionamos las redes por piso en redes virtuales independientes dadas las aplicaciones de cada departamento tendremos una reducción de demanda y broadcast hacia el switch central y no solo eso, con ello se logra un acceso restringido a determinada información.

Para el caso de las oficinas remotas, se propone la instalación de los servidores a los que principalmente accesan estas oficinas concentrados en el switch troncal con el fin de evitar que la red se alente, en consecuencia se reduciría el exceso de tormentas de broadcast ocasionadas por la búsqueda de información que viene de los ruteadores remotos.

Un costo aproximado de la instalación y equipamiento de la red ATM/Fast Ethernet como el propuesto para LFC se muestra a continuación:

Cantidad	Descripción	Total Dolares
1	Equipo D, switch de troncal ATM	\$50,700.00
8	Equipo E, switch departamental ATM/Fast Ethernet	\$59,920.00
2	Equipo F, switch departamental ATM/Token Ring	\$23,980.00
	Instalación de fibra óptica	\$5,000.00
8	Tarjetas ATM para servidores 155Mbps en fibra óptica	\$9,560.00
12	Tarjetas Fast Ethernet para servidores	\$1,980.00
	Total:	\$151,140.00

4.4 Equipos para la red LAN ATM.

Existen diferentes empresas que proveen los servicios de equipamiento ATM en México, a continuación se muestra una tabla comparativa de las diferencias y principales características de algunos switches de troncal utilizados para conmutación ATM que pueden ser encontrados en el mercado:

Empresa	Bay Networks	FORE Systems ES-3810	3Com Corp
Equipo	Centillion 100	Ethernet Switch	CoreBuilder 7000HD
Densidad de puertos ATM o ethernet			
Puertos ATM	4	2	4
10BASE-T/100BASE-TX	80/20	48/18	144/48
Características físicas			
Slots de expansión	8	6	6
Fuente de poder redundante	SI	SI	SI
Opciones de medios de transmisión:	10BASE-T 10BASE-FL 100BASE-TX Token Ring - TP Token Ring - STP Token Ring - MMF ATM OC-3 MMF ATM OC-3 SMF	10BASE-T 10BASE-FL 100BASE-TX 100BASE-FX ATM OC-3 MMF ATM OC-3 SMF ATM OC-3 UTP	10BASE-T 10BASE-FL 100BASE-TX 100BASE-FX ATM OC-3 MMF ATM OC-3 SMF ATM OC-3 UTP ATM OC-12 MMF, SMF
Características del switch			
Soporte de direcciones MAC:	10,240 por switch	4 por puerto	8,192 por módulo 32,000 por switch
Control de flujo	No	No	SI
Modo de switch	Store and forward	Store and forward	Store and forward
Soporte VLANs	SI	SI	SI
Tipo de VLANs	Puerto	Puerto/MAC	Puerto/MAC/Protocolo
Numero de VLANs	32	16	255
Soporte de filtración de tráfico	SI	SI	SI
Full duplex Ethernet/ Fast Ethernet	No/SI	SI/SI	No/SI
802.1D Spanning Tree	SI	SI	SI
RMON	Estadísticas, Alarms, Historicos, Eventos	Todos los grupos	Host, Capture, Filter
Puerto de espejo	SI	SI	SI
Telnet	SI	1Q97	SI
Configuración	SpeedView for Windows, Unix y Optivity	Consola VT-100	Consola ASCII
Características ATM			
	Servicios LANE 1.0 para Token Ring y Ethernet UNI 3.0/3.1 Autodetección: IISF, ILMI, GIGarray (PVC BASEd), Redundancia, Balance de cargas	Soporta RFC 1483 PVC LANE 1.0, LANE 1.1, UNI 3.0/3.1 Autodetección: ILMI, IGMP Filtración multicasa	Servicios LANE 1.0 para Ethernet, UNI 3.0 y 3.1: IISF, ILMI, IISF. Configuración de ruteo: LANE, Administración de tráfico, incluyendo UBR, CBR, ABR
Precios (dolares)			
Solución de alta densidad 10Mbps	\$34,965	\$16,980	\$79,200
Numero de puertos 10BASE-T	80	48	144
Costo por puerto	\$437	\$354	\$576
Numero de dispositivos ATM de frontera interconectados:	4	2	4
Solución de alta densidad 100Mbps:	\$44,965	\$23,865	\$80,400
Numero de puertos 100BASE-TX:	20	18	48
Costo por puerto	\$2,248	\$1,326	\$1,675

4.5 Beneficios de la red LAN ATM.

En conclusión a nuestra investigación a continuación se mencionan los beneficios de la red LAN ATM implementada en LFC:

- Al tener un backbone colapsado tendremos la interconexión de todos los segmentos pertenecientes a la red LAN de LFC en uno solo que sea el motor de conmutación de alta velocidad de todos.
- En combinación con el switch troncal la integración de un equipo para ruteo intranet nos permite la comunicación entre segmentos definidos por VLAN's lo que aumenta el desempeño de la red debido a la reducción de trabajo en el switch troncal dado el switcheo y filtración proporcionado por éste equipo.
- Con un backbone colapsado eliminaremos los cuellos de botella en la red.
- Al implementar tecnología ATM la migración hacia nuevos esquemas con diversas clases de servicio es posible (voz, datos y vídeo).
- Al utilizar tecnologías con switches modulares el crecimiento de la red no se ve tan limitado.
- Implementando una tecnología ATM podremos tener en un futuro un crecimiento a velocidades más altas.
- Interconexión futura a redes que proporcionen un carrier ATM.
- Las aplicaciones de LFC no disminuirán el desempeño de la red al utilizar una tecnología diseñada para alto tráfico y diversas clases de servicios de voz, datos y vídeo.
- Reducción de retardos en la red al utilizar una tecnología que garantiza comunicación con celdas fijas de información.
- El ancho de banda compartido por todos los usuarios de la red ira creciendo inteligentemente a partir de las demandas.
- Con la implementación del esquema ATM se tendrá un servicio que garantiza la comunicación entre equipos.

- Los servicios de monitoreo, supervisión y telecontrol podrán ser introducidos a través de la red WAN Frame Relay al utilizar la tecnología ATM ya que no influye el tipo de tráfico generado en la red.
- Con la combinación de tecnologías ATM y Fast Ethernet se tendrán dos tecnologías de alta velocidad con un decremento en los costos de la instalación e implementación.
- Si en un futuro la migración natural es 100Mbps al escritorio podremos lograrlo al implementar un esquema como este.
- Administración y monitoreo de las demandas en la red a través de agentes SNMP.
- Manejo dinámico del tráfico que se refleja en un mejor aprovechamiento del ancho de banda.
- Reducción del costo de transmisión por puerto.
- Segmentación de la red LAN en redes virtuales.
- Mejoramiento de los mecanismos de acceso referentes a la gestión del sistema eléctrico a partir del incremento de velocidades.

CONCLUSIONES

Aportaciones.-

La estructura de comunicaciones actual de LFC, resulta insuficiente debido al gran retraso tecnológico (en comunicaciones), y al crecimiento de la empresa; por lo que se planteo una solución integral que implica 2 proyectos complementarios.

El planteamiento de la solución conjunta se proyecto pensando desde un punto de vista practico, sin descuidar las normas y los estándares internacionales que rigen los sistemas de comunicaciones, el diseño de cada una de las soluciones independientes nos da posibilidad de escalar hacia nuevas tendencias tecnológicas dado el dimensionamiento estructural de LFC, con esto se planteo en esta tesis una solución que resulta ser acorde a las necesidades de LFC debido a que se tomaron en cuenta factores técnicos, económicos y de dimensionamiento.

Las aportaciones que se consideran de este proyecto son:

Se propone la tecnología FRAME RELAY dado que se adecua a enlaces de comunicación a nivel WAN de LFC y dado que en México es posible tener actualmente redes privadas frame relay con anchos de banda garantizados y enlaces multipunto, con ello LFC administrará sus propios recursos al no contratar servicios públicos de FRAME RELAY con ninguna empresa, aprovechando la administración de los anchos de banda según sus necesidades.

La solución WAN con FRAME RELAY, permitirá la conexión de futuras sucursales o centros de trabajo, los cuales a su vez se podrán integrar a la red LYFPAQ con el equipo correspondiente en la red de voz y datos.

Existen otras tecnologías para enlaces WAN, pero debido a que FRAME RELAY tiende a ser en la actualidad una tecnología eficaz y escalable hacia nuevas tecnologías, se optó por esta.

La solución a nivel LAN, se diseñó en base a las necesidades de eficiencia en la transmisión de información, y a la necesidad de integrar el conjunto de redes aisladas para optimizar recursos en y a su vez es una tecnología que ofrece mayor integración con otros tipos de infraestructura.

Para ello se propuso una red LAN con infraestructura tecnológica de ATM y Fast Ethernet, debido a los costos de implementación y considerando que el desempeño de una red combinada con estas dos tecnologías no deja de ser tan eficiente como una red totalmente ATM.

Asimismo ATM en este momento tiene sus beneficios, riesgos y barreras que se deben considerar dado las características actuales de la tecnología, así ATM ofrece los siguientes beneficios a las redes:

- Integración de múltiples tipos de tráfico
- Eficiente el ancho de banda al utilizar multiplexaje estadístico.
- Garantiza ancho de banda y disponibilidad de recursos.
- Administración dinámica del ancho de banda.
- Alta disponibilidad de servicio.
- Soporte de múltiples calidades de servicio (QoS).
- Sensible a las pérdidas y retardos en tráfico intenso.
- Tecnologías para redes públicas y privadas.
- Configuración automática y recuperación de errores.
- Mejoras en la transmisión de información.
- Inversión a futuro (largo ciclo de vida).

Por otro lado las barreras y riesgos de la implementación ATM han sido hasta ahora el costo de los equipos de comunicaciones así como el decremento en los costos de los servicios como líneas y carriers de comunicaciones .

ATM también compite con tecnologías como FDDI (100Mbps), Ethernet Switched, Fast Ethernet aunque estas tecnologías sólo manejan datos, mientras que ATM maneja voz, datos y vídeo con calidades de servicio.

Para poder llevar a cabo la implementación del proyecto LAN y WAN de LFC en el transcurso de nuestra investigación se consideraron diversos planteamientos, siempre buscando no desechar los recursos con que se cuenta, y aplicándolos a las nuevas tecnologías.

A continuación se muestran algunas de las propuestas que nos sirvieron como marco de referencia general para poder evaluar la tendencia en tecnologías que y llegar al planteamiento de una solución acorde a las necesidades de LFC.

Red Integral Privada de LFC (LYF-PAQ):

La primera alternativa que nos planteamos fue la mejora en la operación de la red propia de LFC sobre la base de la inversión en tecnología, sin embargo al enfrentarnos a ello nos encontramos con las siguientes ventajas y desventajas.

- Ventajas:
- Un control absoluto sobre la red.
 - Aportación de nueva infraestructura a LFC.
 - Mayor protección física de la red.
- Desventajas:-
- Alto nivel de inversión.
 - Velocidad lenta para su implantación.

- Orientada fundamentalmente a satisfacer necesidades del sistema eléctrico de potencia; no contemplando necesidades administrativas como Almacenes, Centros de trabajo, Centros de Distribución, etc.

Red Digital Integrada de Teléfonos de México (RDI):

La segunda opción que se planteo fue la integración de LFC a la red de TELMEX, con servicios de transmisión de voz y datos mediante su RDI, de esta alternativa se consideraron las siguientes ventajas y desventajas:

- Ventajas:**
- Cobertura de un 90% sobre los puntos de conexión de LFC.
 - Disponibilidad inmediata.
 - Tecnología de punta.
 - Menor nivel de inversión.
- Desventajas:**
- No se tiene control sobre la operación de la red.
 - No aporta infraestructura.
 - Menor confiabilidad al ser sujetos de un servicio público.

Red Conmutada de Teléfonos de México:

En esta alternativa se consideró la posibilidad de integrar a LFC servicios de la Red Conmutada de TELMEX, sin embargo encontramos las siguientes ventajas y desventajas:

- Ventajas:**
- Cobertura de zonas en donde no existe RDI, ni la red de LFC.
 - Inversión mínima.
- Desventajas:**
- Baja velocidad de transmisión (9,600bps).
 - Poca confiabilidad.
 - Tecnología obsoleta.

Red de microondas:

Esta propuesta se manejó como una opción más en la optimización de las comunicaciones, dado que, en algunas zonas de cobertura de LFC, no existe acceso alguno para otros medios de telecomunicaciones, esta propuesta también al ser analizada presentó las siguientes ventajas y desventajas:

- Ventajas:**
- Cobertura en zonas donde el acceso es difícil.
 - Pequeños enlaces con centros de trabajo cuya distancia es corta.
 - Enlaces con la red de microondas de CFE.
- Desventajas:-**
- Alto costo de la implementación (debido a que no existe una red pública de microondas).
 - No muy confiable.
 - Susceptible a fenómenos meteorológicos.

Red de pública de fibra óptica:

Actualmente las telecomunicaciones en el país, han tenido un crecimiento acelerado y han surgido múltiples empresas que ofrecen los servicios de telecomunicación en líneas de transmisión a altas velocidades, algunas de ellas son AVANTEL, IUSACELL, ALESTRA, etc. Los servicios ofrecidos por estas empresas se sustentan principalmente en que utilizan como medio de transmisión la fibra óptica.

La fibra óptica es un medio eficaz y de alta confiabilidad en la transmisión de datos, por lo cual se considera como una solución más.

Recordando que LFC cuenta con una pequeña red de fibra óptica y que mantiene un convenio con IUSACELL en la utilización de su infraestructura al permitir colocar líneas de transmisión de fibra óptica a través de las torres de líneas de transmisión de alta

tensión, se consideró que el servicio de telecomunicaciones por fibra óptica se vuelva un recurso más de LFC.

Al igual que todas las propuestas anteriores, esta propuesta cuenta con ventajas y desventajas.

- Ventajas :**
- Ofrece mayor velocidad de transmisión a través de la ampliación de los anchos de banda.
 - Confiabilidad total en el envío de la información.
 - No es susceptible a fenómenos físicos ó atmosféricos.
- Desventajas:-**
- Actualmente las redes publicas de fibra óptica no cubren ni el 30% de los puntos de la red de LFC.
 - Facilidad para la migración hacia nuevas técnicas de transmisión de datos.

Propuestas.-

Para lograr los objetivos deseados, LFC debe considerar una **estrategia de desarrollo** que le permita combinar las alternativas mencionadas considerando su disponibilidad, su nivel de inversión y necesidades de velocidad y confiabilidad en los puntos de conexión, así se enumeran las siguientes propuestas:

1. Se plantea continuar con el desarrollo de la red propia de LYF - PAQ, pero no bajo las mismas tecnologías de comunicaciones de voz y datos.
2. En base a la evolución de las nuevas tecnologías de comunicaciones y a la demanda que exige LFC, se debe enfocar esta modernización hacia la integración de la transmisión de voz y datos dejando una infraestructura que en un futuro sirva para la transmisión de imágenes, bajo un mismo concepto tecnológico que nos permita un manejo confiable de los elementos de comunicación anteriores.

3. Aprovechar parte de la infraestructura existente en LFC como lo son concentradores, servidores, ruteadores, líneas de transmisión, onda portadora, enlaces de fibra óptica, etc. esto con la finalidad de evitar una alta inversión y gastos innecesarios.
4. Conocer con precisión lo que se quiere: abatir costos de operación en canales dedicados de plataformas públicas, garantizar una alta confiabilidad y desempeño, lograr un manejo y administración total de la red.

Sobre la base de lo anterior, el presente trabajo ha cubierto el objetivo principal de proponer una solución estratégica de desarrollo para la modernización del sistema actual de comunicaciones en LFC.

APENDICES

APENDICE A. X.25

El protocolo X.25 se desarrollo en 1974 y es una recomendación del ITU-T (International Telecommunications Union; Unión Internacional de Telecomunicaciones y Telefonía) - antiguo CCITT -. Este especifica la conexión entre un sistema de host y una red de conmutación de paquetes a través de una interface, es decir conectar un DTE con un DCE. La recomendación se encuentra dividida dentro de tres niveles (físico - enlace - red); estos son equivalentes a las tres capas más bajas del modelo OSI.

El nivel físico maneja la señalización física de las conexiones entre un usuario DTE y un DCE. En esta capa se aplican estándares como el X.21, X.21 bis, EIA-232-D, V.35, ésta capa también es llamada nivel 1 de X.25.

El nivel de enlace de datos es responsable del manejo de flujo de datos entre el usuario DTE y el de red DCE. Este verifica los errores y retransmite los datos si estos fueron distorsionados durante la transferencia en el enlace. Para este nivel se utiliza el protocolo LAPB (Link Access Procedure Balanced) y es también llamado nivel de trama, debido a que en este nivel se utiliza la trama LAPB.

El nivel de red ó nivel 3 de X.25 es el responsable de la creación de paquetes X.25 y del manejo de la conexión con la red a través del intercambio de paquetes con el DCE, se encuentra por encima del nivel de enlace de datos y su objetivo es liberar paquetes entre DTE y DCE.

La tecnología X.25 es una tecnología full - dúplex, y originalmente fue especificada para soportar comunicaciones síncronas (datos); Con innovaciones posteriores el protocolo soporta conexiones asíncronas (voz).

Los DTE's que desean comunicarse a través de una red de datos lo hacen estableciendo interfaces X.25 con la red. La red maneja entonces la entrega de los datos necesarios entre los dos equipos involucrados. Los DTE's pueden ser cualquier

clase de terminal inteligente o computadora equipada para manejar el protocolo X.25. Se dispone para ello de los llamados PAD (ensambladores - desensambladores de paquetes) que se conectan a terminales comunes para que estas funcionen como un DTE.

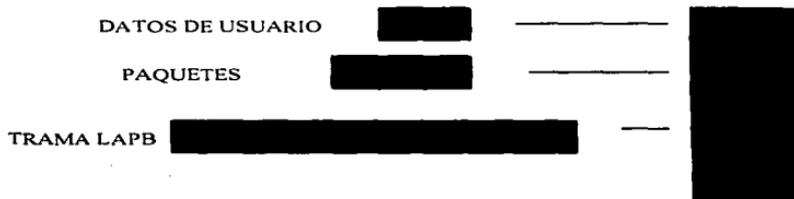


Figura A.1 Niveles X.25

La información entre equipos conectados a través de interfaces X.25 viaja en tramas estructuradas como se muestran a continuación.

BANDERA 8 BITS	DIRECCION 8 BITS	CONTROL 8 BITS	INFORMACION VARIABLE	FCS 16 BITS	BANDERA 8 BITS
-------------------	---------------------	-------------------	-------------------------	----------------	-------------------

Figura A.2 Trama X.25

Como se puede observar la trama se encuentra dividida en seis segmentos importantes, los cuales a su vez se encuentran formados por otros segmentos de trama, todo este grupo de bits conforma la estructura de la trama. La trama se inicia y termina con un segmento de bits llamados bandera y tiene los campos de dirección, control, información y secuencia de verificación de trama.

La función de cada uno de estos grupos de bits se describe de manera global a continuación.

Banderas (Flags):

Cada segmento de bandera esta formado por una secuencia de 8 bits que forma una secuencia de 01111110 (7E), este arreglo sirve para sincronizar la trama, todas las tramas deben contar con una bandera al inicio y otra al final.

Dirección :

El segmento de bits del campo de dirección, permite la identificación de la terminal a la cual se envío información ó viceversa, su tamaño es de ocho bits, el cual les permite manejar 128 direcciones.

Secuencia de verificación de trama:

Este arreglo de bits contiene un código que permite detectar si existen errores de transmisión en el envío de una trama. El cálculo de la secuencia de verificación de trama está asociado con el contenido de los campos de dirección, control e información de la trama. Esta secuencia protege a estos campos contra los posibles errores de transmisión que pudieran aparecer.

Control :

En este segmento de bits se almacenan los números de secuencia de trama clasificación de servicio de trama que se va ha utilizar.

El tipo de trama se determina sobre la base de una codificación de tramas existente, básicamente en X.25 existen tres tipos de tramas:

- Trama I: Información.
- Trama S: Supervisión.
- Trama U: No numerada.

Trama I: Este tipo de trama se utiliza para enviar la información del usuario o los paquetes de datos de los niveles superiores de los protocolos de comunicación, a través del enlace de comunicación de datos.

Trama S: Se utiliza para dar acuses de recibo negativos y positivos, y para ejercer control sobre el flujo de datos.

Trama U: Son tramas no numeradas, las cuales se utilizan para establecer y liberar los enlaces, así como para indicar que se detectaron errores en la secuencia del protocolo. La trama U no cuenta con un campo de número de secuencia.

Información :

Este campo solo se presenta en las tramas tipo I y en ella se deposita la información del usuario. En este segmento de bits pueden ir los paquetes de datos de los niveles superiores de protocolo. La información transmitida en este campo es totalmente transparente y no existe restricción alguna en lo relativo a la codificación de los bits o al agrupamiento de los mismos.

De manera general se ejemplifica en la figura A.2 el modelo de operación de X.25.

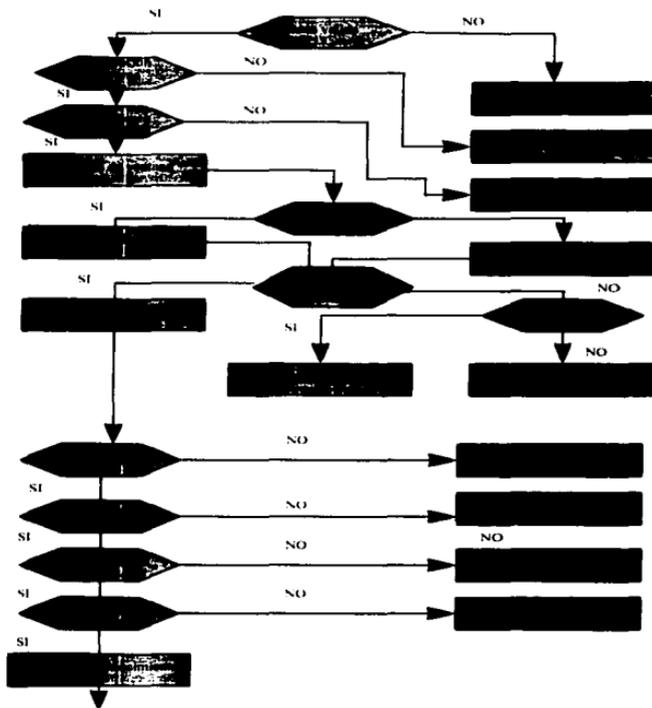


Figura A.2 Modelo X.25

La metodología con la que X.25 asegura la transmisión y recepción de la información es mediante la verificación de las tramas recibidas, las cuales llevan información sobre

características muy específicas de la trama, esta información es comparada en cada uno de los equipos enlazados hasta el nivel 3 (OSI), si esta información no es correcta se solicita reenvío. La verificación de las tramas hace a este protocolo lento e ineficiente; aun cuando las interfaces soportan velocidades de hasta 2.48Mbps, los enlaces no sobrepasan los 64Kbps.

La recomendación X.25 indica que las interfaces pueden soportar 4.095 circuitos virtuales, con paquetes de hasta 4.096 bytes y hasta 128 paquetes por circuito; X.25 es un protocolo de acceso no de troncal. Esto hace que los proveedores de equipos X.25 puedan implementar protocolos propietarios para sus comunicaciones internas, en general X.25 encuentra aplicación en la interconexión de acceso remoto.

APENDICE B. ISDN

Las redes digitales de servicios integrados (RDSI), son una opción mas para los enlaces de comunicaciones, enfocadas a ofrecer un carrier que soporte voz, datos y video, de forma rápida y confiable. RDSI es producto de una serie de recomendaciones internacionales sobre todo propuestas por el UTI -T (antiguo CCITT).

RDSI, se distingue por ofrecer a los usuarios (abonados) dos clases de servicio primordialmente:

Servicios de transporte (Bearer Services).

Teleservicios.

Los servicios de transporte que ofrece RDSI se basan en la utilización de los niveles más bajos del modelo OSI, es decir se encarga únicamente de ofrecer una transportación de la información a nivel Usuario - Red.

Los teleservicios de RDSI, ofrecen un servicio enfocado al uso de cualquiera de las capas del modelo OSI, es decir, que el usuario cuente con un enlace que le ofrezca confiabilidad hasta el nivel de su aplicación si así lo requiere, desde el punto de vista comunicación.



Los canales de comunicación a través de los medios de comunicación entre los equipos de abonados y los servicios que proporciona RDSI son de tres tipos:

B Canal.

D Canal.

H Canal.

Los canales B operan en modo full dúplex con datos síncronos a velocidades de 64 kbps, la principal función de estos canales es la de proporcionar a los abonados un ancho de banda óptimo.

Los canales D operan en modo full dúplex a 16 kbps o 64 kbps. Su función principal es la de transportar información de señalización para el control y administración de los circuitos conmutados utilizados por uno o más canales B.

La estructura básica, también conocida como interfaz de acceso básico (BRI) de la conexión de abonados a RDSI es a 144 kbps, y esto es debido a la siguiente estructura:

$$B1 + B2 + D = (64 + 64 + 16) \text{ kbps} = 144 \text{ kbps}$$

Donde el resultado es la velocidad útil de transmisión en la conexión de acceso básico, dichos canales están estandarizados y se definen en la recomendación G.711 del CCITT.

Los canales H operan en modo full dúplex a velocidades de un T1 o un T3 (para EUA) y de un E1 o un E3 (para Europa), cuya principal función es la de proporcionar un ancho de banda óptimo para aplicaciones que requieren altas velocidades de transmisión. El canal H fue diseñado para ofrecer un mejor desempeño en conexiones LAN - LAN, video, y aplicaciones que requieren alta velocidad. Así como en el canal B los datos transmitidos por el usuario sobre un canal H son transparentes para RDSI.

RDSI cuenta con tres características fundamentales:

Es muy importante mencionar que la base para RDSI es una red telefónica digital que utilice como unidad de interconexión un canal de 64 kbps para voz, aunque también puede manejar paquetes de datos.

La conexión de usuario a usuario es totalmente digital.

En el BRI donde, $B1 + B2 + D = 144$ kbps, implica que cada canal B puede ir hacia un destino distinto.



independientemente del BRI, RDSI cuenta con la capacidad de proveer una interfaz primaria de acceso (PRI), la cual esta diseñada para aplicaciones que requieran mas de dos conexiones simultaneas y con requerimientos de anchos de banda mayores, como lo pueden ser organizaciones que cuenten con un conjunto de LAN's o que cuenten con PBX de gran capacidad.

Para estos casos se definen dos tipos distintos de PRI, uno es enfocado a T1(1.544 Mbps), y otro es enfocado a un E1(2.048 Mbps).

Para el caso de un T1, se cuenta con 23 canales tipo B a 64 kbps y un canal de tipo D a 64 kbps.

Para el caso de un E1, se cuenta con 30 canales tipo B a 64 kbps y canal de tipo D a 64 kbps.

RECOMENDACIONES PARA RDSI.

Las RDSI, al igual que cualquier tecnología de respeto en el ámbito de las comunicaciones, se basa en una infraestructura definida por recomendaciones, protocolos y estándares internacionales a los cuales se apegan los fabricantes; para el caso de RDSI, se han elaborado toda una serie de recomendaciones, que se han compilado en la serie I de la CCITT.

En el área de recomendaciones, **I.100** se ocupa de los conceptos generales de RDSI, así como las especificaciones internacionales, la estructura general de las recomendaciones y la terminología. De especial importancia es la Rec. **Y.120**, que se ocupa de los desarrollos de las RDSI.

La Rec. **I.130**, se encarga de los conceptos fundamentales y descripción de los servicios en RDSI, así como las características necesarias de la red para el soporte de estos servicios.

La serie de recomendaciones **I.200**, se ocupa de los servicios que ofrecen las RDSI, donde existen las Rec. **I.212**, **I.211** e **I.212**.

La **I.210**, define y describe los servicios de RDSI que se pueden subdividir como:

- Servicio de transporte de información (Bearer Services), que están descritos para el usuario en los niveles del 1 al 3 de acuerdo al modelo OSI.
- Teleservicios, que se pueden definir en cualquier nivel del modelo OSI y que hace uso de los servicios de transporte.

La Rec. **I.211** se enfoca a tratar específicamente de los servicios de transmisión de datos.

La serie de recomendaciones **I.300** tiene especial cuidado en enfocarse específicamente en los aspectos de red.

La Rec. **I.330** se ocupa del plan de numeración.

La Rec. **I.340** describe los tipos de conexiones.

La serie de recomendaciones **I.400** son recomendaciones enfocadas a las características de las interfaces de usuario.

La serie de recomendaciones **I.500**, se enfocan a las características de las interfaces internas para RDSI.

La serie **I.600** se enfoca a términos de mantenimiento.

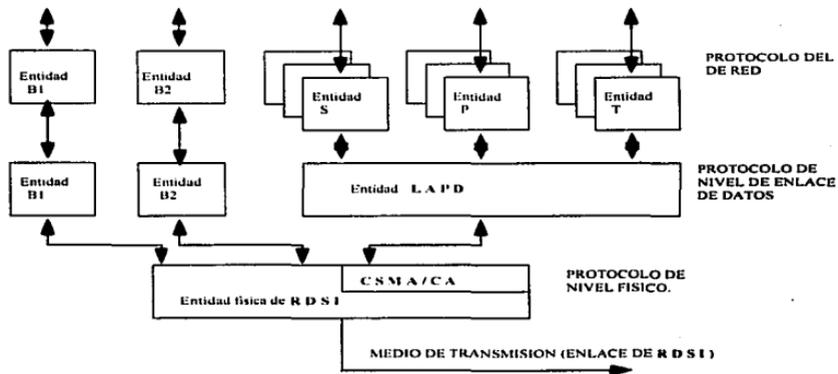
La serie de recomendaciones **I.700**, se implementaron con el fin de establecer un control en la señalización entre centrales.

El modelo OSI mantiene una relación muy estrecha con la estructura de las RDSI, por lo cual se muestra a continuación una relación de los niveles del modelo OSI con las recomendaciones propias de RDSI.

Nivel 1 (Físico):	Rec. I.403/1
Nivel 2 (Enlace de datos):	Rec. Q.920/1 (I.440/1).
Nivel 3 (Red):	Rec. Q.930/1 (I.450/1).
Nivel 4 (Transporte):	Depende de la aplicación.
Nivel 5 (Sesión):	Depende de la aplicación.
Nivel 6 (Presentación):	Depende de la aplicación.

Nivel 7 (Aplicación): Depende de la aplicación.

En RDSI se ha puesto especial énfasis en los procedimientos de los servicios de transporte, en base a la anterior relación se puede observar que para RDSI los servicios de transporte están definidos dentro los niveles 1,2 y 3 mientras que a partir del nivel 4 se proporcionan las funciones para la comunicación de usuario a usuario. En la siguiente figura se muestra la estructura de la trama de RDSI correspondiente a estos tres niveles bajos.



Donde se tiene lo siguiente:

Entidad B1, en este segmento viaja la información correspondiente al canal B1.

Entidad B2, en este segmento viaja la información correspondiente al canal B2.

Entidad S, en este segmento viaja la información correspondiente a la señalización.

Entidad P, aquí se envía información en la cual se especifican los parámetros de la trama.

Entidad T, en este bloque se transporta la información correspondiente al tipo de trama.

Entidad LAP-D. (Link Access procedure for D channel) es un protocolo del nivel 2 que se encuentra regido por las recomendaciones Rec. I.440 e I.441, y tiene como propósito el garantizar que la señalización que envíe el nivel 3 llegue en forma correcta a su destino, así como los paquetes de datos a través del canal D entre los equipos terminales y la red. a su vez se hace cargo del direccionamiento adecuado de los equipos terminales.

APENDICE C. Frame Relay.

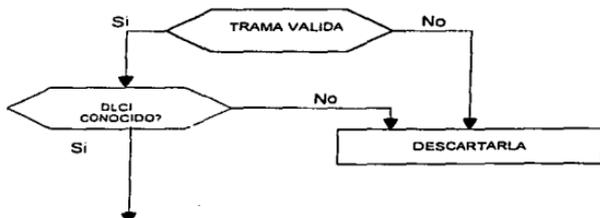
Frame Relay es un protocolo que trabaja en las primeras dos capas del modelo OSI (física - enlace de datos), y fue creado para la transmisión de datos en medios confiables y de alta calidad; al transmitir en las dos primeras capas, los datos transferidos a nivel de red son transparentes, lo que hace que la velocidad de transmisión de las tramas aumente considerablemente, soportando velocidades desde 56kbps ó 64kbps y superiores.

Frame Relay transfiere datos verificando su estructura y longitud, si la información es aceptable, la red envía la trama a su destino, igualmente verifica y asegura que las tramas no estén duplicadas.

Uno de los beneficios de Frame Relay es la forma en como se establecen las condiciones de uso de la velocidad de información comprometida que se refleja en los mínimos anchos de banda contratados o reservados para comunicación CIR (Committed Information Rate; Clasificación de información depositada) y los excesos de ancho de banda utilizables en caso de existir disponibilidad EIR (Excess Information Rate; Exceso de clasificación de información). Con esto, se maneja la posibilidad de transmitir a una velocidad mayor a la contratada. Otra alternativa de la tecnología Frame Relay es el control de la congestión en la red, ya que cuenta con campos en las tramas llamados FECN (Forward Explicit Congestion Notification: Retorno de notificación de la congestión explícita) y BECN (Backward Explicit Congestion Notification: Retorno de la notificación de la congestión explícita) que permiten reducir la velocidad de transmisión cuando exista una muy alta demanda de transmisión de información, por otra parte, si existe un nivel de congestión alto se activa el bit DE (Discard Eligibility: Elegibilidad descartada) que limita la transmisión de información cuando el medio no esta disponible debido a las condiciones de la red.

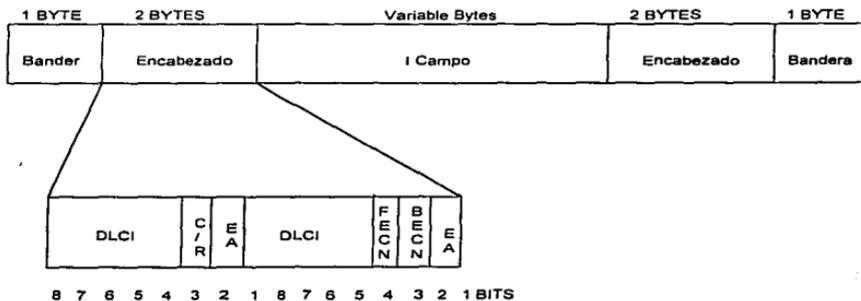
Una de las innovaciones de Frame Relay en las comunicaciones ha sido la disminución de los encabezados en las tramas y reducción en el número de retransmisiones.

A continuación se muestra como opera la lógica en una trama Frame Relay



Como se puede observar en la figura, los pasos que sigue una trama Frame Relay antes de transmitirse son a partir del reconocimiento del DLCI (Data Link Control Identifier) que no es más que el identificador de la dirección destino al iniciarse la comunicación, esto reduce el tiempo de procesamiento en la red ya que las tramas transmitidas virtualmente no son procesadas por los nodos intermedios que intervienen antes de llegar al destino final. A continuación se describen los elementos que conforman la trama y operación de Frame Relay.

Formato de la trama Frame Relay.



DLCI (Identificador de Conexión de Enlace de Datos):

Identifica una conexión lógica particular que pasa a través de un enlace frame relay específico al que se le asigna un número DLCI único para atravesar la conexión. Esto permite a la información de cada usuario permanecer separada de las demás sin necesidad de definir un ancho de banda "amarrado". Para poder identificar las direcciones, frame relay dedica un número de 10bits correspondiente al número de circuito virtual asociado al DLCI. El DLCI es mapeado al nodo destino mediante una técnica conocida como circuito virtual permanente, este proceso simplifica las operaciones en routers debido a que ellos solamente requieren consultar su tabla de ruteo y tomar el DLCI correspondiente para llevar los datos a su destino correspondiente.

Los DLCIs no utilizan ancho de banda cuando no están siendo usados y tienen una relación uno a uno con otros DLCIs en el siguiente enlace de la trayectoria global a través de la red.

PVC (Circuito Virtual Permanente):

Un PVC es una trayectoria de extremo a extremo a través de una red frame relay. Se compone de varios DLCIs enlazados, uno por cada enlace frame relay en la trayectoria, para formar una conexión entre un par de dispositivos de usuarios finales. Puede darse el caso que una conexión no utilice el mismo número DLCI conforme para a través de enlaces frame relay individuales en el PFV global.

Cada DLCI que no esta en uso en el trayecto PVC toma su ancho de banda y "presta" dinámicamente éste a otros usuarios en esas ocasiones. De manera inversa, cada PVC puede "tomar prestado" ancho de banda si se encuentra disponible. Los conmutadores administran este esquema de asignación en forma de sub milisegundos y regresan en ancho de banda a su "dueño" en caso de ser necesitado.

SVC (Circuito Virtual Conmutado):

Los SVCs permiten que las conexiones a través de la red sean definidas "conforme se requiere" hacia un número de destinos, tal como ocurre en las llamadas telefónicas.

FECN (Forward Explicit Congestion Notification) BECN (Backward Explicit Congestion Notification):

Son dos mecanismos empleados para notificar a los usuarios, routers y switches frame relay sobre la congestión y tomar una acción correctiva.

BECN: Este concepto, como su nombre lo indica notifica a los equipos en la red de que al realizar una transmisión de información encontrarán una congestión sobre la trayectoria lógica a la que se encuentran conectados debido esta a punto de transmitirse una trama de información que se acerca en sentido opuesto.

FECN: Este concepto notifica a los equipos de la red frame relay que los recursos disponibles para el procesamiento de la información en el mismo sentido que se desea transmitir están dedicados a procesar información que ha llegado antes.

CIR (Committed Information Rate):

Con este parámetro es posible determinar la cantidad de tráfico que puede ser enviado en un período de tiempo $CIR = \text{bits transferidos/segundo}$, donde el equipo frame relay compara si el valor del tráfico no excede al definido en el CIR, si es así enciende el bit DE. Está es una herramienta que utiliza frame relay para regular el flujo de tráfico, permitiendo a los usuarios de la red escoger el ancho de banda comprometido para la transmisión de información y de esta manera determinar los costos de los servicios. Para el diseño de redes frame relay se debe considerar siempre un CIR garantizado.



DE (Discard Eligibility) bit:

Como su nombre lo indica el bit de "elegibilidad de ser descartada" notifica en la red que la trama transmitida con ese bit pertenece ó no al grupo de tramas que tiene velocidad de información comprometida (CIR) ó que pertenecen a usuarios que están emitiendo en exceso y potencialmente causando un congestionamiento en la red. Solamente en condiciones extremas de congestión las tramas serán descartadas para recuperarse de una situación de congestionamiento, con este parámetro puedo tener una jerarquía en el flujo de información.

Clases de parámetros de servicio Frame Relay:

Las consideraciones que frame relay sigue para conseguir un CIR son a partir del cálculo de los tamaños de bloques de información entregados (Bc) y el tamaño de las ráfagas de información en exceso (Be), primeramente frame relay determina una medición de velocidad comprometida (Tc) como sigue:

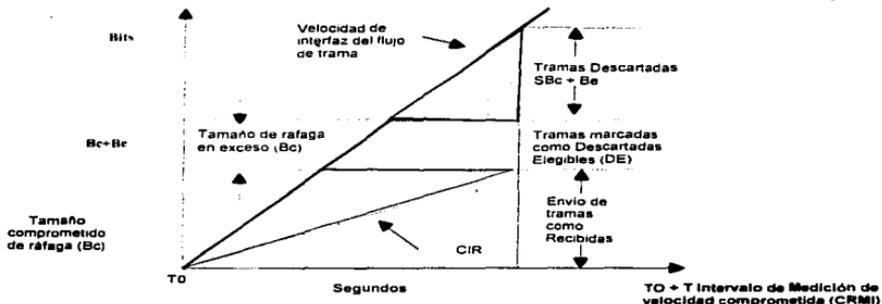
$$Tc = Bc / CIR$$

Tc es una ventana corrediza, y se actualiza constantemente por el sistema (un período de tiempo sobre el cual el DLCI es monitoreado). Mientras el número total de bits recibidos en la ventana actual no exceda Bc, la transmisión de paquetes está garantizada. Los paquetes que excedan Bc, pero que sean menores a Be, tienen el bit DE en 1. Si no hay suficiente ancho de banda disponible, estos paquetes serán tirados. Los paquetes que exceden Be son descartados.

Si hay suficiente ancho de banda disponible, el número total de bits contiguos que pueden recibirse de un único DLCI será:

$$Bc + Be$$

A continuación se ilustra como esta definida la clase de servicio en frame relay.



El estándar ANSI T1.606 lista algunos ejemplos de los beneficios de la tecnología Frame Relay en una red:

1. Aplicaciones entre bloques interactivos de datos: Un ejemplo de un bloque interactivo puede ser la alta resolución de gráficos (por ejemplo videotexto, CAD/CAM). Este tipo de información requiere pocos retardos y una alta calidad en velocidades de transmisión.
2. Transferencia de archivos: Las aplicaciones de transferencia de archivos requieren igualmente de una alta calidad en velocidades de transmisión dado que una mayor cantidad de información requiere de un mayor tiempo.
3. Multiplexación en subrate (formatos menores a los provistos por las redes públicas).
4. Tráfico de caracteres como lo es la edición remota de textos.

Frame Relay se basa en por enumerar algunos, en los siguientes estándares:

Descripción de servicios: ANSI T1.606, CCITT I.233.

Administración de la congestión: ANSI T1.606, Addendum 1; CCITT I.370.

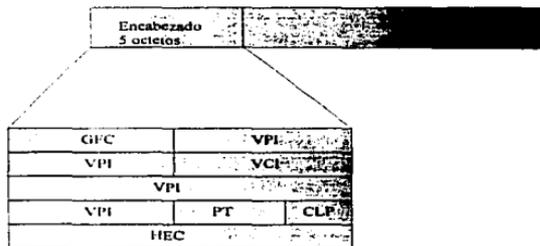
Aspectos de configuración en redes públicas: ANSI T1.618, CCITT Q.922.

Señalización de acceso: ANSI T1.617, CCITT Q.933.

Control de enlace de datos: CCITT Q.922.

APENDICE D. ATM (Modo de Transferencia Asíncrono).

ATM (Asynchronous Transfer Mode) es la evolución de ISDN, conocido inicialmente como B-ISDN (Broadband ISDN). fue diseñado para transportar cualquier tipo de información (datos, imágenes, voz, audio y video) es un servicio basado en la conmutación y multiplexación y utiliza celdas de tamaño fijo cuyo estándar los define el CCITT, ITU-T en su recomendación I.361 con una longitud de 53 octetos, en donde 5 octetos representan el encabezado y los 48 octetos restantes son para la trama de carga o también llamada datos de usuario, su propósito general es la conexión orientada a la transferencia de información.



GFC: Generic Flow Control (Control de Flujo Genérico): Provee la misma jerarquía de acceso que una red pública compartida
VPI: Virtual Path Identifier (Identificador de Trayectoria Virtual): Establece una trayectoria virtual de comunicación de nodo a nodo
VCI: Virtual Channel Identifier (Identificador de Canal Virtual): Establece un canal virtual para la comunicación de nodo a nodo
PT: Payload Type (Tipo de carga): Indica el tipo de información que contiene la celda.
CLP: Call Loss Priority (Prioridad de celdas): Prioriza celdas cuando existe congestión en la red.
HEC: Header Error Check (Verificación de error de encabezado): Verifica los errores en la celda a través del encabezado

Asimismo define dos recomendaciones que estandarizan la estructura de las celdas:
UNI (User to Network Interface) y **NNI (Network to Network Interface)**

La primera define una trama de 53 bytes, en la cual el encabezado se divide en dos partes: la primera de 8bits identifica la trayectoria virtual VPI (Virtual Path Identifier) y 16 bits con el identificador de canal virtual VCI (Virtual Channel Identifier). El encabezado también contiene información del control de flujo genérico (GFC) 4-bits y el tipo de carga PT (Payload Type) y un bit de prioridad de celdas CLP (Cell Loss Priority).

Para la interconexión de servicios usuario - red ATM, la interfaz utilizada es UNI. (Definido por el ATM Forum como UNI 3.1)

La segunda definición NNI es similar al UNI sólo que no existe un campo de control de flujo genérico (GFC) y el NNI utiliza un campo de 4 bits para incrementar el campo de VPI a 12 bits, los SVCs representan el campo de control para el NNI.

En el caso de interconexión de dos ó más switches ATM se utiliza la interfaz NNI. (Parcialmente definido por el ATM Forum).

ATM maneja tráfico orientado a conexión¹ y de baja conexión² mediante conexiones virtuales que pueden ser de velocidad fija o variable CBR (Constant Bit Rate) o VBR (Variable Bit Rate), cada celda que se envía en una red ATM contiene información de su dirección destino estableciendo una conexión entre el origen y el destino asimismo se transfieren secuencialmente sobre las conexiones virtuales establecidas. Con ATM se pueden tener conexiones virtuales permanentes o conmutadas (PVCs – Permanent Virtual Circuit – SVCs – Switched Virtual Circuit), ATM es asíncrono debido a que la tasa de transmisión de celdas no es periódica.

Virtual Circuit: Conexión lógica sobre un enlace físico entre dos entidades ATM adyacentes, las entidades ATM pueden ser estaciones o switches con tráfico unidireccional, tipos de Canales Virtuales:

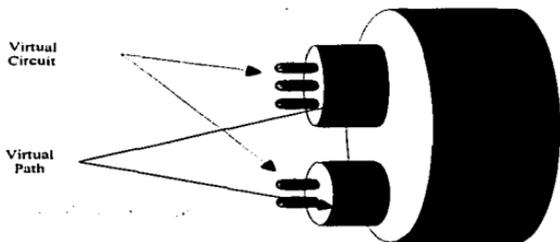
¹ Un modo de transporte en el cual un canal punto a punto es establecido antes de comenzar la comunicación.

² Un modo de transporte en el cual los paquetes son enviados desde el usuario a través de la red sin haber establecido previamente una conexión con el destino de esos paquetes. Cada paquete enviado tiene su propia dirección destino y es enrutado individualmente. Este concepto también es conocido como operación de datagramas. ATM and Sonet "The Guide to Emerging Broadband Technologies" Newbridge Networks, 1996.

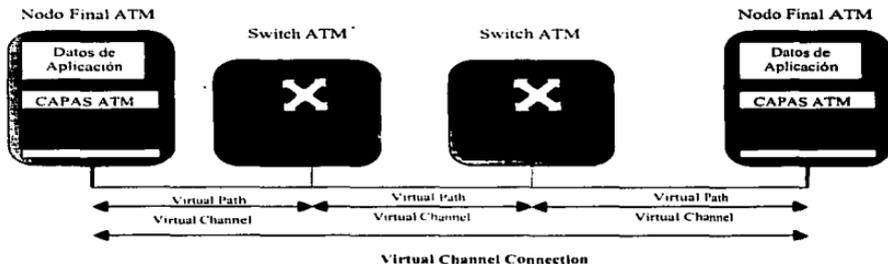
Circuito Virtual Permanente (VPC): Sinónimo de línea privada, es un circuito permanente establecido entre dos entidades ATM.

Circuito Virtual Conmutado (VCC): Sinónimo de conexión telefónica, cada que se requiere se establece una conexión. La siguiente figura ejemplifica los SVCs.

Virtual Path: Es un método lógico que agrupa diferentes canales virtuales hacia servicios específicos dentro del enlace virtual, por ejemplo una trayectoria es para vídeo y otra para la transferencia de archivos.



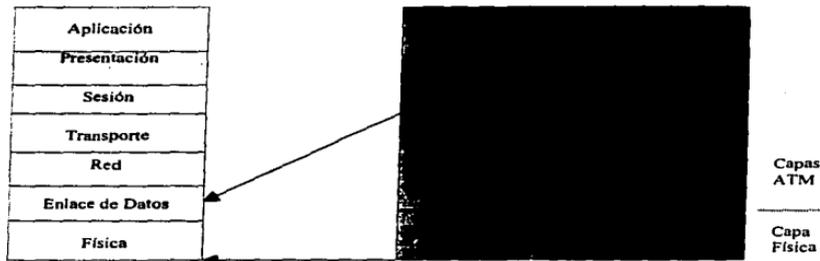
En ATM antes de transmitir cualquier información es necesario establecer una conexión, asimismo la información debe ser convertida en celdas en donde deberá definirse que clase de servicio se tiene. A continuación se ilustra como se establece una conexión entre trayectorias y canales virtuales en una red ATM.



ATM clasifica los tipos de servicio ya que para cada uno de ellos ha diseñado celdas diferentes partiendo de las condiciones y prioridades de la información, las principales clases y características de servicio que ATM maneja se ilustran en la siguiente tabla:

Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Requiere timing	Requiere timing	No requiere timing	No requiere timing
Constant Bit Rate (CBR) (Reserva ancho de banda)	Variable Bit Rate (VBR) de tiempo real (Ancho de banda variable)	Variable Bit Rate (VBR) de tiempo real (Ancho de banda variable)	Available bit rate (ABR) o Unspecified bit rate (UBR) (Ancho de banda disponible o el que quede libre)
Orientado a conexión	Orientado a conexión	Orientado a conexión	Orientado a no conexión
Sesiones tipo voz críticas (voz, audio y video)	Sesiones tipo voz no críticas o sesiones tipo datos críticas (voz, audio y video)	Sesiones tipo datos no críticas	Tráfico sin prioridad
AAL-1	AAL-2	AAL-3	AAL-4 AAL-5

Como se puede observar en la tabla, ATM maneja 4 diferentes clases de servicio, asimismo cada servicio estará definido por el AAL (ATM Adaptation Layer) el cual se encarga de establecer las condiciones de segmentación y reensamble (SAR – Segmentation and reassembly) de las tramas según el tipo de servicio. A continuación se ilustran las capas ATM comparadas con el modelo de referencia OSI.



Características:

Capa ATM:

Se encarga del control de flujo, interpretación de VPI y VCI, multiplexaje

Capa de Adaptación ATM (AAL) Segmentación y Reensamble:

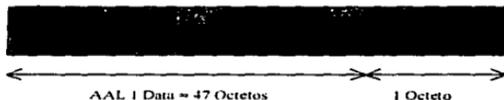
Se encarga de la segmentación y reensamble de paquetes (SAR) así como su clasificación. Los paquetes de información son segmentos y enviados hacia capas superiores en múltiplos de 48 octetos, el reensamble se logra a partir de las unidades de datos de protocolo PDU.

Capa de Adaptación ATM (AAL) Subcapa de Convergencia (CS):

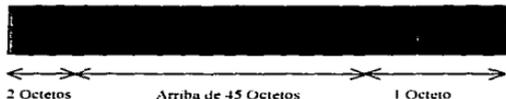
Identificación de mensajes y recuperación de timing (reloj), LAN Emulation³ es una función de la subcapa de convergencia.

Celdas AAL

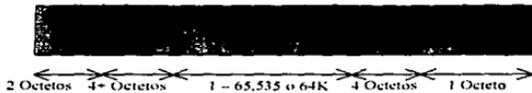
AAL – Tipo 1.



AAL – Tipo 2.

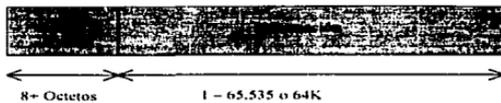


AAL – Tipo 3/4.



³ LANE: Permite la implementación de múltiples redes con tecnologías como ethernet ó token ring emulen una red ATM y formen parte de la misma.

AAL - Tipo 5



APENDICE E. DNP3

El protocolo DNP3 (Distributed Network Protocol) es un esquema de comunicaciones desarrollado por Harris Corp. , Para aplicaciones en sistemas de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) y sistemas automáticos de distribución. Hemos decidido introducir la descripción de este protocolo ya que LFC utiliza equipamiento con este protocolo y cuya comunicación hacia la red de datos puede ser mediante enlaces ppp ó dial up.

Este protocolo es apropiado en aplicaciones de alta seguridad, moderada velocidad, y aplicaciones moderadas de alto desempeño, es un sistema altamente flexible, que opera con hardware convencional de conexión (equipos de comunicación y enlace) utilizados en el mercado; soporta procedimientos de conexión completamente balanceados (síncronos), es decir, procedimientos en donde cualquier estación (externas, dispositivos electrónicos inteligentes, estaciones submaestras) podrá comunicarse en el momento que quiera, independientemente de la configuración que tenga, pudiendo ser estaciones origen (primaria) ó estaciones destino (secundaria) al mismo tiempo en comunicación full dúplex. En los casos de una configuración half dúplex (2 hilos) este procedimiento no podrá ser simultáneo.

Cabe hacer mención que en DNP se ha considerado que antes que cualquier otro procedimiento de comunicaciones inicie el "saludo de capa 2" (enlace de datos) entre las estaciones que deseen comunicarse deberá haber finalizado, DNP considera que tanto en half dúplex como en full dúplex es responsabilidad de cada dispositivo establecer un procedimiento compatible para supresión de colisiones, esto permitirá que cada dispositivo proteja la información que transmite o que recibe. El esquema DNP V 3.0 tiene como objetivos los siguiente:

- Monitoreo de la distribución de energía eléctrica mediante la adquisición de datos como apertura y cierre de seccionadores, valores de corriente y voltaje así como consumos de energía en la red.

- Control remoto ó local del estado del sistema y si es necesario, para el control de relevadores y seccionadores.
- Protección del sistema de distribución de energía eléctrica a través de la detección y ubicación oportuna de las fallas, aislando los equipos dañados.

Este protocolo se ha elaborado a partir de estándares internacionales de la Comisión Internacional de Electrotecnia (IEC-International Electrotechnical Commission), IEC 870-5-1 y IEC 870-5-2, definidos en su Comité Técnico No. 57 para transmisión de datos y sistemas de telecontrol; estándares que tienen su equivalente en la capa 2 del modelo OSI (Direccionamiento, detección de errores, control de flujo). Para el caso de DNP los procedimientos de transmisión son entre estaciones maestras, subestaciones maestras y dispositivos electrónicos inteligentes (IED's) que operan en la capa de enlace de datos al transportar información entre estaciones primarias (origen) y estaciones secundarias (destino).

El protocolo DNP V. 3.00 ha sido diseñado bajo la arquitectura de desempeño mejorada (EPA-Enhanced Performance Architecture), que comparada con el modelo OSI de 7 capas únicamente comprende las capas física, de enlace de datos y de aplicación. En el caso de operaciones avanzadas de Unidades Terminales Remotas (RTU) (Como adquisición y transmisión de datos analógicos y monitoreo) la longitud de las tramas está definidas por la norma 870-5-1 de la IEC en donde se dispone de un pseudo-transporte con un mínimo ensamble y desensamble de datos.

DNP V 3.0 soporta transmisión sincrónica, asincrónica y de bit a bit en interfaces RS-232, RS-485, Interfaces de Fibra óptica (transceiver) así como modems dial - up. Por otro lado, existe la posibilidad de utilizar en las UTR's un Módulo de Procesamiento de Comunicaciones (CPM) el cual traduce el protocolo o lenguaje de una computadora central o de una estación maestra a la que cualquier UTR quiera comunicarse, además este módulo es capaz de enlazar estaciones maestras a través de dispositivos de comunicaciones tales como onda portadora, radiofrecuencia, líneas telefónicas privadas (dedicadas) o fibra óptica. La capacidad de este dispositivo es de 1,200 Bauds.

Los procesos de control de las comunicaciones en dispositivos utilizados en esquemas que trabajan bajo DNP V 3.0 se describen a continuación.

Puertos Serie I/O

DNP V 3.0 es capaz de soportar 8 puertos serie "COM 0 a COM 7 ó COM A a COM Z" los cuales van a estar definidos para las funciones de lectura ó escritura de datos, así como para efectos de monitoreo y diagnóstico del enlace de comunicaciones.

Frecuentemente el puerto COM 0 es un puerto destinado a la conexión del modulo WESMAINT encargado de la corrección de los errores en los datos y un puerto COM 7 se reserva para el monitoreo del enlace de comunicaciones.

Velocidad de Transmisión (300, 600, 1200, 2400, 4800 ó 9600 Bps).

Es posible definir la velocidad de transmisión y recepción de datos en dispositivos de comunicaciones bajo esquema DNP V.3.0, es recomendable utilizar la velocidad más alta con la finalidad de que no existan problemas en tramas demasiado largas.

Para efectos de una buena operación, cada equipo en el sistema deberá configurarse a la misma velocidad.

Modo de transmisión (2)/(4) hilos.

Es posible configurar las interfaces en DNP V 3.0 para el soporte de transmisión dúplex (2 hilos) o full dúplex (4 hilos), sin embargo no se debe perder de vista que esto puede afectar el algoritmo para la supresión de colisiones utilizado para la protección de la capa de enlace de datos. En este sentido, se ha de considerar que el saludo en capa 2, estará restringido bajo el DCD "Data Carrier Detect" y el RTS "Request to Send" lo que hará posible que la comunicación sea más segura.

Detección de Portadora de Datos (Data Carrier Detect - DCD).

(T)rue/(F)alse

Las señales de control pueden ser activadas o desactivadas, sin embargo los datos pueden perderse si no existe un tiempo de preparación para su recepción o transmisión; el DCD deberá ser activado en dos casos:

- Cuando el algoritmo de **supresión de colisiones** esta inactivo. El algoritmo de **supresión de colisiones** determina en que momento el medio es seguro para enviar un mensaje dependiendo de la condición "falso" o "verdadero" del DCD.
- Cuando se utilizan modems dial-up, ya que de esta manera es posible determinar si éste se encuentra enlazado a otro dispositivo u otros dispositivos en ese momento.

El CDC habilitará físicamente la portadora de datos tanto para recepción, como para transmisión, el tiempo puede variar de (0-65635)ms dependiendo de la velocidad del modem utilizado, en conjunto con el CDC existe otra señal de control denominada RTS (Request to Send - Solicitud de envío), en dispositivos punto a punto/multipunto, el DCD vincula el RTS con los dispositivos que participan en el enlace con el objeto de verificar si es posible establecer un enlace de comunicaciones.

Cabe mencionar que la activación de los procedimientos de control reduce en cierta medida la velocidad ya que aumentan los tiempos de espera en la transmisión y recepción de datos, sin embargo a cambio de ello la seguridad en la recepción de los datos aumenta.

Solicitud de envío (Request to Send "RTS")

(T)rue/(F)alse

Su objetivo es garantizar la transmisión de los datos en los enlaces que se llevan a cabo entre dispositivos punto a punto/multipunto, que en caso de no ser posible,

descarta la comunicación hasta que el sistema tenga tiempo de atenderlo. Se ha establecido un patrón de tiempo de espera conocido como RTS de preámbulo (0-65535)ms mediante el cual se establece el tiempo para que un enlace se logre, por ejemplo a 1200 baud, se establece un tiempo de 12ms.

Por otro lado será posible configurar el tiempo de desconexión del enlace posterior a la recepción del mensaje, con el objeto de garantizar que la información haya sido recibida en su totalidad; a este concepto se le conoce como RTS de Postpreámbulo.

Algoritmo de Supresión de Colisiones.

(T)rue / (F)alse

El algoritmo de supresión de colisiones es habilitado siempre que existen mensajes no solicitados y con el objeto de que estos mensajes sean soportados por las tramas del usuario.

Este concepto fue desarrollado para comunicaciones full dúplex únicamente, requiere el uso de las señales de control DCD y RTS para cada dispositivo en el enlace. Un dispositivo siempre confirmará el RTS antes de transmitir datos a otro circuito. Cualquier dispositivo que desee transmitir una trama deberá seguir el siguiente procedimiento:

1. Esperar hasta que la portadora de datos (DCD) se pierda. La pérdida de esta señal indica que la línea esta libre.
2. Esperar el tiempo mínimo de conexión al enlace maestro (MASTER MINIMUM IDLE TIME).
3. Esperar la demora aleatoria. (entre cero y una demora máxima aleatoria - MAXIMUM RANDOM DELAY). Si el DCD no se ha perdido aún, la línea esta aún libre y el dispositivo deberá demandar la confirmación del RTS antes de comenzar la transmisión de una trama. Por otro lado, el dispositivo deberá regresar al primer paso y esperar la pérdida del DCD.

Procedimientos de transmisión y formato de las tramas.

El protocolo para redes de distribución (DNP V 3.0) opera bajo el concepto de trama de RED/TRANSPORTE o capa de aplicación.

Las tramas son de longitud variable y están diseñadas considerando que la transmisión entre estaciones será a través de una red de transporte fija y con bajas probabilidades de error. Para tales efectos habrá de considerarse que el sistema éste operando bajo el esquema de supresión de colisiones.

Capa de Enlace de Datos:

El propósito principal de la capa de enlace de datos en DNP es doble, primero la capa de enlace de datos habilita el medio para la transferencia de la información mediante de la Unidad de Servicio para el Enlace de Datos (Link Service Data Unit - LSDU -) que contempla el saludo de capa 2 con las señales de control DCD y RTS antes de que los datos sean transmitidos, en este sentido la capa física es transparente ya que la capa de enlace abarca las dos.

Las Unidades de Servicio de Enlace de Datos "LSDU" son un ensamble de paquetes de usuario denominados Unidades de Enlace de Datos de Protocolo (LPDU - Link Protocol Data Unit), estos paquetes son transparentes a la capa física del enlace. Las señales de sincronización y control estarán provistas en la capa de enlace de datos.

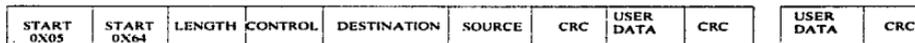
El segundo propósito de DNP V 3.0 es proveer las indicaciones de eventos en la red. A diferencia del modelo OSI, DNP desarrollado bajo él EPA, se considera como un sistema que ésta diseñado para manejar tanto eventos de baja - conexión, como servicios orientados a conexión (es decir que a diferencia de OSI en este esquema no solamente será posible interpretar las comunicaciones por marcación de un número o registro de abonado).

Como se ha mencionado con anterioridad, la red física en DNP V 3.0 es transparente para la capa de aplicación ya que la capa de enlace de datos se encarga de conectar y desconectar desde cualquier sitio en la red, sin altos niveles de interacción como sería si se hace desde una capa de aplicación definida por el modelo OSI. Esto es, el enlace de datos conectará al circuito físico correcto dándole la dirección de la estación, sin suministrar control desde capas más altas; en esta forma, el medio físico es totalmente transparente a la capa de enlace de servicios de usuarios.

Formato de las Tramas.

La información en la capa de enlace de datos es empaquetada en Unidades de Enlace de Datos de Protocolo (LPDU-Link Protocol Data Unit). Esta trama tiene un encabezado de longitud fija, seguido por bloques de datos opcionales. Cada bloque de datos tiene un CRC de 16 Bits (Cyclic Redundancy Check - Código de Ciclo Redundante) anexo a él, con el objeto de controlar que la información que se envía y es recibida sea correcta. El IEC especifica que los campos de encabezado deben consistir en 2 octetos de inicio, 1 octeto de longitud, 1 octeto de control, un campo de dirección destino, un campo longitud de datos de usuario (opcional) y por último el campo de los datos del usuario. En este formato, la longitud fija del campo de datos de usuario esta definida como la dirección fuente.

A continuación de muestra la trama LPDU en DNP V 3.0



LONGITUD FIJA 10 OCTETOS

BODY

Start (Inicio)	2 octetos de encabezado de inicio (0X0564)
Length (Longitud)	1 octeto cuenta los DATOS DE USUARIO en el encabezado y en el cuerpo. Este conteo incluye los campos de CONTROL, DESTINO Y FUENTE en el encabezado. El campo CRC no es incluido en el conteo. El valor mínimo del campo de LONGITUD es 5 cuando solamente se indica el encabezado y el valor máximo es 255.
CONTROL	Octeto de la trama de control.
DESTINATION	2 octetos que indica la dirección destino. El primer octeto es el Octeto de más bajo orden (LSB) y el segundo octeto es el Octeto de más alto orden (MSB).
CRC	2 octetos de Verificación de Ciclo Redundante.
USER DATA	Cada bloque siguiendo el encabezado tiene 16 octetos de usuario definidos como datos excepto el último bloque de una trama el cual contiene 1 a 16 octetos de usuario definidos como datos requeridos.

GLOSARIO

100BASEFX Especificación para ETHERNET, que utiliza fibra óptica con una velocidad de 100 Mbps.

100BASET FAST ETHERNET Especificación IEEE 802.3 para ETHERNET, que utiliza cable de par trenzado (UTP) con una velocidad de 10 Mbps.

100BASETX Especificación para ETHERNET, sobre cableado de tipo 1, y de categoría 5, que trabaja a 100 Mbps.

10BASE5 Especificación IEEE 802.3 para ETHERNET, que utiliza cable coaxial con una velocidad de 10 Mbps.

10BASET Especificación IEEE 802.3 para ETHERNET, que utiliza cable de par trenzado (UTP) con una velocidad de 10 Mbps.

AAL (ATM Adaptation Layer) Nivel de adaptación de ATM, Forman parte del protocolo BISDN.

ANSI (American National Standar Institute), Instituto Norteamericano de Estándares, es una organización que se encarga de desarrollar estándares internacionales de electricidad, electrónica, comunicaciones y algunas otras actividades, es miembro del ISO.

ATDM (Asynchronous Time Division Multiplexing) Multiplexaje Asíncrono por división de tiempo. Es un método de envío de información que emplea el multiplexaje usual por división de tiempo, pero en donde se asignan ranuras de tiempo cuando son necesarias, en lugar de preasignarlas a transmisores específicos.

ATM FORUM Organización encargada de establecer las definiciones sobre los estándares que rigen sobre ATM; los miembros participan en comités, en los cuales se analizan estudios de ventas y documentos técnicos acerca de ATM.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) Modo de transferencia Asíncrono. Estándar del ITU, el cual se especifica para retransmisión de celdas en el cual la información para diferentes tipos de servicios como lo son voz, datos y video; se transmiten en pequeñas celdas de tamaño fijo. También modo de transmisión BISDN en el cual se usa una versión acelerada del multiplexaje asíncrono por división de tiempo (ATDM) para transferir flujos múltiples de información en un canal de comunicación.

BACKBONE, Es la red fundamental, ya que actúa como conducto primario (o espina dorsal) del tráfico de una red que va o viene hacia otras redes.

BROADCAST Conjunto de tramas que son enviadas desde una estación de trabajo sencilla, las cuales son recibidas por todas las estaciones de trabajo que se encuentren sobre esa subred.

CAD (Computer Assistance Design) Diseño asistido por computadora, son aplicaciones que demandan gran cantidad de recursos tanto de hardware como de software.

CAS (Channel Associate Signaling), Señalización por canal asociado, en este la señalización es transportada por cada canal, tanto de supervisión como de registro. La señalización se asocia al canal, ya sea dentro de banda o fuera de banda, por pulsos, por multifrecuencia o pulsos y multifrecuencia.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones, es un método de acceso al canal a través del cual los dispositivos que desean transmitir primero verifican la existencia de portadora en el canal. Si no se detecta portadora en un cierto lapso de tiempo, los dispositivos pueden transmitir. Si dos de ellos transmiten al mismo tiempo, ocurre una colisión, la cual es detectada por dispositivos especiales los cuales retardan la retransmisión durante un periodo aleatorio.

DLCI (Data Link Connection Identifier), Identificador de conexión de enlace de datos, utilizado por frame relay en donde identifica una conexión lógica.

DS0 Es una ranura de tiempo de un E1, de 64 kbps, dedicado.

DTCE (Data Circuit Terminating Equipment), Equipo terminal de circuitos de datos, los cuales son dispositivos de una red a través de los cuales se conecta a los dispositivos terminales.

DTE (Data Terminal Equipment), Equipo terminal de datos, el cual realiza la función de fuente o destino (incluso ambos) de los datos, a su vez realiza funciones de control de comunicación de datos de acuerdo a los protocolos.

E&M, Sistema de señalización telefónica, es la forma más común de supervisión de troncal, las cual únicamente existe en el punto interfacial entre troncal y conmutador.

E1, Es un conjunto de tramas que en total son 32 ranuras de tiempo, que conforman un total de 2.048 Mbps.

ECSA (Exchange Carrier Standar Association), Asociación de estándares de Conmutación de portadora, es una organización internacional que se encarga de desarrollar estándares internacionales referentes a frecuencias y tipos de comunicaciones.

ELAN (Emulation Local Area Network), Emulación de redes de área local, es un estándar diseñando por el ATM Forum, cuyo principal objetivo es el mantener una conexión entre los protocolos de otras redes con una red ATM.

ERLANGS, Son unidades de intensidad de tráfico en un circuito de voz, es decir especifican la ocupación continua de tal tráfico.

FDDI (Fiber Distributed Data Interface), Interfaz de datos distribuidos por fibra, es un estándar definido por ANSI que especifica una red token passing de 100 Mbps empleando como medio un cable de fibra óptica.

FRAME RELAY (Relevación de tramas), Es un protocolo empleado en la interfaz entre dispositivos de usuario y equipos de redes, este protocolo es destinado a enlaces WAN.

HOST, Anfitrión, es un sistema de computo ubicado en una red.

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, organización internacional que se encarga de desarrollar estándares internacionales de electricidad, electrónica y comunicaciones.

ILMI (International Local Management Interface) Realiza las funciones limitadas de un SNMP con un desempeño de una tabla de MIB a través de un UNI.

IP (Internet Protocol), Protocolo de Internet, es un protocolo de capa de red (de acuerdo al modelo OSI) el cual contiene información del control y direccionamiento, para permitir el enrutamiento de paquetes.

IPX (Internetworking Packet Exchange), Intercambio de paquetes de interconexión de redes, es un protocolo propio de Novell para capa de red.

ISO (International Organization for Standardization), Organización Internacional para la estandarización, es responsable de una amplia gama de estándares incluyendo aquellos que tienen que ver con las comunicaciones.

ITU - T (International Communication Unit - Telephony), Unión Internacional de Comunicaciones y Telefonía, antes llamado CCITT, es una organización internacional que se encarga de desarrollar estándares internacionales de comunicaciones.

LAN (Local Area Network), Red de Area Local, es una red que cubre una área geográfica, la cual es relativamente pequeña, la cual no rebasa de un grupo de edificios cercanos.

LGE (Loop Start Ground Start - Exchange) Bucle de inicio a tierra por conmutación. Es una interfaz en la cual se conectan troncales provenientes de una central publica de abonados o de algún grupo de líneas pertenecientes a un PBX, cuya función es la de recibir el timbrado externo y a su vez generar una respuesta.

LGS (Loop Start Ground Start - Subscriber) Bucle de inicio a tierra por abonado. Es una interfaz que trabaja conjuntamente con una LGE, debido a que la LGS, es la generadora del timbrado hacia las líneas del PBX o los teléfonos de la red publica.

LLC (Logical Link Control) Control lógico de enlace, es subcapa de la capa de enlace de datos definida por el IEEE. Se encarga del control de errores, control de flujo y creación de marcos.

MAC (Media Access Control), Subcapa de control de acceso al medio, Esta definida por el IEEE como una porción baja de la capa de enlace de datos. La subcapa MAC se encarga de los asuntos de acceso al medio de comunicaciones.

MAN (Metropolitan Area Network), Red de Area Metropolitana, es una red de dimensiones mayores que una LAN, pero que en si no cubre grandes extensiones geográficas.

MAU (Medium Attachment Unit o Multistation Access Unit) Unidad de vinculación o unidad de acceso a estaciones múltiples. En el primer caso es un dispositivo que realiza las funciones de la capa 1 de IEEE 802.3, que incluyen la detección de colisiones y la inyección de bits a la red. Una unidad MAU se conoce como transceiver (transmisor-receptor) en la especificación ETHERNET. En el segundo caso se trata de concentradores de cables a los cuales se conectan los nodos de token ring.

MIB (Management Information Base) Base de Manejo de Información, es una base datos de información acerca del manejo de objetos, a la que se puede tener acceso a través de protocolos de manejo de red como SNMP.

PBX (Private Branch Exchange) Conmutador privado, es un conmutador de uso privado, el cual se ubica en las instalaciones del usuario.

PPP (Point to Point Protocol) Protocolo punto a punto, este protocolo ofrece conexiones de ruteador a ruteador y de host a red, empleando circuitos síncronos y asíncronos.

RFC (Request for Comments), Solicitud de comentarios, son documentos utilizados como el medio primario de comunicación de información sobre internet.

RMON: Es la abreviación de Remote Monitoring "Monitoreo Remoto" y es un conjunto de aplicaciones que corren sobre plataformas mayores de SNMP, RMON es definido por el IETF en los documentos RFC 1271 y RFC 1757. Una aplicación típica de RMON consiste de dos componentes:

La prueba - Conexión a segmentos LAN para examinar todo el tráfico sobre ese segmento y dar un sumario de estadísticas (incluyendo datos históricos).

La administración de consola - Interacción entre las pruebas y datos recolectados La consola no necesariamente debe estar en la misma red, las pruebas y estadísticas pueden ser monitoradas en banda o fuera de banda a través de agentes SNMP.

SCADA (System Control and Acquisition of Data), Sistema de control y adquisición de datos, Son sistemas de monitoreo desarrollados con la finalidad de contar con un control de información en puntos remotos, los sistemas SCADA son aplicables en distintas áreas industriales de la ingeniería.

SDLC (Synchronous Data Link Control) Control de enlace de datos síncronos, es un protocolo de la capa 2 de SNA, propios de IBM.

SLIP (Serial Line IP) IP de línea serie, es un protocolo internet usado para ejecutar IP en líneas tipo serie como los circuitos telefónicos.

SNA (System Network Architecture), Arquitectura de redes de sistema, la cual es una arquitectura grande, compleja, desarrollada por IBM.

SNMP (Simple Network Access Protocol), Protocolo simple de mane de redes, este protocolo ofrece medios para seguir y determinar la configuración de la red y los parámetros al tiempo de ejecución.

SONET / SDH (Synchronous Optical Network / Synchronous Digital Hierarchy), Red Óptica Síncrona / Jerarquía Digital Síncrona; Es un formato de las tramas usados para portar celdas de ATM a velocidades de 155 Mbps y menores, este formato proporciona un alto grado de comunicación entre las redes LAN y futuros servicios de las WAN. SONET es el formato usado en Norteamérica con OC-3 correspondientes a velocidades de 155 Mbps. SDH Es el formato usado por los sistemas europeos con STM-1 correspondiente a velocidades de 155 Mbps.

SPANNING TREE ALGORITHM: Es un método a través del cual diferentes equipos conectados a la red que han sido configurados de la misma manera para ser redundantes (uno la imagen del otro) actuen inteligentemente cuando cualquiera de los dos falle sin que esto produzca loops en la red. Este procedimiento permite tener un respaldo automático en conexiones o enlaces paralelos en la red.

SRM (Sub Rate Multiplexing) Velocidad de sub multiplexaje, Es el rango de velocidad que se maneja en el sub multiplexaje, el cual es una técnica de consolidación de datos en un DS0 cuando la suma total de los anchos de banda de los canales es menor que los 64 kbps del DS0.

STP (Shielding Twisted Pair) Cable de par torcido, el cual es ocupado para realizar conexiones de red acordes a sus especificaciones físicas.

T1, Es un conjunto de tramas que utiliza Multiplexión por División de Tiempo para y que en total son 24 ranuras de tiempo y conforman un total de 1.544 Mbps, este es un estándar americano de comunicación.

TCP / IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) Protocolo de control de transmisiones / Protocolo de internet. El protocolo TCP corresponde a la capa de transporte y ofrece una transmisión confiable de datos. IP, corresponde a la capa de red y ofrece servicios de datagramas sin conexión.

TOKEN PASSING, Paso de fichas, es un método de acceso en el cual los dispositivos de la red tienen acceso al medio físico en un orden definido por la posición de una pequeña trama llamada token.

UNI (User Network Interface), Interfaz de red de usuario, es un protocolo que define las conexiones entre estaciones finales de ATM y switches de ATM, incluyendo señalización, estructura de celdas, direccionamiento, administración de tráfico y niveles de adaptación.

UTP (Unshielded twisted pair), Cable de par torcido, el cual es ocupado para realizar conexiones de red acordes a sus especificaciones físicas, como lo es 10 base T.

V.24 Es una interfaz de capa física recomendada por la UTI - T, comúnmente utilizada en muchos países, la cual es similar a EIA-232D y RS 232C.

V.35 Es una recomendación del ITU - T, la cual rige la transmisión de datos a 48 kbps, usando circuitos en la banda de 60 a 108 khz.

VBR (Variable Bit Rate) Velocidad variable de bits,

VLAN (Virtual Local Area Network), Redes virtuales de área local, Son redes definidas a través de administración, ya que son redes independientes de la red física, un segmento de red virtual es total para un dominio.

WAN (Wide Area Network), Red de Area Amplia, es una red cuyas dimensiones geográficas pueden alcanzar niveles internacionales.

X.21 Recomendación del ITU - T, que define un protocolo de comunicaciones entre redes de circuitos conmutados y dispositivos de usuario.

X.25 Es una recomendación del ITU - T, que define el formato de los paquetes para transferencias de datos en redes publicas.

BIBLIOGRAFIA:**3Com Virtual Library**

(Documentation Set)
3Com Corporation
Version 3.1
July 1996

A fondo: Sistemas de Comunicaciones.

Don L. Cannon y Gerald Luecke.
De. Anaya (Multimedia).
Madrid, España 1988, pp 304

ATM Theory and Application

David E. McDysan, Darren L. Spohn
Ed. Mcgraw Hill
USA, 1995

Como se hace una tesis

Umberto Ecco
De. Gedisa
Barcelona, España 1995

DART Configuration Systems User's Guide

Harris Corporation
Controls Division
Distributed Automation Products

DATA LINK PROTOCOLS

UYLESS BLACK
De. Prentice Hall 1993

Data Networks

Dimitri Bertsekas / Robert Gallager
Ed. Prentice Hall 1992
2nd. Edition

DNP V3.00 (Product Documentation)

Harris Corporation
Controls Division
Distributed Automation Products

Fundamentals of Supervisory Systems

IEEE Tutorial Course
IEEE Power Engineering Society
91EH0337-6 PWR
September 1991, pp. 117

Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones

Freeman Roger L.
Ed. Limusa
Ed. 4a.
México, D.F. 1995, pp 606
INTERCONEXION DE TERMINOS Y ACRONIMOS.
CISCO Systems de Mexico.

ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM

William Stallings
Ed. Prentice Hall 1995
3rd. Edition

NETWORKING STANDARDS

WILLIAM STALLINGS
De. Addison Wesley 1993

Redes X.25

Dr. F. Rolando Menchaca G.
Escuela Nacional de Telecomunicaciones
Mayo 1995
pp. 197

The Basics Book of Frame Relay

Motorola Codex
Motorola University Press
Ed. 6a.
December 1994
Massachusetts, E.U.

The Basics Book of Information Networking.

Motorola Codex
Motorola University Press
Ed. 1^a.
November 1991
Massachusetts. E.U., pp 158.

The Basics Book of ISDN

Motorola Codex
Motorola University Press
Ed 3 ª.
October 1992
Massachusetts. E.U., pp 45

Transmisión de Información, Modulación y Ruido.

Mischa Schwartz
Ed. Mcgraw Hill
Ed. Tercera
México, D.F. 1990, pp 685

Understanding Local Area Networks

Stan Schatt
Ed. Sams 1992
3rd. Edition

Weadac DART Installation Guide

Harris Corporation
Controls Division
Distributed Automation Products

Cursos:**3COM Hands On**

ATM Solutions
Ver. 2.0
5-29-96
Days 1, 2, 3, 4, 5

Fundamentals of IP Routing

3COM Education Service
November 1993

Introduction to Internetworking

3COM Education Service
November 1993

Operación del Administrador de Ancho de Banda 3600

Newbridge Network Inc.
Enero 25, 1994
pp 194

PROCOLOS DE RECEPCION PARA FIBRA OPTICA Y TERMINAL OPTICO

Inttelmex

Septiembre 13, 1993

Hemerografía:**¿Como diseñar redes ATM?**

Carlos González

Revista RED

Enero 1995

pp.14-19

A Guide to ATM

Data Networking

Fore Systems Inc.

1996

pp. 23

Aplicaciones uso y diferencias entre: X.25, Frame Relay y ATM.

Jesús Zamora

Revista Red

Julio de 1996.

ATM UPDATE II

ANIXTER Technology White Paper.

www.anixter.com**El Valor de las Redes Virtuales**

Carlos González

Revista RED

Diciembre 1994

pp. 46 - 50

Frame Relay Networks - a Survey

Viswanath Subramanian.

www.cis.ohio-st.com

Aug. 25, 1995

pp 18

Perspectivas de Frame Relay y ATM en redes Públicas.

Fernando Talavera

Soluciones Avanzadas

Noviembre de 1995