

37
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**IMPLEMENTACION DE LA RED DE
COMUNICACIONES DE UNA " INDUSTRIA
REFRESQUERA " UTILIZANDO TECNOLOGIA DE
CABLEADO ESTRUCTURADO PARA TRANSMITIR
VOZ, DATOS Y VIDEO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
JUAN ENRIQUE CASTAÑEDA DE LEON
EDMUNDO FRIAS VENEGAS
JOSE GUADALUPE MORALES ROMERO
NELSON LOPEZ SEGUNDO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ALEJANDRO RAMIREZ LOZADA



MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**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.

TESIS

COMPLETA

4

**GRACIAS A MIS PADRES Y HERMANOS, POR TODO
EL AMOR Y APOYO QUE ME HAN BRINDADO.**

**TE AGRADEZCO A TI AMOR DE MI VIDA
POR TODO LO QUE HAS SIGNIFICADO EN
ESTE PROYECTO, TE AMO ELY.**

**POR ULTIMO AGRADEZCO A COMPAÑEROS,
AMIGOS, MAESTROS Y A MI UNIVERSIDAD,
POR SU AYUDA, APOYO Y AMISTAD.**

JUAN ENRIQUE CASTAÑEDA DE LEÓN.

***DEDICO ESTA TESIS A MIS PADRES Y HERMANOS
POR SU APOYO, PACIENCIA Y AMOR QUE
ME HAN BRINDADO EN MI VIDA.***

GRACIAS A TI XIMENA, POR TODO TU AMOR.

EDMUNDO FRÍAS VENEGAS.

***Y AL FINAL NO SABRÉ QUE DECIR, SOLO DOY GRACIAS.
POR TODO Y POR SIEMPRE GRACIAS A TI.***

JOSÉ GUADALUPE MORALES ROMERO.

DEDICO ESTA TESIS.

**A MIS PADRES, POR SU APOYO Y SUS VALIOSOS CONSEJOS
QUE ME BRINDARON EN TODO MOMENTO PARA CONCLUIR
ESTA ETAPA DE MI VIDA.**

**A MI ESPOSA LUZ MARÍA Y A MI HIJO FERNANDO, POR SU AMOR,
PACIENCIA Y COMPRENSIÓN EN EL TRANSCURSO DE MI CARRERA.**

**A MIS HERMANOS, POR SU APOYO MORAL Y
EL BUEN EJEMPLO QUE ME DIERON A SEGUIR.**

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y MAESTROS.

NELSON LÓPEZ SEGUNDO

**IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE COMUNICACIONES DE UNA
"INDUSTRIA REFRESQUERA"
UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE CABLEADO ESTRUCTURADO
PARA TRANSMITIR VOZ, DATOS Y VÍDEO**

- OBJETIVO:**
- 1.- ENLAZAR DOS SEGMENTOS DE RED ETHERNET EN UN MISMO EDIFICIO UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA.**

 - 2.- ENLAZAR DOS SEGMENTOS DE RED ETHERNET ENTRE DOS EDIFICIOS (PRODUCCIÓN - DISTRIBUCIÓN), MEDIANTE FIBRA ÓPTICA, CON DISPONIBILIDAD DE DATOS, VOZ E IMAGEN A FUTURO.**

CUMPLIENDO CON LOS SIGUIENTES REQUERIMIENTOS:

- a) Inmunidad al ruido electromagnético.**
- b) Eliminar diferencia de potencial entre tierras físicas.**
- c) Realizar un enlace confiable entre los equipos de cómputo.**
- d) El enlace se debe realizar a alta velocidad (10 Mbps).**

INDICE TEMÁTICO:

CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN A LAS REDES LOCALES.

1.1.- Antecedentes históricos.	4
1.2.- Conceptos generales de una LAN genérica.	6
1.3.- Características de las redes locales.	7
1.4.- Normas en una red local.	10
1.5.- Ventajas de una red local.	10
1.6.- Aplicaciones de las redes locales.	11

CAPÍTULO II.- MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y PRINCIPALES TOPOLOGÍAS.

2.1.- Introducción.	14
2.2.- Medios de transmisión.	15
2.2.1.- Par trenzado.	16
2.2.2.- Cable coaxial.	18
2.2.2.1.- Transmisión en banda base y banda ancha.	19
2.2.3.- Fibra óptica.	22
2.2.4.- Comparación de medios de transmisión.	24
2.3.- Topología de redes.	25
2.3.1.- Topología de estrella.	25
2.3.2.- Topología de anillo.	26
2.3.3.- Topología de bus.	28
2.3.4.- Topología de árbol.	30
2.3.5.- Cuadro comparativo de diversas topologías.	33

CAPÍTULO III.- MÉTODOS DE ACCESO Y ESTÁNDARES MÁS UTILIZADOS.

3.1.- Introducción.	35
3.2.- Métodos de acceso más importantes y utilizados.	37
3.2.1.- Poleo (Polling).	37
3.2.2.- CSMA (Carrier Sense Multiple Access).	38
3.2.3.- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect).	39
3.2.4.- Token Passing	43
3.2.4.1.- El token.	45
3.2.4.2.- El monitor.	45
3.2.5.- Token bus.	48
3.2.6.- Time Slotting.	51
3.2.7.- Comparación del token passing vs. CSMA/CD.	53

CAPÍTULO IV.- INTERCONECTIVIDAD ENTRE REDES.

4.1.- Introducción.	55
4.2.- Modelo de referencia OSI de ISO.	55
4.2.1.- Nivel físico.	56
4.2.2.- Nivel de enlace.	56
4.2.3.- Nivel de red.	56
4.2.4.- Nivel de transporte.	57
4.2.5.- Nivel de sesión.	57
4.2.6.- Nivel de presentación.	58
4.2.7.- Nivel de aplicación.	58
4.3.- Características de la interconexión de redes.	59
4.4.- Diferencias comunes entre redes.	60
4.5.- Retransmisores.	62
4.6.- Repetidores.	63
4.7.- Puente.	63
4.7.1.- Puentes de árbol de expansión.	67
4.8.- Ruteadores y Gateways.	71

CAPÍTULO V.- FIBRA ÓPTICA.

5.1.- Introducción.	73
5.2.- Propagación en fibra óptica.	73
5.3.- Transmisión en fibra óptica.	78
5.4.- Dispositivos en un sistema de comunicación utilizando fibra óptica.	81
5.5.- Elementos en la instalación de una red con fibra óptica.	86
5.5.1.- Empalmes, conexión y atenuación.	86
5.5.2.- Cables ópticos e instalación.	91

CAPÍTULO VI.- INSTALACIÓN DE UNA RED LOCAL UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA EN UN EDIFICIO.

6.1.- Antecedentes.	100
6.2.- Objetivo.	101
6.3.- Desarrollo de la red.	101
6.3.1.- Características de la red a instalar.	106
6.3.1.1.- Topología de la Red.	106
6.3.1.2.- Método de acceso.	107
6.3.1.3.- Hardware, software y sistema operativo.	108
6.3.1.3.1.- Hardware.	108
6.3.1.3.2.- Software y sistema operativo.	110
6.3.1.4.- Administración de la red.	111
6.4.- Problemas y soluciones en la instalación de la red interna utilizando fibra óptica.	112
6.5.- Evaluación y conclusión de la red instalada.	116

CAPÍTULO VII.- INSTALACIÓN DE UNA RED LOCAL ENTRE EDIFICIOS.

7.1. - Antecedentes.	118
7.2. - Objetivo de la red a instalar.	119
7.3. - Características de la red a instalar.	119
7.3.1. - Tipo de enlace entre edificios.	119
7.3.2. - Topología de la Red.	120
7.4. - Implementación del enlace entre edificios utilizando Fibra óptica.	120
7.5. - Conclusiones.	131
7.5.1. - Estadísticas de la red.	132
GLOSARIO.	137
BIBLIOGRAFÍA.	142

INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de comunicación hoy en día han tenido un gran avance y desarrollo; con esto se ha logrado la optimización en los procesos industriales, administrativos, bancarios, médicos, etc. y es por ello que las grandes empresas demandan su implementación.

Las empresas refresqueras no están exentas de dichas necesidades, por lo que este trabajo de tesis pretende mostrar el desarrollo e implementación entre redes de comunicación en una empresa de este giro.

En el primer capítulo se dará una breve semblanza de la comunicación electrónica y los antecedentes de redes de computadoras así como sus características esenciales.

En el segundo capítulo se mencionarán las características de los diferentes medios de comunicación y de las topologías de las redes LAN's más utilizadas, esto nos permitirá seleccionar adecuadamente el hardware y así cubrir las necesidades propias de la empresa tomando en cuenta los costos y beneficios.

En el tercer capítulo se dará una pequeña explicación sobre las funciones que tienen que desempeñar los protocolos, así como el proceso que siguen los principales métodos de acceso, esto nos permite comprender el comportamiento de las redes locales a un nivel general y la forma en que estas funcionan.

En el capítulo cuatro explicaremos la interconexión entre redes mediante los diferentes tipos de dispositivos para interconectarlas, como son los puentes, repetidores, ruteadores y gateways, refiriéndolos al modelo estándar "OSI de ISO".

En el capítulo cinco hablaremos sobre la estructura de una fibra óptica, las formas de transmisión de la misma, los dispositivos que se requieren para la transmisión de información a través de este medio, así como también los diferentes tipos de cables que se utilizan en la instalación de una red con fibra óptica.

En el capítulo seis explicaremos la instalación de una red local en un sólo edificio, utilizando fibra óptica, en el se tratarán los problemas, opciones y solución que se dio para su

implementación, así como la razón de la instalación de la misma, dando también las conclusiones de ésta.

En el capítulo siete se hablará sobre las razones de interconectar dos redes locales en diferentes edificios, además de los problemas, opciones, soluciones y explicación del hardware utilizado para su implementación, mencionando las conclusiones y beneficios de ésta.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LAS

REDES LOCALES

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

Al presente siglo se le a llegado a definir como "La Era de las Comunicaciones", debido a que los grandes desarrollos tecnológicos han hecho posible que la información pueda ser difundida a diferentes lugares, sin importar en que punto fue generada, pero con esto se creo un problema que día a día va creciendo, y es el de: ¿cómo organizar y almacenar grandes volúmenes de información para su análisis y procesamiento? para así tener un mejor control de la misma.

En la segunda mitad de este siglo, se dieron pasos firmes para solucionar éste problema con la ayuda de las computadoras electrónicas, que fueron creadas originalmente para realizar cálculos de gran precisión a mayor velocidad. Pero ésta solución fue parcial ya que en aquel tiempo a las computadoras por su tamaño, se les consideraban como grandes equipos y era imposible trasladarlas de un lugar a otro, por lo que se tenía que llevar la información a los centros de cómputo, en forma de cientos de tarjetas perforadas.

En la década de los 60's se logró implementar a las computadoras un procesador central y conectarle terminales remotas comunicadas directamente. Así, los usuarios lograron una eficiencia mayor, ya que no tenían que llevar la información a los centros de proceso. Pero ésta solución solo se vio obstaculizada cuando se quisieron agregar más terminales o periféricos, ya que decrecía la velocidad de comunicación, por lo que ya no bastaba solamente el gran avance de la computación, sino también el desarrollo de las formas de comunicación entre los mismos sistemas de cómputo.

Y así, mientras en la computación se desarrollaban equipos de menor tamaño y con mayor poder de procesamiento que ayudaban a descongestionar a las gigantescas y obsoletas máquinas de procesamiento central; en el área de las telecomunicaciones, la telegrafía ya contaban con teleimpresoras que trabajaban con reglas predefinidas de comunicación, ya no eran como la antigua comunicación, que si todo iba bien en el momento en el que se empezara a transmitir, el equipo receptor copiaba la información sin ningún control; ahora se contaban con dispositivos que realizaban la labor de "invitación" y "selección", lo cual consistía en notificar a cada estación si tenía información a transmitir y a una determinada estación, que debía recibir un mensaje. Estos dispositivos también realizaban el trabajo de descodificar las características de la "secuencia de control".

En telefonía, el desarrollo de computadores telefónicos permiten un mejor control de la conmutación de mensajes y el control de líneas.

El desarrollo de la tecnología del silicio permitió la integración en miniatura de componentes electrónicos, dando origen a computadoras más pequeñas y potentes. En Agosto de 1981 IBM da a conocer la primera PC (Computadora Personal) que revolucionaría el mundo de la computación, a partir de ese momento cada usuario tenía su propio equipo en su escritorio e independiente de los demás; sin embargo parecía que se volvía al punto de partida, si bien, ahora no se tenía que transportar cajas de tarjetas perforadas, si se llevaba la información almacenada en *diskettes* de un lugar a otro.

Los encargados de los departamentos de informática perdieron el control de la información ya que su proceso no estaba centralizado y aunado a la necesidad de compartir equipos periféricos como son impresoras, discos duros, base de datos, etc., para poder así abaratar costos; dio pie a que la conexión de recursos de cómputo (que ya se venían realizando desde mediados de los 70's), se vuelvan más populares, surgiendo con ello la necesidad de formalizarlos; con ello se empiezan a definir estándares de comunicación y se hablaba ya de *Redes de Computadoras*.

Se entiende como *Redes de Computadoras*, a la interconexión de computadoras autónomas que se puedan comunicar entre sí, compartir datos y recursos periféricos. Realizando esta comunicación mediante el envío y la recepción de información, a través de algún medio físico.

Existen básicamente 2 tipos de redes, clasificadas de acuerdo a la distribución geográfica de los recursos de cómputo:

- Las redes de área local LAN (Local Area Network).
- Las Redes de Cobertura Amplia WAN (Wide Area Network).

1.2. CONCEPTOS GENERALES DE UNA LAN GENÉRICA.

El diagrama mostrado en la figura 1.1, es la representación gráfica de una red genérica de computadoras locales y contiene los componentes básicos para la comprensión de cualquier LAN.

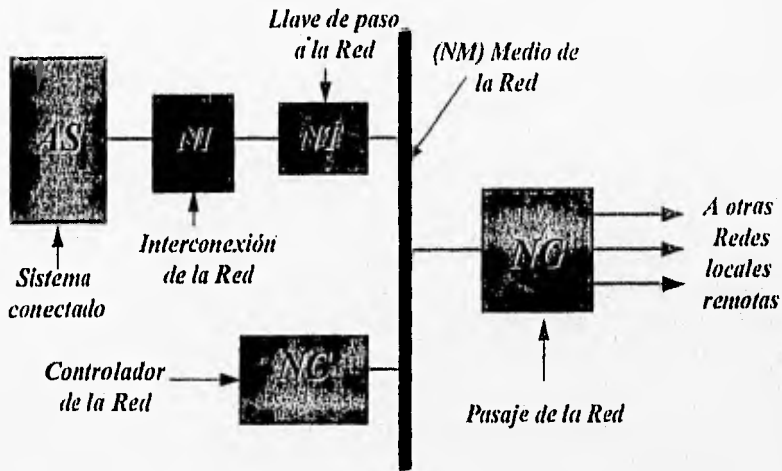


Figura 1.1. Representación de una red genérica

Medio de la Red (Network Medium -NM). Es la vía por donde viaja el mensaje, conocido comúnmente como cableado, pudiendo ser un cable físico como coaxial, fibra óptica, etc., o bien canales de frecuencia de radio ó infrarroja para transmisiones inalámbricas, y es la columna vertebral de toda red, ya que lleva la información de un nodo a otro.

Sistema Conectado (Attached System -AS). Son los dispositivos que se comunican entre sí utilizando la red (como computadoras, impresoras, etc.), y por los cuales se puede acceder a la información y al procesamiento de la misma.

Controlador de Red (Network Controller -NC). Es el elemento de conmutación central o conversión, necesario en algunos arreglos de computadoras, a los que se llamo *Sistemas Centralizados*, debido a que una computadora centraliza la administración total de la red, contando para ello con el software del sistema operativo de la misma.

Interconexión de la Red (Network Interfase -NI). Es el *enlace lógico* entre el sistema conectado y el medio de la red. Contiene el software necesario para entender las reglas de comunicación de la red, con la cual el sistema se va a conectar.

En el caso de que se trate de un sistema descentralizado, donde no existe el NC, tendrá un papel muy importante ya que contendrá un software adicional para la administración de la red.

Llave de paso de la Red (Network Tap -NT). Es el *enlace físico* entre la interconexión y el medio de la red. Realiza la función de obtener la información de la computadora, la convierte al formato adecuado y la envía a través del Medio de la Red a otra Llave de Paso. Ésta recibe la información, la traduce para que la computadora a la que esta asociada la pueda entender.

Pasaje de la Red (Network Gateway -NG). Proporciona la capacidad de conmutación y conversión para que las computadoras que integran la red puedan comunicarse fuera de la misma; ya que tiene la capacidad de convertir los protocolos específicos de la red en protocolos externos, permitiendo que la información de salida sea entregada en forma estándar a redes externas.

1.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES LOCALES.

La mayoría de las redes locales pueden definirse bajo las siguientes características:

Tamaño. El tamaño de una red local se basa en dos puntos: El límite del alcance geográfico y el número de usuarios de la red. En la siguiente tabla se muestra los puntos antes mencionados que definen el tamaño de las redes LAN y WAN.

DISTANCIA ENTRE EQUIPOS DE CÓMPUTO	EQUIPOS UBICADOS EN EL MISMO...	NÚMERO DE EQUIPOS	TIPO DE RED
0 a 10 mts.	Cuarto	2 a Docenas	LAN
10 a 100 mts.	Edificio	Docenas	
100 mts a 1 Km.	Terreno de una Universidad	Cientos	
1 K a 10K	Ciudad	Cientos	WAN
100 Km. a 100 Km.	Pals	Miles	

Tabla 1.2. Clasificación de Redes debido a su tamaño.

El tamaño de una LAN depende de las necesidades de la organización que la utiliza, así, podemos distinguir tres casos:

Tenemos en el límite inferior, el caso de una oficina pequeña, en donde una LAN se utiliza para compartir los dispositivos periféricos entre dos o más microcomputadoras, en este caso, la red cubriría una área menor de 100 m², pero la distancia que hay entre cada equipo sería no mayor de unos 10 mts.

En el caso intermedio, podría ser el de oficinas distribuidas en un edificio de varios pisos. Aquí se usarían varios cientos de metros de cable, aunque no haya conexiones separadas más de 100 m.

En una planta industrial o en el campus de una universidad, donde varios edificios serían conectados, se tiene el caso extremo superior. Aquí la LAN podría ser de 10 a 20 Km. de longitud, teniendo una área un poco mayor de un kilómetro a cubrir, siendo casi el límite superior de una LAN con cientos de computadoras. Como se ve en la tabla 1.2, redes con una área mayor a cubrir y/o con más equipos de cómputo se les define como WAN.

Costo. El costo de una LAN se considera como bajo, si fluctúa en cientos de dólares, dando una configuración básica, que puede tener interconectados varias computadoras personales, un *Server* y alguna impresora, por lo tanto será una LAN limitada pero

eficiente para ser usada en distancias cortas a bajas velocidades en oficinas chicas, o bien; con un costo de miles de dólares, que nos daría una red más veloz y con más equipos conectados entre ellos *Main Frames*, utilizadas en corporativos.

También se tiene que tomar en cuenta el costo del cableado que hay que instalar, que dependerá del tamaño de la LAN.

Velocidad. En las actuales redes locales, la velocidad de transferencia de datos varía. La transferencia de datos más lenta es de 100 kbps y la más rápida de 100 Mbps, aunque no hay que tomar en cuenta solo la velocidad, sino también otras características que se relacionan con ella, como es el *Retardo* (entendiéndose como el tiempo que transcurre entre el envío y la recepción de un paquete de información).

El retardo de una LAN es considerado como pequeño variando de 10 a 100 microsegundos y se ubica entre de una Red de Área Extendida (la cual es más rápida) y el de un sistema fuertemente acoplado (con el cual es más lento), ayudado por el hecho de que las distancias son pocas y la velocidad alta.

Simplicidad. La forma de conexión de una LAN es comúnmente de una forma topológica simple, que puede ser un anillo o un árbol, ayudando con ello, a que no exista ningún encaminamiento, pues todos los dispositivos de la red ven cada paquete que se transmite.

En las LAN no existen los nodos de conmutación, que realizan almacenamientos temporales dentro de la red para evitar las colisiones en los enlaces. En las LAN las colisiones y los almacenamientos temporales se realizan en los adaptadores de las computadoras, ya que normalmente los paquetes viajan de la fuente a su destino.

Tasa de error. La tasa de error de una red local es baja, debido a las cortas distancias a cubrir. En una medición práctica de una instalación típica, una razón señal a ruido es de 1 bit de error cada 10^{11} , considerado aceptable.

Distribución de Procesamiento. Las redes están diseñadas para soportar la distribución de los procesos en las diferentes estaciones de trabajo, dando mayor rapidez al trabajo a realizar, que cuando se procesaba en una computadora central.

1.4. NORMAS EN UNA RED LOCAL.

En 1978, con el fin de regir la interconexión en sistemas de cómputo, la Organización Internacional de Estandarización (ISO), crea el modelo OSI (Open Systems Interconnections), definiendo la estructura de una jerarquía de siete niveles, donde cada uno tiene una función bien definida (el modelo OSI se verá más ampliamente en el capítulo IV).

En 1980, tres grandes compañías (Digital, Intel y Xerox), se unen para definir arquitecturas de Red apropiadas para las necesidades de las comunicaciones actuales. Buscando que diversos fabricantes aceptaran, de común acuerdo, diseñar productos tanto de software y hardware compatibles entre sí y así implantar los estándares en el mercado de redes. Éste estándar se conoció como DIX Ethernet y en 1982 la IEEE (Institute Electrical and Electronic Engineers) la adoptó con ligeras modificaciones, como parte de las IEEE 802 de estándares de redes de área local, con el objetivo de unificar criterios y hallar una solución armónica y eficiente a los diversos métodos de acceso, protocolos de línea, medios físicos, dispositivos conmutables, aplicaciones, etc., buscando compatibilidad a través del desarrollo de recomendaciones (estándares) de uso "Universal".

1.5. VENTAJAS DE UNA RED LOCAL.

a) En general, algunos estudios dicen que el 80% de los requerimientos de procesamiento en las aplicaciones más comunes se resuelven en un entorno de 70 metros alrededor de la ubicación del usuario, y otro 10%, dentro de los 800 metros. Por lo tanto el 90 % del requerimiento de los procesamientos, pueden ser resueltos dentro de la área de trabajo de una LAN.

b) *Compartir recursos.* Aspecto que le da más poder a una LAN, ya que trae mayores posibilidades desde el punto de vista de aplicaciones así como también, disminuye los costos por usuario conectado.

e) *Compatibilidad de Equipos*. En una LAN que tenga cierta flexibilidad a nivel de las interconexiones, es posible conectar equipo de diferente tecnología, proveedores, aplicaciones, etc.

d) *Procesamiento Distribuido*. Nos da la posibilidad de tener unidades redundantes (que no dependen de un único elemento central), disponer de cierto grado de independencia a nivel de usuario, y poder procesar en el lugar donde se originan los datos y se toman las decisiones finales.

e) *Aplicaciones Complementarias*. También llamado Valor Añadido que puede ser la comunicación entre terminales conectadas a la red, el acceso a bases de datos y documentos útiles, el soporte de correo electrónico, etc.

f) *Ventajas que presenta una LAN contra otras conexiones*. Velocidades mayores de transmisión de datos, menor tasa de error dada la distancia entre los equipos, transmisión simultánea de información de distinta naturaleza (datos, voz, vídeo, etc.).

g) *Simplicidad y Flexibilidad de modificaciones de configuración*. Casi siempre en las Redes de Área Local, las altas y las bajas de elementos de la misma no afecta al resto de los usuarios ni implican cambios en el software de control.

1.6. APLICACIONES DE LAS REDES LOCALES.

Hoy en día, es difícil encontrar una oficina que no cuente con equipo de cómputo y en algunas, su número es ya considerado. Por lo que las redes de computadoras han encontrado un gran desarrollo aplicadas en varias áreas de trabajo como por ejemplo:

Área Comercial y Bancaria. Donde son utilizadas para dar soporte a las transacciones. En un establecimiento comercial o bancario, que cuenta con computadoras conectadas a una red, puede tener acceso a información como lista de precios; existencias de productos, cajas punto de venta, estado de cuenta, etc.

Área Médica. Los hospitales podrán tener un monitoreo continuo de los pacientes con equipos controlados por computadoras, las cuales mandaran la información a un centro

de control a través de la red, teniendo también la oportunidad de acceder a bancos de datos remotos.

Área Gubernamental. Donde se utilizan tanto en prevención social o para el manejo y control de información criminal, eventos electorales, censos demográficos, pago de impuestos, etc.

Área educativa. Donde pueden ser utilizadas en cursos por vídeo conferencias, en las bibliotecas de las universidades para verificar la disponibilidad de algún libro, etc.

Las redes de cómputo tiene un horizonte tan variado que incluye los deportes, como fue el caso de fútbol, donde la copa del mundo USA'94 se contaba con una red de casi 1000 estaciones de trabajo y 15 servidores Sun distribuidos en varias ciudades norteamericanas.

CAPÍTULO II

MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Y

PRINCIPALES TOPOLOGÍAS

2.1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad es muy importante que las empresas, industrias, universidades y demás centros de trabajo cuenten con un adecuado sistema de comunicaciones que les permita cubrir las necesidades actuales y a futuro de sus aplicaciones, estableciendo así una comunicación más rápida y confiable entre los usuarios que formen la red de trabajo, por otra parte es indispensable contar con una comunicación con sus sucursales, ya sea, que se encuentren en una misma zona o en zonas remotas como pueden ser: plantas de producción, centros de distribución, oficinas de contabilidad, etc., esto es, poder establecer una comunicación local o remota entre varios centros de trabajo, localizados en una ciudad.

Debido a la creciente cantidad de información que se debe transportar entre los usuarios o departamentos, se ha llegado a la necesidad de establecer sistemas de comunicación entre ellos para el intercambio de los datos, programas, mensajes y otras formas de información, proporcionando caminos de comunicación entre las computadoras conectadas al sistema.

Esto implica la interconexión de sus computadoras por medio de una red de comunicación rápida y con suficientes periféricos conectados a varios de estas computadoras para cubrir las necesidades de los usuarios. De esta forma se compartieron los periféricos entre los usuarios, con la ventaja adicional de que los usuarios se podrían comunicar entre sí y acceder a los datos de un almacenamiento común.

Para realizar este tipo de sistemas de comunicación se deben tomar importantes decisiones al elegir el tipo de equipo y los medios de comunicación que la compañía pretenda adquirir, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que esto pueda traer en el futuro.

En el presente capítulo, se explicaran las características más importantes de los diferentes medios de comunicación existentes en el mercado, como lo son: el ancho de banda, la inmunidad a la interferencia, formas permisibles de conexión, costos de instalación, sus ventajas y desventajas con los otros medios, etc.

Así como también se explicará la importancia de contar con una topología que se adecue a las necesidades de transportación de información de la industria o empresa, tomando en

cuenta las características de cada topología. Es importante explicar las ventajas de cada una y desde luego las desventajas, y así al final llegar a una conclusión adecuada sobre cual topología y cual medio de comunicación son los más apropiados para un funcionamiento eficaz sobre la transmisión de datos en la empresa dependiendo de sus necesidades y problemas que se tengan que solucionar.

Al final del capítulo se presentan dos tablas de comparación de los medios de transmisión y de las principales topologías más utilizadas, con la finalidad de poder visualizar ampliamente las ventajas que existen entre ellos.

2.2. MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

El medio de transmisión es uno de los componentes más importantes que afectan el funcionamiento de la operación, podemos decir que es la columna vertebral del sistema donde viaja la información de un nodo de la red a otro.

La interconexión entre las estaciones de la red se realiza a través de un medio físico de transmisión. La selección del medio de transmisión depende de varios factores a considerar:

- Tipo de ambiente donde se va a instalar.
- Tipo de equipo con que se cuenta o se va adquirir.
- Aplicaciones y requerimientos.
- Capacidad económica.

Los medios de transmisión se pueden dividir en dos grupos:

Enlaces físicos terrestres y Enlaces aéreos, del primer grupo tenemos los siguientes:

- Par de cables trenzados.
- Cable coaxial de banda base.
- Cable coaxial de banda ancha.
- Fibras ópticas.

Del segundo grupo solo mencionaremos los siguientes ya que dependen de factores que no se pueden controlar fácilmente (utilizan a la atmósfera como medio de transmisión).

- Microondas.
- Infrarrojo.
- Láser.
- Radio frecuencia.

Las diferentes tecnologías de los medios de transmisión usadas, tienen varias características importantes como lo es el ancho de banda, la capacidad de conexión de dispositivos, inmunidad al ruido, las distancias físicas involucradas, el costo, la fiabilidad, etc. La siguiente figura resume las diferentes tecnologías disponibles actualmente.

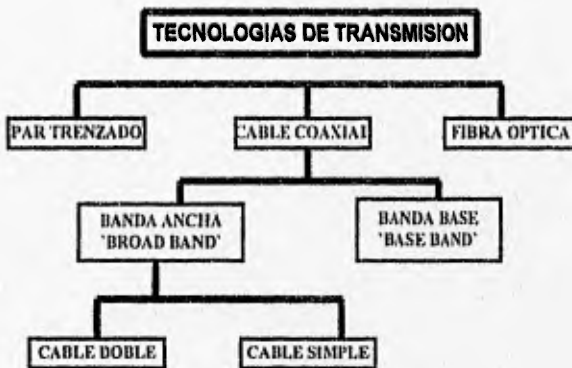


Figura 2.1. Medios de transmisión.

2.2.1. PAR TRENZADO.

El medio de transmisión con más antigüedad y todavía utilizado, es el par trenzado, está constituido principalmente por dos conductores de cobre trenzados o torcidos en espiral, en general de 1 mm. de espesor, los cuales están cubiertos de un aislante plástico. La forma trenzada del cable tiene una inclinación calculada, el objetivo es reducir la interferencia eléctrica con respecto a los cables cercanos que se encuentran a su alrededor y mantener constantes las propiedades eléctricas del medio a lo largo de su longitud, ya que la inmunidad al ruido y a otras interferencias en este medio es baja. El par trenzado se encuentra a la vez cubierto por un aislante plástico, con el objeto de protegerlo del medio ambiente.

Este medio de comunicación permite la transmisión analógica o digital, la aplicación más común del par trenzado es el sistema telefónico usado principalmente en centrales de conmutación de voz y datos. Dadas las propiedades eléctricas de este medio, la distancia máxima alcanzada con degradación aceptable en la calidad de la señal, es del orden de varias centenas de metros, el ancho de banda y la distancia dependen del calibre del cable; en muchos casos pueden obtenerse transmisiones de varios megabits/s.

El par trenzado con conductores de cobre más delgado y menos protegido esta dentro de la clasificación del tipo UTP (*Unshielded Twisted Pair*; par torcido sin blindar), son sumamente baratos, flexibles y nos permiten enviar una señal a una distancia de 110 metros sin el uso de amplificadores.

Los cables con conductores más gruesos y mejores protegidos están dentro del tipo STP (*Shielded Twisted Pair*; par torcido blindado), estos por supuesto son más caros y menos flexibles, permitiéndonos transmitir una señal hasta de 500 metros.

Su ancho de banda puede considerarse entre 1 a 10 Mbps, considerando que con altas velocidades aumenta la tasa de errores, por otro lado en una red típica se pueden tener conectados con este medio hasta 1000 dispositivos con un bajo costo.

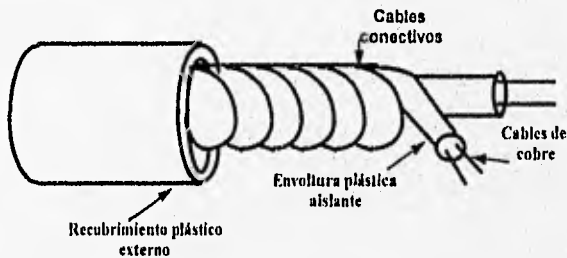


Figura 2.2. Par trenzado.

El par trenzado es típicamente utilizado para cualquier topología: anillo, estrella, bus y árbol, pudiéndose conectar terminales a computadoras, siendo también empleado para conectar una estación de interfase con el medio de transmisión, como en el caso de la Ethernet. En otras redes, tanto la conexión, la interfase y el propio medio de transmisión están formados por un par trenzado, este medio es muy frágil por lo que se requiere de protección especial como ductos o blindajes.

2.2.2. CABLE COAXIAL.

El cable coaxial, es otro medio típico de transmisión el cual está formado por dos conductores, el conductor central básico es un alambre de cobre que constituye el núcleo, el cual se encuentra cubierto de un aislante plástico, este material aislante se encuentra cubierto a su vez por una malla metálica de tejido trenzado. El conductor externo se conecta normalmente a tierra. Finalmente todo el conjunto esta protegido por una cubierta de plástico, comúnmente llamada *jaque*.

El ancho de banda de este medio de comunicación esta en un nivel medio de 10 Mbps; para cables de 1 Km., para distancias menores es factible obtener velocidades mayores teniendo una muy buena tolerancia a interferencias debido a factores del medio ambiente.

Los cables coaxiales son de una gran variedad de tipos y calibres, sin embargo su principal característica es que pueden transportar una señal eléctrica a una mayor distancia entre mayor sea el diámetro del cable conductor. Existen por ejemplo, el coaxial delgado *RG/62* con una impedancia de 90 ohms y diámetro de 0.2 pulgadas, el cual nos permite desplazar una señal sin necesidad de repetidores a una distancia efectiva de 600 metros, otro tipo de coaxial es el *RG/58* de 50 ohms, con un diámetro de 0.2 pulgadas, el cual nos permite transportar una señal hasta 185 metros, también sin el uso de repetidores, por otro lado el coaxial grueso *RG/59* de 50 ohms y 0.4 pulgadas de diámetro maneja señales de hasta 500 metros sin presentar atenuación que produzca errores en la comunicación.

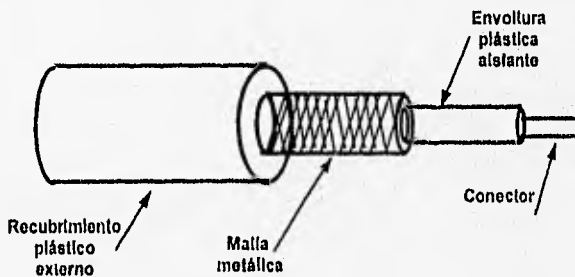


Figura 2.3 Cable coaxial.

Existen dos formas de conectar los nodos a un cable coaxial; en la primera se utiliza el conector llamado *Unión en T*, en esta forma se tiene que realizar un corte al medio e insertar el conector, logrando con esto el restablecimiento de el medio de comunicación, pero al mismo tiempo, se provee de una nueva conexión para el nodo. La desventaja de esta forma de conexión, es que la red debe de dejar de trabajar para conectar a un nuevo dispositivo.

La otra forma de conexión es utilizar un conector tipo *Vampiro*, que es orificio con un diámetro y profundidad muy precisas, en el cual se atornilla el conector especial, que perfora al cable y llega al núcleo del coaxial en forma precisa. Con este tipo de conexión se debe de tener mucho cuidado, pues existe la posibilidad de romper en dos partes el medio ó también si el orificio no tiene la profundidad adecuada existirán errores intermitentes. Por el contrario de la anterior forma, en este tipo de conexión la red no deja de trabajar al conectar un nuevo dispositivo.

2.2.2.1 TRANSMISIÓN EN BANDA BASE Y BANDA ANCHA.

Banda base.

La transmisión de datos en el cable coaxial se puede realizar de dos maneras: en banda base (*baseband*) y en banda ancha (*broadband*), esto es, la forma de como se transmiten los datos por el medio de comunicación.

En la transmisión en banda base, los valores eléctricos codificados que representan los 1's y 0's lógicos que componen los datos, se introducen directamente en el medio de comunicación, la mayoría de los sistemas en banda base usan una codificación de dos niveles, los cuales representan los valores lógicos que aparecen en el medio, la señal es enviada directamente al cable con corriente o tensión.

Las transiciones en el medio de estos dos niveles se hallan a una frecuencia cercana ó a una velocidad de transmisión igual. Sin embargo, la señal transmitida generalmente no es una representación bit a bit de los datos; la razón de esto es simplificar la recepción de los datos. A esta forma de comunicación de cable coaxial en transmisión en banda base se conoce como medio *pasivo* pues la energía es provista por las estaciones de trabajo.

Banda ancha.

En la transmisión en banda ancha se transmite una señal de alta frecuencia que puede tener los datos modulados de dos maneras. Un esquema de modulación es variar la amplitud de onda transmitida sobre un número fijo o constante de longitudes de onda. Un "0" lógico se representa como una serie de periodos de onda de baja amplitud. En tanto que la serie de periodos de alta amplitud se representan como un "1" lógico. Esta técnica se conoce como modulación en amplitud.

Otro método es la modulación de frecuencia, en la cual se usan dos diferentes frecuencias, normalmente cercanas para representar los dos valores lógicos. La ventaja de este método de banda ancha es que nos permite enviar varios canales de información por un mismo medio. Cada canal tiene diferente frecuencia portadora. Precisamente, debido a la existencia de varios canales, las redes que operan en banda ancha pueden permitir la transmisión simultánea de datos, voz y vídeo. El precio de esta ventaja es el costo y la complejidad.

Un problema común a ambos métodos es el de extraer la información de sincronización de los datos recibidos. Los dos métodos nos permiten la introducción y la recuperación de los valores lógicos. Sin embargo, se menciona antes que las señales enviadas al medio no son iguales que los datos, esto se debe a que la información de sincronización normalmente se codifica junto con los datos para permitir al receptor muestrear el flujo de bits en el momento adecuado.

La solución a los problemas de retardo de los datos y del cambio de frecuencia, que son más comunes en las redes locales, es codificar los datos de manera que el reloj de referencia pueda ser extraído de la señal analógica en la que se reciben los datos. Una manera más práctica de codificar muy utilizada en las LAN, es la llamada codificación Manchester.

Con la codificación Manchester cada periodo de bit se divide en dos intervalos iguales. Un bit binario con valor "1" se envía con un valor alto durante el primer intervalo y bajo en el segundo. Un bit binario de valor "0" es lo contrario, es decir, primero tiene un valor bajo y después un valor alto. Con este esquema se asegura que todos los periodos de un bit tengan una transición en la parte media, propiciando así un excelente sincronismo

entre el receptor y el emisor. Una desventaja en esta codificación es que requiere de un ancho de banda doble, dado que los pulsos tiene la mitad del ancho.

La codificación Manchester diferencial es una modificación de la codificación Manchester básica, en este esquema, un bit con valor "1" se indica por la ausencia de transición al inicio del primer intervalo, y un bit con valor "0" se indica por la presencia de una transición al inicio del primer intervalo. En ambos casos, existe una transición en la mitad del intervalo. Este esquema diferencial exige un equipo más sofisticado, pero ofrece una mayor inmunidad al ruido.

El factor que más influye en la restricción de la velocidad a la que se pueden transmitir los datos por el medio de comunicación es la forma en que se distorsionan los cambios instantáneos en los niveles de la señal. A medida que se incrementa la frecuencia de transmisión, se reduce la longitud de los pulsos sobre el medio. Como cada transición de la señal se distorsiona, se puede dar el caso de que el valor verdadero de los pulsos no alcancen. Usando un esquema de codificación que nos permita dos transiciones por cada tiempo de bit, la frecuencia de operación máxima se reduce a la mitad, este es el caso de la codificación Manchester y la codificación diferencial.

Coaxial con cable simple.

Las redes que utilizan banda ancha pueden configurarse de dos formas: con cable simple y cable doble. En la configuración con cable simple, se asignan diferentes frecuencias para la comunicación. La banda de baja frecuencia se utiliza para la comunicación que va de las estaciones al repetidor central, el cual mueve la señal a la banda de alta frecuencia y la retransmite rumbo a las estaciones destino. En el sistema de asignación baja, se utiliza una frecuencia entre 5 y 30 Mhz para el tráfico que llega, y entre 40 y 300 Mhz para el tráfico de salida.

En el sistema de asignación media, la banda de entrada es de 5 a 116 Mhz, en tanto que la banda de salida es de 168 a 300 Mhz. Estas técnicas y frecuencias se desarrollaron para el envío de las señales de televisión por cable y se han adoptado para redes sin realizar modificaciones.

Coaxial con cable doble.

La configuración con cable doble utiliza un cable para la transmisión de información de del nodo al repetidor central a través del puerto de salida por medio del cable 1, .Después, el repetidor pasa la señal al cable 2 con objeto de transmitir la señal de regreso al árbol. Todos los nodos transmiten sobre el cable 1 y reciben por el cable 2. Esta configuración es evidentemente más cara, pero no requiere que la interfase utilice componentes activos bidimensionales, que puedan comprometer la fiabilidad. En las redes de cable coaxial con transmisión en banda de base pueden conectarse hasta aproximadamente 100 estaciones con un alcance de 1 Km. La transmisión en banda ancha acomoda millares de terminales logrando extenderse hasta 5 Km. En términos de fiabilidad, las dos formas de transmisión poseen interfases cuya tecnología ya fue desarrollada a tal punto que las vuelve casi inmunes a fallas.

2.2.3 FIBRA ÓPTICA.

El cable de fibra óptica está constituido por una fibra muy delgada, elaborada con dos tipos de vidrio con diferentes índices de refracción, una en la parte interior y la otra envolviendo a la primera, esta diferencia en la refracción evita que la luz escape hacia el exterior, evitando la pérdida de información. La fibra esta cubierta por una placa aislante para darle mayor integridad estructural al cable y es sin embargo extremadamente flexible ya que se pueden dar giros de hasta 360 grados sin problemas que afecten la transmisión. La transmisión se hace a través de la señal de luz codificada, en la frecuencia de infrarrojo (10^{14} a 10^{15} Hz.), emitidos por diodos emisores de luz o láseres de semiconductores.

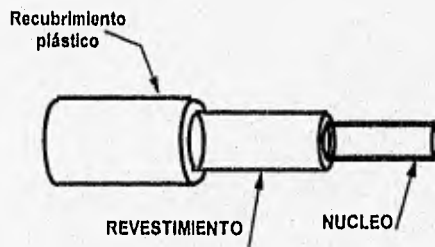


Figura 2.4. Fibra óptica.

Dadas sus propiedades físicas, la fibra óptica es inmune a la interferencia electromagnética, ruido y otras interferencias. Por estas razones, es más conveniente la modulación en banda base. Con la tecnología actual, se consigue la transmisión con altas velocidades a grandes distancias.

En el principio, la fibra óptica permitió la conexión punto a punto y multipunto. Sin embargo, esta última requiere el uso de acopladores ópticos bastante caros, cuya tecnología actual permite la conexión de sólo 16 nodos, debido a problemas relativos a la atenuación de la señal. Además, la fibra óptica es unidireccional, lo que hace necesario el uso de dos cables para redes organizadas en bus común.

El alto costo de la fibra óptica, junto con el problema mencionado de la conexión multipunto hace que, hasta el presente, ésta sea usada únicamente en compañías con una gran necesidad de transportar grandes volúmenes de información. Podemos prever, sin embargo, que esta situación podrá cambiar en un futuro no muy distante, cuando las investigaciones en curso se comercialicen.

2.2.4. COMPARACIÓN DE MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

MEDIO ----->	PAR TRENZADO	CABLE COAXIAL	CABLE COAXIAL	FIBRA ÓPTICA
CARACTERÍSTICA	UTP / STP	BROADBAND	BASEBAND	
VELOCIDAD TÍPICA	Hasta 10 Mbps	Hasta 50 Mbps	Hasta 100 Mbps	Teóricamente ilimitada hasta 200 Mbps
DISPONIBILIDAD DE COMPONENTES	Alta disponibilidad en el mercado	Limitada disponibilidad	Alta disponibilidad	muy limitada
COSTO DE LOS COMPONENTES	El más bajo de todos	Bajo	Medio	El más alto de todos
COMPLEJIDAD DE INTERCONEXIÓN	La más baja de todas	Baja	Media	Alta
FACILIDAD PARA CONEXIÓN MULTIPUNTO	Baja	Media 100 nodos	Alta 1000 nodos	Muy baja
CANTIDAD DE NODOS	10 nodos	De 10 a 100 nodos	100 por canal	De 2 puntos a 8 puntos
RELACIÓN SEÑAL/RUIDO ATENUACIÓN	Alta 11 dB/110 m	Media	Media	Baja
ESTADO DE LA TECNOLOGÍA	Maduro, es la red más antigua	En inicio de desarrollo	En desarrollo	En pleno desarrollo
DISTANCIA MÁXIMA	Hasta 110 m en UTP, y 500 m con STP en instalaciones tipo token Ring	Hasta 300 m sin el uso de repetidores	Hasta 600 m sin el uso de repetidores	Hasta 50 Km. sin el uso de repetidores
TOLERANCIA A FACTORES AMBIENTALES	Buena tolerancia	Muy buena tolerancia	Muy buena tolerancia	Excelente tolerancia

2.3. TOPOLOGÍA DE LAS REDES.

La topología de una red se refiere a como se establece y se cablea la red. La elección de la topología afectara la facilidad de la instalación, el costo del cable y la confiabilidad de la red. Existen varias topologías en cuanto a su configuración se refiere y son las siguientes:

- Estrella.
- Anillo.
- Bus.
- Árbol.

2.3.1. TOPOLOGÍA DE ESTRELLA.

Se constituye de una unidad de proceso central (*CPU*) que es la encargada de controlar el flujo de información a través de la red hasta todos los nodos. El tamaño de la red depende del poder del *CPU* central. También si por algún motivo el controlador se llegara a detener, la red dejaría de funcionar. Esta estructura por ser la más simple de diseño es normalmente usada en redes privadas (redes internas a las cuales solo tiene acceso el dueño de estas).

La gran mayoría de los sistemas de computación tradicionales están diseñados como redes estrella. En este tipo de redes, la computadora central actúa como controlador del flujo de información hacia y desde cada dispositivo del sistema.

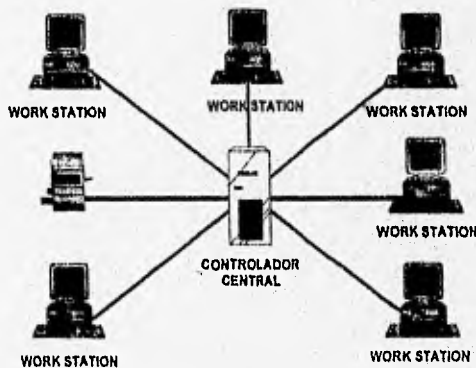


Figura 2.5. En estrella.

Este tipo de redes fueron las primeras en desarrollarse, debido a su estructura relativamente simple. Claro que también posee ciertas ventajas, entre las cuales citaremos, que las más importantes son en cuanto a facilidad de control, facilidad de ruteo, habilidad para asignar prioridades a algunos nodos. En caso de fallar el controlador central, todo el sistema deja de funcionar. De igual forma el crecimiento de la red esta en función de la capacidad del controlador central.

No obstante lo anterior estas redes tienen cabida en aquellos casos en que las aplicaciones principales están ligadas a gran capacidad de procesamiento, adecuada para computadoras centrales. También este tipo de redes representa una importante topología para las comunicaciones vía satélite.

2.3.2. TOPOLOGÍA DE ANILLO.

Este tipo de red se organiza con base en los datos que pasan de un elemento de la red al siguiente, por medio de repetidores conectados entre sí secuencialmente por pares de cables trenzados a otro medio físico de transmisión. Es importante señalar, que las señales solo pueden ir en una sola dirección.

La desventaja fundamental radica en el sentido de que si un nodo o elemento de la red se detiene, toda la red podría dejar de funcionar. Aunque cabe señalar que se han hecho investigaciones para mejorar la confiabilidad de estas redes, y algunas implementaciones solucionan este problema.

Otro problema propio de esta configuración, radica en el sentido de que a medida que fluyen los mensajes, puede disminuir notablemente la velocidad de la red. Así, por ejemplo, si los datos van a la derecha y la terminal receptora se encuentra a la izquierda de la terminal emisora, el mensaje debe pasar por toda la red antes de llegar al receptor.

Este tipo de redes fueron las primeras en desarrollarse, debido a su estructura relativamente simple. Claro que también posee ciertas ventajas, entre las cuales citaremos, que las más importantes son en cuanto a facilidad de control, facilidad de ruteo, habilidad para asignar prioridades a algunos nodos. En caso de fallar el controlador central, todo el sistema deja de funcionar. De igual forma el crecimiento de la red esta en función de la capacidad del controlador central.

No obstante lo anterior estas redes tienen cabida en aquellos casos en que las aplicaciones principales están ligadas a gran capacidad de procesamiento, adecuada para computadoras centrales. También este tipo de redes representa una importante topología para las comunicaciones vía satélite.

2.3.2. TOPOLOGÍA DE ANILLO.

Este tipo de red se organiza con base en los datos que pasan de un elemento de la red al siguiente, por medio de repetidores conectados entre sí secuencialmente por pares de cables trenzados a otro medio físico de transmisión. Es importante señalar, que las señales solo pueden ir en una sola dirección.

La desventaja fundamental radica en el sentido de que si un nodo o elemento de la red se detiene, toda la red podría dejar de funcionar. Aunque cabe señalar que se han hecho investigaciones para mejorar la confiabilidad de estas redes, y algunas implementaciones solucionan este problema.

Otro problema propio de esta configuración, radica en el sentido de que a medida que fluyen los mensajes, puede disminuir notablemente la velocidad de la red. Así, por ejemplo, si los datos van a la derecha y la terminal receptora se encuentra a la izquierda de la terminal emisora, el mensaje debe pasar por toda la red antes de llegar al receptor.

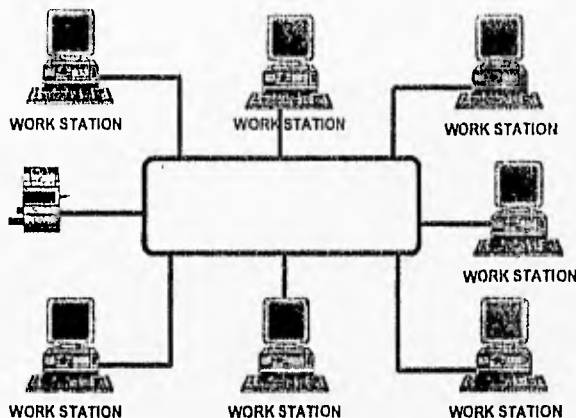


Figura 2.6. En anillo.

El mensaje que entra en este tipo de redes, debe contener un grupo de bits que indiquen la dirección donde se debe entregar el mensaje en el anillo.

Existen varios protocolos diferentes que pueden operar en comunicaciones punto a punto incluidas en un anillo, por conmutación de paquetes y pasajes de patrones de bits (*muestra - tokens*). En estos dos sistemas los mensajes con dirección pasan a través del sistema al receptor adecuado. La ventaja de este tipo de red es que requiere un mínimo de inteligencia, siendo el costo mucho menor. Aún con sus desventajas, algunas empresas utilizan con éxito este tipo de redes.

Una característica interesante de esta topología es el de tener el control distribuido. En el anillo, a excepción de algunas funciones y en algunos casos, cada elemento es de igual jerarquía que los demás, en lo que respecta a sus facultades de comunicaciones, esto proporciona mayor flexibilidad y confiabilidad.

En la topología lazo, a uno de los elementos del anillo se le confieren atributos mayores, es decir, una mayor jerarquía y por consiguiente el control centralizado de las comunicaciones. En este esquema de conexión la señal viaja también en forma circular, cuando el nodo central detecta una falla que se presenta en algún nodo dependiente, lo aísla sin que la comunicación de la red se llegue a interrumpir.

Combina algunas propiedades del anillo con la estrella y también sus desventajas, por otro lado la velocidad depende en relación directa de la velocidad de cada estación de trabajo.

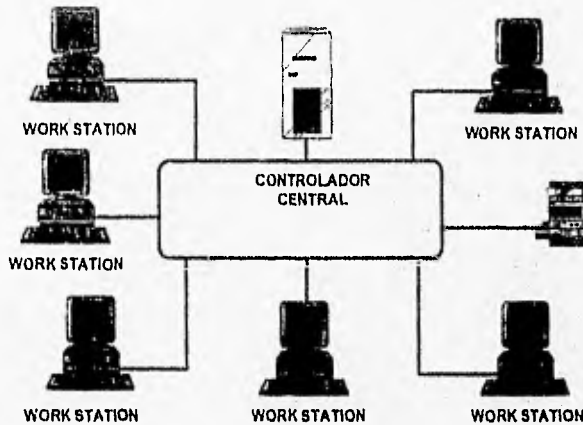


Figura 2.7. En lazo.

2.3.3. TOPOLOGÍA DE BUS.

En este tipo de red, hay ausencia de una computadora central, donde cada nodo o enlace en la red está conectado a un medio único y pasivo de comunicaciones, como por ejemplo, un cable coaxial. Cada nodo actúa como si fuera parte de una red anillo, pero un nodo no depende del siguiente para que el flujo de información continúe.

Este tipo de red permite que los mensajes sean transmitidos a todos los nodos simultáneamente a través del bus. En el momento en que un nodo reconoce que un mensaje va dirigido a él, lo saca del bus. Como consecuencia de esta independencia, aumenta notablemente la confiabilidad propia de la red. En este tipo de red, se requiere que cada nodo pueda transmitir, recibir y resolver problemas.

Dentro de la categoría general de estos sistemas, llamados de contención, hay diferentes variaciones que actualmente compiten por dominar el mercado, incluyendo la tecnología de banda base y tecnología CATV de banda ancha.

El sistema de banda ancha, que usa los componentes del sistema de televisión de circuito cerrado, tiene por objeto permitir que diferentes tipos de mensajes como lo son: voz, datos y vídeo; se transmitan por el mismo sistema.

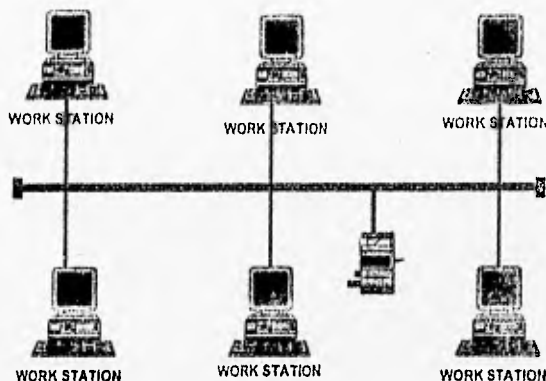


Figura 2.8. En bus lineal.

Actualmente, la red de bus de banda base, más ampliamente reconocido es la Ethernet, la cual permite que una diversidad de productos se conecten a un bus en un gran número de puntos intermedios de conexión. El bus no tiene controlador central y cuenta con un dispositivo de transmisión y recepción armado en cada punto de conexión. La información en el bus se puede intercambiar de diferentes maneras, usando varios protocolos diferentes. El producto Ethernet, por ejemplo, usa un sistema de contención para determinar lógicamente que dispositivo en el sistema tendrá acceso a la información en ese momento.

El protocolo de contención se llama Acceso Múltiple por Detección de Portadora/Detección de Colisión (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection CSMA/CD). El protocolo requiere un dispositivo para *escuchar* antes de transmitir el mensaje. El dispositivo puede enviar un mensaje solamente cuando no se detecta ningún otro ruido en la línea. En caso de que dos dispositivos comiencen a enviar un mensaje simultáneamente, se detectará la colisión y se detendrá la transmisión.

2.3.4. TOPOLOGÍA DE ÁRBOL.

En esta topología los nodos se encuentran distribuidos jerárquicamente, encabezados por el nodo de control, por lo tanto esta topología tiene un control centralizado. Aunque físicamente forma un árbol, lógicamente es de tipo bus, por lo que varias características también son aplicables a esta topología, como lo es el protocolo *CSMA/CD*.

Los dispositivos de comunicación son compartidos en forma lineal y los mensajes son difundidos a lo largo del bus y por lo tanto a los dispositivos conectados a este. Las jerarquías en las que se divide el árbol son directamente proporcionales a las funciones que realiza cada nodo.

Una de las principales desventajas es que si un nodo falla, la comunicación afecta a los usuarios conectados al nodo en cuestión, otra es la total dependencia del nodo de distribución y control, por lo que si este deja de funcionar la red también así lo haría.

Algunas de sus ventajas son, el poder distribuir el control a través de la red, así como agregar nuevos nodos utilizando las conexiones punto a punto siendo de este modo más económico y simple.

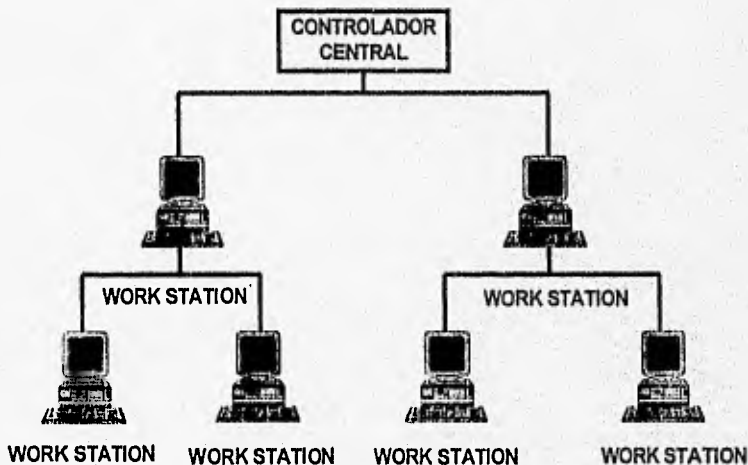


Figura 2.9. En árbol.

Ethernet.

Es un esquema de red local que permite conectar varias máquinas de oficina, estaciones de trabajo y computadoras a una sola red. Utiliza un cable coaxial para conectar varias piezas de equipo de información. La arquitectura consta de un bus de acceso múltiple con control distribuido.

La velocidad de transmisión es de 10 Mbps. Ethernet utiliza el concepto de colisión para decidir cuál será el nodo o computadora que se comunicará. Cuando está en curso una transmisión, los demás nodos o computadoras esperan. Cuando la transmisión en curso se detiene, entonces puede intentar transmitir cualquier otro nodo o computadora.

Si hay colisión, ambos detienen su transmisión y esperan para comenzar nuevamente. Finalmente, uno de los dispositivos comienza a transmitir de nuevo, no sufre colisión con las otras transmisiones y puede completar la transmisión mientras los demás dispositivos esperan. Este concepto de colisión permite a la Ethernet operar sin control central, simplificando mucho la adición de nuevos dispositivos a la red después de la instalación inicial.

La red Ethernet consiste principalmente en:

Ether. Un cable de cobre y plástico de gran confiabilidad y bajo costo.(cable coaxial).

Transmisores-Receptores. Dispositivos que introducen y extraen bits de información cuando los bits pasan por el cable (transceivers).

Controladores. Circuitos integrados a gran escala que permiten la conexión de todo tipo de equipo al Ethernet.

Derivaciones. Dispositivos de conexión física al Ether afectando lo menos posible sus características de transmisión.

El sistema resultante es rápido, confiable, económico y fácil de ampliar con nuevo equipo.

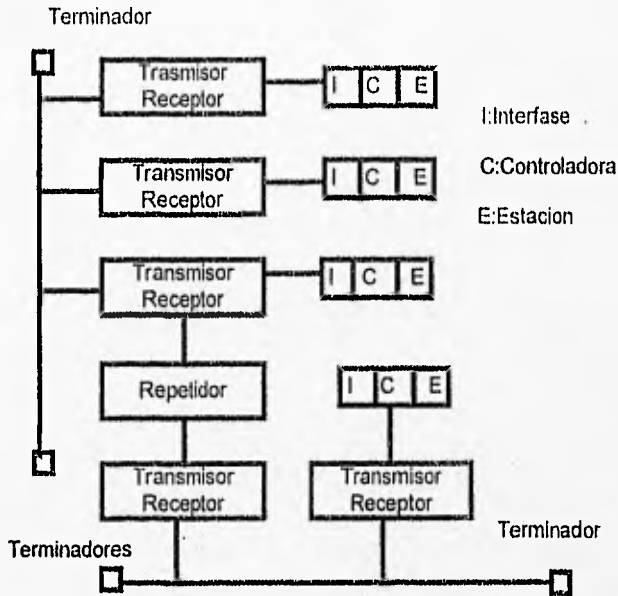


Figura 2.11. Red de dos segmentos.

El método de colisiones para compartir la red puede parecer ineficiente a primera vista, pero la red opera con tanta rapidez (unos diez millones de bits por segundo) y los paquetes son tan cortos (la longitud máxima de los paquetes es de 1500 bytes), que cada transmisión dura como máximo menos de una milésima de segundo. De esta forma, el número de colisiones es pequeño a menos que una instalación sobrecargue la red al conectar demasiados dispositivos activos. Debido a que el control lo proporcionan todos y cada uno de los dispositivos o nodos de forma individual, la confiabilidad de la red es muy alta. Si un nodo individual falla, la red seguirá funcionando.

Una desventaja del Ethernet reside en que es una red de banda base en vez de una red de banda ancha, por lo que no puede transmitir más que en un solo canal, utilizando por tanto, sólo un pequeño porcentaje de la capacidad del cable coaxial Ethernet. Esto hace que los sistemas de banda ancha sean más valiosos para los ambientes de transmisión de modos múltiples del futuro.

2.3.5. CUADRO COMPARATIVO DE DIVERSAS TOPOLOGÍAS.

TOPOLOGÍA ----> CARACTERÍSTICA	ESTRELLA	ANILLO	BUS COMÚN
SIMPLICIDAD FUNCIONAL	Es la mejor de todas	Razonable	Razonable un poco mejor que la anterior
COSTO DE CONEXIÓN	Alto se utiliza demasiado cable	Bajo hacia un nivel medio	Bajo
APLICACIONES	Todas la que involucran proceso central de todos los mensajes	No existen limitaciones en las aplicaciones	Alto número d aplicaciones
CRECIMIENTO	Limitado a la capacidad del nodo	Teóricamente infinito	Alto
COSTO DE CONEXIÓN MULTIPUNTO	Alto	Bajo hacia medio	Bajo
RENDIMIENTO	Bajo todos los mensajes deben de pasar por el nodo	Alto, posibilidad de que más de un mensaje se transmita al mismo tiempo	Medio, solo un mensaje viaja por el Bus
FIABILIDAD	Baja, depende dal procesador central	Buena, si se toman cuidados edecuadaos	Excelente, los nodo se pueden retirar del Bus sin afectar la red
ENCAMINAMIENTO	Inexistente	Inexistente	Inexistente
RETRASO DE TRANSMISIÓN	Medio	Bajo, pudiendo llegar a no más de un 1 bit por nodo	El más bajo de todos

CAPÍTULO III

MÉTODOS DE ACCESO

Y

ESTÁNDARES

MÁS UTILIZADOS

3.1. INTRODUCCIÓN.

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, *red* significa conectar computadoras entre sí, de tal forma que se comuniquen unas con otras, esta comunicación consiste en el intercambio de información así como también el compartir los recursos entre ellas (impresoras, discos, archivos, etc.).

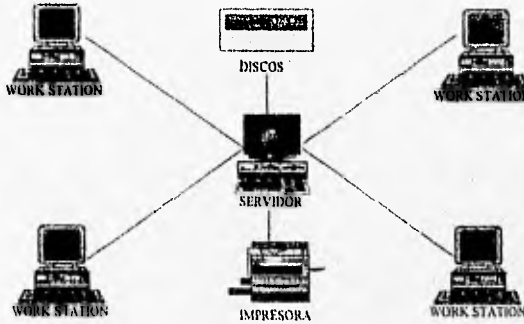


Figura 3.1. Red de área local.

La comunicación se realiza con el envío de paquetes de información de la computadora principal (Main Frame, Host) hacia las estaciones de trabajo o del servidor de archivos (File Server) hacia las estaciones de trabajo, la forma en que es enviada esta información a través del sistema operativo de la red se conoce como protocolo, cada topología tiene un protocolo.

Las redes se pueden dividir en dos categorías: la que utilizan conexión punto a punto y aquellas que utilizan canales de difusión.

Retomando el tema del protocolo, sus principales funciones son:

FRACCIONAR INFORMACIÓN.- Se divide la información en paquetes, esto significa en pequeñas cantidades de datos, esta información es poco probable que quede en un sólo paquete, por lo que en la mayoría de las ocasiones se tiene que llevar acabo el fraccionamiento.

ACCESO AL MEDIO.- Los nodos registrados en la red deben verificar si el medio esta libre o disponible, ya que el medio no niega su acceso y es función del protocolo dar esta función.

DETECCIÓN DE ERRORES.- Cuando se establece un diálogo, intercambio de información entre nodos de la red o entre servidor y estaciones de trabajo, el usuario espera ver este diálogo totalmente transparente libre de errores, entonces una de las funciones principales del protocolo es proporcionar este servicio.

En resumen, hasta este momento el proceso que sigue un protocolo, es primero fraccionar la información en paquetes y su tamaño dependerá de la red, enseguida se envía el paquete al canal dependiendo del método de acceso que se tenga, por último debe de existir una forma de detección de error.

El protocolo que envía la información espera que el protocolo receptor le envíe un mensaje de que recibió el paquete o información sin error, muchas veces ese reconocimiento es positivo, pero otras veces el protocolo receptor le envía un reconocimiento de que tal vez todavía tiene espacio disponible para recibir más paquetes o le envíe un reconocimiento negativo, lo que significa que tiene que retransmitir el paquete o toda la información.

NÚMERO DE SECUENCIA.- Esta es una herramienta poderosa ya que se le da un número ascendente a cada paquete de la información fraccionada y espera el nodo receptor recibir todos los paquetes en orden ascendente o en forma aleatoria, el nodo receptor los acomodara en el orden que corresponde y si falta algún paquete le envía un mensaje al nodo transmisor para que vuelva a iniciar otra vez todo el proceso.

CONTROL DE FLUJO.- Esto es no dejar que un nodo de alta velocidad sature a la red o a un nodo de baja velocidad, esto se consigue con el siguiente mecanismo, el cual consiste en que los nodos correspondientes coincidan en el máximo tamaño de datos que se puedan transmitir para que el nodo receptor los pueda recibir.

En la mayoría de las ocasiones se relaciona al método de acceso con los protocolos que los utilizan, algunos protocolos que son más utilizados son los siguientes:

- DECnet.
- Novell IPX.
- TCP/IP.
- Token Ring.
- MAP (Manufacturing Automatic Protocol).

3.2. MÉTODOS DE ACCESO MÁS IMPORTANTES Y UTILIZADOS.

3.2.1. POLEO.

Este método de acceso esta asociado usualmente con la topología de tipo estrella, su funcionamiento puede ser comprendido si se imagina como un reloj de doce números y una manecilla que gira rápidamente alrededor de los doce números y cada vez que toca a un número pregunta si ese número tiene algún mensaje a enviar, si es así, el mensaje es leído por el file server (servidor de archivos); si no existe mensaje la manecilla atiende al siguiente número. Si el file server tiene algún mensaje para alguna estación de trabajo, la manecilla se coloca en la posición correcta y el mensaje es enviado. Este método de acceso elimina la posibilidad de que una estación de trabajo interfiera la comunicación de otra estación de trabajo.

El poleo es un método de operación que se encuentra en sistemas controlados por el file server. El nodo controlador constantemente polea las estaciones de trabajo conectadas a éste para saber si desean transmitir algún mensaje. Cuando una de las estaciones de trabajo envía la señal para transmitir, el servidor provee la autorización del canal de comunicación.

El poleo ocurre cuando el file server envía en secuencia, un mensaje pequeño a cada uno de los nodos (computadoras o estaciones de trabajo). cada uno de los pequeños mensajes contiene la dirección única de cada nodo. El mensaje poleado debe de ser recibido por varios nodos, pero sólo uno de los nodos con la misma dirección del mensaje se le permitirá transmitir. Los nodos de las otras estaciones de trabajo deben de esperar para transmitir hasta que se les envíe un mensaje con su misma dirección. Este tipo de método de acceso implica una red con control jerárquico concentrado (topología estrella).

El tiempo establecido de poleo para cada nodo de la red debe de ocurrir varias veces por segundo. Si el canal se encuentra ocupado en el instante en que un nodo necesita transmitir datos, este debe de esperar hasta que sea poleado y el nodo que tiene ocupado el canal deje de tener prioridad.

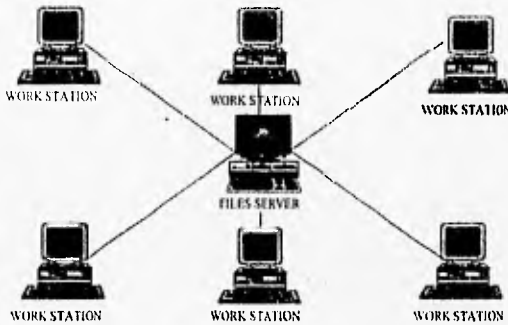


Figura 3.2. Método de acceso tipo poleo.

3.2.2. CSMA.

Este método de acceso esta asociado con la topología lineal o bus. Se puede entender si se compara con una carretera; cuando existe poco tráfico, la carretera es segura y fácil de utilizar, es como si un conductor quisiera utilizar la carretera, primero se detiene en el acceso y observa, si está libre entonces entra, pero si la carretera está congestionada, el conductor tiene que esperar para poder accederla.

Cuando un nodo transmite por una red de tipo bus (línea común), sus mensajes los escuchan todos los demás nodos conectados. Se desprende de ello, que sólo se puede permitir el acceso a solo un nodo a la vez, ya que si dos nodos transmiten simultáneamente, sus mensajes colisionarán y se perderán.

Los métodos de acceso más comunes para las redes de bus se denominan de acceso aleatorio. En ellos, el control de transmisión, se distribuye entre los nodos conectados a la red. Cuando un nodo decide transmitir, lo hace esperando ser el único nodo transmisor sin que ningún otro lo interrumpa. Si el nivel de tráfico en la red es bajo, la posibilidad de que otro nodo transmita al mismo tiempo será suficientemente pequeña para confiar en que la transmisión se realizará con éxito. Se dice que ocurre una colisión de paquetes

cuando un nodo comienza una transmisión mientras otro está en ese proceso; esto causa la corrupción de datos en los paquetes. Cuando ocurre una colisión debe ser responsabilidad de los nodos detectarla y cesar la transmisión. Es posible que una colisión de paquetes sólo pueda ser detectada por el nodo receptor usando procedimientos de verificación de errores en el paquete que se introduce. En este caso corresponde al protocolo de mayor nivel que se utiliza, por ejemplo, un reconocimiento o un tiempo de espera, para iniciar una retransmisión. Cuando el nodo transmisor detecta una colisión, debe de cesar la transmisión y dejar que expire el tiempo de espera antes de intentar la retransmisión. La longitud es aleatoria para cada nodo, a fin de evitar la posibilidad de una segunda colisión.

Las redes de bus con un nivel de tráfico más alto y por tanto, con una mayor probabilidad de colisión de paquetes, emplean técnicas diseñadas para reducir la necesidad de retransmitir. Cuando el retardo de propagación entre la fuente y el destino es pequeña en relación con el tamaño del paquete, se usa la técnica antes explicada, acceso múltiple con detección de portadora (*CSMA, Carrier Sense Multiple Access*), para incrementar el uso del bus.

3.2.3. CSMA/CD.

En este método de acceso, un transmisor potencial escucha al medio de comunicación para determinar si hay un nodo utilizando el bus. Si el bus está en silencio, entonces se realiza la transmisión, aunque no se garantice el éxito. Como existe una probabilidad finita de que otra estación comience una transmisión al mismo tiempo, entonces puede ocurrir una colisión. El tiempo mínimo para detectar una colisión es, precisamente, el tiempo que tomará la señal para propagarse desde una estación a la otra. Basados en este punto, se podría pensar que, un nodo que no escuchara la colisión una vez iniciada su transmisión, durante un tiempo equivalente al tiempo de propagación de la transmisión a través del cable después de haber tomado posesión del medio; es por que no se produjo colisión, pero considerando el peor de los casos; sea el tiempo τ , el que tarda en propagarse una señal entre las dos estaciones más alejadas, uno de los nodos empieza a transmitir en el tiempo $(\tau - \epsilon)$, es decir, un instante antes de que la señal alcance al nodo más distante, pero este también empieza a transmitir. Naturalmente que detecta la colisión casi de inmediato y se detiene; pero la pequeña ráfaga de ruido generado por la colisión no llega al nodo origen, hasta después de un tiempo de $(2\tau - \epsilon)$, esto quiere decir,

que un nodo no puede asegurar que ha tomado posesión del medio, sino hasta que haya transcurrido un intervalo de 2τ , sin haber escuchado ninguna colisión.

Resulta importante entender que la detección de colisión es un proceso *analógico*. El hardware del nodo deberá escuchar lo que haya en el cable, mientras éste este transmitiendo. Si la información que esta leyendo es diferente a la que está enviando, entonces determinará que ha ocurrido una colisión. Esto implica que la codificación de la señal deberá detectar la colisión (es decir, una colisión entre señales de 0 volts, sería casi imposible de detectar). Por esta razón se utiliza comúnmente la codificación *Manchester*, por lo que en cualquier instante, el medio puede estar en alguno de los tres estados siguientes, esto si se utiliza cable coaxial: transmitiendo un bit 0 (señal baja seguida de una alta), transmitir un 1 (señal alta seguida de una baja), o bien, en un estado inactivo (0 volts). La señal alta tiene un valor de $+0.85$ volts, en tanto que la señal baja es de -0.85 volts, dando un valor de 0 volts c.c.

Regresando al punto de las colisiones, cuando dos paquetes se colisionan, el canal permanece inutilizable por la duración de transmisión de ambos paquetes dañados y el tiempo se divide en ranuras discretas, cuya longitud es igual al peor caso de tiempo de propagación que se tarda en dar una vuelta completa al cable el cual ya se definió como 2τ . Para poder acomodar la trayectoria más larga que se permite en el 802.3 que es de 2.5 Km. y considerando cuatro repetidores, se ha establecido un tiempo de ranura de 512 bits, o sea, $51.2 \mu\text{s}$. Estas reglas deben ser añadidas a las reglas del CSMA:

1. Si una colisión es detectada durante la transmisión, inmediatamente se debe interrumpir la comunicación y enviar una señal especial de invalidación en el cable, esta señal es llamada de error *jamming signal* para asegurar que todos los nodos reconozcan que ocurrió una colisión.

2. Después de transmitir la señal *jamming signal*, se debe de esperar un lapso de tiempo aleatorio, para intentar retransmitir de nuevo el mensaje utilizando CSMA/CD. De esta manera la cantidad de ancho de banda desperdiciado es reducida al tiempo que toma detectar la colisión.

Para el caso de un nodo que envía un mensaje o paquete, menor que el tiempo de colisión; ésta terminará de transmitir antes de que una colisión pudiera suceder; mientras

transmite, el nodo no puede *leer* dicho estado del bus así, por lo tanto no se entera de la colisión.

Para minimizar repetidas colisiones, cada nodo envuelto en una colisión trata de retransmitir su mensaje a diferente tiempo y este tiempo aleatorio va creciendo exponencialmente en cada reintento de transmisión. Con el reintento aleatorio, los dos nodos envueltos en una colisión están expuestos a colisionarse en sus siguientes intentos. Para asegurar que sus reintentos mantengan estabilidad, la IEEE 802.3 utiliza la técnica de disminución exponencial binaria. Después de la primera colisión, cada nodo espera de cero a un tiempo de ranura, antes de intentar de nuevo. Si dos nodos sufren una colisión y estos seleccionan el mismo tiempo aleatorio, se tendrá una nueva colisión. Después de esta segunda colisión, cada nodo selecciona un número, que puede ser 0,1,2 ó 3 unidades de tiempo en forma aleatoria y entonces espera ese tiempo de ranura. Si ocurriera una tercera colisión, entonces el número de ranuras que tendrá que esperar para la próxima ocasión, será elegido en forma aleatoria, del intervalo entre 0 y 2^3-1 . En general, después de l colisiones se seleccionará un número aleatorio cuyo valor oscila entre 0 y 2^l-1 . Sin embargo después de que se hayan presentado 10 colisiones, el intervalo de aleatoriedad se congela a un valor máximo de 1023 ranuras. Después de 16 colisiones, el controlador desiste totalmente e informa al CPU sobre el fallo; de tal forma que la recuperación queda en manos de las capas superiores.

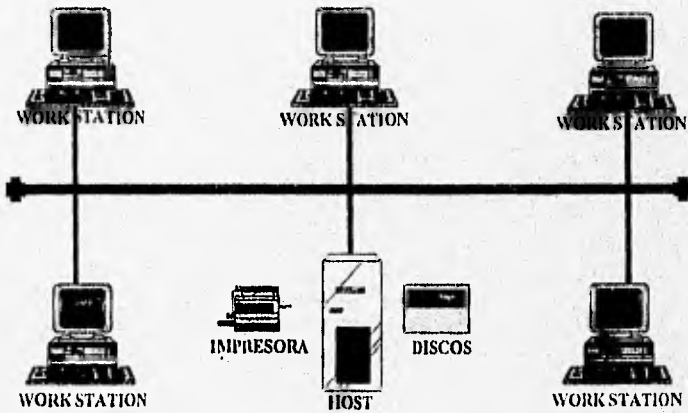


Figura 3.3. CSMA y CSMA/CD.

A continuación se mencionará los diferentes tipos de cable que utiliza el protocolo Ethernet:

- Cable coaxial grueso (máximo 500 mts.).
- Cable coaxial delgado (máximo 185 mts.).
- Cable de transmisor receptor (máximo 50 mts.).
- Fibra óptica. (Depende de la fibra óptica que se utilice).

Un sistema puede estar constituido por varios segmentos de cable y varios repetidores, pero no es posible que más de dos repetidores se encuentren separados por una distancia mayor de 2.5 Km.

La estructura de la trama para un 802.3, se muestra en la figura 3.4.

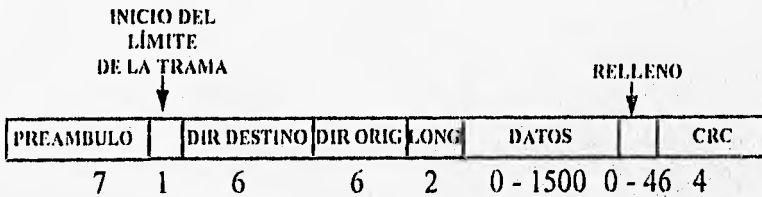


Figura 3.4. Estructura de una trama Ethernet.

Cada trama comienza con un preámbulo de 7 octetos cada uno con el siguiente patrón de bits 10101010. Con la codificación Manchester de este patrón se genera una onda cuadrada de 10 Mhz, durante 5.6 μ s, con objeto de permitir que el reloj del receptor se sincronice con el transmisor. Después, viene un octeto de inicio de trama, que contiene el patrón 10101011, para indicar el inicio de la misma. Además contiene esta trama dos direcciones, una de ella es para el destino y la otra es el de el origen, estas direcciones se asignan por la IEEE, la cual se las da al fabricante para que se las ponga a sus productos.

El campo de longitud indica cuántos octetos están presentes en el campo de datos, desde un mínimo de 0 hasta un máximo de 1500. Aunque un campo de datos de 0 octetos (bytes) es legal, origina un problema, ya que si un nodo detecta una colisión, corta la trama que se ésta transmitiendo, lo que quiere decir que, en el medio aparecerán pedazos de trama y bits parásitos. Para simplificar la distinción entre las tramas que son válidas y

las que son basura, el S02.3 establece que las tramas válidas deberán tener por lo menos una longitud de 64 bytes, desde la dirección destino hasta el CRC (código de redundancia cíclica). Si la parte de datos correspondiente a una trama es menos de 64 bytes, el campo de relleno (46 bytes) se utilizará para llenar la trama al tamaño mínimo requerido.

El campo final correspondiente al código de redundancia cíclica. Es efectivamente un código de 32 bits, que representan el conjunto de datos. Si algunos bits de datos se reciben erróneamente (debido al ruido en el cable), es muy probable que el código de redundancia cíclica sea incorrecto y por lo tanto, el error será detectado.

3.2.4. TOKEN PASSING.

Este método de acceso es usado en las topología de anillo. Un *token* es un paquete especial de información que es enviado por la red y que circula de una estación de trabajo a la siguiente de una forma controlada, muy semejante en el funcionamiento de un tren de juguete en una vía circular. Las estaciones de trabajo que no tienen ningún mensaje que comunicar lo dejan continuar su camino. Las estaciones que tienen algún mensaje que enviar lo agregan al token y este continúa a la siguiente estación.

Con el método de acceso Token-Passing, las estaciones de trabajo no pueden acceder al canal de transmisión en cualquier momento, ya que deben de esperar que se les permita hacer uso de este. Este permiso indica que el canal no está en uso y existe en la forma de un pequeño mensaje predefinido que circula en el canal cuando este no esta ocupado. Este mensaje como ya se mencionó, es llamado *token*, contiene un patrón específico de bits que es reconocido por cada nodo de la red.

A continuación, se examinará una secuencia típica de eventos de una estación de trabajo en un anillo que necesita transmitir un mensaje.

La estación de trabajo no tiene permitido involucrarse en una situación de contención, por lo tanto debe de esperar hasta que un token libre pase por su receptor. La estación de trabajo reconoce el token y verifica uno de sus bits para saber si éste está libre u ocupado. Si el token está libre, la estación de trabajo captura el token y lo modifica de la siguiente manera; la estación de trabajo cambia el bit que indica que está libre el modo de uso; entonces agrega la siguiente información:

- Un byte de control.
- La dirección destino y origen.
- Información de ruta (si es necesario).
- Datos de mensaje.
- Secuencia de verificación de uso (Trama).
- Estado del byte del token en uso.

El estándar IEEE 802.5 llama un token libre *Token* y un token en uso *Trama*.

La estación de trabajo entonces transmite la nueva información creada en la trama a través del canal. La estación de trabajo destino recibirá la información de la trama cuando ésta reconozca su dirección (en el campo de la dirección destino). Esta última copiará el mensaje en su buffer de recepción y cambiará los bits del status del byte de la trama que indican que la dirección fue reconocida y la trama copiada.

La estación de trabajo destino transmite la información de la trama por el canal, donde esta continúa circulando hasta que regresa y es reconocido por la estación que envió el mensaje.

La estación de trabajo que envió el mensaje verifica su dirección en el campo correspondiente y copia la trama en su buffer de recepción, además verifica los bits del byte de estado, los cuales determinan, *la dirección reconocida* y que la trama fue correctamente *copiada*. Mediante estos bits, la estación de trabajo que envió la trama sabe que la estación de trabajo receptora recibió correctamente la trama. Si los bits no fueron enviados correctamente, la estación de trabajo de origen sabe que necesita regenerar el mensaje y retransmitirlo. Si los bits fueron enviados correctamente, la estación de trabajo de origen remueve el mensaje de la trama y modifica el bit del byte de acceso para indicar que el token está libre y transmite los tres bytes del token nuevamente al anillo.

En el nivel de la capa física, la norma 802.5 necesita pares trenzados recubiertos, operando de 1 ó 4 Mbps. La versión de IBM funciona a 4 Mbs. Las señales se codifican mediante el código Manchester, con los estados bajo y alto identificados como señales positivas y negativas con magnitud absoluta de 3.0 y 4.5 volts, respectivamente. En este punto, es apropiado discutir algunos detalles del manejo del anillo.

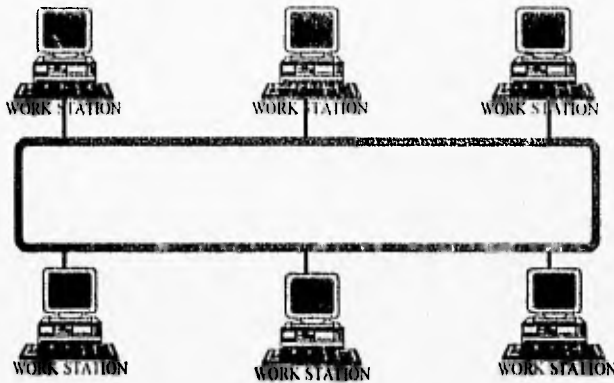


Figura 3.5. Token Passing.

3.2.4.1. EL TOKEN.

El Token que circula alrededor del anillo funciona como una señal electrónica digital *un permiso*. Cada estación de trabajo que capture el *Token* puede transmitir un mensaje, el resto de las estaciones de trabajo deben esperar. Una estación puede mantener el token durante el tiempo de retención del token, que es de 10 ms, a menos que una estación establezca un valor diferente.

3.2.4.2. EL MONITOR.

En una topología típica de anillo, un nodo o estación de trabajo es designada como un *Monitor Activo*. Teóricamente cada nodo tiene el software y hardware para llegar hacer la función de *Monitor*. Normalmente la primera estación de trabajo encendida es designada como el *Monitor Activo*. Las estaciones de trabajo restantes pueden ser designadas como *Monitores en Espera* y cada una está lista para ser el *Monitor Activo* en caso de que el existente falle. El Monitor Activo inicia el token, el estado del monitor es responsable de resolver los errores y supervisar la secuencia de recuperación. Los errores que debe detectar y resolver el monitor activo incluyen:

- Pérdida del token libre.
- La continua circulación de un token lleno o un token de alta prioridad.
- No existan múltiples monitores activos.
- Un anillo *corto*, esto es, un anillo con un delay low bit (bit de poco retardo) que no pueda mantener un token.

El monitor activo mantiene un reloj maestro del anillo que controla el tiempo de operación y asegura que todos los relojes del anillo estén sincronizados, además periódicamente envía un token, conocido como Ring Poll, a todas las estaciones trabajo. Esto inicia una *Secuencia Notificadora de Vecinos*, en donde cada estación de trabajo del anillo es necesario que adquiera la dirección de su vecino más cercano superior (NAUN, Nearest Active Upstream Neighbor). La dirección del NAUN es subsecuentemente utilizada durante errores para determinar la localización de la falla. Si el Monitor Activo falla, cada monitor en espera mantienen dos tiempos para detectarla. Los cuales son:

- GT (Good-Token), el cual es iniciado cada vez que el monitor en espera repite un token. Este tiempo tiene una duración más larga que el monitor activo, el cual es llamado AT (Any-Token).
- T (recibe-notificación), el cual, si expira, indica que el monitor en espera no ha recibido un token tipo Ring Poll, en el tiempo esperado.

Si cada uno de los tiempos de los monitores inactivos expira, se inicia una secuencia de *Reclamo del token*. El propósito de esto, es la de elegir el nuevo monitor activo cuando ha sido determinado que el original ha fallado. Nótese que el resultado de ésta secuencia es que el monitor en espera llegue a ser el nuevo monitor activo. Este nuevo monitor activo reinicia el anillo y un nuevo token. Si hay varios monitores en espera, el que tenga la más alta dirección asignada en su adaptador es designado como el nuevo Monitor Activo.

Los Monitores en espera también tienen tiempos que les permiten verificar el funcionamiento del anillo, pero como ejecutan una función de respaldo, sus periodos de tiempo son un poco mayores. Un monitor en espera chequea cada 2.5 segundos que un token libre u ocupado este circulando y que un token tipo Ring Poll sea enviado cada 15 segundos, de lo contrario, el monitor en espera comenzará a ejecutar medidas de corrección, las cuales incluyen el verificar si el monitor activo ha fallado y en caso afirmativo, empezará a analizar cual estación de trabajo pasará a ser el monitor activo.

DELIMITADOR INICIAL	CONTROL DE ACCESO	CONTROL DE TRAMA	DIR DEST	DIR ORIG	DATOS S/LIM	CRC	DELIMITAD. FIN DE TRAM.	ESTADO DE TRAM.
1	1	1	6	6	VAR	4	1	1

Figura 3.6. Token Ring.

Hablando sobre el formato de la trama del token (figura 3.6), los campos correspondientes al delimitador inicial y final, marca el principio y termino de la trama. Cada uno contiene patrones inválidos en codificación Manchester (IH y LL) para distinguirlos de los octetos de datos. El byte de control de acceso contiene el bit del token y también el bit del monitor. El byte de control de trama distingue las tramas de datos con respecto a varias tramas de control.

Después vienen los campos correspondientes a la dirección destino y origen, que son los mismos que se utilizaron con la norma 802.3. A éstos le siguen los datos, cuya longitud puede ser tan grande como sea necesario, suponiendo que la trama todavía se pueda llegar a transmitir dentro del tiempo de retención del token. El campo del código de redundancia, al igual que el correspondiente a los campos del dirección, es también el mismo que en la 802.3.

Un byte que no se encuentra presente en el otro protocolo, es el correspondiente al estado de la trama, el cual contiene los bits *A* y *C*. Cuando una trama llega a la interfase pone en uno el bit *A* durante su paso, si al mismo tiempo, la interfase copia la trama en la estación de trabajo, entonces pone también en estado alto al bit *C*. Una estación puede fallar durante el proceso de copiando de una trama, ya sea porque se lleno la memoria temporal, o bien, por otras razones.

Cuando la estación emisora vacía el contenido de la trama, que viene del anillo, verifica los bits *A* y *C*; los cuales pueden presentar tres combinaciones posibles:

$A = 0$ y $C = 0$ La estación destino no está presente o no está encendida.

$A = 1$ y $C = 0$ La estación destino está presente, pero la trama no es aceptada.

$A = 1$ y $C = 1$ La estación destino está presente y la trama está copiada.

Los bits *A* y *C* se encuentran también presentes en el campo del estado de la trama para así de esa forma incrementar la confiabilidad, ya que no están incluidos en el código de redundancia cíclica.

El delimitador de fin contiene el bit llamado *E* que se pone en estado alto siempre que cualquier interfase detecta un error, por ejemplo; un patrón que no se encuentre en código Manchester, en el lugar en donde no sea permitido. También contiene un bit que puede utilizarse para marcar la última trama en una secuencia lógica, como si fuera un bit de fin de archivo.

A continuación se analizará una variación del método de acceso Token Bus para ser utilizado en arquitecturas de línea común o bus.

3.2.5. TOKEN BUS.

El método de acceso *Token Passing* también puede ser utilizado en arquitecturas de bus. Este funciona de una manera similar al *Token Passing* en un anillo pero con algunas diferencias y es conocido como *Token Bus*.

- Un token controla el derecho de acceder al canal físico.
- La estación de trabajo que posea el control del token, tiene el control del canal.
- Cada estación de trabajo tiene su propia dirección llamada *TS* (This Station), la dirección de la siguiente estación *NS* (Next Station) y la dirección de la estación previa *PS* (Previous Station), almacenado en su tarjeta controladora.
- El Token circula entre las estaciones de trabajo que están conectadas al bus. A medida que el token va pasando por cada estación, un anillo lógico se va formando.
- La secuencia en que el token va circulando está en las direcciones de las estaciones de trabajo. Este empieza a circular en orden numérico descendente hasta alcanzar la estación de trabajo con la dirección más baja. Esta estación pasa el token a la estación con más alta dirección. Este método, en efecto, completa un anillo lógico.

Cuando el anillo lógico se inicia, la estación que tiene el número mayor es la que puede enviar la primera trama.

Algunas estaciones de trabajo pueden quedar fuera de la secuencia del token. Pueden recibir mensajes y también responder a un requerimiento, pero nunca recibirán el token y por lo tanto no les será permitido realizar una transmisión.

Para la capa física, el token bus utiliza el cable coaxial de 75 ohms. Tanto el sistema de cable sencillo como el doble (bicoaxial) están autorizados, con la posibilidad de tener velocidades de 1, 5 y 10 Mbps.

Token bus fue desarrollado por General Motors Company como su red local de trabajo estándar para sus sistemas de Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP, Manufacturing Automatic Protocol). Esto dio por resultado la publicación del IEEE a Token Passing Bus estándar llamado 802.4. Una de las razones de por que GMC desarrollo este tipo de protocolo fue que le interesaba mucho el 802.3 pero debido a la característica probabilística de este mismo, con un poco de mala suerte, una estación podría esperar mucho tiempo, en forma arbitraria, para poder transmitir una trama, otra de las razones, es que las tramas del 802.3 no gozan de prioridad alguna, de tal forma que resulta poco eficiente para sistemas de tiempo real.

Analizando el protocolo token ring tiene la desventaja de que el anillo resulta ser bastante inadecuado para la topología lineal de casi todas las líneas de ensamblado en el medio industrial. Esto dio como resultado el desarrollo de una nueva norma (802.4), con la robustez del cable de difusión 802.3, pero también con el conocido comportamiento eficiente del token ring.

Finalmente, un punto interesante es que la arquitectura de bus, que es de tipo baseband (un solo canal), puede tener solo un token en la red, pero las arquitecturas de bus que utilizan broadband (canal dividido de frecuencias) pueden tener varios tokens, uno por cada canal que se utilice.

Existen ciertos puntos que deben de ser considerados en el método de acceso *Token-Passing*.

Las redes *Token Passing* (anillo y bus), tienen la ventaja de ser determinísticas y de ejecución predecible.

Los esquemas prioritarios son usualmente construidos en la arquitectura del token, permitiendo mensajes prioritarios a ser implementados en todas las estaciones de trabajo conectadas a la red.

El tráfico pesado es manejado a través de éste sistema de prioridad y por el buffer de transmisión de cada estación de trabajo el cual permite que sólo una estación de trabajo que tenga el token transmita.

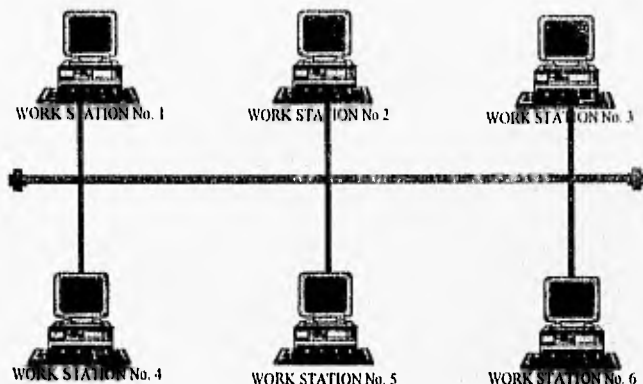


Figura 3.7. Token Bus.

En la figura 3.8. se muestra el formato de la trama del token bus. El preámbulo se utiliza para sincronizar el reloj del receptor y tiene una longitud variable, pero lo mínimo sería de un byte. Los campos del delimitador de comienzo y fin, se utilizan para marcar los límites de la trama. Estos dos campos contienen una codificación analógica de símbolos diferentes al uno y cero, por lo que no pueden aparecer accidentalmente en la información, por lo tanto no se necesita un campo de longitud.

Para las tramas de control, el campo de control de la trama se emplea para especificar el tipo de trama, como las tramas de transferencia de token y varias tramas de mantenimiento de anillo.

Los campos de dirección origen y destino, son los mismos que el 802.3. El campo de datos puede tener hasta 8174 bytes. Esta longitud es más de cinco veces mayor que la trama máxima correspondiente al 802.3, la cual se diseñó pequeña para evitar que una

estación o nodo se adueñara del canal por mucho tiempo. El código de redundancia cíclico se utiliza para detectar los errores de transmisión, empleando el mismo algoritmo y polinomio que el 802.3.

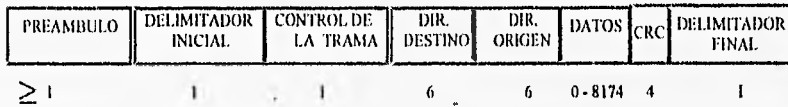


Figura 3.8. Estructura de la trama del Token Bus.

3.2.6. TIME SLOTTING.

Time Slotting es un método de división de tiempo utilizado para inhibir colisiones de mensaje. Usando este método de acceso el tamaño de un paquete es predeterminado. El algoritmo (el cual es un programa en ROM) y un reloj maestro son utilizados para dividir el tiempo en *Slots* (periodos) iguales, donde la duración es igual al tiempo de transmisión de un paquete de mensajes.

Las técnicas de *periodos* obligan a un ambiente de switcheo de paquetes, donde los mensajes son divididos en múltiples paquetes, con una longitud determinada para transmisión. Todos los nodos son sincronizados al reloj maestro de slots. Cuando un nodo tiene un paquete que transmitir, este espera hasta el comienzo del siguiente slot y envía el paquete por el canal.

Existen diferentes métodos para decidir cuando transmitir. En uno de los métodos, el nodo simplemente se sincroniza al comienzo del siguiente slot y escribe su paquete de información en el mismo, incluyendo la dirección del nodo al que se le envía el mensaje. La trama en el slot es transmitida por la red. Todos los nodos leen cada una de estas que pasa por la red. El nodo receptor reconoce su dirección, remueve el mensaje de la misma y la envía vacía. Esto asegura que el tiempo y espacio de la información transmitida permanezca constante.

Si algún otro nodo también transmite un paquete durante el mismo *slot*, el paquete original debe de llegar a su destino intacto (asumiendo la ausencia de errores en la transmisión). De otra manera, los paquetes se colisionan y ninguno es recibido correctamente. Un nodo transmisor asume que una colisión ha ocurrido si no recibe la

señal del paquete receptor dentro de un período establecido. La señal que indica *el mensaje fue recibido*, debe ser un paquete aparte o puede estar incluido dentro (*encabezado*) del mensaje que regresa. Cuando la señal de tiempo permitido se enciende, el nodo prepara el paquete para ser retransmitido, usando una técnica de resolución de colisiones.

En otro método, el nodo se sincroniza iniciando el slot, pero el mensaje solo puede ser introducido en la red por una interfase del nodo cuando este encuentra un slot vacío. Cada mensaje que se introduce en la red contiene una o mas direcciones de destino. Los nodos destino esperan copiar el mensaje cuando éste llegue e indiquen que han terminado, modificando el bit apropiado en la dirección del mensaje cuando regrese, generando así un slot vacío para que otra interfaz puede llenarlo con otro mensaje. La interfaz original puede determinar cual nodo destino ha recibido el mensaje verifica el bit del *mensaje recibido* que modificó cada estación. Este método de verificar un slot de tiempo vacío es uno de los seleccionados por la IEEE en sus estándares de Time Slot para LANs/MANs nombrado 802.6.

Time Slotting ha sido adaptado a las redes de tipo *Bus, Árbol y Anillo*. En cualquiera de los casos, las redes no están completamente descentralizadas debido a que un nodo debe indicar el patrón de slots y/o comenzar el contador. Este debe también, monitorear la red para asegurarse que los slots y tiempos están funcionando correctamente y que estén preparados para regenerar los mensajes si éstos fueron perdidos o dañados.

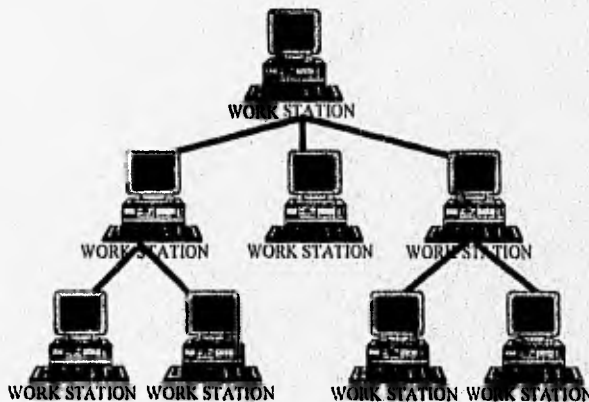


Figura 3.9. Time Slot.

3.2.7. COMPARACIÓN DEL TOKEN PASSING VS. CSMA/CD.

Se deduce de lo anterior, que el protocolo CSMA/CD detectará las colisiones una vez que ocurrieron, mientras los protocolos Token las evitan, esto lo logran permitiendo que sólo un dispositivo se comuniquen a la vez.

Después de estas consideraciones se puede reconocer los siguientes aspectos positivos y negativos de cada uno de estos protocolos:

CSMA/CD

VENTAJAS

- Rápido Acceso.
- Red Distribuida.
- Relativamente eficaz por su costo.
- Maneja Grandes Volúmenes (mientras el nivel de uso de línea sea moderada).
- Amplia disponibilidad de Productos.
- Estable bajo cargas no pesadas.
- Probabilística por naturaleza.

DESVENTAJAS

- Menos efectividad si la utilización llega a ser pesada.

TOKEN PASSING

VENTAJAS

- Eficiente en cargas pesadas.
- Determinista por naturaleza.

DESVENTAJAS

- Tiempo de acceso relativamente largo.

CAPÍTULO IV

INTERCONECTIVIDAD

ENTRE REDES

4.1. INTRODUCCIÓN.

La evolución de las comunicaciones no ha sido un fenómeno pequeño, en esta última década el primitivo telégrafo ha sido reemplazado por una inmensa variedad de redes y estas son ahora indispensables para nuestra sociedad moderna. Así que nosotros nos encontramos en una época tan importante como lo fue la revolución industrial, ya que el trabajo y el procesamiento de información se facilita mediante el uso de equipo de cómputo y más con las redes de computadoras, también cabe señalar que es muy importante el software instalado en éstas para su buen funcionamiento. Las técnicas de interconectividad entre redes permiten a los usuarios de diferentes redes trabajar unos con otros y compartir sus recursos.

En el presente capítulo se tratará el modelo de referencia OSI, como el conjunto de normas a seguir para la transferencia de información entre terminales, computadoras, etc. y a los dispositivos que intervienen en la comunicación de los equipos de cómputo, llamados retransmisores.

4.2. MODELO DE REFERENCIA OSI DE ISO.

Las siglas OSI significan interconexión de sistemas abiertos y fue creado por la ISO (organización internacional de normas), OSI se refiere a la conexión de sistemas heterogéneos es decir, a sistemas dispuestos a establecer comunicación con otros distintos. El modelo OSI consta de siete niveles o capas y son las siguientes:

- 1) Físico.
- 2) Enlace.
- 3) Red.
- 4) Transporte.
- 5) Sesión.
- 6) Presentación.
- 7) Aplicación.

4.2.1. NIVEL FÍSICO.

El nivel físico se ocupa de la transmisión de bits a lo largo de un canal de comunicación (medio físico). Su diseño debe asegurar que cuando un extremo envía un bit con valor 1, éste se reciba exactamente como un bit con el mismo valor en el otro extremo y no como un bit de valor 0. Se involucran parámetros tales como el nivel del voltaje de la señal, la cantidad de microsegundos que deberá durar un bit, la posibilidad de realizar transmisiones bidireccionales en forma simultánea, la forma de establecer la conexión inicial y como interrumpirla cuando ambos extremos terminan su comunicación o bien cuantas puntas terminales tiene el conector de la red y cual es el uso de cada una de ellas.

4.2.2. NIVEL DE ENLACE.

La tarea primordial del nivel de enlace consiste en asegurar la confiabilidad de la transferencia de datos a través del medio físico (envío de datos "tramas" con la necesaria sincronización, control de errores y flujo), o sea, a partir de un medio de transmisión común y corriente, transformarlo en una línea sin errores de transmisión para el nivel de red. Esta tarea se realiza al hacer que el emisor fraccione la entrada de datos en tramas, típicamente constituidas por algunos cientos de bytes, transmitidas en forma secuencial.

Como el nivel físico básicamente acepta y transmite un flujo de bits sin tener en cuenta su significado o estructura, recae sobre el nivel de enlace la creación o reconocimiento de los límites de la trama. Esto puede llevarse a cabo mediante la inclusión de un patrón de bit especial al inicio y al término de la trama.

4.2.3. NIVEL DE RED.

Proporciona a los niveles superiores la independencia del manejo de la transmisión de los datos y de las tecnologías de conmutación utilizadas para conectar sistemas, es decir, se encarga del enrutamiento de los paquetes de datos generados en el nivel de transporte, desde su origen hasta su destino, es el responsable de establecer, mantener y terminar conexiones, o sea, el nivel de red se ocupa del control de la operación de la subred. Un punto de suma importancia en su diseño, es la determinación de como enrutar los paquetes del origen al destino. Las rutas podrían basarse en tablas estáticas que se encuentran

"cableadas" en la red que difícilmente podrían cambiarse. También, podrían determinarse al inicio de cada conversación, por ejemplo en una sesión de terminal. Por último, podrían ser de tipo dinámico determinándose en forma diferente para cada paquete, reflejando la carga real de la red. La responsabilidad para resolver problemas de interconexión de redes heterogéneas recae en este nivel.

4.2.4. NIVEL DE TRANSPORTE..

Asegura la fiabilidad de la transferencia de datos entre puntos terminales, proporciona recuperación de errores punto a punto y control de flujo, es decir, la función principal de el nivel de transporte consiste en aceptar los datos del nivel de sesión y dividirlos siempre que sea necesario, en unidades más pequeñas, pasarlos a el nivel de red y asegurar que todos ellos lleguen correctamente al otro extremo, además todo este trabajo debe hacerse en forma eficiente, de tal forma que aisle el nivel de sesión de los cambios inevitables a los que esta sujeta la tecnología del hardware.

Bajo condiciones normales, el nivel de transporte crea una conexión de red distinta para cada conexión de transporte solicitada por el nivel de sesión, además es un nivel de tipo origen-destino o extremo a extremo. Es decir, un programa en la máquina origen lleva una conversación con un programa parecido que se encuentra en la máquina destino, utilizando las cabeceras de los mensajes y los mensajes de control, los protocolos de los niveles inferiores son entre cada máquina y su vecino inmediato y no entre máquinas origen y máquinas destino.

4.2.5. NIVEL DE SESIÓN.

Proporciona la estructura de control para la comunicación entre aplicaciones, establece, mantiene y termina conexiones (sesiones) entre aplicaciones que se están comunicando, es decir, el nivel de sesión permite que los usuarios de diferentes máquinas puedan establecer sesión entre ellos. A través de una sesión se puede llevar a cabo un transporte de datos ordinario, tal y como se hace en el nivel de transporte pero mejorando los servicios que ésta proporciona y que se utilizan en algunas aplicaciones. Una sesión podría permitir al usuario acceder a un sistema de tiempo compartido a distancia o transmitir un archivo entre dos máquinas.

Uno de los servicios de el nivel de sesión consiste en gestionar el control de diálogo. La sesión permite que el tráfico vaya en ambas direcciones al mismo tiempo o bien, en una sola dirección en un instante dado, otro de los servicios de el nivel de sesión es la sincronización.

4.2.6. NIVEL DE PRESENTACIÓN.

Se ocupa de la normalización de la forma en que la estructura de los datos se escribe y representa, o bien, el nivel de presentación realiza ciertas funciones que se necesitan con frecuencia, para buscar una solución general, para no dejar que cada uno de los usuarios resuelva los problemas. En particular y a diferencia de los niveles inferiores que únicamente están interesados en el movimiento confiable de bits de un lugar a otro, el nivel de presentación se ocupa de los aspectos de sintaxis y semántica de la información que se transmite.

4.2.7. NIVEL DE APLICACIÓN.

Proporciona servicios a los usuarios con terminales virtuales, transferencia de archivos, correo electrónico, la entrada de trabajo a distancia, el servicio de directorio y otros servicios de propósito general.

El nivel de aplicación contiene una variedad de protocolos que se necesitan frecuentemente con objeto de transferir funciones de la terminal virtual de una red a una terminal real, se debe utilizar un software que permita el manejo de cada tipo de terminal.

Las especificaciones OSI sólo son funcionales; especifican las tareas que se han de ejecutar en cada capa o nivel y están claramente definidas pero no determinan los métodos usados para cumplir estas tareas. La figura 4.1, muestra el modelo OSI de ISO.

NIVEL O CAPA

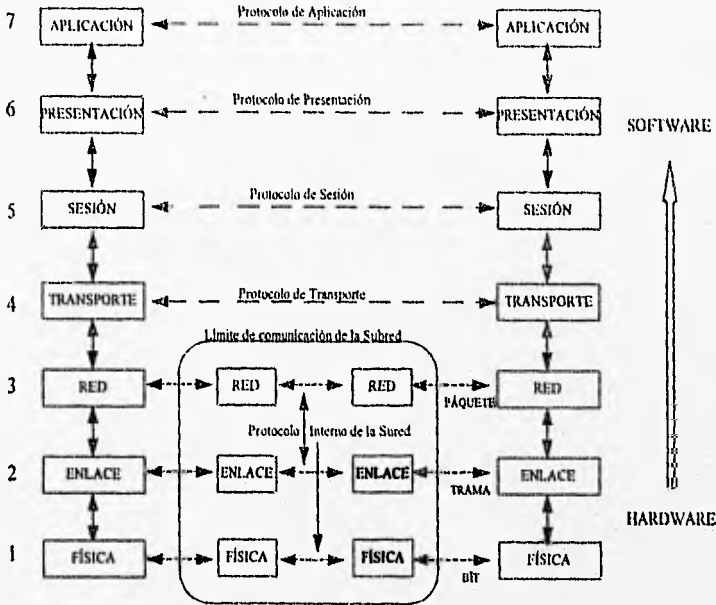


Figura 4.1. Arquitectura de una red basada en el modelo OSI.

4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INTERCONEXIÓN DE REDES.

A continuación se enumeran algunas de las características que aporta la interconectividad entre redes:

- 1) Proporciona el medio para facilitar la comunicación entre redes, abarcando el nivel físico y de el nivel de enlace de datos del modelo OSI.
- 2) Proporciona enrutamiento entre los usuarios de diferentes redes.
- 3) Proporciona un administrador de servicios para el control del uso de varias redes.

Para que exista una buena interconexión entre redes el servicio proporcionado no deberán requerir modificaciones en la arquitectura de cualquier red interconectada.

Proporcionar el acceso completo a otras redes no es fácil y la mayor parte de la complejidad de la Interconectividad se origina en los puntos anteriores; si bien el acceso limitado tal como el suministro de correo electrónico es menos complejo, no deja de tener sus complicaciones, la mayoría de las aplicaciones de la interconexión proporcionan acceso a aplicaciones selectas, pero la finalidad de la interconectividad es proporcionar el acceso a todas las facilidades de cada red para el usuario de otras redes.

4.4. DIFERENCIAS COMUNES ENTRE REDES.

El lograr la interconexión entre equipos de cómputo y hasta en varias redes no ha sido fácil, a pesar de los estándares establecidos, ya que existen diferencias adicionales. A continuación se numeran algunas diferencias existentes entre diferentes redes de computadoras.

Esquemas de dirección y nombramiento. Estos esquemas varían ampliamente, varias redes usan esquemas de dirección y nombramiento jerárquico con nombres en forma de *sistema-entidad* extendiéndose tal vez a *red-sistema-entidad* para la interconectividad de redes, otros usan estructuras de nombres uniformes sin ningún subcampo. Nombres y direcciones son asignados permanentemente en algunas redes, aunque en otras redes son asignados dinámicamente durante el tiempo que las entidades están activas.

Técnicas de enrutamiento. Estas técnicas varían ampliamente. La diferencias entre las redes de data gramas son con variación de enrutamiento de acuerdo al congestionamiento y otras condiciones. Un tipo de enrutamiento es el de los circuitos virtuales los cuales son conexiones lógicas permanentes durante las sesiones, existiendo también el llamado dinámico, ya que los conexiones se realizan de acuerdo a las necesidades del sistema.

Los dispositivos de interconectividad son los que coordinan el enrutamiento de datos entre las estaciones de diferentes redes.

Cuantificación de la información. Las unidades de información de diferentes redes no están únicamente en bits, sino que pueden estar en paquetes, por mensaje, por bloques, etc. y puede existir inconsistencia en la cuantificación. Las unidades de información son comúnmente usadas en esquemas de numeración para control de redes. Incluso las unidades básicas para esquemas de numeración no son consistentes, algunas veces números

sucesivos representan cantidades de bytes, de paquetes o de mensajes; Estas inconsistencias hacen compleja la retransmisión de los números de un protocolo a otro.

Interrupciones. Las interrupciones o mensajes cortos, son instrucciones utilizadas en algunas ocasiones necesarias para señalar condiciones excepcionales, como puede ser el quitar la obstrucción debido al control de flujo o al control de errores.

Una señal de interrupción no puede ser un pulso, sino un nivel que se mantiene confirmado por el dispositivo de interrupción hasta tener la seguridad de que el sistema la ha aceptado.

No todos los protocolos de las redes usan mecanismos de interrupción y las redes que lo ofrecen, no son necesariamente compatibles entre si.

Reportes de estado y contabilidad. Diferentes redes reportan su estado y eficiencia de diferentes maneras. Sin embargo, deben proporcionar tal información al administrador de la red.

Discrepancias similares existen en las técnicas para la contabilidad o control de la información. Son necesarias técnicas para la contabilidad de los usuarios que usan los servicios de la interconectividad de la red.

Control de acceso a usuarios. El control de acceso a usuarios determina ciertos atributos como la de "quien tiene el turno de transmitir". Incluyen técnicas de sondeo, selección, técnicas de reservación y disputa. La interconectividad de redes requiere control de acceso a través de los límites de la red.

Procedimientos de fin de conexión. Algunas redes se aseguran que el fin de la conexión, en cualquiera de los diversos niveles, tratando de evitar la pérdida de datos transmitidos por un extremo sin que los haya recibido o reconocido por el otro extremo.

Otras redes usan terminaciones abruptas sin la verificación de la pérdida de datos (asumiendo que los procesos de comunicación aseguran que todos los datos han sido recibidos antes de intentar la terminación de las conexiones); esto causa serios problemas para los procesos que dependen de un fin confiable.

La compatibilidad de los protocolos no significa que sean idénticos; sino que, si existen diferencias estas puedan ser manejadas fácilmente. El uso de código ASCII en un punto y del código EBCDIC en el otro punto extremo, puede ser manejado a través de tablas de traducción, por decir un ejemplo

4.5. RETRANSMISORES.

Los problemas surgidos por las diferencias existentes entre varias redes deben ser resueltos en su mayoría por los retransmisores utilizados para lograr la interconexión de las diferentes redes.

El modelo de referencia ISO llama *retransmisor* a un dispositivo que interconecta dos sistemas no conectados directamente uno con otro. Si el retransmisor comparte un protocolo común de el nivel n con otros sistemas, pero no participa en un protocolo de nivel $n+1$, este es un retransmitir de nivel n , estos se conocen actualmente como:

Reptare (repetidor)	Retransmitir en el nivel físico.
Bridge (puente)	Retransmitir en el nivel de enlace de datos.
Roture (ruteador)	Retransmitir en el nivel de red.
Gateway (pasarela)	Retransmitir en cualquier nivel superior a el nivel de red.

A pesar de que esta terminología está lejos de ser uniforme, el término "Gateway" es a menudo empleado para cualquier retransmitir ya sea en el nivel de enlace de datos, en el nivel de red o en cualquier otro nivel superior.

El término es usado en alguna bibliografía para describir los dispositivos que operan en el nivel de red o en un nivel inferior.

4.6. REPETIDORES.

Un repetidor realiza la tarea de unir dos redes en el nivel (o capa) física y actúa solo copiando bits ciegamente sin entender lo que esta haciendo, simplemente repite bits.

Los repetidores son dispositivos que no utilizan software por lo que son poco inteligentes. Se utilizan regularmente en redes grandes, que debido a las restricciones máximas de longitud, tuvieron que ser divididas en redes más pequeñas.

La figura 4.2. muestra un ejemplo de repetidor. Las redes A y B son homogéneas así que pueden ser consideradas como dos partes de una misma red. Las uniones del repetidor envían señales en ambas direcciones amplificando y regenerando las señales que pasan por ellas. Estos repetidores son a menudo usados para extender el tamaño de las redes. Las señales no son alteradas por lo que los repetidores no tienen objeto en los protocolos. No se tratarán más los repetidores debido a que no afectan a los protocolos.



Figura 4.2. Unión de dos redes homogéneas utilizando un repetidor

4.7. PUENTES.

Los puentes tienen como finalidad la unión de redes en la capa (o nivel) de enlace y el mejoramiento del tráfico de información en una red o conjunto de redes. Cuando se manda información de una red a otra, el puente contiene las tablas de direcciones de grupo de las redes.

Los puentes a diferencia de los repetidores, son dispositivos inteligentes (diseñados con software) y pueden ser programados.

La situación más sencilla en la interconectividad de redes se tiene cuando las mismas son homogéneas. La principal cualidad de los puentes es su transparencia; operan en el nivel de enlace de datos (usualmente en el subnivel de control de acceso al medio "MAC" para las LAN's) y no interfiere con ninguno de los niveles superiores del protocolo.

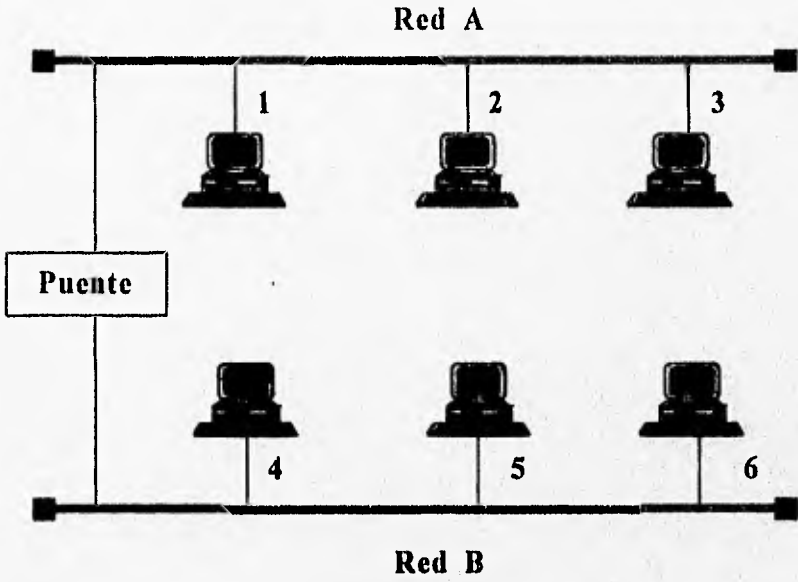


Figura 4.3. Dos redes unidas por un Puente.

Los puentes utilizan tablas de ruta para determinar qué tráfico reexpedir a otros dispositivos a través de sí mismos. Esto significa que el tráfico permanece local, mientras que el tráfico entre redes puede atravesar el puente.

TABLA DE RUTA	
RED "A"	RED "B"
1	4
2	5
3	6

Un puente entre dos redes llamadas *A* y *B*, como se muestra en la fig. 4.3, es definido como un dispositivo cuya tarea consiste en:

- 1) Leer todas las tramas de *B* que van dirigidas hacia *A*.
- 2) No deja pasar las tramas hacia *A* cuando las direcciones de grupo no estén en su base de datos.
- 3) Retransmite las tramas aceptadas hacia *A*, a través del protocolo de acceso al medio para *B*.
- 4) Las tramas de *B* que no son direccionadas hacia *A* son retransmitidas en el mismo sistema (en este caso *B*).
- 5) Realiza las funciones equivalentes para el tráfico de *A* hacia *B*.

Puentes de enrutamiento de fuentes. La interconectividad de dos anillos token ring usando puentes se ilustra en la figura 4.4, podemos expandir la capacidad del anillo usando un elemento principal de anillo de alta velocidad, el cual interconecta los anillos locales por medio de puentes como se muestra en la figura 4.5. El puente opera como si fuera una simple entidad aun que esta formado por dos puentes.

El puente lee todas las tramas de cada anillo, dejándolas sin perturbar, sólo aceptando aquellas distintas para otro anillo, para luego transmitir las al anillo apropiado.

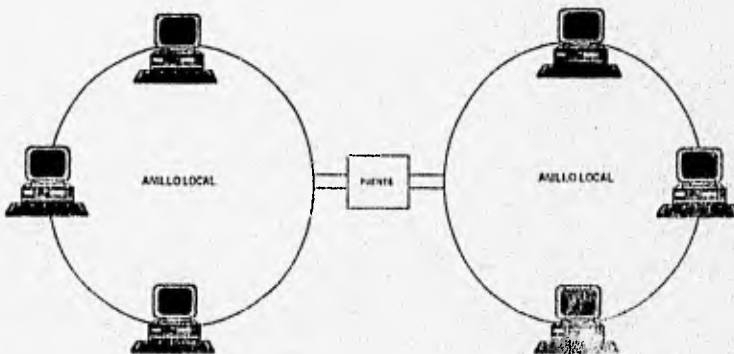


Figura 4.4. Interconectividad de redes token ring por un puente.

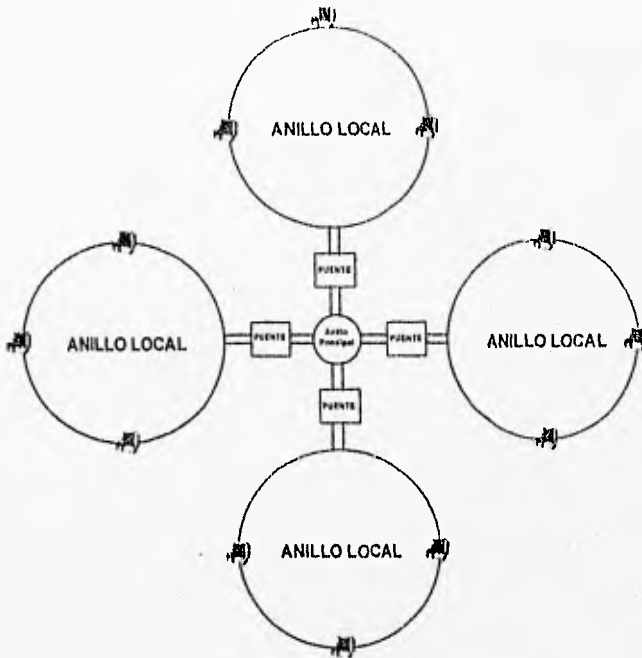


Figura 4.5. Redes token ring via un anillo principal y puentes.

El enrutamiento de fuente es usado por las tramas de la interconectividad, un campo opcional del enrutamiento de información (RI) en el encabezado de la trama se presenta solo cuando las tramas están dirigidas para otro anillo, después retransmiten las tramas aceptadas hacia el anillo apropiado, este campo se presenta inmediatamente después de los dos campos de direcciones en el formato de trama 802.5 de la IEEE.

Si existe el campo RI, contiene una lista ordenada de puentes que debe recorrer en orden la trama para alcanzar el anillo destino. El formato de las tramas MAC se muestra en la figura 4.6.

La técnica de enrutamiento de fuente está mejor adaptado en casos donde la fuente conoce su ruta satisfactoria hacia el destino, pudiendo suministrar el contenido del campo RI, si se desconoce la ruta satisfactoria se inicia una búsqueda explorando todas las posibles rutas entre la fuente y el destino, proporcionando a la fuente una lista de posibles rutas, la fuente posteriormente escoge la deseada, basada en cualquier criterio de selección y es puesta en uso.

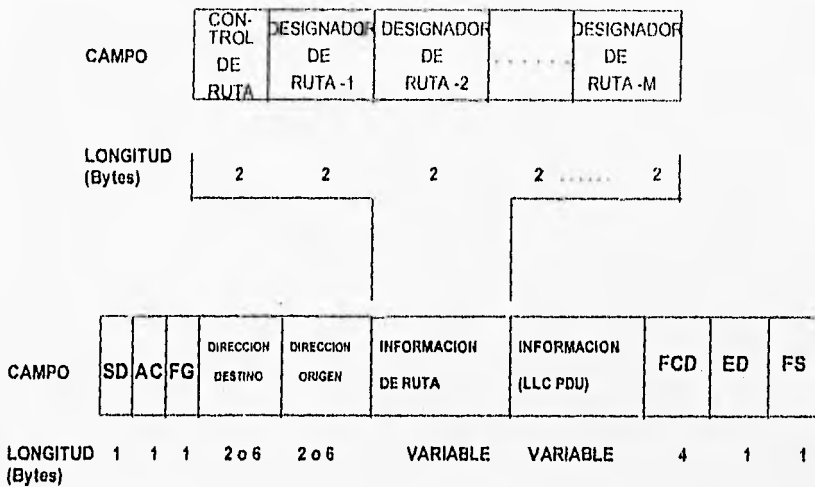


Figura 4.6. Formato de Trama MAC de Token Ring con campo de Información de ruta.

4.7.1. PUENTES DE ÁRBOL DE EXPANSIÓN.

La alternativa de la arquitectura 802.5 de la IEEE es una arquitectura de puente árbol de expansión, desarrollado por el comité 802.1 de la IEEE. Este tipo de puentes son completamente transparentes en las estaciones finales, las cuales operan de la misma manera, independientemente si la red que contiene puentes o no. Los puentes de árbol de expansión realizan tres funciones básicas:

- a) Avances de las tramas.
- b) Aprendizaje de direcciones de estaciones.
- c) Resolución de posibles ciclos en la topología a través de la participación en el algoritmo de generación del árbol de expansión.

La figura 4.7. Muestra un puente de árbol de expansión. Los puentes reciben y transmiten las tramas de las de las LAN's interconectadas, además mantienen una base de datos de avances, conteniendo la información usada para avanzar o desechar las tramas de la manera anteriormente mostradas.

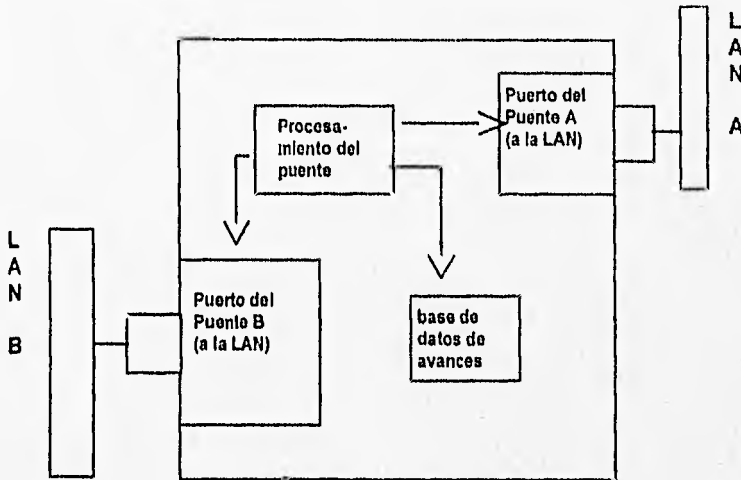


Figura 4.7. Puente de Árbol de Expansión

La base de datos de avances contiene los accesos para todos los destinos activos para el puente.

Un acceso contiene la dirección de la estación y el número del puerto por el cual la trama deberá avanzar para alcanzar el destino, si este es el puerto en el cual la trama fue recibida no se requiere de ningún avance debido a que la trama esta en la LAN correcta y la trama es desechada, en caso contrario la trama deberá avanzar por el puerto indicado.

Cuando una trama es recibida en el puerto de un puente, la dirección destino en el encabezado es comparada en la base de datos de avances, si la dirección es encontrada la trama avanza o es desechada como se indico anteriormente, en caso contrario la dirección de la trama es difundida por todos los puertos en el estado de avance determinada por el algoritmo del árbol de expansión, excepto por el cual fue recibida. Las tramas para el grupo

de direcciones son difundidas en cada puente a menos que la base de datos de avances contenga un acceso especial restringiendo la difusión para este grupo de direcciones en ciertas redes interconectadas por el puente.

El proceso de aprendizaje del puente se fundamenta en la memoria de los puertos por los cuales fueron recibidas las tramas. La dirección de la fuente de cualquier trama recibida sin errores es comparada contra la base de datos de avances, si la dirección de la fuente no se encuentra, se agrega solo con el número del puerto en el cual fue recibida. Si la dirección de la fuente se encuentra en la base de datos pero asociada a un diferente puerto del puente, el identificador del puerto para esta entrada se cambia. Si la dirección de la fuente está asociada con el puerto en la cual la trama fue recibida, la entrada se deja sin tocar salvo el campo de temporización.

Los datos removidos de la base de datos se dan, cuando el tiempo asociado a la entrada indica que la información está *obsoleta*, usando un periodo de tiempo predefinido, determinado por el administrador de la red, cuando el algoritmo del árbol de expansión detecta un cambio de topología, el periodo de tiempo predefinido se decrementa para garantizar que los puentes rápidamente desecharán la información *obsoleta*.

El algoritmo de generación del árbol de expansión asegura que sólo una cantidad limitada de tráfico sea generado por los mensajes confirmados en un árbol de expansión. Muchos planteamientos son posibles para encontrar los árboles de expansión, pero un algoritmo específico ha sido adoptado por la Comisión de Selección de Estándares de Puentes MAC 802.1 de la IEEE.

Los requerimientos para que el algoritmo opere correctamente son los siguientes:

1.- A cada puente le corresponde tener un único identificador de puente. En el estándar, este identificador es un campo prioritario más un segundo campo para asegurar singularidad. Tendrá que existir para cada LAN, una única dirección de grupo, siendo esta reconocida por todos.

2.- Cada puerto de un puente deberá ser identificado únicamente dentro del puente por medio de un *identificador de puerto*.

Lo más sobresaliente en el desarrollo del árbol de expansión es su transparencia. Ninguna modificación en el equipo existente o instalado es necesario.

El beneficio más importante de los puentes de enrutamiento de fuente es su alta velocidad. Los principales elementos para la interconectividad de redes token ring deben ser de alta velocidad incluyen redes tales como FDDI (Interfase de Datos Distribuidos por Fibra Óptica), operando sobre enlaces de fibra óptica de 100 Mbps o a velocidades superiores, debido a que los enlaces de fibra óptica actualmente operan a velocidades de gigabits por segundo (a nivel experimental). El futuro de las LAN's operando a tales velocidades da la posibilidad de leer simplemente la ruta de un encabezado y realizar el enrutamiento de los paquetes, siendo más rápido que consultar una base de datos de avances.

Las demás ventajas debidas al enrutamiento de fuente, incluyen la flexibilidad y control de rutas. Los servidores tienen control sobre las trayectorias de comunicaciones, permitiendo la distribución de cargas entre las rutas, sin embargo su flexibilidad es muy dudosa.

El enrutamiento de fuente ha sido criticado debido a que se requiere de tiempos excesivos para aprender las rutas desconocidas porque se basan en geometrías muy poco realistas. El proceso de aprendizaje puede requerir cantidades substanciales de tiempo con geometrías más realistas y puede repercutir en la eficiencia si este proceso sucede a menudo; pero bajo condiciones normales de operación donde la mayoría de las rutas necesarias ya son conocidas, la repercusión en la eficiencia es mínima, así el enruteamiento de fuente es lo que más conviene en casos en los cuales las rutas ya son conocidas.

El éxito de ambas proposiciones en la interconectividad de LAN's diferentes es incierto. Los protocolos para la LAN 802 de la IEEE, difieren mucho en el nivel MAC, por ejemplo:

El token bus estándar y el token ring estándar incluyen el uso de prioridades en el nivel MAC, mientras que el CSMA/CD estándar no, solo el token bus estándar permite la distinción en el nivel MAC de las tramas que requieren una respuesta y de aquellas que no la requieren. Los puentes de enrutamiento de fuente son llamados *Ruteadores*, los cuales operan en el nivel de red en lugar del nivel de enlace de datos. En éste el campo extra RI agregado en las tramas, es un encabezado del nivel de red y el procedimiento de aprendizaje de rutas es un protocolo del nivel de red.

4.8. RUTEADORES Y GATEWAYS.

La más común alternativa para la interconectividad de LAN's es el uso de ruteadores, los cuales operan en el equivalente de el nivel de red de OSI, para la interconectividad de otros tipos de redes, tales como las redes de área amplia, supone también la interconectividad en el nivel de red, de esta manera su retransmisor encaja en la definición de ruteador. Sin embargo el termino *gateway* es empleado para describir técnicas mayores de interconectividad ya que los términos *ruteador* y *gateway* son usados indistintamente.

CAPÍTULO V

FIBRA ÓPTICA

5.1. INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de comunicación por fibra óptica, son de tecnología relativamente nueva, su surgimiento comenzó a principios de 1975, abriéndose al mercado comercial por primera vez en 1980, ofreciendo la fibra óptica grandes ventajas debido a su gran ligereza, alta capacidad de transmisión e inmunidad a la interferencia electromagnética. Por lo que hoy en día las empresas y bancos, así como las redes telefónicas, utilizan fibra óptica como medio de comunicación.

La capacidad de transmitir información depende del diseño de la fibra, las propiedades del material de la fibra y del ancho espectral de la fuente de energía electromagnética; existen diferentes tipos de fibras las cuales se clasifican en monomodo y multimodo, para el caso de la fibra multimodo comenzó con tasas de transmisión de 8 - 140 Mbps en Europa y de 6 - 90 Mbps en E.U. con un espaciamiento entre repetidores de 5 - 10 Km. Para el año de 1985 se utilizaron fibras monomodo las cuales operaban a tasas de transmisión de 100 - 600 Mbps con espaciamiento típico entre repetidores de 25 a 30 Km., la fibra óptica ofrece la flexibilidad necesaria para transmitir tasas más altas de transmisión conforme la tecnología avanza debido a su gran ancho de banda potencial.

Para su funcionamiento la fibra depende de equipos de transmisión, fuentes ópticas, empalmes, conectores, detectores ópticos, receptores y una serie de equipos, los cuales se utilizan para su instalación y protección contra el medio ambiente.

Con la fibra óptica se han diseñado sensores ópticos los cuales trabajan a través de la alteración de la luz mediante estímulos tales como temperatura, presión, campo eléctrico, etc. Este tipo de aplicaciones se han introducido en las áreas como instrumentación industrial, de laboratorio, química, médica, en control de procesos y plantas eléctricas.

5.2. PROPAGACIÓN EN FIBRA ÓPTICA.

La fibra óptica es un filamento flexible hecho de un material dieléctrico transparente tal como vidrio o plástico, cuya estructura es la siguiente.

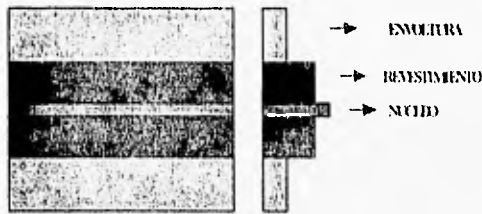


Figura. 5.1 Estructura de una fibra óptica.

Núcleo: Es un filamento dieléctrico con un índice de refracción N_1 , el cual tiene la función de trabajar como guía de onda del rayo de luz incidente, este filamento está hecho de un vidrio de alta pureza (SiO_2) con algunos dopantes como germanio, fósforo y fluoruro. El diámetro del núcleo oscila de $50 \mu\text{m}$. para fibra multimodo y $10 \mu\text{m}$. para fibra monomodo.

Revestimiento: Es una capa transparente con un índice de refracción N_2 menor al del núcleo, llega a tener un diámetro típico de $125 \mu\text{m}$.

Envoltura plástica: Su función es aislar a la fibra contra cruce de señales de otras fibras, contra esfuerzos mecánicos, contra humedad y factores que puedan deteriorar el material dieléctrico de la fibra.

La fibra óptica está diseñada para trabajar como una línea de transmisión la cual conduce energía electromagnética de cierta longitud de onda. La capacidad de portar información de una fibra depende del diseño de la misma, las propiedades del material y el ancho espectral de la fuente de energía electromagnética.

A continuación mostraremos las ventajas de la fibra óptica con respecto a otros medios de transmisión:

Capacidad de transmisión en 1 Km.

MEDIO	VELOCIDAD (Mhz)
Cable par trenzado	1
Cable coaxial	100
Fibra óptica	1000000

Longitud de la potencia media de una señal a 1 Mhz.

MEDIO	LONGITUD (m)
Cable par trenzado	250
Cable coaxial	1000
Fibra óptica	10000

La propagación de la luz en la fibra óptica está basada en el principio de las reflexiones internas totales llamadas *Modos*. Los modos son arreglos específicos de ondas electromagnéticas en un medio de transmisión, particularmente en una guía de onda que consiste de un medio dieléctrico con índice de refracción n_1 , situado entre dos regiones de índice de refracción n_2 (figura 5.2.).

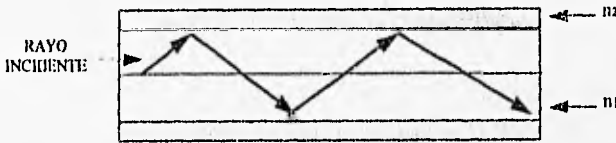


Figura 5.2. Propagación de la luz por reflexiones internas totales.

En una guía de onda dependiendo del tipo de variación del índice de refracción, del diámetro, del núcleo y la frecuencia de operación se puede demostrar que la luz tiene ciertos modos propios de propagación, estos modos corresponden a los diferentes caminos ópticos que toma la luz dentro de la fibra óptica.

TIPOS DE FIBRAS ÓPTICAS.

Fibra de índice escalonado multimodo (MM).

La fibra óptica con un índice de refracción constante n_1 y un revestimiento de índice de refracción n_2 se conoce como fibra de índice escalonado multimodo (figura 5.3.).

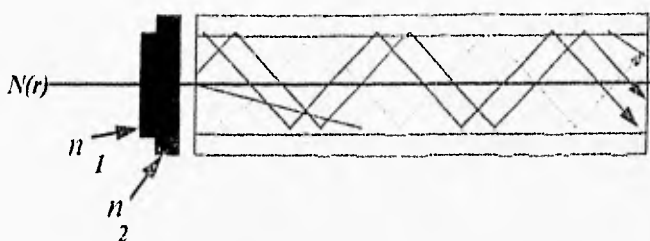


Figura 5.3. Fibra de índice escalonado multimodo.

Este tipo de fibra tiene un diámetro típico de aproximadamente $62.5 \mu\text{m}$., el cual es lo suficientemente grande para permitir la propagación de varios modos en el núcleo (hasta 800 modos). La propagación de estos modos depende de los parámetros físicos de la fibra, es decir, la diferencia relativa del índice de refracción, radio del núcleo de la fibra y de la longitud de la onda de luz transmitida.

Fibra de índice escalonado unimodal (SM).

La fibra de índice escalonado unimodal, permite la propagación de un solo modo por lo que el diámetro típico es de 4 a $10 \mu\text{m}$. dependiendo del fabricante. Su forma de propagación es como la que muestra la siguiente figura.

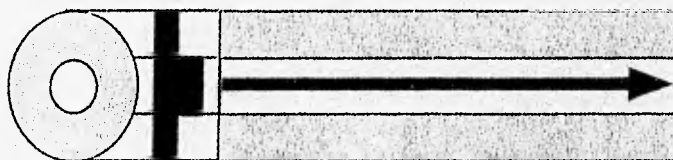


Figura 5.4. Fibra de índice escalonado unimodal.

Este tipo de fibra tiene la ventaja de muy baja dispersión modal, mientras que en las de índice escalonado multimodal ocurre considerable dispersión debido a las diferentes velocidades de propagación de los modos, además que restringe el máximo ancho de banda.

Fibras multimodo de índice gradual.

Las fibras de índice gradual tienen un índice de refracción $N(r)$ que decrece con el radio, desde un valor máximo N en el eje a un valor constante N_2 en el revestimiento, es decir, el núcleo tiene un índice de refracción variable que está en función de la distancia radial desde el eje de la fibra. Este índice de refracción se hace progresivamente más pequeño al alejarse del eje, produciéndose así a la largo del diámetro de la fibra un cambio continuo del índice de refracción desde el centro del núcleo hasta el revestimiento, (figura 5.5.).

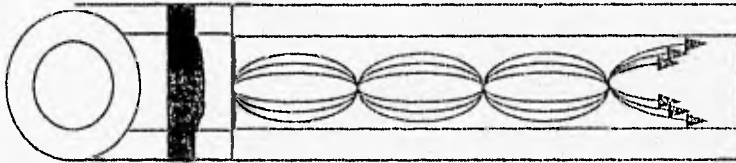


Figura 5.5. Fibra multimodo de índice gradual.

Este tipo de fibra tiene poca dispersión modal comparada con las anteriores, es decir, aunque se tienen muchos modos diferentes en la fibra, las diferentes velocidades de propagación de los modos tienden a normalizarse por el gradiente del índice de refracción, estos rayos propagados son casi axiales y se transmiten a través de una región de alto índice de refracción, por lo tanto viajan a una velocidad más baja que los rayos externos disminuyendo la dispersión. En la siguiente tabla daremos algunos parámetros típicos a considerar para la selección de una fibra óptica.

PARÁMETROS A CONSIDERAR DE UNA FIBRA ÓPTICA.

Parámetros de la fibra óptica	Multimodo	Monomodo
Longitud de onda (μm)	1.3	1.3
Diámetro del núcleo (μm)	62.5	10
Revestimiento (μm)	125	125
Ancho de banda (Ghz./Km.)	< 2	< 100
Ángulo de aceptación (N.A.)	0.2	---
Atenuación (dB/Km.)	1 ó 3	0.2 ó 0.3
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	-30 a 70	-30 a 70

Existen otros parámetros a considerar como son: Esfuerzos mecánicos, dimensiones, peso por metro, límites de instalación, uso externo e interno, etc. Los cuales hablaremos en los siguientes puntos. Los tipos de fibras existentes para las telecomunicaciones son:

TIPO	NÚCLEO	NÚCLEO/REVESTIMIENTO (micras)
UNIMODO	Estándar (vidrio)	9/125
MULTIMODO	Grueso (vidrio)	50/125
		62.5/125
		85/125
		100/140
	Grueso (plástico)	200/250
		1000/1040

5.3. TRANSMISIÓN EN FIBRA ÓPTICA.

La transmisión en el área de las comunicaciones podemos definirla como la transferencia de información de un punto origen a un punto destino, en el caso de una transmisión digital se requiere llevar flujos de datos con la cantidad mínima de error de línea. En fibra óptica la transmisión se hace a través de códigos de línea Manchester cuyas velocidades en la actualidad son:

VELOCIDAD	APLICACIÓN
2 a 10 Mbps	Centrales Telefónicas/remotas, ISDN, RDI, CATV y LAN.
34 a 140 Mbps	Redes WAN, FDDI, enlaces con otras redes, F.O. con longitudes de onda de 0.85, 1.3 y 1.5 μm .
140 a 565 Mbps	Sistemas coherentes con longitudes de 30 a 300 Km. sin repetidor.

Para la transmisión, es importante tener en cuenta los siguientes parámetros:

DISPERSIÓN.

ATENUACIÓN.

ANCHO DE BANDA.

Dispersión. Se entiende básicamente como un ensanchamiento temporal del pulso óptico inyectando a lo largo de su viaje por la fibra y es causada por las fluctuaciones microscópicas, por la densidad del vidrio que desvía de su dirección al rayo de luz incidente en la fibra. La dispersión puede caracterizarse de las siguientes formas.

1.- Dispersión intermodal. Depende básicamente del número de modos que viajan en la fibra y de la diferencia de velocidades de los modos transmitidos, provocando una superposición entre ellos.

2.- Dispersión del material. Esta es provocada por el índice de refracción de un material en función de la longitud de onda.

3. Dispersión de guía de onda. Es la dispersión que se origina dependiendo de los parámetros del material. Es por ello que los conceptos de dispersión del material y guía de onda podemos definirlos como dispersión cromática, la cual depende del ancho espectral de la fuente transmisora.

Atenuación. Es la relación de la potencia luminica de señales ópticas, puede dividirse en dos tipos.

a) Absorción intrínseca: Se presentan cuando el material tiene algún tipo de imperfección, siendo este de alta pureza. Estas imperfecciones pueden ser aire en la fibra, deformaciones en la fabricación de la fibra óptica, etc.

b) Absorción por impurezas: Se debe básicamente a la presencia de iones metálicos tales como hierro, cobalto y cromo. La absorción de estos iones varía de vidrio a vidrio, es decir depende del tipo de composición química del vidrio utilizado.

Las magnitudes de estas pérdidas luminosas dependen entre otros factores de la longitud de onda de luz acoplada, por lo que es recomendable medir la atenuación de un conductor de fibra óptica en función de la longitud de la onda espectral. Hoy en día se pueden encontrar sistemas que trabajan con longitudes de onda de 850, 1300 y 1550 nm.

Ancho de Banda. Los dos parámetros que definen las características de transmisión de un conductor de fibra óptica, son atenuación y ancho de banda, este último constituye una medida de su comportamiento dispersivo. El ancho de banda, es aquella frecuencia de modulación a la cual la amplitud (pot. luminica) comparada con el valor que tiene la frecuencia nula, decae ópticamente en un 50 % o sea 3 dB. Otros factores que influyen en el ancho de banda son:

- 1.- Dependencia de la amplitud del pulso denominado modal, intramodal y del material.
- 2.- Dependencia del ancho de banda, en la forma del perfil del índice de refracción con respecto a su valor ideal, este perfil es difícil de controlar en la fabricación de la fibra óptica.
- 3.- La dependencia del ancho de banda en las microdesviaciones aleatorias sufridas en la fibra al momento del tendido de la misma.
- 4.- La dependencia del ancho de banda en la forma de distribución espectral de la fuente de luz utilizada.
- 5.- La dependencia del ancho de banda en las condiciones de inyección de la luz en la fibra.

En condiciones reales el fabricante de la fibra determina el ancho de banda de la misma, así como también determina la atenuación que sufre la fibra a ciertos metros de longitud. Por lo que deja al cliente que evalúe su ancho de banda de acuerdo a la fuente transmisora que utilice.

5.4. DISPOSITIVOS EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA.

Un dispositivo de fibra óptica realiza una función sobre el haz de luz manteniéndolo como una onda guiada dentro de la fibra óptica, su fabricación depende a partir del tipo de fibra a utilizar. Existen diferentes dispositivos involucrados en un sistema de comunicación con fibra óptica como muestra la fig. 5.6.

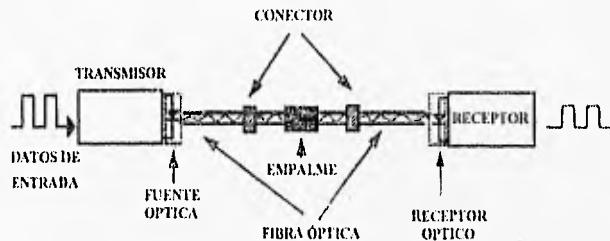


Figura 5.6. Elementos ópticos que se involucrados en un sistema de comunicación.

Los dispositivos se pueden clasificar en dispositivos activos y pasivos, los dispositivos pasivos son:

Acopladores. Su función es unir dos fibras teniendo la capacidad de transferir luz de una fibra a otra, existen acopladores direccionales que pueden hacerse mediante la fusión de dos fibras de tal manera que al estirar las dos fibras estas se convierten en una delgada estructura haciendo que sus núcleos queden totalmente juntos, otra técnica de acoplamiento es la de pulido se realiza tallando la fibra hasta dejar el núcleo totalmente libre pudiendo así unirlo con el otro núcleo pulido, en este tipo de acoplamiento se llegan a tener pérdidas muy bajas de hasta 0.027 dB.

Filtros. Los filtros tienen la característica de bloquear o dejar pasar longitudes de onda específicas. Los filtros más sencillos son los basados en absorción, los cuales se pueden utilizar como filtros de rechazo, es decir cuando se tienen impurezas el filtro se puede utilizar para rechazar la radiación existente en la transmisión.

Conectores. Son de baja tolerancia, por lo cual se tienen que hacer con gran precisión para no tener atenuaciones al unir la fibra, es por ello que se debe tener cuidado de no forzar la fibra o hacer tensión entre la fibra y el conector, antes de

hacer la unión, siempre se aplica aire comprimido para evitar impurezas en la conexión ya que si no se hace esto, se tendrían atenuaciones considerables.

En la unión de una fibra se tienen atenuaciones tanto en el conector de la fibra como en el conector del sistema, los valores de atenuación oscilan entre 0.2 dB para el conector de fibra óptica y 1.5 dB para el conector del sistema. En la actualidad existen varios tipos de conectores, los cuales dependen del tipo de fibra a instalar. A continuación nombraremos los conectores más utilizados y el tipo de fibra donde se emplean.

Conectores para fibra multimodo (MM).

Conector S.M.A. Fue desarrollado por AMPHENOL a mediados de los 70's. Este es un conector ya estandarizado por normas militares (MIL-1863A), teniendo una atenuación de 0.2 a 0.5 dB.

Conector ST. Es desarrollado por AT&T y está propuesto para ser uno de los estándares en fibras ópticas multimodales, por lo que distintas normas y fabricantes lo están recomendando para aplicaciones en redes. Este conector tiene una atenuación típica de 0.4 dB.

Conector STRATOS. Es fabricado por Ericsson, este tipo de conector normalmente viene instalado en fibras ópticas diseñadas por la misma compañía, su atenuación es de 1.5 dB.

Conectores para fibras monomodo (SM).

Conector NTT-FC. El conector FC fue desarrollado por la NTT Nippon Telephone and Telegraph Co. de Japón. Las tolerancias de concentricidad y diámetro del orificio no sobre pasan 1 micra, asegurando así una atenuación menor de 0.1 dB.

Conector FC/PC (conector de contacto físico), se le llama de contacto físico por la terminación de las caras de la fibra, estas caras tienen una terminación de pulido convexo que permiten el contacto físico entre ellas. Las pérdidas que se llegan a medir son de 0.1 dB. para conectores FC y 0.2 para conectores FC/PC.

Conector Bicónico. Es desarrollado por AT&T, se aplica tanto en conexiones multimodales o monomodales, es usado por IBM en sus canales destinados para fibra óptica.

Los Dispositivos activos son:

Moduladores. la modulación es el proceso de modificación de algunas características de la onda portadora, las cuales cumplen con los valores necesarios de la información a ser transmitida. En fibra óptica la modulación es provocada por un cambio de fase del rayo de luz, este rayo puede ser afectado por temperatura, por contracción o compresión de la fibra. Estos efectos pueden cambiar la fase de la luz en la fibra variando su longitud, el índice de refracción o ambos simultáneamente.

Amplificadores. Su finalidad es amplificar y regular señales a la misma frecuencia que la fuente transmisora.

Transmisor óptico. Depende del punto de operación del láser emisor y sobre su regulación de potencia generada por el transmisor. Un emisor debe proporcionar una salida de potencia óptica constante sin variaciones, en comparación con la señal de modulación independientemente de las condiciones a las que esté sometido y del tiempo acumulado de funcionamiento.

Cuando se transmite a alta velocidad es conveniente mantener al láser en operación por encima del umbral con el fin de evitar el retardo entre la señal óptica y la señal de modulación, también evitar el ensanchamiento espectral producido, así como reducir los efectos ligados a la capacidad eléctrica del láser y los efectos ligados al calentamiento.

Características de los transmisores ópticos.

- Tamaño pequeño.
- Alta eficiencia.
- Nivel adecuado de la potencia óptica de salida.

- Vida útil grande.
- Costos no excesivos.
- Facilidad de modulación.
- Capacidad de modulación a altas velocidades.
- Ventanas de las longitudes de onda compatibles con las fibras ópticas y fotodetectores.
- Niveles de polarización adecuada.
- Sensibilidad baja al medio ambiente.

Características técnicas más comunes:

	LED	LÁSER
Potencia óptica	-15 dBm.	-5 dBm.
Ancho espectral	100 nm.	5 nm.
Linealidad	si	no
Frecuencia de modulación	0.1 Ghz.	1 Ghz.
Mínimo tiempo de vida *	5 años	5 años

* Se predice un tiempo de vida mayor a 10 años con una temperatura de 20 °C.

Receptores ópticos. Su función es convertir la señal luminosa a la entrada del receptor en una señal equivalente, es decir, la luz incidente llega al receptor a través de un fotodetector, el cual es el transductor de entrada y convierte la potencia incidente en una señal débil (señal eléctrica), para después pasar a una etapa de preamplificación la cual eleva la señal que va entrar al igualador, cuya función es compensar la atenuación en altas frecuencias, después la señal llega a un filtro, el cual se encarga de que la señal tenga un mínimo de ruido así como interferencias de símbolos.

La sensibilidad de los receptores se define en términos de la potencia óptica recibida. Esta potencia óptica se mide en dBm, donde 0 dBm corresponde a 1 mW de potencia óptica en el receptor.

Para poder realizar este tipo de detección es necesario lo siguiente:

- Adecuada velocidad de respuesta para el ancho de banda de la información en la portadora óptica.
- Alta respuesta a la energía incidente.
- Mínimo ruido adicional introducido por el detector.
- Baja susceptibilidad a los cambios de temperatura.

Su funcionamiento parte del principio del efecto fotoeléctrico; la luz incidente considerada como pequeños paquetes de energía cuantificada, eleva la energía de los electrones de una determinada materia, hasta un nivel en el cual estos puedan producir una corriente eléctrica impulsada por un campo eléctrico.

El dispositivo utilizado comúnmente es el fotodiodo semiconductor de silicio, que presenta buena respuesta al rango de longitud de onda utilizada cuyo valor es 0.8 a 0.9 μm aproximadamente.

Características importantes de los receptores ópticos:

- Tamaño pequeño.
- Vida útil grande.
- Costos no excesivos.
- Velocidad de respuesta alta.
- Ventana compatible con la fibra y fuentes ópticas.
- Eficiencia cuántica alta.
- Sensibilidad óptica grande.
- Niveles de polarización adecuados.

En el caso de adquirir un receptor óptico el fabricante proporciona los siguientes datos: Longitud de onda, fuente óptica, detector óptico, código de línea, sensibilidad de recepción, transmisión de salida, margen de pérdida (ya sea por el cable o sistema) y línea de supervisión.

Repetidores ópticos. Estos se utilizan cuando aumenta la distancia de transmisión en un sistema de comunicación digital por lo que los impulsos transmitidos se regeneran cuando llegan a un repetidor. Esta regeneración consta de los siguientes puntos.

- Amplificación e igualación de la forma de onda del pulso
- Recuperación de la señal de sincronía de la onda de pulsos
- Detección sincrónica y retransmisión de los pulsos.

La distancia a la que se instala un repetidor depende de las características de transmisión del enlace y de los parámetros de las fibras como son: atenuación y dispersión. Existen repetidores instalados a 100 km. como distancia máxima y mínima de 10 km. Un repetidor consume aproximadamente 20 watts por lo que facilita utilizar diferentes fuentes de energía como son:

- Generador termoeléctrico.
- Celdas solares.
- Alimentación a través de conductores metálicos.
- Baterías recargables.

5.5. ELEMENTOS EN LA INSTALACIÓN DE UNA RED CON FIBRA ÓPTICA.

5.5.1. EMPALMES, CONEXIÓN Y ATENUACIÓN.

Empalmes.

Un empalme podemos definirlo como la unión de dos fibras, para realizarlo primero se tiene que hacer un corte a la fibra en el extremo donde se va a unir. Un corte inadecuado comúnmente aumenta las pérdidas en el empalme y demerita su

integridad mecánica. En el caso de las fibras de vidrio estas se tienden a romper formando una zona de ruptura, compuesta de dos regiones llamadas zona opaca y fragmentada.

La zona fragmentada es un área donde la fractura se bifurca formando pequeñas áreas, en el caso de la zona opaca es un área de transición. La calidad de corte en los dos extremos de las fibras por empalmar, se verifica colocando la fibras sobre un equipo especial que al rotarlo, se puede apreciar la calidad del corte de la fibra por medio de un microscopio.

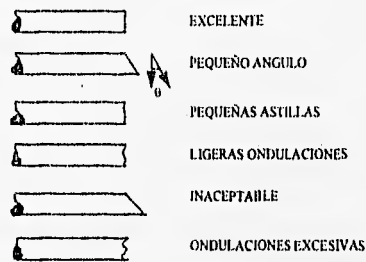


Figura 5.7. Calidad de corte de una fibra óptica.

El objetivo de un empalme es unir dos puntos de enlace y para poder realizar este trabajo es necesario contar con equipo especial, es decir en el momento que hacemos un corte, éste tiene que hacerse perpendicular al eje de la fibra con un error menor de tres grados, la realización del corte así como del empalmado tiene que ser libre de polvo, grasa y agua ya que son factores que pueden impregnarse en el núcleo causando dispersión o en algunos casos atenuación en la transmisión, la distancia que debe haber entre fibras se mide en micrómetros dependiendo las dimensiones de las fibras.

Los empalmes pueden realizarse por diferentes métodos: Fusión por microflama y fusión por arco eléctrico (fig. 5.8.).

Para su realización primero alineamos ambas fibras, con una separación de 100 micrómetros aproximadamente, segundo se le aplica una prefusión que limpia y acondiciona las fibras; con este precalentamiento se unen ambas fibras logrando una

unión en ese momento, tercero se aplica una temperatura elevada de tal manera que ambas fibras se fusionen.

Para este método es necesario un control adecuado de tiempos, para la realización de cada paso, los valores típicos son décimas de segundo para la prefusión y cinco seg. para la fusión; en el caso del arco eléctrico este trabaja con un voltaje de 3 KV. a 20 mA. estos valores son regulables en la mayoría de los equipos empalmadores.

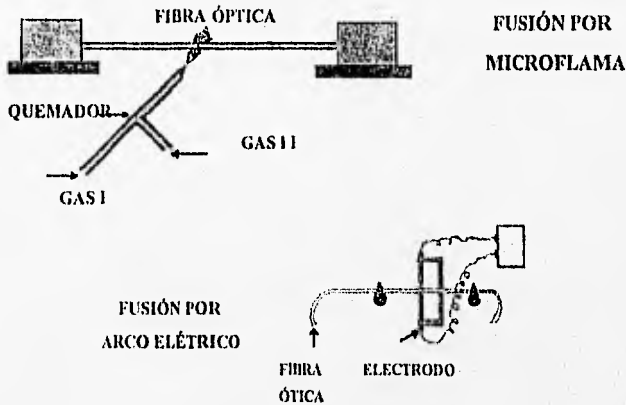


Figura 5.8. Técnicas de fusión.

El empalme por fusión es bastante fuerte para usarse en interiores y en las condiciones habituales de la planta externa. Existen otros métodos como son el usar empalmadoras semiautomáticas, una vez cortadas las fibras son alineadas longitudinalmente en forma automática, para así realizar la prefusión y después la fusión automáticamente con la cual queda terminado el empalme.

Pérdidas en el empalme.

En la transferencia de potencia existen pérdidas causadas por elementos de conexión, estas pérdidas se clasifican en:

Intrínsecas. Son las que se deben a las variaciones de características propias de la fibra como son diámetro del núcleo, apertura numérica, índice de refracción.

Extrínsecas. Son dependientes de la técnica de unión empleada, se producen por terminaciones defectuosas en el extremo de la fibra y por desalineamiento del núcleo, estos desalineamientos pueden ser de tres tipos: longitudinal, transversal y angular. El desalineamiento transversal, es el factor que más afecta la pérdida en el empalme, en las pérdidas de conexión este factor es más notorio en las fibras unimodales, por lo que la conexión de una fibra unimodo necesita un alineamiento transversal más preciso; otro factor es el desalineamiento por inclinación en el extremo de la fibra en el momento de empalmar cada extremo de las fibras, esta inclinación es causada por un mal corte de la fibra, por lo tanto para cada grado de inclinación las pérdidas son mayores.

Protección del empalme. Una vez realizado el empalme este tiene que protegerse, una protección puede ser a través de un tubo de encogimiento térmico, el cual tiene una pequeña barra de acero la cual le da al empalme la resistencia adecuada. En el caso de los protectores para fibra óptica estos tienen que reunir ciertos requisitos como son:

- Aumento de resistencia a la tensión de curvaturas.
- Colocación simple y rápida de realizar a bajo costo.
- Estabilidad en el tiempo de las características de la resistencia.

Existen otras protecciones como son: las de refuerzo plástico moldeado por inyección y el de refuerzo sandwich.

Conexión.

La conexión del equipo para fibra óptica, puede realizarse a dos niveles :

1.- Entre fibras, siendo de dos tipos :

- a) empalme, es una unión fija
- b) conector, es una unión móvil.

2.- Entre cables, se usa lo que se conoce como cierre o caja de empalme.

En el caso del empalme, este se realiza en la planta externa. El de conector se usa por lo regular en el centro de trabajo o en las sala del equipo de comunicación.

Todos los tipos de conexión óptica deben tener las siguientes características: pérdida reducida y estable a las condiciones ambientales, confiabilidad en el plazo largo, sencillo de realizar, tiempo mínimo de conexión y costos reducidos.

Medición de atenuación. La medición de atenuación incluye las pérdidas en la fibra, empalmes y conectores con el fin de verificar el funcionamiento de los equipos y como referencia para el mantenimiento del enlace; la atenuación puede medirse en forma manual o automática, el método más empleado es el de medición automática, éste es muy común ya que por lo regular al instalarse la fibra por secciones es necesario medir el grado de atenuación que se está teniendo en la instalación.

Existen dos métodos para medir la atenuación en forma manual: pérdidas por inserción y corte regresivo, ambos métodos utilizan para medir la potencia un multimetro óptico los valores se obtienen en decibeles dependiendo de la longitud de onda con que se transmita, cualquier método debe de cumplir los siguientes requisitos.

- Simple y rápido sobre todo si se realiza en el campo donde las condiciones suelen ser

muy poco accesibles.

- Preciso para que sea confiable.

- Las técnicas de medición deben de ser equivalentes a las del fabricante, para poder comparar ambos resultados.

La forma más común de medir la atenuación es inyectar un haz de luz a la entrada de la fibra teniendo en cuenta el grado de atenuación de entrada y medir a la salida la atenuación que se presenta únicamente en el núcleo, sin considerar la atenuación que se presenta en el revestimiento, la diferencia de los valores obtenidos darán el valor de la atenuación en la fibra. Para lograr un índice bajo de atenuación es necesario

utilizar fuentes ópticas que emitan el rayo luminoso con un ángulo de inyección pequeño.

Existe otro tipo de medición, el cual solo mencionaremos y es el de medición automática, este se realiza en las empresas que fabrican fibra óptica por lo que es necesario tener un equipo de medición automática pero para medir no solo una fibra sino hasta 100 fibras a la vez.

5.5.2. CABLES ÓPTICOS E INSTALACIÓN.

Características importantes para el diseño del cable óptico.

Las características del material, las fuerzas radiales y axiales, además de los momentos flexionantes, producen en la fibra óptica una serie de fenómenos que se traducen en un aumento de la atenuación de la señal óptica y consecuentemente en una disminución de la calidad de transmisión en ella misma, como también, cuando una fibra se somete a condiciones de tensión y presencia de un ambiente húmedo, se genera un proceso de envejecimiento que da como resultado la ruptura de la fibra óptica en un cierto plazo (fatiga estática). Es por esto que el diseño del cable debe procurar aislar a las fibras ópticas de esfuerzos innecesarios a fin de evitar al máximo las deformaciones en ellas. A continuación se analizan las propiedades ópticas y mecánicas de las fibras ópticas que influyen en la atenuación y su tiempo de vida.

Propiedades ópticas de las fibras. Existen dos fenómenos interrelacionados, con las curvaturas del eje de la fibra que producen perturbaciones en la propagación de la potencia óptica, y con ello, trayectorias de radiación a su paso por dichos defectos; ellos son el radio de curvatura o curvatura continua, y las microcurvaturas o microdesviaciones. En el caso del radio de curvatura, éste se presenta como consecuencia de esfuerzos de compresión sobre la fibra óptica, produciendo un decrecimiento exponencial de la potencia óptica. El valor máximo del radio de curvatura oscila entre 50 y 60 μm , Por su parte las microcurvaturas se deben a esfuerzos de elongación cuando la fibra se encuentra apoyada sobre una superficie rugosa, esto genera un acoplamiento de potencia entre los modos guiados a modos de radiación, produciendo una cierta pérdida en función de la distancia. Para una

fibra de índice gradual, se debe trabajar con un rango menor a 100 defectos por metro, de manera que las pérdidas no afecten al sistema de comunicación, de esta forma, el eje óptico de la fibra sigue una curva periódica cuyo radio de microcurvatura depende de la posición en la que la fibra esté apoyada, Si existen rugosidades estas aumentan las pérdidas de una manera exponencial con el radio de microcurvatura (R_m).

Es importante mencionar que el rango de variación de R_m es bastante amplio, ya que puede ir de 4 a 30 μm ., lo cual puede llegar a producir atenuaciones considerables de la señal óptica, por esta razón, se ha buscado la forma de minimizar la influencia de dichas microcurvaturas sobre la fibra, y consecuentemente sobre la calidad del cable óptico, a través de la modificación de algunos parámetros de la fibra o del cable como son:

- Incremento del diámetro de la cubierta de la fibra óptica, con el fin de aumentar su capacidad para soportar mayores tensiones antes de que aparezcan las microcurvaturas.
- Disminución del diámetro del núcleo de la fibra, para reducir el coeficiente de atenuación.
- Eliminación de la tensión de la fibra en el cable a través de un diseño adecuado de la estructura del cable óptico.

De todas ellas, la última es la que ha dado mejores resultados.

Propiedades mecánicas de las fibras ópticas.

Las fibras ópticas sometidas a esfuerzos de tensión bajo condiciones ambientales difíciles como temperatura y humedad, se ven expuestas a un proceso de envejecimiento el cual provoca la existencia de las llamadas microfracturas (figura 5.9.), que se encuentran distribuidas aleatoriamente a lo largo de la fibra tanto en forma superficial como interna, así los esfuerzos de tensión se encuentran en las microfracturas, propagándose cuando el esfuerzo adquiere valores cercanos al límite de ruptura del material. Otro factor importante que influye en el fenómeno de envejecimiento es el conocido como fatiga estática, el cual es consecuencia de la

presencia de microfrazuras en la fibra de manera que ante variaciones de temperatura y humedad, y combinando ciertos valores de tensión de la fibra óptica, la fatiga estática producirá un rápido envejecimiento de la fibra con un período de vida de unos pocos días, por lo cual se debe tener cuidado durante los procesos de fabricación e instalación, aprovisionando a la fibra de las protecciones plásticas y metálicas correspondientes, de manera que el tiempo de vida útil del cable resulte lo más grande posible, ante la influencia de factores climatológicos.

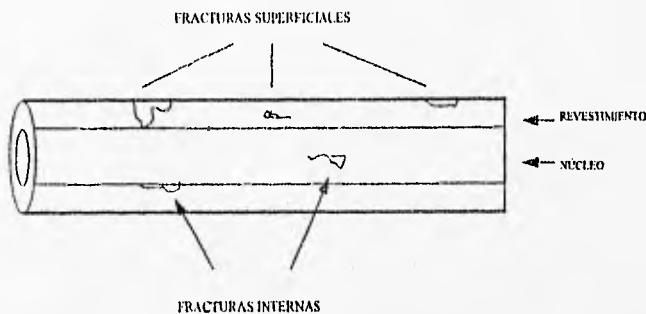


Figura 5.9. Microfrazuras presentadas en una fibra óptica.

Estructura del cable óptico.

En la actualidad existe una gran variedad de estructuras de cable óptico, todas ellas tienden a satisfacer los requerimientos de sus aplicaciones, y principalmente buscando una reducción de las pérdidas ocasionadas por curvaturas o microcurvaturas en la fibra óptica, debido a las condiciones de operación de la misma, por lo cual se deben analizar los problemas de compatibilidad de los coeficientes de expansión térmica y módulos de elasticidad de los materiales que componen el cable óptico, su resistencia mecánica (resistencia a la tensión R_r y compresión R_e), y el tratamiento de los materiales plásticos.

Las estructuras de los cables pueden ser clasificadas en dos grupos, dependiendo de la forma en que afectan al comportamiento de la fibra óptica:

- Estructuras densas, en las que la fibra se encuentra inmersa en el material plástico, por lo que su comportamiento térmico y mecánico afecta la calidad de la transmisión.

- Estructuras libres, caracterizadas por un soporte alveolar que permite a las fibras ópticas evitar los problemas de curvaturas y microcurvaturas, por medio de un margen de elongación sobre las mismas.

Calidad del cable óptico.

La calidad del cable puede evaluarse en función de su comportamiento óptico, térmico y mecánico.

Calidad de la transmisión óptica.

Para la evaluación del cable bajo transmisión se compara a la atenuación de la fibra óptica antes y después del proceso de cableado, en dicho análisis se pueden tener dos casos: la variación en la atenuación para un cable de estructura densa y para un cable de estructuras libres (figura 5.10.). En el primero los resultados indican que existe un incremento en la atenuación con un valor promedio de 0.1 dB, en cambio, para un cable de estructura cilíndrica ranurada la atenuación mejora en 0.1 dB (figura 5.11.).



Figura 5.10. Fibra óptica en estructura de tubo libre.

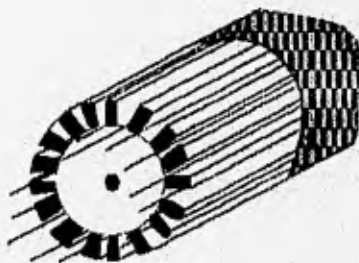


Figura 5.11. Estructura cilíndrica ranurada

Calidad del Comportamiento Térmico

El comportamiento térmico del cable óptico está en función del proceso de fabricación y de los materiales empleados, ya que cualquier diferencia en los coeficientes de expansión que no sea compensada debidamente producirá pérdidas por curvaturas creadas por el cable cuando se contrae o expande después cierto límite.

Aplicaciones del cable óptico.

Se dividen en tres grupos.

- Instalación subterránea o en ductos.
- Instalación aérea.
- Instalación submarina.

Instalación subterránea o en ductos.

En este punto el cable se ve sometido a dos tipos de procesos: la instalación misma, que implica ejercer tensiones relativamente altas durante periodos cortos, y la condición de servicio normal, en las que los esfuerzos son menores y prolongados. En el caso de un tendido subterráneo, la elongación máxima esperada es del orden de 0.2 a 0.4 %, esto demuestra que las condiciones de tensión mecánica no son muy estrictas, y que el diseño del cable óptico puede realizarse fácilmente. En casos en los que se cruce por áreas con alta inducción electromagnética, es recomendable proteger el blindaje contra roedores o sustituir dicha protección por un material de refuerzo dieléctrico o de vidrio con alguna resina.

Para este tipo de instalación existen dos tipos principales de cables para fibra óptica, los cuales se clasifican según determinadas características constructivas correspondientes a los siguientes grupos:

Cable para exteriores.

Cable para interiores.

Cable exterior. Se utiliza para instalaciones que se efectúen en tierra a través de ductos. Estos pueden ser huecos para un tendido de una fibra óptica ó conductores de grupos de 2 a 12 fibras ópticas, con temperaturas específicas. Como muestra la siguiente tabla.

Temperatura de transporte y almacenamiento	-25 a 0 °C
Temperatura de tendido	-5 a 50 °C
Temperatura de servicio	-20 a 60 °C

Influencias externas. No existen problemas ocasionados por influencias externas como rayos, líneas de alta tensión o trenes eléctricos, ni inconvenientes de puestas a tierra ya que existe la posibilidad de fabricar los cables de fibra óptica con materiales dieléctricos.

Para los cables exteriores se tienen las siguientes características técnicas.

Fibra óptica monomodo.

Longitud de onda	Atenuación
0.85 μm	2.5 y 3.5 dB/Km.
1.3 μm	0.7 y 1.5 dB/Km.

Gran ancho de banda de hasta múltiplos de 10 Ghz. en 1 Km. de distancia

Fibra óptica multimodo.

Longitud de onda	Atenuación.
1.3 μm	0.4 y 1.2 dB/Km.

Gran ancho de banda de hasta 1.2 Ghz. en 1 Km. de distancia.

Cable para interiores. Estos pueden instalarse sin utilizar ductería, sus protecciones son un poco menos estrictas ya que van instaladas en el interior del edificio con vainas PVC.

En algunas ocasiones es más conveniente un tendido aéreo, ya que se cuenta con los postes o las torres de líneas ya existentes, por lo que aprovechando su bajo peso, su maniobrabilidad y sus características dieléctricas, se logra una reducción de los costos de instalación.

Cuando los claros poseen una longitud menor a 100 metros, los problemas para el diseño de la estructura se enfocan a los esfuerzos de tensión sobre el cable, producidos por: el peso del mismo, la presión del viento, la carga de hielo y la variación de temperatura. Para esta aplicación se han obtenido deformaciones entre 0.4 y 0.8 % con una carga de hielo en el rango de 30 a 60 N/m y generalmente a sido sobre postes de línea telefónica.

Existen tres tipos de diseños empleados:

- Cable unido a mensajero.
- Cable autotransportado.
- Cable interconstruido.

El *cable unido a mensajero*, tiene la ventaja de permitir un adecuado tensando del cable óptico de acuerdo a las condiciones de carga o deslizamiento y a las deformaciones plásticas, el problema es asegurar la igualdad de elongaciones para el cable mensajero y el cable óptico a fin de evitar tensiones excesivas o concentradas en los puntos de amarre. Otro aspecto a tomar en cuenta es la incidencia de descargas atmosféricas sobre el cable ya que pueden dañar a la fibra óptica, esto se puede dar si la protección del cable óptico no es adecuado.

Cable autotransportado. Presenta el problema de instalar la fibra a los cables de la línea existente, lo que puede causar sobrecargas mecánicas en algunos tramos de las torres.

cable interconstruido. Tiene la ventaja de poder cumplir las funciones de un cable de potencia (conductor de fase o cable de guarda), y las de un cable de telecomunicación, ya que el cable óptico se encuentra contenido propiamente dentro del cable de potencia, para así evitar modificar las torres para la instalación de un cable adicional, además las características mecánicas del cable conductor y del elemento de refuerzo central, permiten a las fibras ópticas cierta holgura en el margen de elongación (figura 5.12.).

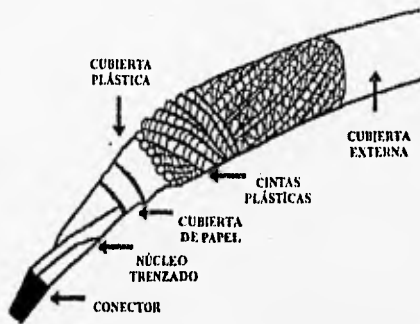


Figura 5.12. Estructura con mayor reforzamiento.

Instalación Submarina.

La aplicación de las fibras ópticas en cable submarino es una de las que se espera obtener mayores beneficios de comunicación. Con el objeto de resistir las grandes presiones hidráulicas en el fondo del mar y los esfuerzos de tensión durante las maniobras de instalación se requiere una protección mecánica en la que el elemento principal de diseño es el tubo donde se contienen las fibras ópticas.

Dicho tubo debe soportar una deformación de 0.5 a 0.7 % y permitir la conducción de energía eléctrica a fin de alimentar a los repetidores, proporcionando un canal de comunicación de emergencia. Las fibras utilizadas para este tipo de instalación son: 100/140 μm con núcleo de vidrio grueso, de 200/250 y 1000/1040 μm con núcleo de plástico grueso.

CAPÍTULO VI

INSTALACIÓN DE UNA RED LOCAL UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA EN UN EDIFICIO

6.1. ANTECEDENTES.

Hasta el año de 1990 la compañía refresquera en donde se instaló la red, dejó de realizar sus trabajos administrativos en forma tradicional, problema que le causaba gran margen de pérdida de tiempo y considerables fraudes en el control de los procesos, dichos problemas se presentaban en las áreas de contabilidad, producción, mantenimiento correctivo y preventivo, almacén, control de calidad, distribución y mercadotecnia; la situación de dichos departamentos se describe brevemente a continuación:

Contabilidad. Realizaba el trabajo en forma manual representando un tiempo de una semana aproximadamente para un cierre contable mensual y de un mes para un cierre anual, por lo que el tiempo de horas hombre era excesivo y sumamente lento, proceso que resultaba costoso para la compañía.

Producción. No se llevaba un control real de las líneas de producción, por lo que no se podía tener una visión más clara de que líneas producían más, que pérdidas existían en la producción y las causas que la originaban.

Control de Calidad. No se llevaba un control exacto y estadístico en la elaboración del producto, cuya mezcla se realiza con gas carbonico, azúcar, agua y jarabe del refresco que se elabora, el cual se mide en grados Brix's con un rango de 0.8 a 1.0, suficiente para la mezcla permitida en los estándares internacionales del producto.

Mantenimiento. En esta área no se contaba con un programa de mantenimiento de la maquinaria, el mantenimiento que se realizaba era solamente correctivo y se buscaba que este fuera preventivo para no tener tiempo muerto en la reparación de maquinaria, ya que esto detenía la producción de aproximadamente 3500 cajas de refresco.

Distribución. Existía un robo en pequeña escala por las personas que realizaban las rutas de reparto, ya que sacaban más producto del que entregaban, reportaban demasiado producto como préstamo de envase o líquido lo cual no era cierto, por lo que no se llevaba un control estricto de entradas y salidas del producto.

Mercadotecnia. La atención al cliente no se realizaba de manera adecuada, por lo que no se sabía que producto tenía mayor demanda en ciertas zonas dentro del área metropolitana, problema que llevaba a distribuir el producto en forma inadecuada. Como ejemplo de lo anterior podemos hacer referencia que en la zona de clase media alta, su

mayor consumo es el refresco de lata y dietético, mientras que en las zonas medias bajas se consume refresco embotellado de litro y medio, medio litro y seis onzas, estas zonas no estaban definidas en cuanto a servicio al cliente potencial por lo que no era bien distribuido el producto, provocando que la compañía perdiera mercado e inversión de horas hombre.

Almacén. No se llevaba un control de lo que se necesitaba en las otras áreas, por ejemplo, si el departamento de mantenimiento requería en ocasiones de materiales tales como: grasas, engranes, aditivos, etc., para hacer funcionar una máquina o línea de producción inactiva, el resultado era que no había en existencia algunas refacciones o consumibles, ocasionando pérdida de tiempo y por lo tanto de dinero. Además cuando se hacía un cierre anual del almacén, se presentaba el caso de pérdida de material, ya que no existía un control de entradas y salidas, adicionado a que se realizaban pedidos de material ajeno al que se utilizaba en la empresa.

6.2. OBJETIVO.

Como consecuencia de los problemas mencionados anteriormente, se decidió llevar un mejor control de los procesos de producción en un menor tiempo, reduciendo los costos, por lo que el primer objetivo: sistematizar los departamentos de contabilidad, mantenimiento, producción, control de calidad, distribución, mercadotecnia y almacén. Como segundo objetivo: la implementación de una Red Local (ethernet).

6.3. DESARROLLO DE LA RED.

Para llegar a estos objetivos, se pensó en el proyecto de sistematizar el departamento de contabilidad como lugar idóneo para realizar la prueba piloto, ya que es el área en donde el software de computación es más extenso (por ejemplo: cuentas por pagar, cuentas por cobrar, facturación, nomina, etc.).

Se instalaron cinco máquinas Digital: dos microvax's 3800, dos microvax's 3100 y una microvax 3300, distribuyéndose de la siguiente manera, una 3800 y 3100 para el Centro Principal de Producción, otra 3800 y 3100 para el Centro Principal de Distribución y la máquina restante microvax 3300 en el Departamento Corporativo (coordinador de las

áreas de distribución y producción), las características técnicas de estos equipos se muestran en la siguiente tabla.

Modelo	Memoria	3 Discos Duros	Controla. de Cinta	Sistema Operativo	Tarjeta de Red
MicroVax 3100	8 Mbytes	RZ24 104 Mbytes	TQK50 95 Mbts	VMS	DESQA 802.3/Eth
MicroVax 3300	16 Mbytes	RF71 400 Mbytes	TQK70 296 Mbts	VMS	DESQA 802.3/Eth
MicroVax 3800	32 Mbytes	RF71 400 Mbytes	TQK70 296 Mbts	VMS	DESQA 802.3/Eth

Tabla 6.1.

El software a instalar fue Power House, el cual se instaló para operación (donde iban a trabajar los usuarios) en las 3800's y 3300, el desarrollo y mantenimiento de este software se realizaría en las microvax's 3100.

Se penso primero en un equipo de capturistas, los cuales introducirían información de todas las pólizas que llevaban los contadores, generar los reportes que requerían estos y llevar el control de la contabilidad por medio de este software.

Al final de la prueba, después de cuatro meses, se comprobó que este método funcionaba bien, por lo que el cierre que tardaba un mes en realizarse ahora tarda una semana y el proceso que se elaboraba en una semana, ahora con el nuevo sistema se realiza en unas horas.

Después de está etapa inicial, el paso a seguir era que el usuario tuviera su propia terminal para capturar por si mismo las pólizas y obtener sus reportes; esto era un reto para el personal del departamento de sistemas; ya que se tendría que buscar la mejor manera de llevar las terminales de las microvax's a los lugares de trabajo del usuario. En la figura 6.2., se muestra esquemáticamente como se distribuye la planta del Centro Principal de Producción, donde fue el primer lugar que se colocaron terminales.

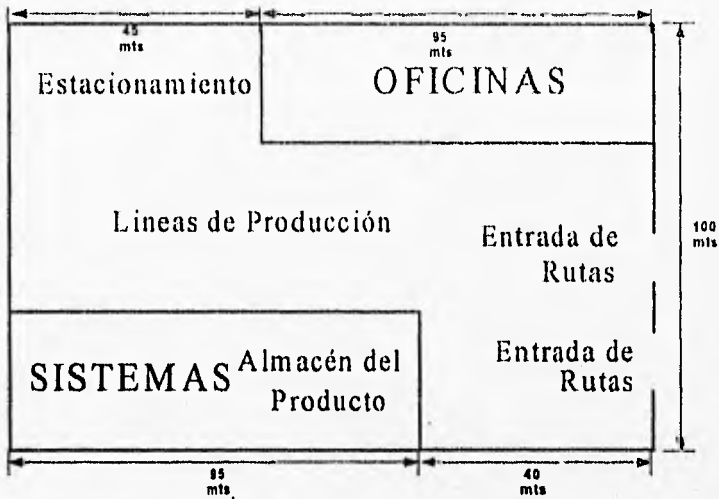


Figura 6.2. Centro Principal de Producción.

Ya que el centro de cómputo y el centro de usuarios (es donde se localiza el departamento de contabilidad) se encuentran de extremo a extremo, se pensaron en varias soluciones para unir estas dos áreas (sistemas y oficinas), una de ellas era lograr la comunicación por medio de multiplexores estadísticos, la figura 6.3., muestra esquemáticamente la distribución del equipo, así como su conexión para su posible instalación.

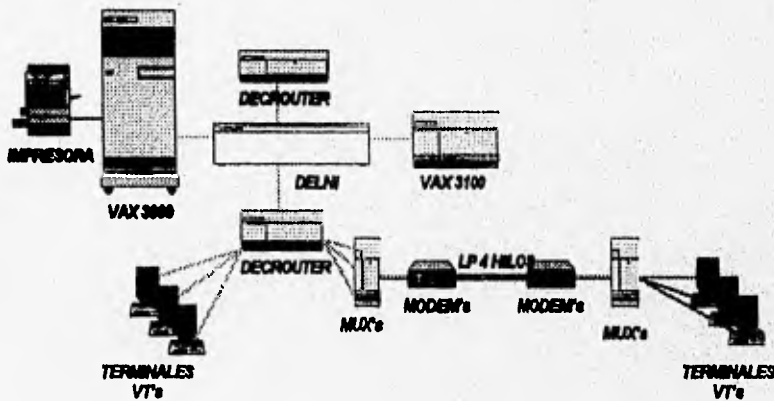


Figura 6.3. Multiplexores Estadísticos.

Estos multiplexores están compuestos por ocho puertos seriales, sincronos-asincronos de velocidad variable (con velocidad máxima de hasta 9600 bps), los cuales deberían de estar distribuidos unos en oficinas y otros en el área de sistemas, para poder dar servicio a los treinta usuarios que lo requieren.

Se necesitaban cuatro equipos en el área de oficinas y otros cuatro en el área de sistemas. Estos equipos se comunican mediante una *línea privada* de Teléfonos de México, es decir se necesitan cuatro hilos de cable teléfonos par torcido que multiplicados por cuatro nos dan 16 hilos, si a esto añadimos que los multiplexores trabajaban a una velocidad de 9600 bps los cuales al dividirse en los ocho puertos nos resulta una velocidad efectiva muy baja de 1200 bps, lo cual hubiera ocasionado disgusto por parte de los usuarios ya que su necesidad era de un tiempo de respuesta mayor, puesto que ellos esperaban una respuesta del sistema como si estuvieran trabajando con una computadora personal.

Como antecedente, el edificio del Centro Principal de Producción es muy antiguo, fue inaugurado en el año de 1926, y en aquel entonces no se penso en los problemas que ocasionaría no tener un sistema de tierras, tampoco una área designada para equipo de computo, ya que en ese tiempo no era necesario, ni se tenía el conocimiento para ello.

Para unir los dos lugares era necesario que la diferencia de potencial en las tierras físicas fuera casi nula. Tomando en cuenta las características de la construcción no permitían poner un sistema de tierras con malla en el lugar, por lo que se tendría que tirar la planta y volverla a construir, siendo una solución demasiado costosa.

Otra solución fue la de lograr la comunicación a través de transceiver utilizando cable coaxial grueso (con 50 ohms de impedancia), el cual debe tener una longitud máxima de 500 metros y los transceiver se deben de instalar en el coaxial con una separación mínima de 2.5 metros entre ellos. La ventaja que ofrece un transceiver es poder conectar nodos al cable (bus) sin tener que desconectar la red. La limitante de este tipo de enlace, es que se tiene que unir eléctricamente los diferentes segmentos de la red, para lograr esto se tenía que llevar un cable de *calibre cero ó doble cero* para unir la tierra física de las oficinas con la de sistemas, pero este método no era muy seguro ya que si se llegaba a tener contacto con la estructura de la planta se contaminaría y se induciría ruido electromagnético que ocasionaría problemas de tierras, dañando a los equipos de computo y comunicación. Para disminuir esta desventaja se podría meter por ductería el cable para unir las dos tierras, pero éste método era demasiado costoso tanto por el valor del cable como por el hecho de que se tendría que parar la planta por lo menos tres días para poder hacer las

perforaciones necesarias para colocar los ductos, la figura 6.4. muestra el esquema de este tipo de solución, así como también su posible conexión.

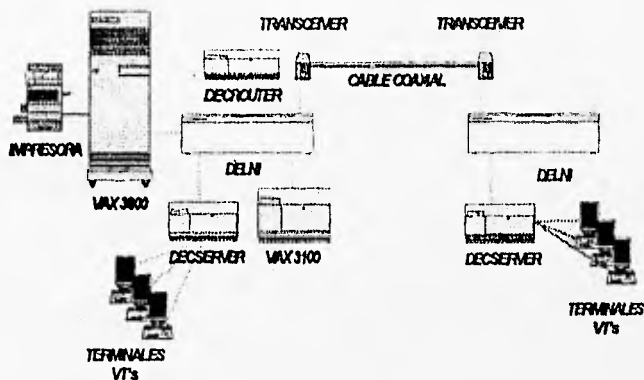


Figura 6.4. Cable coaxial grueso.

Otra solución era colocar fibra óptica cuya desventaja es el alto costo del equipo que utiliza, además en aquel entonces no se contaba con el personal capacitado que tuviera la experiencia para su instalación. Pero su ventaja era que se iba a tener una velocidad de comunicación de 10 Mbps, velocidad con la que trabaja la red ethernet y los equipos Digital, así como servidores de terminal y ruteadores. Con esta velocidad se logra que el tiempo de respuesta de los equipos sea casi instantánea, la figura 6.5. muestra la forma en la cual se puede instalar este tipo de solución.

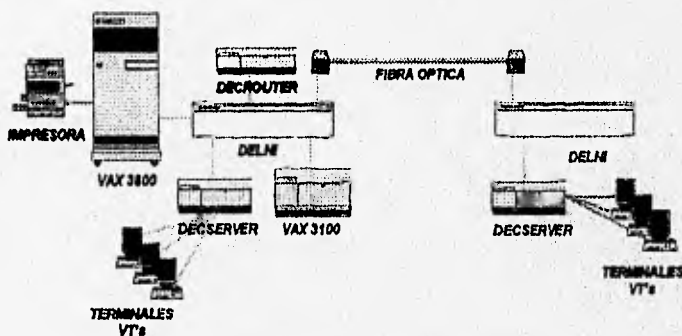


Figura 6.5. Fibra óptica.

Otras ventajas que ofrece la fibra óptica es que tiene un ancho de banda amplio, no existe el problema de tierra física y tampoco inducción electromagnética.

Por las ventajas que ofrece la fibra óptica, se logró la automatización de las demás áreas (producción, almacén, mantenimiento, etc.), donde se tenían terminales, ya no solo con las 30 que se tenían planeadas originalmente, sino con 56 servicios que se tuvieron que instalar más, entre terminales e impresoras.

Aprovechando las ventajas de las fibras ópticas en las que se puede transportar voz, datos y vídeo en el mismo canal, se penso en vídeo conferencias, aumentar el número de terminales, distribuir impresoras en toda la planta.

6.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED A INSTALAR.

6.3.1.1. TOPOLOGÍA DE LA RED.

La topología que se siguió por ser una red ethernet fue la de tipo bus, aunque físicamente no se puede ver, ya que Digital cuenta con equipos que hacen las veces de un bus de cable coaxial (*DELNI*), y es donde se conectan todos los equipos de comunicación en un espacio reducido, esta área puede ser lo que abarca una unidad de rack de 19", en lugar de utilizar un bus común como sería el cable coaxial grueso, donde se requiere cumplir con una distancia mínima entre cada equipo que se conecta al bus.

En nuestra topología se tienen conectados al bus de Ethernet siete equipos o nodos, esto nos da alrededor de 17.5 metros de longitud que tendría que tener el cable coaxial en un sólo segmento de la red y esto dentro del cuarto de sistemas del Centro Principal de Producción, toda esta configuración se ahorra con la utilización de un equipo *DELNI* (Digital Ethernet Local Network Interconnection). Lo que este equipo nos simula eléctricamente y lógicamente es un bus, esto lo logra mediante dispositivos electrónicos activos y pasivos como son resistencias, condensadores, transistores, etc., que dan la impedancia 50 ohms de un cable coaxial grueso, que nos daría los 2.5 metros, la salida que tiene es de tipo AUI de 15 pines.

Este equipo es utilizado para la interconexión digital de la red local Ethernet, el cual permite a las estaciones de trabajo comunicarse utilizando el sistema de transmisión de

este tipo de red, el equipo nos da la facilidad de conectar hasta ocho estaciones de trabajo, a través de sus ocho transceiver que tiene integrados con salida *DB15* macho, además cuenta con un puerto adicional *DB15* hembra (repetidor) que se conecta a un backbond de cable coaxial grueso.

Con la ayuda de un *Delhi* Lan, podemos conectar ocho *Delhi*'s Lan más, ya que cada equipo con sus puertos a estaciones de trabajo se pueden conectar estos *Delhi*'s, ya que el primer *Delhi* los ve físicamente como estaciones de trabajo y así sucesivamente, por lo que nos da la facilidad de conectar más estaciones de trabajo (hasta la cantidad de 1024 nodos, que son los que permite el protocolo Ethernet)

El equipo puede trabajar con DECnet u otros protocolos de comunicación de Ethernet, con una velocidad de 10 Mbps, los cables que utiliza para su conexión con los nodos de la red, son los llamados cables transductores (transceiver cable), que tienen una longitud máxima de 50 metros.

Para finalizar, en la figura 6.5., se muestra esquemáticamente la configuración final de la red.

6.3.1.2. MÉTODO DE ACCESO.

El método de acceso que se utilizó en esta red es el CSMA/CD, ya que cuenta con las siguientes ventajas :

- Asegura que ninguna estación comience a transmitir información cuando detecte que el canal está ocupado.
- Otra de las ventajas es que sistema detiene inmediatamente la transmisión en el preciso momento en que las estaciones detectan una colisión. En otras palabras, si dos estaciones detectan el canal desocupado y en ese momento, empiezan a transmitir información en forma simultánea, las dos detectarán la colisión casi instantáneamente.
- La rapidez con la que se efectúan la terminación de las tramas que se encuentren dañadas, permite ahorrar tiempo y ancho de banda.

Por las cualidades antes mencionadas del protocolo, este nos facilita el acceso a otras redes del mismo grupo empresarial situadas en ciudades como: Monterrey, Tecate, Puebla, Oaxaca, etc , que también utilizan este protocolo.

6.3.1.3. HARDWARE, SOFTWARE Y SISTEMA OPERATIVO.

6.3.1.3.1. HARDWARE.

El hardware que se utiliza para interconectar la red del Centro Principal de Producción a sus oficinas en el mismo predio, se muestra en la figura 6.5., la trayectoria de tubería que se siguió, para la instalación del medio se muestra en la figura 6.10., y la explicación del equipo se dará a continuación.

- 1.- DELNI.
- 2.- MICROVAX 3100.
- 3.- DECSERVER 700.
- 4.- DECROUTER.
- 5.- MICROVAX 3800.
- 6.- IMPRESORA.
- 7.- TERMINALES.

DELNI; este equipo ya fue ampliamente explicado, en las páginas anteriores, para su consulta referirse a ellas.

MICROVAX 3100 Y 3800; estas máquinas, que son micro computadoras marca Digital, para conocer sus características se pueden referir a ellas en la tabla 6.1., y su función ya fue explicada con anterioridad.

DECSERVER 700; este servidor de comunicación tiene un software que nos permite abrir protocolos de la red (TCP/IP, DECnet y PPP) así como también proveer soluciones al sistema de información.

Consta de 16 puertos asincronos con salida RJ45, además estos puertos pueden soportar direcciones de IP. Maneja una velocidad variable por puerto de 300 bps hasta 115.2 Kbps con una equivalencia de 215,000 caracteres por segundo con esta última velocidad, consta de una plataforma expandible de 1 a 8 MBytes de memoria instalable, para poder dar así

soporte a futuros protocolos y aplicaciones. Para su conexión se utiliza cable AUI o UTP, dependiendo de la selección del medio que se allá definido en un swich que tiene el equipo en la parte posterior, otra ventaja que nos muestra para el caso de nuestro diseño es que permite al administrador de red observar a los servidores de terminal desde cualquier punto del área local extendida de la red, este monitoreo es gracias al protocolo SNMP. Este equipo nos sirve para conectar las terminales VT420 asincronas de digital y algunas impresoras remotas, esto se logra a través de un cableado punto a punto, con cable plano de seis hilos DECcoffis marca digital, que tiene una impedancia de 50 ohms y un alcance de hasta 300 mts con una velocidad máxima de 9600 bps.

DECROUTER 2000, este equipo es una combinación de hardware/software, su función es dar soporte al protocolo DDMP punto a punto y enlaces multipunto (esto es para redes de tipo WAN), abriendo camino con el fin de que el tráfico DECnet pueda compartir dos rutas de igual costo entre fuente y nodo destino. Contiene un camino interno standby que trabaja solo cuando una ruta es bloqueada. El soporte de comunicación se hace sobre cuatro líneas sincronas a una velocidad variable de 300 bps hasta de 64 Kbps o sobre tres líneas sincronas a velocidad de hasta 256 Kbps, o bien dos líneas sincronas a velocidad de 512 Kbps como máxima y si se utiliza una sola líneas se llega hasta una velocidad de 2048 Kbps. Los cables del adaptador son de DB50 a RS232 de tipo DTE y proveen los necesarios circuitos de intercambio para cada línea sincrona. Este equipo su función es, para conectar nuestras sucursales foráneas, esto se logra con modem V.32 UDS marca motorola y con líneas privadas de teléfonos de México a una velocidad máxima de 9600 bps punto a punto.

IMPRESORA LP25; es un sistema de impresión por banda de caracteres, tiene una velocidad de impresión de 300 caracteres por segundo usando 64 caracteres ASCII, con una interfase de comunicación paralela DMF32 con una longitud máxima de cable de 9.2 metros.

TERMINALES; la terminal VT420 tiene dos componentes, uno es la pantalla o monitor y otro es el teclado.

El monitor es de 14 pulgadas monocromático. La pantalla de esta terminal puede desplegar 24, 25, 36 o 48 líneas de un texto en 80 o 132 columnas. Tiene dos puertos de comunicaciones asincronos uno para el Host o servidor de terminales con conector RJ11 modificado (con cable plano DECcoffis) con una velocidad máxima de 19200 bps y el otro puerto es un RJ11 modificado o RS-232 (se selecciona por software) que se conecta

directamente a una impresora serial, con una velocidad máxima de 9600 bps, este monitor consume en corriente de arranque 1 amp., y en corriente nominal 0.5 amp. a 127 volts.

El teclado que utiliza la VT420 es el de digital LK401, el cual tiene cuatro grupos de teclados para programar (español, inglés, alemán y francés), el teclado es de 102 teclas y es muy parecido al que tienen las máquinas de escribir convencionales.

6.3.1.3.2. SOFTWARE Y SISTEMA OPERATIVO.

- El sistema operativo que utiliza es el VMS (Virtual Memory System).
- NSP (PROTOCOLO DE SERVICIO DE LA RED).

El último nivel de comunicación usa el NSP para:

- Crear y destruir enlaces lógicos.
- Garantizar la secuencia propia de mensajes.
- Selecciona datos de los mensajes.
- Reensambla segmentos en el nodo receptor.
- Provee control de errores.
- Provee control de tráfico.
- Enlaces lógicos.

Los enlaces lógicos son creados, mantenidos y destruidos por el último nivel de comunicación sobre el requerimiento del nivel de sesión en la etapa de control, algunas características lógicas incluyen:

- Canal completamente dúplex entre dos nodos.
- Entrega garantizada (a menos que falle la red).
- Varios enlaces lógicos que pueden ser activados simultáneamente sobre la misma línea.
- DECnet/OSI (Software de ruteo de la red). DECnet/OSI para VMS V5.5-2, implementa ambos protocolos OSI y DECnet para sistemas VMS y redes de área amplia (WAN), además DECnet VAX, provee soporte para la conectividad cliente-servidor, para redes más grandes y EMA (Enterprise Management Architecture), baseband para productos de manejo de la red.

Los componentes OSI, provistos en DECnet/OSI para VMS incluyen:

VT.- Suministra a la terminal virtual OSI los servicios que permiten a los usuarios transportarse a cualquiera de los sistemas remotos con soporte VT así mismo a los usuarios remotos transportarse en el sistema local.

6.3.1.4. ADMINISTRADOR DE LA RED.

- NCP (Protocolo de comandos de la red).

Es el software administrador de la red, el cual se ejecuta por medio de comandos en línea, que le son tecleados por el administrador de la red. Todos los comandos NCP toman el mismo formato general, consistiendo de tres partes:

- a) Un verbo de mando.
- b) Un componente en el cual el comando opera.
- c) Uno o más parámetros que después habilitan la acción para ser llevada en el componente.

Ejemplo:

verbo componente/ [parámetro]

NCP> show know node

Este comando nos muestra todos los nodos que están conectados a la red, que están activos y datos de alta en la base de datos del administrador de la red.

6.4 PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN LA INSTALACIÓN DE LA RED INTERNA UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA.

Cuando se decidió instalar la red interna utilizando fibra óptica, se sabía que enfrentábamos un reto, ya que en México no se contaba con la experiencia necesaria para la instalación de redes locales utilizando este medio.

Cuando iniciamos el proyecto, los diferentes proveedores con que se contaba para la instalación y suministro de fibra óptica, solamente se responsabilizaban del equipo que vendían y claro del tipo de fibra óptica que ellos determinaban, pero no de la instalación del equipo, ni de la puesta en marcha del mismo. Digital quien era nuestro proveedor de equipo de cómputo y por quien se había decidido instalar la red Ethernet no podía soportar una instalación interna en un edificio utilizando como medio de comunicación la fibra óptica y los equipos que requiere para su funcionamiento, como son transceivers, repetidores, panel de distribución, conectores, jumpers, etc., por lo que se tuvo que contactar con otros proveedores existentes en el mercado, pero su respuesta era similar entre ellos, ya que la distancia en el edificio era menor a un kilómetro (figura 6.10.), y ellos lo mínimo que suministraban era de un kilómetro, por lo tanto no les interesaba instalarla, ya que la distancia dentro del terreno es de 350 metros para unir los segmentos de ethernet existentes.

La solución que se determinó fue la de contratar un proveedor en el extranjero, el cual aceptó las condiciones de la fibra óptica a adquirir.

La fibra óptica seleccionada cuenta con las siguientes características:

- MULTIMODO.
- 62.5/125 MICRAS.
- 2 PARES.
- CONECTORES SMA.
- FIBRA PARA INTERIORES.
- AUTO SOPORTADA.

Una vez adquirida la fibra óptica con la distancia adecuada, ahora se tenía que encontrar un proveedor para la instalación de los distribuidores ópticos, que realizara la conexión de la fibra óptica y suministrara los jumpers, en esto no se tuvo ningún tipo de problema ya que se encontró con relativa rapidez al proveedor adecuado para todos estos servicios. El siguiente problema que enfrentamos era el como conectar los dos segmentos de red Ethernet que se tenían, en el *CENTRO PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN (SISTEMAS)* y en el *CENTRO PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN (CUARTO SATELITAL)*, se empezaron a discutir las posibles soluciones, las cuales se enumeran a continuación:

- a) Conectar por medio de repetidor a repetidor.
- b) Conectar por medio de repetidor a transceiver.
- c) Conectar por medio de Hub de fibra óptica a repetidores.
- d) Conectar por medio de transceiver a transceiver.

Estas posibles soluciones surgieron, ya que el equipo con que se cuenta para los dos segmentos de red ethernet son *DELNIs* (Digital Ethernet Local Network Interconnect), estos equipos cuenta con un noveno puerto llamado de extensión, este puerto sirve precisamente para prolongar la red de Ethernet con otros *DELNIs*.

La primera solución en ese momento no se vio viable, ya que los repetidores que se tenían en el mercado se utilizan en distancias mayores a los 10 Km. y como la distancia que se iba a cubrir en este proyecto no rebasaba el kilómetro, no se encontró utilidad para el uso de este tipo de equipo, por lo que no se utilizaría en su máxima capacidad para el que fue diseñado.

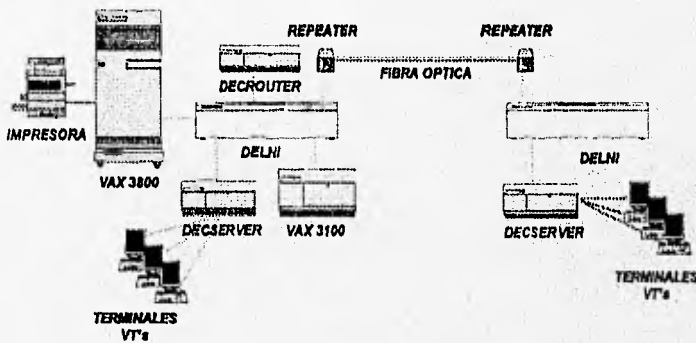


Figura 6.6. Conexión repetidor-repetidor con fibra óptica.

La segunda solución (figura 6.7.) no era posible por las características técnicas de los equipos de comunicación de tipo Ethernet, una de las reglas nos especifica que no es correcto conectar un equipo repetidor a un transceiver, ya que el tipo de señales que utilizan ambos equipos son diferentes, aun cuando los dos se encuentran en el nivel físico del modelo OSI de comunicación.

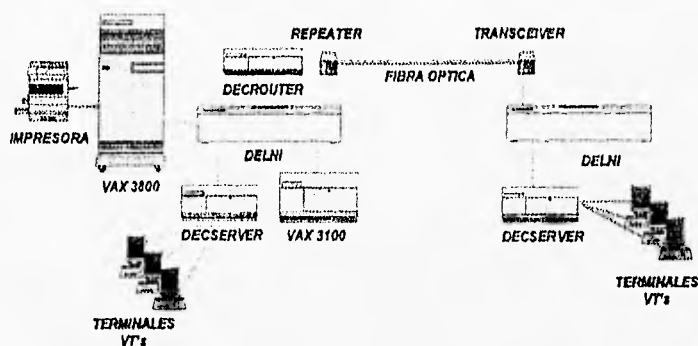


Figura 6.7. Conexión repetidor-transceíver con fibra óptica.

La tercera opción, en ese momento no era aprovechable en toda su capacidad, por que la forma de conexión es llamada de estrella, es decir uniría varios segmentos de red a través del Hub de fibra óptica y en nuestro caso sólo se necesitaba conectar dos segmentos, ya que todavía no se veía en la práctica todos los beneficios que nos ofrecía la conexión de redes con fibra óptica y no se tenía pensado una expansión a corto plazo, además que sería utilizar nuevamente los repetidores y se habían desechado su utilidad desde la opción anterior.

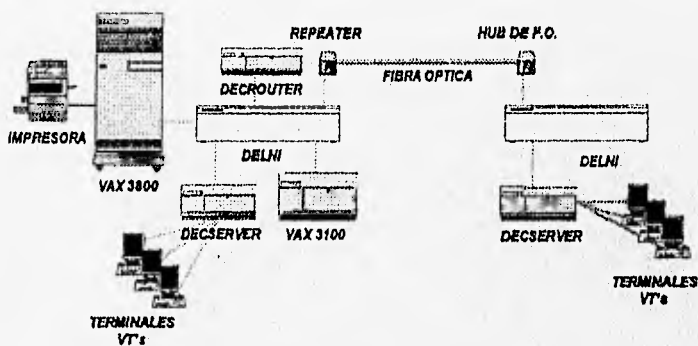


Figura 6.8. Conexión repetidor-hub de fibra óptica.

La cuarta opción que fue la definitiva, se instalaron los *transceíver* en los puertos novenos de expansión que tienen los *DELNIs*, esta solución era en ese momento la más viable, puesto que un transceíver como su nombre lo dice en inglés sólo es transductor, cambiando de un medio de comunicación a otro, en este caso de cable transductor (transceíver cable) a fibra óptica, sin darle potencia a la señal que genera, por lo que se

puede utilizar en distancias cortas, como era el caso de la interconexión de los dos segmentos de red ethernet que se tenían en el *Centro Principal de Producción*.

TRANSCIVER DE FIBRA ÓPTICA A CABLE AUI, este transeiver es compatible con Ethernet versión uno y versión dos de IEEE 802.3, se conecta directamente a un cable AUI y del otro extremo a una fibra óptica multimodo de 62.5/125 micras con conector SMA, tiene un swich para habilitar o deshabilitar el SQE o Heartbeat test, cuenta con señalización de colisiones, transmisión y recepción así como si hay enlace en la fibra, el tipo de luz que utiliza es de led infrarrojo, no necesita de fuente de corriente ya que lo toma del pin 15 del AUI.

Una vez conectados los transductores, se conectaron las terminales e impresoras en cada uno de los lugares de operación, por medio de un cableado punto a punto, es decir, del servidor de comunicaciones a la terminal ó impresora que necesitara conectarse, la red interna final se muestra en la figura 6.9., y la trayectoria que se siguió para la instalación de la fibra óptica se esquematiza en la figura 6.10.

En general estos fueron los problemas y las soluciones que se dieron al momento de realizar el proyecto de conectar los dos segmentos de red ethernet en un mismo inmueble, en este caso fue en las instalaciones del *Centro Principal de Producción*.

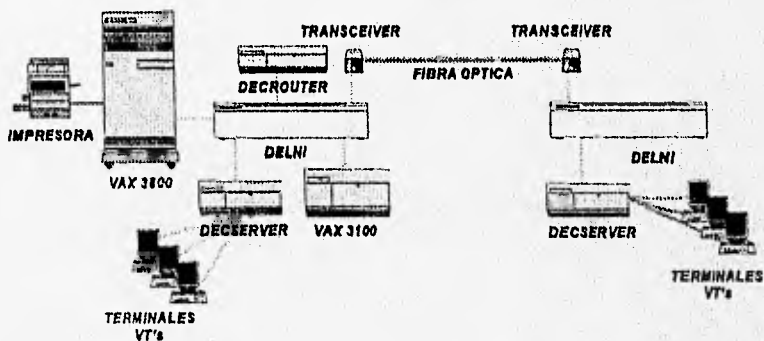


Figura 6.9. Configuración de la red.

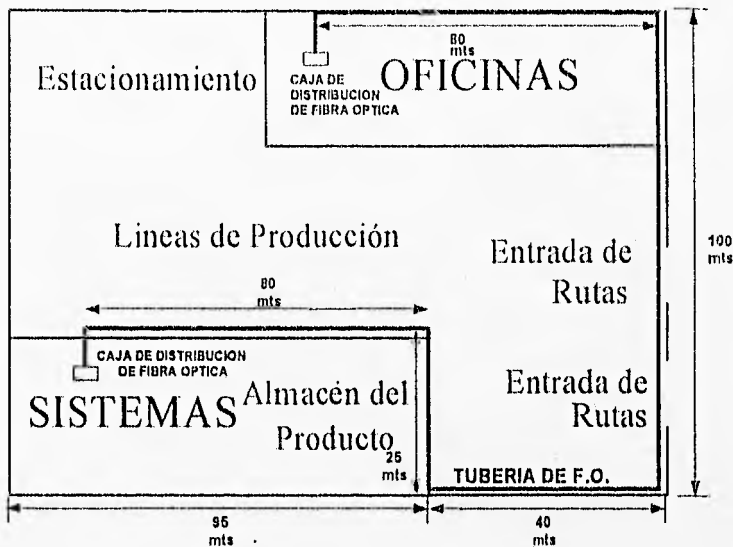


Figura. 6.10. Trayectoria de la tubería del medio.

6.4. EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES DE LA RED INSTALADA.

En cuanto a la evaluación de la red podemos definirla en varias etapas: La primer etapa fue cuando no se tenía ningún precedente en cuanto a la automatización de los procedimientos de administración de la Industria Embotelladora, los cuales se realizaban manualmente y con la instalación del equipo de computo se hizo automática, logrando un control global de los procesos de contabilidad, confiabilidad en los resultados y rapidez en la obtención de éstos.

La segunda etapa surgió cuando se observaron las ventajas obtenidas en el departamento de contabilidad, por lo cual se implantó en los demás departamentos, esto se logró llevando a su propio escritorio terminal (por usuario) y una impresora (por departamento).

En esta etapa la fibra óptica desempeñó un papel importante ya que se logro una comunicación eficiente y segura, sin importar la distancia, la diferencia de potencial entre las tierras y el número de equipos conectados.

CAPÍTULO VII

INSTALACIÓN DE UNA RED LOCAL ENTRE EDIFICIOS

7.1. ANTECEDENTES.

La compañía refresquera cuenta con dos centros principales Producción y Distribución, el primero es administrado por medio del software *ICI*, el cual controla los departamentos de calidad, mantenimiento, bodega, producción y almacén de 8 plantas distribuidas en el área metropolitana. Distribución cuenta con una red local, la cual es utilizada para concentrar la información de las 19 distribuidoras que se localizan en toda el área metropolitana, este centro también cuenta con software *ICI*, encargándose este de los procedimientos de facturación, liquidación, control de almacén y rutas.

Para los departamentos de nomina, finanzas y contabilidad ambos centros cuentan con software *POWER HOUSE*, el cual es el encargado de dar servicio a dichos departamentos.

Toda la información que almacenan ambos centros, es transmitida por medio de la red telefónica (Línea privada) a una velocidad de 9600 bps. siendo esta muy baja para la demanda que requieren los centros de Producción y Distribución. Para los servicios de voz, se cuenta con dos conmutadores telefónicos instalados en cada centro como muestra la fig. 7.1. La finalidad de los conmutadores es poder realizar llamadas locales sin utilizar la red publica reduciendo así los costos de telefonía.

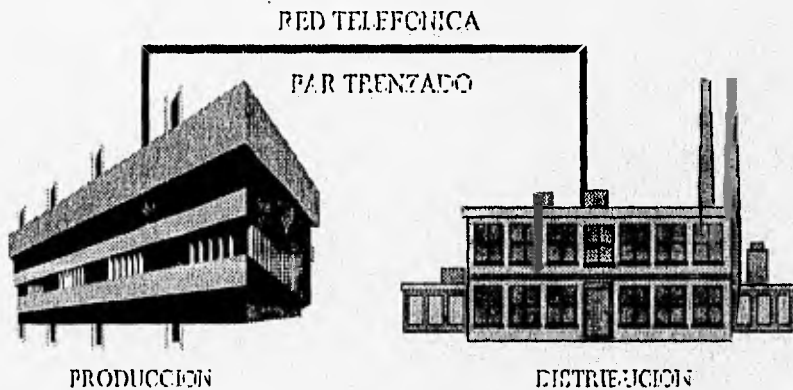


Figura 7.1. Red telefónica aérea.

7.2. OBJETIVOS DE LA RED A INSTALAR.

La necesidad principal que nos lleva a implementar este enlace entre edificios, es el manejo de mayor velocidad de comunicación para poder dar servicio a un gran número de usuarios y equipos complementarios, es por ello que los objetivos para realizar este proyecto son:

- Confiabilidad de la red.
- Mayor velocidad de comunicación (10 Mbps).
- Inmune a interferencias de potencial eléctrico e interferencias electromagnéticas.
- Comunicar voz, datos y en un futuro vídeo.

7.3. CARACTERÍSTICAS DE LA RED A INSTALAR.

7.3.1. TIPO DE ENLACE ENTRE EDIFICIOS.

El enlace existente entre ambos edificios se realiza a través de par trenzado con instalación aérea como muestra la fig. 7.1., este enlace resulta poco confiable por la existencia de ruido electromagnético, atenuación de señal, así como también depende mucho de las condiciones climatológicas, ya que estas provocan atenuación, humedad y pérdida de señal. Para evitar las deficiencias antes mencionadas se decidió que el enlace maestro se realizara a través de instalación subterránea. Para ejecutar este enlace se estudiaron las características del terreno, las cuales son de alto contenido salínico, variación de impedancia de hasta 50 ohms, ruido electromagnético causado por la vía férrea que se localiza entre los dos edificios.

Con las particularidades del terreno antes mencionadas se descarta la posibilidad de implementar el enlace con cable coaxial ya que este cable es sensible al ruido electromagnético y oxidaciones causadas por las sales. Por estas características se determinó implementar el enlace con fibra óptica, logrando así cumplir con los objetivos planteados. Dichas características son:

- Mayor velocidad de transmisión.
- Inmunidad total a la interferencia electromagnética.
- Producto ancho de banda para grandes distancias.
- Baja atenuación.
- Dimensiones físicas extremadamente pequeñas.
- Ideal para aplicaciones en ambientes muy ruidosos.

7.3.2. TOPOLOGÍA DE LA RED.

La topología que se instaló, fue de tipo bus trabajando a una velocidad de 10 Mbps, utilizando como medio de transmisión:

- Cable coaxial grueso.
- Cable coaxial delgado.
- Fibra óptica.

7.4. IMPLEMENTACIÓN DEL ENLACE ENTRE EDIFICIOS UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA.

La realización de este punto se dividió en cuatro fases:

- a) Suministro de fibra e instalación de la misma.
- b) Suministro de equipo para fibra óptica e interconexión de las redes.
- c) Cableado estructurado.
- d) Puesta en marcha y prueba de la red.

a) Suministro de fibra óptica e instalación de la misma.

La instalación se desarrollo en cuatro etapas.

- 1.- Características del terreno.

2.- Tipo de suelo.

3.- Trazado.

4.- Tipo de tendido.

Características del terreno. La zona en que se localizan estos dos edificios se considera como zona industrial.

Tipo de suelo. Es arcilloso con gran contenido de salinidad.

Trazado. En esta etapa se estudio la situación de altura involucrando las subidas, pendientes, curvaturas, así como también cruces a nivel y bajo nivel.

Tipo de Tendido. El tendido es de dos tipos, subterráneo y de altura, con una distancia de tendido de 400 m. Para el caso del tendido subterráneo se cavo un surco de 0.5 m de ancho x 1.5 m. de profundidad con una distancia de excavación de 50 m. y 350 m. de tendido exterior; para el tendido subterráneo se utilizaron cuatro ductos de acero galvanizado de pared gruesa de 2 " ϕ , para poder soportar los posibles asentamientos de tierra, de los cuatro ductos uno es para fibra óptica y los restantes es para crecimiento futuro, en el caso de la instalación exterior se utilizo tubería de 1 " ϕ con asignación de registros cada 50 mts.

Suministro de la fibra óptica. De acuerdo al tipo de tendido se pensó en implementar fibra para interiores y otra para exteriores, pero esta solución no fue satisfactoria pues para la realización de este punto se tendría que invertir en empalmes para hacer el cambio de fibra óptica teniendo la posibilidad de tener atenuaciones en dichos empalmes. Considerando los puntos anteriores se tomó la decisión de utilizar un solo tipo de fibra cuyas características de transmisión y seguridad son las siguientes:

- Fibra óptica Multimodo de índice gradual.
- 62.5/125 micras.
- 2 pares.
- Conectores ST bayoneta.
- Temperatura de servicio 0 a 60 °C.

- Temperatura de instalación -10 a 60 °C.
- Protegida contra roedores.
- Protegida contra humedad.
- Protegida contra incendios.
- Auto soportada (500 kgf.).

b) Suministro de equipo para fibra óptica e interconexión de las redes.

De acuerdo a las necesidades de compatibilidad y por políticas de la empresa se determinó seguir usando el estándar de marca ya adquirida para poder realizar el enlace de la fibra óptica.

El equipo que se selecciono para el Centro Principal de Producción es un *Repeater 90 FL* y un *Repeater 90 FA*, en el caso del Centro Principal de Distribución se adquirió un Decbridge 90 FL cuyas características técnicas son:

Decbridge 90 FL.

Cuenta con tres puertos de comunicación los cuales son:

- 1.- Para conexión de cable coaxial delgado.
- 2.- Para conexión de fibra óptica.
- 3.- Para cable transductor AUI.

Este repetidor utiliza el protocolo ethernet bajo la norma IEEE 802.3.

Repeater 90 FL.

Consta de cinco puertos, uno para cable coaxial grueso y cuatro para fibra óptica.

Repeater 90 FA.

Cuenta con dos puertos uno para cable coaxial delgado y el segundo para fibra óptica. Ambos repetidores están bajo el protocolo ethernet y utilizan la norma IEEE 802.3. Con la selección de este equipo se procedió a la interconexión de las redes, las cuales tuvieron

modificaciones para poder adaptar el equipo de enlace. En el caso de la red del Centro de Producción fig. 6.3.4. se modifico el enlace *Transceiver-F.O.-Transceiver*, esta modificación se hizo sustituyendo el enlace de fibra óptica por un enlace tipo estrella activa significando esto que la luz de entrada a la fibra es dividida y repartida a las fibras de salida; el equipo que desarrolla esta función es el Repeater 90 FL.

Para la instalación del Repeater 90 FL, se requirió un Despr para poder conectar el Repeater 90 FL con el Delni, la utilización de este es por la simple razón de que el puerto de conexión del repetidor 90 FL es para cable coaxial delgado, característica que no es apropiada con el puerto de comunicación del Delni ya que los puertos del Delni son para cable AUI. Por esta razón se conecto el repetidor 90 FL con el Despr a través de cable coaxial delgado, teniendo como salida el Despr cable AUI para poder conectarse al Delni. Una vez realizada la conexión con el área de sistemas se conecto el repetidor 90 FL con el repetidor 90 FA encargado este de enlazar el área de oficinas, con este tipo de repetidor también se tuvieron los mismos problemas para conectarse al Delni. Para la conexión del área de sistemas con el área de oficinas se utilizo fibra óptica por las condiciones por donde pasa el medio de transmisión fig. 7.2. Las cuales son zonas de mucho ruido electromagnético y mecánico.

PRODUCCION

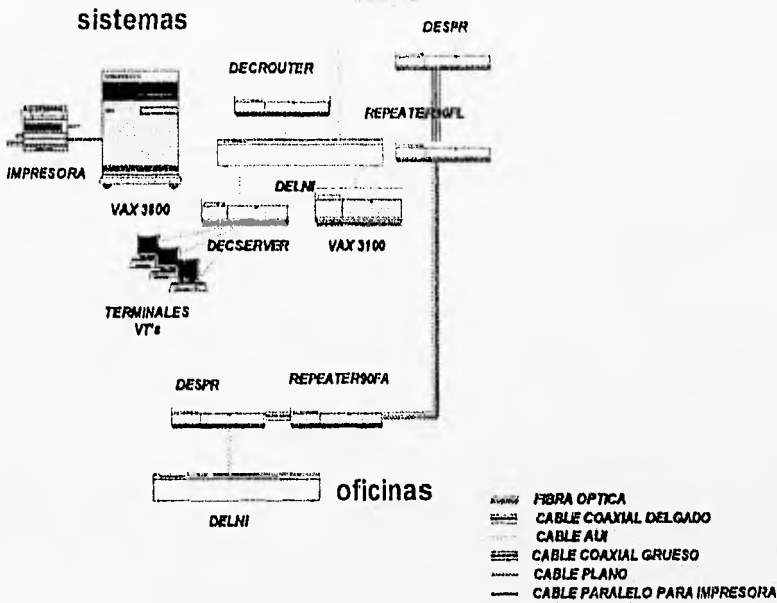


Figura 7.2. Centro Principal de Producción.

Al tener la conexión lista se realizaron pruebas de funcionalidad teniendo problemas de colisiones al momento de dar servicio. Para la solución del problema se requirió analizar los datos técnicos del equipo, los cuales indican que un Despr no puede ser conectado directamente con un Delni, ya que el Despr no necesita de un bit de chequeo y el Delni si lo requiere. El Delni envía cada 2 seg. un bit de reconocimiento a cada equipo instalado, para el caso del Despr este bit lo detecta como un bit de colisión por lo tanto envía una señal de colisión a los demás nodos conectados ocasionando que estos paren su transmisión (característica de CSMA/CD), con esta condicionante fue necesario instalar un transceiver para poder enlazar el repetidor con el Delni. Como sabemos el Transceiver tiene la función de cambiar de medio, es decir cambia de cable grueso a AUI, además que tiene la posibilidad de habilitar o deshabilitar el bit de chequeo. Con la implementación de este Transceiver se soluciono el problema quedando la configuración de la siguiente manera.

PRODUCCION

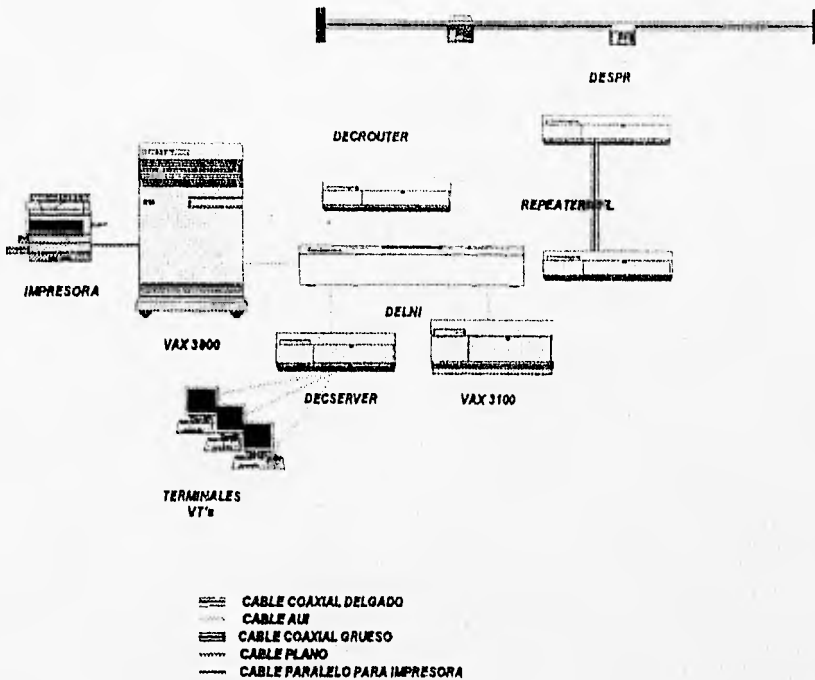


Figura 7.3. Implementación de los transceivers con cable coaxial grueso

Esta solución no fue la única ya que se presentaron problemas de expansión como fue el caso de la instalación de una VAX 4100 cuya función será condensar la información para poder tener un mayor control administrativo, este equipo trabaja con software Millenium que es un sistema con procesamiento tipo batch.

Con este requerimiento fue necesario reconfigurar la red nuevamente pensando en expansiones futuras, por lo que se determinó instalar en ambas áreas un bus de cable coaxial grueso, para aprovechar la primera configuración, utilizando Transceiver como acceso al medio y como habilitador y deshabilitador del bit de chequeo que envía el Delni a los equipos conectados a él. Por lo tanto la configuración final para el Centro de Producción fue la siguiente.

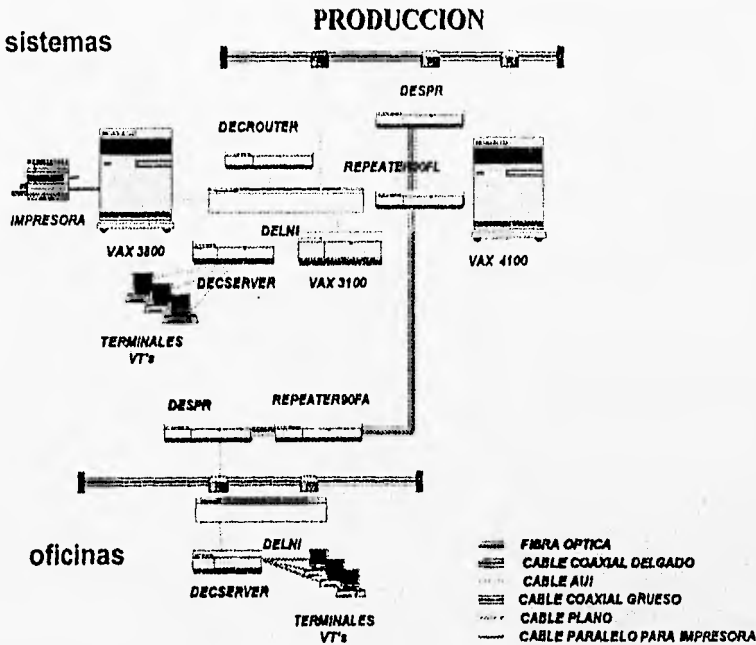


Figura 7.4. Conexión de equipo de la red del Centro Principal de Producción.

Para la red del Centro de Distribución, se implementó el mismo diseño, con la única diferencia que el departamento de contabilidad se enlazó con cable AUI de 50 m. Con esta solución se instalaron equipos complementarios de administración contable los cuales son equipos VAX 3100 encargados de hacer pruebas previas al software Power House. Otro equipo es la VAX 3800 explicado en el capítulo anterior. Por último la conexión del Decrouter encargado de los enlaces foráneos que requiere la empresa para la conexión de sus plantas en el área metropolitana y de provincia esta conexión se realiza a través de módem a una velocidad de hasta 64 kbs utilizando protocolo.

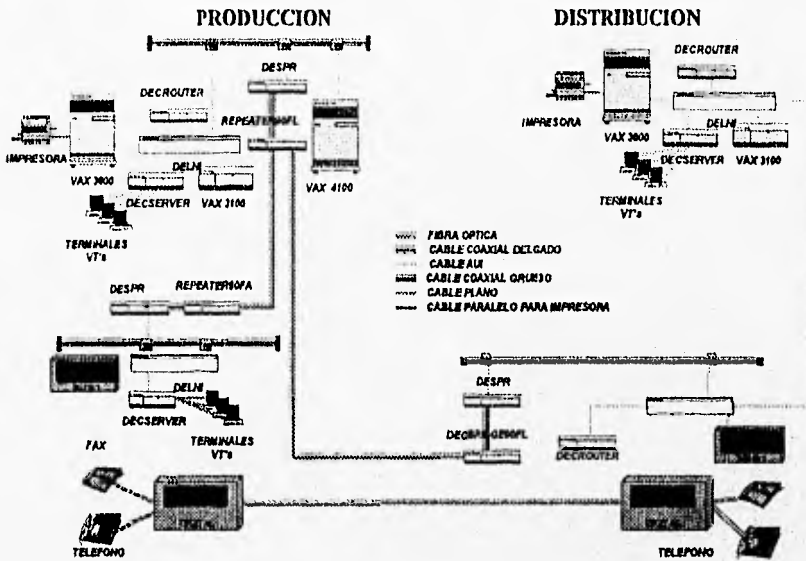


Figura 7.5. Configuración final de la red.

c) *Cableado estructurado.*

En los incisos anteriores hablamos de la instalación de la fibra óptica para la conexión de la red de datos. Ahora en este punto hablaremos del segundo par de fibra óptica instalado, este par fue utilizado para el enlace de los conmutadores telefónicos existentes en ambos centros. Cada conmutador cuenta con una tarjeta llamada *Tine Line* (fig. 7.6), la cual se encarga de recibir y enviar señales ópticas a una velocidad de 2 Mbps. Estas tarjetas son utilizadas tanto para enlaces locales como para enlaces externos, es decir estos conmutadores están enlazados cada uno de forma independiente a una central telefónica pública. La figura 7.6. representa la forma como se instaló la red de voz.

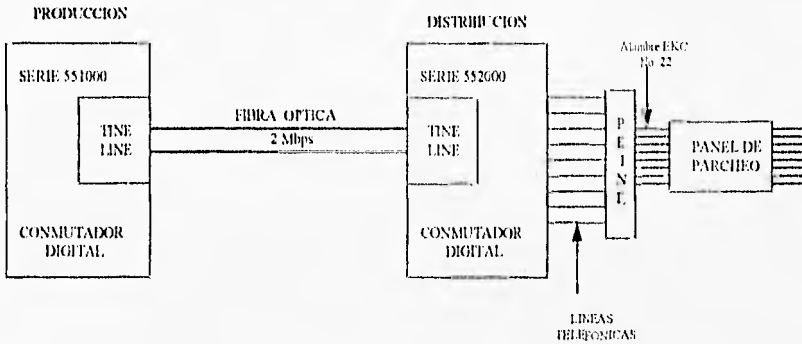


Figura 7.6. Red telefónica.

Cada conmutador tiene su propia red telefónica, por lo tanto, del conmutador salen las líneas para cada oficina. El cableado de las líneas llega a un peine, el cual va a servir como distribuidor de cada par telefónico, de este peine sale alambre EKC no. 22, el cual va a ser instalado en un panel de conexión *PATCH PANEL*. Proporcionando esta facilidad de poder cambiar de un punto a otro una línea telefónica, es decir una vez instalada una línea telefónica esta puede ser solicitada en otra oficina, sin tener la necesidad de recablear la oficina.

En la figura de la instalación final de la red (fig. 7.5.), mostramos un Decserver el cual se encarga de dar servicio a equipos periféricos como son impresoras, terminales (VT420), etc. Para poder conectar cada uno de estos equipos, el Decserver cuenta con un peine en cargado de comunicarse con los equipos instalados en el. Este conector se encarga de establecer la comunicación con los equipos instalados que provienen del panel de conexión.

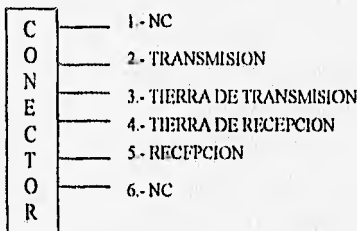


Figura 7.7. Conector de comunicación entre el panel de conexión y el Decserver.

Al conector se le conecta un cable plano Decoffice N^o. 22, el cual va a conectarse con el panel de conexión de las líneas telefónicas, para esta conexión del cable plano fue necesario dividir el panel de conexión en dos secciones una para voz y otra para datos, la conexión de este cable al panel facilitó la instalación de los terminales e impresoras requeridas en los diferentes departamentos, como muestra la fig. 7.8.

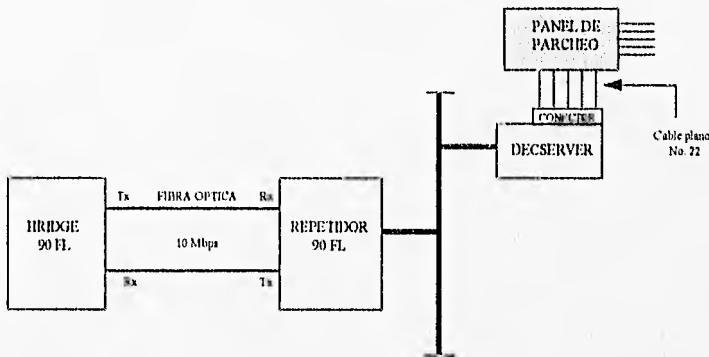


Figura 7.8. Conexión de equipos periféricos al Decserver a través del panel de conexión.

Con la implementación del panel de conexión se aprovecho la facilidad que ofrece el cableado estructurado, ya que en el transmitimos voz y datos a una velocidad mayor comparada con la que contaba la empresa, además proporciona la facilidad de intercambiar únicamente puentes para dar de alta un servicio, ya sea una línea telefónica o un terminal.

Una vez conectado voz y datos al panel de conexión, este tiene como salida cable *UTP* nivel 5, este cable esta distribuido en las diferentes oficinas administrativa, es decir, si contamos que cada oficina requiere de un teléfono y una terminal, es necesario que exista un cableado especial para dar servicio a esta solicitud. Este cable llega con cuatro pares dos para conexión de datos y otro para conexión de voz, el par restante es de reserva para un posible daño en cualquiera de los pares instalados. El cableado que va de oficinas al panel de conexión fue previamente instalado a cada oficina y tiene como terminación rosetas telefónicas para poder conectar tanto el equipo periférico como un aparato telefónico. En el caso del equipo periférico este se instaló con conectores RJ-11 modificado y para voz se utilizó RJ-11 simple, la fig. 7.9., muestra de forma esquemática la conexión de una terminal y una línea telefónica.

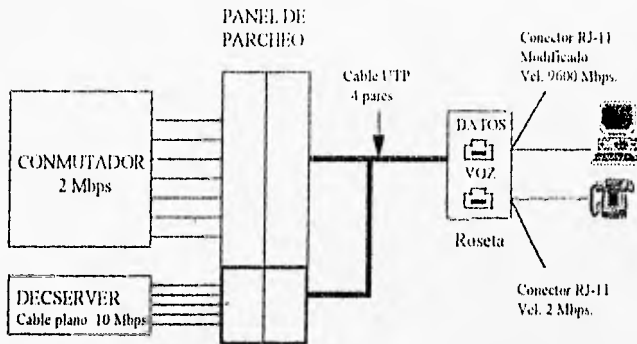


Figura 7.9. Instalación general de voz y datos.

Por último mencionaremos la existencia del canal alternativo de la red, este canal funciona para los casos de emergencia como son daños a la fibra, pérdida de señal del equipo óptica, etc. Este canal es señalizado por dos bridges de radio, instalados cada uno en los dos centros correspondientes, estos bridge son conectados al Delni de la red, este canal del Delni se activa cuando el canal principal de transmisión a perdido señal de la fibra.

La transmisión de ambos bridge se realiza a una velocidad de 2 Mbps. trabajando ambos bajo el protocolo ethernet 802.3, compatible con el Delni. La transmisión de la señal de radio se realiza dentro de la banda de los 900 Mhz., soportando únicamente datos.

La figura representativa del canal alternativo es la siguiente:

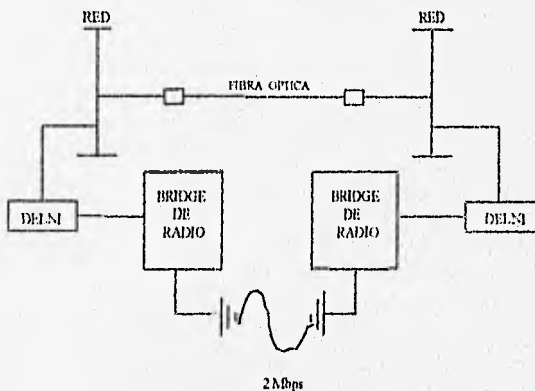


Figura 7.10. Canal alternativo de la red.

d) Puesta en marcha y prueba de la red.

Para la puesta en marcha se tuvieron los siguientes problemas:

Las pruebas de red se realizan enviando paquetes de mensaje (broadcast) a la red con una longitud y cantidad determinada siendo esta analizada por medio del administrador de la red (NCP) apoyándose este en los contadores de colisión de los Decserver, Decrouter y Transceivers de cable coaxial, este último tiene como censor el bit de colisión.

Para determinar que una red es eficiente se envían 100 paquetes a la red para ver que tanto soporta la carga de datos la red, si en el momento de enviar los paquetes la red no presenta colisiones podemos decir que la red es eficiente, para el caso que se presente una colisión por cada paquete enviado podemos determinar que la red no es eficiente.

La red instalada tiene una eficiencia del 98 %, aceptable para la cantidad de nodos que tiene conectados (50 nodos).

7.5. CONCLUSIONES.

Con los cambios realizados en la red de la industria embotelladora, se observaron considerables beneficios en el servicio que se le daba al usuario, por lo que su intercambio de información es mucho más segura, rápida y con mayor flujo de datos, ya que con la comunicación que se tenía antes a 9600 bps, paso a ser una velocidad de 10 Mbps, es decir 10,000 veces su velocidad de trabajo normal.

Con el servicio que proporciona la red se aumentaron los requerimientos de los usuarios, como son mayor intercambio de información entre los dos centros, mayor cantidad de servicios entre estos, facilidad para reubicar servicios de datos y telefonía, acceso directo de enlace de voz sin utilizar la red telefónica pública.

A continuación se muestran las estadísticas típicas de intercambio de información entre los dos centros, conectados con fibra óptica.

7.5.1. ESTADÍSTICAS DE LA RED.

NODO DE CENTRO PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN VAX3800

Executor node = 5.1 (REME01)

>65534 Seconds since last zeroed
2418107 Bytes received
2417828 Bytes sent
55205 Messages received
55298 Messages sent
93 Connects received
93 Connects sent
0 Response timeouts
0 Received connect resource errors
13 Maximum logical links active
0 Aged packet loss
0 Node unreachable packet loss
0 Node out-of-range packet loss
0 Oversized packet loss
0 Packet format error
0 Partial routing update loss
0 Verification reject

NODO DE CENTRO PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN VAX3100

Executor node = 5.2 (REME02)

>65534 Seconds since last zeroed
255959 Bytes received
256550 Bytes sent
3657 Messages received
3662 Messages sent
5 Connects received
5 Connects sent
7 Response timeouts
0 Received connect resource errors
12 Maximum logical links active

- 0 Aged packet loss
- 0 Node unreachable packet loss
- 0 Node out-of-range packet loss
- 0 Oversized packet loss
- 0 Packet format error
- 0 Partial routing update loss
- 0 Verification reject

NODO DE CENTRO PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN VAX3800

Executor node = 5.31 (REME31)

- >65534 Seconds since last zeroed
- 657191 Bytes received
- 657460 Bytes sent
- 11476 Messages received
- 11506 Messages sent
- 30 Connects received
- 30 Connects sent
- 7 Response timeouts
- 0 Received connect resource errors
- 11 Maximum logical links active
- 0 Aged packet loss
- 0 Node unreachable packet loss
- 0 Node out-of-range packet loss
- 0 Oversized packet loss
- 0 Packet format error
- 0 Partial routing update loss
- 0 Verification reject

NODO DE CENTRO PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN VAX3100

Executor node = 5.36 (REME36)

- >65534 Seconds since last zeroed
- 342584 Bytes received
- 342963 Bytes sent

10116 Messages received
10124 Messages sent
8 Connects received
8 Connects sent
9 Response timeouts
0 Received connect resource errors
13 Maximum logical links active
0 Aged packet loss
0 Node unreachable packet loss
0 Node out-of-range packet loss
0 Oversized packet loss
0 Packet format error
0 Partial routing update loss
0 Verification reject

NODO DE CENTRO PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN VAX4100

Executor node = 5.39 (REME39)
>65534 Seconds since last zeroed
1011518 Bytes received
10148743 Bytes sent
64276 Messages received
64432 Messages sent
156 Connects received
156 Connects sent
138 Response timeouts
0 Received connect resource errors
7 Maximum logical links active
0 Aged packet loss
0 Node unreachable packet loss
0 Node out-of-range packet loss
0 Oversized packet loss
0 Packet format error
0 Partial routing update loss
0 Verification reject

La información que se transfiere en un día normal en veinticuatro horas es de :

Centro Principal de Producción

Centro Principal de Distribución

118,600,276 Bytes

151,900,820 Bytes

Con estas estadísticas se puede observar la gran cantidad de intercambio de información que existe y por lo tanto los beneficios que trajo este proyecto.

GLOSARIO

GLOSARIO

Algoritmo. - Una secuencia finita de pasos, dirigidos a realizar una tarea específica.

Amplificador. - Dispositivo que eleva la potencia de una señal. Utilizada para prevenir la atenuación de las señales transmitidas.

Amplitud. - Distancia entre los puntos alto y bajo de una forma de onda o señal.

Amplitud Modulada. - Método de añadir información a una señal electrónica, donde la amplitud de la onda se cambia para lograr la información en cuestión.

Ancho de Banda. - La diferencia entre la frecuencia más alta y la más baja de un canal de transmisión, expresada en Hertz. Una medida de la capacidad de información de un canal de transmisión. El ancho de banda varía de acuerdo al tipo y método de transmisión.

ASCII. - Siglas de American Standard Code for Information Interchange. Forma estándar de codificar los caracteres en un patrón de 7 bits.

Atenuación. - Reducción de la potencia de una señal eléctrica durante la transmisión. Medida en decibeles.

Backbone. - Red fundamental, actúa como red primaria.

Baseband. - Las redes locales, de acuerdo a su uso del canal pueden ser de tipo Baseband o broadband. En el primer caso, todo el ancho de banda del canal, se utiliza para enviar datos.

Baudío. - Medida de velocidad de transmisión de datos. La velocidad en baudios es igual al número de veces que cambia la condición de la línea por segundo.

Bit de Paridad. - Método sencillo para detectar errores en la transmisión

Blindaje. - El proceso de proteger un cable con un metal aterrizado, de tal forma que las señales eléctricas no pueden interferir con la transmisión dentro del cable.

BNC. - Conector utilizado para los cables coaxiales.

Bps. - Abreviación de bits por segundo.

Bridge. - Dispositivo que permite enviar los "frames" de una red a otra.

Broadband. - Tipo de red local en la cual el ancho de banda es dividido, utilizando canales de voz datos y vídeo. Es decir, el canal se divide multiplexando en frecuencia.

Cable coaxial. - Un tipo de cable eléctrico en el cual un alambre sólido de metal es cubierto por un aislante, todo es protegido por una malla de metal cuyo eje de curvatura coincide con el del alambre, de ahí el nombre de coaxial.

Canal. - Un camino físico o lógico que permite la transmisión de información.

Carrier. - Una forma de onda continua (Portadora) normalmente eléctrica cuyas propiedades le permiten ser moduladas o alteradas por una segunda señal que "porta" información. La portadora en sí misma no lleva información hasta que es alterada de alguna forma. Estos cambios son los que traen la información.

Colisión. - El resultado de que dos o más estaciones traten de usar simultáneamente un medio de transmisión común. Después de una colisión la transmisión se corrompe y hay que reintentarla.

CSMA/CD. - Siglas de "Carrier Sense Multiaccess/Collision Detection". Técnica utilizada para enviar señales dentro de una red local. El cable se utiliza por "competencia", y cuando una tarjeta detecta solo la portadora empieza a transmitir, pero debe de seguir escuchando por si ocurre alguna colisión.

Data link level. - Nivel 2 del modelo de OSI. En este nivel se arman los frames y se verifican errores de transmisión (usualmente a través del CRC.)

Estación de trabajo. - Cualquier equipo conectado a una red, con capacidad de proceso propia.

Estación Remota. - En general, nombre que se le da a las PC's que se conectan a una red local a través de un módem.

Ethernet. - El estándar de tarjetas de red más conocido y sólido. Define una velocidad de transmisión de 10 Mbits/seg, con CSMA/CD.

FDM. - Siglas de Frequency division multiplexing. Bajo esta técnica, el ancho de banda total de un canal, se divide en varias bandas, cada una de ellas capaz de manejar una señal de información. Esto permite que diversos mensajes se envíen simultáneamente sobre el mismo medio de transmisión.

Fibra Óptica. - Un medio de transmisión de datos que consiste en una fibra de vidrio o de plástico. Una fuente luminosa (LED's o lasers) emite un haz de luz que se va reflejando dentro del cable gracias a los diferentes grados de refracción entre el material de la fibra y una cubierta de material similar.

File Server. - Computadora dedicada a compartir los archivos que tiene almacenados en el disco duro.

Físico level. - El primer del modelo OSI. Define las características del medio de transmisión, velocidad, forma de codificar los bits, etc.

Frame. - Unidad de información del nivel 2.

Frecuencia. - Número de ciclos por unidad de tiempo. Normalmente medida en Hertz.

Gateway. - Dispositivo que permite conectar dos redes (locales o geográficas) con diferentes protocolos. Un gateway cambia al menos, los protocolos de los primeros 4 niveles.

Hub. - Utilizado como sinónimo de repetidor o concentrador.

IEEE. - Institute of Electrical and Electronic Engineers. Define diversos estándares para redes locales.

IEEE-802.1. - Define un algoritmo de enrutamiento de frames denominado Spanning-tree.

IEEE-802.2. - Define dentro del nivel 2, las tareas de interfaz con el nivel 3 (denominado logical link control).

IEEE802.3. - Basado en Ethernet, define una forma de protocolo basada en CSMA/CD. El estándar 802.3 tiene diversas variantes (cable grueso, delgado, par trenzado y broadband).

IEEE802.4. - Define un tipo de red Token-bus Similar a Arcnet.

IEEE802.5. - Define un tipo de hardware "Token-Ring".

IP.- Internet Protocol. En la familia de TCP/IP, IP es el encargado de definir la mejor ruta y enviar por ella los paquetes, en una comunicación sin conexión. Es decir, IP en sí mismo, no garantiza la recepción correcta de paquetes.

IPX.- Protocolo propio de Novell, que actúa en el nivel de red. Entre sus ventajas está el de tener direcciones de tres campos: nodo, red y socket, que le permiten tener enlaces entre redes y varios procesos corriendo en algún server.

ISDN.- Integrated Services Digital Network. Red digital de servicios integrados. Estándar que define una línea digital telefónica, con canales para voz y datos.

ISO.- International Standard Organization.

LAN.- Local Area network. Abreviación de redes de área local.

MAU.- MultiStation Access Unit. Dispositivo fundamental para el cableado de token-Ring. Su función es cerrar el anillo entre los dispositivos conectados.

Método de acceso.- Forma en que la tarjeta de la red "accesa" el cable o canal de comunicación.

Módem.- Dispositivo que convierte las señales digitales desde una PC a una señal adecuada para transmitirse en un canal telefónico (analógico). En el otro extremo otro módem reconvierte la señal analógica en digital, y la transmite a la computadora de ese extremo.

Multiplexar.- Enviar varias señales por un mismo medio, variando en cada una de estas señales, algún parámetro para diferenciarlas de las restantes (por ejemplo, frecuencia tiempo, etc.).

OSI.- Open system Interconnection. Estructura lógica y estándar de 7 niveles de protocolos.

Presentación level.- El nivel 6 dentro del modelo OSI. Sus funciones principales son realizar labores de "transformación" de la información, conversión de formatos, etc.

Protocolo.- Conjunto de reglas convencionales, utilizada para comunicar dos dispositivos de la misma naturaleza.

Red level.- El tercer nivel del modelo OSI. Su función es cambiar las referencias de nombres de nodos, a direcciones de los mismos, y definir la ruta a tomar.

Red Local.- Conjunto de computadoras, enlazadas por algún tipo de cable, y en distancias relativamente cercanas (dentro de un mismo edificio).

Repetidor.- Dispositivo que retransmite y amplifica la señal recibida. Actúa solamente en el nivel del modelo OSI.

Ruteador.- Dispositivo que toma un paquete del nivel 3 y lo envía a su destino por la mejor ruta.

Ruido.- Señales eléctricas que distorsionan una transmisión, introduciendo errores. El ruido puede provenir de cables de corriente, motores eléctricos, etc.

Secuenciamento.- Proceso de dividir un mensaje de datos, en piezas más pequeñas para su transmisión.

Sesión level.- Nivel 5 del modelo OSI. Su función es establecer la conexión entre los dos extremos de la conversación.

Síncrona Transmisión. - Forma de transmisión en la que ambos extremos deben de tener un mismo pulso de reloj, y con base en éste, ambos extremos conocen en que momento pueden transmitir.

TCP. - Transmission control protocol. Protocolo orientado a conexiones, que garantiza la llegada de paquetes y su ordenamiento.

Token-passing. - Una de las dos técnicas básicas de acceso de una red local. Para que una tarjeta de red empiece a transmitir, debe de "recibir" primero el token. Dicho token es un patrón específico de bits.

Token-Ring. - Red local diseñada por IBM. esta creada para conectar diferentes tamaños de equipos. Se basa en que el token puede circular de nodo en nodo, a través de un anillo, utiliza MAUs.

Topología. - Descripción de las conexiones físicas de una red.

Transporte Nivel. - El cuarto nivel de OSI. Sus principales funciones son secuenciar paquetes, y verificar si han llegado todos.

Transmisión Asíncrona. - Forma de transmisión que no requiere que el transmisor y el receptor mantengan en "sincronía" sus relojes. Pero en cambio deben de colocar bits antes y después del carácter para que el receptor lo reconozca. Es menos eficiente que la transmisión síncrona.

Twisted-pair. - Cable que se forma de dos alambres, que se tuercen entre sí.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA.

- Redes locales de Computadoras.**
"Protocolos de alto nivel y evaluación de presentaciones".
Beltrao Moura, Sauvé Ferreira, Marinho de Araújo.

- Revista RED año III número 22.**

- Revista RED año IV número 42.**

- The Abc's of local area network.**
(Michel Dortch).

- Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos.**
Nestor Gonzales Sains.

- Local Area Networks The Next Generation.**
(Thomas W. Madron).

- Redes de Ordenadores.**
"Prince Hill, Segunda Edición".
Andrew S. Tanenbaum.

- Diseño de Redes Locales.**
"Sitésa" 1986, México, D.F:
Hopper A., Steven T., Williamson R.

- Networking Personal Computers.**
"Que" 1989, U.S.A.
Durr A., Gibbs M.

- Using Netware.**
"Que" 1986, U.S.A.
Durr M., Lawrence Bill.

- Introduction to Local Area Computer Network.**
"Macmillan".
Gee, K. C. E.

- Local Networks.**
Stalling, W.

- **Telecommunications Telephone Network 2.**
"Ericsson".
Chartwell Bratt Ltd.

- **Twenty Years of Optic in Mexico.**
"Optics News".

- **Transmisión en Fibra Óptica.**

"Ericsson".

- **Progress in Fiber Test Standards.**

"Communication Spectra".

Jhon E. Mdwinter, "Optical Fiber for Transmission".

Jhon Wiley & Sons, New York, 1974.

- **Telecomunicaciones Via Fibras Ópticas.**

"U.N.A.M."