



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON

23  
Zij

"OPTIMIZACION DEL MODO DE OPERACION DE REDES  
DE AREA LOCAL CON TOPOLOGIA TOKEN RING"

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN COMPUTACION  
P R E S E N T A  
ANA YESSICA GONZALEZ ZEPEDA

MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

#### **A MIS PADRES:**

Le faltan letras al alfabeto para formar los nombres de tantos sentimientos inexpresables, inexpresados en la escasez de palabras y me falta vida para manifestarles lo dichosa que me siento por ser su hija.

! Gracias !..... No solamente por haberme dado la vida, sino también por haber estado conmigo, ayudándome y conduciéndome por el mejor camino.

Porque todo lo que soy, y todo lo que espero llegar a ser, se los debo a ustedes.

#### **A MI HERMANA:**

Por cada paso que dimos juntas, por cada momento que vivimos y por todo lo que resta por disfrutar.

Por su compañía y por el cariño que siempre me ha demostrado.

#### **A PABLO:**

Por cada experiencia que vivimos que nos ayudó a madurar y salir adelante con cada meta que nos fijamos.

Por todo su amor, apoyo y comprensión, y por todos esos bellos momentos que me alentaron a seguir adelante.

Gracias a todo eso , en estos momentos veo culminados gran parte de mis sueños.

#### **A EL ING. DONACIANO JIMÉNEZ VÁZQUEZ:**

Por guiar el camino de este último escalón, brindándome su tiempo y su experiencia, además de sus conocimientos en la realización de mi tesis.

**A MIS AMIGOS:**

*Quienes me enseñaron el verdadero concepto de la amistad. Y me hicieron disfrutar aún más mi carrera con su compañía.*

*A cada uno de ellos, por todas esas aventuras que compartimos, y por todos esos obstáculos que pudimos superar para estar aquí.*

**A MIS MAESTROS:**

*Que me abrieron las puertas al conocimiento. Y que con su paciencia y dedicación compartieron conmigo su sabiduría.*



**" OPTIMIZACIÓN DEL MODO DE OPERACIÓN DE REDES  
DE ÁREA LOCAL CON TOPOLOGÍA TOKEN RING "**

**I N D I C E**

<b>PRÓLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES DE LAS REDES</b>	<b>2</b>
1.1 Introducción.	2
1.2 Evolución de las Redes de Comunicación.	4
1.3 Definición de Redes de Computadoras.	9
1.4 Estándares para las redes.	11
1.5 Arquitectura de Redes.	21
1.5.1 SNA.	21
1.5.1.1 Tipos de Datos en SNA.	21
1.5.1.2 Estructura Estratificada de SNA.	22
1.5.1.3 SNA y X.25	23
1.5.2 DNA.	24
1.5.2.1 Compatibilidad.	25
1.5.3 DCNA.	26
1.5.3.1 Caminos de Enlace.	28
<b>CAPÍTULO II. REDES DE ÁREA LOCAL</b>	<b>29</b>
2.1 Introducción.	29
2.2 Definición de Redes de Área Local.	31
2.3 Características de las Redes de Área Local	33
2.3.1 Medios de Transmisión.	33
2.3.1.1. Par de líneas.	34
2.3.1.2 Cable de par trenzado.	34
2.3.1.2.1 Cable de par trenzado apantallado.	36
2.3.1.3 Coaxial.	36
2.3.1.4 Fibra óptica.	38
2.3.1.5 Radioenlaces.	41
2.3.1.6 Tabla de características de los medios de transmisión.	43

2.3.2 Normas CCITT.	44
2.3.3 Modos de Transmisión.	54
2.3.4 Topologías.	55
2.3.4.1 Topología en Estrella.	56
2.3.4.2 Topología en Anillo.	58
2.3.4.3 Topología en Bus.	60
2.3.5 Protocolos de transmisión de datos.	63
2.3.5.1 Formatos BCS, HDLC, SDLC y DDCMP.	63
2.3.5.1.2 Formato BCS.	63
2.3.5.1.3 Formato HDLC.	66
2.3.5.1.4 Formato SDLC.	67
2.3.5.1.5 Formato DDCMP.	67
2.3.5.2 Estándares de control de enlace a los medios.	69
2.3.5.2.1 CSMA/CD.	69
2.3.5.2.2 CSMA/AD.	71
2.3.5.2.3 Paso de señal en anillo.	73
2.3.5.2.4 Paso de señal en bus.	75
2.3.5.3 TCP/IP.	77
2.3.5.3.1 Sobre TCP.	77
2.3.5.3.2 características principales de TCP.	79
2.3.5.4 Estándar X.25.	83
2.4 Proyecto de Estandarización para redes LAN.	85
2.4.1 Comité IEEE.	85
2.4.2 Comité FDDI.	88
<b>CAPÍTULO III. TOKEN RING</b>	<b>90</b>
3.1 Introducción.	90
3.2 Primeras Redes LAN Token Ring.	92
3.3 Tecnología Token Ring.	93
3.3.1 Estrella Alambrada.	93
3.3.2 Medio de transmisión.	97
3.3.3 Modo de transmisión	97
3.3.4 Codificación.	97
3.3.5 Sincronía	99
3.3.6 Protocolo Token.	100
3.3.7 Monitoreo de Anillo.	102
3.3.8 Unidades de Acoplamiento.	102
3.4 Modelo de Colas de la Operación Básica de Token Ring.	106

<b>CAPÍTULO IV. PROTOCOLO DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO</b>	<b>108</b>
4.1 Introducción.	108
4.2 Principio de Operación del Protocolo de Control de Acceso al Medio.	110
4.3 Estructura del FRAME.	112
4.3.1 descripción de los campos de ambos formatos.	113
4.4 Transmisión y recepción de Frames.	116
4.4.1 Transmisión.	116
4.4.2 Recepción	117
4.5 Control y Administración del Anillo.	118
4.5.1 Operaciones de prioridad.	118
4.5.2 Administración del anillo.	124
4.5.3 Monitoreo del anillo.	125
4.5.4 Señalización (Beaconing).	126
4.6 Diferencias en la FDDI.	129
4.6.1 Formato del Frame.	129
4.6.2 Protocolo MAC.	130
4.7 Performance.	132
4.7.1 Velocidad contra distancia.	135
4.7.2 Factores que afectan el performance.	139
4.7.3 Límites del Performance.	140
4.7.4 Método para calcular los límites de throughput y el retardo en función del número de estaciones activas.	141

<b>CAPÍTULO V. EQUIPO UTILIZADO EN TOKEN RING</b>	<b>145</b>
5.1 Introducción a la Interconexión por Token Ring.	145
5.1.1 Unidades de Acceso	145
• S-TAU	146
• SLIM-TAU	146
• F-TAU	147
• TAU-1	147
• X-TAU	147
• LAU-2, LAU-4	148
• SMART-LAU	148
• SLIM-LAU	148
5.1.2 Tabla de Especificaciones Generales de las Unidades de Acceso.	149

5.2 Repetidores.	151
• TCR	151
• TFC,M-TFC.	151
• TFR.	152
• TLR.	153
• TCP.	153
• JitterMizer	154
5.3 Nodo (hub) modular RAdring	155
5.4 Adaptadores a Red.	155
5.5 Administración de Red.	157
5.6 Optimización.	158
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>163</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>164</b>

## PRÓLOGO

El objetivo primordial del presente trabajo es servir de ayuda en un estudio básico en las carreras relacionadas con las ciencias de la comunicación. Teniendo acceso al mundo de las redes informáticas de una manera sencilla, pero completa.

Más allá de marcas y estándares de arquitectura, plataformas o ambientes de cómputo, es un hecho que la computadora personal como herramienta de trabajo ha venido a revolucionar las formas de desarrollo de cada disciplina profesional, haciendo más productivos y más rápidos los procesos de aprendizaje.

Actualmente las palabras del juego no son conectar equipo de cómputo y echarlo a andar, más bien la palabra clave es la interconectividad óptima entre diferentes proveedores de hardware, software y dispositivos, cuyos fabricantes desarrollan cada vez más soluciones a problemas específicos de la red como seguridad, almacenamiento, mantenimiento, etc.

Existen varios retos tecnológicos, uno de ellos es apoyar estándares para lograr la interoperabilidad total entre sistemas.

Parece que la computación no tiene límite mientras pueda conectarse a todo. La meta en cambio no es solo lograr productividad, sino alcanzar el óptimo trabajo en grupo. Por lo que las redes permiten aprovechar todas las capacidades de computación intercambiando y compartiendo los recursos.

A continuación se describe brevemente el contenido de cada uno de los capítulos mencionados en el presente trabajo.

El Primer Capítulo, establece los aspectos generales de las redes, su evolución, así como sus estándares y arquitecturas.

El Capítulo Dos muestra una descripción general de las redes de área local con sus características básicas como son su medio y modo de transmisión, sus topologías y protocolos.

El Capítulo Tres y Cuatro desarrolla el entorno en cuanto a la topología Token Ring y el Protocolo de Acceso al Medio se refiere.

Y finalmente el Capítulo 5 permite una introducción a la interconexión y Optimización de Operación por Token Ring.

# CAPÍTULO I

## ASPECTOS GENERALES SOBRE REDES

### 1.1 INTRODUCCIÓN.

Las necesidades de nuestro mundo en la actualidad son: el intercambio de información a gran escala y a grandes distancias, con el mayor grado de confiabilidad, exactitud y rapidez; como consecuencia de un incremento de la información y a su vez de la necesidad de proporcionar ésta a otras entidades que la requieran, de modo que la utilización de las redes por ser este un estándar en el mercado, se está extendiendo a pasos desmedidos y es necesario hacer que forme parte de nuestra cultura computacional ya que como ingenieros nos enfrentamos a una sociedad demandante de nuevas tecnologías. Debemos poseer los conocimientos necesarios para enfrentar a las necesidades empresariales actuales.

La conexión entre computadoras se perfila como el futuro de la informática. A medida que las PC se convierten en herramientas de trabajo en casi todas las actividades profesionales, las terminales independientes dejarán de ser la solución para muchos usuarios que necesitan información de diversas fuentes, además de su disco duro, floppy e incluso CD-ROM. En tales casos, se hace indispensable la necesidad de utilizar una red informática.

Hace algunos años, era usual aumentar el número de computadoras en diferentes lugares para acelerar tareas aisladas como contabilidad y administración de datos; ahora, las PC's son componentes conectados a fin de que las compañías públicas o privadas, funcionen con más eficacia. La distribución del trabajo entre los elementos de la red propició que las PC's comenzaran a tener más potencia a menor precio y así proporcionar libertad de elección para la compra del equipo necesario para cada tipo de empresa.

Los procesos comerciales polifacéticos eliminan en gran parte la tarea de escribir y modificar los programas de las unidades principales.

Las redes permiten aprovechar todas las capacidades de computación intercambiando y compartiendo los recursos. Los sistemas pequeños pueden mejorar los recursos y la mayor potencia de computación de los sistemas más extensos, mientras que éstos a su vez, pueden escoger aquellas aplicaciones que mejor se manejan a través de las computadoras personales. Cualquier recurso de computación agregado a la red se convierte en un elemento positivo para toda la red.

En la década de los 90's el desarrollo de dichas redes para la comunicación de datos crece a ritmos acelerados en el campo del software eficiente, herramientas de gestión avanzadas y estandarización de tecnologías en el campo concerniente al hardware.

Todo ello nos lleva a la adopción de nuevos conceptos y al perfeccionamiento o redefinición de los ya existentes; es por ello que al iniciar el presente capítulo se requiere el analizar los términos manejados en el ambiente computacional a nivel de redes.

Se pretende cubrir los aspectos más generales en el ámbito de los ordenadores, así como también se quiere llegar a la parte descriptiva de todos y cada uno de los conceptos más frecuentes en el ramo, esto con el objeto de introducir al lector en el enfoque exacto que se desea obtener al concluir el presente capítulo.

## 1.2 EVOLUCIÓN DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN.

La historia de la evolución de los sistemas de comunicación de datos, se describe siguiendo el desarrollo que han tenido los sistemas de cómputo a través del tiempo.

En el inicio de las redes de comunicación de datos, una organización contaba con su sistema de cómputo centralizado formado de un software primitivo y de hardware caro y complicado.

El sistema de cómputo consistía básicamente de una unidad central de proceso (CPU) con una limitada cantidad de memoria de acceso aleatorio (RAM), algún elemento de almacenamiento secundario (cinta magnética o disco magnético), impresora, lectora de tarjetas y la consola del operador, (Como se muestra en la figura 1.1).

Los usuarios normalmente preparaban sus programas y datos fuera de línea, en una perforadora de tarjetas localizada en otro cuarto, y después el operador ejecutaba cada programa secuencialmente.

Mientras el tiempo pasa y la tecnología de computadoras avanza, se incrementó la rapidez de los dispositivos de almacenamiento secundario y los sistemas operativos permitieron la multiprogramación. Por lo que se hizo posible el "tiempo compartido", permitiendo a los usuarios trabajar con sus programas y datos almacenados de forma interactiva y simultánea, vía su propia terminal alejados de la computadora central.

Las terminales eran normalmente dispositivos electromecánicos que podían transmitir y recibir datos a grandes distancias. Con el aprovechamiento de éste avance tecnológico, las organizaciones comenzaron a utilizar varias terminales bajo un sistema de multiproceso.



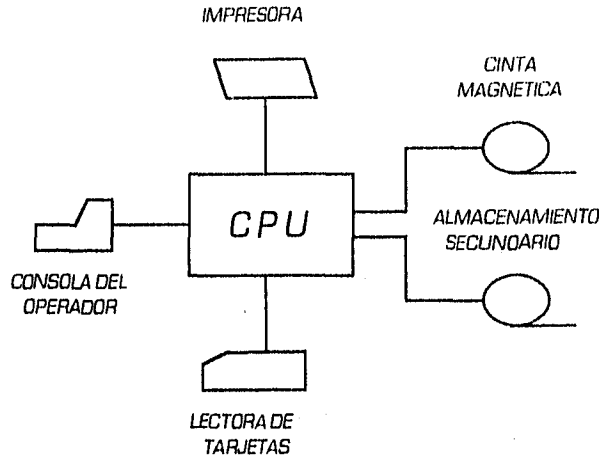
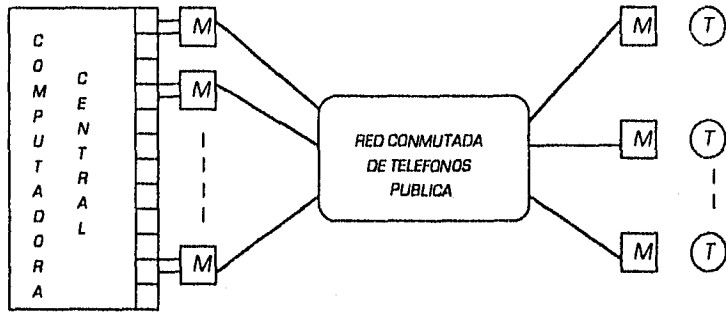


Figura 1.1 Sistema de Cómputo básico

Al principio las terminales se colocaron cerca del computador central; después, gracias a sus características y adelantos tecnológicos, se distribuyeron a lo largo de diferentes oficinas y con la ayuda de las redes conmutadas de teléfonos y módems, se instalaron a través de grandes áreas geográficas. (ver figura 1.2)

La utilización de redes conmutadas de teléfonos trajo consigo que se incrementara el costo de la línea telefónica. Para disminuir este incremento, se diseñaron dispositivos para aprovechar una sola línea para varias terminales (figura 1.3) con la utilización de multiplexores y controladores.

El aumento en el uso de las computadoras creció de tal manera que los sistemas llegaron a tener cientos de terminales, lo que trajo como consecuencia que la computadora central perdiera tiempo en realizar tareas de control y atención a cada una de las líneas de comunicación. El problema se solucionó introduciendo procesadores frontales ( Front End Processor FEP ), los cuales se encargaron de controlar la sobrecarga que las tareas de comunicación representaban para el procesador actual.



NOTACIÓN:

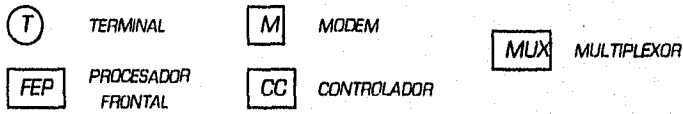


Figura 1.2 IPC Intercambio por Paquetes Conmutados

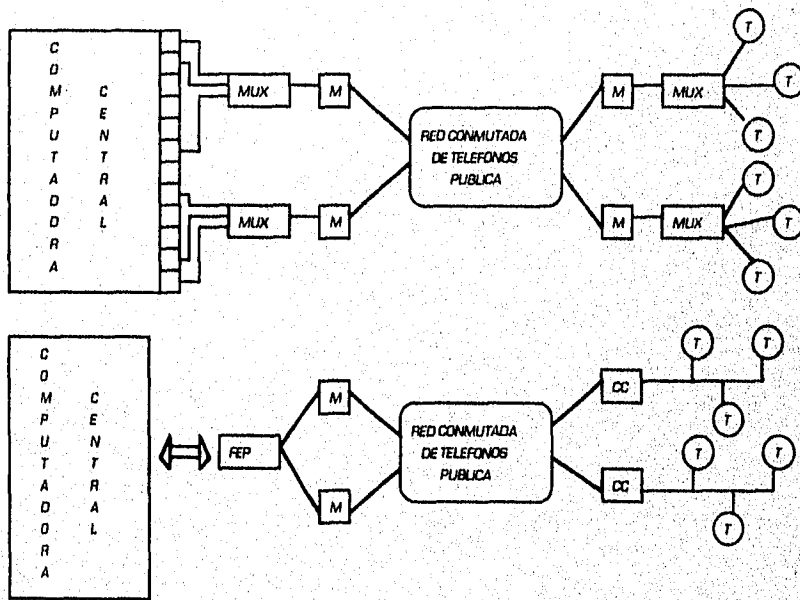


Figura 1.3 Diseño de una Red Telefónica

Lo anterior prevalecía en lugares que tenían su información en un lugar central que no siempre era necesario.

Algunas organizaciones tenían varios sistemas de cómputo independientes localizados en diferentes sitios, pero en ocasiones requerían intercambiar información o compartir recursos, por lo cual surgieron los primeros enlaces de computadoras.

Este intercambio se basaba en la red pública conmutada de teléfonos y módems la cual tenía como limitante el volumen de información a transmitir.

Para solucionar este problema surgieron las redes telefónicas autónomas que además podían almacenar y direccionar la información. Como se observa en la figura 1.4

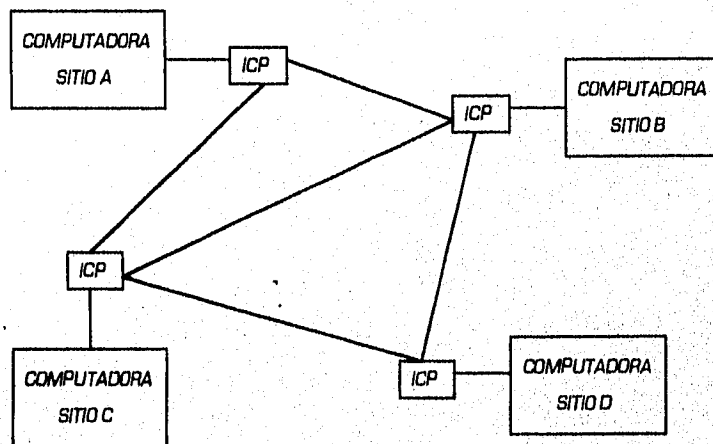


Figura 1.4 Red Telefónica

La red telefónica, fue destinada especialmente al intercambio de información y tiene la ventaja de transmitir grandes mensajes de datos. Pero como consecuencia el tiempo de respuesta se vio afectado ya que dependía del número de mensajes y del tamaño de los mismos, por lo que se optó por definir una unidad mínima de mensaje a lo que se llamó paquete, de donde surgieron las redes de comunicación de paquetes.

Los constantes avances en los circuitos integrados están provocando el cambio en la operación de la red telefónica de modo analógico a digital, por lo que han comenzado a surgir las redes digitales de servicios integrados.

### 1.3 DEFINICIÓN DE RED DE COMPUTADORAS.

Una red de computadoras es la interconexión de las misma a través de cualquier medio de comunicación.

Esta interconexión se puede establecer por diferentes medios de comunicación: red pública conmutada de teléfonos, red privada, redes digitales de servicios, microondas, via satélite o simplemente con una conexión punto a punto. La red mas simple se forma por el enlace entre dos computadoras conectadas punto a punto.

Se establecen básicamente dos tipos de redes de computadoras:

- \* Aquellas que al utilizar medios de comunicación públicos llegan a cubrir grandes áreas geográficas: Redes de Áreas Amplias ( WANS ).  
(Ver figura 1.5)

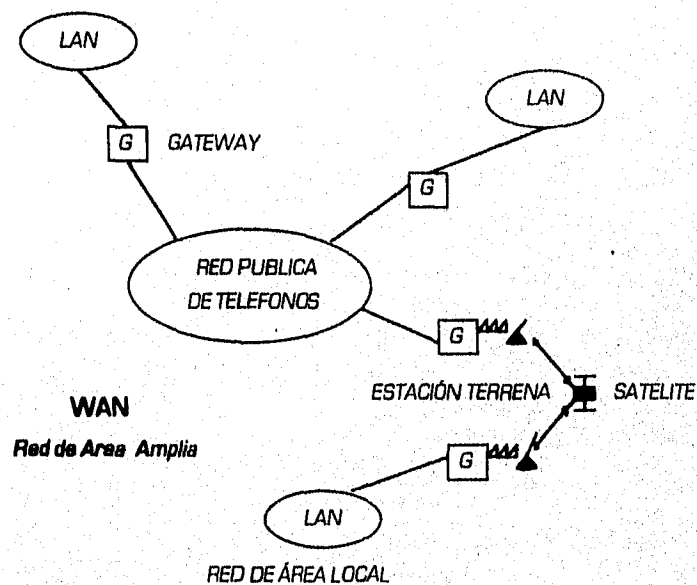
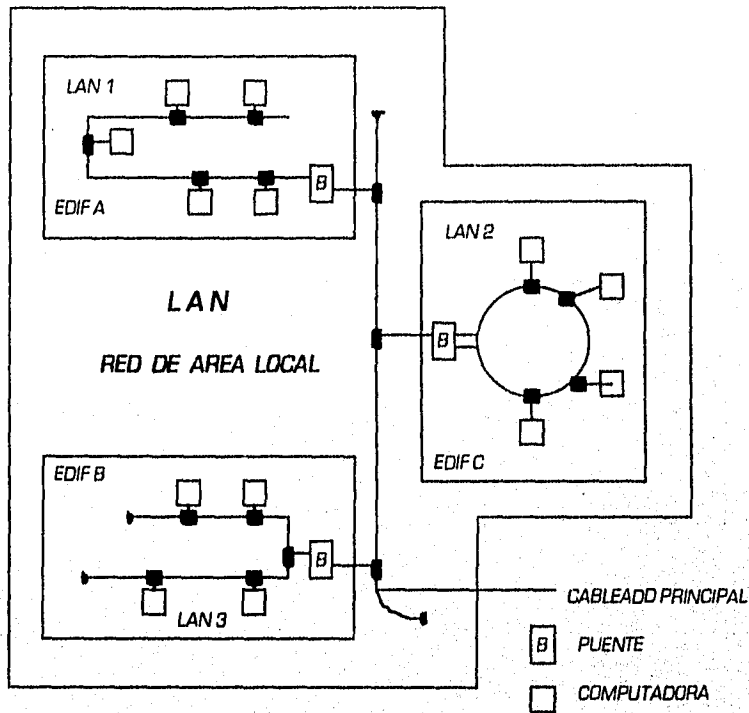


Figura 1.5 Red de Area Amplia WAN

\* Aquellas que se forman en áreas relativamente pequeñas y que emplean su propio canal de comunicación: Redes de Area Local (LANs), figura 1.6.



**Figura 1.6 Red de Área Local**

Existen diferentes tipos de redes clasificadas de acuerdo a su topología, tipo de operación, etc., cada una de estas se utiliza dependiendo según las características y necesidades propias de cada organización.

#### 1.4 ESTÁNDARES PARA REDES.

Ya que las computadoras no solo son incompatibles en su arquitectura sino también en sistemas operativos, propósitos y programas de aplicación, empezaron a surgir dispositivos para la comunicación de datos de diferentes tipos, lo que las reafirmó como sistemas cerrados; por lo que desde hace varios años esto ha provocado la preocupación por lograr una estandarización entre los diferentes sistemas tanto de comunicación de datos como en sistemas de cómputo y la interface entre ambos, para esto han surgido organismos internacionales enfocados a desarrollar soluciones para este problema, como son la CCITT, ISO, ANSI, IEEE, EIA, etc.

Dentro de estos organismos dedicados a buscar y establecer normas para la estandarización se encuentra la Organización Internacional de Estandarización ( ISO: *International Standard Organization* ) que desarrolló un modelo de referencia para las arquitecturas de sistemas. Este modelo se conoce como OSI: *Open System Interconnection*.

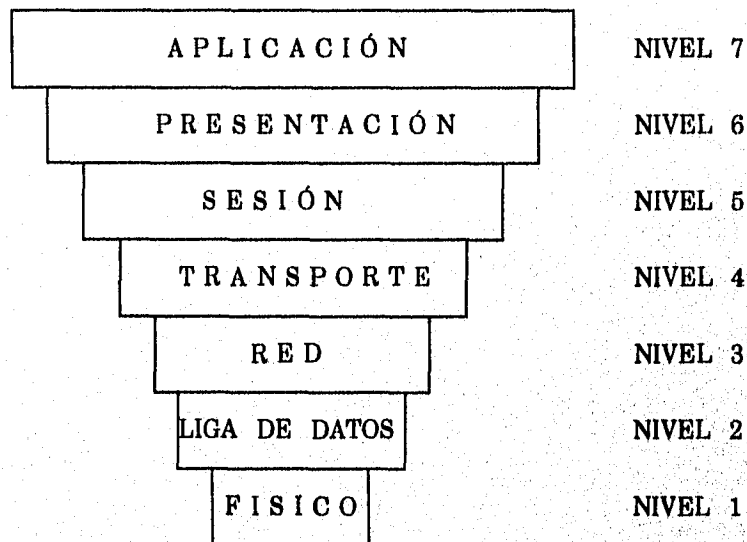
El modelo OSI se apoya en una estructura jerarquizada que comprende diferentes niveles donde se ejecutan funciones bien definidas, cada nivel opera de acuerdo a un protocolo para el intercambio de mensajes entre niveles iguales de un enlace y además cada nivel cuenta con una interface que lo conecta con sus respectivos niveles anterior y posterior.

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

El objetivo, a largo plazo, de ISO es desarrollar una compatibilidad total inter-sistemas, entre los muchos productos y servicios ofrecidos por los vendedores y las redes transportadas al rededor del mundo.

Los niveles que OSI propone son 7: el físico, el de enlace de datos, de red, de transporte, presentación y aplicación. Las tres inferiores, constituyen un estándar que se conoce como X.25; y además los agrupa en 3 ambientes de trabajo: red, OSI y real.

**MODELO PARA LA INTERCONEXIÓN  
DE SISTEMAS ABIERTOS  
( OSI )**



*Figura 1.7 Estratos del Modelo OSI*



Las funciones específicas que en cada nivel se realizan son:

*1. Control de interconexión física.*

La capa de Control de interconexión física provee las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento, necesarias para establecer, mantener y librar conexiones físicas entre el dispositivo terminal y el punto de conexión a la red.

*2. Control de enlace de datos.*

La capa de enlace de datos establece la conexión lógica a través de la línea, el direccionamiento, el secuenciamiento y la recuperación de errores.

Existe una dirección de enlace que identifica una conexión de enlace en la capa DLC.

En esta capa ( DLC: Data Line Control ), se determina el uso de una disciplina de comunicaciones conocida como HDLC ( High - Level Data Link Control ). Este es un protocolo de línea considerado como un estándar universal. Los datos, en HDLC, se organizan en TRAMAS. La trama es un encuadre de los datos. (Figura 1.8)

BANDERA	DIRECCIÓN	CONTROL	INFORMACIÓN	SECUENCIA DE CHEQUEO	BANDERA
8 bits	8 bits (múltiplo)	8 bits (múltiplo)	n/8 bits	1G bits	8 bits

Figura 1.8 Trama del HDLC

Por lo tanto, juntando las funciones de las capas 1 y 2, ya tenemos la forma de conectar físicamente dos nodos adyacentes y de transferir un mensaje de datos entre ellos, manejando direccionamiento, control de errores, etc.

### 3. Control de red.

Este nivel permite a los niveles superiores comportarse de manera independiente a la transmisión de los datos y se responsabiliza de establecer, mantener y terminar las conexiones.

Las funciones proporcionadas por este estrato incluye el ruteo de los mensajes, la notificación de errores y opcionalmente la segmentación y el bloqueo. La utilidad de esta capa puede ser vista como de "dirección del control entre los puntos de conmutación", más que como proveedora de ayuda para la transferencia de datos entre estos puntos.

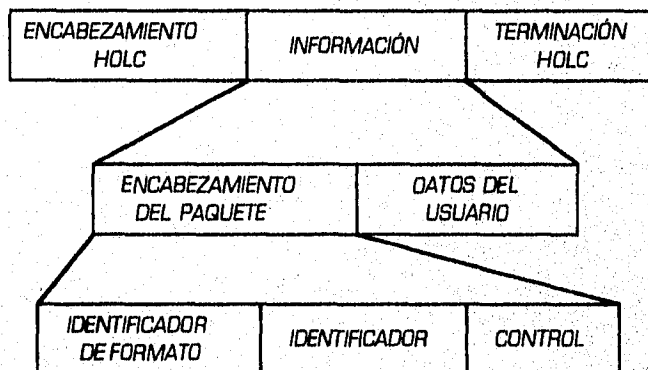


Figura 1.9 Paquete HDLC

En este estrato se determina el formato del campo de información de la trama HDLC (Figura 1.9). A esto se le llama PAQUETE y es un término cuya popularización es muy grande a raíz de la difusión del uso de redes X.25 o de Conmutación de Paquetes (Packet Switching).

#### *4. Control de transporte.*

El nivel de control de transporte proporciona una transferencia de datos transparente entre dos puntos terminales. Es decir, asegura la correcta conexión entre dichos puntos, con lo que establece la dirección antes de realizar algún tipo de comunicación, ya sea de transmisión o de recepción.

Las capas 1 y 4 de OSI, conforman el Subsistema de Transporte. La capa 4 releva las sesiones, de cualquier consideración de detalle referente a la forma en la cual se realiza la transferencia de datos.

Una conexión de transporte se identifica por un "identificador de punto final de transporte" y una o más conexiones de transporte pueden ubicarse dentro de la misma conexión de red.

#### *5. Control de sesión.*

La capa de Control de sesión establece el soporte para interacciones entre entidades que cooperan en la Capa de Presentación. Las funciones de la capa de sesión se pueden dividir en dos categorías:

- Determinación y cancelación de contrato entre dos entidades de la Capa de Presentación (Servicio de Administración de Sesión), y

- Control de intercambio de datos, entre estas dos entidades, comprendiendo, sincronización, delimitación y recuperación de operaciones con los datos (servicios de Diálogo de Sesión).

Una sesión se identifica por "identificador de destino final".

#### *6. Servicios de presentación.*

Este nivel de Presentación proporciona un conjunto de servicios de conversión y descifrado que la capa de Aplicación (7) puede seleccionar, para poder interpretar el significado de los datos intercambiados.

Otra de las cosas que puede incluirse en esta capa es la conversión de código.

#### *7. Aplicación.*

Este nivel de Aplicación permite que los usuarios acceden el ambiente OSI, con lo que les proporciona servicios de distribución de tareas. Es decir, es la interface con el usuario y el programa de aplicación que utiliza, sin que se de cuenta de los detalles de comunicación involucrados.

Las diferentes operaciones que en los ambientes OSI se llevan a cabo son:

1. Ambiente RED: engloba a protocolos y estándares relacionados a las bases de los diferentes tipos de redes de comunicación de datos.

2. Ambiente OSI: el cual abarca el nivel red, adicionándole los protocolos orientados a aplicaciones y los estándares que les permiten a los sistemas finales (computadoras) comunicarse con otro de manera abierta.

3. Ambiente de Sistemas Reales: el cual se basa en el ambiente OSI para construir servicios y software apropiado para llevar a cabo una tarea en particular.

## CCITT

El CCITT (Consultative Committee on International Telegraph and Telephone) es uno de los dos Comités técnicos que trabajan con el desarrollo de estándares en cuestiones técnicas, dentro del ITU (International Telecommunication Union). El otro es el CCIR (Consultative Committee on International Radio). El CCITT fue establecido para estudiar aspectos técnicos operativos y tarifarios relativos a la telegrafía y a la telefonía, y para emitir "recomendaciones" sobre los mismos.

El SG VII (study Group) es responsable por emisiones referentes a redes públicas de datos. El trabajo del CCITT es conducido por periodos de estudio de 4 años y es concluido en asambleas generales en donde se ratifican las recomendaciones. En donde através de estas reuniones se llevaron a cabo el desarrollo de varias actividades en donde se han dado aprobado la Recomendación X.25 y un grupo dedicado al estudio de modelos arquitecturales de referencia (OSI) y protocolos de alto nivel.

### **Estándar X.25**

La recomendación X.25 fue desarrollada bajo la protección de CCITT, en un esfuerzo conjunto de Canadá, Francia, Japón y USA.

Esta se compone de tres niveles de conexión en el modelo OSI: Físico, Enlace de Datos y Red. Tiene un conjunto de normas asociadas para la conexión de equipos asíncronos y para la conexión de otras redes.

Una Red de Conmutación de Paquetes X.25, es una red de comunicaciones de datos que usa la tecnología de conmutación de paquetes para efectos de transmitir datos. Estos se encuadran en tramas que contienen estructuras llamadas "paquetes" cuyo formato se ajusta a las especificaciones emitidas por el CCITT.

X.25 especifica las características de la interconexión entre el DTE (quien envía o recibe paquete de datos) y el DCE (el nodo de la red que actúa como entrada o salida de la misma).

### Comité del IEEE.

Tomando en cuenta la complejidad que existe para llegar a una estandarización se puede ilustrar comparando el modelo de referencia de red local del IEEE con el modelo OSI. Existen tres subestratos que comprenden el modelo de red local:

- \* Físico: Este tiene que ver con la naturaleza del medio de transmisión, conexión de dispositivos y transmisión de señales eléctricas.

- \* Control de acceso a los medios: Como muchos dispositivos comparten un mismo medio, se necesita contar con algún método para regular el acceso a ese medio.

- \* Control de enlace lógico: Éste define el establecimiento, conservación y terminación del enlace lógico entre dispositivos.

La relación entre los modelos OSI y de red local se representa en la figura 1.10. La estrategia a que aspira el Comité 802 del IEEE es proporcionar una estructura flexible para redes de área local.

El estándar 802.2 de ANSI/IEEE especifica el protocolo Standar Logical Link Control (O Control del enlace lógico estándar) del IEEE y se utiliza junto con los estándares de acceso a los medios. La relación entre éstos estándares y su relación con el modelo de referencia de Open System Interconnection de la ISO se especifica en un documento llamado IEEE 802.1.

Existen otros estándares en relación a esto:

- Estándar 802.3 de ANSI/IEEE (ISO DIS 8802/3), bus o colector que utiliza a CSMA/CD como método de acceso.

- Estándar 802.4 de ANSI/IEEE (ISO DIS 8802/4), bus o colector que utiliza la transmisión de señales codificadas como método de acceso.

- Estándar 802.5 de ANSI/IEEE , anillo que utiliza la transmisión de señales codificadas como método de acceso.

Como se puede observar en la figura 1.10, con los estándares 802 del IEEE los subestratos del control del enlace lógico y de control de acceso a los medios corresponde al estrato de enlace de datos del modelo OSI; en tanto que el estrato físico de 802 corresponde a los estratos físicos del modelo OSI.

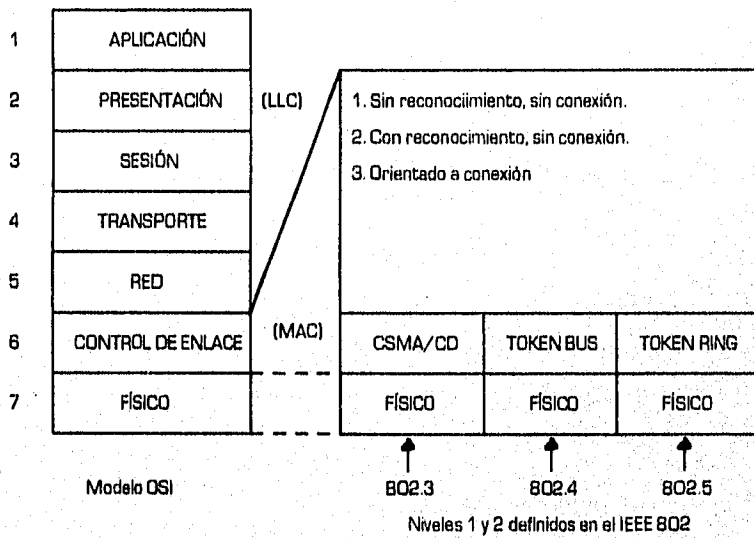


Figura 1.10 Estándares IEEE 802 y su relación con OSI

LLC es la parte de una estación de datos que soporta las funciones de enlace lógico de uno o más enlaces lógicos. El LLC genera paquetes o cuadros de comandos llamados unidades de datos de protocolo o PDU. En particular, las responsabilidades asignadas a un LLC incluyen:

- a) Iniciación del intercambio de señal de control.
- b) Organización del flujo de datos.
- c) Interpretación de PDU de comandos recibidos y generación de PDU de respuestas adecuadas.
- d) Funciones de control y recuperación de errores en el LLC.

Además de las funciones ya citadas, se especifican dos servicios primarios: servicios sin conexiones no reconocidos y servicios orientados a conexiones. El primero es del estilo de un datagrama que hace posible el envío y la recepción de cuadros LLC sin reconocimiento de entrega asegurada. Se soportan todas las formas de conexión: punto a punto, multipuntos, transmisión directa y multiplexada.

En contaste con el servicio no reconocido está el servicio orientado a conexiones. Este segundo proporciona una forma de conexión de circuito virtual entre puntos de acceso a servicios. Este servicio proporciona el medio a través del cual un nodo de una red, puede solicitar, o ser modificado de el establecimiento de conexiones en el estrato de enlace de datos. El resultado de este servicio es que puede proporcionarse secuenciación, control de flujo y recuperación de errores para el estrato de enlace de datos.



## **1.5 ARQUITECTURA DE REDES.**

La interconexión de Sistemas Informáticos y Redes de Transmisión de datos necesitan de una serie de normas en donde se especifiquen los procedimientos, funciones, modos de conexión y liberación, características mecánicas y eléctricas, que fundamenten los requerimientos de diseño en el intercambio de información.

### **1.5.1 Arquitectura SNA.**

SNA (System Network Architecture) es un esquema orientado al procesamiento distribuido y a la administración de las comunicaciones. Representa un conjunto común de estándares de interconexión, para que una familia de productos de hardware y software se comuniquen. Responde a los requerimientos de los clientes de proveer nuevas capacidades, SNA tiene como objetivo proveer:

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

#### **1.5.1.1 Tipos de datos en SNA.**

En SNA se distinguen cuatro tipos de datos:

1. Datos de aplicación, los cuales pueden ser incompatibles con la forma de operar del usuario final al cual se destinan los mismos.

2. Comandos SNA, usados para activar, controlar y desactivar la red. Tienen aplicación también en el establecimiento, control y terminación de sesiones entre usuarios finales.

3. Datos de respuesta, que indican si la formación recibida es aceptada o no, y en caso negativo, cuál es la causa del rechazo.

4. Datos de encabezamiento, los cuales existen siempre agregados a los tres tipos anteriores. Consiste en indicadores de control e información para el correcto ruteo de los mensajes.

### **1.5.1.2 Estructura Estratificada de SNA.**

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

La capa física se encarga de establecer las características físicas de la interconexión entre dos nodos adyacentes y usa un protocolo propio para transportar las señales del origen al destino.

Establece todo lo referente al conector: tamaño, forma, asignación de clavijas. También especifica el voltaje y los niveles de corriente, la potencia de la señal, etc.

Los estratos de SNA se agrupan en tres capas supra-capas: Aplicación, Administración de Funciones y Transporte. (Ver figura 1.5.1).

La capa de Aplicación es la que genera o recibe los datos de aplicación. La Administración de Funciones provee los servicios de sesión entre las partes. El subsistema de Transporte se encarga de mover los datos a través de la red. Como en todas las arquitecturas estratificadas, existen "interfases" perfectamente definidas entre las capas, las cuales dan a éstas una gran independencia. También existe un protocolo para que cada nivel de la estructura se comunique con su homónimo en el otro extremo. (Figura 1.5.2).

### 1.5.1.3 SNA y X.25.

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

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

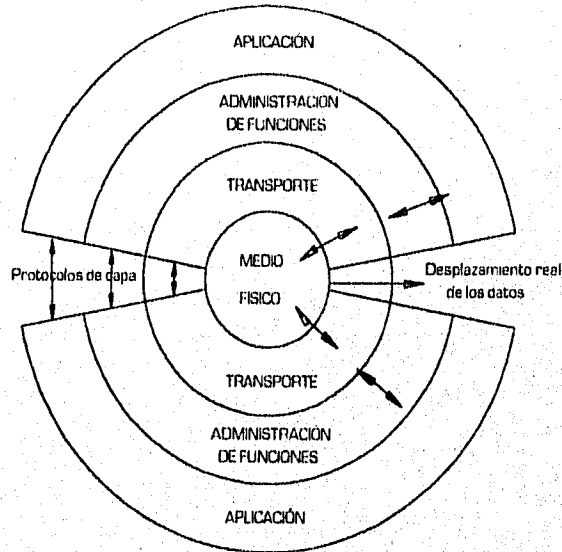


Figura 1.5.1 Supra-Capas de SNA

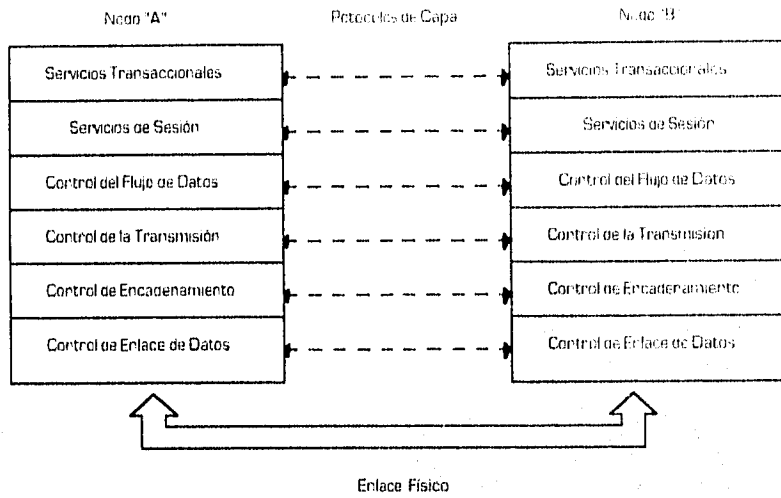


Figura 1.5.2 Capas de SNA

### 1.5.2 Arquitectura DNA.

La compañía Digital Equipment Corporation (DEC) introdujo una arquitectura para sistemas en redes de comunicaciones de datos, llamada DNA: Digital Network Architecture. DNA básicamente consiste en: un modelo, un conjunto de interconexiones y un grupo de protocolos. DNA describe una estructura estratificada en donde cada capa representa un conjunto particular de funciones de red. Se definen formatos específicos para los mensajes en las interconexiones entre capas y en los protocolos de nivel.

DNA se caracteriza por una topología sin sistema central, o sea, con control totalmente distribuido. Para alcanzar esta independencia topológica, las funciones de mantenimiento y control ejecutan en el nivel de aplicaciones del usuario dentro de la estructura DNA. En ese nivel, las consideraciones topológicas son transparentes. Una segunda característica es que todos los nodos en DECnet se direccionan uniformemente. No existe una columna vertebral inherente a la red. Los nodos se conforman según las características específicas de la aplicación del usuario que ellos ejecuten. Un nodo que soporte aplicaciones centrales del usuario es un "HOST", (sistema central); otro que soporte terminales, es un concentrador y un nodo de

soporte de funciones de ruteo y conmutación de mensajes, es un nodo de comunicaciones.(Figura 1.5.3).

Es evidente que estas nociones son lógicas y que un único nodo físico puede soportar múltiples funciones y ser varias cosas simultáneamente. Debido a esta característica de flexibilidad, dos nodos pueden cambiar su relación, sin afectar a los usuarios de la red y su software, ya que el protocolo del nivel de transporte y la forma de direccionamiento, son la misma en ambas situaciones. El soporte central de estas características es el hecho de que DNA fue construida sobre el principio fundamental de que todo el uso de la red puede ser representado como comunicaciones entre procesos a nivel de aplicación.

Estos procesos se llaman "objetos de recursos" y pueden ser programas de aplicación o dispositivos de E/S.

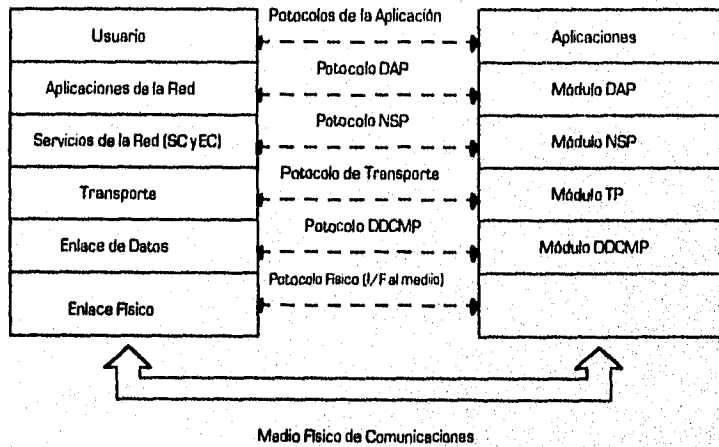


Figura 1.5.3 Capas de DNA

### 1.5.2.1 Compatibilidad.

La estructura de DNA tiene características propias que lo diferencian, de otras arquitecturas tales como OSI o SNA. Para efectos de poder compartir mercado con otros proveedores, DNA incorpora módulos que proveen compatibilidad a los equipos DEC, con otras marcas principalmente

IBM en redes SNA. Para otro tipo de interconexiones, es decir, otros proveedores y otro entorno operativo DNA adopta el modelo X.25 del CCITT.

La incorporación de estas características ha sido, lógicamente, gradual y selectiva en algunas propiedades de los modelos adoptados. En el caso de la compatibilidad con SNA, DEC da a sus usuarios un "esquema de interconexión programable", que no emula estrictamente a un protocolo SNA, sino que otorga al usuario más flexibilidad permitiéndole adecuar los formatos y protocolos a su aplicación específica.

### **1.5.3 Arquitectura DCNA.**

La arquitectura DCNA (Data Communications Network Architecture), es un desarrollo conjunto de Nippon Telegraph and Telephone (NTT). El modelo es estratificado, construido en cinco capas, de las cuales los niveles 1 y 5 no son arquitecturados por DCNA, sino que son provistos por I/F definidas por estándares de CCITT/ISO y por el usuario respectivamente.

Es una red implementada según las reglas de DCNA, al usuario se le conoce como "P-Process".

Para efectos de permitir la comunicación de dos procesos a través de la red, DCNA provee caminos lógicos de enlace, en cada uno de sus niveles.

A estos caminos se les llama:

- Camino-F (Function Path).
- Camino-T (Transport Path).
- Enlace-D (Data Link).

Los cinco estratos o capas de DCNA son:

\*5 Nivel de Procesamiento de la Información (IPL: Information Processing Level).

\*4 Nivel de Control de Función (FCL: Function Control Level).

\*3 Nivel de Transporte (TL: Transport Level).

\*2 Nivel de Control de Enlace de Datos (DLCL: Data Link Control Level).

\*1 Nivel Físico (Physical Level).

Dentro de los tres niveles principales de DCNA (2,3,4), se encuentran diferentes tipos de servicios, los cuales también están organizados en capas. (Figura 1.5.4).

El nivel de control de Función se subdivide en:

- Servicios de Funciones de Aplicación.
- Servicios de Funciones del Sistema.
- Servicios de Procesamiento de Atributos Fundamentales.
- Servicio de Control de la Unidad de Datos.

Dentro del Nivel de Transporte se encuentran:

- Los Servicios de Control de la Unidad de Transporte.
- Los Servicios de Control de Ruteo.

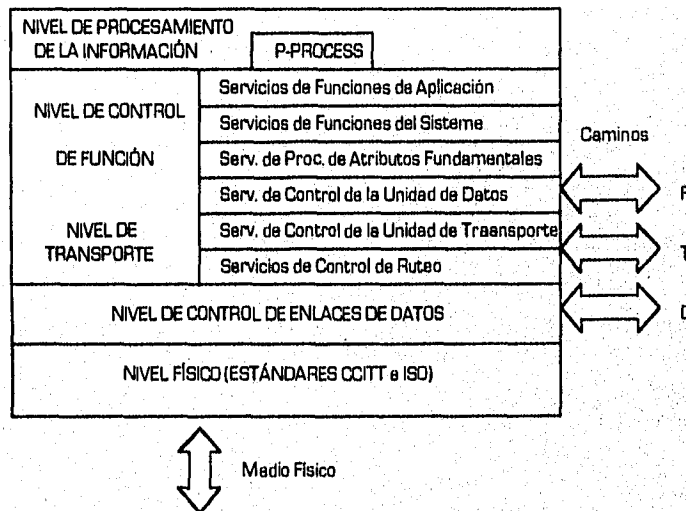


Figura 1.5.4 Estructura en Capas de DCNA

### **1.5.3.1 Caminos de Enlace.**

El Camino F, es un camino lógico que permite que dos P/Process se comuniquen entre sí, sin necesidad de conocer sus respectivas direcciones físicas.

El Camino T, es un camino lógico que alivia a los niveles de control de función correspondientes, en lo que concierne al método de ruteo, nodos intermediarios, etc.

El Enlace D, es un camino lógico hacia el nivel de transporte, provisto por el nivel de enlace de datos.



## CAPÍTULO II

### 2.1 INTRODUCCIÓN.

A partir de las definiciones del capítulo anterior, podemos centrarnos en un aspecto específico dentro del campo de las redes ya que históricamente vemos que la necesidad de transmitir y recibir información y la distancia que separa al transmisor del receptor son quienes imponen la evolución del hardware, el software y los medios de transmisión utilizados para tal efecto, es decir; de manera más simple, el desarrollo de las redes está dado en función de costos, distancias, confiabilidad y compatibilidad con el equipo ya existente pues de otra manera habría que desarrollar paquetes completos de software especiales para cada tipo de red así como adecuar los equipos para que sean compatibles con alguna de las normas existentes e inclusive adecuar cada componente conforme a los requerimientos del lugar destinado a la instalación de la red.

Conforme a lo establecido en las disposiciones para cada uno de los tipos de redes, se han clasificado a partir de la distancia que pueden cubrir sin problemas de pérdidas de información tan frecuentes además de tomar en cuenta la disposición del equipo que conforma la red. Se conocen actualmente las redes WAN y las redes LAN (*Local Area Network*) que son precisamente las que se describirán en el presente capítulo, haciendo

mención de los diferentes tipos de redes LAN que existen y de las topologías utilizadas en este tipo de red.

Como ya describimos arriba que los tipos de red a utilizar dependen de la distancia, las topologías dependen de los requerimientos del usuario así como el otro elemento que utilizaremos en la implementación de las redes que es el medio de transmisión, es decir; el tipo de cableado que se tenderá el cual está en función de los componentes a utilizar en una red.

Por ello, se pretenden cubrir aspectos generales y las especificaciones pertinentes con relación a los términos expuestos de manera que sean explícitos y se logren cubrir al término del capítulo.

## 2.2 DEFINICIÓN DE REDES DE ÁREA LOCAL.

Una red de área local es un sistema de comunicación formado por dispositivos de procesamiento de la información interconectados por un medio de comunicación.

Se distinguen básicamente 3 tipos de redes locales:

- Redes locales de alta velocidad (HSLN).
- Intercambio privado digital ramificado (PBX).
- Redes de Área Local (LAN).

Presentan las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	LAN	HSLN	PBX
Medio de transmisión	Par Trenzado, coaxial, fibra óptica	CATV coaxial, fibra óptica	Par trenzado, fibra óptica
Topología	Bus, Anillo, Estrella	Bus	Estrella
Velocidad	1 a 20 Mbps	20 Mbps a 10 Mbps	9.6 Kbps a 1 Mbps
Distancia	25 Km	1 Km	1 Km
Técnica de conmutación	Paquetes	Paquetes	Circuitos
Número de dispositivos soportados	100 a 1000	10 a 50	100 a 1000

Las redes locales de alta velocidad (HSLN) se diseñaron para la interconexión de computadoras MAINFRAME en lugares donde se requiere del proceso de grandes volúmenes de información, son de costo muy elevado y transmiten a grandes velocidades.

Los sistemas de Intercambio privado digital ramificado (PBX), permiten la transmisión de voz y datos sobre una misma red.

Las redes de área local se distinguen de otros tipos de redes de datos por que:

- Cuenta con un medio de transmisión propio y compartido entre las estaciones participantes proporcionando una capacidad de *broascast*. La comunicación se realiza en un área geográfica moderada.

- Cuenta con un protocolo distribuido (MAC), el cual controla el acceso al medio y proporciona mecanismos de recuperación cuando es necesario; (protocolo es un conjunto de reglas que regulan el flujo o intercambio de información entre los diferentes elementos de un sistema).

- Posee un conjunto de adaptadores cooperativos a través de los cuales las estaciones se conectan a la red, ejecutan el protocolo MAC y proporcionan la conexión lógica entre las estaciones conectadas.

- Generalmente es propiedad de una misma empresa sin fines comerciales.

- Su costo es relativamente bajo y su velocidad de transmisión es moderado (especificado en Mbps).

Las características básicas que diferencian a una red de área local de otra son:

- El medio de transmisión que utilizan para comunicarse.
- El modo de transmisión empleado.
- La topología, es decir, la relación que guardan los diferentes nodos entre sí.
- El protocolo que emplean para controlar el acceso a su medio de comunicación.

## **2.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES DE ÁREA LOCAL.**

### **2.3.1 Medios físicos de transmisión.**

El medio de transmisión se refiere a la conexión física entre dispositivos fuentes y destinos.

El medio físico utilizado para conducir las señales eléctricas, en palabras más sencillas el cable, influye de forma definitiva en el costo, la fiabilidad y la capacidad, por lo que es un factor de suma importancia en el rendimiento de la red.

#### **\* Factores de evaluación del medio de transmisión.**

La correcta selección del tipo de cable a utilizar, tanto en la selección previa como en la instalación final de una red, supondrá un elevado factor en el éxito o fracaso de su funcionalidad.

Una incorrecta selección de un determinado tipo de cable, puede determinar que éste no sea capaz de soportar las tasas de transferencia de información requeridas, o puede producir demasiados errores de transmisión debido al ruido que pueda captar, haciendo invariable la transmisión.

Una incorrecta selección del medio de transmisión, es decir, de un tipo de cable que cumpla normas estándares de la industria, de unos conectores de unas medidas físicas normalizadas, de unos adecuados aparatos de unión del cable a sus conectores, etc., pueden limitar estos factores de error y contribuir a una red sin problemas de difícil localización.

Los siguientes tipos de cables que se describirán a continuación son adecuados para su utilización en redes de área local. La utilización de uno u de otro dependerá de una serie de factores que habrá que evaluar dependiendo de los requerimientos establecidos.

Entre estos factores de evaluación podemos citar:

- **Topologías:** qué cable utilizar en función de qué topología lo soporta.
- **Interferencias:** hay que determinar el entorno de aplicación del cableado, para averiguar si va a estar expuesto a interferencias, y optar por el cable adecuado.
- **Costo de instalación:** posiblemente es el factor más importante a la hora de realizar el presupuesto económico de la red. El cableado y su instalación deben de ser minuciosamente controlados.

Los tipos de cable más utilizados son:

#### **2.3.1.1 Par de líneas.**

Este es el tipo más simple, donde cada línea se conecta punto a punto. Esta conexión es adecuada cuando se conecta equipo muy cercano entre sí (aprox. 50m) y donde se requiere de una velocidad de transmisión moderada (aprox. 19.2 Kbps), pero su estructura lo hace muy susceptible al ruido.

#### **2.3.1.2 Cable de par trenzado.**

El cable de par trenzado es el cable que se utiliza normalmente en las instalaciones telefónicas, sea para conectar teléfonos, telex, fax u otros dispositivos.

Un cable de par trenzado está formado por n par de hilos conductores aislados entre sí y el medio exterior, y que como su propio nombre lo indica

se trenzan con la finalidad de que se separen físicamente, y lo que es más importante, para conseguir una impedancia característica bien definida. El grosor de los hilos varía, al igual que el número de vueltas (o trenzado) por pulgada. El trenzado mantiene estables las propiedades eléctricas en toda la longitud del cable y reduce las interferencias creadas por los hilos adyacentes en los cables compuestos por varios pares. Es importante que los cables tengan una impedancia característica bien definida para asegurar una propagación uniforme de las señales de alta velocidad a lo largo del cable.

Asimismo es importante garantizar que la impedancia de los equipos que se conectan a la línea es la adecuada, de modo que pueda transferirse la máxima potencia a ésta. Cuando se conoce la impedancia característica de una línea con cierta precisión, es posible diseñar una terminación adecuada para ésta, de modo que se evite la reflexión de las señales transmitidas, lo que pueda dar lugar a errores en la transmisión.

Los pares trenzados pueden utilizarse para la transmisión de datos en banda base a velocidades de varios Mbps a distancia de 1 Km o más, pero a medida que la velocidad de transmisión aumenta, la distancia máxima admisible disminuye.

#### Ventajas del cable de par trenzado:

- Bajo costo.
- Fácil de instalar.
- Permite ser configurado en diferentes topologías. Topología en bus o topología en estrella.
  - El mismo tipo de cable puede soportar diferentes tipos de redes así como sistemas de comunicación de voz y datos.
  - No soporta velocidades muy elevadas por su sensibilidad al entorno circundante, sin embargo utilizando las técnicas de apantallamiento las prestaciones mejoran de forma notable. En el mercado se comercializan una gran variedad de este tipo de cable.

### 2.3.1.2.1 Cable de par trenzado apantallado.

Si son necesarios varios pares de cables , es frecuente agruparlos en un único cable de pares con un blindaje global externo para reducir el efecto de las interferencias debidas a fuentes externas, como cables de alta tensión o tubos fluorescentes.

El uso de pares trenzados apantallados individualmente en el interior de un cable de pares constituye uno de los mejores métodos para evitar el acoplamiento de señales eléctricas. También se consigue una buena reducción cambiando el paso de rosca con el que se trenza cada par.

Estos cables son muy caros y difíciles de instalar, debido a su baja flexibilidad.

Las ventajas del cable de par trenzado apantallado son:

- \* Menor sensibilidad al ruido que los cables de par trenzado sin apantallar.
- \* Soporta velocidades de transmisión de datos más elevadas.
- \* Es relativamente más fácil de trabajar que el cable coaxial.

Sus desventajas incluyen:

- \* Cable caro.
- \* Cable difícil y caro de instalar.

### 2.3.1.3 Coaxial.

Las señales eléctricas de alta frecuencia circulan por la superficie exterior de los conductores, por lo que los pares trenzados y los cables de pares resultan ineficientes. El efecto de las corrientes de superficie se traduce en que la atenuación se incrementa con la raíz cuadrada de la distancia.



Los cables coaxiales están formados por dos conductores, uno interior y otro exterior, que puede ser una malla trenzada o un conductor sólido, separados por una capa de dieléctrico, como polietileno.

Los cables coaxiales llevan muchos años utilizándose como transporte de datos. El cable coaxial proporciona un medio flexible y no muy caro, que es utilizable en numerosas aplicaciones y entornos. Se utiliza para la transmisión de datos a alta velocidad a distancias de varios kilómetros.

Existen dos tipos de cable coaxial:

- El cable de banda base y
- El cable de banda ancha.

Las señales eléctricas en banda base se pueden transmitir por medio de cables coaxiales a velocidades de hasta 10 Mbps a distancias de hasta 1 Km. pueden transmitirse muchas señales simultáneas utilizando varias frecuencias portadoras suficientemente separadas entre si como para prevenir efectos de intermodulación.

Banda base y banda ancha tienen importantes diferencias en el modo de uso. El cable coaxial de banda ancha opera sobre una serie de canales sin relación. A cada canal se le asigna una frecuencia y puede operar totalmente independiente de los otros. Todos los dispositivos son conectados al mismo cable y operan con sus propios protocolos sin preocuparse de cualquier petición de los otros. Los canales se codifican por sí mismos cuando entran y son extraídos en el receptor utilizando mecanismos de multiplexación por división de frecuencia.

Los sistemas de banda ancha se utilizan principalmente en aplicaciones punto a punto en los cuales dispositivos similares utilizan el mismo medio físico.

La banda base utiliza las técnicas denominadas CSMA, de detección de colisión para acceder al medio físico. Todos los dispositivos de la red usan

los mismos protocolos para acceder u utilizar el medio físico. La transmisión se realiza por modulación de fase, frecuencia o amplitud y todos en la red la reconocen.

Con este tipo de cable las redes pueden trabajar en banda base con velocidades de hasta 16 Mbps. y en banda ancha con anchos de banda de hasta 300 Mhz.

#### **2.3.1.4 Fibra óptica.**

Los recientes desarrollos en la tecnología óptica han hecho posible transmitir datos por medio de pulsos de luz. Un pulso de luz puede usarse para señalar un bit 1, la ausencia de un pulso señala un bit 0. La luz visible tiene una frecuencia de alrededor de 1.000.000.000 MHz, siendo el ancho de banda de una transmisión óptica potencialmente enorme.

Un sistema de transmisión óptica tiene tres componentes:

- \* El medio de transmisión,
- \* la fuente de luz y
- \* el detector.

El medio de transmisión es una fibra de vidrio ultrafina. La fuente de luz es un diodo emisor de luz LED o un diodo láser, los cuales emiten un pulso de luz cuando se les aplica una corriente eléctrica. El detector es un fotodiodo que genera una corriente eléctrica cuando un pulso de luz incide sobre él. Conectando un LED o diodo láser en un extremo de la fibra óptica y un fotodiodo en el otro, tenemos un sistema de transmisión de datos unidireccional que acepta corrientes eléctricas, las convierte y transmite por medio de pulsos de luz y reconvierte a una señal eléctrica a la salida.

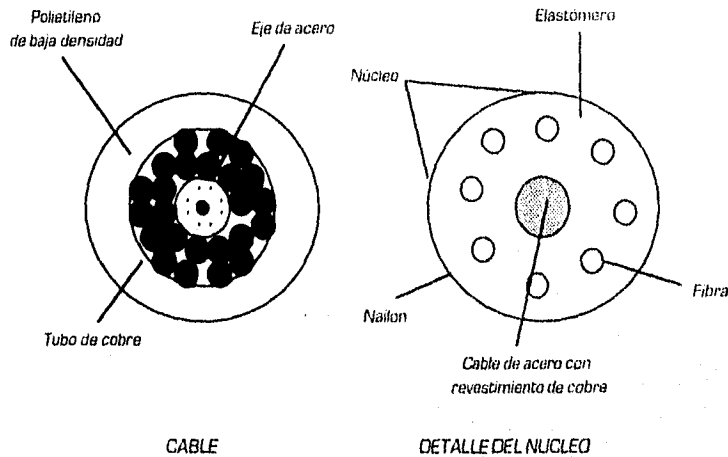


Figura 2.1 Selección de un cable de fibra óptica

El cable de fibra óptica es un medio de transmisión que se está comenzando a usar en redes locales. Las señales luminosas se transmiten a través de un cable compuesto por fibras de vidrio. Cada filamento tiene un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de material similar con un índice de refracción ligeramente menor. El revestimiento aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre filamentos adyacentes, al mismo tiempo que proporciona protección al núcleo. Todo el conjunto suele estar protegido por otras capas que no tienen más función que la de proteger dichos filamentos.

Los núcleos de los cables de fibra óptica pueden ser de vidrio o plástico (polímero). La fibra óptica con núcleo de plástico es más flexible, se puede doblar mejor y los conectores pueden adaptarse mejor sin necesidad de pulir los extremos o de utilizar resinas.

La fibra óptica de plástico tiene mayor diámetro en el núcleo, lo que hace a los conectores menos sensibles a los errores de alineamiento y da lugar a unas pérdidas de acoplamiento menores.

La fibra óptica con núcleo de vidrio es actualmente la elección natural para los enlaces de datos de alta velocidad de larga y media distancia.

Los cables de fibra óptica ofrecen muchas ventajas frente a los cables eléctricos para transmitir datos:

- \* Mayor velocidad de transmisión.
- \* Mayor capacidad de transmisión.
- \* Inmunidad total ante las interferencias electromagnéticas.
- \* Los costos de instalación y mantenimiento para grandes y medias distancias son menores que los que se derivan de las instalaciones de cables eléctricos.
- \* Permite mayores distancias que las requeridas por el cable de cobre.
- \* La fibra óptica es el medio de transmisión ideal donde se necesita mucha seguridad, puesto que es prácticamente imposible intervenir. Estas fibras son útiles para las conexiones especiales de LAN a WAN en donde las diferentes señales se multiplican y envían.

### 2.3.1.5 Radioenlaces.

Se basan en la propagación de las ondas electromagnéticas en el espacio libre y se utilizan como medios de transmisión a gran distancia.

Un aspecto importante que los diferencia de otro medio de comunicación es que sólo necesitan soportes físicos en los puntos de emisión y recepción, además de estaciones repetidoras si acaso fueran precisas.

En función de las frecuencias de onda utilizadas, del número de canales de transmisión y de las formas de utilización de los mismos, existen básicamente cuatro tipos de radioenlaces:

- **Sistemas de Onda Corta:** fueron utilizados hace años como medio básico para las comunicaciones intercontinentales. Poseían poca capacidad en el número de canales y eran muy vulnerables a interferencias y distorsiones.

- **Sistemas de Radio Frecuencia:** son empleados para enlaces de mediana longitud. Estos enlaces tienen la ventaja de que no existe interferencia con otras señales como radio o televisión, por el tipo de modulación empleado.

- **Sistemas Terrestres de Microondas:** es un medio de comunicación muy utilizado y que posibilita la transmisión de un gran número de canales de información.

Las microondas se encuentran en el extremo más alto de frecuencias del espectro de radio, siendo necesario para su correcta recepción que las antenas emisora y receptora tengan visibilidad directa, lo que limita la distancia entre estaciones repetidoras a unos 50 Km. aproximadamente.

Uno de los defectos inherentes a los sistemas de microondas es la gran influencia que sobre ellos tienen las condiciones climatológicas, de forma que incluso pueden llegar a desviar los haces de información, variar su amplitud, producir desvanecimientos periódicos, etc.

• **Satélites de Comunicaciones:** son sistemas de transmisión por microondas que utilizan como repetidores-amplificadores satélites artificiales. Al estar situados fuera de la corteza terrestre se pueden alcanzar grandes distancias, ya que se salvan los accidentes geográficos del terreno.

Dichos satélites se sitúan en una órbita ecuatorial a una altura aproximada de 36000 Km. con periodo de rotación idéntico al de la Tierra y por ello se les denomina satélites Sincrónicos o Geoestacionarios.

Habitualmente estos satélites obtienen la energía necesaria para su funcionamiento a través de placas solares que llevan incorporadas.

2.3.1.6 Tabla de características de los medios de transmisión.

MEDIO DE TRANSMISIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>Par de líneas</b>	Bajo costo. Fácil de instalar.	Su estructura lo hace muy susceptible al ruido. Trabaja con velocidad de transmisión moderada
<b>Cable de par trenzado</b>	Bajo costo. Fácil de instalar. Permite ser configurado en varias topologías (bus o estrella).	No soporta velocidades muy elevadas por su sensibilidad. Baja inmunidad al ruido. Alta tasa de error a grandes velocidades.
<b>Coaxial</b>	Bajo costo. Simple de instalar. Poca inmunidad al ruido.	Se requieren conductos en ambientes hostiles, para aislamiento. Confiabilidad limitada.
<b>Fibras ópticas</b>	Mayor velocidad y capacidad de transmisión Inmunidad total ante las interferencias electromagnéticas.  Altamente confiable. La fibra óptica es muy fina, liviana, durable y ocupa poco espacio para instalarle. Tiene muy poca pérdida de señal.	Difícil de bifurcar. Requiere mantenimiento. Su capacidad multipunto es muy baja. Es costosa su instalación.

### 2.3.2. Normas CCITT.

El CCITT (Consultative Committee on International Telegraph and Telephone) es uno de los dos Comités técnicos que trabajan con el desarrollo de estándares en cuestiones técnicas, dentro del ITU (International Telecommunication Union). El otro es el CCIR (Consultative Committee on International Radio). El CCITT fue establecido para estudiar aspectos técnicos operativos y tarifarios relativos a la telegrafía y a la telefonía, y para emitir "recomendaciones" sobre los mismos.

El SG VII (study Group) es responsable por emisiones referentes a redes públicas de datos. El trabajo del CCITT es conducido por periodos de estudio de 4 años y es concluido en asambleas generales en donde se ratifican las recomendaciones. En donde a través de estas reuniones se llevaron a cabo el desarrollo de varias actividades en donde se han dado aprobado la Recomendación X.25 y un grupo dedicado al estudio de modelos arquitecturales de referencia (OSI) y protocolos de alto nivel.

#### **Recomendaciones de la serie V del CCITT.**

Número	Título
V.1	Equivalencia entre los símbolos de la notación binaria y las condiciones significativas de un código bicondicional.
V.2	Niveles de potencia para la transmisión de datos a través de líneas telefónicas.
V.3	Alfabeto internacional número 5.
V.4	Estructura general de las señales de código correspondiente al alfabeto internacional número 5 para la transmisión de datos a través de redes telefónicas públicas.



- V.5 Normalización de las velocidades de señalización de datos para la transmisión sincrónica de datos a través de la red general pública conmutada.
- V.6 Normalización de las velocidades de señalización de datos para la transmisión sincrónica a través de circuitos alquilados.
- V.7 Definición de los términos relativos a las comunicaciones de datos a través de la red telefónica.
- V.10  
(X.26) Características eléctricas de los circuitos de intercambio equilibrados con dos corrientes, de uso general en equipos de comunicación de datos basados en circuitos integrados.
- V.11  
(X.27) Características eléctricas de los circuitos de intercambio no equilibrados con dos corrientes, de uso general en equipos de comunicación de datos basados en circuitos integrados.
- V.15 Empleo del acoplamiento acústico para la transmisión de datos.
- V.16 Modems de transmisión de datos médicos de carácter analógico.
- V.19 Modem para la transmisión de datos en paralelo utilizando frecuencias de señalización telefónica.
- V.20 Modems para la transmisión de datos en paralelo para su empleo en redes telefónicas conmutadas.

- V.21 Modem dúplex de 300 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas.
- V.22 Modem dúplex de 1200 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas y circuitos de alquiler.
- V.23 bis Modem dúplex de 2400 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas y circuitos de alquiler.
- V.23 Modem de 600/1200 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas.
- V.24 Lista de definiciones para los circuitos de intercambio entre equipos terminales de datos (ETD) y equipos de terminación del circuito de datos (ETCD).
- V.25 Equipos de llamada y/o respuesta automáticas sobre redes telefónicas conmutadas, que se encargan de la desactivación de los supresores de eco en las llamadas establecidas manualmente.
- V.26 Modem de 2400 bits por segundo para su empleo en circuitos de alquiler a cuatro hilos.
- V.26 bis Modem de 2400/1200 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas.
- V.27 Modem de 4800 bits por segundo con circuitos de ecualización manual del tipo telefónico para su empleo en circuitos de alquiler.

- V.27 bis Modem de 4800/2400 bits por segundo con ecualizador automático para su empleo en circuitos telefónicos de alquiler.
- V.27 ter Modem de 4800/2400 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas
- V.28 Características eléctricas de los circuitos de intercambio no equilibrados con doble corriente
- V.29 Modem de 9600 bits por segundo para su empleo en circuitos telefónicos alquilados punto a punto sobre cuatro hilos.
- V.31 Características eléctricas de los circuitos de intercambio con una sola corriente controlados por cierre de un contacto.
- V.35 Transmisión de datos a 48 kilobits por segundo utilizando circuitos de la banda de grupo entre 60 y 180 kHz.
- V.36 Modem para la transmisión sincrónica de datos utilizando circuitos de la banda de grupo entre 60 y 180 kHz.
- V.37 Transmisión sincrónica de datos a velocidades de señalización de datos mayores de 72 kbits, utilizando circuitos de la banda de grupo entre 60 y 180 kHz.
- V.40 Indicación de error en equipos electromecánicos.
- V.41 sistema de control de errores independiente del código.

- V.50 Límites normalizados para la calidad de transmisión de una transmisión de datos.
- V.51 Organización del mantenimiento de los circuitos telefónicos internacionales utilizados para la transmisión de datos.
- V.52 Características de los aparatos de medida de la distorsión y de la tasa de errores para las transmisiones de datos.
- V.53 Límites para el mantenimiento de los circuitos telefónicos empleados para la transmisión de datos.
- V.54 Dispositivos de prueba de bucle para modems.
- V.55 Especificaciones de los instrumentos de medida de impulsos de ruido para circuitos telefónicos.
- V.56 Pruebas compartivas de modems para su empleo en circuitos telefónicos.
- V.57 Prueba global de datos para elevadas velocidades de señalización de datos.

*Recomendaciones de la serie X del CCITT.*

Número	Título
X.1	Calases de servicio para usuarios internacionales en redes de datos públicas.
X.2	Servicios y facilidades para usuarios internacionales en redes de datos públicas.
X.3	Facilidad de ensamblado/desensamblado de paquetes (PAD) en una red pública de datos.
X.4	Estructura general de las señales del código correspondiente al alfabeto internacional número 5 para la transmisión de datos a través de redes de datos públicas.
X.15	Definiciones de los términos relativos a las redes de datos públicos.
X.20	Interfaz entre equipos terminales de datos (ETD) y equipos de terminación del circuito de datos (ETCD) para los servicios de transmisión por arranque/parada en redes de datos públicas.
X.20 bis	Empleo en las redes de datos públicas de equipos terminales de datos (ETD) diseñados para conectarse con modems asíncronos en dúplex de la serie V.
X.21	Interfaz entre equipos terminales de datos (ETD) y equipos de terminación del circuito de datos (ETCD) para funcionamiento sincrónico en redes de datos públicas.

- X.21 bis Empleo en las redes de datos públicas de equipos terminales de datos (ETD) diseñados para conectarse con modems síncronos en dúplex de la serie V.
- X.22 Interfaz múltiplex entre ETD y ETCD para las clases de usuarios 3 a 6.
- X.24 Lista de definiciones para los circuitos de intercambio entre equipos de terminación del circuito de datos (ETD) y equipos de terminación del circuito de datos (ETCD) en redes de datos públicas.
- X.25 Interfaz entre equipos terminales de datos (ETD) y equipos de terminación del circuito de datos (ETCD) para terminales que operen en modo paquete en redes de datos públicas.
- X.26 Características eléctricas de los circuitos de intercambio no equilibrados con doble corriente para su empleo general en equipos de comunicación de datos basados en circuitos integrados.
- (V.10)
- X.27 Características eléctricas de los circuitos de intercambio equilibrados con doble corriente para su empleo general en equipos de comunicación de datos basados en circuitos integrados.
- (V.11)
- X.28 Interfaz entre ETD y ETCD para equipos terminales de datos en modo arranque/parada que accedan a una facilidad de ensamblado/desensamblado de paquetes (PAD) en una red de datos pública situada en el mismo país.

- X.29 Procedimientos para el intercambio de información de control y datos de usuario entre una facilidad de ensamblado/desensamblado de paquetes (PAD) y un ETD en modo de paquetes u otro PAD.
- X.40 Normalización de los sistemas de transmisión por modulación y por desplazamiento de frecuencia para el suministro de canales telegráficos y de datos mediante división de las frecuencias de un grupo.
- X.50 Parámetros de un esquema de multiplexado para el enlace internacional entre redes de datos síncronas.
- X.50 bis Parámetros de un esquema de transmisión con 48 kbits por segundo de velocidad de señalización de los datos el usuario, para el enlace internacional entre redes de datos síncronas.
- X.51 Parámetros de un esquema de multiplexado para el enlace internacional entre redes de datos síncronas.
- X.51 bis Parámetros de un esquema de transmisión con 48 kbits por segundo de velocidad de señalización de los datos del usuario, para el enlace internacional entre redes de datos síncronas mediante estructura de envoltorio de 10 bits.
- X.53 Numeración de canales en enlaces internacionales multiplexados de 64 kbps.
- X.54 Asignación de canales en enlaces internacionales multiplexados de 64 kbps.
- X.60 Señalización del canal común para aplicaciones de datos a través de circuitos conmutados.

- X.61 Sistema de señalización número 7
- X.70 Sistema de señalización para el control del terminal y del tránsito para los servicios de arranque/parada a través de circuitos internacionales.
- X.71 Sistema descentralizado de señalización para el control del terminal y del tránsito para los servicios de arranque/parada a través de circuitos internacionales entre dos redes de datos síncronas.
- X.75 Sistema de señalización para el control del terminal y del tránsito para los servicios de arranque/parada a través de circuitos internacionales entre dos redes de datos de conmutación de paquetes.
- X.80 Interconexión de sistemas de señalización de intercambio para servicios de datos basados en circuitos conmutados.
- X.87 Principios y procedimientos para la realización de facilidades internacionales de usuario y de utilidades de red en redes de datos públicas.
- X.92 Conexiones de referencia hipotéticas para redes de datos públicas síncronas.
- X.96 Señales de llamada en curso para redes de datos públicas.
- X.110 Principios de encadenamiento para servicios públicos de datos de carácter internacional a través de redes de datos públicas conmutadas del mismo tipo.
- X.121 Plan internacional de numeración para redes de datos públicas.



- X.130      **Objetivos provisionales en cuanto a los tiempos de establecimiento de llamada y de liberación de la misma en redes públicas de datos síncronos.**
  
- X.132      **Objetivos provisionales en cuanto al grado del servicio en comunicaciones internacionales a través de redes públicas de circuitos conmutados.**
  
- X.150      **Pruebas de bucle para ETD y ETCD en redes de datos públicas.**
  
- X.180      **Estructuración administrativa de los grupos cerrados de usuarios internacionales.**

### 2.3.3 Modos de transmisión.

Las redes de ordenadores están disponibles como sistemas de banda ancha o en banda base. Una red de banda ancha se caracteriza por el uso de tecnología analógica: utiliza un módem para introducir señales de portadora en el medio de transmisión. Las señales de portadora son modificadas (moduladas) por una señal digital. A causa de la naturaleza analógica de la red, los sistemas de banda ancha son a menudo sistemas de multiplexación por división de frecuencia (FDM), es decir, el espectro de frecuencia representado por el ancho de banda disponible en un canal se divide en sectores con menor ancho de banda, cada uno de los cuales lleva asignada una de las distintas fuentes de señal. FDM proporciona el transporte de múltiples portadoras y subcanales en un único camino.

Los sistemas de banda ancha se llaman así porque las señales de portadora analógica operan en un rango de altas frecuencias (típicamente de 10 a 400 MHz). No todas las redes operan a estas altas frecuencias, en cuyo caso no son consideradas sistemas de banda ancha.

La red de banda base usa tecnología digital. Un excitador de línea introduce desplazamientos de voltaje en el canal. El canal actúa entonces como un mecanismo de transporte por el cual los pulsos de voltaje digital se propagan a través del canal. Las redes de banda base no utilizan portadoras analógicas o técnica FDM. No obstante, el acceso múltiple al medio se proporciona por una técnica conocida como multiplexación por división de tiempo (TDM). Este método para distribuir la capacidad de un canal de transmisión entre varias fuentes de señal separadas consiste en asignar a cada señal un reducido periodo de tiempo.

Las redes de banda base son de amplia utilización. Sin embargo, las redes más grandes, de más de 100 puestos, utilizan por lo general técnicas de banda ancha.

### 2.3.4 Topología de redes locales.

El concepto de red de área local se basa en la interconexión de ordenadores, a los que se denominan nodos. La situación de éstos últimos y el establecimiento de conexiones entre ellos constituyen los parámetros que definen la topología de una red. Cualquiera que sea esta topología debe encargarse de realizar tanto las funciones de conmutación como de transmisión.

La interconexión de los distintos elementos proporciona una primera visión de su comportamiento y es a esta configuración geométrica a lo que se denomina topología de red.

Los nodos que se representan en cualquier topología pueden representar tanto terminales de comunicaciones, como elementos de unión de los distintos ramales en que se divide la red.

El diseñador de una red tiene tres importantes objetivos a la hora de establecer la topología de una red:

- \* Proporcionar la fiabilidad máxima posible para asegurar una correcta recepción de todas las rutas alternativas.
- \* Dirigir el tráfico a través del camino de mínimo costo dentro de la red entre las terminales que envían y reciben.
- \* Proporcionar al usuario final el mejor tiempo de respuesta posible y velocidad.

Cuando hablamos de fiabilidad en redes, nos referimos a la capacidad de entregar datos al usuario correctamente, sin errores, de una terminal a otra. También la capacidad de recuperación de errores o pérdida de datos en la red, incluyendo fallos en el canal.

Fiabilidad se refiere también al mantenimiento del sistema, el cual incluye la comprobación diaria, el mantenimiento preventivo, tal como sustitución de componentes que han fallado o próximo a hacerlos en sus tareas y el aislamiento de fallas. Cuando un componente crea problemas, el sistema de diagnósticos de la red debe ser capaz de localizar la falla y aislarla.

Las topologías de red más comunes son:

- \* Topología en estrella.
- \* Topología en anillo.
- \* Topología en bus.

#### **2.3.4.1 Topología en estrella.**

El diseño Estrella consiste de una Unidad Central de Proceso (CPU) que controla el flujo de información a través de la red hasta todos los nodos. El tamaño de la red se controla por medio del poder del CPU central. De la misma manera si el controlador se detiene, la red deja de funcionar. Es la estructura más simple del diseño de una red, se usa frecuentemente en redes privadas. Una forma de red estrella la constituye el Intercambio Privado entre Dependencias (Private Branch Exchange - PBX), sistemas de comunicación telefónico, el cual puede manejar datos, si es de tipo digital.

La mayoría de los sistemas computadores están diseñados como redes estrellas. Esta topología estrella, tiene el cableado de la red que se irradia desde un punto central como los rayos de una bicicleta. El nodo central funciona como un elemento de conmutación central; establece una trayectoria que simula una conexión punto a punto entre dos estaciones, por lo que cuando tiene mucho tráfico se pueden generar cuello de botella, lo cual se traduce en problemas al nodo central que pueden perjudicar a toda la red. Esta es una gran desventaja para este tipo de topología, además que si se desea tener otro nodo central de respaldo implica otra inversión que aumentada a la inicial da un costo muy elevado.

Las redes estrella pueden representar una importante topología para las comunicaciones via satélite. (Figura 2.4).

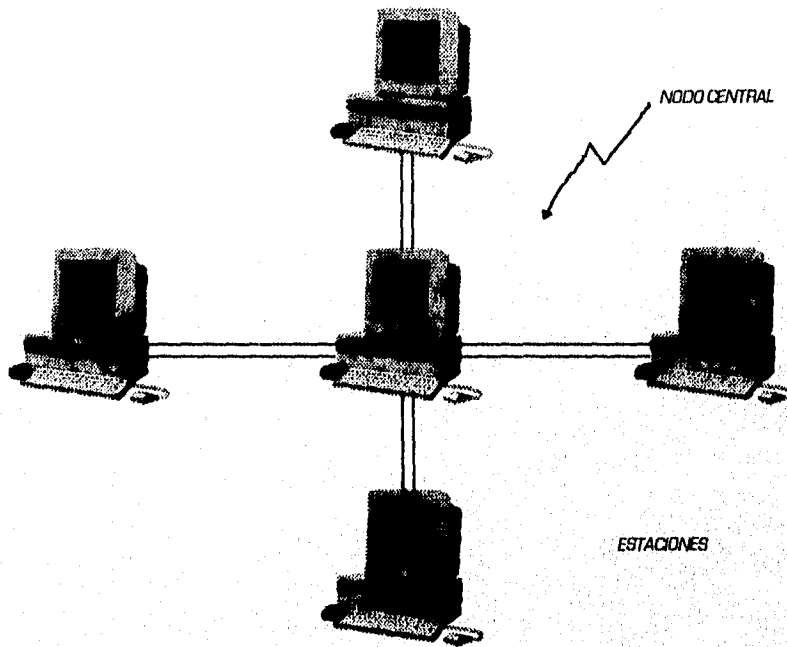


Figura 2.4 Topología Estrella

Las ventajas de esta topología son:

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

Permite una fácil localización de averías.

Y sus desventajas:

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

#### **2.3.4.2 Topología en Anillo.**

La red anillo consiste en una serie circular de estaciones denominados nodos. Cada nodo de esta red está conectado a otros dos, para formar un círculo. La transmisión de datos y de mensajes es indirecta. Una transmisión tiene que viajar desde un nodo al siguiente a través del círculo hasta alcanzar el destino correcto. Las señales pueden ir en una sola dirección. Tiene una desventaja fundamental. Si un nodo o elemento de la red se detiene, toda la red podría dejar de funcionar. (Ver figura 2.5).

Otro problema propio de la configuración de red anillo radica en que a medida que se pasan los mensajes, se puede disminuir notablemente la velocidad de la red.

El mensaje que entra en una red anillo debe contener un grupo de "bits" indicando 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.

Una característica interesante de esta topología es tener el Control Distribuido. En el anillo, cada elemento es de igual jerarquía que los demás,

en lo que respecta a sus facultades de comunicaciones. Esto proporciona más flexibilidad y confiabilidad. Puede decirse que el Control Distribuido es la tendencia actual entre las formas de control de redes. Generalmente una topología de anillo se utiliza para conectar las computadoras de las grandes universidades dedicadas a la investigación.

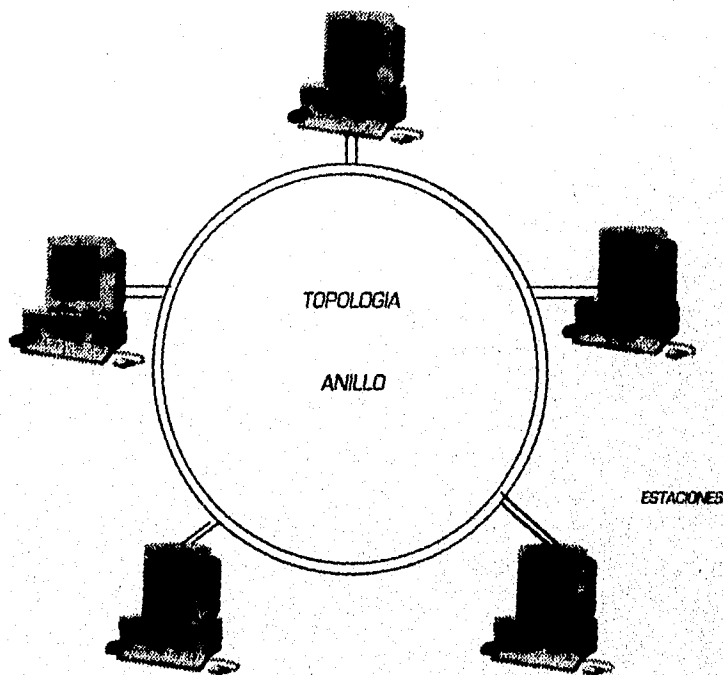


Figura 2.5 Topología Anillo

La configuración en anillo es muy atractiva para su uso en redes de área local por una variedad de razones:

- Los problemas de encadenamiento, control de ruta (routing), se convierten en algo del pasado. Todos los mensajes siguen el mismo camino.

\* Esta topología permite incrementar o disminuir el número de estaciones sin gran dificultad.

\* La velocidad de la red es buena ya que no hay contienda por el medio físico. sólo se está limitado por el más lento de los ordenadores, el expedidor, receptor o la velocidad de la conexión. El control es bastante simple, requiriendo poca implementación de hardware o software.

Las ventajas de esta topología son:

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

Y sus desventajas:

- Una avería en el medio de transmisión o en una estación bloquea la red.
- Si el número de estaciones es elevado, el retardo que se produce en la red puede ser grande, ya que cada estación contribuye con un cierto tipo de demora.

### **2.3.4.3 Topología en Bus.**

Un bus es un canal de comunicaciones conectado a las computadoras (o nodos). Cada nodo o enlace en la red está conectado a un medio único y pasivo de comunicaciones. Estos actúan como si fueran parte de una red anillo, un nodo no depende del siguiente para que el flujo de información continúe. A diferencia de anillo, la red bus permite que los mensajes sean transmitidos a todos los nodos, simultáneamente a través del "bus". (Figura 2.6).



Cuando un nodo reconoce que un mensaje va dirigido a él, lo saca del canal. Como consecuencia de esta independencia, aumenta notablemente la confiabilidad propia de la red.

Como en la topología anillo, también en la topología canal se cuenta con un paquete que en sus campos contiene las direcciones, fuente y destino. Cada estación monitorea el medio y copia el paquete que lleva la dirección de sí mismo. Lo más común en esta topología es emplear cable coaxial. Aunque no se descarta el empleo de fibra óptica. A veces a la topología bus también se le denomina topología de árbol o central.

La principal desventaja de una topología en bus radica en el hecho de que normalmente sólo un canal de comunicaciones existe para dar servicio a todos los dispositivos de la red. Consecuentemente, en el caso de alguna falla del canal de comunicaciones, se paraliza toda la red. Este hecho obliga a que el control de acceso a la red sea más delicado que en el caso de las topologías en estrella o anillo.

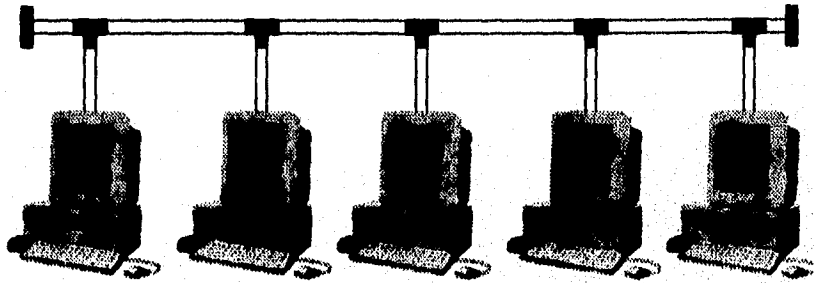
Las redes con topología en bus son sencillas de instalar y se adaptan con facilidad a las características del terreno o local. Presentan una gran flexibilidad en lo referente a aumentar o reducir el número de estaciones de la red. Ello unido a su buena fiabilidad, hace que esta topología sea elegida por numerosos fabricantes.

Las ventajas de esta topología son:

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

Y sus desventajas:

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



ESTACIONES

Figura 2.6 Topología Bus

### **2.3.5 Protocolos de transmisión de datos.**

Al conjunto de reglas que regulan el flujo o intercambio de información entre los diferentes elementos de un sistema distribuido o de cualquier sistema comunicado, se le denomina protocolo.

El protocolo permite fundamentalmente iniciar, mantener y terminar un diálogo entre los elementos del sistema, asimismo un protocolo regulará la forma en que deben generarse e interpretarse los elementos orientados al control de errores y la forma de recuperar las informaciones recibidas por error. Del mismo modo estarán previstas en un protocolo la forma de identificar el camino que se va a utilizar para el intercambio de la información y la identificación del tipo de mensajes.

Todas estas informaciones se materializarán en bloques con una determinada estructura que constituye su formato. El establecimiento de un diálogo implica la existencia en los elementos que se comunican, dispositivos que generan los algoritmos para la creación y posteriormente la interpretación de los mensajes, según las reglas que constituyan su formato.

#### **2.3.5.1 Formatos: BSC, HDLC, SDLC y DDCMP.**

Estos formatos constituyen un ejemplo con relación al ahorro de tiempo y ocupación de línea, a la vez que una mayor seguridad en los datos transmitidos. Esto es el empaquetamiento de un bloque de datos entre unos caracteres de control que conformarán el formato específico. Los cuales toman como referencia el estándar OSI.

##### **2.3.5.1.2 Formato BSC.**

En BSC la información se trasmite en forma de mensajes, cada uno con varias partes: una secuencia de sincronización, un encabezamiento, texto y una secuencia de comprobación de bloque.

Cada parte se identifica gracias a uno o más caracteres de control.

Se detallan a continuación los caracteres de control de enlace más conocidos en el protocolo BCS.

**SYN: (Synchronous Idle).** Carácter de sincronismo. mantiene el sincronismo entre los equipos de comunicación.

**SOH: (Start Of Header).** Identifica el comienzo de un bloque de información de control (dirección, número de mensajes, etc).

**STX: (Start Of Text).** Identifica el principio de un bloque de texto.

**ETB: (End Of Transmission Block).** Indica el final de un bloque que iba precedido un SHO o STX. Inmediatamente después de un ETB se manda un BCC (carácter de paridad) e implica una respuesta por parte del equipo receptor (ACK0, ACK1, NACK, WACK o RVI).

**EXT: (End Of Text):** Indica el fin de un bloque de texto y también se manda un BCC del que esperará una respuesta como anteriormente.

**EOT: (End Of Transmission).** Indica el fin de transmisión de un mensaje. También se utiliza como respuesta al sondeo de requerimientos para transmitir si no se desea hacerlo.

**ENQ: (Enquiry).** Solicitud de respuesta sino se recibió la primera vez o si se perdió. También se utiliza para pedir línea en una conexión punto a punto.

**ACK0, ACK1: (Affirmative Acknowledgement).** Indica que el bloque se recibió correctamente.

**WACK: (Wait Before Transmite ACK).** Espera antes de transmitir ACK.

**NACK:** (Negative Acknowledgement). Reconocimiento negativo del último bloque que recibió. Señal de error. Se espera el loque nuevo. También se utiliza para indicar que la estación no está preparada.

**DLE:** (Data Link Escape). Indica al receptor que el próximo carácter será un carácter de control (no de texto).

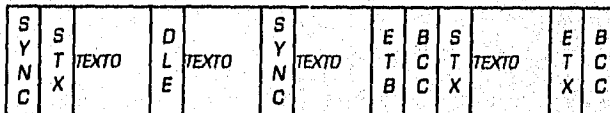
**RVI:** (Reverse Interrup). Solicitud de interrupción para ejecutar otra tarea de mayor prioridad.

**TTD:** (Temporary Text Delay). La estación emisora no está dispuesta para la transmisión, pero conserva la línea para hacerlo más tarde.

**DLE EOT:** (Switched Line Disconnect). Indica que el transmisor va a liberar una conexión de línea conmutada.

**CAN:** Cancelar la conexión.

En la figura 2.7 se muestra una secuencia de la trama del formato BSC.



**SYNC** : Sincronismo  
**STX** : Cabecera de texto  
**DLE** : Cabecera de control  
**ETB** : Final del bloque  
**BCC** : Verificación de trama  
**ETX** : Final del texto

Figura 2.7 Formato BSC

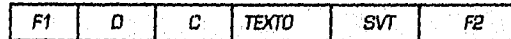
### 2.3.5.1.3 Formato HDLC.

En HDLC, el indicador de sincronismo de mensajes (denominado flag) se genera mediante un circuito de hardware, y otros circuitos de hardware evitan que se transmita algún dato con la misma secuencia de bits que el flag, que entonces se convierte en una espera de señal de entramado exterior a la banda, muy parecida a la señal de ruptura del protocolo del teletipo.

Así, los datos transmitidos se examinan bit a bit para evitar interpretación errónea del flag, HDLC y otros protocolos similares, como el SDLC, se conocen con el nombre de BOP (Bit-Oriented Protocol, protocolos orientados a bit).

A diferencia del BSC y DDCMP, la parte de texto de mensajes enviada por medio del protocolo HDLC puede tener, en principio, una longitud de bits arbitraria, ya que HDLC se definió precisamente para permitirlo.

En HDLC toda la información va por tramas que pueden ser de tres tipos: tramas de información (tramas I), secuencias de control de supervisión (tramas S) u órdenes/respuestas no numeradas (tramas U). La figura 2.8 muestra una trama de información en forma de bloque rectangular dividido en seis campos: un campo de flag inicial (F1), un campo de dirección (D), un campo de control (C), un campo de información (I, Texto), un campo de secuencia de verificación de trama (STV) y un campo de flag final (F2).



**F1:** Flag para indicar comienzo de trama

**D:** Dirección

**C:** Control

**I:** Información (texto)

**SVT:** Secuencia de verificación de trama

**F2:** Señal para indicar fin de trama (01111110)

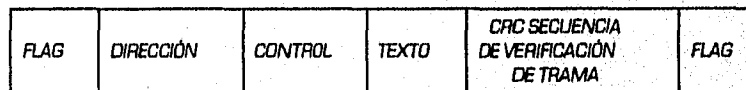
Figura 2.8 Formato HDLC

#### 2.3.5.1.4 Formato SDLC.

El protocolo normalizado de control de enlace dúplex de datos síncronos, se denomina SDLC (Synchronous Data Link Control). Funcionalmente equivale a HDLC, pero con excepciones:

1. La longitud de los campos de información en SDLC debe ser múltiplo entero de 8 bits.

2. SDLC contiene órdenes y respuestas adicionales no definidas en los elementos de procedimientos OSI. La figura 2.9 muestra la estructura de trama de SDLC.



**FLAG:** (guión), siempre es 01111110  
**DIRECCIÓN:** Es la dirección de la estación  
**TEXTO:** Es la información  
**CRC:** Es el código de redundancia cíclica

Figura 2.9 Formato SDLC

#### 2.3.5.1.5 Formato DDCMP.

El DDCMP (Digital Data Communications Message Protocol). Es un protocolo orientado a carácter, a diferencia del SDLC, orientado a bit. De esta manera, DDCMP no requiere hardware especial de relleno y eliminación de bits, y se puede utilizar con varios tipos de interfaces de línea, incluso con unidades asincrónicas. El método para especificar la longitud de un mensaje con el fin de examinar el BCC en un instante adecuado es incluir un campo de cuenta con 14 bits en la cabecera. Esta es

una cuenta del número de caracteres que hay en el campo de información del mensaje.

Como la transmisión sin errores depende de que el campo de cuanta se detecte correctamente, la cabecera de los mensajes en DDCMP es de longitud constante y tiene su propio BCC, que se comprueba antes de preparar la recepción de la parte de información del mensaje. En la figura 2.10 se observa el formato de los mensajes DDCMP.

SYN	SYN	C L A S E	14 BITS DE CUEN	2 BITS DE FLAG	8 BITS DE RESP	8 BITS DE SECU	8 BITS DE DIREC	8 BITS DE CRC1	CUALQUIER No. DE CARACTERES DE 8 BITS DE INFORM	16 BITS DE CRC2
-----	-----	-----------------------	--------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	-------------------------	---	--------------------------

Figura 2.10 Formato DDCMP

DDCMP tiene dos ventajas principales y algunos inconvenientes. Una ventaja es que se puede usar sin hardware especial en canales de datos asíncronos, síncronos e incluso paralelos. Otra ventaja es que el campo de numeración de secuencia permite que vaya simultáneamente hasta 255 mensajes en el canal, requisito propio de funcionamiento en canales dúplex de enlaces por satélite. Por otra parte, no presenta modo de funcionamiento con rechazo selectivo, y esto en principio lo hace más vulnerable a la interpretación errónea que los protocolos orientados a bit.

De hecho, en mensajes de longitud media, DDCMP es un poco más eficiente que los protocolos con relleno de bit a causa de los bits extra que añade el hardware de los modelos orientados a bit.



### 2.3.5.2 Estándares de control de enlace a los medios.

Los estándares para controlar el acceso a los medios en redes de área local tienen que ver con los métodos para permitir que un nodo determinado transmita en el canal de transmisión de datos disponible para él.

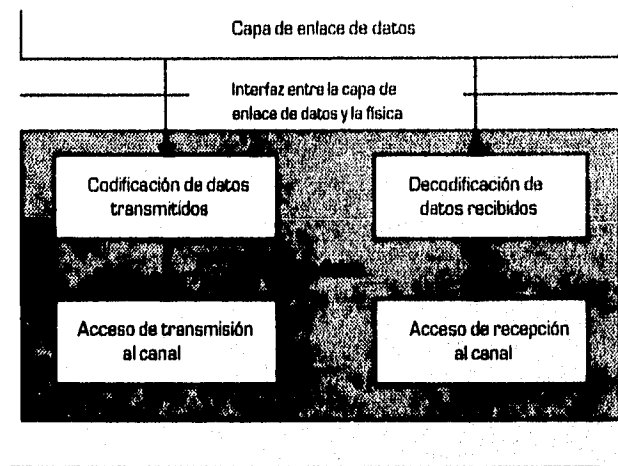
Se emplean dos métodos primarios para controlar el acceso: Carrier sense Multiple Access/Collision Detection (CSMA/CD, o Acceso múltiple con detección del portador/Detección de colisión) y la transmisión de señales codificadas. El Comité 802 del IEEE (redes de área local) ha propuesto estándares para ambos métodos de acceso. Es estándar 802.3 se apega a CSMA/CD en tanto que el 802.4 maneja la transmisión de señales.

#### 2.3.5.2.1 CSMA/CD (802.3)

El primero de los estándares 802 que tiene que ver con el control de acceso a los medios fue CSMA/CD. Con un sistema CSMA/CD, se supone que las colisiones son una incidencia operacional normal. La analogía que se utiliza en forma más frecuente es la comparación de una LAN basada en CSMA/CD con un debate de grupo. En tal caso cada miembro del grupo escucha a que se presente una oportunidad. Sin embargo, en algunas ocasiones dos o más miembros del grupo intentarán hablar al mismo tiempo. En ese caso otros miembros escucharán sólo mensajes parciales. En una LAN cada dispositivo de la red escucha todo el tiempo pero difiere la transmisión si el cable se encuentra en uso.

La capa física es responsable de detectar el tráfico en el medio y de modificarlo a través de una señal de detección de portadora al control de acceso al medio. Esta capa también compara la señal de detección de colisión si hay indicios de contienda en el canal. Estas funciones son realizadas por la subcapa de acceso de transmisión al canal de la capa física que se muestra en la figura 2.11. El bloque de acceso de transmisión al canal genera la señal de detección de colisión; para generar la señal de detección de portadora, se usan los bloques de acceso de recepción al canal y

de acceso de transmisión al canal. Ambas señales son interceptadas por la subcapa de control de acceso al medio de enlace de datos.



*Figura 2.11 Funciones de la capa física*

En una red CSMA/CD muy cargada, los periodos de silencio pueden ser muy cortos. La consecuencia de periodos cortos de silencio es que varios dispositivos pueden intentar transmitir al mismo tiempo, originando colisiones. Grandes número de colisiones darán lugar a una reducción en el rendimiento de la red, ya que tendrán que realizarse muchas transmisiones. En sistemas de banda base, las colisiones se detectan sumando una desviación de corriente directa a la señal y haciendo que todas las estaciones busquen un nivel de CD o CC mayor que el que de un solo transmisor.

En un sistema de banda ancha, cuando el transmisor recibe la reflexión de lo que se envió, se realiza una comparación bit por bit y se

supone que cualquier discrepancia encontrada es el resultado de una colisión y se retransmite la señal.

Cualquier sistema CSMA debe lidiar con colisiones; y la forma en que se manejen dichas colisiones determinará otras características de la red. Sin detección de colisiones, el enfoque típico consiste en transmitir cuando el medio esté inactivo; entonces, si el medio está ocupado, espere una cantidad de tiempo determinada por una distribución de probabilidad y vuelva intentarlo. A éste se le denomina protocolo no persistente. En general, la detección de colisiones se logra haciendo que el nodo siga escuchando al medio durante la transmisión.

En el caso de paquetes de longitud correcta, una colisión se puede detectar antes que se envíe el paquete entero. En ese caso, el nodo transmisor deja de transmitir de inmediato y envía una breve señal de congestión para alertar a todas las estaciones que ha ocurrido una colisión. Después de enviar la señal de congestión, el nodo espera una cantidad aleatoria de tiempo y luego intenta volver a transmitir. El ancho de banda desperdiciado se reduce ahora a la cantidad de tiempo que se requiere para detectar una colisión.

#### **2.3.5.2.2 CSMA/AD**

Una variante interesante es considerar la posibilidad de evitar las colisiones de mensajes, en lugar de detectarlas. (Avoidance/Detection).

*SPI (Serial Peripheral Interface).*

\* Este método consiste en establecer una competencia para transmitir entre las estaciones conectadas, usando para ello, las direcciones de cada una.

- \* Se determinan las direcciones de cada estación, como un número binario de digamos 6 bits.

- \* La competencia consiste en comparar dichas direcciones bit por bit (serialmente), con la convención de que el 1 triunfa con el 0.

- \* Cuando en un "espacio" o periodo de tiempo, sólo una de las estaciones transmita un uno, ésta transmite el mensaje.

- \* Cuando la que transmitió termina, las restantes reinician la competencia nuevamente comenzando con el primer bit de la dirección.

- \* El método determina una tendencia a favorecer a aquellas estaciones, cuyas direcciones tengan más unos en los bits de mayor orden (se compara de izquierda a derecha).

- \* Existe una forma de contrarrestar esas "prioridades" impuestas por el método SPI. Se le llama NCRP.

#### *NCRP (Neutral Contention Resolution Protocol).*

Se tiene que considerar que las estaciones tienen una dirección compuesta por un número infinito de bits. de esta manera, la prioridad implícita tiende a disminuir su influencia.

En un momento dado, luego de que el sistema entró en régimen, será imposible determinar que posición se encuentra compitiendo en cada estación.

Con el uso de éste método, se evitan la colisiones de mensajes sin que ello signifique una prioridad para alguna estación. Como ventajas, el ahorro de tiempo y "esfuerzo" en detectar y resolver colisiones. A cambio está la competencia de bits y un sacrificio en el rendimiento del sistema.

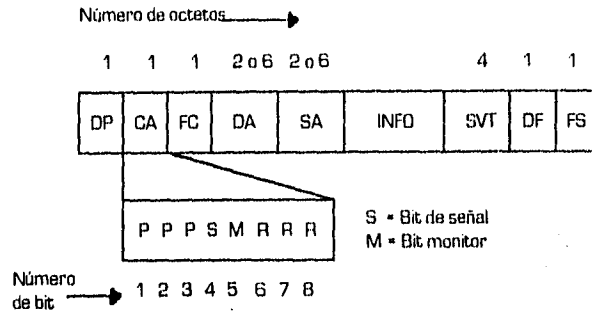
### 2.3.5.2.3 Paso de señal en anillo.

El paso de señal en anillo también ha sido estandarizado como un método de acceso por el comité IEEE 802, y aparece como el estándar IEEE 802.5. El estándar está basado en la técnica de paso de señal de anillo.

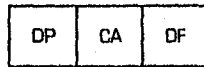
El concepto es muy simple, una señal recibe el permiso para transmitir por conducto de una trama especial llamada señal. Una vez que lo hace, pasa esta señal la estación que está en condiciones de recibirla. Se pueden agrupar, en forma de estrella, varias estaciones en anillo conectadas a un tablero de alambrado o de distribución, para facilitar el servicio y la detección de fallas.

Normalmente una estación se encuentra en uno de los dos estados: transmisor o repetidor. En el primero, envía su propia trama al recibir el permiso de transmisión. En el segundo, emite bit por bit la trama recibida hacia el anillo. En caso de reconocerse a si misma como la dirección de destino, la estación puede copiar la trama en el momento de retransmitirla. También puede modificar determinados bits en la trama mientras los transmite por el anillo.

En la figura 2.12 (a), aparece el formato de una trama transmitida por el anillo. En la figura 2.12 (b), aparece el formato de una señal. El delimitador de principio DP y el delimitador de fin DF, de un solo octeto, denota el principio y el final de la trama, respectivamente. El protocolo de acceso de 8 bits o campo CA se usa para implantar el protocolo de acceso al anillo. El bit de señal S se pone en cero cuando se trata de una señal, y en uno cuando es una trama. Los tres bits P en el campo CA se usan para proporcionar hasta ocho niveles de prioridad en el acceso al anillo.



(a)



(b)

Figura 2.12 Formato de paso de señal en anillo

- (a) Formato de trama.  
(b) Formato de señal.

Una estación que tiene información para transmitir, puede hacerlo si detecta una señal con prioridad menor o igual que la de la unidad de datos del protocolo de espera. Cambia la señal de trama y empieza a transmitirla, iniciando en el campo DP. Los tres bits R en el campo CA se usan para reservar el uso de la próxima señal que se transmita con la prioridad solicitada. Estos tres bits se pueden activar en el momento de repetir la siguiente señal o trama.

Los otros campos del formato de la trama se identifican claramente. Las direcciones de destino y origen son de longitudes de 2 o 6 octetos. Se puede dirigir mensajes a estaciones individuales o a grupos de estaciones. La dirección de destino con sólo unos se usa para difundir información a

todas las estaciones de anillo. El campo de secuencia de verificación de trama de 4 octetos proporciona la detección de errores de bit.

Todos los aspectos del protocolo de acceso de paso de señal en anillo se llevan a cabo en la subcapa de control de acceso al medio. La capa física recibe bits, uno a la vez, del control de acceso al medio, los codifica y los transmite por el medio. El procedimiento de codificación especificado por el estándar de paso de señal en anillo es la codificación Manchester diferencial.

#### **2.3.5.2.4 Paso de señal en bus.**

Aunque los nodos de un bus de señales codificadas pueden conectarse físicamente a un bus, ellos forman un anillo lógico. A cada nodo se le asignan posiciones analógicas en secuencia ordenada, con el último miembro de la serie seguido del primero. Cada estación debe conocer la identidad de los nodos que están antes y después de él. La configuración física del bus es irrelevante e independientemente del ordenamiento lógico. La señal codificada es un sistema con el bus de señales en un cuadro o paquete de control que regula el derecho de acceso al medio. Entre otras cosas, el cuadro de la señal contiene una dirección destino. La estación destino, cuando se ha recibido la señal, recibe el control del medio por un tiempo determinado.

En el tiempo que una estación tiene control sobre el medio, ésta puede transmitir uno o más cuadros y puede escudriñar estaciones y recibir respuestas. Cuando expira el tiempo, o cuando el nodo ha terminado sus transmisiones, pasa la señal a la siguiente estación lógica. Por lo tanto, las transmisiones consisten en alternar secuencias de transferencia de señales codificadas y datos. Asimismo, un bus de señales puede permitir el paso a estaciones que no utilicen señales y que puedan responder sólo a encuestas o peticiones de reconocimiento. Las funciones administrativas de una LAN con bus de señales son más vastas que las de una LAN CSMA/CD. Una o

más estaciones deben realizar inicialización del anillo, adiciones al anillo, supresiones del anillo y recuperación de errores.

La inicialización del anillo es el procedimiento empleado para determinar qué nodo va primero, segundo, etc. Cuando se inicia el anillo lógico, o después que se ha deshabilitado, debe ser reinicializado. Debe disponerse de algún método para agregar nodos nuevos o no participantes al anillo. En forma análoga, debe existir un método para remover un nodo del anillo, ya sea en forma arbitraria o voluntaria. Si dos o más estaciones intentan transmitir al mismo tiempo, ello significa que hay direcciones duplicadas en el anillo y ocurre una condición de error. De manera similar, cuando ninguna estación piensa que puede transmitir, el anillo se ha deshabilitado y ocurre también una condición de error. Por lo tanto, debe disponerse de un mecanismo de recuperación de errores.

Al amparo de las especificaciones 802.4, las conexiones físicas utilizan cable coaxial CATV de 75 ohms y transmisión de señales analógicas. En realidad se especifican tres formas de conexión física. Dos de las tres emplean transmisión de señales "unicanal", lo que significa que los transmisores no tienen un ancho de banda estrecho, y no se puede emplear multiplexión de división de frecuencia. Dicho de otra manera, este sistema está destinado básicamente para un sistema de cable dedicado sólo a la LAN, no como parte de una instalación general de banda ancha .

La tercera opción emplea un sistema de banda ancha completa de calidad comercial que puede llevar múltiples canales de datos. La opción más simple, limitada y económica opera a 1 Mb/s. La segunda opción opera a 5 Mb/s o 10 Mb/s y, a diferencia de la primera opción, hace posible el uso de separadores para obtener una topología de árbol. La opción de banda ancha completa ofrece tres velocidades de transmisión de datos: 1Mb/s ocupando un canal de 1.5 MHz; 5 Mb/s utilizando un canal CATV estándar de 6 MHz; y 10 Mb/s que se ocupa un canal de 12 MHz. Obsérvese que el sistema de banda ancha completa se requieren dos vías de acceso de datos y que el ancho de banda completo que se necesita es en realidad dos veces mayor que las cifras citadas.



### **2.3.5.3 Protocolo de Control de Transmisión (TCP)**

El Protocolo de Control de Transmisión (TCP), fue desarrollado por uso en ARNET, pero ahora es usado através del mundo y se encuentra en muchas redes comerciales tal como en los centros de investigación y Universidades.

Es muy parecido al Protocolo de Transporte OSI, y muchas de sus objetivos son incorporados de éste protocolo.

El trabajo de TCP es bastante extenso. Es muy hábil para satisfacer un amplio rango de requerimientos de aplicación e, igualmente importante, debe ser adaptable a un ambiente dinámico introduciendose a la red interna. Se debe establecer una sesión de supervisión (asociación lógica) entre los usuarios locales y aquellos usuarios asociados en comunicaciones remota. Esto significa que TCP debe mantener un conocimiento de los usuarios activos para soportar la transferencia de datos entre los usuarios a través de la red interna.

#### **2.3.5.3.1 Sobre TCP**

TCP reside en el nivel de transporte del modelo convencional de siete niveles. Esta situado sobre IP y bajo los niveles superiores. En la figura 2.13 se ilustra como TCP no se encuentra dentro de una compuerta. Está designado a residir en las computadoras huésped o en una máquina que trabaje íntegramente de fin a fin en la transferencia de datos de usuario. En la práctica, TCP es usualmente puesto en las máquinas host del usuario.

La fig. 2.13 también muestra que TCP está designado para correr sobre el IP. Desde IP es una red interconectada, las tareas de rehabilitación, control de flujo, secuenciamiento, apertura y clausura son dados por TCP. Alternando TCP e IP están situados juntos tan cercanamente que son usados en el mismo contexto "TCP/IP", TCP también puede soportar otros protocolos. Por ejemplo, otros protocolos de conexión sin fin, como el ISO 8473 (Protocolo de conexión sin fin de red, o CLNP), podría operar con TCP

(con ajustes para la interface entre los módulos). En suma, los protocolos de aplicación, como el Protocolo de transferencia de Archivos (FTP) y el Protocolo de Transferencia de Correo (SMTP), cuentan entre los muchos servicios de TCP.

Muchas de las funciones de TCP (como el control de flujo, rehabilitación, y secuenciamiento) podrían ir de la mano con programas de aplicación. Pero esto hace sentido estricto se tenga que codificar estas funciones dentro de cada aplicación. Después, los programadores de aplicaciones se ven usualmente en casos de detección de errores y operaciones de control de flujo. Las preferencias son desarrollar software que proporcione a la comunidad funciones aplicables al ancho rango de aplicaciones, y después volcar estos programas desde el software de aplicación. Esto permite que el programador de aplicaciones se concentre en la solución de problemas de aplicación y aisle al programador de los matices y problemas de la red.

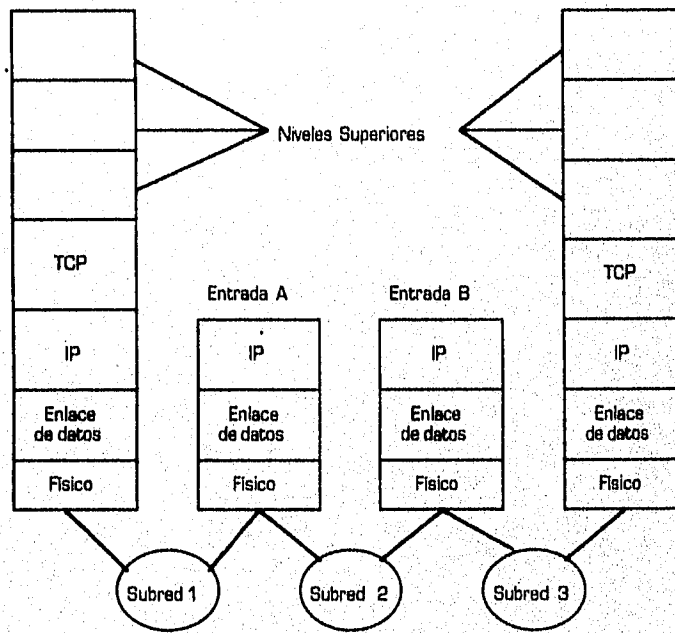


Figura 2.13 Relación del Nivel de Transporte con otros Niveles

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### 2.3.5.3.2 Características principales de TCP

TCP proporciona los siguientes servicios para los niveles superiores.

Conexión orientada al manejo de datos

Transferencia de datos confiable

Funciones de introducción

Resecuenciamiento

Control de flujo (ventanas deslizables)

Multiplexamiento

Transmisión Full Duplex

Precedencia y seguridad

Cierre elegante

TCP es un protocolo de conexión-orientada. Este término se refiere al hecho de que TCP mantiene su estatus de información acerca de cada flujo de datos de usuario dentro y fuera del módulo de TCP. El término usado en este contexto también significa que TCP es responsable por cada transferencia de datos punto a punto cercanos a la red o a múltiples redes para recibir aplicaciones de usuarios (o el protocolo del nivel superior siguiente). Haciendo referencia a la fig. 2.13, TCP debe asegurarse de que los datos que son transmitido y recibidos entre dos hosts cercanos a tres redes (Subred1, Subred2, y Subred3).

Desde que TCP es un protocolo de conexión orientada, es responsable por la transferencia confiable de cada uno de los caracteres que pasan por el desde un nivel superior ( los caracteres también son llamados bytes u

octetos). Consecuentemente, usa una secuencia de reconocimiento de números positivos/negativos. El término asociado con este aspecto de un protocolo de conexión orientada es un circuito virtual.

Una secuencia numérica es asignada a cada octeto transmitido. El módulo de recepción de TCP usa una rutina de chequeo de suma para corroborar los datos en caso de que haya ocurrido un daño durante el proceso de transmisión de datos. Si los datos son aceptables, TCP retorna un reconocimiento positivo (ACK) hacia el módulo de TCP que envía. Si los datos fueron dañados, el receptor de TCP descarta los datos y usa una secuencia de números para informar que el envío de TCP tuvo problemas. Como muchas otros protocolos de conexión orientada, TCP usa relojes para asegurarse que el lapso de tiempo no es excesivo antes de ajustar la medida tomada para otra transmisión de reconocimiento desde el receptor y/o la retransmisión de los datos hacia el sitio de transmisión.

TCP recibe los datos desde un protocolo de nivel superior (ULP) en un modo corriente-orientado. Esta operación es un contraste para muchos protocolos en la industria. Los protocolos de corriente-orientados son designados para caracteres individualmente y no en bloques, armazones, datagramas, etc. Los bytes son enviados desde un ULP sobre bases corrientes, byte por byte. Cuando llegan al nivel de TCP, los bytes son agrupados dentro de segmentos de TCP. Estos segmentos están siendo pasados hacia el IP (u otro protocolo de nivel inferior) para la transmisión del próximo destino. La longitud de los segmentos está determinada por TCP, a su vez un sistema puede implementar también la determinación de cómo TCP puede hacer esta decisión.

Implementaciones de TCP que han sido trabajados con el sistema de orientación de bloques, como sistemas operativos IBM, pueden hacer ajustes considerables en el desarrollo de TCP. TCP permite el uso de largos segmentos de variable porque está orientado a su naturaleza. Por ello, las aplicaciones que normalmente trabajan con arreglos de bloques de datos (como una personal aplicación que manda arreglos de bloques de empleados de nómina, una aplicación que transmite bloques de arreglos de nóminas) puede no contar sobre TCP para este arreglo de bloques que se recibe. Las

acciones deben tomarse del nivel de aplicación para delinear los bloques que esperan en la corriente de TCP,

TCP también checa la duplicación de datos. En el caso de que en el envío de datos TCP los retransmita, la recepción de TCP descarta los datos redundantes. Los datos redundantes podrían introducirse dentro de la red interna cuando el receptor de TCP como entidad no realiza el desarrollo de tráfico de manera espaciada, es cuyo caso la entidad de envío de TCP retransmite los datos.

En consonancia con la capacidad de la corriente de transferencia, TCP también soporta el concepto de la función push. Esta operación es usada cuando en una aplicación se desea tener la certeza de que todos los datos que han sido pasados hacia una capa inferior, hayan sido transmitidos por TCP. En este caso, esta gobernando el manejo de búffer de TCP. Para obtener esta función, el ULP emite un comando de envío para TCP con un parámetro de introducción puesto de bandera a 1. La operación que requiere TCP para adelantar todo el tráfico en el búffer en forma de un segmento o segmentos de destino. Como vimos anteriormente, los usuarios de TCP pueden utilizar una operación de cierre de conexión para proporcionar la función de push como se debe.

En suma, para usar la secuencia de números para reconocimiento, TCP utiliza su segmentos de resecuenciamiento si se llega al destino final fuera de orden. Porque el resto de TCP por debajo de los sistemas de conexión, es posible duplicar los datagrams que puedan crearse en la red interna. TCP también elimina los segmentos duplicados.

TCP utiliza inclusive esquemas de reconocimiento. El reconocimiento numérico reconoce todos los que estén arriba de los octetos e incluye el reconocimiento de números menores que uno. Esta aproximación proporciona un fácil y eficiente método de reconocimiento de tráfico, pero también se tiene una desventaja. Por ejemplo, supóngase que se tienen 10 segmentos para ser transmitidos, durante dos operaciones rutinarias, estos segmentos llegan fuera de orden. TCP está obligado a reconocer solamente el número contiguo mayor de byte que se haya recibido sin error. No se permite el

reconocer la llegada del número contiguo mayor del byte hasta que todos los bytes intermedios han llegado. Por ello, como cualquier otro protocolo de conexión orientada, la entidad de transmisión de TCP puede estar eventualmente fuera de tiempo y retransmitir el tráfico aún no reconocido. Estas retransmisiones pueden introducir una considerable cantidad de sobrecargas en la red.

El módulo receptor de TCP también es viable de tener un control de flujo para el envío de datos, el cual es una herramienta muy usada para prevenir un desbordamiento del buffer y una posible saturación en la máquina receptora. El concepto usado con TCP es algo inusual entre los protocolos de comunicación. Está basado sobre una "ventana" que está emitiendo valores al transmisor. El transmisor está dispuesto para transmitir un número específico de bytes dentro de esta ventana, después de que la ventana se cierre y se detenga el envío de datos.

TCP también tiene una muy usada facilidad para el multiplexamiento, múltiples sesiones de usuario dentro de una sola computadora host que trabaja sobre ULPs. Como ya hemos visto, esto está acompañado de algunas convenciones nombradas para los puertos y sockets en los módulos de TCP e IP.

TCP proporciona una transmisión full-duplex entre dos entidades bajo TCP. Esto permite la transmisión en ambos sentidos sin tener que esperar para retornar la señal, en esta situación se requeriría de transmisión half-duplex (semicompleta o semi-dos sentidos).

TCP también proporciona al usuario la capacidad de especificar los niveles de seguridad y precedencia (niveles de prioridad) para la conexión. Aunque estas características no son implementadas en todos los productos de TCP, son definidos en el estándar de TCP.

TCP proporciona un "cierre elegante" para un circuito virtual (la conexión lógica entre dos usuarios). Un cierre elegante asegura que todo el tráfico ha sido reconocido antes de que el circuito virtual sea removido.

#### **2.3.5.4 Estándar X.25.**

La recomendación X.25 fue desarrollada bajo la protección de CCITT, en un esfuerzo conjunto de Canadá, Francia, Japón y USA.

X.25 es un protocolo para la interconexión de Equipo terminal de Datos (DTE) a Equipos terminales de Circuitos de Datos (DCE). Para operar terminales en el modo de Paquetes en la red Pública de Datos.

X.25 se compone de tres niveles de conexión en el modelo OSI: Físico, Enlace de Datos y Red. Tiene un conjunto de normas asociadas para la conexión de equipos asíncronos y para la conexión de otras redes.

El nivel Físico de X.25 define las características eléctricas del medio de transmisión por referencia a estándares X.21 o X.21 bis.

El Nivel de Enlace de X.25 define los procedimientos para el cambio de información entre DTE (quien envía o recibe paquete de datos) y DCE (el nodo de la red que actúa como entrada o salida de la misma).

El Nivel de Paquetes define el multiplexaje scheme lo cual permite al nivel de enlace llevar la información por más de una que el canal lógico terminado o circuito virtual.

Una Red de Conmutación de Paquetes X:25, es una red de comunicaciones de datos que usa la tecnología de conmutación de paquetes para efectos de transmitir datos. Estos se encuadran en tramas que contienen estructuras llamadas "paquetes" cuyo formato se ajusta a las especificaciones emitidas por el CCITT.

La operación del PAD se define por tres estándares adicionales, X.3, X.28 y X.29.

- X.3**      Facilidad de ensamblado/desensamblado de paquetes (PAD) en una red pública de datos.
- X.28**     Interfaz entre ETD y ETCD para equipos terminales de datos en modo arranque/parada que accedan a una facilidad de ensamblado/desensamblado de paquetes (PAD) en una red de datos pública situada en el mismo país.
- X.29**     Procedimientos para el intercambio de información de control y datos de usuario entre una facilidad de ensamblado/desensamblado de paquetes (PAD) y un ETD en modo de paquetes u otro PAD.



## **2.4 PROYECTOS DE ESTANDARIZACIÓN PARA REDES DE AREA LOCAL.**

Con el desarrollo de múltiples redes de área local, surgió el problema de la incompatibilidad, por lo que la IEEE ( Institute of Electrical and Electronic Engineers) creó un comité enfocado al estudio de la estandarización de redes de área local conocido como proyecto IEEE 802, fundado en 1980, y seguido del FDDI ( Fiber Distributed Data Interface).

El objetivo del estándar para redes de área local es para asegurar la compatibilidad entre equipos elaborados por diferentes compañías para que la comunicación de datos pueda llevarse a cabo entre los dispositivos con un mínimo de esfuerzos sobre las partes del equipo o sobre el sistema que sugieren interfaces y protocolos comunes para las redes locales de comunicación de datos.

### **2.4.1 Comité IEEE.**

El trabajo del comité IEEE 802 se basa en dos conclusiones:

- Las tareas de comunicación que se llevan a cabo sobre una red de área local son lo suficientemente complejas que necesitan partirse en subtareas manejables.

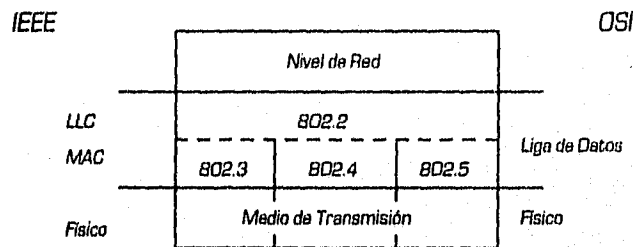
- Ninguna vía de aproximación técnica satisface todos los requerimientos.

La primera conclusión sugiere tres niveles:

**FÍSICO:** Este nivel concierne a la naturaleza del medio de transmisión, a los detalles de conexión de dispositivos y a la señalización eléctrica.

**CONTROL DE ACCESO AL MEDIO:** Una red de área local se caracteriza por la colección de dispositivos que necesitan compartir un mismo medio de transmisión. Una manera de controlar el acceso es necesaria para que solo un dispositivo transmita a la vez.

**CONTROL DE ENLACE DE DATOS:** Este nivel engloba al establecimiento, mantenimiento y terminación de la liga lógica entre dispositivos.



802.2 = Protocolo de Control de Liga de Datos (LLC)

802.3 = CSMA / CD

802.4 = Token BUS

802.5 = Token Ring

} Protocolo de Control de Acceso  
al Medio (MAC)

Figura 2.5 Relación entre el modelo OSI y el IEEE 802

Lo anterior representa las siguientes diferencias con respecto al modelo OSI:

En el modelo OSI el nivel físico se representa por el equipo de comunicación de datos, dentro del IEEE 802 se divide en tres capas ( Trunk Coupling Unit, Medium Interface Connector, Medium Interface Cable).

El modelo OSI controla el enlace de datos completamente a través de una etapa, mientras que en el IEEE 802 esta necesidad se satisface mediante dos capas (Media Access Control, Logical Link Control).

El nivel de red (tercero dentro del modelo OSI) que originalmente se encuentra dividido en dos capas ( uno de enrutamiento y otra de circuito virtual); dentro del proyecto IEEE 802 el DATAGRAMA sustituye al circuito virtual.

La segunda conclusión se apoyó en que, dada la existencia de gran variedad de redes de área local, ningún estándar simple satisficiera a las existentes. Por lo tanto el comité basó sus trabajos en los proyectos más serios en existencia en aquel entonces.

Debido a la segunda conclusión, el comité apoya:

- \* Dos topologías (ring y bus).
- \* Dos controles de acceso (CSMA / CD y Token).
- \* Dos modos de transmisión (baseband y broadband).

De ahí que el trabajo del comité IEEE 802 se encuentre organizado en varios subcomités:

- IEEE 802.1 Estándar para interfaces de alto nivel.
- IEEE 802.2 Estándar para el control de flujo de datos.
- IEEE 802.3 CSMA / CD.
- IEEE 802.4 TOKEN BUS.
- IEEE 802.5 TOKEN RING.
- IEEE 802.6 REDES DE AREA METROPOLITANA (MAN).

El subcomité para interfaces de alto nivel, no desarrolla estándares, se dedica a trabajar en tópicos relacionados a interfaces de alto nivel, interredes, direccionamiento y manejo de redes.

Los trabajos iniciales de los subcomités 802.2, 802.3 y 802.4 se realizaron en 1983, y en 1984 se comenzó con 802.5 (Token Ring).

El trabajo en el comité 802.6 ha tenido poco progreso; en éste se han comenzado a desarrollar pequeñas alternativas para estudios posteriores.

#### **2.4.2 Comité FDDI.**

La FDDI se comenzó a desarrollar en el comité ASC (Accredited Standards Committee), que se encarga de desarrollar estándares para las interfaces de entrada y salida con fibras ópticas como medio de transmisión entre computadoras.

La FDDI originalmente fué creada para aplicaciones finales de red, la conexión de procesadores y de dispositivos de almacenamiento de alta velocidad.

La FDDI se define en un conjunto de cuatro estándares:

- \* El documento MAS (Media Access Control), que es un estándar de la ANS y también del DIS.
- \* El protocolo de nivel físico (PHY) se encuentra en los últimos niveles de documentos de la ANS y del DIS.
- \* El documento de la dependencia del nivel físico (PDM) se encuentra en revisión pública a la vez que se escribe en la propuesta del DP (ISO Draft Proposal).

\* Actualmente el comité ANSI X3T9.5 que se encuentra enfocado al documento SMT (Station Management).

El comité también se encuentra trabajando en un esquema híbrido llamado FDDI-II, para proporcionar al FDDI la capacidad de una conmutación de circuitos.

## CAPÍTULO III

### 3.1 INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el intercambio de información se ha convertido en una necesidad imperante, ya que en todo momento es indispensable contar con los datos que se manejan en el medio en que nos desenvolvemos, resulta primordial el tenerlos disponible y son las redes de computadoras quienes intervienen en tal proceso.

Existe una gran variedad de productos para red, así como también hay un gran número de fabricantes, que van de acuerdo con las necesidades de cada usuario. Cuando se adquiere equipo diferente para cada área de trabajo, se genera un inconveniente, no muy grave que es la incompatibilidad de normas utilizadas en los equipos de red. Por lo cual surgen organismos internacionales enfocados a lograr una estandarización entre los diferentes sistemas.

Lo anterior implica el recurrir a los estándares propuestos por los diferentes organismos tales como la IEEE con la norma 802.5 ( par de cobre trenzado ), y la FDDI ( en fibra óptica ); esto es con el objeto de lograr uniformidad y sobre todo compatibilidad en nuestros medios de comunicación y las interconexiones requeridas lo cual es de vital importancia ya que los estándares o normas, son quienes establecen las características de operación para una red de área local.

Es este capítulo introducirá al lector en la descripción de las primeras redes de área local basadas en la topología Token Ring, la cual está precisamente trabajando bajo la norma 802.5 y fibra óptica; también se mostrará el tipo de arquitectura utilizada para dicha red, además del diseño requerido para una red de este tipo y finalmente se describirán diferentes formas de optimización para la red que utiliza esta topología.

### 3.2 PRIMERAS REDES DE ÁREA LOCAL TOKEN RING.

Una red con topología anillo consiste de una serie de estaciones conectadas por líneas de transmisión unidireccionales para formar una trayectoria cerrada. Las señales de información en el anillo pasan de una estación a otra regenerándose a través de cada estación. Los primeros sistemas de comunicación basados en esta técnica fueron:

- Farmer y Newhall.
- Distributed Computing Systems (DCS).
- Pierce.
- MIT (Massachusetts Institute of technology).
- Cambridge University.
- Zurich Research Laboratory (IBM).

Pierce y Cambridge utilizan un esquema para controlar el anillo de forma aislada en el cual varios paquetes de datos de longitud fija circulan alrededor del anillo. Cada estación puede utilizar un paquete que se encuentre vacío para enviar sus datos identificándolo con la dirección apropiada. Cada estación examina la información y la copia si se encuentra marcada en su dirección.

El segundo esquema de control aplicado en el sistema de anillo de Farmer y Newhall, es conocido como inserción de registro, en el cual en un anillo, el conflicto entre los datos listos a ser transmitidos por una estación y el flujo de datos que ya circulan en el anillo se resuelve por la inserción dinámica de un buffer con el suficiente espacio en el anillo.

El tercer esquema conocido como control de acceso por Token, lo utilizan DCS, MIT, IBM, el cual se encuentra marcado como estándar dentro del IEEE 802.5 y también dentro de la FDDI.

En un anillo Token Ring, el acceso al canal de transmisión se controla pasando una señal especial, el " permiso de acceso" (Token), a través del anillo. Cuando un sistema se inicia, una estación genera un Token que viaja a través del anillo hasta que una estación lista para transmitir lo capture y entonces transmite sus datos. Al final de su transmisión, la estación pasa el permiso de acceso a la siguiente estación y genera un nuevo Token.

En estos tres esquemas de control todas las estaciones trabajan en pares (un emisor, un receptor) y automáticamente determinan cuando transmitir basándose en el estado del anillo. A comparación de otros esquemas de control en donde existe una estación maestra, responsable de controlar el acceso al medio o la trayectoria.



### 3.3 TECNOLOGÍA TOKEN RING.

Token Ring tiene características importantes que la hacen una solución muy atractiva como red de área local. Una muy importante y propia de Token Ring es que la información fluye secuencialmente de una estación a otra alrededor del anillo. Esta transmisión unidireccional criticada como la mayor debilidad de Token Ring, porque aparentemente una simple falla puede hacer que se caiga todo el anillo, se puede solucionar con la introducción de una configuración Estrella-Alambrada (star-wire).

#### 3.3.1 Estrella - Alambrada.

Cuando se utiliza este tipo de cableado se refiere a la conexión de cada estación hacia un concentrador. Internamente estos concentradores hacen las conexiones punto a punto. Los "Lóbulos" (wirin lobes), que son la liga física existente entre cada estación y el concentrador, consiste de dos trayectorias de transmisión, una para enviar y la otra para recibir.

Los lóbulos se encuentran físicamente interconectados dentro de los concentradores hasta formar una liga serial. El lóbulo solo se incluye en la trayectoria del anillo si la estación se encuentra activa, si no se lleva a cabo una función de puente para saltar a la siguiente estación activa. Si la función de puente posicionó a la estación en sí misma el lóbulo inactivo causará un incremento en la distancia que existe en las estaciones activas.

En un anillo que utiliza como medio de transmisión cobre, la función de puente comúnmente se realiza a través de un conjunto de relevadores que son activados por la estación conectada a través de un circuito fantasma, donde una corriente DC se aplica a través de los circuitos de entrada y salida, lo que implica que al apagar la estación, ésta se removerá automáticamente del anillo.

Los concentradores son completamente pasivos; contienen únicamente relevadores y ningún elemento activo como procesadores lógicos o fuentes de alimentación, y únicamente requieren del suministro necesario para activar los relevadores que inserten la estación al anillo, este suministro lo proporciona la misma estación de trabajo.

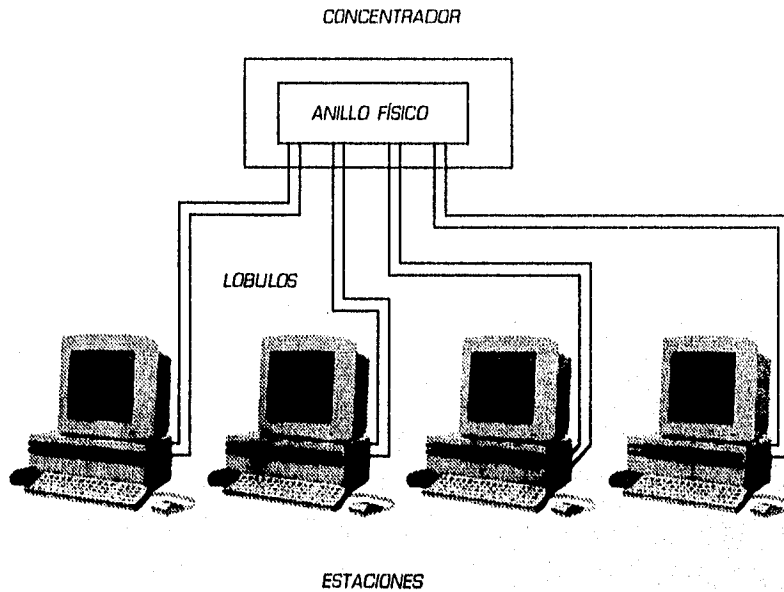


Figura 3.1 Configuración Estrella-Alambrada

Cuando se utiliza fibra óptica para hacer la interconexión de las estaciones con el concentrador, las señales para insertar/remover se resuelven de manera diferente; en este caso se utilizan *frames* de control dentro del protocolo MAC.

En caso de emplear fibra óptica, los concentradores deben ser activos, es decir, contienen su propia fuente de alimentación, llevan a cabo procesos lógicos y tienen la capacidad de detectar y puentear fallas que ocurran en los segmentos del anillo y entre concentradores.

La dualidad de anillos es parte de la estructura de la FDDI y del proyecto IEEE 802.5. Este concepto utiliza dos anillos para interconectar los concentradores, un reloj maestro y un subcontador del reloj maestro. En caso de que ocurra una falla, el concentrador sobre algún lado de la liga rota se volteará de regreso, reconfigurándose internamente para eliminar la

liga que falló. De la misma manera se ejecuta una reconfiguración cuando algún concentrador falla. (Ver figura 3.3 (a)(b)).

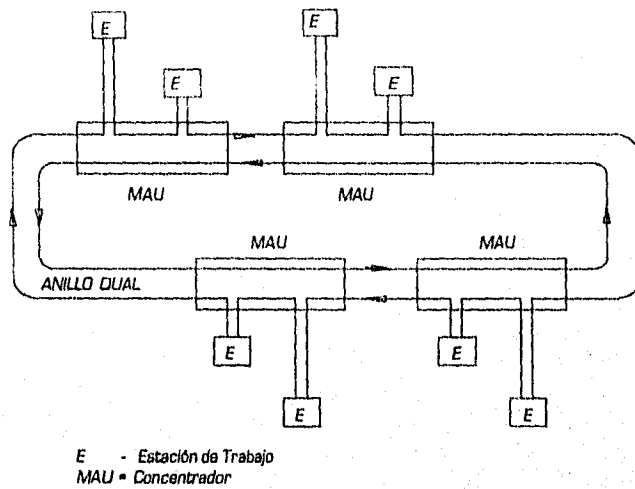


Figura 3.2 Operación Normal de un segmento de anillo

La configuración de Estrella-Alambrada, tiene ventajas adicionales:

- \* Proporciona puntos centralizados en la instalación de la red para manejo de reconfiguraciones.
- \* Las estaciones cuentan con gran movilidad dentro del lugar donde fueron instaladas.
- \* El cableado se encuentra segmentado, en vez de ser un cable continuo; lo que le permite entremezclar diferentes medios de transmisión. Por ejemplo, par trenzado se puede utilizar para conectar las estaciones al concentrador y fibra óptica para conectar concentradores.
- \* Por muy grande que sea el tiempo en que una estación permanezca en estado pasivo, no insertada en el anillo, el lóbulo se conecta a sí mismo de regreso, lo que le permite efectuar pruebas de chequeo ella misma antes de que se inserte el anillo, permitiéndole detectar si la falla se localiza en sus propios componentes o en el cableado que la une a los concentradores, y le es posible quitarse ella misma del anillo.

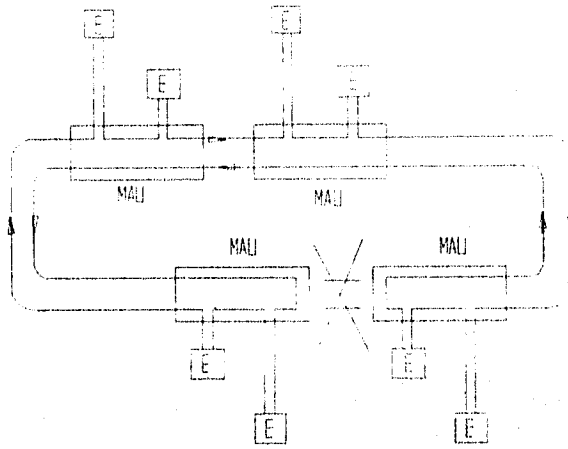


Figura 3.3a Fallo de una Liga

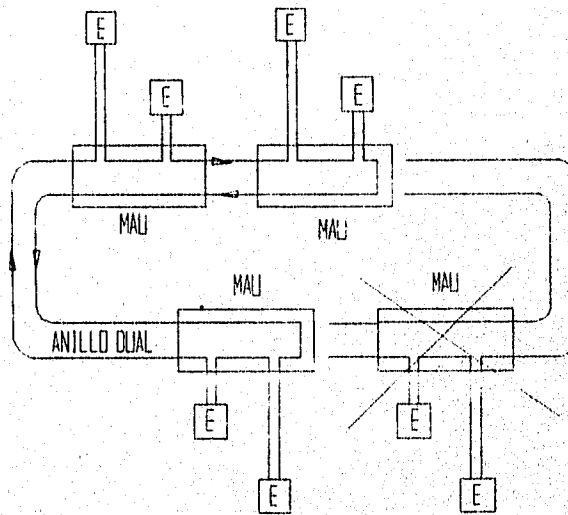


Figura 3.3b Fallo de un Concentrador

### **3.3.2 Medio de transmisión.**

El medio de transmisión que prevalece en las LAN's Token Ring, es el par de cobre trenzado, sin embargo se ha incrementado el uso de fibra óptica. La degradación de los datos es balanceada debido a que ambos cables tienen la misma impedancia, y gracias también a que cada hilo se encuentra aislado antes de trenzarse lo que reduce de manera significativa la interferencia debida al *crostalk*. El par trenzado proporciona una transmisión costeable a 4 Mbps (IEEE 802.5), aunque según la distancia se puede utilizar para obtener velocidades de 16 Mbps.

La FDDI se ha convertido en el punto focal para la aplicación de tecnología óptica en el ambiente de redes de área local.

Cada liga punto a punto en las redes FDDI compromete a un cable dual de fibra óptica terminado con un conector dúplex estándar. El diámetro de la cubierta de la fibra se encuentra especificado a 125  $\mu$ m y el núcleo de 85 a 62.5  $\mu$ m.

### **3.3.3 Modo de transmisión.**

La técnica de transmisión de datos que emplea la red *Token Ring* es banda base (Baseband) o sea que la transmisión emplea un solo canal; así que cuando una estación de trabajo toma su turno para transmitir, cuenta con todo el ancho de banda para realizarlo.

### **3.3.4 Codificación.**

Los datos generados por una estación deben ser codificados para su transmisión en el anillo. Mientras que el IEEE 802.5 especifica el código Manchester Diferencial para codificar, la FDDI emplea la codificación 4B/5B que aunque es más complejo aprovecha de mejor manera el ancho de banda.

El código Manchester Diferencial se caracteriza por la transmisión de dos señales por bit. En el caso de un 1 o un 0 binario un elemento de la señal de una polaridad se transmite a la mitad de tiempo de un bit seguido

por la transmisión de un elemento de polaridad opuesta. Esto tiene dos ventajas:

- La señal resultante no tiene componente de DC y puede acoplarse inductivamente.
- La transmisión de medio bit conduce información inherente al tiempo.

Los unos diferentes de los ceros en el límite del bit principal. Un valor de uno no tiene señal de transmisión en el límite del bit, mientras que un valor de cero si lo tiene. En la decodificación de la señal solo se detecta la presencia o ausencia de la señal de transición y no la polaridad actual, de este intercambio los dos cables del par trenzado no introducen errores en los datos.

Se puede producir violaciones al código si no ocurren transiciones a la mitad del tiempo de duración del bit. Las violaciones al código se pueden provocar intencionalmente, por ejemplo, para marcar el comienzo y el fin de un frame de datos.

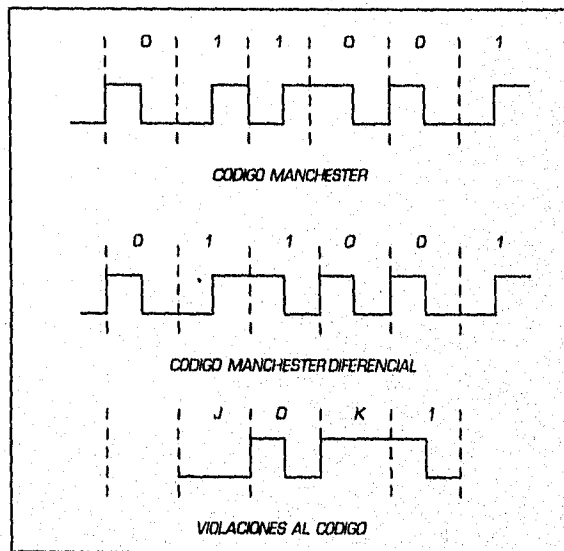


Figura 3.4 Representación del Código Manchester

En el FDDI la información en el medio se transmite en 4 de 5 grupos codificados, a cada grupo codificado se le llama símbolo. De un conjunto de 32 símbolos, 16 son símbolos de datos binarios ordenados, 3 se utilizan como delimitadores de comienzo y fin, 2 son indicadores de control y 3 para señalar el estado de la línea. Los 8 símbolos restantes no se utilizan. Los símbolos se transmiten en 'Sin retorno a cero invertido'.

La codificación por grupos 4B/5B es eficiente en un 80%, por ejemplo, el la FDDI a una velocidad de transmisión de 100 Mbps envía una velocidad de señales de 125 MBd. El empleo del código Manchester diferencial en este caso requeriría de componentes ópticos y lógicos front-end a 200 MHz lo que se traduciría en un incremento muy considerable en costo y complejidad.

### 3.3.5 Sincronía

La sincronización es un problema clave técnico en el diseño de cualquier sistema de anillo. Entre varias técnicas dos son las que adoptaron los estándares de la IEEE 802.5 y del FDDI.

Los anillos construidos en base al IEEE 802.5 emplean una técnica de reloj centralizado. En una operación normal una estación en el anillo se designa como monitor activo. El monitor juega un papel muy importante en la supervisión del anillo; además proporciona un reloj para el anillo maestro. Todas las demás estaciones del anillo se acoplan en fase y frecuencia al monitor.

La velocidad media del anillo controla la estación que funciona como monitor activo, segmentos del anillo pueden instantáneamente operar a velocidades poco diferentes de la frecuencia del oscilador maestro. El efecto acumulativo de estas pequeñas variaciones en velocidad son suficientes para causar variaciones de unos cuantos bits en la "latencia del anillo". A menos que la latencia del anillo permanezca constante los bits deberán suprimirse o aumentarse.

Para mantener la latencia del anillo constante el monitor cuenta con un buffer elástico. Si la señal recibida en la estación monitor activo es un poco más rápida que el oscilador maestro, el buffer se llenará hasta que sobren bits. Si la señal recibida es un poco más lenta el buffer será vaciado para agregar bits.

La mayor ventaja que tiene un reloj centralizado es que minimiza la latencia total del anillo y así permite el uso de un protocolo token como protocolo MAC en el IEEE 802.5 el cual, por razones de efectividad, requiere que la latencia del anillo sea muy pequeña.

El protocolo de control de acceso al medio de la FDDI, es insensible a la latencia del anillo, de aquí que no es crucial diseñar un esquema de reloj para minimizar la latencia, por lo que la FDDI emplea un esquema de sincronización que cuenta con mayor latencia pero es más fácil de implementar a altas velocidades de transmisión.

En la FDDI, la información se transmite entre dos estaciones asíncronas: esto es, que cada estación tiene su fuente de reloj autónoma, para transmitir o repetir información en el anillo. Este tipo de operación requiere del uso de un buffer elástico en cada estación. La información se ajusta, dentro del buffer a la velocidad del reloj de la señal que se recuperó, pero en el momento de salir se ajusta al reloj autónomo correspondiente. Un preámbulo que precede a cada *frame* habilita al buffer a ser reiniciado para la prioridad de su medio punto para la recepción del *frame*. Esto incrementa o decrementa la longitud del preámbulo. Con un buffer elástico de 10 bits y un reloj transmisor de 0.005 por ciento de exactitud, los *frames* mayores a 4500 bytes pueden transmitirse sin exceder los límites de la elasticidad del buffer.

### 3.3.6 Protocolo Token

La información en un anillo *Token Ring* se transfiere secuencialmente de una estación activa a la siguiente. La estación que tiene acceso al medio transmite información sobre el anillo. Todas las demás estaciones repiten cada bit que reciban. La estación direccionada como destino copia la información mientras pasa. Finalmente, la estación que ha transmitido la información se quitará del anillo. Esta función de striping difiere de un esquema a otro. En IEEE 802.5 la estación que transmite mantiene el anillo abierto hasta que su *frame* completo ha regresado. De cualquier modo en FDDI la dirección fuente del *frame* tiene que concordar con su propia dirección.

Una estación gana el derecho a transmitir cuando detecta un *token* que pasa por el medio. El *token* es una señal de control compuesta de una



secuencia de señalización única que cualquier estación puede capturar. Capturar el *token* en IEEE 802.5 significa modificarlo para convertirlo en una secuencia de comienzo de *frame* y entonces agrega los campos apropiados de control y de dirección, de información del usuario, secuencias de chequeo y delimitadores de fin de *frame*.

En la FDDI, capturar el *token* significa la recepción completa de un *token* y removerlo del anillo, seguido por la transmisión separada del *frame* de datos. La captura del *token* es obviamente menos eficiente que la correspondiente operación IEEE 802.5, pero es más fácil de implementar a velocidades de transmisión altas.

Después de que se completa la transmisión de su información, la estación genera un nuevo *token* el cual proporcionará a otra estación la oportunidad de transmitir a través del anillo.

Los protocolos FDDI y IEEE 802.5, difieren en lo que respecta a la estrategia para la generación del *token*.

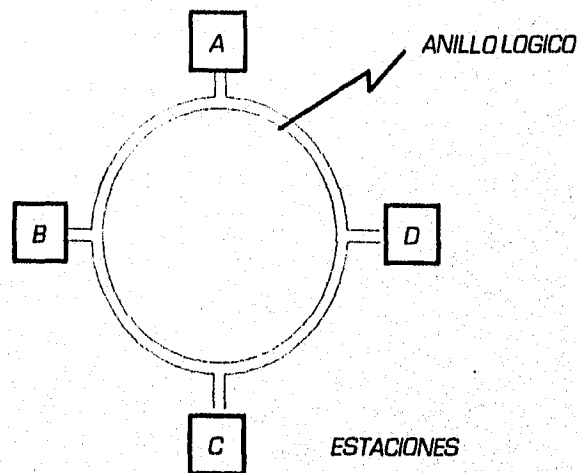


Figura 3.5 Operación de Token Ring

### 3.3.7 Monitoreo del Anillo

La correcta operación de un anillo depende de la integridad del *token*. Por lo tanto, en cualquier red *Token Ring*, se proporcionan mecanismos para la detección de errores y mecanismos para su recuperación, para restablecer la operación de la red. Por ejemplo, los resultantes de la inserción y remoción del anillo que se traducen en errores de transmisión o errores pasajeros en el medio que ocasionan que el anillo se desvíe de su operación normal.

*Token Ring* IEEE 802.5 utiliza una función de monitoreo del anillo que se ejecuta en una estación con la capacidad de dar respaldo en todas las demás estaciones conectadas a la red. La función de monitoreo trabaja de la siguiente manera: las estaciones del anillo seleccionan una estación que va a funcionar como monitor activo, esta es también la estación que funcionará como reloj maestro. El resto de las estaciones trabajarán como monitores *standby*.

El monitor activo cuidará la integridad del anillo y del *token*, al activar procedimientos de recuperación cuando sea necesario.

En la FDDI, las funciones de monitoreo se distribuyen a través de todas las estaciones del anillo; como no se necesita de un reloj maestro centralizado, tampoco requiere de un monitor centralizado. Cada estación continuamente monitorea el anillo para condiciones inválidas, así como inactividad incorrecta, lo que requerirá reiniciar el anillo.

### 3.3.8 Unidades de Acoplamiento

La conexión entre el medio físico y la estación de trabajo se realiza a través de dispositivos llamados unidades de acoplamiento, adaptadores del anillo o interfaces de red.

Las funciones asociadas con la manipulación del *token* y la transmisión de datos se distribuyen en cada estación de la red.

La tecnología VLSI hace posible delegar una gran porción de sus funciones de comunicación al adaptador del anillo que existe en cada estación, y libera al dispositivo de realizar esta función. El adaptador maneja las funciones básicas de transmisión, incluso en reconocimiento de *frames*, generación de *token*, decodificación de la dirección, chequeo de errores, almacenamiento temporal de *frames* y la detección de fallas en la liga. También se encarga de las tareas de control de acceso al medio (Unidad MAC).

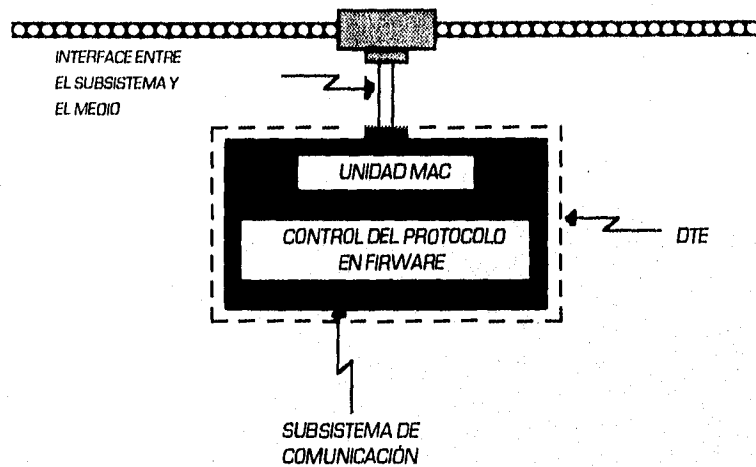


Figura 3.6 Unidad de Acoplamiento

Las unidades de acoplamiento contienen a la unidad MAC y a los protocolos de control como módulos de *firmware*.

El concentrador cuenta con un conjunto de reveladores y elementos electrónicos para manejar y recibir señales del medio físico. Los relevadores se encuentran retraídos cuando una estación de trabajo está apagada, a pesar de estar conectada al medio físico; a este estado se le conoce como *by pass mode*.

La inserción de una estación de trabajo al anillo se controla a través de su propia unidad MAC, ésta activa los relevadores de la unidad de acoplamiento y cuando esto ha sucedido ya pueden circular señales a través de la unidad MAC. A este estado de operación se le llama *insert mode*.

La conexión de los relevadores proporciona a la unidad MAC una forma de detectar fallas de circuito abierto o corto en los pares de cables para las señales de transmisión o recepción. También en el estado by pass, la unidad MAC puede realizar pruebas de diagnóstico.

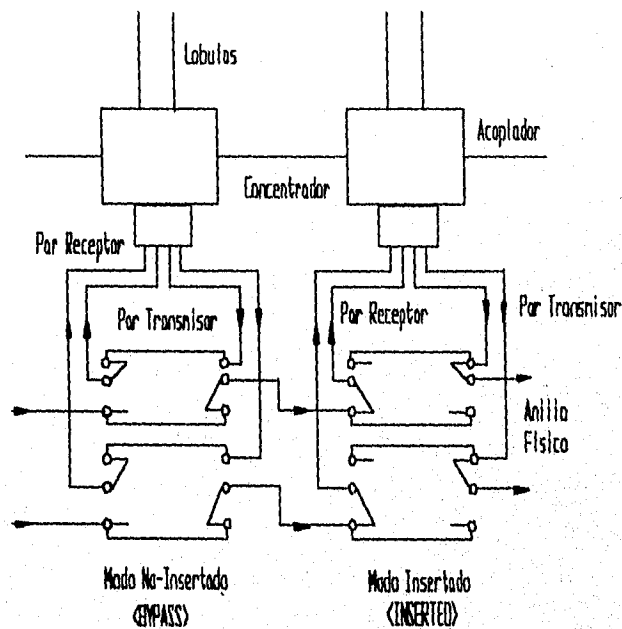


Figura 3.7 Unidad de Acoplamiento

La unidad MAC es la responsable de las funciones de codificación y decodificación de la información, detección de errores y la operación de los algoritmos de control de acceso al medio.

Además la unidad MAC cuenta con un reloj interno, con el cual se sincronizan las funciones de monitoreo de control, codificación y decodificación de la información. Cada estación de trabajo del anillo sincroniza su reloj interno con los otros relojes internos del anillo. La ventaja de contar con un reloj maestro centralizado es que se minimiza el tiempo de espera en el anillo.

El tiempo de espera en el anillo se refiere a asegurar que el tiempo mínimo para la propagación de señales se considera de acuerdo al retardo de éstas. Este caso se presenta cuando el permiso de uso del medio circula constantemente alrededor del anillo y ninguna estación requiere usarlo. Se puede decir que las estaciones se encuentran en un estado de espera, lo que puede originar que el anillo pierda su sincronía. El anillo entrará a un estado latente de acuerdo al esquema de monitor activo para prevenir este problema.

Además, la unidad MAC cuenta con un circuito PLL (Phase-Locked Loop), junto con el reloj interno para llevar el control de la frecuencia y fase de las señales codificadas.

### 3.4 MODELO DE COLAS DE LA OPERACIÓN BÁSICA DE TOKEN RING.

El principio del protocolo *token* se modela a través de un sistema de colas, en el que:

- Las estaciones activas se representan por sus colas a transmitir.
- Estas colas se atienden de una manera crítica simbolizado por un switch rotatorio el cual representa el *token*.
- El tiempo que se necesita para pasar el *token* de una estación (i) a otra estación (i+1) se representa a través de una constante de retardo ( $r_i$ ), correspondiente al tiempo de retardo de la propagación de las señales entre las estaciones (i) e (i+1) (aproximadamente 5s por Km de cable) más la latencia causada en la estación (i).

El tráfico generado en la estación (i) se caracteriza por:

- Un proceso de llegada de paquetes con tasa  $\lambda_i$ .
- Una distribución del tiempo de transmisión de los paquetes  $H_i$  con media  $h_i$  y un segundo momento  $h_i(2)$ , lo que representa el tiempo de servicio.

La longitud del tiempo con que cuenta una estación para transmitir cuando tiene posesión del *token* se controla a través del tiempo de posesión del *token*. Un tiempo amplio de posesión proporcionará un tipo de servicio exhaustivo, en el que cuando una estación posee el *token* transmite todos los frames que tenga encolados en ese momento. con un tiempo corto se puede transmitir un paquete por *token*.

Existe una gran variedad de modelos de servicio cíclicos. Los diferentes modelos difieren básicamente en número de *buffers*, la disciplina de servicio, y en la manera de asumir las llegadas.

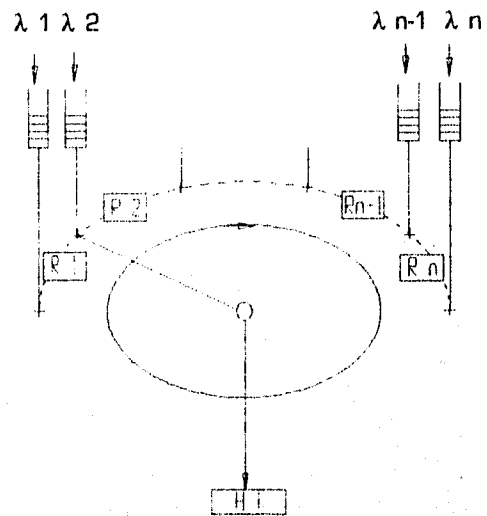


Figura 3.8 Modelo de Colas

## CAPÍTULO IV

### 4.1 INTRODUCCIÓN.

Como se mencionó anteriormente el sistema de comunicación que forman las redes de computadoras se encuentra organizado en 7 niveles jerárquicos, donde cada nivel realiza funciones específicas.

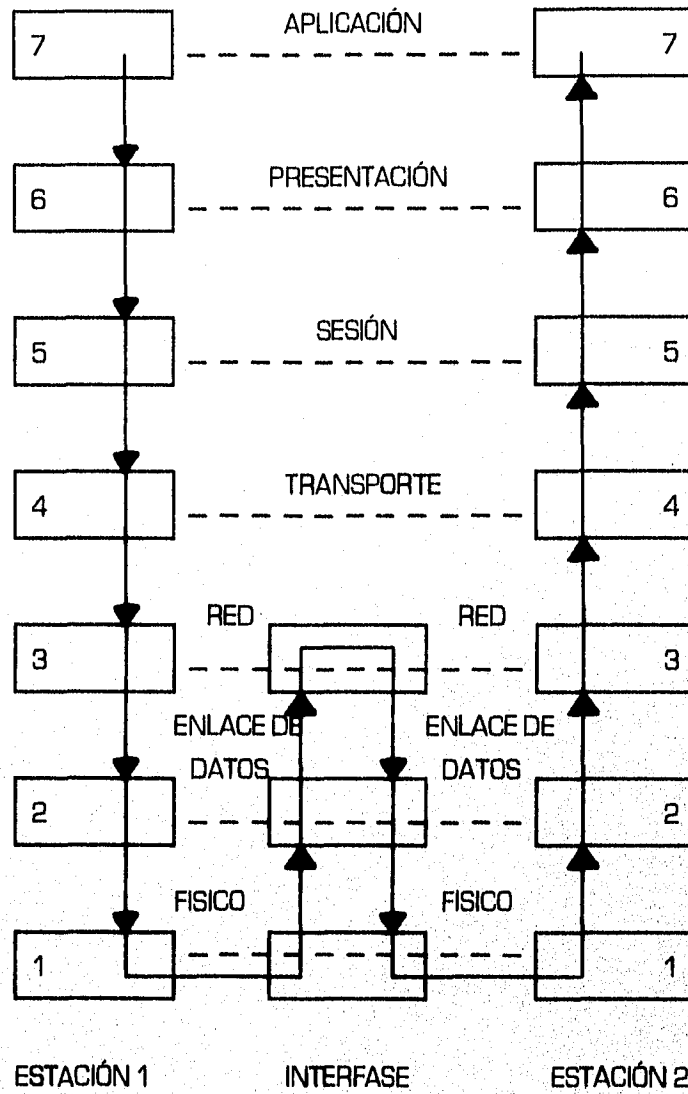
Cada nivel cuenta con un proceso que lo comunica con su correspondiente dentro de otra estación.

La información que va de una aplicación a la otra debe pasar por sus niveles hacia abajo y recorrer los siguientes hacia arriba. Únicamente el nivel físico mantiene una relación directa entre las estaciones. (Ver figura 4.1)

El nivel de enlace de datos es de vital importancia para que el intercambio de datos sea transparente para ambas aplicaciones.

Por lo tanto, en el presente capítulo se detallará el protocolo del nivel de enlace de datos empleado en Token Ring. Y además se hace un análisis de su eficiencia tanto en IEEE como en FDDI.





**Figura 4.1** Representación de un Sistema de Comunicación

#### 4.2 PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL PROTOCOLO DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO.

El principio de operación de la comunicación entre las estaciones de trabajo de la red *Token Ring* se simplifica de la siguiente manera:

- Cada equipo terminal de datos que desea transmitir información debe esperar a la llegada del *token* (permiso de transmisión).

- Cuando recibe al *token*, se inicia la transmisión de la información, convirtiendo al *token* en un *frame* (información a transmitir), donde incluye todas las estaciones activas en el anillo hasta que regresa a la estación origen, donde de manera simplificada se presenta a una red *Token Ring* con varios de los componentes necesarios para conectar una estación de trabajo al medio físico.

La forma de controlar el acceso al medio de comunicación es a través del uso de un "permiso de acceso" al cual se le conoce como *token* de control.

Una estación de trabajo solo puede transmitir un *frame* (Unidad de información que se transmite a través de un enlace de datos) cuando tiene la posesión del *token*, después de transmitir el *frame* la estación de trabajo pasa el *token* a la siguiente estación para que esta pueda acceder al medio.

La secuencia de operación es la siguiente:

\* Primero se establece un anillo lógico, el cual enlaza a todas las estaciones de trabajo conectadas al medio físico y se crea un solo *token* de control.

\* El *token* pasa de una estación de trabajo a otra alrededor del anillo lógico hasta que lo recibe una estación que este esperando enviar uno o varios *frames*.

La estación de trabajo que espera, envía su *frame* y después de esto pasa el *token* de control a la siguiente estación del anillo lógico.

Para prevenir problemas, el monitoreo marca las bases para la iniciación y recuperación de la conexión del anillo lógico o *token* perdido, en caso de falla. El monitoreo es responsabilidad de todas las estaciones conectadas y activadas al medio.

El medio físico no necesariamente tiene que estar conectado de acuerdo a la topología del anillo; el *token* también puede usarse para controlar el acceso al medio en una red con topología de canal (bus).

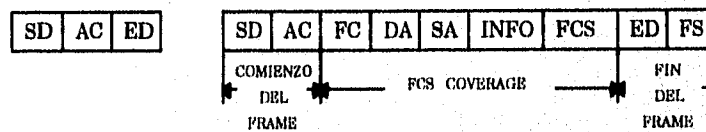
Cuando se trabaja con un anillo físico, la estructura lógica del anillo es igual a la física, además el paso *token* sigue el mismo orden de las estaciones conectadas físicamente al anillo. Una característica del protocolo del *token* es la posibilidad de asociar prioridad al *token* para agilizar la transmisión.

### 4.3 ESTRUCTURA DEL FRAME.

Existen dos tipos de estructuras básicas para los formatos de transmisión en token Ring. Uno para el token de control y otro para el frame. Ver figura 4.2

- El token de control es el que establece cual estación de trabajo es la que tiene derecho a transmitir y también es el que constantemente esta pasando de una estación a otra.

- El frame lo utilizan las estaciones de trabajo para enviar información de control de acceso al medio o datos al anillo.



CONTROL DE ACCESO (AC)      

PPP	T	M	RRR
-----	---	---	-----

CONTROL DEL FRAME (FC)      

FF	ZZZZZZ
----	--------

FRAME STATUS (FS)      

ACxx	ACxx
------	------

DELIMITADOR DE INICIO (SD)      

J	K	0	J	K	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

DELIMITADOR DE FIN (ED)      

J	K	1	J	K	1	I	E
---	---	---	---	---	---	---	---

DIRECCIONES FUENTE Y DESTINO (SA/DA)      

I/G	15/47	dirección en bits
-----	-------	-------------------

Figura 4.2 Estructura del Frame.

#### 4.3.1 Descripción de los campos de ambos formatos.

El delimitador de inicio (SD) y el delimitador de fin (ED) son secuencias especiales de bits empleadas para asegurar la transparencia de datos. La codificación de bits se realiza por medio del método Manchester diferencial, a excepción de ciertos bits seleccionados en los delimitadores SD y ED.

Los bits J y K de estos delimitadores se alejan de las reglas propuestas por el método Manchester diferencial, estos símbolos (J,K) se emplean para representar niveles constantes para bits completos en un periodo. El símbolo J tiene la misma polaridad que su precesor mientras que el símbolo K tiene la polaridad opuesta a su precesor. De esta manera la recepción puede detectar el inicio y el fin de cada *token* o *frame* transmitido independientemente de su contenido o longitud.

En el delimitador de fin solo los primeros seis símbolos se emplean para indicar el fin de una *frame*. Los otros dos bits, I y E, tienen otras funciones.

- \* En un *token*, ambos bits I y E tienen un valor de 0.
- \* En un *frame* el bit I indica, que se trata del primer *frame* de una secuencia o el último o único *frame*.
- \* El bit E se emplea para propósitos de detección de errores. La computadora origen le da un valor de 0, pero si alguna computadora detecta un error al momento de recibir o repetir el *frame*, el bit E toma el valor de 1, esto para indicar a la computadora origen que se ha detectado un error.

El campo de control de acceso (AC) contiene:

- bits de prioridad
- bits *token* y monitoreo
- bits de reservación.

Cuando se trata de un *token*, los bits de prioridad (PPP) indican cuales estaciones pueden utilizarlo para transmitir o recibir de acuerdo a la prioridad del *token*.

El bit del *token* (T) discrimina entre un *token* y un *frame* (0 indica *token* y 1 indica *frame*).

El bit de monitoreo (M), se altera para prevenir que un *frame* circule alrededor del anillo continuamente.

Los bits de reservación (RRR) indican la prioridad de la estación.

El campo de control de acceso del *frame* (FC) define el tipo de *frame*:

- De Control de Acceso al Medio MAC.
- De información.
- De ciertas funciones de control.

Si los bits de tipo *frame* (F) indican que es

- Un *frame* MAC, todas las estaciones de trabajo en el anillo lo interpretarán y actuarán de acuerdo a los bits de control (Z).

Si se trata de una *frame* de información, los bits de control serán interpretados por las estaciones de trabajo como direcciones destino.

La dirección origen (SA) y la dirección destino (DA) pueden variar entre 16 bits y 48 de longitud.

El campo DA identifica a una o varias estaciones de trabajo, a las que se dirige el *frame*. El primer bit de este campo indica si se trata de una dirección *individual* (0) o una dirección de *grupo* (1); la dirección *individual* identifica a una sola estación de trabajo en un anillo, mientras que la dirección de *grupo* se utiliza para enviar el *frame* a múltiples estaciones de trabajo. Además si todos los bits del campo DA son 1's, se le conoce como una dirección global (*address croadcast*) e indica que el *frame* será transmitido a todas las estaciones de trabajo del anillo.

El campo de información (INFO) se utiliza para evitar los datos de información de control cuando se envía un *frame* MAC. No existe una longitud máxima específica para este campo, en la práctica este se limita de acuerdo al máximo tiempo que una estación de trabajo toma para transmitir el *frame*.

El campo de revisión de secuencia del *frame* (FCS) se genera de acuerdo al método CRC (*Cyclic Redundancy Check*) con un polinomio

generador de 32 bits. Con el FCS se revisan el campo de control del *frame* (FC), los campos de dirección origen y dirección destino (DS y SA), el campo de información (INFO) y el mismo campo de revisión de secuencia del *frame* (FSC). Este campo tiene una longitud de 4 bytes.

Finalmente tenemos el campo de estado que, proporciona el estado del *frame* (FS). este campo se divide en dos partes:

- El bit de reconocimiento de dirección (A).
- El bit de copia del *frame* (C).

Ambos bits (A y C) toman el valor de 0, en la estación de trabajo que origina el *frame*. Si el *frame* lo reconoce una o más estaciones de trabajo en el anillo, la o las estaciones de trabajo dan al bit A el valor de 1. Si el *frame* se copia, el bit C toma el valor de 1. De esta forma la estación de trabajo original puede determinar si las estaciones de trabajo direccionadas, no existen o están apagadas, si están activas pero no copiaron el *frame* o están activas y copiaron el *frame*. ( Ver tabla de estado).

**Tabla de estado del Frame**

<b>A</b>	<b>C</b>	<b>ESTADO</b>
0	0	no reconocido , no copiado
0	1	no reconocido, copiado
1	0	reconocido, no copiado
1	1	reconocido, copiado

## 4.4 TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE *FRAMES*.

### 4.4.1 Transmisión.

Cuando se requieren los servicios de transmisión de datos, estos se encapsulan de acuerdo al formato estándar por la unidad de control de acceso al medio (MAC). Entonces la unidad MAC espera recibir un *token* con una prioridad menor o igual a la del *frame* armado.

Por lo que, si un sistema emplea múltiples prioridades, debe existir un procedimiento que asegure que todas las estaciones de trabajo tengan la misma oportunidad de transmitir sus *frames*. Este trabajo se realiza de la siguiente manera:

Después de armar un *frame*, se espera a recibir un *token* apropiado, cada vez que un *token* o *frame* con mayor prioridad se transmita en el anillo, la unidad MAC leerá el valor de los bits de reservación del campo AC (RRR). Si la prioridad es mayor a la que espera, los bits de reservación no se alterarán. Si la prioridad es menor, la unidad MAC reemplazará a los bits de reservación por el valor actual de la prioridad del *frame* que espera. Entonces se asume que no existen *frames* con prioridades mayores esperando a ser transmitidos, por lo que el *token* se enviará hacia el usuario con esta prioridad. La unidad MAC espera hasta detectar que la prioridad del *token* sea igual a la del *frame* que espera ser transmitido, cuando esto sucede el *token* se transforma en un *frame*.

Cuando la transmisión del *frame* comienza, la unidad MAC ya no tiene *token* que repetir y se detiene, permitiendo así que circulen por el anillo el o los *frames* que se han copiado o ignorado. Entonces se genera un nuevo *token*, para permitir que otra estación de trabajo gane el acceso al anillo.

Enviando más de un *frame* es posible determinar el tiempo total entre la transmisión de un *frame* y otro, a esto último se le conoce como tiempo de posesión del *token* (Token Holding Time).



#### 4.4.2 Recepción.

Cuando se repiten las señales en el anillo, la unidad MAC junto con cada estación de trabajo activa, detectan el inicio de cada *frame* al reconocer la secuencia especial de inicio del *frame* (SD). Este determina si el *frame* debe repetirse o copiarse:

Si se identifica un *frame* MAC a través de los bits F, el *frame* se copiará, los bits C se interpretarán y se modificarán si fuese necesario.

Si se identifica un *frame* de información y el campo de DA indica que se trata de la dirección individual o de grupo, el contenido del *frame* se copiará en un almacenamiento temporal antes de procesarse.

En cada caso, los bits A y C en el campo de estado del *frame* se ajustarán para ser repetidos.

## 4.5 CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DEL ANILLO

### 4.5.1 Operaciones de Prioridad.

La prioridad asignada a un *token* por la unidad **MAC** después de ser totalmente transmitido, se determina mediante el siguiente mecanismo:

- a) Los *frames* con mayor prioridad se transmiten siempre en el anillo.
- b) Todas las estaciones de trabajo con *frames* en espera tienen la misma prioridad de acceso al anillo.

Las operaciones de prioridad se controlan de acuerdo al uso combinado de los bits **P** y **R** del campo **AC** de cada *frame*. Ambos junto con los elementos de control del anillo forman un mecanismo el cual asegura que cada estación de trabajo después de incrementar su nivel de prioridad en el anillo, regrese a su nivel original después de la transmisión de una *frame* de prioridad más alta.

**Pm** especifica el valor más alto de prioridad contenido en cualquier *frame* que espera transmitirse. **Pr** y **Rr** se les conoce con registros de prioridad y contienen respectivamente, los valores de los bits de prioridad (**PPP**) y de reservación (**RRR**), obtenidos del campo **AC** del *token* o *frame* transmitido recientemente.

El proceso será el siguiente:

1. A todos los *frames* transmitidos por la estación de trabajo, se les asigna una prioridad en el campo **AC**, igual a la prioridad presente en los servicios de transmisión del anillo **PR** y al campo de reservación se le asigna un valor de cero.

2. Después los *frames* que esperan transmitirse o tienen una prioridad mayor a la actual del anillo, se transmiten, esto ocurre hasta que la transmisión de otro *frame* no pueda realizarse, o sea, antes que el tiempo de posesión del *token* termine.

3. Cuando el tiempo de posesión termina, la unidad MAC genera un nuevo token de acuerdo al siguiente criterio:

a) Si la estación de trabajo no tiene más *frames* esperando con prioridad igual o mayor que la prioridad de los servicios actuales de red, o no tienen un requerimiento de reservación mayor que la prioridad actual:

$$P = Pr \text{ y } R = \text{el valor más grande de } Rr \text{ o } Pm$$

b) Si la estación de trabajo tiene otro u otros *frames* esperando con prioridad mayor que la actual prioridad de  $Pr$ , o si el valor actual de  $Rr$  es mayor que la prioridad actual:

$$P = \text{al valor más grande de } Rr \text{ y } Pm \text{ y } R = 0$$

Desde el último caso en que la estación de trabajo incrementó efectivamente los niveles de servicio de prioridad en el anillo, ésta se convierte en lo que se conoce como estación de apilamiento (*stacking station*), la cual almacena el valor de los servicios de prioridad del anillo anterior ( $Pr$ ) en la pila  $Sr$  y el nuevo valor de los servicios de prioridad del nuevo anillo ( $P$ ) en la pila  $Sx$ .

Estos valores se almacenan bajo la responsabilidad de la estación de trabajo, esto lleva a que la estación de apilamiento lleve el control de la secuencia más baja, cuando no existan más *frames* para transmitir en ningún punto del anillo con prioridad igual o mayor que el valor de  $P$  almacenado en la pila  $Sx$ . También la pila se utiliza como un registro único esto, porque la estación de apilamiento necesita incrementar los servicios de prioridad del anillo más de una vez antes de que los servicios de prioridad se regresen a un nivel de prioridad inferior.

Los diferentes valores asignados a los bits  $P$  y  $R$  del token y las acciones de mejoramiento de las dos pilas se resumen en la figura 4.3.

Al contar con la estación de apilamiento, la unidad MAC analiza cada token que se recibe, verifica que la prioridad sea igual entre la almacenada en la pila  $Sx$  y los bits  $R$  del campo  $AC$ , así se determina si los servicios de prioridad del anillo deben incrementarse, mantenerse o disminuirse. Entonces el nuevo token se transmite con:

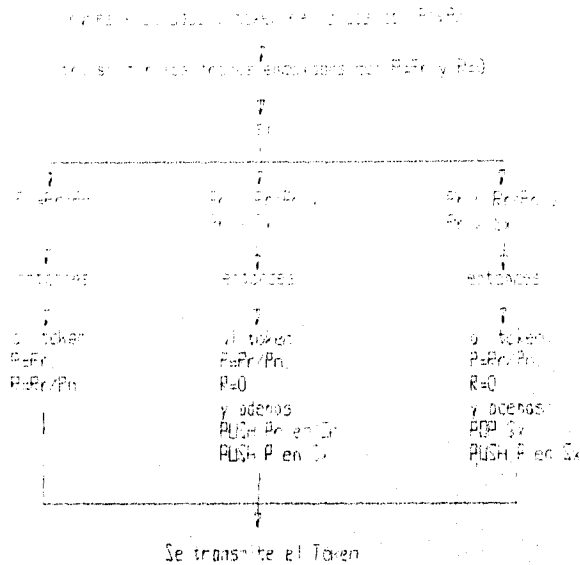


Figura 4.3 Generación del Token

(a) Si el valor de los bits  $R$  es mayor al valor de  $S_r$ , entonces los nuevos servicios de prioridad del anillo  $P$  se introducen a la pila  $S_x$  y la estación de trabajo continúa trabajando como estación de apilamiento.

$$P = R_r \quad \text{y} \quad R = 0$$

(b) Si el valor de los bits  $R$  es menor o igual al valor de  $S_r$ , ambos valores se encuentran en el tope de las pilas  $S_x$  y  $S_r$ , entonces se sacan de las pilas los valores, y la estación de trabajo deja de ser una estación de apilamiento.

$$P = S_r \quad \text{y} \quad R = R_r \quad (\text{sin cambio})$$

Estas dos últimas operaciones se resumen en la figura 4.4.

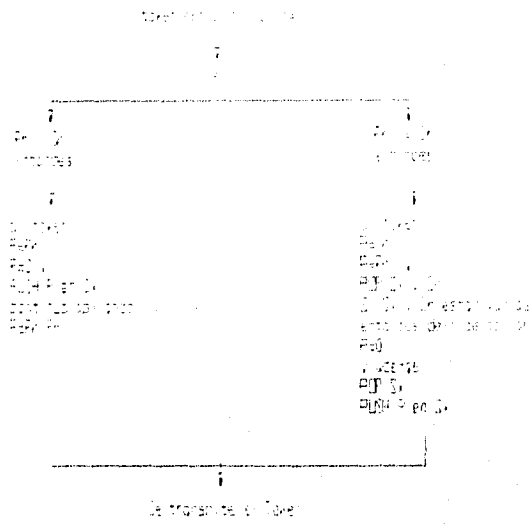
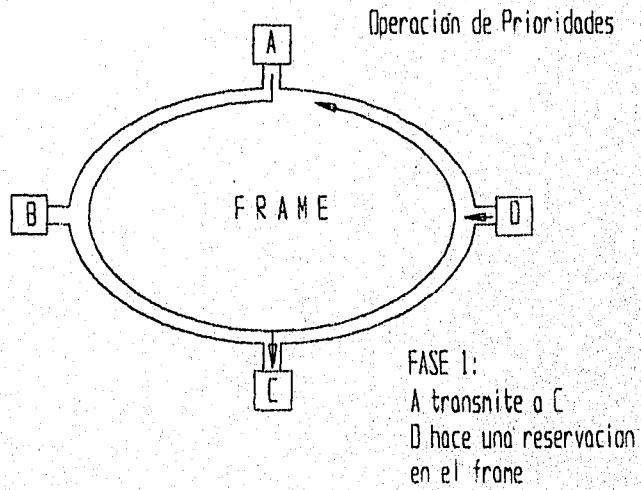
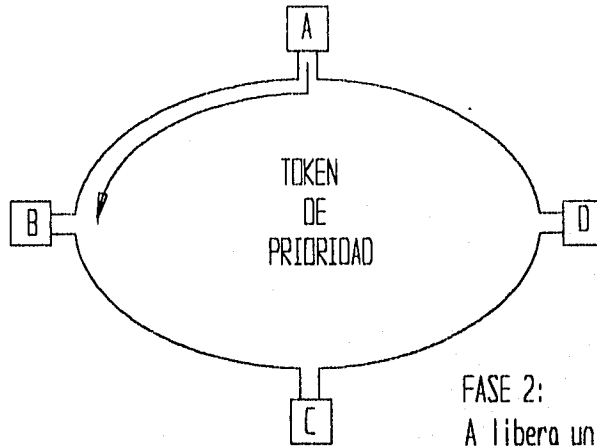


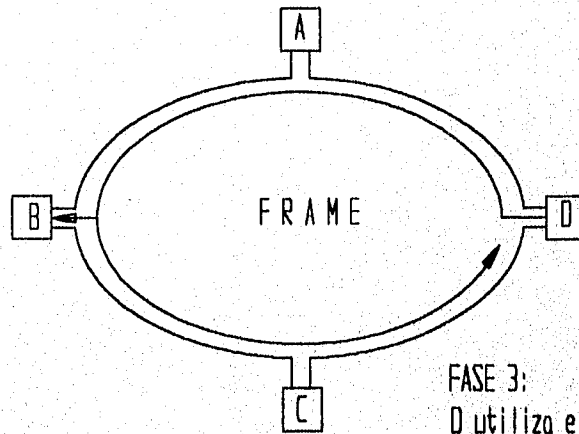
Figura 4.4 Modificación del Stack

De manera esquemática el proceso se realizará de la siguiente manera:

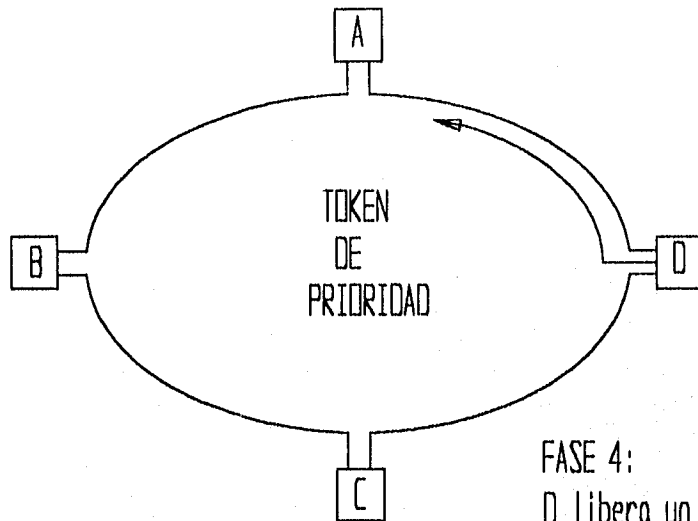




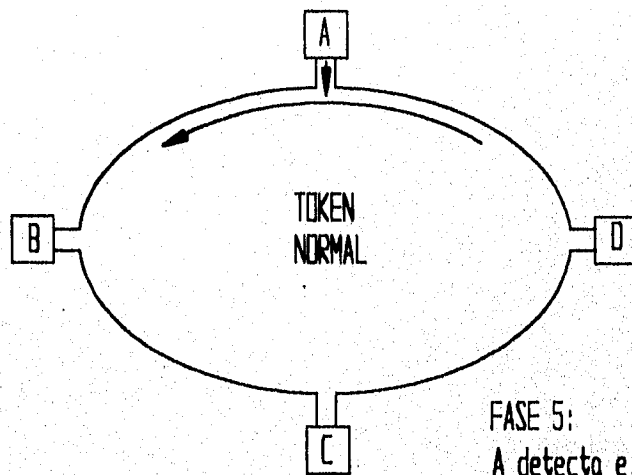
FASE 2:  
A libera un token de prioridad y retiene información en el nivel de prioridad



FASE 3:  
D utiliza el token de prioridad para transmitir un frame a B



FASE 4:  
D libera un token  
de prioridad



FASE 5:  
A detecta el token de  
prioridad y lo cambia  
a su prioridad normal

#### 4.5.2 Administración del anillo.

Antes de que se transmitan y reciban frames y tokens, el anillo debe iniciarse. También si una estación de trabajo desea trabajar con la red, debe pasar por un procedimiento de iniciación para asegurar que no interfiere con el correcto funcionamiento del anillo ya establecido. Además durante la operación normal, cada estación de trabajo activa en el anillo que debe monitorear constantemente su correcta operación y de ser necesario tome una acción correctiva para tratar de restablecer la correcta operación. A estas funciones se les conoce como "Administración del anillo", existen diferentes tipos de frames MAC asociados con estas funciones, por ejemplo:

TIPO DE FRAME	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
DAT	Duplicate Address Test	Se utiliza durante el procedimiento de iniciación para que se le permita a una estación determinar que ninguna otra estación del anillo esta empleando su propia dirección.
SMP	Standby Monitor Present	También se utiliza durante el proceso de inicialización para que la estación pueda determinar la dirección de su sucesor en el flujo del anillo.
AMP	Active Monitor Present	Este tipo de frames se transmiten durante ciertos intervalos de tiempo por el monitor activo actual y cada estación monitorea a su paso.
CT	Claim Token	Este se utiliza en el proceso para determinar un nuevo monitor activo si es que el actual falla.
PRG	Purge	Este lo utiliza el nuevo monitor activo para inicializar a todas las estaciones en estado ocioso
BCN	Beacon	Este se utiliza en el proceso de señalización (ver sección 4.5.4).



Cuando una estación de trabajo desea ser parte del anillo, se establece una secuencia de inicio, primero se debe verificar que no existe otra estación empleando la misma dirección, y segundo, se debe informar quien es la estación de trabajo anterior en el flujo de datos dentro del anillo.

El procedimiento de inicio comienza con la transmisión de un *frame* MAC tipo DAT por la estación de trabajo con los bits A del campo FS iguales a 0. Al recibir cada estación activa del anillo el *frame* DAT, se analizará al campo DA, verificando su propia dirección, si la estación de trabajo determina que las direcciones son iguales, altera los bits A dándoles un valor de 1. Así, si el *frame* DAT regresa a la estación original con los bits A alterados, esta informa al nivel "administrador de red" y espera su respuesta. Este último determina si la estación de trabajo debe intentar de nuevo su conexión al anillo. Por otro lado si el *frame* DAT regresa sin que sus bits A hayan sido alterados, continúa la secuencia de inicio, con la transmisión un *frame* MAC tipo SMP.

Cuando una estación de trabajo recibe un *frame* SMP con valores iguales a 0 en los bits A y C y además este *frame* es transmitido por la estación de trabajo siguiente de acuerdo al flujo de información, esta estación almacena en algunos registros del campo SA la dirección de la estación que le precede al anillo. Esto es necesario para determinar y monitorear la estructura del anillo, con el objeto que cada estación conozca quien es la estación anterior en el anillo. Con esto último la fase de inicialización queda concluida.

#### **4.5.3 Monitor activo del anillo.**

Una vez concluida la secuencia de inicio, las estaciones de trabajo pueden comenzar a transmitir y recibir *frames* y *tokens*. Además las estaciones de trabajo entran a un "estado de alerta" (standby monitor) para monitorear constantemente la correcta operación del anillo. Esto se hace para verificar el paso de *tokens* y del *frame* MAC tipo AMP, los cuales son periódicamente transmitidos por el monitor activo.

Si los *tokens* o *frames* AMP no son detectados periódicamente, el monitor activo pasa del estado de alerta al estado de espera de *token claim* a *token state*.

Cuando la estación de trabajo se encuentra en el estado de espera de *token*, continuamente transmite *frames* MAC del tipo CT y revisa el campo SA de cualquier *frame* CT que recibe. Cada *frame* CT transmitido contiene

además las direcciones de la estaciones que lo transmite y la de la estación precesora. Esto para controlar que cada *frame CT* circule satisfactoriamente alrededor del anillo y así restablecer el monitoreo del anillo. Alternativamente si un *frame CT* que recibe contiene un valor de SA mayor que su propia dirección, significa que otra estación de trabajo ha hecho una llamada anterior al procedimiento de monitoreo, esto causa que la estación de trabajo regrese a su estado de alerta y olvide la llamada que hizo por el *token*.

#### 4.5.4 Señalización (Beaconing).

Si ocurre un error serio en el anillo (por ejemplo un cable roto), a cada estación de trabajo se le informa que el protocolo *token* se suspende hasta que la falla sea localizada y reparada; a esto se le conoce como e procedimiento de señalización (beaconing). El campo de acción de este procedimiento es el siguiente:

- La estación reporta la falla, a la cual se le conoce como "estación de señalización".
- La estación siguiente a la estación de señalización de acuerdo al flujo de información.
- El medio físico del anillo entre ambas estaciones.

Para ilustrar lo anterior se tiene el campo de acción que se asume al ocurrir una falla en el medio físico del anillo entre dos estaciones de trabajo. Ver figura 4.5.

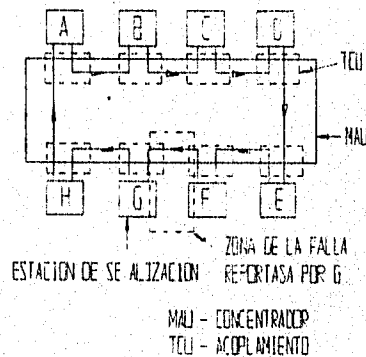


Figura 4.5 Señalización

Donde la estación de señalización es la estación G y la estación F es la estación siguiente de acuerdo al flujo de la información. Cuando se detecta la falla, se empiezan a transmitir constantemente frames MAC del tipo BNC hasta que cada estación se entera de que existe una falla. Para esto se informa al nivel de administración de la red y la transmisión se detiene. Alternativamente si un frame BCN se recibe con el campo SA igual a la dirección de la estación que lo recibe, la estación entra a un estado de espera de token; por el contrario, si en campo SA es diferente de la dirección de la estación, la estación entra a un estado de "monitor activo".

Cuando ocurre este tipo de error se requiere que sea reparado el segmento del anillo que presenta dicha falla para que la transmisión pueda continuar. Una opción que puede proporcionar Token Ring es la de utilizar un anillo secundario o anillo redundante cuya dirección de transmisión es opuesta a la del anillo principal.

Para mostrar la acción correctiva (figura 4.6) se tiene:

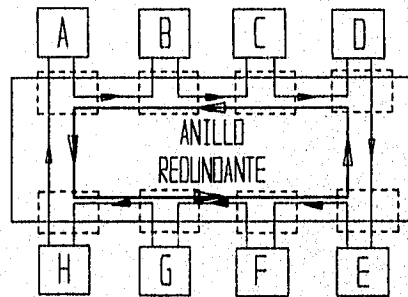
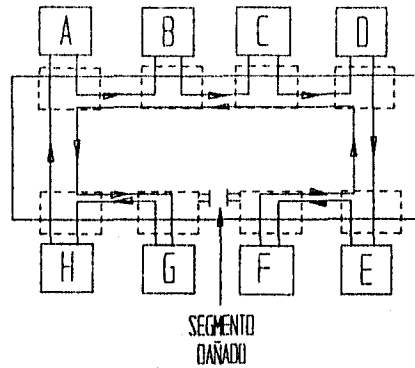
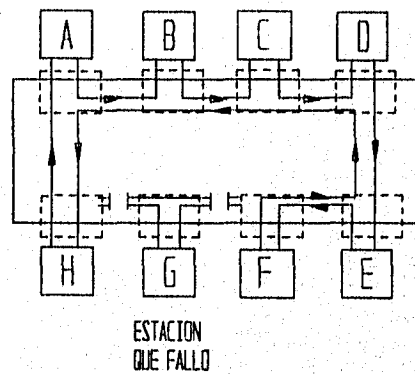


Figura 4.6. Utilización del Anillo Redundante

La unidad de acoplamiento de algunas redes realiza las funciones de aislamiento del anillo en caso de falla. El aislamiento también se puede dar en un segmento del anillo. En resumen, al ser reportada y localizada una falla, los relevadores de la unidad de acoplamiento se retraen para aislar la falla detectada (figura 4.7(a)(b)). El aislamiento de la falla puede darse solamente en un segmento del medio físico de comunicación o en una estación de trabajo, donde se puede observar como el anillo redundante no tiene una trayectoria directa hacia la unidad MAC y se emplea únicamente para las funciones de aislamiento.



(a) En un segmento del medio físico de comunicación



(b) En una estación de trabajo.

Figura 4-7 Aislamiento de la falla

En conclusión, los procedimientos de control de acceso al medio que emplean las redes *Token Ring* son muy complicados comparados con otros. Pero la mayoría de estos procedimientos son ejecutados por controladores de circuitos integrados especialmente diseñados que contienen a la unidad MAC y realizan sus funciones de manera transparente al usuario. Además muchos de los procedimientos de administración del anillo solo son invocados cuando ocurren fallas en el anillo.

## 4.6 DIFERENCIAS EN LA FDDI.

La FDDI tiene características que la hacen diferir un poco el comportamiento del protocolo de los anillo IEEE 802.5

### 4.6.1 Formato del Frame.

La estructura del *frame* de la FDDI es básicamente la misma del IEEE 802.5, con un delimitador de comienzo, un campo de control del *frame* direcciones fuente y destino, un campo de longitud variable para la información, secuencia de chequeo del *frame*, delimitador final, y un campo de estado del *frame*. (Figura 4.8)

PREÁMBULO	SD	FC	DA	SA	INFORMACIÓN	FSC	ED	FS
-----------	----	----	----	----	-------------	-----	----	----

- SD - delimitador de inicio
- FC - control del frame
- DA - dirección destino
- SA - dirección origen
- FSC - secuencia de chequeo de frame
- ED - delimitador final
- FS - estado del frame

Figura 4.8 Formato del frame FDDI

La diferencia con respecto al *frame* del IEEE 802.5 es la presencia de un preámbulo que precede a cada *frame* transmitido (y *tokens*). El preámbulo lo transmite la estación fuente con un mínimo de 16 símbolos de relleno. Subsecuentemente las estaciones repetidoras pueden cambiar la longitud del patrón de relleno de acuerdo con los requerimientos del reloj.

La FDDI emplea un esquema de reloj distribuido, el cual requiere de la inserción y remoción de símbolos ociosos entre *frames*, dependiendo de la velocidad relativa del reloj de los segmentos del anillo.

Las estaciones repetidoras pueden ver un preámbulo de longitud variable el cual puede ser más corto o más largo que el que originalmente se transmitió. Un *token* FDDI consiste de un preámbulo, delimitador de

inicio, campo de control del *frame* y delimitador final. La distinción del *token* y los diferentes valores en el campo de control del *frame*.

#### 4.6.2 Protocolo MAC.

La FDDI emplea un protocolo *token* el cual permite que la estación que está transmitiendo pase al *token* inmediatamente después de terminar la transmisión del *frame*. Esto a diferencia del protocolo de la IEEE 802.5 el cual requiere que la estación que está transmitiendo retarde la numeración de un nuevo *token* hasta que el encabezado del *frame* transmitido sea regresado.

El mecanismo de prioridad de la FDDI se designa para proporcionar diferentes clases de servicio que habiten a la red para que simultáneamente soporte tráfico con diferentes requerimientos de transmisión. el tráfico restante en la FDDI pertenece a la clase sincrónica la cual se subdivide en ocho niveles de prioridad. La clase asincrónica también tiene un modo *token* restringido el cual puede usarse para reservar temporalmente todo el ancho de banda no utilizado para transmisión sincrónica para un diálogo específico asincrónico.

La FDDI emplea un protocolo *timed-token* en el cual, la longitud de tiempo que una estación tiene para transmitir *frames* de una clase dada (tiempo de posesión del *token*) depende del tiempo entre llegadas sucesivas del *token* en una estación que transmite (*token-rotation time*). el protocolo FDDI utiliza un número de contadores (*timers*) y variables en cada estación para determinar estos tiempos. Asumiendo que todos los tiempos inician en cero y que terminan cuando han contado hasta alcanzar su tiempo fuente.

Como parte del proceso de inicio del anillo, todas las estaciones negocian un tiempo fuente de rotación de *token* (*target token-rotation time TTRT*). El protocolo garantiza que el promedio del tiempo de rotación del *token* no exceda del *TTRT* y que el máximo tiempo de rotación del *token* no exceda de  $2 \cdot \text{TTRT}$ . así las estaciones que tienen requerimientos de retardos de transmisión estrictos deben solicitar un *TTRT* igual a la mitad del máximo retardo aceptado. Al final de la negociación, el *TTRT* más corto solicitado llegará a ser el *TTRT* operativo y se usará para encender la variable *T\_Opr* idénticamente en cada estación.

Un contador de rotación de *token* (*TRT*) se usa en cada estación para medir el tiempo entre dos llegadas sucesivas del *token* en cada estación. Normalmente, el *TRT* se reinicia cada vez que el *token* se recibe para medir el tiempo que tardará la siguiente rotación. El *TRT* terminará su cuenta

hacia  $T_{Opr}$  llegó antes que el *token* regresara a la estación. Cuando el TRT termina, el contador **Late\_Ct** será iniciado en cero, se incrementará y el TRT se reiniciará a cero y continuará el conteo.

Cuando el *token* llegue tarde a una estación (**Late\_Ct**) el TRT no se reiniciará pero si se le permitirá que continúe el conteo y acumulará así los retardos que la rotación del *token* presente hacia el siguiente tiempo de rotación. El resultado de acumular retardos es que al seguir una rotación del *token* que exceda  $T_{Opr}$  para un tiempo A, la transmisión asíncrona se restringirá hasta que los retardos se hayan compensado por medio de rotaciones de *token* menores que  $T_{Opr}$  para un total de tiempo A. esto asegura que el promedio del tiempo de rotación de *tokens* sea a lo más  $T_{Opr}$ . Si **Late\_Ct** siempre excede 1, la recuperación de error se iniciará. **Late\_Ct** es reiniciada a cero cada vez que el *token* se reciba.

El tiempo de posesión del *token* ( **TOKEN-HOLDING TIME THT** ) se utiliza en cada estación para el control del tiempo que el *token* posee para transmitir *frames* asíncronos. El **THT** se carga con el valor presente del TRT cuando el *token* se recibe a tiempo ( **Late\_Ct** = 0 ) en una estación. Cuando el **THT** alcanza el tiempo umbral de posesión de *token* para un particular nivel de prioridad, el *token* no puede prolongarse para ser usado para transmitir *frames* en el nivel. Las transmisiones ya en proceso se completan cuando el **THT** termina  $T_{Pri(i)}$  (  $i = 1$  a  $8$  ) define el tiempo umbral de posesión de *token* para un nivel de prioridad (i) asíncrono. La convención adoptada es que la prioridad incrementa de 1 a 8. Un gran valor de umbral permite más tiempo para transcurrir del **THT** antes de que el *token* sea pasado. Así que el nivel de prioridad asociado tiene una gran ventana de transmisión y consecuentemente mayor prioridad con un pequeño tiempo de umbral de posesión de *token*. El máximo valor de umbral para cualquier prioridad es  $T_{Opr}$ .

#### 4.7 PERFORMANCE ( Eficiencia )

El *performance* ( eficiencia ) de una red, es un factor para determinar la productividad de un sistema, determinado por la combinación de diferentes parámetros como son: la disponibilidad, el Throughput y el tiempo de respuesta.

Las medidas básicas del *performance* en términos de protocolo de control de acceso al medio son:

- **D**: El retardo que ocurre entre la generación de un paquete (frame), que será transmitido por un nodo, y la llegada de su confirmación de recepción exitosa enviada por el nodo destino.
- **S**: El Thoughtput de una red local; o sea el total de información útil transmitida entre nodos en un periodo de tiempo.
- **U**: La utilización del medio de transmisión; o sea la fracción de la capacidad total (C) que se está utilizando.

La manera en que estas medidas se relacionan, determinan el *performance* de la red, en combinación con el número de dispositivos conectados en la red.

El parámetro **S** por lo regular se normaliza y expresa como una fracción de la capacidad (**C**), por ejemplo, si sobre un periodo de un segundo la suma de los datos transferidos entre dos nodos es de 1 Mb sobre un canal de 10 Mbps, entonces **S** es igual a 0.1, esto es 1/10. El análisis generalmente se realiza en términos del total de bits transferidos, incluyendo los bits de control y direcciones; este análisis aísla los efectos del *performance* directos sobre una sola trayectoria de la red de área local; para determinar el Thoughtput efectivo se debe incluir la trayectoria de respaldo.

Los resultados para **S** y **D** se grafican como una función de carga ofrecida ( Offered load, Offered Data Rate or **G** ), la cual es conocida como la carga actual o tráfico demandado por la red de área local. Cabe hacer notar que **S** y **G** son diferentes. **S** es la normalización del total de paquetes de datos exitosamente transmitidos; **G** es el total del número de paquetes generados en la red, lo cual incluye paquetes de control ( como *tokens* y frames destruidos que necesitan ser retransmitidos ). **G**, también se expresa como una fracción de la capacidad. Se espera que **D** se incremente con **G**: A



mayor tráfico compitiendo por el tiempo de transmisión se incrementa el retardo para las transmisiones individuales. **S** también debería incrementarse con **G**, pero existe un punto de saturación a partir del cual la red no puede manejar más carga.

La Figura 4.9 muestra la situación ideal: La utilización del canal se incrementa para acomodar la carga sobre una carga ofrecida igual a la capacidad completa del sistema; entonces la utilización llega hasta un 100%. por supuesto, cualquier sobreflujo o ineficiencia causará que la eficiencia se vea afectado.

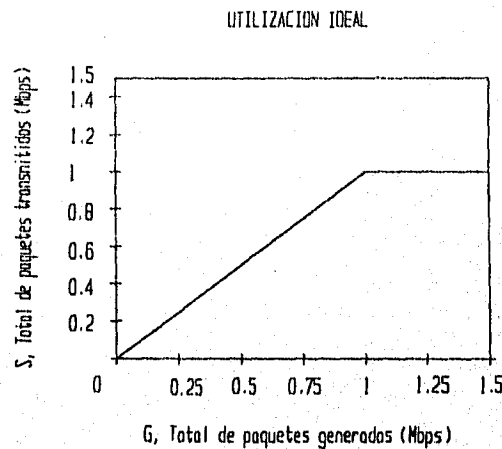


Figura 4.9 Situación ideal del sistema

La gráfica de **S & G**, muestra la conducta del sistema basado en su carga actual desde un punto de vista global, pero es más práctico conocer el comportamiento del Throughtput y el retardo en función del dispositivo que genera los datos que serán puestos en el sistema a los cuales se les conoce como carga de entrada ( Input Load ó  $I$  ).

Para ejemplificar la relación que existe entre los parámetros **I**, **S**, **G**, **D** y **U**, se simplifica la siguiente tabla, donde se asume que la red tiene una capacidad de transmisión de  $C = 1000$  frames por segundo. Por simplicidad **I**, **S** y **G** se expresan en frames por segundo. Se asume que el 1% de las frames transmitidos se pierden y deben ser retransmitidos, así que, si consideramos una entrada de  $I = 100$  frames por segundo, en

promedio un frame por segundo sera repetido y además  $S = 100$  y  $G = 101$ . Como la carga de entrada llega en lotes, una vez por segundo, de aqui que en promedio para  $I = 100$ ,  $D = 0.0505$  segundos. la utilización se define como  $S/C$ .

**TABLA DE LA RELACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS DEL PERFORMANCE**

<i>I</i>	<i>S</i>	<i>G</i>	<i>D</i>	<i>U</i>
100	100	101	0.0505	0.10
500	500	505	0.2525	0.50
990	990	1000	0.5000	0.99
2000	990	-----	-----	0.99

Como se puede notar para  $I = 990$  se esta utilizando la capacidad completa del sistema ( $G = 1000$ ). Si  $I$  se encrementara después de este punto, el sistema no podrá mantenerse. Solamente 1000 frames por segundo serán transmitidos, así que  $S$  se mantendrá en 990 y  $U$  en 0.99, pero  $G$  y  $D$  crecerán sin limite, acumulando más y más frames a ser transmitidos. No existe un valor de estado fijo ( Steady-State Value).

#### 4.7.1 Velocidad contra distancia.

Tomando en consideración dos de las principales características de una red de área local, se tiene a la velocidad de transmisión empleada (**R**) y la distancia de la trayectoria de comunicación (**d**). El producto de estos dos términos (**Rd**), el cual se utiliza para caracterizar a las redes de área local es uno de los parámetros más importantes para determinar el *performance* de una red.

Para visualizar el concepto **Rd** se debe dividir entre la velocidad de propagación del medio de transmisión, la cual para la mayoría de los medios (cable coaxial y par trenzado) es casi una constante cercana a las dos terceras partes de la velocidad de la luz ( $V = 2 \times 10^8$  m/s).

Un análisis dimensional de la fórmula: **Rd/V**, muestra que es igual a la longitud del medio de transmisión en bits, esto es, el número de bits que pueden transitar entre dos nodos en cualquier tiempo.

Una manera útil de visualizar esto último, es considerar la longitud del medio comparado con el *frame* típico transmitido.

La longitud del medio expresado en bits comparado con la longitud del *frame* típico se denota por **a**:

$$a = \frac{\text{longitud de la trayectoria}}{\text{longitud del frame}}$$

o lo que es igual:

$$a \equiv \frac{Rd}{VL}$$

Donde:

**L** : Longitud del *frame*

**d/V**: Tiempo de propagación sobre el medio en el peor de los casos.

Así que:

**a** = al tiempo de propagación entre el tiempo d transmisión.

Los valores típicos de  $a$  van desde 0.01 hasta 0.1 para una red de área local.

El parámetro  $a$  determina el límite superior de la utilización de una red local. El cual varía intensamente con respecto a " $a$ ".

Para visualizar lo anterior se asumirá que una estación transmite y espera recibir su propia transmisión ( Ver figura 4.10 ).

Para lo cual se seguirá la siguiente secuencia:

1. La estación empieza a transmitirse en  $t_0$
2. La recepción comienza en  $t_0 + a$
3. La transmisión termina en  $t_0 + 1$
4. La recepción termina en  $t_0 + 1 + a$

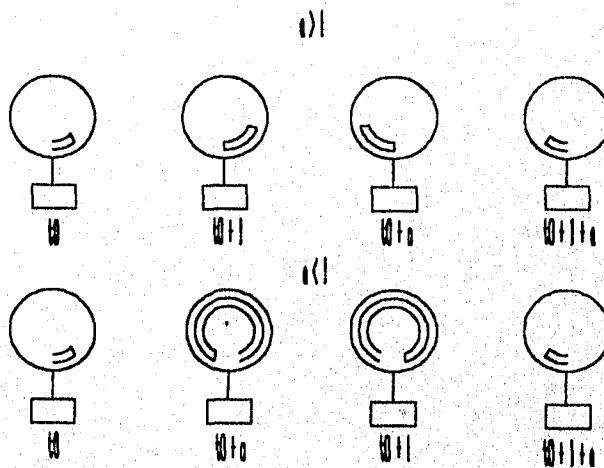


Figura 4.10 Representación del parámetro  $a$

La ecuación  $U = 1/1 + a$  se gráfica en la figura 4.11.

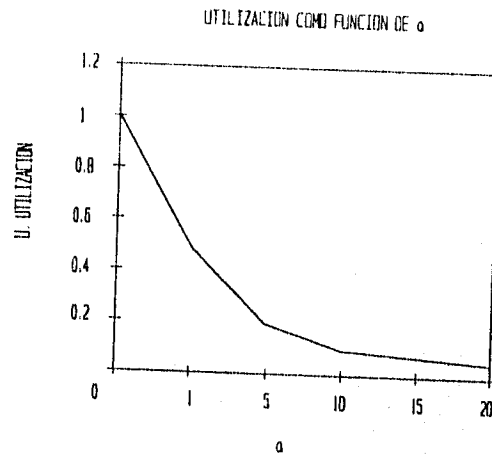


Figura 4.11 Gráfica del límite superior de utilización

Las consecuencias de  $a$  en el Throughput se muestran en la figura 4.12:

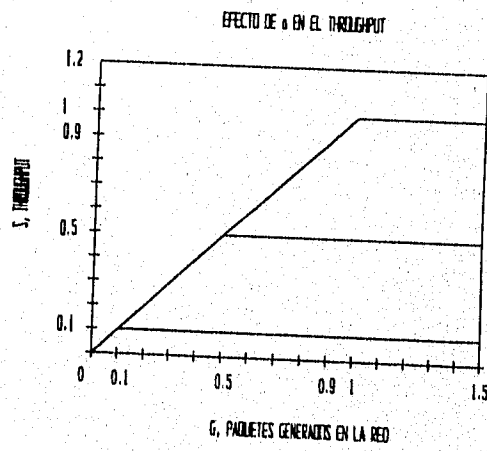


Figura 4.12 Efecto de  $a$  en Throughput

Cuando la carga ofrecida se incrementa, el throughput permanece igual a la carga ofrecida hasta alcanzar la capacidad máxima de la red.

Por lo tanto se puede decir que el límite superior de utilización o performance de una red de área local es:

$U = 1/1 + a$ , sin importar el protocolo de control de acceso al medio que se esté utilizando.

#### 4.7.2 Factores que afectan el *Performance*

Los principales factores que afectan el *performance* de una red de área local son:

- ♦ Capacidad.
- ♦ Retardo de Propagación.
- ♦ Número de bits por *frame*.
- ♦ Protocolo de Redes Locales.
- ♦ Carga Ofrecida.
- ♦ Número de Estaciones activas.

El Protocolo de Redes Locales se divide en tres niveles:

- Nivel Físico.
- MAC
- LLC

- Al nivel físico no se le considera como un factor relevante.

- El nivel LLC le agrega algunos bits de control y administrativos a cada *frame*.

- El nivel MAC tiene un efecto significativo sobre el *performance* de la red.

La carga ofrecida y el número de estaciones generalmente se tratan como variables independientes, el análisis se enfoca en determinar el *performance* en función de estas dos variables.

Otro factor que no se ha tomado en cuenta es el error en la transmisión, un error en un *frame* que se transmite necesita ser retransmitido, pero como la tasa de errores en redes locales es muy baja no se le considera como un factor relevante.

#### 4.7.3 Límites del performance.

En cualquier Red de Área Local existen tres regiones de operación:

- \* Una región de bajo retardo en la red donde la capacidad es más que la adecuada, para manejar la carga obtenida.
- \* Una región de gran retardo, donde la red se vuelve un cuello de botella. En esta región, relativamente, se emplea más tiempo para controlar el acceso a la red y menos en la transmisión de datos, comparado con la región de bajo retardo.
- \* Una región de retardo limitado, donde la carga ofrecida excede la capacidad total del sistema.

Esta última región es muy fácil de identificar, por ejemplo, para una capacidad de 1 Mbps, con 1000 estaciones activas y un tamaño de *frame* promedio de 1,000 bits, además, si en promedio cada estación genera una velocidad excedente a un *frame* por segundo, entonces el total de la carga ofrecida excede 1 Mbps. El retardo en cada estación crecerá sin límite.

La tercera región se puede evitar claramente, el problema se encuentra en evitar la segunda región.

La segunda región implica un ineficiente uso de la red. Una red debe operar basada en la carga proyectada y en sus características propias.

El límite de la tercera región es fácilmente identificable, es el límite entre la primera y segunda región el que requiere una técnica especial para poder ser determinado. Si la red opera bajo ese límite no causará un cuello de botella, si opera sobre de este límite es una buena razón para considerar un rediseño.

La carga de una red varía con respecto al tiempo y solamente puede ser estimada; como dicha carga no es precisa no es necesario conocer el límite exacto, pero si una buena aproximación, con la cual la red puede ser dimensionada para que la carga ofrecida caiga por debajo del segundo límite.

En el ejemplo anterior, la carga estimada es de 1 Mbps, si la capacidad de la red es tal que el límite es aproximadamente 4 Mbps, entonces el diseñador puede estar seguro de que la red no caerá en cuello de botella.



#### 4.7.4 Método para calcular los límites de Throughput y el retardo en función del número de estaciones activas

Para el cálculo de éste límite es necesario conocer 4 parámetros:

- **Tilde:** Tiempo promedio en que una estación está desocupada entre intentos de transmisión ( no tiene mensajes esperando ser transmitidos ).
- **Tmsg:** Tiempo requerido para transmitir un mensaje una vez que se tiene la oportunidad para hacerlo.
- **Tdelay:** Retardo medio del tiempo que emplea una estación desde que tiene *frame* para transmitir hasta que ha concluido la transmisión; incluye el tiempo en que estuvo encolado y el tiempo de transmisión.
- **THRU:** Media del total del throughput de mensajes por unidad de tiempo.

Asumiendo que se tienen **N** estaciones activas cada una con los mismos requerimientos de generación de carga. Para encontrar el límite superior sobre el total del throughput hay que considerar el caso ideal el cual no tiene retardos en la cola: cada estación transmite cuando está lista. De aquí que cada estación alterna entre estar desocupada y transmitiendo con un throughput de  $1 / ( \text{Tilde} + T_{\text{msg}} )$ .

El máximo throughput posible es justamente la suma de los Throughputs individuales de las **N** estaciones:

$$THRU = \frac{N}{(\text{Tilde} + T_{\text{msg}})}$$

Este límite superior se incrementa cuando **N** se incrementa, pero solo es razonable sobre el punto inicial de la capacidad, el cual puede expresarse como:

$$THRU = \frac{1}{T_{\text{msg}}} \quad (1)$$

El punto de equilibrio entre estos dos límites ocurre en:

$$\frac{N}{(Tidle + Tmsg)} = \frac{1}{Tmsg}$$

$$N = \frac{(Tidle + Tmsg)}{(Tmsg)} \quad (4)$$

Este punto de equilibrio define dos regiones de operación. Con el número de estaciones abajo del punto de equilibrio, el sistema no generará suficiente carga para utilizar completamente la capacidad del sistema. Sin embargo, por encima del punto de equilibrio, la red se saturará: será completamente utilizada y no será capaz de satisfacer la demanda de las estaciones conectadas.

Para visualizar el razonamiento de este punto de equilibrio, consideramos que la capacidad de la red es de  $1/Tmsg$ . por ejemplo, se toma 1 micro segundo para transmitir un mensaje, la velocidad de transmisión será de  $10^6$  mensajes por segundo. El total del tráfico que están generando las  $N$  estaciones es:

$$\frac{N}{(Tidle + Tmsg)}$$

Si el tráfico excede la capacidad de la red, los mensajes se comenzarán a acumular y el retardo se incrementará. El tráfico también se puede incrementar a través del número de estaciones ( aumentando  $N$  ) o incrementando la velocidad a la cual las estaciones pueden transmitir mensajes ( decrementando  $Tidle$  ).

Estas mismas consideraciones permiten también fijar el límite inferior en el retardo:

$$Tdelay = Tmsg \quad (3)$$

considerando que para cualquier carga se tiene la siguiente relación:

$$THRU = \frac{N}{(Tidle + Tdelay)} \quad (2)$$

Puesto que  $1 / (Tidle + Tdelay)$  es el throughput en cada estación, combinando (1) y (2) se tiene que:

$$Tdelay = NTmsg$$

Combinando con la ecuación (2) se tiene que:

$$THRU = \frac{N}{(Tidle + NTmsg)} \quad (2)$$

Estos límites dan una idea de la conducta del sistema. Permite hacer un simple cálculo para determinar si un sistema propuesto se encuentra dentro de los límites razonables (Ver figura 4.13). Si la respuesta es no, se ahorrará el análisis. De lo contrario se tendrá que realizar un análisis profundo.

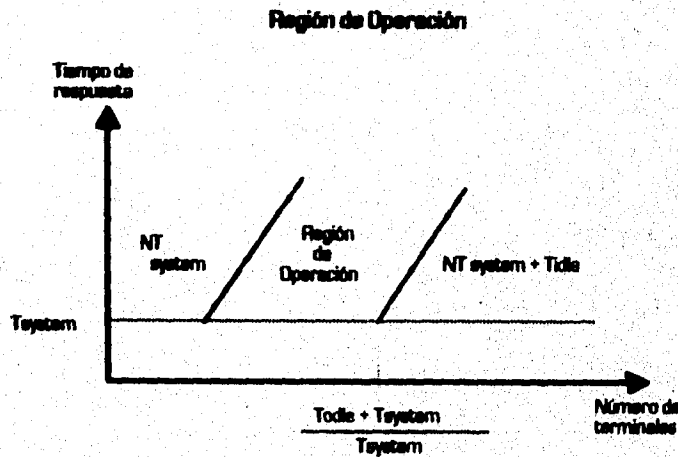


Figura 4.13 Región de operación del sistema

Como conclusión se puede establecer que las señales, como en cualquier rama de las comunicaciones, sufren degradaciones que dependen en este caso de muchos aspectos como son:

- Distancia entre estaciones.
- Distancia entre concentrador y estación.
- Distancia entre concentrador.
- Tipo de medio físico empleado y característica de impedancia e inmunidad al ruido.
- Tráfico en cada estación.
- etc.

Y que influyen de manera significativa en la calidad del servicio que ofrece cualquier tipo de red.

Por lo que cuando se desea planear una red de cualquier tipo, estos son algunos de los aspectos que se deben de tomar en cuenta para su diseño.

Para establecer las tolerancias y límites los fabricantes de equipo de comunicación, de equipo de cómputo, de equipo eléctrico, etc., determinan las especificaciones para cada uno de sus productos.

En el caso de Token Ring se cuenta con diferentes tablas que ayudan a determinar las distancias máximas entre cualquier dispositivo para mantener la calidad del servicio óptimo, como son las que ayudan a determinar las distancias máximas de transmisión, distancias máximas en segmentos de anillo con repetidores, etc., las cuales también van de acuerdo al tipo de cable empleado para la conexión .

## CAPÍTULO V

### 5.1 INTRODUCCIÓN A LA INTERCONEXIÓN POR TOKEN RING

Token Ring es un tipo de Red de Área Local (LAN - Local Área Network) especificada por la norma IEEE 802.5. La Topología del Token Ring corresponde a un anillo lógico, estando cableado físicamente como una estrella. Introducido originalmente por IBM para trabajar a 4 Mbps sobre par trenzado y blindado (STP Shielded Twisted Pair), el Token Ring ha sido mejorado para trabajar a 4 o 16 Mbps sobre STP, UTP (Unshielded Twisted Pair - par trenzado sin blindaje ), coaxial o fibra óptica.

Las LAN Token Ring constituyen un método confiable y de alta velocidad para conectar en una LAN a PC's, estaciones de trabajo, computadoras centrales y recursos compartidos tales como servidores de archivos, impresoras, etc.

Además de las funciones básicas que brindan otros protocolos de LAN, Token Ring brinda importantes ventajas. Son éstas mayor capacidad y mejores prestaciones en redes grandes, avanzada administración a nivel físico como parte del estándar, destinada a asegurar mínimo tiempo de caída de la red; flexibilidad en cuanto a medios de transmisión y topología, lo cual permite diseñar la red para utilizar cualquier sistema de cableado a distancias hasta de 20 Km.

Por último Token Ring es la LAN más adecuada al entorno SNA. Más aún, por basarse en la norma IEEE 802.5 el usuario tiene asegurada la interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes.

Los productos de la amplia gama para Token Ring son compatibles con la norma IEEE 802.5 y con las especificaciones de IBM para Token Ring. Diseñados de modo de preservar y mejorar las ventajas inherentes al Token Ring, se subdividen en cinco grupos que se detallan a continuación:

### 5.1.1 Unidades de Acceso

Las unidades de acceso son los elementos básicos del Token Ring. A través de ellos es que acceden a la red las estaciones de trabajo, servidores, controladores y computadoras centrales. RAD ofrece varios modelos de unidad de acceso, todos ellos compatibles con la MAU (Multiport Access Unit) de IBM pero con prestaciones adicionales.

**S-TAU:** para 8 estaciones, sobre STP o UTP, soporta Administración de red. Figura 5.9

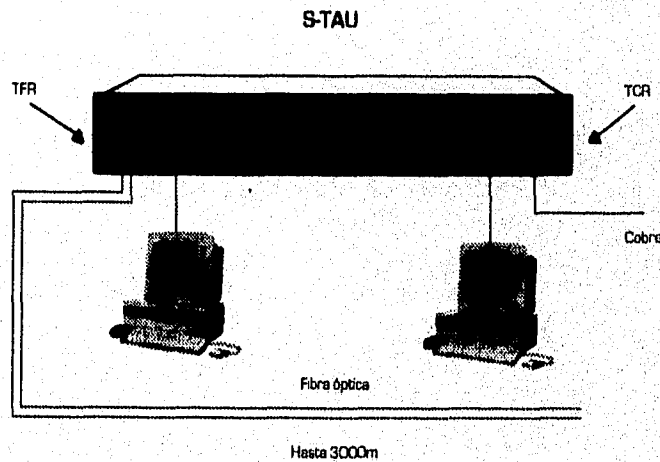


Figura 5.9 S-TAU Unidad Inteligente de Acceso al Anillo

**SLIM-TAU:** para 8 estaciones, sobre STP o UTP, diseño compacto de sólo 1" de profundidad. Ver figura 5.10

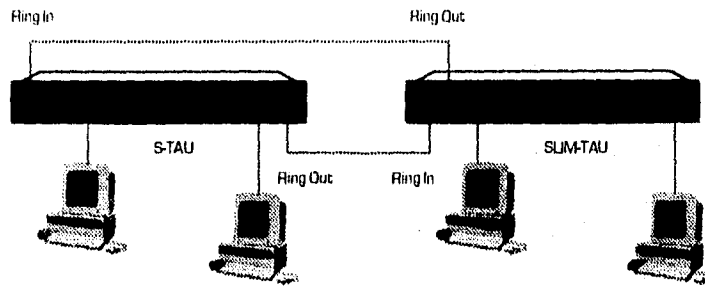


Figura 5.10 SLIM-TAU Unidad Compacta de Acceso al Anillo

**F-TAU:** para 8 estaciones, para llevar la fibra óptica hasta la mesa de trabajo. (Figura 5.11)

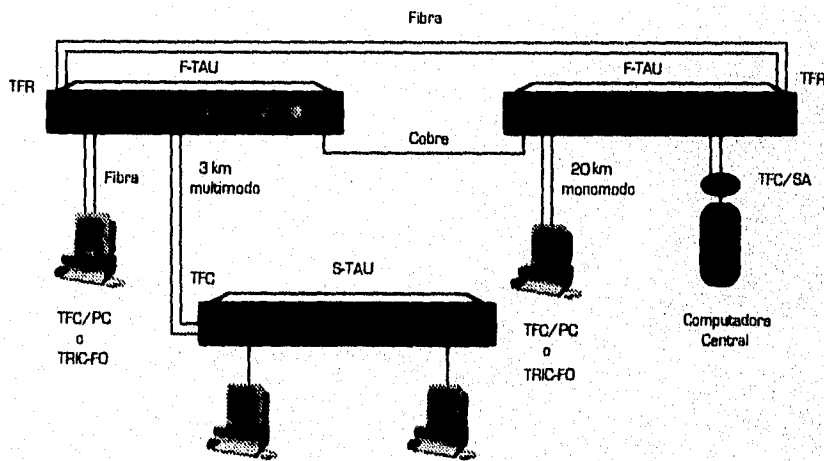


Figura 5.11 F-TAU, X-TAU Unidades de Acceso al Anillo de Fibra Óptica y Coaxial

**TAU-1:** para 1 estación, cableado tipo bus.

**X-TAU:** para 8 estaciones, para cableado coaxial.

**LAU-2, LAU-4, SMART-LAU:** conexión de 2 o 4 estaciones al lobe de una unidad de acceso.

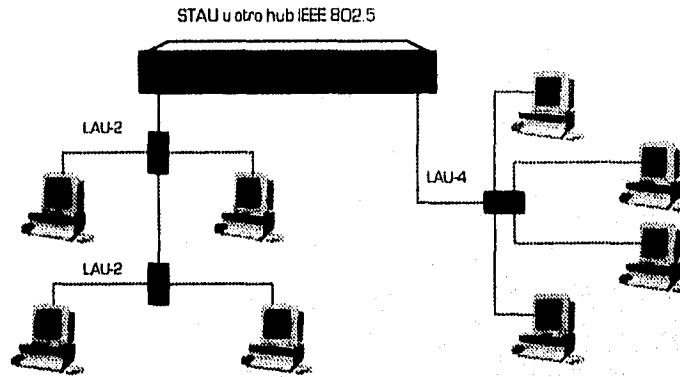


Figura 5.12 LAU-2, LAU-4, SMART Unidades de Acceso a Lobe de Token Ring

**SLIM-LAU:** para conexión de dos estaciones al lobe de una unidad de acceso.

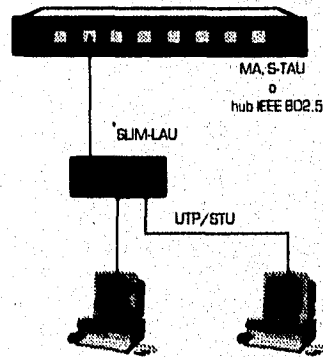


Figura 5.13 SLIM-LAU Unidd de Acceso a Lobe



## 5.1.2. Tabla de Especificaciones Generales de las Unidades de Acceso

Categoría	Velocidad	Modo de alimentación	Conectores	Estaciones de trabajo	Características adicionales
<b>1. S-TAU</b> U. Inteligente de Acceso al Anillo	4 o 16 Mbps	No requiere alimentación exterior	IBM (IDC) RJ-45	Admite 8 estaciones de trabajo	C.conToken Ring. C.con IEEE 802.5 Altura 1U, mínimo espacio de bastidor. O. repetidores incorp.
<b>2. F-TAU</b> U. de Acceso al Anillo de F. O.	4 o 16 Mbps	No requiere alimentación exterior	Fibra multimodo o monomodo	Admite 8 estaciones de trabajo	C.conToken Ring. C.con IEEE 802.5 Repetidores incorp. opcionalmente.
<b>3. X-TAU</b> U. de Acceso al Anillo por Cable Coaxial.	4 o 16 Mbps	No requiere alimentación exterior	Cable Coaxial RG82	Admite 8 estaciones de trabajo	C.conToken Ring. C.con IEEE 802.5 Repetidores incorp. opcionalmente.
<b>4. TAU-16</b> Unidad de Acceso al Anillo	4 o 16 Mbps	No requiere alimentación exterior	IBM (IDC) RJ-45	Admite 16 estaciones de trabajo	C.conToken Ring. C.con IEEE 802.5 Altura 2U mínimo espacio de bastidor Repetidores incorp. opcionalmente.
<b>5. SLIM-TAU</b> Unidad Compacta de Acceso al Anillo	4 o 16 Mbps	No requiere alimentación exterior	Conectores IBM o conectores hembra modulara RJ-45, blindados o no.	Admite 8 estaciones de trabajo.	C.conToken Ring. C.con IEEE 802.5 Altura 2U mínimo espacio de bastidor Repetidores incorp. opcionalmente.

Categoría	Velocidad	Modo de alimentación	Conectores	Estaciones de trabajo	Características adicionales
<b>6. M-TAU</b> Unidad Miniatura de Acceso a Token Ring.	4 o 16 Mbps	No requiere alimentación exterior	Conectores RJ-45	Admite 8 estaciones de trabajo	C.conToken Ring. C.con IEEE 802.5 Indicadores LED. Caja miniatura que economiza lugar.
<b>7. LAU-2, LAU-4</b> Unidades de Acceso a Lobe de Token Ring.	4 o 16 Mbps	No requiere alimentación exterior	Conectores tipo D de 9 pins	Admite 2 a 4 estaciones de trabajo	C.conToken Ring. C.con IEEE 802.5 Indicadores LED que monitorean las estaciones activas. Extiende la capacidad de un lobe TAU o MAU para admitir 2 o 4 unidades.
<b>8. SLIM-LAU</b> Unidad de Acceso a Lobe.	4 o 16 Mbps	No requiere alimentación exterior	Conectores IBM RJ-45 a blindar RJ-45 blindados	Permite conectar dos estaciones a un único lobe.	C.conToken Ring. C.con IEEE 802.5 Indicadores LED que monitorean las estaciones activas. Disco compacto 111 de altura y 1" de profundidad.
<b>9. SMART-LAU-2</b> <b>SMART-LAU-4</b> U.Inteligente de Acceso a Lobe de Token Ring	4 o 16 Mbps	Alimentado por fuente externa de 10 a 35 VCC.	RJ-45 a blindar RJ-45 blindados	Admite 2 a 4 estaciones de trabajo	C.conToken Ring. C.con IEEE 802.5

## 5.2 REPETIDORES.

La topología de anillo exige que las señales pasen por todas las estaciones de trabajo de la red que están activadas. Esto resulta en degradación de la señal cuando aumenta la distancia entre las estaciones, y en distorsión cuando aumenta su número. Los repetidores superan esta limitación regenerando y volviendo a sincronizar la señal de Token Ring. Además de éstas funciones, los repetidores RAD ofrecen prestaciones exclusivas de eliminación de jitter y cierre automático de bucle al detectar una rotura de cable. Todos los repetidores trabajan a 4 o 16 Mbps y se ofrecen para integración a las unidades de acceso de RAD, como unidades de sobremesa o como módulos RADrings.

**TCR** - Repetidor para cable de cobre sobre STP o UTP. ( Ver Figura 5.14)

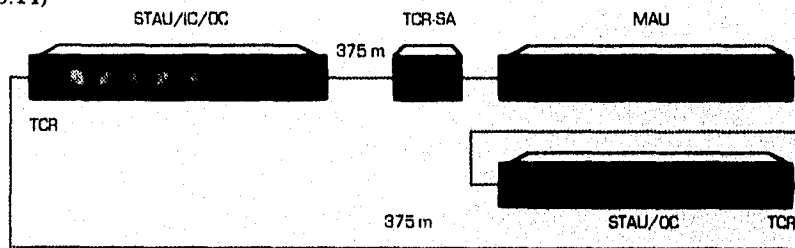


Figura 5.14 TCR Repetidor de Cobre

**TFC,M-TFC** - convertor para fibra óptica y convertor miniatura para fibra óptica. (Figura 5.15 y 5.16)

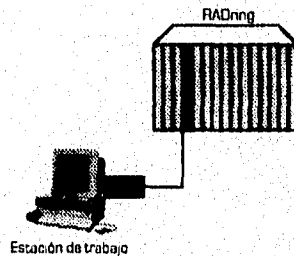


Figura 5.16 M-TFC Convertor de Fibra Optica Miniatura para Token Ring

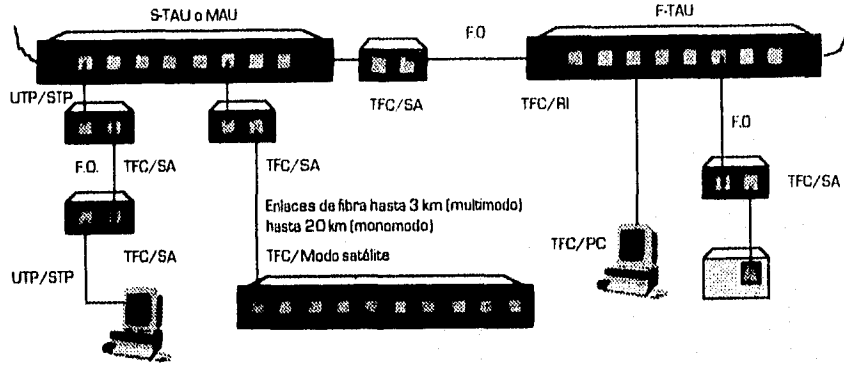


Figura 5.15 TFC Conversor de Fibra Óptica

**TFR - Repetidor para Fibra óptica.**

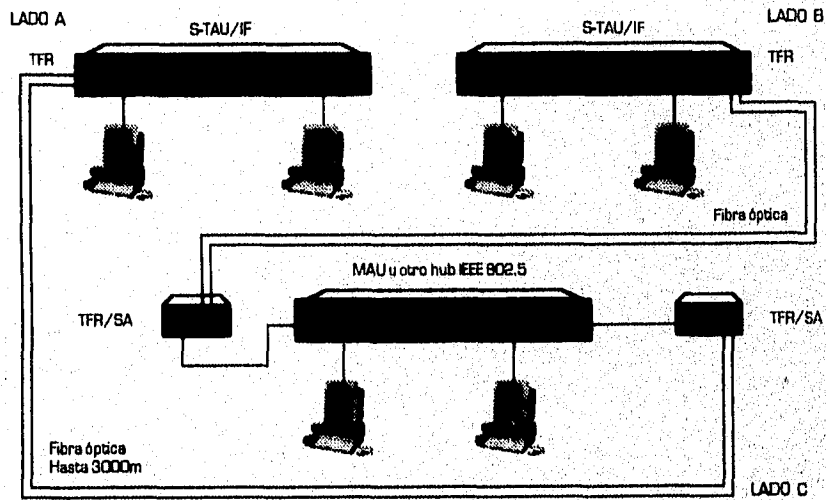


Figura 5.17 TFR Repetidor para Token Ring en Fibra óptica

**TLR - Repetidor para lobe.**

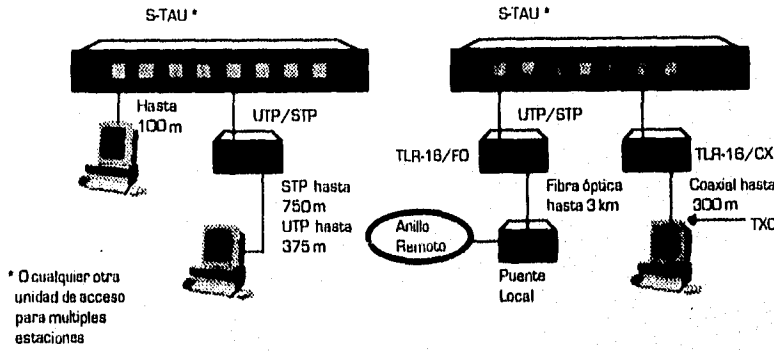


Figure 5.18 TLR-16 Repetidor de Lobe

**TCP - protector contra falla de cable.**

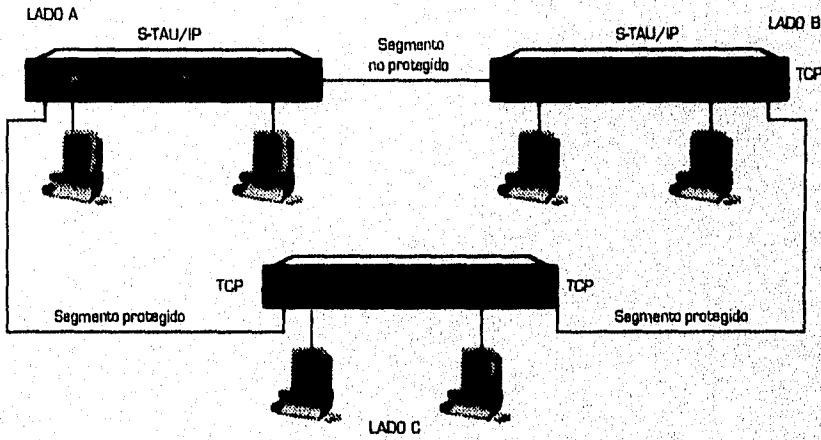


Figure 5.19 TFR Repetidor para Token Ring en Fibra óptica

**JitterMizer** - Unidad de atenuación de jitter.

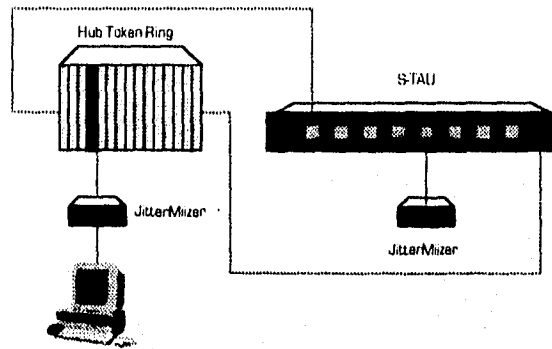


Figura 5.20 JITTERMIZER Atenuador de Jitter para Token Ring

### **5.3 NODO (HUB) MODULAR RADRING**

Centro inteligente modular de conectividad de LAN por el cual todas las estaciones están conectadas en configuración de estrella al hub o unidad de acceso ubicado en el centro de cableado.

#### **Hub Inteligente Modular.**

- Centro modular de Conectividad de LAN.
- Cumple con IEEE 802.5 y 802.3
- Token Ring de 4 y 16 Mbps sobre UTP, STP, fibra óptica y cable coaxial.
- Conectividad FDDI de alta velocidad
- Acceso a hasta 80 estaciones Token Ring o Ethernet.
- Recuperación automática de fallas y seguridad.
- Admite varios anillos distintos en un mismo hub.
- Admite topología de estrella.
- Opción: fuente de alimentación redundante.
- Soporta Netview.

### **5.4 ADAPTADORES A RED.**

Las tarjetas de interface TIC se insertan en una computadora personal tipo PC y la conecta a una red Token Ring. Hay varios modelos disponibles según la norma de bus, para funcionamiento de 4/16 Mbps, y para cable de cobre o de fibra óptica. Para uso con computadoras portátiles (tipo laptop) se ofrecen adaptadores de interface de bolsillo.

**TRIC-16, TRIC-FO**  
**Tarjetas de Interface para Red Token Ring.**

- Es compatible con IEEE 802.5
- TRIC-16 para STP o UTP.
- TRIC-FO para fibra óptica.
- 4 o 16 Mbps, conmutable.
- Acceso directo a memoria por bus.
- Carga remota de programa.
- Utilitarios de autoconfiguración por teclas de acceso rápido.
- Tarjeta compacta, cabe en una ranura de 8 o 16 bits.
- Conectores tipo DB-9 y RJ-45

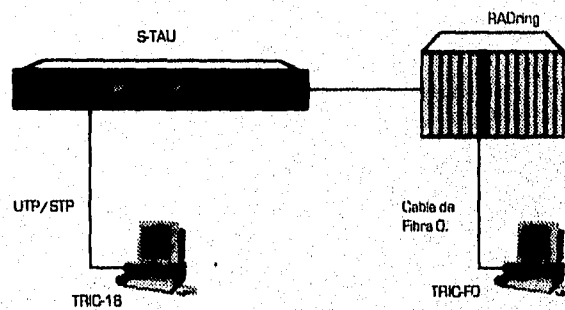


Figura 5.21 TRIC-16,TRIC-FO Tarjetas de Interface para Red Token Ring



## **5.5 ADMINISTRACIÓN DE RED.**

El protocolo de administración de red más corriente y que se soporta en la actualidad es el SNMP (Simple Network Management Protocol - Protocolo Sencillo para Administración de Red). En entornos IBM en los cuales se utiliza Netview se debe también proveer plena conectividad de la administración de Token Ring a Netview. La administración de Red RADview ofrece todas las prestaciones en una plataforma bajo PC-Windows, con interface gráfica, recuperación automática de fallas y otras prestaciones de seguridad.

### **RADview-PC Administrador de Redes LAN**

- Estación de administración SNMP (Simple Network Management Protocol - Protocolo Sencillo para Administración de Red), que admite comunicaciones tanto en banda como fuera de ella.
- Administración gráfica de redes LAN.
- Configura, monitorea y controla los recursos de la red.
- Descubre automáticamente elementos que pueden ser administrados bajo SNMP.
- Un compilador y examinador permiten controlar equipos de terceros fabricantes.
- Estadísticas en tiempo en diversos formatos gráficos.
- Admite una estructura jerárquica de red y mapas de múltiples niveles con gráfica definible por el usuario a todos los niveles.
- Basado en Microsoft Windows 3.1 y PC.

## 5.6 OPTIMIZACIÓN

La evolución desde la computación en sistemas centralizados a las LAN de hoy en día que se produjo en la década de 1980 ha puesto al alcance de todos redes poderosas, confiables y pasibles de ser interconectadas, las cuales permiten construir infraestructuras de tecnología informática.

Este avance tecnológico y la amplia gama de productos que se presentan, están diseñados de modo de preservar y mejorar las ventajas para así obtener mayor confiabilidad, y rapidez. Donde el objetivo es buscar la mejor manera de ejecutar su operación de una forma sencilla.

Tomando en cuenta el análisis que se llevó a cabo en éste capítulo, se muestran diferentes productos los cuales tienen similitudes, pero cada uno de ellos presenta algunas especificaciones las cuales facilitan ciertos procedimientos y dan mayores beneficios.

Además de las características que se muestran en la Tabla 5.1.3, cada uno de estos productos ofrece ciertas opciones las cuales hacen que nuestro sistema cada vez sea más óptimo. Las cuales se detallan a continuación:

Categoría	Opciones
<b>1. S-TAU</b> U. Inteligente de Acceso al Anillo	Se puede aumentar el número de estaciones por anillo al eliminar el jitter. Existe detección automática de corte de cable y su corrección Hay varias opciones para incorporar a la S-TAU: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Repetidores de Fibra Óptica (TFR)</li><li>2. Conversores de Fibra Óptica (TFC)</li><li>3. Repetidores de Cobre (TCR)</li><li>4. Protección contra fallas de Cable (TCP)</li></ol>

Categoría	Opciones
<p><b>2. F-TAU</b> U. de Acceso al Anillo de Fibra Óptica.</p>	<p>Permite llevar la Fibra Óptica al nivel del escritorio en un entorno Token Ring ofreciendo mayor seguridad y confiabilidad.</p> <p>Trabaja con la tarjeta de interface TRIC-FO ubicada en el puesto de trabajo o en combinación con otros fabricantes.</p>
<p><b>3. X-TAU</b> U. de Acceso al Anillo por Cable Coaxial.</p>	<p>Se pueden encargar repetidores para permitir la ampliación de la red a distancias mayores sobre cobre (TCR) o fibra (TFR).</p>
<p><b>4. TAU-16</b> Unidad de Acceso al Anillo</p>	<p>Hay varias opciones disponibles para la TAU-16:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Repetidores de Fibra Óptica (TFR), que extiende la distancia entre TAU-16 adyacentes a 3 Km.</li> <li>2. Conversores de Fibra Óptica (TFC) para la interconexión.</li> <li>3. Repetidores de Cobre (TCR), extiende la distancia entre TAU-16 adyacentes a 750m.</li> <li>4. Protección contra fallas de Cable (TCP) que incrementa la confiabilidad detectando roturas de cable y ejecutando automáticamente el cortocircuito de restablecimiento del anillo.</li> </ol>
<p><b>5. SLIM-TAU</b> Unidad Compacta de Acceso al Anillo</p>	<p>La inserción de un puesto de trabajo en el anillo puede ser realizada en cualquier momento por la simple inserción del conector. El bypass se realiza automáticamente cuando una estación de trabajo está inactiva.</p>
<p><b>6. M-TAU</b> Unidad Miniatura de Acceso a Token Ring.</p>	<p>Es una unidad compacta que cumple con todas las especificaciones. Su tamaño es lo que la caracteriza.</p>

Categoría	Opciones
<p><b>7. LAU-2, LAU-4</b> Unidades de Acceso a Lobe de Token Ring.</p>	<p>Incrementa el número de lobes de una unidad de acceso y brinda considerables ahorros de cableado ya que permite conectar varias estaciones remotas a través de un único cable de 4 hilos.</p>
<p><b>8. SLIM-LAU</b> Unidad de Acceso a Lobe.</p>	<p>Duplica la capacidad del lobe evitando la necesidad de aumentar una MAU</p>
<p><b>9. SMART-LAU-2</b> <b>SMART-LAU-4</b> U. Inteligente de Acceso a Lobe de Token Ring</p>	<p>Admite todas las funciones de administración de red así como de seguridad por hubs. Percibe cualquier cortocircuito, circuito abierto, velocidad de datos incorrecta o cualquier impedancia ilegal. Si se detecta una falla se desconecta del lobe principal.</p>

Entre las ventajas que ofrecen los repetidores se tiene:

Categoría	Opciones
1. TCR Repetidor de Cobre	<p>Extiende la distancia entre dos TAU hasta 750 m.  Detecta cortes de cable e implementa bucle de retorno.  Puede ser monitoreado y controlado por el Sistema de Administración de Red RADview.</p>
2. TFR Repetidor para Token Ring	<p>Amplia la distancia entre dos TAU a 3 Km. hasta 20 Km en fibra óptica.  Detecta cortes de cable e implementa bypass.  Puede ser monitoreado y controlado por el Sistema de Administración de Red RADview.</p>
3. M-TFC Convertor de Fibra Óptica Miniatura para Token Ring.	<p>Tiene un alcance de hasta 3000 metros.  Conecta una sola estación de trabajo a un hub por fibra óptica.</p>
4. TFC Convertor de Fibra Óptica	<p>Brinda enlace óptico hasta de 3 Km en multimodo y hasta 20 Km en monomodo.  Puede trabajar en 4 formas diferentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para troncales ópticos entre unidades de acceso o hubs.</li> <li>2. Conexiones ópticas de lobe entre estaciones de trabajo y unidades de acceso.</li> <li>3. Para conectar grupos de trabajo por fibra óptica.</li> <li>4. Para conectar estaciones al lobe de fibra óptica.</li> </ol>
5. TLR-16 Repetidor de Lobe	<p>Extiende la distancia entre unidades de acceso y estaciones de trabajo.  Maneja 4 tipos de medio físico: STP (375 m), UTP (175 m), coaxial (100 m) y fibra óptica ( 3000 m).</p>

Categoría	Opciones
<p data-bbox="426 500 492 525">6. TCP</p> <p data-bbox="348 536 574 561">Protector contra fallas de</p> <p data-bbox="434 572 484 597">Cable</p>	<p data-bbox="604 500 1153 561">Detecta automáticamente roturas de cable y realiza el bypass.</p> <p data-bbox="604 572 1153 634">Puede ser monitoreado y controlado por administración RADview.</p>
<p data-bbox="378 678 546 704">7. JITTERMIZER</p> <p data-bbox="348 715 574 740">Atenuador de Jitter para</p> <p data-bbox="409 751 513 776">Token Ring</p>	<p data-bbox="604 678 1153 740">Amplía la distancia útil de trabajo entre la unidad de acceso y la estación de trabajo.</p> <p data-bbox="604 751 926 776">Regenera la señal y reduce el jitter.</p>

Debido al hecho de la gran variedad de productos que se encuentran en el mercado, es que se hace más efectivo el manejo de una red; ya que hoy en día se cuenta con una serie de beneficios que el cliente ofrece para satisfacer nuestras necesidades.

Esta gran gama hace posible que optimicemos nuestro sistema no solo por el hecho de que con los administradores de red se puede monitorear y controlar cada parte del equipo requerido, si no que se facilita la detección y corrección de alguna falla en el sistema.

Finalmente, mientras más completo se encuentre nuestro sistema, es más fácil y rápida su operación. Esto es, que tomando cada una de las características que éstos productos ofrecen, se puede formar una red con mayor eficiencia.

## CONCLUSIONES

La versatilidad de *Token Ring* permite tener acceso a diferentes sistemas de cómputo que procesan la información de manera instantánea y por lo tanto aprovechando los beneficios de los sistemas de comunicación, se puede distribuir a cualquier punto.

Este documento describe no solamente el esquema básico de entorno en cuanto a *Token Ring* se refiere, si no que es una base de lo que es un sistema de redes computacionales, además de dar los puntos para que las investigaciones en este campo continúen.

Ya que en la actualidad no siempre es necesario contar con sistemas centralizados, ya que las redes de área local permiten a los usuarios trabajar de manera independiente y a la vez aprovechar recursos comunes para el intercambio de información o para el empleo de dispositivos especializados, por lo que esto también permite abatir costos.

*Token Ring* es una red de área local técnicamente muy planeada por lo que su diseño involucra especialistas de diferentes campos como son Ingenieros Eléctricos, Electrónicos, Mecánicos, Matemáticos y en Computación. Para su desgracia, comercialmente se lanzó al mercado muy tarde, cuando otras topologías ya tenían mucha más fuerza comercial y además la firma que la apoyó se considera como una de las más caras en el mercado, aunque técnicamente es muy buena.

A pesar de todo esto esta topología ha ido desarrollándose al paso del tiempo y hoy en día existen diferentes y más completos equipos que hacen que su operación sea aún más fácil y rápida y con ello se logre tener un sistema más eficiente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ARCHER, Rowland. The Practical Guide to Local Area Networks. Mc Graw-Hill. California. 1989.
2. C, Galán. Teleinformática. Paraninfo. Madrid. 2a. edición 1988
3. CARLOS, Gimeno. Introducción a Novell. Macrobit Editores, S.A. de C.V. México D.F. 1990.
4. JOHN, Dvorak. Dvorak's Guide to PC Telecommunications. Mc Graw-Hill. California. 1989.
5. Local Area Networks 802.5 Token Ring Access Method. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. New York, USA. 1989.
6. NEVILLE, Ford J. Local Area Micronetworks and their Management. Manchester: National Computing Center. California. 1990.
7. PAUL, J Fortier. Handbook of Local Area Network Software. Concepts and Technology. CRC. Berkeley, California. 1991.
8. SCHATT. Understanding Local Area Networks. SAMS. Washington, D.C. 1991.
9. THOMAS, Madrón William. Redes de Area Local LAN. Megabyte: Noriega. México.
10. TOM, Sheldon. Novell Netware "The complete Reference. Mc Graw-Hill. Berkeley, California. 1990.
11. UYLESS, Black. Redes de Computadora. Macrobit. México. 1989.
12. WILLIAM, Stallings. Computers communications: Architectures, Protocolos. Pressman. IEEE Computer Society. Washington, D.C.
13. "ABC de las Redes ". PC Magazine en Español. Volumen 4, Núm.3. México D.F. p. 106 - 112
14. "Catálogo BLACK BOX" . The Source for Connectivity . p 35 - 45.
15. "Comparta los recursos de la Red ". PC Magazine en Español. Volumen 5, Núm.12. México D.F. p. 59 - 65.



16. " Conectividad ". PC Magazine en Español. Volúmen 5, Núm.2. México D.F. p. 51 - 76
17. " Fundamentos de LAN ". PC Magazine en Español. Volúmen 3, Núm.9. México D.F. p. 68 - 82.
18. "LAN's: Redes más complejas". PC Magazine en Español. Volúmen 5, Núm.7. México D.F. p. 90 - 94.
19. " NETWORK PRODUCTS CAALOG" A Spectrum of Solutions , ANDREW. p 8 -13.
20. "NETWORKING". International Business Machines. p 8 - 11.
21. "Productos para la Comunicación de Datos". RAD Data Communications 1996. No. 801175. 12 Hanechoshet St. p. 68 - 82