



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

126  
Zejeu

**DISEÑO E IMPLEMENTACION E INTEGRACION  
DE LAS COMUNICACIONES Y ADMINISTRACION  
DE UNA RED DE AREA LOCAL  
"TOKEN RING"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**F Z**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

(Area Electrónica)

**P R E S E N T A :**

**JAIME BELISARIO MEDINA GUARDIA**

DIRECTOR DE TESIS: ING. ALEJANDRO RAMIREZ LOZADA



**FALLA DE ORIGEN**

CD. UNIVERSITARIA, D. F.

1995

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTO.**

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

**Alfredo Acevedo y  
Bertha Velázquez.**

**Con cariño y gratitud, que con su esfuerzo, dedicación  
y ejemplo me han señalado el camino de la  
superación constante en la vida.**

### **A MIS HERMANOS: Alfredo e Isabel.**

**Con el afecto y  
cariño de siempre, para mis  
mejores amigos por estar siempre a mi lado  
alimentando el espíritu de unión fraternal.**

### **A MIS AMIGOS:**

**Gabriel España Carbajal.  
Alejandro Barajas Najera.  
Miguel Angel Martinez Lara.  
Mireya Crespo Gomez.  
Claudia Ramo Holguin.**

**Por su amistad y confianza otorgandome la oportunidad  
de desarrollarme profesionalmente, por su apoyo continuo,  
y desinteresado, mil gracias.**

**A MIS COMPAÑEROS DE TESIS.**  
**Jaime Belisario Medina Guardia.**  
**Roberto Francisco Mendoza Martinez.**

**Por su comprensión, apoyo y ejemplo de tenacidad ante los momentos adversos.**

**A MI DIRECTOR DE TESIS.**  
**Ing. Alejandro Ramirez Lozada.**

**Por su invaluable colaboración y apoyo.**

## **AGRADECIMIENTOS:**

### ***A mi Madre***

María Elena por que gracias a su cariño, apoyo y comprensión hoy puedo alcanzar una de mis metas.

### ***A mi Esposa***

Liliana por que gracias a su amor, comprensión y apoyo hoy puedo ver realizado uno de mis sueños.

### ***A mis Hermanos***

Valentín, Angeles y Raúl por que gracias a sus consejos y apoyo en los momentos difíciles puede alcanzar mi objetivo.

### ***A mis amigos y compañeros***

Por haberme brindado su valiosa amistad y apoyo para lograr alcanzar mi meta.

### ***A la Universidad Nacional Autónoma de México***

Por haberme brindado la oportunidad de estudiar en sus instalaciones y prepararme para ser un profesional de gran calidad.

### ***A mis Profesores***

Por compartir conmigo sus experiencias adquiridas en el desarrollo de sus actividades profesionales.

### ***A la empresa TELECORP***

Por haberme brindado la oportunidad de desarrollarme profesionalmente y apoyarme en la realización de su Red de Comunicaciones.

***Roberto Francisco Mendoza Martinez.***

## ***AGRADECIMIENTOS.***

### **A DIOS.**

Por concederme salud, fortaleza y sabiduría para vencer todas las adversidades que encuentre entre durante toda mi carrera y por dejarme alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

### **A MI ABÜELITA LUCAS.**

A ti, quien me enseñó a dar mis primeros pasos y mis primeras oraciones que desde ayer rezo como niño y hoy las rezo como hombre, gracias por todo el amor, cariño, consejo que me distes y por el ejemplo que me dejastes; Aunque me duele no encontrarte a mi regreso, estoy tranquilo porque te siento dentro de mi y de mi nunca saldras, a donde estes sabes que te adoro.

### **A MIS PADRES:**

#### **XENIA Y BELISARIO.**

Gracias a ustedes por esta vida que me han dado llena de cariño y de mucho amor, sobre todo por esta carrera, que es la mejor herencia que me dejan y por hacer de mi un hombre de bien.

### **A MI ESPOSA:**

A ti, quién siempre me has motivado con tu amor, cariño y sobre todo la comprensión y la paciencia que has tenido para soportar mi mal carácter, en los momentos de angustias y desespero por loscuales he pasado, te ofrezco mil dsculpas con el corazón te estoy eternamente agradecido y te invito a seguir compartiendo mi vida, como ayer, hoy y para siempre, más ahora que hemos alcanzado este triunfo, con él disfrutaremos los buenos momentos, así como hemos compartido los malos.Reyna, ahora te podré dar todo cuanto he deseado, te recuerdo que eres todo lo que yo habia soñado en tener y junto a ti soy el ser más dichoso. Te Amo.

### **A MI HIJA:**

#### **XENIA ERIKA.**

El mejor regalo que me ha dado DIOS, y la vida, por hacer de mi vida un carnaval de alegría, espero darte lo mejor de mi y todo mi cariño. Gracias por acompañarme durante toda mi tesis.

### **A MIS HERMANOS Y SUS FAMILIAS.**

Danery, Quilin, Vanchy, Doddy, Mariela, Maribel, Siannah, Katy, Peby y Kissy. Gracias por todo el apoyo moral y el cariño demostrado atraves de tantos años de estudios.

**A MIS TIOS.**

Jaime, Mami, Mayda y Pochy. Por todas las atenciones que han tenido para conmigo y sobre todo por el cariño.

**A MIS SUEGROS.**

Doña Teresa y Don Serafin, por la confianza depositada en mi.

**A MIS COMPAÑEROS DE TESIS.**

Antonio Acevedo Velazquez y Roberto Martinez Mendoza. Por la amistad compartida y el esfuerzo realizado en este trabajo.

**A NUESTRO ASESOR.**

Ing. Alejandro Ramirez Lozada, por la paciencia y dedicacion durante el desarrollo de este trabajo.

**A MIS COMPADRES.**

Martha y Sergio, por todos los momentos compartidos y por el apoyo incondicional que me han ofrecido, ayer hoy y siempre.

**A MIS AMIGOS.**

Ricardo Zuñiga (q.p.d.), Paquito, Frank, Rolando, Titon, Minguito, Tito, Pocho y Mireya Crespo Gómez, por todo su apoyo incondicional, a todos gracias.

**A LA FACULTAD DE INGENIERIA. (U.N.A.M.).**

Por todos los conocimientos, adquiridos en sus aulas y através de sus profesores, que han hecho de mí un profesional competente.

**A MEXICO.**

Mi segunda patria, con todo amor, cariño y respeto, por todo lo bueno que me ha dado, durante mi estadia en sus tierras.

**A PANAMA.**

Patria querida, que me vio nacer y crecer. Por la identidad tan hermosa que me has dado.

***DISEÑO, IMPLEMENTACION  
E INTEGRACION DE LAS  
COMUNICACIONES Y  
ADMINISTRACION DE UNA RED  
DE AREA LOCAL***



**TOKEN RING**



## **OBJETIVOS:**

\* Satisfacer las necesidades de comunicación e intercambio de información entre el personal de cada departamento de la empresa **TELECORP.**

\* Establecer la comunicación entre diferentes tipos de redes de área local (LAN), ya sea por medio de redes privadas de comunicación o por la red telefónica pública conmutada, con el propósito de intercambiar información con otras empresas.

# *INDICE*

- I N D I C E. -

I.- INTRODUCCION. ....	1
II.- REDES DE AREA LOCAL (802.3, 802.4, 802.5) Y METROPOLITANA. ....	3
II.1.- Componentes de una Red de Area Local. (LAN). ....	4
II.2.- Medios de Transmisión en Redes de Area Local. ....	4
II.3.- Topologías. ....	4
II.4.- Protocolos de Acceso. ....	5
II.5.- Estandares de Redes Locales. ....	6
II.6.- Norma 802.3. ....	7
II.7.- Modelo Físico de la Norma 802.3. ....	8
II.8.- Método de Acceso CSMA/CD. ....	8
II.9.- Descripción del CSMA/CD. ....	8
II.10.- Reglas Básicas del CSMA/CD. ....	8
II.11.- Formato IEEE 802.3. ....	9
II.12.- Formato de Trama IEEE 802.3. ....	9
II.13.- Alternativas del 802.3 al Nivel Físico. ....	9
II.14.- Desventaja de IEEE 802.3. ....	10
II.15.- Red Local IEEE 802.4 (Token Bus). ....	10
II.16.- Red Local IEEE 802.5 (Token Ring). ....	12
II.17.- Metodó de Acceso al Medio (Token Passing). ....	13
II.18.- Operación del Token Ring 802.5 ....	14
II.19.- Formato de la Trama IEEE 802.5 ....	14
II.20.- Token Ring de IBM. ....	15
II.21.- Modelo Físico de la Token Ring de IBM. ....	15
II.22.- Los Protocolos en las Redes Locales. ....	16
II.23.- Internetworks Packet Exchange (IPX). ....	16
II.24.- Secuenced Packet Exchange (SPX). ....	16
II.25.- Sistema Operativo de Red. ....	16

II.26.- Ejemplo de la Arquitectura de un Sistema Operativo de Red. ....	17
II.27.-Sistema Operativo de Red de Area Local. ....	17
II.28.- Principales Atributos de una Red Local. ....	17
II.29.- Redes Metropolitanas (MAN). ....	18
II.30.- Asignación Estatica de Canal en LAN y MAN. ....	18
II.31.- Asignación Dinamica de Canal en LAN y MAN. ....	18
II.32.- Comparación de Redes de Area Local. ....	20
II.33.- ISDN, PBX Versus LAN. ....	21
II.34.- Redes de Banda Ancha y de Banda Base. ....	22
II.35.- Relación entre las Normas ISO 802 y el Modelo ISO/CCITT. ....	22
II.36.- Posibilidades de Conexión de una Red Local. ....	23
III.- MEDIOS DE TRANSMISION. ....	26
III.1.- Introducción. ....	26
III.2.- Clasificación. ....	26
III.3.- Par de Cable Torneados (Par Trenzado). ....	27
III.4.- UTP Nivel 5. ....	28
III.5.- Cable Coaxial. ....	31
III.6.- Cable Coaxial de Banda Base. ....	32
III.7.- Cable Coaxial 10Base5. ....	32
III.8.- Cable Coaxial 10Base2. ....	32
III.9.- Características del Cable Coaxial de Banda Base. ....	33
III.10.- Conexiones del Cable Coaxial de Banda Base. ....	33
III.11.- Conexión Punto a Punto. ....	34
III.12.- Conexión Multipunto con Intermediario. ....	34
III.13.- Conexión Cadena o Caida Multiple (Multitrop). ....	35
III.14.- Tipos de Conectores. ....	36
III.15.- Conector Tipo "T". ....	36

III.16.- Conector Tipo "Vampiro".	36
III.17.- Comparaciones.	37
III.18.- Cable Coaxial de Banda Base.	37
III.19.- Características del Cable Coaxial de Banda Ancha.	39
III.20.- Fibra Optica.	39
III.21.- Características de las Fibras Opticas.	42
III.22.- Características Básicas de un Medio de Transmisión.	43
III.23.- Resistencia.	43
III.24.- Reactancia.	44
III.25.- Impedancia.	45
III.26.- Conclusiones.	46
III.27.- Comparación de los Medios de Transmisión.	46
IV.- TRANSMISION ANALOGICA.	47
IV.1.- Señal Analógica.	47
IV.2.- Modulación.	48
IV.3.- Teorema de Traslación de la Frecuencia.	49
IV.4.- Tecnica de Modulación.	50
IV.5.- Multiplexión por División de Frecuencia.	50
IV.1.- MODEMS.	52
IV.1.1.- Conceptos.	52
IV.1.2.- Funciones del Modem.	52
IV.1.3.- Codificación.	53
IV.1.4.- Modulación.	53
IV.1.5.- Demodulación.	55
IV.1.6.- Decodificación.	55
IV.1.7.- Tipos de Modems.	55
IV.1.8.- Normalización de Modems.	55

IV.1.9.- Características Fundamentales Normalizadas. ....	56
IV.1.10.- Modem de Banda Base. ....	61
IV.1.11.- Clasificación de Modem Grado de Voz. ....	61
<b>IV.2.- RS-232-C Y RS-449. ....</b>	<b>62</b>
IV.2.1.- Introducción. ....	62
IV.2.2.- RS-232-C. ....	62
IV.2.3.- Especificaciones de la interfaz RS-232-C. ....	63
IV.2.4.- Características de la interfase RS-232-C. ....	66
IV.2.5.- Interfaz RS-449. ....	68
IV.2.6.- Interfaz V.24. ....	69
<b>V.- TRANSMISION DIGITAL. ....</b>	<b>71</b>
V.1.- Principio. ....	71
V.2.- Características de la Señal Digital. ....	71
V.3.- Modulación Digital. ....	71
V.4.- Conversión Analógica a Digital. ....	72
V.5.- Teorema del Muestreo de NYQUIST. ....	72
<b>V.1.- MODULACION POR IMPULSOS CODIFICADOS. ....</b>	<b>73</b>
V.1.1.- Cuantificación. ....	74
V.1.2.- Codificación. ....	74
V.1.3.- Sistema Portadores Digitales. ....	75
V.1.4.- Organización del Sistema. ....	76
<b>V.2.- SISTEMAS DE CODIFICACION. ....</b>	<b>77</b>
V.2.1.- Introducción. ....	77
V.2.2.- Código de Comunicación de Datos. ....	80
V.2.3.- No Regreso a Cero NRZ. ....	80
V.2.4.- Regreso a Cero RZ. ....	81

V.2.5.- Bifase Manchester. ....	82
V.2.6.- Retraso en Modulación Miller. ....	83
V.2.7.- Bipolar AMI. ....	83
V.2.8.- HDB3. ....	84
V.3.- INTERFACE DIGITAL X.21. ....	85
V.3.1.- Interfaz X.21 y su relación con X.25. ....	87
VI.- INTERCONEXIONES DE REDES. ....	88
VI.1.- Introducción. ....	88
VI.2.- Introducción a los Dispositivos de Interconexión de Redes. ....	89
VI.3.- Soluciones de interconexión mas usuales. ....	90
VI.1.- PUENTES. ....	91
VI.1.1.- Conceptos y Consideraciones a cerca de los Puentes. ....	91
VI.1.2.- ¿ Porque los Puentes con Compresión ?. ....	91
VI.1.3.- Conceptos de Diferentes tipos de Puentes. ....	91
VI.1.4.- Introducción. ....	91
VI.1.5.- Puentes. ....	92
VI.1.6.- Funcionamiento de un Puente Bilateral Sencillo. ....	93
VI.1.7.- Puente del 802.X al 802.Y. ....	93
VI.1.8.- Puente Transparente. ....	96
VI.1.9.- Puente de Encaminamiento Fuente. ....	99
VI.1.10.- Comparación de los Puentes 802. ....	101
VI.1.11.- Puentes Básicos. ....	103
VI.1.12.- Acceso Remoto o Control Remoto. ....	104
VI.2.- PASARELAS. ....	105
VI.2.1.- Introducción. ....	105
VI.2.2.- Pasarela Orientada a Conexión. ....	105

VI.2.3.- Pasarelas Sin conexión. ....	107
VI.2.4.- Comparación de Pasarelas Orientadas a Conexión y Sin Conexión. ....	111
VI.2.5.- Software de Pasarela y Puentes. ....	111
<b>VII.- OSI E INTERCONEXION DE REDES. ....</b>	<b>115</b>
VII.1.- Introducción. ....	115
VII.2.- Modelo de Referencia OSI. ....	115
VII.3.- Capas del Modelo OSI. ....	117
VII.4.- Transmisión de Datos en el Modelo OSI. ....	120
VII.5.- Servicios de las Capas OSI. ....	120
VII.6.- Primitivas de Servicio. ....	121
VII.7.- Interconexión de Redes en el Modelo OSI. ....	122
<b>VIII.- IMPLEMENTACION DE LA RED "TOKEN RING". ....</b>	<b>126</b>
VIII.1.- Token Ring. ....	126
VIII.2.- Estandar Token Ring. ....	126
VIII.3.- Protocolo Token Passing Ring. ....	126
VIII.4.- Formato del Anillo IEEE 802.5. ....	127
VIII.5.- Sistemas de Prioridades. ....	128
VIII.6.- Visión General de la Red, con Entrega de Testigo. ....	128
VIII.7.- Latencia. ....	129
VIII.8.- Modelo Físico de una Red Token Ring. ....	130
VIII.9.- Unidad de Acceso Multiestación. (MAU). ....	131
VIII.9.- Tarjeta Adaptadora. ....	132
VIII.10.- Interface Netbios. ....	133
VIII.11.- Implantaciones Netbios. ....	133
VIII.12.- Tarjeta Adaptadora IBM; para Token Ring. ....	133
VIII.13.- Interfase DLC. ....	134
VIII.14.- Interfase Directa. ....	134



VIII.15.- Interfase APPC/PC. ....	135
VIII.16.- Interfase Netbios. ....	135
VIII.17.- Programación Netbios. ....	136
VIII.18.- Termino de Comando yCodigo de Retorno. ....	136
VIII.19.- Arquitectura Netbios. ....	137
VIII.20.- Servicio de Control General. ....	137
VIII.21.- Servicio de Soporte de Nombres. ....	138
VIII.22.- Servicio de Soporte de Sesión. ....	139
VIII.23.- Servicio de Soporte de Datagrama. ....	139
VIII.24.- Servicio de Soporte de Depuración. ....	140
VIII.25.- Diseño de la Red " TELECORP". (Token Ring). ....	140
VIII.26.- Cotización general de la Red "TELECORP". ....	144
VIII.27.- Diagrama de Conexiones de la Red. ....	145
VIII.28.- Plano del Edificio de la Compañía "TELECORP". ....	146
IX.- CONCLUSIONES. ....	148
X.- BIBLIOGRAFIA. ....	151

# *INTRODUCCION*

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día el manejo de información es necesario en todos los sectores (industria, salud, educación, gobierno). En todo el mundo día a día son cada vez más las personas que requieren manejar información para llevar a cabo funciones o actividades vitales para el desarrollo de algún proyecto o de alguna tarea en especial.

La información en general puede manejarse de diversas formas. Estas pueden ser desde los sistemas grandes con sus extensas redes de teleproceso, minicomputadoras que soportan un determinado número de terminales, sistemas multiusuarios y computadoras personales entre otros.

En la actualidad una forma muy usada para el manejo y organización de la información son la ya muy conocidas redes de Área Local (LAN) de computadoras, en este tipo de redes existe por lo general un servidor (PC) de alta velocidad que funciona como depósito central de datos y/o programa de aplicación que ofrecerá servicios de diferente índole a un grupo de computadoras cuya capacidad de funcionamiento gira alrededor de este servidor.

Existen diferentes tipos de redes de Área Local, la diferencia radica en la distribución física (bus, árbol, estrella, anillo, etc), por la forma en la que las computadoras de la red se comunican entre sí (protocolos CSMA/CD, token bus, etc), por el medio de transmisión que utilizan par trenzado, cable coaxial, fibra coaxial, etc.

Se conocen en el mercado muchas de éstas redes: Ethernet, ARCNET, Apple Talk, se encuentran entre alguna de ellas, nosotros en éste desarrollo describiremos y diseñaremos una red de Área Local tipo Token Ring.

En este trabajo se tocan todos los puntos necesarios que se deben tener presente en el diseño e implementación de una Red de Área Local. El medio de transmisión es punto importante en el diseño de una red ya que por el se enviarán o se transportarán toda la información que se requiera, este trabajo contiene un estudio de los diferentes tipos de medio de transmisión que existen en el mercado y así poder elegir el medio que más nos convenga de acuerdo a las necesidades de nuestra red. Además del medio debemos saber que tipo de transmisión va a manejar nuestra red, tanto dentro de ella y cuando es necesario comunicarnos con otras redes en muchos casos lejanos, aquí resulta necesario utilizar diferentes tipos de transmisión ya sea analógico o digital, para poder hacer nuestra comunicación en este proyecto hablamos de los dispositivos que existen para hacer compatibles nuestra comunicación aún cuando se utilizan diferentes tipos de transmisión, para esto nosotros utilizamos una interfaz entre el mundo analógico y digital que son los modems, así como todos los accesorios y la especificaciones de cada accesorio (RS-232C y RS-449) y a que norma se apegan estos dispositivos.

En la actualidad todos los equipos de cómputo y de comunicación utilizan sistemas digitales, por lo que es necesario saber como se lleva a cabo la transmisión digital, para esto nosotros tocamos éste tema para hacer más claro el funcionamiento de la red y su interacción con otro tipo de redes. A este respecto hablamos de los tipos de modulación digital, también como se digitaliza una señal analógica así como también los diferentes sistemas de codificación que utiliza en la transmisión digital.

## Capítulo I Introducción

La comunicación entre redes es un aspecto muy importante, ya que con esto podemos tener acceso a muchos servicios y recursos que nosotros necesitemos que estén fuera de nuestra red, para hacer estas interconexiones necesitamos ciertos dispositivos de interconexión, así como su funcionamiento, especificaciones, características y a que normas y estándares deben cumplir nosotros hacemos un estudio breve de éstos dispositivos los más comúnmente utilizados en la interconexión de redes como son : puentes y pasarelas.

Para poder conectar estos dispositivos, debemos cumplir con un modelo de comunicación que los diseñadores y fabricantes de equipo de redes utilizan, para que estos dispositivos de diferentes fabricantes puedan comunicarse entre sí sin ningún problema. Este modelo fué desarrollado por la Organización Internacional de Estándares (ISO) y se le conoce como modelo OSI (Interconexión de Sistema Abierto), este modelo es explicado muy detalladamente en este trabajo por ser la columna vertebral para el diseño de una red.

Para concluir este trabajo, explicamos en forma muy detallada sobre el estándar Token Ring, así como el protocolo Token Passing Ring, ya que es la forma como funcionará nuestra red. En esta parte hablamos de los diferentes componentes que forman parte de la red (servidor, tarjetas, adaptadores, estaciones de trabajo, etc) así como sus características. Justificamos en esta parte todo el diseño de nuestra red como también los criterios utilizados para el diseño.

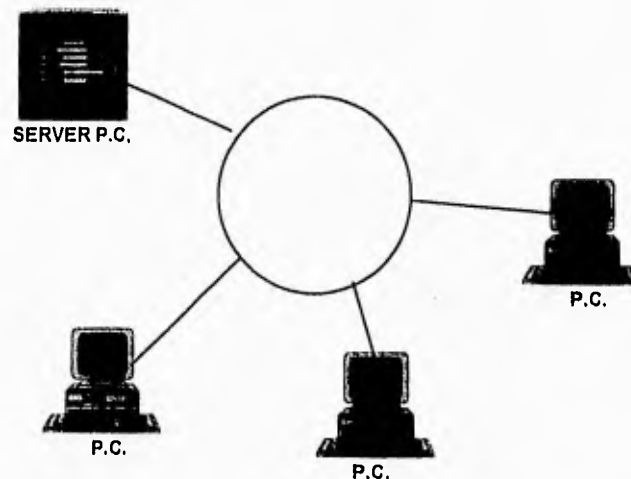
*REDES DE AREA  
LOCAL  
(802.3, 802.4, 802.5)  
Y  
METROPOLITANA*

## REDES DE ÁREA LOCAL (LAN)

En menos de 20 años las Redes Área Local dejaron de ser experimentos de laboratorio para convertirse en productos comerciales de enorme utilización en las empresas. Las LAN's son subredes de comunicación que permiten la interconexión de diferentes dispositivos (computadoras, periféricos, o concentradores) y su gran aceptación dentro de las empresas se debe a que facilitan el intercambio de información y permiten el compartir recursos.

Existen cuatro características básicas que distinguen a las Redes de Área Local, de las subredes de comunicación de Área Amplia MAN :

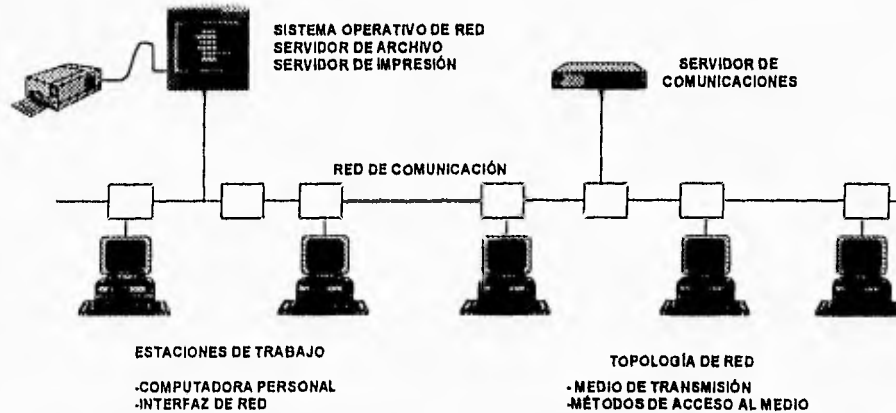
- 1) Red de comunicaciones circunscrita a una pequeña área geográfica (0.1 a 10 Km<sup>2</sup>)
- 2) Altas velocidades de transmisión empleadas 10 Mbps.
- 3) Baja probabilidad de error durante la transmisión (entre 10<sup>-8</sup> y 10<sup>-11</sup>)
- 4) Privacidad de la Red.



Los principales beneficios que presenta la implementación de una Red de Área Local (LAN) son :

- \* Compartición de recursos caros (hardware y software)
  - Terminales
  - Estaciones de Trabajo
  - Almacenamiento en disco
  - PC's
  - Impresoras de alta velocidad y calidad.
- \* Compartición e intercambio de datos entre sistemas de proceso de datos.
- \* Integración de funciones.
- \* Comunicación entre dispositivos de alta velocidad.
- \* Existe una relación **Cliente-Servidor** el cliente es el que recibe (requiere un servicio), el servidor es el que envía el archivo (el que proporciona el servicio).

## II.1 COMPONENTES DE UNA RED DE ÁREA LOCAL



## II.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN EN REDES DE ÁREA LOCAL

### - Cable coaxial:

\* **Banda base.** Existe una sola comunicación por cada cable, no existe multiplexación.

\* **Banda ancha.** Existen varias comunicaciones por un mismo cable. Por ejemplo en la T.V., existe multiplexación.

### - Cable de par trenzado:

Es el medio de transmisión más utilizado en la transmisión de datos, disminuye la inducción electromagnética, es flexible, versátil. Su principal desventaja es el poco alcance que tiene, así como su costo.

### - Cable de fibra óptica:

Las principales ventajas que presenta son el alcance, una menor susceptibilidad a la interferencia y su gran seguridad de la información.

### - Espectro radioeléctrico:

Sus principales características son compartir el espectro con varias estaciones, por ejemplo WIDE-LAN en la cual las estaciones compiten por ganar la banda, no requiere cableado y se tiene gran movilidad. Requiere de línea de vista, vulnerable a los fenómenos atmosféricos, las ondas dependen del material del edificio.

## II.3 TOPOLOGÍAS

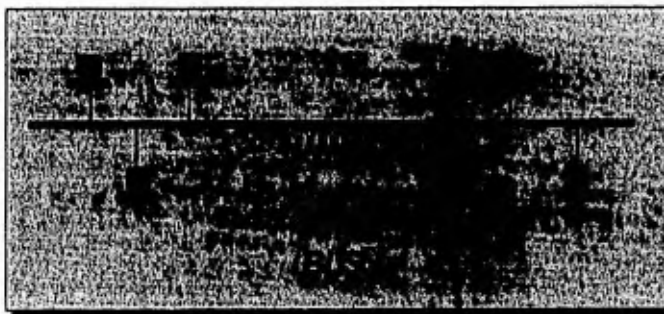
La topología de una Red de Área Local (LAN) se refiere a la forma en que se conectan físicamente las computadoras ( u otros dispositivos) a la Red. Por razones económicas las LAN's utilizan topologías simples, a diferencia de las Redes de Área Amplia (MAN) que generalmente utilizan topologías en malla

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

A continuación se muestran las tres topologías básicas : *ANILLO*, *BUS* y *ESTRELLA*.



En una topología en estrella cada computadora se encuentra conectada por una línea punto a punto a un nodo central (**conmutador**). Todas las comunicaciones entre las diferentes computadoras transitan a través de este conmutador. Dado que la inteligencia de la Red está centralizada, las computadoras no necesitan acopladores (tarjetas de Red) complejos para conectarse. Sin embargo, esta topología presenta la desventaja de depender completamente de un nodo en particular.



Las topología en anillo y bus no dependen de un nodo, ya que distribuyen la inteligencia de la Red entre todas las computadoras. En una topología en Anillo las computadoras se conectan entre sí por líneas punto a punto formando un circuito (unidireccional), mientras que en una topología en bus todas las computadoras se conectan a una línea multipunto (bidireccional). Son las más empleadas en la actualidad.

### II.4 PROTOCOLOS DE ACCESO

En las topologías en anillo y bus se tiene un solo medio físico de transmisión compartido por todas las computadoras conectadas a la Red. Por esta razón, si en una Red Local una computadora transmite mientras otra computadora se encuentra transmitiendo, la interferencia presente en el medio físico pueden causar que una o ambas transmisiones resulten dañadas.

Es por esto que las computadoras que se conecten a una Red Local deben seguir un protocolo de acceso que controle el orden en el cual se realizan las transmisiones.



## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

Dado que el tráfico generado por las diferentes computadoras conectadas a una Red Local no es continuo sino por ráfagas, el protocolo de acceso debe asignar de manera dinámica ( y no estática) el uso de la Red Local a las computadoras, el protocolo de acceso permite a las computadoras transmitir información sobre la Red Local durante intervalos de tiempo limitados, esta característica de los protocolos de acceso evita que una computadora monopolice el medio de transmisión durante periodos largos de tiempo y por lo tanto que otras computadoras sufran largas esperas antes de poder transmitir.

Los mensajes transmitidos por una computadora en una Red Local tienen un formato predefinido (diferente para cada protocolo de acceso) en el cual se incluyen las direcciones de las computadoras origen y destino del mensaje.

### II.5 ESTÁNDARES DE REDES LOCALES

Dada la gran variedad de protocolos de acceso totalmente incompatibles (no interoperables) que pueden diseñarse, el Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE) de los Estados Unidos decidió normalizar en 1980 un único protocolo de acceso, en su proyecto 802. Esta decisión se tomó para que la existencia de este único protocolo normalizado impulsara a los fabricantes a construir interfases de Red en grandes volúmenes y que de esta manera los precios disminuyeran, y el mercado de las redes locales aumentara considerablemente.

Varias propuestas fueron presentadas al IEEE por diferentes instituciones y al tratar de evaluarlas encontró que no se tenían criterios que definieran que propuesta era técnicamente mejor. Esto llevó a normalizar no uno sino tres protocolos de acceso *CSMA/CD* (apoyado por Xerox, Intel y DEC), *Token Bus* (apoyado por General Motors) y *Token Ring* (apoyado por IBM).

Para conservar una misma estructura en estos tres protocolos, se definió el modelo de referencia IEEE 802 que contempla la funcionalidad de los dos primeros niveles de la arquitectura OSI. La capa de control de Acceso al Medio (*MAC*) es la parte central del modelo y define el protocolo de acceso a la red local.

La capa física define el medio de transmisión, la velocidad (*entre 1 y 16 Mbps*) y el modo de transmisión (*banda ancha o banda base*), y la codificación (o modulación) utilizada. La capa LLC (Control Lógico de Enlace) puede ofrecer servicios de transmisión de datos orientados a conexión (confiables) o sin conexión entre dos usuarios de la red, y es similar a la capa 2 del modelo OSI.

El modelo IEEE 802 engloba también las normas relativas a la *FDDI* (Fiber Distributed Data Interfase) y a la norma *DQDB* ( Distributed Queue Dual Bus) para redes metropolitanas.

Los estándares para las redes de área local se aplican únicamente a los niveles físico o de enlace de datos del modelo de referencia OSI o de la ISO. Los estándares se describen a continuación:

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

### - IEEE 802.1

Esta norma describe las relaciones entre los diferentes estándares y el modelo OSI, así como los niveles superiores.

### - IEEE 802.2

Define el nivel de enlace de datos. Por ejemplo LLC ( Logical Link Control ) Comunicación libre de error entre dos computadoras.

### - IEEE 802.3

Define un bus utilizando la técnica CSMA-CD ( ETHERNET ), la cual consiste en una técnica de acceso aleatorio en la cual se va a pelear por el uso del canal.

### - IEEE 802.4

Define un bus utilizando la técnica de " TOKEN " ( IBM ).

### - IEEE 802.5

Define un anillo utilizando el método de " TOKEN ".

### - IEEE 802.6

Define una red de muy alta velocidad y con una gran cobertura geográfica ( MAN )

## II.6 NORMA IEEE 802.3

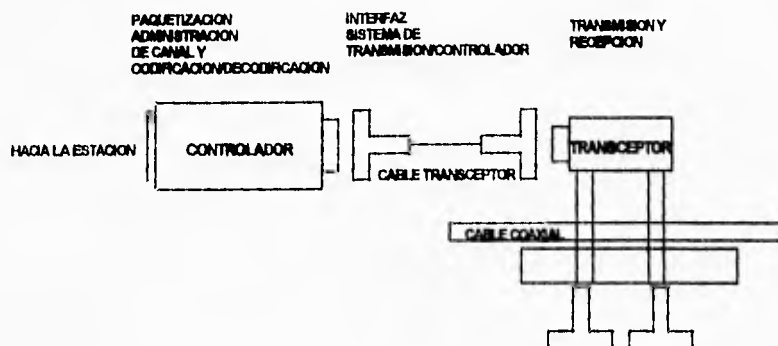
En 1978 se publica la primera norma como un trabajo conjunto de las empresas Xerox, Intel y DEC, esta es la base del estándar *ANSI/IEEE 802.3* publicado en 1983 por el IEEE . La norma internacional *ISO 8802/3* de la Organización Internacional de Estándares (*ISO*) también está basada en la especificación de 1978.

*Ethernet*, es el tipo de Red de Área Local más difundido en la actualidad, cumple con todas las características anteriores. Su primera implementación fue desarrollada en Xerox por Robert M. Metcalfe a principios de los años 70, para conectar hasta 100 estaciones de trabajo en un área de 1 Km transfiriendo información a 2.94 Mbps. es concebido y recomendada en ambientes de oficina y para áreas de la industria ligera donde se requieran tiempos de respuesta determinísticos. *Ethernet* toma su nombre como recuerdo de aquella teoría del siglo XIX según la cuál el universo estaba suspendido en una especie de éter por el que las ondas electromagnéticas podían propagarse.

En *Ethernet*, el canal de comunicación común es un cable coaxial, el bus con impedancias de terminación en los extremos, al que se conectan todos los dispositivos que forman la red.

Cada sitio en la Red Local tiene un identificador único: su *dirección*, cuando una computadora desea mandar información a otro dispositivo simplemente forma un paquete con el mensaje, la dirección del destinatario, su propia dirección y otra información. En la nomenclatura de redes, estos paquetes se llaman *tramas*. Una vez formada la trama, ésta se envía en serie, es decir, bit por bit a través del cable coaxial. Las señales en el bus son onuidireccionales, o sea que se difunden en los dos sentidos del cable, de tal manera que todos los sitios conectados a la red detectan la información. Aquel dispositivo que reconozca en la dirección destino su propia dirección, sabe que la trama contiene información dirigida a él y por lo tanto la leerá del bus. Mientras que los demás sitios ignoran esa trama.

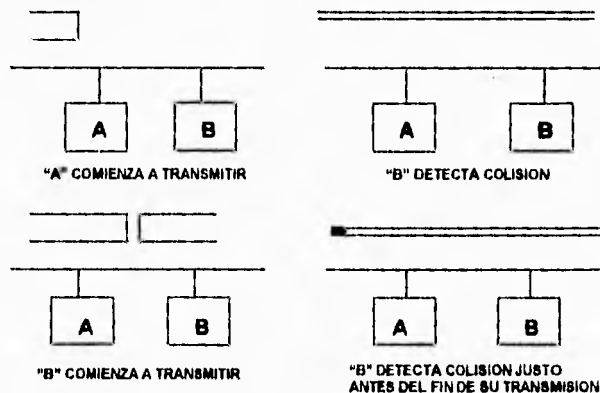
## II.7 MODELO FÍSICO DE LA NORMA 802.3



## II.8 MÉTODO DE ACCESO CSMA/CD CARRIER SENSE MULTIPLE ACCESS WITH COLLISION DETECTION

- Es el método de acceso más utilizado en redes locales con topología en bus o en árbol.
- Se basa en un esquema de asignación aleatoria del canal de transmisión con un mecanismo de detección de colisiones.
- Es un método mejorado de sus precursores y aloha ranurado.
- Mas eficiente conforme disminuye el número de nodos.

## II.9 DESCRIPCIÓN DE CSMA/CD



## II.10 REGLAS BÁSICAS DEL CSMA/CD

1. Si el medio está libre transmite: si no, va al paso 2.
2. Si el medio esta ocupado, continúa a la escucha hasta que sensa que el medio esta libre, entonces transmite.
3. Si la colisión es detectada durante la transmisión, transmite una breve "señal" para asegurar que todas las estaciones conozcan que ha habido una colisión y entonces para de transmitir.
4. Después de transmitir la "señal", espera una cantidad de tiempo aleatorio y entonces intenta transmitir otra vez (va al paso 1).

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

### II.11 FORMATO IEEE 802.3

PREAMBULO	DELIMITADOR DE INICIO	DIRECCION DESTINO	DIRECCION FUENTE	LONGITUD	CAMPO DE DATOS	BYTES DE DATOS	SECUENCIA DE CHEQUEO DE ERRORES
7 BYTES	1 BYTE	2 o 6 BYTES	2 o 6 BYTES	2 BYTES	0-N BYTES	0-P BYTES	4 BYTES

- Tamaño máximo de la trama 1618 Bytes (octetos)
- Tamaño mínimo de la trama 64 Bytes (octetos)
- El número de la dirección ya viene integrado en la tarjeta de Red.
- El inicio de la trama siguiente es el fin de la trama anterior.
- Si existen errores el nodo que envía está en espera de una señal y si esta no llega, entonces retransmite el mensaje.

### II.12 FORMATO DE TRAMA IEEE 802.3

- Preámbulo ( 7 octetos ): Provee sincronización y marca el inicio de la trama ( 1's. y 0's alternados )
- Delimitador de inicio de trama SFD ( 1 octeto ): Secuencia 1 0 1 0 1 0 1 1, indica el inicio de la trama y habilita al receptor a localizar el primer bit de la trama.
- Dirección destino DA ( 2 o 6 octetos ): Indica la dirección a la cual la trama esta siendo enviada.
- Dirección fuente SA ( tamaño de SA = DA ): Especifica la estación que esta enviando la trama.
- Longitud ( 2 octetos ): El número de octetos LLC que siguen.
- Datos LLC ( 0 - 1500 octetos ): Datos alimentados por LLC
- Bits de relleno ( 0 - 46 octetos ): Octetos que se adicionan para asegurar que la trama es suficientemente grande para la apropiada operación de detección de colisión.
- CRC ( 4 ): Secuencia de chequeo de redundancia cíclica CRC de errores.
- Para la comunicación entre dos terminales se reduce el tiempo de acceso, ya que existe la difusión (ir en un sentido o en otro), existe una asignación del canal.
- No existen colisiones.

### II.13 ALTERNATIVAS DEL 802.3 AL NIVEL FÍSICO

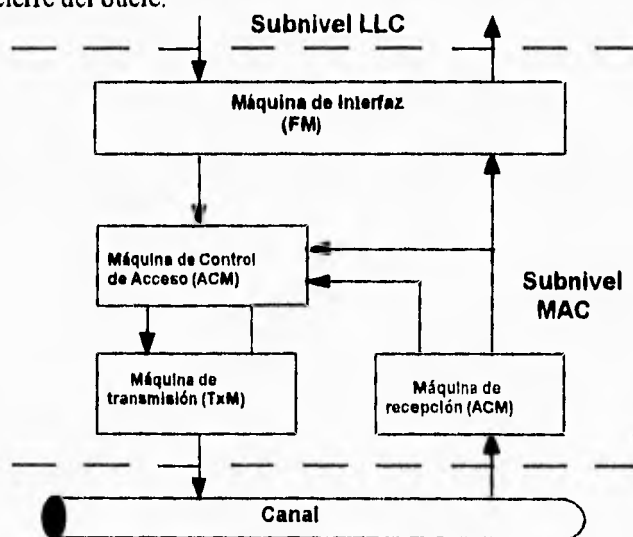
IEEE 802.3	10 BASE 5 Vel. de Transmisión : 10 Mbps. Banda Base (una sola comunicación). Distancia máxima entre repetidores 500 mts. Cable coaxial RG 8 50 ohms de impedancia.	"THICK ETHERNET" "ETHERNET ESTANDAR"
IEEE 802.3	10 BROAD 36 Vel. de Transmisión : 10 Mbps. Broad Band. Distancia máxima entre repetidores 3600 mts. Cable coaxial RG 8 50 ohms de impedancia.	"ETHERNET BANDA ANCHA"
IEEE 802.3	10 BASE 2 Vel. de Transmisión : 10 Mbps. Banda Base (una sola comunicación). Distancia máxima entre repetidores 185 mts. Cable coaxial RG 8 50 ohms de impedancia.	"THIN ETHERNET" "CHEAPER"
IEEE 802.3	10 BASE T Vel. de Transmisión : 10 Mbps Cable coaxial (par trenzado).	"ETHERNET TWISTED PAIR"

## II.14 DESVENTAJAS DEL IEEE802.3

- Velocidad inicial de Transmisión de 3 Mbps.
- Adecuada y que funciona bastante bien, pero que no opera de modo excepcional
- No es la más rápida (TOKEN RING = 16 Mbps , ARACNEPLUS Y FDDI son más rápidas).
- No es la más económica.
- No es la más sencilla, fácil de instalar y mantener.

## II.15 RED LOCAL IEEE802.4 (TOKEN BUS)

En la siguiente figura se muestra el paso de testigo en bus recomendado por el comité IEEE802.5. Este subnivel MAC consta de cuatro funciones principales : la máquina de interfaz (FM), la máquina controladora de acceso (ACM), la máquina receptora (RxM) y la máquina de transito (TxM). Otro componente opcional es la máquina repetidora, disponible en algunas estaciones repetidoras, como los moduladores de cierre del bucle.



El corazón del sistema *Token Bus* es la máquina ACM. Determina cuándo puede colocarse una trama en el bus, y coopera con las ACM de otras estaciones para controlar el acceso al bus compartido. Asimismo, se encarga de inicializar y mantener el anillo lógico, lo cual incluye la detección de errores y la resolución de averías.

Las tramas LLC se entregan a la ACM a través de la máquina de interfaz (FM). Este componente guarda en memoria intermedia las solicitudes del subnivel LLC. La FM manipula una serie de parámetros para optimizar la calidad del servicio desde el nivel LLC hasta el nivel MAC, y también comprueba las direcciones de las tramas LLC recibidas.

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

Los componentes TxM y RxM tienen misiones algo limitadas. Es responsabilidad de TxM la transmisión de la trama al nivel físico. Acepta una trama de la ACM y construye con ella una unidad de datos del protocolo MAC (UDP), colocando al principio de la trama un preámbulo y un delimitador de comienzo (SD). Asimismo, añade al final de la trama un FCS y un delimitador de final (ED). RxM, por su parte, acepta los datos del nivel físico, e identifica que ha llegado una trama completa cuando detecta el SD y el ED. También comprueba el campo FCS para asegurarse de que la transmisión está libre de errores. Si se trata de una trama LLC. Una vez en el subnivel LLC, tienen lugar todas las operaciones del subconjunto de HDLC, necesarias para atender a la aplicación de usuario, o a otro nivel ISO o HILI (IEEE 802.1).

El formato de la trama 802.4 es el mismo que el de la Red Token Ring 802.5, excepto en que no incluye campos de control de acceso y de estado de la trama (AC). Evidentemente, el campo AC no es necesario, ya que este protocolo no emplea indicadores de reserva (RRR) ni de prioridad (PPP).

IEEE 802.4 determina el anillo lógico del bus físico mediante los valores numéricos de las direcciones. La estructura de las unidades de datos MAC o LLC permite que la dirección más baja entregue el testigo a la de valor más alto. A continuación, el testigo pasa de la estación predecesora a la sucesora.

El testigo (derecho de transmisión) pasa de una estación a otra en orden descendente según el valor numérico de las direcciones. Cuando una estación capte una trama de testigo dirigida a ella, podrá ponerse a transmitir tramas. Cuando acabe de hacerlo, habrá de entregar el testigo a la siguiente estación del anillo lógico. No obstante, cuando una estación posee el testigo, puede delegar temporalmente el derecho de transmisión a otra estación, enviándole una trama de datos de solicitud-con-respuesta, algo así como un "derecho de réplica".

Cuando una estación termine la transmisión de todas sus tramas, entregará el testigo a su sucesor, enviándole una trama de control de testigo. Una vez hecho esto, la estación queda a la escucha para comprobar si efectivamente su sucesor ha recibido el testigo y está usándolo. Si capta una trama válida después de haber enviado el testigo, supondrá que todo ha ido bien. Pero si tras haber entregado el testigo no escucha ninguna trama válida, intentará averiguar qué sucede en la red, y posiblemente tome alguna medida para ignorar la estación problemática, estableciendo un nuevo sucesor, cuando aparecen fallos más graves, se intenta establecer de nuevo el anillo.

Si la estación sucesora no transmite, la estación emisora supone que se debe a que no está operativa. Ante esta situación, envía una nueva trama de "solicitar sucesor" para intentar averiguar quién es el siguiente; en esta trama se incluye la dirección del sucesor (el que está inactivo) de la estación emisora. Todas las estaciones comparan esta dirección con la de sus respectivos predecesores. La estación cuya dirección predecesora coincida con la de esta trama de interrogación enviará otra trama de "establecer sucesor", en la que se incluirá su propia dirección. De este modo queda claro quien es el nuevo sucesor, consiguiendo así "puentear" la estación inactiva, que queda fuera de la red a efectos lógicos.

Para añadir más estaciones a un bus 802.4 se usa el mecanismo de ventanas de respuesta:

- Mientras está en posesión del testigo, un nodo genera una trama de "solicitar sucesor". La dirección que aparece en esa trama es la de la nueva estación que va a entrar.
- El poseedor del testigo espera un intervalo de ventana (una ranura de tiempo, igual al doble del retardo máximo de propagación de extremo a extremo de la red).
- Si no hay respuesta, el testigo se transfiere al nuevo nodo sucesor.

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

- Si hay respuesta, el nodo que ha contestado envía una trama de "establecer sucesor" y el poseedor del testigo cambia la dirección de su nodo sucesor. El nodo que desea entrar en el anillo recibe el testigo, establece sus direcciones y continúa con el proceso.

Un nodo puede inhibirse de la secuencia de transmisión si, tras recibir un testigo, envía a su predecesor una trama de "establecer sucesor" para ordenarle, de ahí en adelante, que se entregue el testigo directamente a su sucesor (al de la estación que se inhibe).

Aunque según el sistema *Token Bus* puede clasificarse como red de igual a igual sin prioridades, existen en la norma 802.4 varias opciones para incluir clases de servicio, que pueden convertir a este sistema en un mecanismo orientado a prioridades. Este tipo de opción permite acceder al bus de cuatro formas distintas, según los datos que hay que transmitir.

- Síncrono Clase 6

- Asíncrono Urgente Clase 4

- Asíncrono Normal Clase 2

- Asíncrono en tiempo Disponible Clase 0

Una estación poseedora del testigo puede, si lo desea, gestionar el bus mediante temporizadores de prioridad, que asignarán más tiempo al tráfico de clase más alta.

### II.16 RED LOCAL IEEE 802.5 ( TOKEN RING )

Una Red de Área Local con topología en anillo está integrada por un conjunto de estaciones conectadas en serie, por medio de enlaces (unidireccionales) punto a punto (de par trenzado, cable coaxial o fibra óptica), de manera que se forma una trayectoria cerrada o anillo que permite la comunicación entre éstas.

Cuando una estación recibe datos por un enlace los retransmite bit a bit por el otro enlace a la misma velocidad que los recibió. Debe observarse que cada estación introducirá un retardo durante el proceso de regeneración y repetición de los bits.

Las estaciones que integran el anillo envían los datos en forma de tramas que también contienen información de control y las direcciones de las estaciones de origen y de destino.

De la misma forma que en otros tipos de redes locales (donde el medio físico se comparte entre todas las estaciones), una estación que esté preparada para transmitir una o varias tramas deberá esperar su turno de acuerdo al protocolo de control del acceso al medio, cuando una estación tenga el permiso para transmitir, insertará las tramas al anillo (una a la vez), cada trama viajará por el anillo (en una sola dirección), pasando por todas las estaciones

Aunque en la actualidad se conocen diversas técnicas para controlar el acceso al medio en una red con topología de anillo, la técnica más común se conoce como *Token Ring*. Esta técnica, esta basada en la circulación de un patrón de bits único (*token*) que otorga el permiso de transmisión, fue adoptada por el comité IEEE 802 encargado de los estándares para redes de Área Loca y Metropolitana.

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

El estándar **IEEE 802.5** describe el funcionamiento de una red *Token Ring* con las siguientes características:

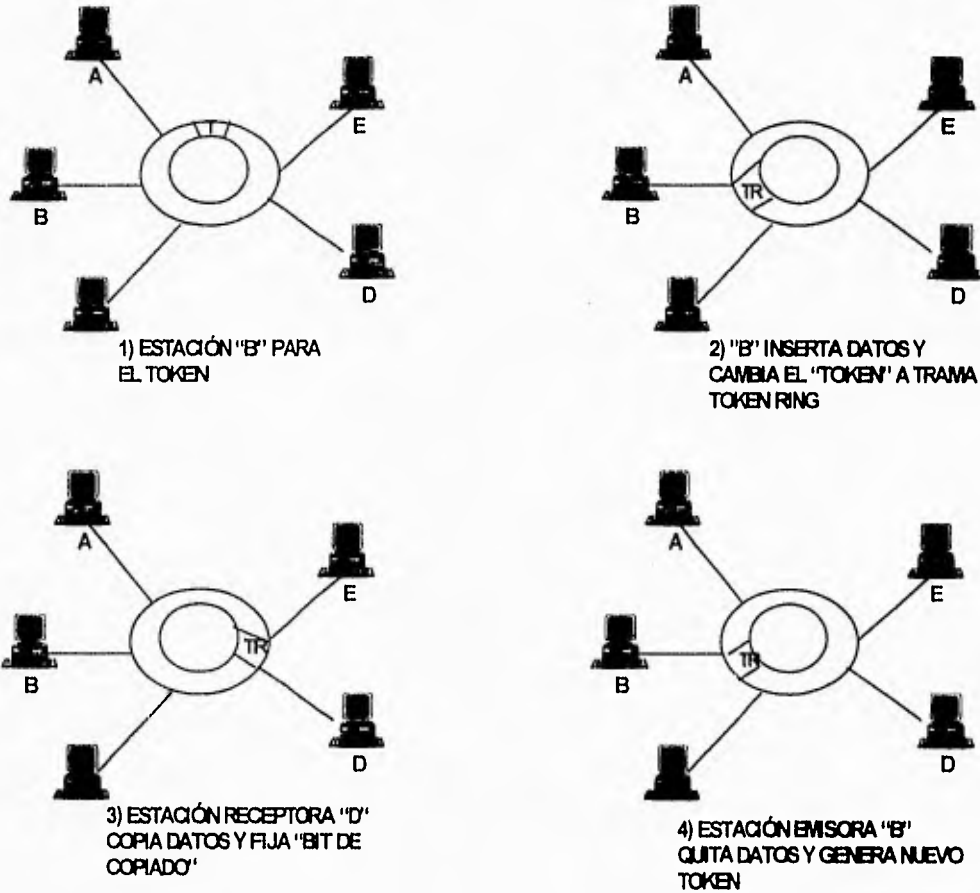
- Red local de datos basada en el método de acceso al medio **TOKEN PASSING**.
- El medio de Transmisión no representa realmente un medio de difusión, sino una colección de enlaces individuales que conforman un círculo.
- Topología de tipo **ANILLO**.
- Señalización: *Manchester Diferencial*
- Existe una estación monitora que puede ser la que lleve el control del anillo para generar un nuevo token, esta estación puede ser cualquiera de los nodos.
- Velocidad de 4 y 16 Mbps.
- Medio de transmisión Par trenzado, el uso de otros medios está sujeto a futuras consideraciones.

### II.17 MÉTODO DE ACCESO MEDIO (TOKEN PASSING)

- Utilizado en redes en anillo y en bus (token ring, FDDI, IEEE 802.4).
- Se basa en un esquema determinístico de asignación del medio de transmisión.
- Utiliza un patrón de bits particular, llamado "token" que circula a lo largo del anillo, habilitando a una estación que desee transmitir.
- Las máquinas están configuradas de tal manera que funcionan como repetidores.
- Eficiencia máxima del canal de transmisión.
- Existe un tiempo máximo para transmitir.
- El tiempo para acceder al canal es mas lento, ya que se tiene que pasar la estafeta por todas las estaciones de trabajo y se debe esperar hasta que llegue su turno para transmitir.

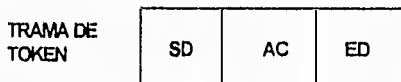
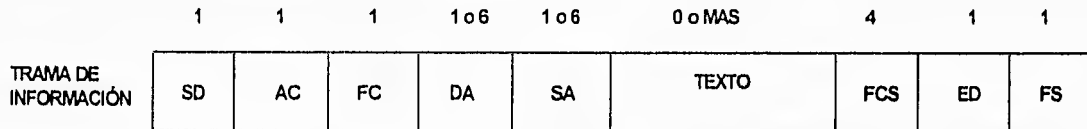


### II.18 OPERACIÓN DEL TOKEN RING 802.5



T = "TOKEN"  
TR = TRAMA DE TOKEN RING

### II.19 FORMATO DE LA TRAMA IEEE 802.5



- Delimitador de Arranque (SD): indica el arranque del token o de la trama, el SD consiste en un patrón de señalización que es distinguible de los datos.
- Control de Acceso (AC): contiene los bits de prioridad, reservación, monitor y el bit TOKEN.
- Control de Trama (FC): indica si la trama contiene datos LLC o se trata de una trama de control MAC;
- Dirección Destino y Dirección Fuente (DA) y (SA): indican quien genera la trama y a quien va dirigida.
- TEXTO: contiene los datos LLC o información relacionada con operaciones de control del protocolo MAC.

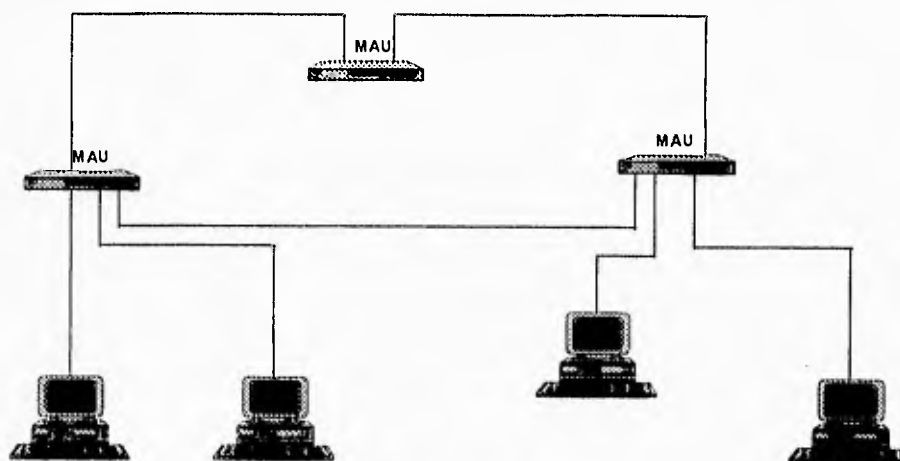
## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

- Secuencia de Prueba de Trama (FCS): mecanismo de chequeo de redundancia ciclica de errores.
- Delimitador Final (DE): indica el final de la trama.
- Estado de la Trama (FS): indica si la estación origen reconoce su dirección y si ha copiado la trama mediante los bits A y C.
- Aquí si existen prioridades.

### II.20 TOKEN RING DE IBM

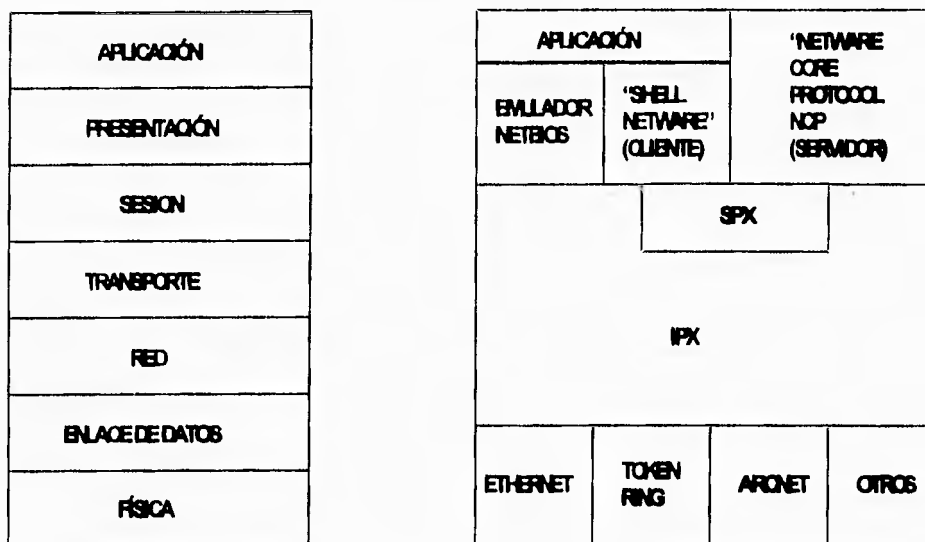
- Fruto de una investigación de los laboratorios de IBM en Zurich, suiza y en Triangle Park, North California.
- Anunciada oficialmente a finales de 1985 por IBM.
- Permite la conexión de PC's separadas hasta 300 metros.
- Permite la conexión de PC's y terminales a computadoras anfitrionas sobre la misma red.
- Sirvió de base para la elaboración de la recomendación 802.5

### II.21 MODELO FÍSICO DEL TOKEN RING DE IBM



HASTA 300 Mts CON STP (PAR TORCIDO BLINDADO)  
HASTA 100 Mts CON UTP (PAR TORCIDO NO BLINDADO)

## II.22 LOS PROTOCOLOS EN LAS REDES LOCALES NETWORKWARE Y EL MODELO DE REFERENCIA OSI



## II.23 INTERNETWORK PACKET EXCHANGE (IPX)

- Protocolo de capa de red orientado a no conexión (DATAGRAMA).
- Es el protocolo IDP de XNS.
- Diseñado para operar en un ambiente de red ETHERNET.
- Máximo tamaño del paquete 576 bits (octetos), 30 bits del encabezado y 564 de datos.
- Su principal función es el de buscar la dirección en el protocolo de red.

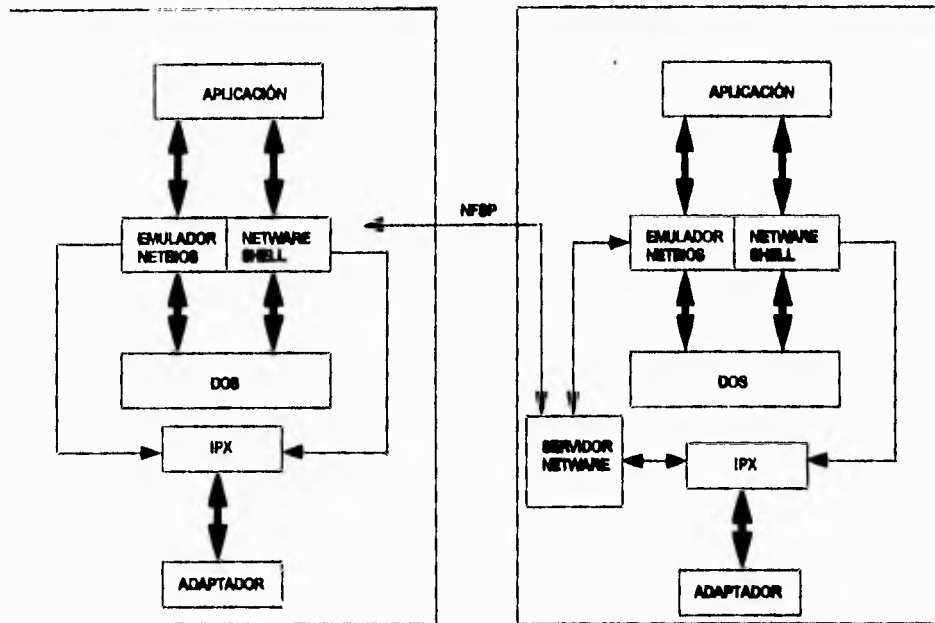
## II.24 SECUENCED PACKET EXCHANGE (SPX)

- Protocolo de capa de transporte orientado a conexión.
- Es el protocolo SPP de XNS.
- Garantiza enlace libre de errores entre estaciones de trabajo.
- Los circuitos virtuales SPX se denominan "CONEXIONES".
- Tiene la desventaja, para mensajes de "BROADCAST", de establecer primero cada enlace en forma individual.
- La principal aplicación del SPX es la de asegurar una comunicación libre de errores en los extremos.

## II.25 SISTEMAS OPERATIVOS DE RED

Conjunto de programas y protocolos de comunicación que permite a varias computadoras interconectadas en una red, compartir recursos de una manera organizada, eficiente y transparente para el usuario.

## II.26 EJEMPLO DE LA ARQUITECTURA DE UN SISTEMA OPERATIVO DE RED ARQUITECTURA DE ADVANCED NETWARE



## II.27 SISTEMA OPERATIVO DE RED DE ÁREA LOCAL

- Provee las características básicas de red y sus funciones.
- Esta con base al modelo **cliente-servidor**.
- Maneja la interfaz entre los servicios de transporte de la red y las aplicaciones residentes en el servidor.
- Provee acceso transparente del usuario a los recursos de la red.
- Control de acceso a los recursos
  - \* Quien entra a la red.
  - \* Que recursos están disponibles al usuario.
  - \* Que puede hacer el usuario con esos recursos.
- Mecanismos de control de acceso.
  - \* Privilegios y derechos de usuario múltiples.
  - \* Prevención de accesos múltiples.
  - \* Auditoría a los procesos en red.

## II.28 PRINCIPALES ATRIBUTOS DE UNA RED LOCAL

Las principales características o atributos de una red local son las siguientes:

- Las conexiones entre las estaciones de trabajo suelen tener longitud comprendidas entre algunos cientos de metros a varios kilómetros.
- Una red local transmite datos entre estaciones de usuario y ordenadores ( aunque algunas redes pueden transportar también imágenes o sonidos ).
- La capacidad de transmisión de una red local suele ser mayor que la de una red extensa.: las velocidades de transmisión suelen estar comprendidas entre 1 Mbit/segundo y 20 Mbits/segundo.

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

- El canal de la red local suele ser propiedad de la misma organización que utiliza la red. Por lo general, las compañías telefónicas no interviene en su propiedad ni en su gestión. No obstante, estas compañías intentan atraer a los usuarios de redes locales con una amplia variedad de opciones, como las basadas en el servicio Centrex (Commutación centralizada)
- La tasa de errores de una red local suele ser considerablemente menor que la del canal telefónico orientado a redes extensas. Por poner un ejemplo, no es raro encontrar tasas de 1:10 elevado a la 8.

### II.29 REDES METROPOLITANAS ( MAN )

La red metropolitana se encuentra entre las LAN ( red de área local ) y las WAN (red de área extendida) , está en sus primeras fases de desarrollo. Esta es una red que cubre una ciudad completa, pero utiliza la tecnología desarrollada para LAN. Las redes de televisión por cable, son ejemplos de MAN analógicas para el caso de distribución de televisión. Las MAN que nos interesan son digitales y tienen el propósito de interconectar ordenadores entre sí y no equipos de televisión, aunque algunas de ellas puedan llegar a utilizar el cable coaxial de banda ancha como medio de transmisión. La mayor parte del estudio de los protocolos de las LAN también es válida para el caso de las MAN.

### II.30 ASIGNACIÓN ESTÁTICA DE CANAL EN LAN Y MAN

La forma tradicional de asignar un canal simple, como podría ser un troncal telefónico, entre varios usuarios compitiendo por él, es a través de una FDM ( Multiplexación por división de frecuencia, MDF ). Cuando solamente hay un número pequeño y fijo de usuarios, y cada uno de ellos tiene una carga ( almacenada ) muy grande de tráfico ( como por ejemplo, las centrales de conmutación de los proveedores ), la FDM resulta ser un mecanismo muy simple y eficiente de asignación de canal.

Sin embargo, cuando el número de estaciones de trabajo es muy grande y varía continuamente, o bien, el tráfico se presenta por ráfagas intempestivas, la FDM tendrá algunos problemas. El bajo rendimiento de la FDM estática puede verse con facilidad a partir de un simple cálculo basado en la teoría de las colas. El retardo promedio utilizando la FDM es N veces más ineficiente que para el caso en donde todas las tramas fueran, de alguna forma, mágicamente ordenadas en una gran línea de espera central.

Los mismos argumentos que se aplican a la FDM, también se utilizan para el caso de multiplexación síncrona por división en el tiempo. Cada usuario tiene estáticamente asignada la ranura de tiempo N-ésima. Si la asignación, por alguna razón, no se llegará a utilizar, simplemente se quedará sin usar

Ninguno de los métodos de comunicación de datos tiene buenos resultados bajo estas condiciones; se necesitará un método genuinamente nuevo para la asignación del canal.

### II.31 ASIGNACIÓN DINÁMICA DE CANAL EN LAN Y MAN

Antes de comenzar con el primero de los métodos de asignación de canal, es conveniente formular cuidadosamente el problema de dicha asignación. Se han desarrollado cinco hipótesis clave, como base de trabajo de esta área, las cuales se describen en seguida.

1.- **Modelo de estación.** Este modelo consta de N estaciones independientes ( ya sean ordenadores o terminales ), cada una de las cuales tiene un programa o un usuario que genera tramas para la transmisión.

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

2.- **Hipótesis de un solo canal.** En este caso se tiene un solo canal disponible para llevar a cabo todas las comunicaciones; todas las estaciones pueden transmitir, y también recibir, a través de él. Todas las estaciones son equivalentes, por lo menos en lo que se refiere al hardware, aunque pueden asignárseles algunas prioridades por medio de los protocolos desarrollados por software.

3.- **Hipótesis de colisión.** Si dos tramas se transmiten en forma simultánea se superpondrán en el tiempo y se tendrá como resultado una señal mutilada. A este evento se le conoce como colisión. Todas las estaciones pueden detectar colisiones. Una trama que haya sufrido una colisión, deberá transmitirse otra vez posteriormente. No habrá ningún otro tipo de errores sino los generados por las colisiones.

4a.- **Tiempo continuo** La transmisión de la trama puede comenzar en cualquier instante. No existe ningún control maestro que se encargue de dividir el tiempo en intervalos discretos.

4b.- **Tiempo ranurado.** El tiempo está dividido en intervalos discretos ( ranuras ) y la transmisión de tramas siempre empezará en el comienzo de una ranura. Una ranura puede tener de 0, 1 o más tramas, correspondiendo a una ranura inactiva, a una transmisión con éxito, o bien, a una colisión, respectivamente.

5a.- **Detección de portadora** Las estaciones pueden ver si el canal está en uso, antes de tratar de utilizarlo. Si el canal se detecta como ocupado, ninguna estación intentará utilizarlo, hasta que se encuentre inactivo.

5b.- **No detección de portadora.** Las estaciones no pueden comprobar el canal antes de utilizarlo; sino que simplemente siguen adelante y transmiten a través de él. Sólo después pueden llegar a determinar si la transmisión tuvo éxito.

La primera de las hipótesis indica que las estaciones son independientes y que el trabajo se genera a una velocidad constante; también, se supone implícitamente que cada una de las estaciones sólo tienen un programa o un usuario, de tal manera que, mientras la estación esté bloqueada, no se podrá generar un nuevo trabajo. Modelos más sofisticados permiten estaciones multiproceso, con las cuales se podrá generar un trabajo mientras la estación permanezca bloqueada, pero el análisis de este tipo de estaciones tiene mayor grado de complejidad.

La hipótesis de un sólo canal es fundamental. No existen caminos externos capaces de ser utilizados para la comunicación. Las estaciones no pueden alzar la mano para solicitar la atención

La hipótesis de la colisión, también, es fundamental: aunque en algunos sistemas ( esencialmente paquetes de radios ) ; cuando ocurre una colisión, las señales más fuertes todavía pueden ser detectadas. A este efecto se le conoce como *efecto de captura*.

Hay dos hipótesis alternativas con respecto al tiempo; ya sea éste de tipo continuo o ranurado. Dado que el uno o el otro son utilizados por sistemas diferentes.

Una red, de igual manera, puede tener o no una detección de portadora, pero no ambas. Las estaciones de redes con detecciones de portadora pueden llegar a concluir sus transmisiones en forma prematura, y descubren que han sufrido una colisión con alguna otra transmisión.

## II.32 COMPARACIÓN DE REDES DE ÁREA LOCAL

Es importante hacer notar que las tres normas diferentes para redes de tipo LAN (red de área local, RAL), utilizan aproximadamente una tecnología parecida y, también, consiguen un rendimiento muy similar. Comenzaremos con las ventajas del 802.3. Este es, con mucho, el tipo que se usa más en la actualidad dado que cuenta con una enorme infraestructura y una considerable experiencia operativa. El algoritmo es simple.

Las estaciones pueden instalarse muy rápido, sin necesidad de desactivar la red. Se utiliza cable pasivo y no es necesario el empleo de modems. Además el retardo encontrado por cargas bajas es prácticamente cero.

Por otra parte, el 802.3 tiene una componente analógica muy importante. Cada estación tiene que ser capaz de detectar la señal más débil procedente de una estación aún cuando ella misma está transmitiendo; además, todos los circuitos que se utilizan para la detección de colisiones en el receptor-transmisor son de naturaleza analógica. Dado que existe la posibilidad de tener tramas abortadas por colisiones, la trama mínima válida es de 64 octetos, que viene a representar un retardo substancial, cuando los datos de una terminal estén constituidos precisamente por un solo carácter.

Más aún, el 802.3 es de naturaleza no determinística, característica, que en ciertas ocasiones, viene a ser inapropiada para trabajos en tiempo real. No tiene prioridades. La longitud del cable está limitada a 2.5 Km. ( cuando se utilizan repetidores ), por que la longitud completa ( de ida y de vuelta ) del cable determina el tiempo de ranura y, por consiguiente, su rendimiento.

Para condiciones de carga elevada, la presencia de colisiones llega a ser un problema relevante, que puede afectar muy seriamente el rendimiento. Además el 802.3 no resulta ser muy apropiado para utilizarse en aplicaciones con fibra óptica, debido a la dificultad que presenta la instalación de los conceptos.

Ahora se considerará al 802.4, es decir, el paso de testigo en bus. Este utiliza un cable de televisión sumamente fiable, que se encuentra disponible en los mostradores de muchos distribuidores. Es más determinístico que el 802.3, aunque el hecho de que se presenten pérdidas repetitivas del testigo en momentos cruciales, llega a introducir más incertidumbre que la que quisieran admitir los que la apoyan. Además, puede manejar tramas con una longitud mínima.

El paso de testigo bus, también soporta prioridades y puede configurarse con objeto de proporcionar una porción garantizada del ancho de banda al tráfico de alta prioridad, como la voz digitalizada. También, tiene un excelente rendimiento y eficiencia para condiciones de carga elevada, llegando a ser efectivamente un TDM ( Multiplexor por división de tiempo ) . Por último, el cable de banda ancha soporta canales múltiples, no sólo para la transmisión de datos, sino también para voz y televisión

Los sistemas de banda ancha, desde el punto de vista negativo, utilizan una parte significativa de ingeniería analógica, incluyendo los modems y los amplificadores de banda ancha,. El protocolo que utiliza es extremadamente complejo y presenta un retardo substancial para condiciones de carga baja ( Las estaciones siempre deben esperar al testigo aún cuando el sistema se encuentre en un estado inactivo). Por último, su adaptación para aplicaciones con fibras ópticas llega a ser muy deficiente.

Ahora se considerará el paso de testigo en anillo, el cual utiliza conexiones punto a punto, quiere decir que su ingeniería es muy sencilla y totalmente digital. De hecho, los anillos pueden construirse con el empleo de cualquier medio de transmisión, desde una cable hasta fibras ópticas. El par trenzado corriente es económico y fácil de instalar. El empleo de centrales de cables hace que el paso de testigo en anillo sea la única red de tipo LAN que pueda detectar y eliminar de manera automática los fallos de los cables.

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

Al igual que en el caso del paso de testigo en bus, es posible tener prioridades aunque el esquema no resulta tan sencillo. De la misma manera, es posible tener tramas cortas, pero a diferencia del paso testigo en bus, éstas son arbitrariamente largas y sólo están limitadas por el tiempo de retención del testigo. Por último el rendimiento y la eficiencia, para condiciones de carga elevada, son excelentes, al igual que en el caso anterior y a diferencia del 802.3.

La principal desventaja es la presencia de la función supervisora centralizada, que introduce un componente crítico. Aunque se pueda substituir una estación supervisora que haya sido aniquilada; una que se encuentre en malas condiciones puede llegar a producir dolores de cabeza. Además, al igual que en todos los esquemas de paso de testigo, aquí hay cierto retardo para condiciones de carga baja, porque la estación emisora debe esperar a recibir el testigo.

Es importante también señalar que ha habido una serie de estudios referentes a tres tipos de redes LAN ( Bux, 1987; Ferguson, 1986; Hammond y O'Reilly, 1986; Sachs y Cois, 1985; Schwarts, 1987; y Stuck, 1983 ). La conclusión principal que se puede extraer, a partir de estos estudios, es que no se puede concluir nada de ellos. Uno siempre puede llegar a encontrar un conjunto de parámetros que hagan aparecer un tipo de LAN mejor que las otras.

La única afirmación general indiscutible, es el hecho de que la sobrecarga de una red LAN 802.3 la colapsará totalmente, pero la sobrecarga sobre un sistema basado en un testigo tendrá una eficiencia que se aproxima al 100 %. Para aquellas personas que planteen hacer funcionar su red de tipo LAN en condiciones de sobrecarga, el 802.3 no es la mejor de utilizar. Para aquellos que planteen tener condiciones de carga ligera a moderada, obtendrán un buen rendimiento con cualquiera de las tres, de tal forma que los factores, diferentes al rendimiento, serán quizás más importantes.

Dada la posibilidad de que los tres tipos de LAN coexistan durante los próximos años, el punto referente a la interconexión de diferentes tipos de LAN, representa un aspecto muy importante.

### II.33 ISDN PBX versus LAN

Ahora hagamos una breve comparación entre las redes PBX ( Central privada ) de la ISDN ( Red digital de servicios integrados, RDSI ) y las de tipo LAN ( Red de área local, RAL ). Una PBX se puede utilizar para conectar todas las estaciones de un edificio así resulta claro que viene a ser un competidor de las redes de tipo LAN. La PBX puede utilizar un cableado telefónico para su funcionamiento, eliminando la necesidad de recablear el edificio, lo cual es una gran ventaja. A través de ésta también puede transmitirse voz y datos sobre la misma red, lo cual representa otra gran ventaja. Además, la PBX puede conectar estaciones no sólo con otras estaciones locales, sino también con las muy alejadas, de manera totalmente transparente, aspecto que viene a ser una nueva ventaja sobre las redes de tipo LAN, que necesitan emplear pasarelas y todo tipo de mecanismos complicados. Por último, el rendimiento local de una PBX puede con facilidad, exceder los 500 Mbps, algo que ninguna red de tipo LAN puede llegar a alcanzar.

El problema con las PBX es que todo lo realizan en grande. Las ventajas con respecto a las redes de tipo LAN son enormes, pero así también las desventajas. La peor es el pequeñísimo ancho de banda de 64 kbps que tiene cada canal de la ISDN. El hecho de tratar de escribir una memoria virtual en disco remoto, a través de un canal de 64 kbps, sería mortalmente lento. Incluso, tratar de leer un archivo de un servidor de archivo remoto, a la velocidad de 8000 octetos/segundo, sería intolerable.



## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

Otro de los problemas serios es el hecho de que el pbx es un circuito conmutado, que funciona bien cuando se trata de tráfico continuo, pero que es terrible para el tipo de tráfico, en forma de ráfaga que generan los ordenadores. Por lo tanto, una PBX con una capacidad promedio de 500 Mbps puede, en la práctica, ofrecer un rendimiento global menor que el ofrecido por una red de tipo LAN de 10 Mbps, porque la mayor parte de los 500 Mbps está dedicada a los canales, que no los necesitan, y aquellos canales que requieren gran ancho de banda, no los conseguirían.

Por último, un PBX es un componente centralizado, sumamente complicado. Es posible que un problema en una PBX pueda llevar al sistema a una desactivación completa. Por otra parte, algunas PBX contienen suficiente redundancia para hacer, que este evento no ocurra, aunque esta redundancia siempre representa un costo extra.

La controversia PBX-LAN, sin duda alguna, continuará durante mucho tiempo, sin que ninguna de las dos partes, obtenga una victoria definitiva. De hecho, es muy probable que muchas organizaciones lleguen a instalar los dos tipos de redes, utilizando la PBX principalmente para el tráfico entre máquinas distantes, y utilizando las redes de tipo LAN para el tráfico interno de las organizaciones. Tener pasarelas entre los dos tipos de redes facilitará la vida a los usuarios que necesiten acceder a ambas redes.

### II.34 REDES DE BANDA ANCHA Y DE BANDA BASE

En redes locales existen sistemas de banda ancha y de banda base. Las redes de banda ancha se caracterizan por operar con tecnología analógica: utilizan un módem para inyectar en el medio de transmisión señales portadoras, que son después modificadas ( moduladas ) por una señal digital. Debido a su naturaleza analógica, las redes de banda ancha suelen estar multiplexadas por división de frecuencia ( FDM ), lo cual permite transportar múltiples portadoras y subcanales por un mismo camino. La denominación de banda ancha se debe a que trabajan en una banda de frecuencia de radio de alta frecuencia ( entre 10 y 400 Mhz ).

No obstante, no todas las redes analógicas trabajan en frecuencias tan elevadas. Las que no cumplen esta característica no se consideran de banda ancha.

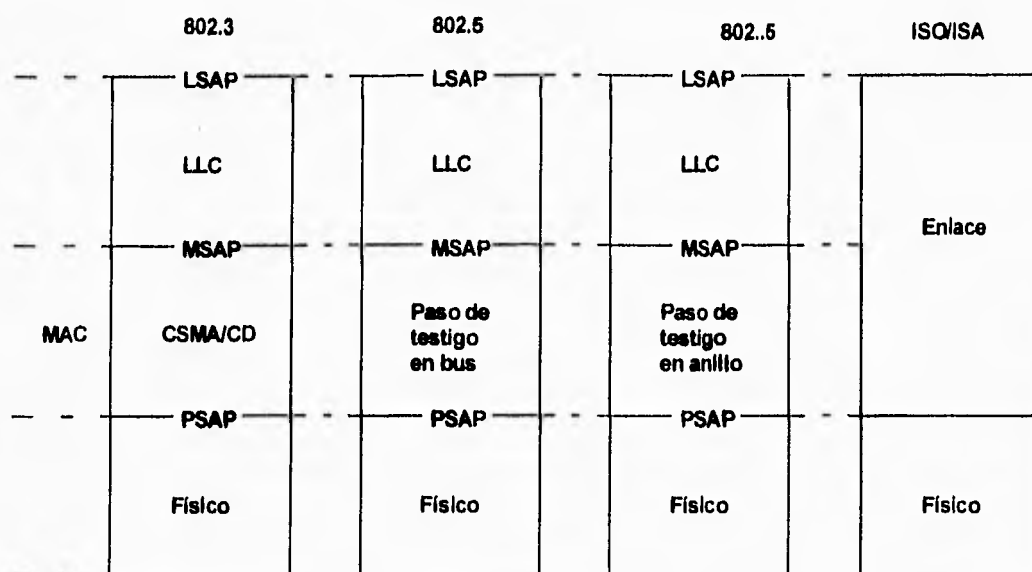
Las redes de banda base utilizan tecnología digital. Un controlador de línea introduce en el canal variaciones de tensión: El canal se comporta entonces como un mecanismo de transporte a través del cual se propagan estos pulsos digitales. Las redes de este tipo no consiguen ningún acceso múltiple al medio empleando portadoras analógicas ni técnicas FDM, sino mediante multiplexado por división de tiempo ( TDM ) o diversos protocolos.

Las redes locales en banda base son las más comunes, aunque algunos de los sistemas más pequeños ( de menos de 30 estaciones ) están siendo sustituidos por centrales privadas de conmutación ( PBX ). Las redes locales más grandes ( de más de 100 estaciones ) suelen utilizar técnica de banda ancha.

### II.35 RELACIÓN ENTRE LAS NORMAS ISO 802 Y EL MODELO ISO/CCITT

Los esfuerzos del IEEE han puesto especial énfasis en conseguir, dentro de lo posible, la compatibilidad entre las especificaciones 802 y el modelo ISA ( son las siglas en castellano que significan interconexión de sistemas abiertos de ISO ). En el momento presente, los comités 802 han desglosado el nivel de enlace en dos subniveles: control de acceso al medio ( Medium Access Control - MAC ) y control lógico de enlace ( Logical Link Control - LLC ). Como ilustra la siguiente figura; MAC corresponde a los comités 802.3, 802.4 y 802.5, mientras que LLC es responsabilidad de 802.2.

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN



Este desdoblamiento en MAC/LLC proporciona algunas características importantes. En primer lugar, controla el acceso a un canal compartido por varios ETD autónomos. En segundo lugar, ofrece un esquema descentralizado ( de igual a igual ) que disminuye la susceptibilidad de errores de la red. Por otra parte, constituye una interfaz más compatible en redes extensas, ya que LLC es un subconjunto del ámbito HDLC.

Y por último, LLC es independiente del método de acceso; MAC sí depende del protocolo. Este esquema operativo proporciona a la red 802 un interfaz muy flexible de entrada y de salida de la red.

Los tres niveles se comunican intercambiando primitivas y unidades de datos del protocolo a través de los puntos de acceso al servicio ( PAS - SAP en inglés ). Estos son los convenios de denominación de los PAS:

PSAP	PAS situado en la parte superior del nivel físico.
MSAP	PAS ubicado en la parte superior del nivel MAC.
LSAP	PAS colocado en la parte superior del nivel LLC.

### II.36 POSIBILIDADES DE CONEXIÓN DE UNA RED LOCAL

Al comenzar los trabajos del IEEE 802, se llegó a la conclusión de que el modelo ISA, por estar orientado a conexión, limitaba el alcance y la potencia de las redes locales. Por un lado, muchas aplicaciones locales no necesitan las funciones de integridad de datos que proporcionan las redes orientadas a conexión. Y por otra parte, los procesos de aplicación de alta velocidad no pueden tolerar la sobrecarga que supone el establecimiento y la liberación de los enlaces.

## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN

Este problema se acentúa especialmente en las redes de área local, en las cuales existen canales de alta velocidad con tasas de errores muy reducidas. Muchas aplicaciones de red local exigen rápidos enlaces con las demás aplicaciones. Otras requieren comunicaciones de muy alta velocidad entre los distintos ETD. Teniendo en cuenta estos hechos, los comités de normalización de redes locales decidieron incluir sistemas sin conexión dentro de las normas 802 ( datagramas ). En la figura aparece una comparación entre los modos ISA ( con conexión ) y 802 ( sin conexión ). El primero de ellos aparece en la figura a. Dos usuarios A y B, se comunican a través de un suministrador de servicios ( por ejemplo, la red local ) para A y de otro para B: En el modelo orientado a conexión podemos ver una solicitud que procede de A, es transportada a través de los suministradores de servicios y es recibida por B, que la considera una indicación. En el proceso inverso, B genera una respuesta, que es transportada a lo largo de los suministradores de servicios y llega a A, donde se interpreta como una confirmación.

La transferencia orientada a conexión exige un acuerdo entre tres partes. En la figura a, A y B son dos de las partes, y el suministrador de servicios es la tercera. Podemos examinar este método en paralelo con la idea de estratos lógicos. Los usuarios A y B son entidades  $n + 1$ , y el suministrador del servicio es la entidad  $n$ .

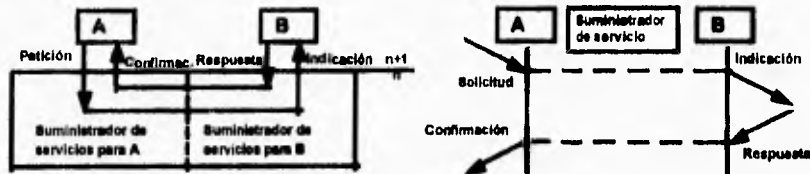
Las otras tres ilustraciones de la figura nos muestran un servicio en el que el último acuerdo sólo implica a dos partes - es decir, a A y B, o a A y al suministrador de servicios. Este último tiene conocimiento de conexiones que aparecen en la figura b y c. Por el contrario, en la figura d, el suministrador de servicios no sabe que acuerdos previos ha habido entre A y B.

En cualquiera de los tres modos del esquema IEEE, toda la información necesaria para dirigir la unidad de datos a su destino es presentada al suministrador del servicio - el nivel  $n$  - al mismo tiempo que los propios datos. En consecuencia, las direcciones de destino, la información del protocolo y los campos de comprobación de errores atraviesan la red como una única entidad. Una vez verificado el intercambio de esta información entre A y B el suministrador del servicio, no vuelve a existir ninguna comunicación entre este último y los niveles de usuario, sea cual sea la suerte que hayan corrido los datos e independientemente de la disposición de los mismos. Ello no implica, no obstante, que A y B no puedan ponerse de acuerdo previamente para establecer determinadas velocidades de transmisión o especificar la tasa de error admisible.

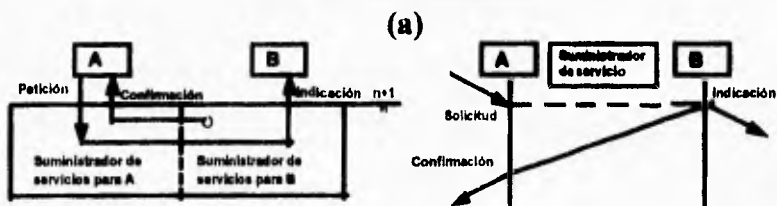
El suministrador de servicios, o nivel  $n$ , no interviene en los posibles acuerdos previos entre las entidades  $n + 1$ , es decir, A y B. En cierto sentido, sirve de transportador pasivo de los datos de una estación a otra. Gracias a esta filosofía, el entorno entre A y B se simplifica bastante en configuraciones no orientadas a conexión, ya que cada parte sólo tiene frente a sí al suministrador de servicio.

Para el suministrador de servicios, cada unidad de datos que llega no guarda relación con ninguna otra unidad de datos, ya proceda de A hacia B o viceversa. Por lo tanto, no es necesario que las unidades de dato entregadas al suministrador de servicio sigan un orden determinado. En un entorno no orientado a conexión, el secuenciamiento no es responsabilidad suya. De este modo se consigue una gran flexibilidad, porque el suministrador del servicio no necesita verse envuelto en los detalles de la conexión entre A y B.

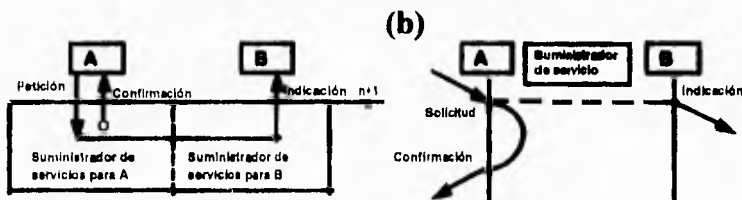
## Capítulo II Redes de Área Local (802.3 802.4 802.5) y MAN



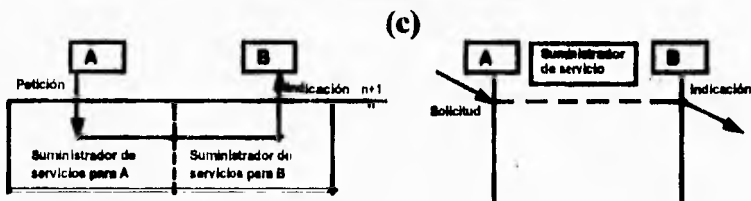
**Modelo orientado a conexión**



**El suministrador de servicio remoto confirma**



**El suministrador de servicio local confirma**



**El suministrador de servicio no confirma**

**(d)**

*MEDIOS  
DE  
TRANSMISION*

## MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

### III.1.- INTRODUCCIÓN.

La interconexión entre las estaciones de la red se realiza a través de un medio físico de transmisión. Las diferentes tecnologías usadas determinan entre, otros aspectos, el ancho de banda, la posibilidad de conexión punto a punto o multipunto, las distancias físicas involucradas y la confiabilidad.

La elección del medio de comunicación es un aspecto importante en el nivel físico, debido al efecto que tiene en el costo del sistema y en la velocidad a la cual se transmitirán los datos. Un tema muy relacionado con la elección del medio de comunicación es la determinación del tipo de modulación a utilizar. Se debe decidir si el sistema de transmisión será en Banda Base o de Banda Ancha.

Uno de los componentes más importantes que afecta a la operación de una red local es el medio de transmisión. Hay una gran cantidad de medios para el diseñador de la red: el medio elegido debe adaptarse a los requisitos de entorno y costo.

Lo primero que hay que considerar en un medio de comunicación es si soportará las velocidades de transmisión que se esperan de la red local, comúnmente de 100 Kbps a 100 Mbps. Esto se determina midiendo el grado en el cual una señal que se introduce al final de una sección del medio se distorsiona o atenúa antes de llegar al otro lado.

Un segundo aspecto de la elección del medio de comunicación es el costo en función de la longitud y la conexión. Aunque la escala de las redes locales es menor comparada con las globales. Entonces el hecho de que una de las restricciones de este tipo de redes sea el bajo costo, significa que el costo del portador debe ser limitado. Los medios tradicionales, como el cable de par trenzado o el coaxial, se están reemplazando por nuevos portadores, como fibras ópticas, cuyo costo desciende con la misma rapidez con que avanza esa tecnología.

Otro elemento importante en la elección del portador es la facilidad de instalación y mantenimiento. Una red de área local debe ser de estructura modular. Lo que implica que debe ser fácil de extender, añadiéndole longitudes adicionales del medio. La facilidad de instalación y mantenimiento también reducirá el costo total del sistema.

A continuación examinaremos con más detalles cada una de las tecnologías de medios de comunicación.

### III.2.- CLASIFICACIÓN.

El medio de transmisión es la facilidad física usada para interconectar juntas estaciones del usuario y dispositivos, para crear una red que transporte mensajes entre las mismas.

La selección del medio físico a utilizar depende de:

- Tipo de ambiente donde se va a instalar.
- Tipo de equipo a usar.
- Tipo de aplicación y requerimientos.
- Capacidad económica (relación costo/beneficio esperada).
- Oferta.

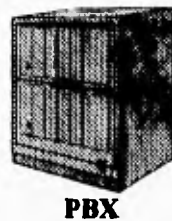
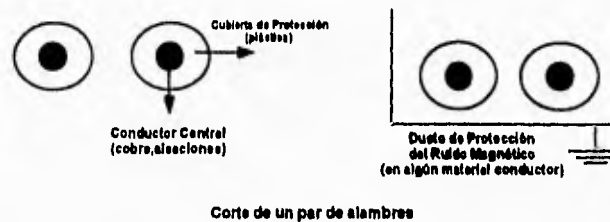
Los diferentes tipos de ENLACES FÍSICOS TERRESTRES son:

- Par de cables torcidos (Par trenzado).
- Cable coaxial de Banda Base.
- Cable coaxial de Banda Ancha.
- Fibras Ópticas.

### III.3.- PAR DE CABLE TORNEADOS (PAR TRENZADO).

Un par trenzado tiene dos hilos enrollados en espiral, con objeto de reducir el ruido y mantener constantes las propiedades eléctricas del medio a lo largo de su longitud. Este tipo de medios de comunicación puede soportar frecuencias de transmisión de datos de hasta 10 Mhz sin un grado de atenuación alto. Se pueden extraer los datos de la señal recibida después de haber sido transmitido a lo largo de varios cientos de metros de cable. La inmunidad a los ruidos varía de acuerdo a la calidad y al tipo que se trate (siempre blindado). En el lado receptor se utiliza un amplificador para reforzar la señal. Una gran ventaja de este medio es que resulta barato y fácil de instalar. La instalación de nuevos tramos es sencilla. En general, habrá un enchufe estándar adecuado para determinada red y cada sección del medio tendrá uno conectado a cada extremo. Por tanto, la extensión de la red sólo implicará la separación y unión de enchufes.

Es el medio más común; usado también en PBX (Private Branch Exchange), centrales de conmutación de voz digital y datos.



A continuación describimos sus principales características:

- Un par puede transportar de 12 a 24 canales de grado de voz.
- Son válidos en cualquier topología: anillo, estrella, canal, árbol.
- Pueden transportar tanto señales digitales como analógicas.
- Una red típica puede tener conectados con éste medio hasta 1000 dispositivos del usuario.
- Alcance, hasta 3 Kms, dependiendo del producto.
- Permiten trabajar en HDX o FDX.
- Ancho de Banda: hasta 1 Mbps. Puede considerarse bastante limitado.
- Bajo costo. Puede existir una instalación en la planta.
- Alta tasa de error a grandes velocidades.
- Baja inmunidad al ruido, interferencia, etc.
- Requiere protección especial: Diferentes categorías de blindaje (UTP, nivel 5).

### III.4.- UTP NIVEL 5.

El sistema de cableado UTP, es el que se originó con el mundo de las telecomunicaciones, ha evolucionado para constituirse en una solución de cableado para redes LAN de alta velocidad. Adelantos significativos en la tecnología de cables y de equipos de conexión han permitido que esta evolución se hiciera posible.

Las características del cable par trenzado UTP nivel 5 son las siguientes:

- Costo relativamente bajo.
- Fácil administración del cable.
- Fácil de instalar.
- Eficiente en función del espacio requerido.
- Esta dentro de la Norma EIA/TIA-568.

Sus especificaciones son:

- > TSB-36 (rendimiento de cable UTP).
- > TSB-40 (rendimiento de equipo de conexión UTP).

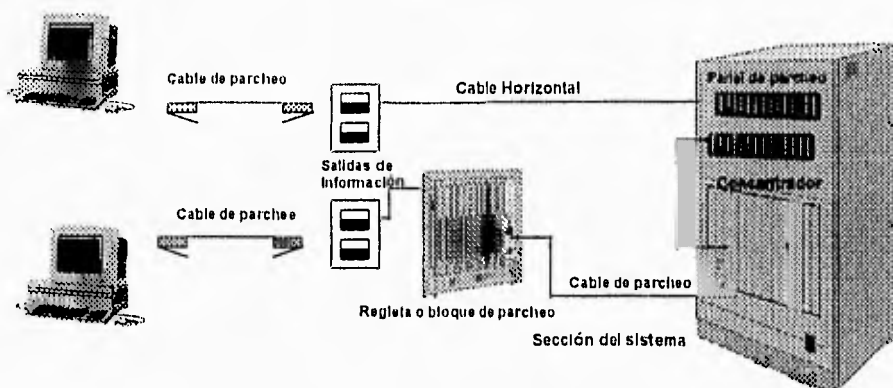
Sus productos son:

Como sucede con todos los sistemas de cableado, una variedad de productos distintos debe trabajar al unísono para permitir obtener el mejor funcionamiento posible.

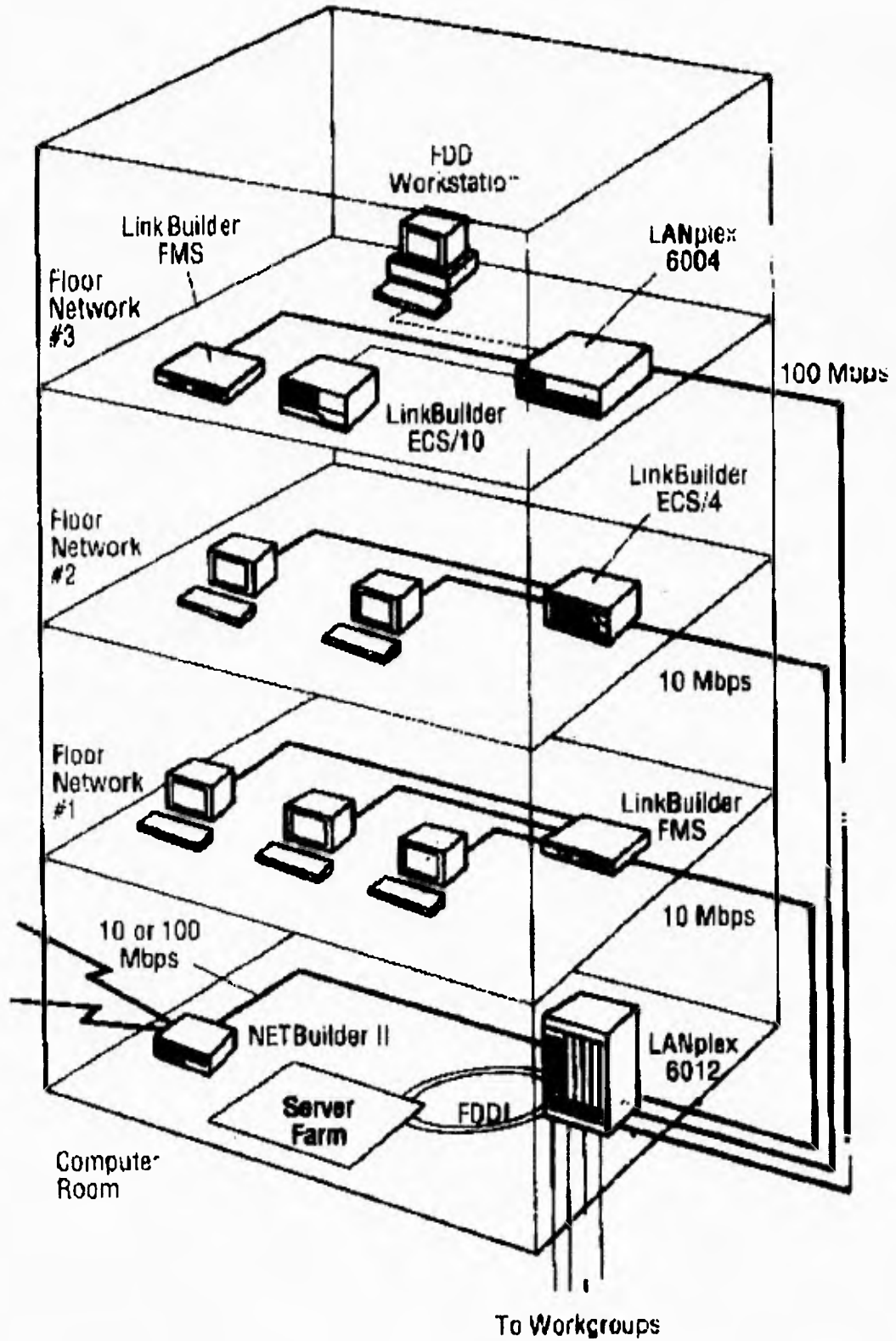
Para obtenerlo, cada componente deberá cumplir con la especificación requerida para la categoría deseada. Los componentes típicos de un sistema UTP son los siguientes:

- Productos para Interconexión-Bloques de perforaciones (tipo "Punch.Down"), o paneles de parcheo ("patch Panels"), modulares con conectores hembras, modulares de 8 posiciones.
- Cable horizontal de 4 pares.
- Salida de información-jacks modulares de 8 posiciones.
- Cable de Parcheo ("Patch Cable"), cable flexible de 4 pares.

#### Sección de la estación de trabajo







**UTP CATEGORÍA 5.**

Productos diseñados para la categoría 5:

- Cumplen y superan los requerimientos definidos por la EIA/TIA-568, y la TSB-40.
- Son probados a través de una frecuencia analógica de 100 Mhz, para transmisiones típicas de datos de hasta 100 Mbps.
- Se mantiene actualizados ante cambiantes tecnológicas para así proporcionar el mejor rendimiento disponible del sistema.
- Soporta todas las aplicaciones de voz y datos presentes, además de las nuevas que pueden surgir.

		1	4	8	100	16	20	25	31.25	62.5	100
		Mhz	Mhz	Mhz	Mhz	Mhz	Mhz	Mhz	Mhz	Mhz	Mhz
<b>Conector</b>	Atn(dB)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
	NEXT (dB)	> 65	> 65	62	60	56	54	52	50	44	40
<b>Cable</b>	Imp.(Ohms+/- 15 %)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Ant. (dB/100m)	2.1	4.3	5.9	6.6	8.2	9.2	10.5	11.8	17.1	22.0
	NEXT (dB)	62	53	48	47	44	42	39	39	35	32
<b>Cable de Pacheo</b>	Imp.(Ohms+/- 15 %)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Ant. (dB/100m)	2.5	5.2	7.1	7.9	9.8	11.0				
	NEXT (dB)	62	53	-	47	44	42				

Todos los sistemas deben cumplir con los requerimientos de la EIA/TIA-568, para las configuraciones de los pines (pin-out), para la topología del cableado y para las limitaciones de las distancias. También las especificaciones mostradas para todos los componentes son para el rendimiento mínimo de las combinaciones pin/par. las especificaciones del equipo de conexión UTP reflejan el rendimiento de las combinaciones de conectores macho y hembra de 8 posiciones que se acoplan mutuamente. Los cables de parcheo de alto rendimiento solamente necesitan cumplir con las especificaciones de rendimiento diafónico de cerca del extremo (near-end), de su categoría, todas las otras características de los cables de parcheo para la conexión temporal están definidas en la norma EIA/TIA-568.

AWG	No. de Pares	Diámetro	Lbs/1000 ft	Diseño
24	2	.130	10	Fluoropolymer
24	3	.135	13	Fluoropolymer
24	4	.149	18	Fluoropolymer
24	6	.190	25	Fluoropolymer
24	8	.210	37	Fluoropolymer
24	12	.318	55	Fluoropolymer
24	25	.458	114	Fluoropolymer
24	2	.142	11	PolymerAlloy
24	3	.155	13	PolymerAlloy
24	4	.161	21	PolymerAlloy
24	6	.198	29	PolymerAlloy
24	8(2 X 4) <sup>1</sup>	.149 X .340	43	PolymerAlloy
24	8(2 X 4) <sup>2</sup>	.149 X .325	35	PolymerAlloy

Frecuencia (Mhz)	Atenuación (max)		NEXT
	dB/kft	dB/100 m	dB @ > 100 m
1	6.4	2.1	62
4	13	4.3	53
8	18	5.9	48
10	20	6.6	47
16	25	8.2	44
20	28	9.2	42
25	32	10.5	41
31.25	36	11.8	39
62.5	52	17.1	35
100	67	22.0	32

### Diseño

Conductor : 24 AWG sólido BC  
 Aislamiento : FEP  
 Aislante : gray-tek-polímero de fluoruro flexible sin polímero aislado

### Representación

DC Resistencia : 27 ohms/ft max. a 20°C

Capacitancia : 13.5 pf/ft nom a 1 KHz

Impedancia : 100 ohms +/-15% a partir de 1-100 Mhz

NVP : 73%

Estándares: de acuerdo con EIA/TIA - 568 & TSB-36 categoría 5 son productos UL y EL verificados

Aplicación: incluye sistema que aguanta 155 Mbps ATM y 100 Mbps TP-PMD, IEEE 802.3 y 802.5 voz, ISDN, etc.

### III.5- CABLE COAXIAL .

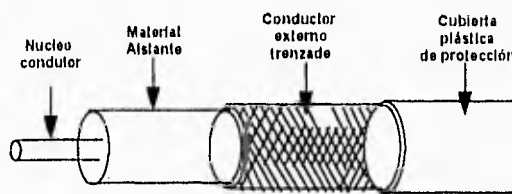
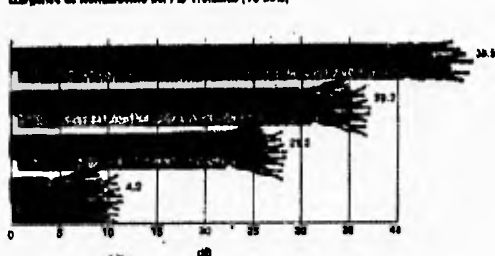
Es un cable conductor dual en el que uno de los conductores está envuelto por el otro para protegerlo del ambiente. La señal se transmite dentro del cable central, que está cubierto por un aislante. Este cilindro aislante se cubre con un pliegue del segundo conductor el cual se usa como nivel de tierra.

Dependiendo de la calidad de los conductores usados en la construcción del cable, la frecuencia de señal que puede soportar este portador con baja atenuación puede ser de varios cientos de Mhz. Esto significa también que se puede usar un cable coaxial de alto grado para enlaces de menor velocidad que se expanden a distancias mayores que las que puede alcanzar un Par Torcido sin necesidad de regenerar la señal. El cable coaxial tiene propiedades similares a las de un Par Torcido en lo que respecta a la facilidad de instalación y mantenimiento.

El cable coaxial (identificado con el término "coax"), es otro medio típico de transmisión. Hay dos tipos de cable coaxial que se utilizan con frecuencia, uno de ellos es el cable de 50 ohms, que se utiliza en la transmisión digital, en tanto que el otro tipo, el cable de 75 ohms, que se emplea en la transmisión analógica.

La transmisión del cable puede realizarse de dos maneras; en BANDA BASE donde la señal es enviada pulsando directamente el cable con corriente o tensión; y en BANDA ANCHA donde se utiliza una portadora modulada en la frecuencia de radio.

Márgenes de Distribución del Par Trenzado (16 MHz)



UN CABLE COAXIAL

### III.6- CABLE COAXIAL DE BANDA BASE.

La construcción del cable coaxial produce una buena combinación de un gran ancho de banda y una excelente inmunidad al ruido. El ancho de banda que se puede obtener depende de la longitud del cable; para cables de 1 Km, por ejemplo, es factible obtener velocidades de datos de hasta 10 Mbps, y en cables de longitudes menores, es posible obtener velocidades superiores. Se pueden utilizar cables con mayor longitud, pero se obtienen velocidades más bajas. Los cables coaxiales se emplean ampliamente en redes de área local y para transmisiones de larga distancia del sistema telefónico.

Existen dos tipos de cables coaxiales de banda base 10BASE5 y 10BASE2.

### III.7- CABLE COAXIAL 10BASE5.-

La velocidad de transmisión es de 10 Mbps, 500 metros de longitud máxima de segmento, un máximo de 5 segmentos ( con 4 repetidores) en cualquier trayectoria de red entre dos estaciones; tres de las cuales pueden ser segmentos coaxiales, más dos segmentos de unión "Link Segment "; Algo importante a destacar es el hecho de que la distancia máxima de un segmento se especifica por el retraso de propagación de una señal, no por su distancia, aunque muchos fabricantes hablan de 500 m, para cable coaxial al especificar el máximo alcance, normalmente descrito como 2,500 metros, 5 segmentos x 500 metros por segmento. Cuando no existe un segmento de enlace "Link Segment", puede coexistir en cualquier trayectoria hasta tres segmentos.

El cable debe ser terminado, con una impedancia característica de  $50 \pm 2$  omhs, y conectado a tierra en sólo un punto dentro del segmento de cable. Los MAU's (Unidad de Acceso al Medio), deben ser conectados en el cable a una distancia entre ellos de 2.5 metros.

### III.8- CABLE COAXIAL 10BASE2.-

La máxima distancia de un segmento es de 185 metros, el cable típicamente usado es el RG-58A/U, con un máximo de 5 segmentos (con 4 repetidores) entre dos estaciones; las mismas reglas que el 10BASE5, tres segmentos coaxiales y dos segmentos de unión, el cable debe ser terminado, con una impedancia característica de  $50 \pm 2$  omhs, y conectado en tierra sólo un punto de la red, las conexiones a través de adaptadores BNC en T, un total de 30 estaciones o nodos por segmento.

### III.9- CARACTERÍSTICAS DEL CABLE COAXIAL DE BANDA BASE.

- Existen 150 variedades de cables coaxiales.
- Transmiten una señal digital simple, en HDX.
- No hay modulación de frecuencia.
- Diseñados primariamente para comunicaciones de datos. Pero pueden acomodar aplicaciones de voz (no tiempo real) tal como "voice store & forward" y "freeze frame video". Se transmite la voz en forma digital.
- Es un medio "pasivo" donde la energía es provista por las estaciones del usuario.
- Uso de enchufes especiales para conexión física.
- Se conectan al transmisor-receptor; transceptor (transceiver).
- Se usa una "unidad de interconexión a la red" (NIU: Network Interface Unit), independiente o integrada, para conectar la estación del usuario a la red.
- Con el uso de repetidores, se alargan distancias (Regeneradores de señal).
- Generalmente usado con topología de canal (bus), lineal, árbol, y raramente anillo.
- Una red típica contiene 200-1000 dispositivos.
- Alcance de 1 a 10 kms.
- Ancho de banda, 10 Mbps.
- Bajo costo, simple de instalar y bifurcar.
- Poca inmunidad a los ruidos, puede mejorarse con filtros.
- El ancho de banda puede transportar solamente un 40% de su carga para permanecer estable.
- Se requieren conductos en ambientes hostiles, para aislamiento.
- Confiabilidad limitada.

### III.10- CONEXIONES DEL CABLE COAXIAL DE BANDA BASE.

Tradicionalmente se hace referencia a dos formas de conectar un sistema central con una o varias terminales o sistemas en red local, estas dos formas de conexión son: PUNTO a PUNTO y MULTIPUNTO.

Los tipos de conectores que emplean estas dos conexiones son de tipo UNIÓN "T" y la "VAMPIRO".

### III.11- CONEXIÓN PUNTO A PUNTO.-

Tal es el caso, cuando un enlace físico une sólo dos puntas de transmisión de datos, desde donde, por lo general, tanto se pueden enviar como recibir, la conexión Punto a Punto tiene importantes características:

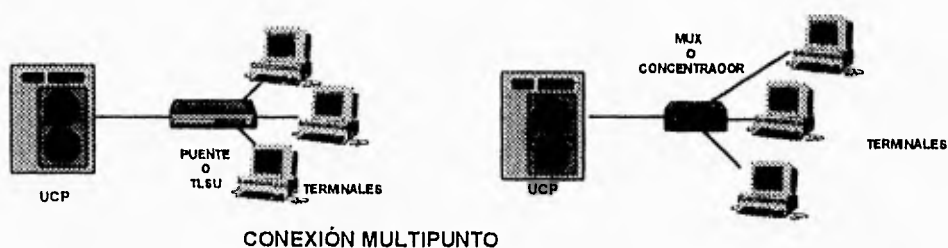
- Tiene bajo costo.
- Permite forma conversacional de comunicaciones.
- Apta para transmisión de lotes de datos.
- Válido en topología de estrella, anillo y árbol.
- Es de fácil implementación (en general es simple).
- Utilización de conectores en UNIÓN "T".



### III.12- CONEXIÓN MULTIPUNTO.-

Se utiliza el nombre de MULTIPUNTO cuando se hace referencia a un sistema central que conecta varias terminales o sistemas secundarios.

Dependiendo de la utilización o no, de dispositivos intermedios distinguiremos el MULTIPUNTO del denominado CADENA O CAIDAS MÚLTIPLES (MULTIDROP).



### III.13- CONEXIÓN MULTIPUNTO CON INTERMEDIARIO.-

Tal es el caso cuando se desea conectar una UCP y un grupo de terminales que se ubican en un mismo sitio.

El elemento intermediario utilizado puede variar desde una simple caja de conexiones a un concentrador. En algunos casos, el concentrador puede consistir en una simple tarjeta con circuitos, alojados dentro de uno de los dispositivos conectados (ya sea TIPO "T" o TIPO "VAMPIRO"), y no mayor de 10 x 10 cms.

La conexión multipunto y multipunto con intermediario tienen las siguientes características:

- Economiza líneas, modems, adaptadores, puertos del procesador.
- Exige la utilización de un intermediario.
- Exige la utilización de sondeo.
- Puede aumentar los tiempos de respuestas frente al Punto a Punto.
- Permite, normalmente, la conexión de más terminales por cada procesador central (en ambos tipos "T" o "VAMPIRO").
- Software y Hardware relativamente complejo.

### III.14- CONEXIÓN CADENA O CAÍDA MÚLTIPLE (MULTIDROP).-

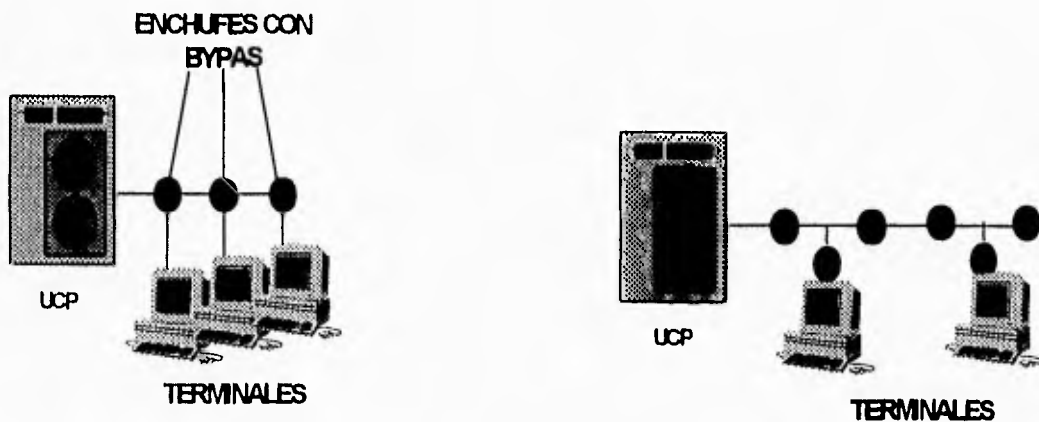
Básicamente permite las mismas facilidades que el caso anterior, sólo que no implica la utilización de un dispositivo extra, lo que no necesariamente significa menor costo, eso también depende del producto.

Dos variantes son las más comunes:

- Caída múltiple en el cable (multidrop).
- Cadena a través

Para sacar las derivaciones del propio cable se pueden recurrir a conectores especiales de tipo "T" o "VAMPIRO".

Otra forma de conectar terminales múltiples a un sistema central, es cuando los dispositivos utilizados tienen, internamente, un cableado de pasaje a través.

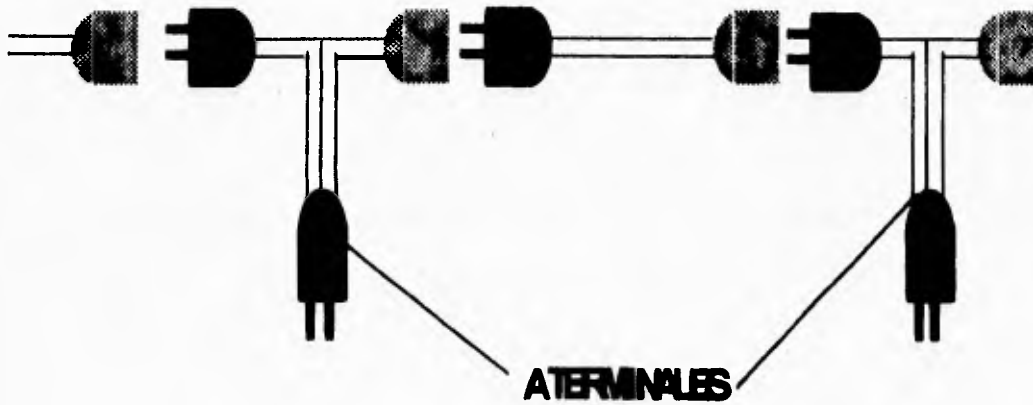


CAIDA MULTIPLE (MULTIDROP) EN EL CABLE

**III.15- TIPOS DE CONECTORES.-**

**III.16- CONECTOR TIPO "T".-**

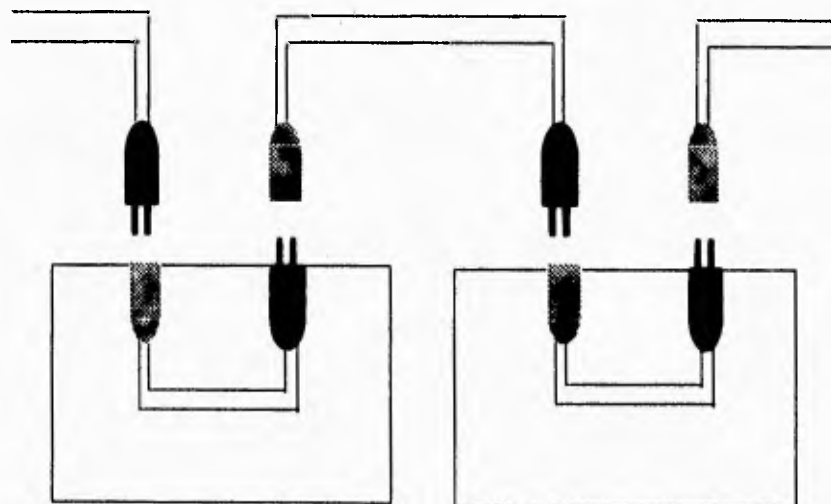
Existen dos formas de conectar ordenadores a un cable coaxial; la primera consiste en cortar con mucho cuidado el cable en dos partes e insertar una UNIÓN TIPO "T", que es un conector que reconecta el cable pero, al mismo tiempo, provee una tercera conexión hacia el ordenador.



**CABLE "T" PARA CADA MULTIFILE (MULTI-DROP)**

**III.17- CONECTOR TIPO "VAMPIRO".**

La segunda forma de conexión se obtiene utilizando un CONECTOR TIPO "VAMPIRO", que es un orificio, con un diámetro y profundidad muy precisas, que se perfora en el cable y que termina en el núcleo del mismo. En este orificio se atornilla un conector especial que lleva a cabo la misma función de la unión en "T", pero sin la necesidad de cortar el cable en dos.



**CONEXIÓN EN CADA MULTIFILE**



### III.18- COMPARACIONES.-

Existe mucha discusión sobre las desventajas y ventajas de estas dos técnicas de conexión.

El hecho de incluir una unión en "T" implica realizar un corte en el cable, lo cual significa desconectar la red por algunos minutos. Para una red de gran producción, en la que constantemente se conectan nuevos usuarios, el hecho de parar el funcionamiento de la red, aun por unos cuantos minutos, puede ser un acto indeseable. Además, cuanto más conectores haya en el cable, existe una mayor probabilidad de que alguno de ellos tenga una mala conexión y ocasionar problemas de vez en cuando.

Los conectores tipo "VAMPIRO" no presentan este tipo de problemas, pero deben ser instalados con mucho cuidado. Si el orificio se hace demasiado profundo, puede llegar a romper el núcleo y producir dos partes sin conexión alguna. Si la profundidad del orificio no es suficiente, se puede obtener errores intermitentes en la conexión.

Los cables que se utilizan con la conexión tipo "VAMPIRO" son más gruesos y de mayor precio que los utilizados con la unión en "T".

### III.19- CABLE COAXIAL DE BANDA ANCHA.

El sistema que considera el otro tipo de cable coaxial emplea la transmisión analógica en el cableado que se utiliza comúnmente para el envío de la señal de televisión por cable, y de le denomina de BANDA ANCHA. Aunque el término "Banda Ancha" proviene del medio telefónico, en el cual se refiere a frecuencias superiores a los 4 KHz, el significado de este término en el medio de redes de ordenadores se asocia a las redes de cables utilizadas para la transmisión analógica.

Dado que las redes de banda ancha utilizan la tecnología patrón para envío de señales de televisión por cable, los cables pueden emplearse para aplicaciones que necesiten hasta los 300 MHz (y en algunos casos hasta los 450 MHz), y extenderse a longitudes que alcanzan hasta los 100 m, gracias a la naturaleza analógica de la señal, que es menos crítica que la del tipo digital. Para transmitir señales digitales en una red analógica, cada interfase debe tener un dispositivo electrónico que convierta en señal analógica el flujo de bits de envío, y otro para convertir la señal analógica que llega en un flujo de bits.

Dependiendo del tipo(y precio) de estos dispositivos electrónicos, 1 bps puede llegar a ocupar un ancho de banda que va desde 1 a 4 Hz. Un cable típico de 300 MHz, por lo general, puede mantener velocidades de transmisión de datos de hasta 150 Mbps. Normalmente los sistemas de banda ancha se dividen en varios canales, por ejemplo los canales de 6 MHz utilizados para la difusión de señales de televisión.

Cada uno de los canales puede emplearse para señales analógicas de video, para audio de alta calidad o para un flujo digital de, por ejemplo a 3 Mbps, en forma independiente de los otros canales. En el mismo cable se pueden combinar las señales de televisión y datos. Una diferencia clave entre los sistemas de banda base y los de banda ancha es que en estos últimos se necesitan amplificadores que refuercen la señal en forma periódica.

Estos amplificadores sólo pueden transmitir las señales en una dirección, de tal manera que un ordenador que dé salida a un paquete de información no será capaz de alcanzar ordenadores que se encuentren "corriente arriba" de él, si existe un amplificador entre ellos. Para solucionar este problema, se han desarrollado dos tipos de sistemas de banda ancha: el de cable dual y el de cable sencillo.

Los sistemas de cable dual tienen dos cables idénticos que se tienden uno junto al otro. Para transmitir información, el ordenador manda información a su puerto de salida por medio del cable 1, el cual se extiende hasta alcanzar al dispositivo denominado repetidor central(head-end en inglés), localizado en la raíz del árbol del cable. Después, el repetidor central pasa la señal al cable 2 con objeto de que transmita la señal de regreso al árbol. Todos los ordenadores transmiten sobre el cable 1 y reciben por el cable 2.

El otro asigna diferentes bandas de frecuencias para las comunicaciones que salen y llegan sobre un cable sencillo. La banda de baja frecuencia se utiliza para la comunicación que va de los ordenadores al repetidor central, que entonces mueve la señal a la banda de alta frecuencia y la retransmite. En el sistema de asignación baja, se utiliza una frecuencia entre 5 y 30 MHz para el tráfico que llega, y entre 40 y 300 MHz para el tráfico de salida.

En el sistema de asignación media, la banda de entrada es de 5 a 116 MHz, en tanto que la banda de salida es de 168 a 300 MHz. La elección de las frecuencias de estas bandas tiene un carácter histórico, y está relacionado con la manera en que la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos asignó las frecuencias para la difusión de señales de televisión, para la cual se diseñó la banda ancha. Los dos sistemas de asignación necesitan un receptor central activo que acepte las señales de entrada en una banda y las retransmita en la otra.

Estas técnicas y frecuencias se desarrollaron para el envío de las señales de televisión por cable y se han adoptado para redes, sin hacerles modificaciones debido a las características de fiabilidad y costo relativamente bajo, de su hardware.

Los sistemas de banda ancha pueden utilizarse de diferentes maneras; algunas pares de ordenadores se les puede asignar un canal permanente para su uso exclusivo, en tanto que otros pueden pedir un canal temporal para su conexión en un canal de control y después conmutar sus frecuencias a ese canal por el tiempo de duración de la conexión.

Otro tipo de arreglo consiste en hacer que todos los ordenadores compitan por el acceso a un solo canal o a un grupo de canales.

Se ha discutido mucho acerca de la elección entre los sistemas de BANDA BASE y los sistemas de BANDA ANCHA. La instalación del sistema de Banda Base es muy simple y económica y utiliza interfaces baratas. Ofrece un solo canal digital con una velocidad de transmisión de datos de aproximadamente 10 Mbps, sobre una distancia de 1 Km, empleando un cable coaxial sin recubrimiento. Para la mayoría de las aplicaciones de comunicaciones de datos, los sistemas de Banda Base resultan muy adecuados.

Por otra parte, los de Banda Ancha necesitan ingenieros muy experimentados en radio frecuencias para planear la distribución adecuada del cable y amplificadores, así como para la instalación del sistema. También se requiere la presencia de personal capacitado para mantener el sistema y para que periódicamente sintonicen los amplificadores. El repetidor central también necesita mantenerse en buen estado porque un fallo sobre él nos llevaría a la desconexión del sistema. Las interfaces del sistema de Banda Ancha son, por lo general, más costosas que las del sistema de Banda Base.

El sistema de Banda Ancha, sin embargo, ofrece varios canales(aunque normalmente se limita a 3 Mbps cada uno), y pueden transmitir datos, voz y señales de televisión, en el mismo canal, por varias decenas de kilómetros si así fuera necesario. Para la mayoría de las aplicaciones, el ancho de banda adicional de los sistemas de Banda Ancha no llega a justificar su complejidad y elevado costo, de tal manera que los sistemas de Banda Base son los de mayor uso.

### III.20- CARACTERÍSTICAS DEL CABLE COAXIAL DE BANDA ANCHA.

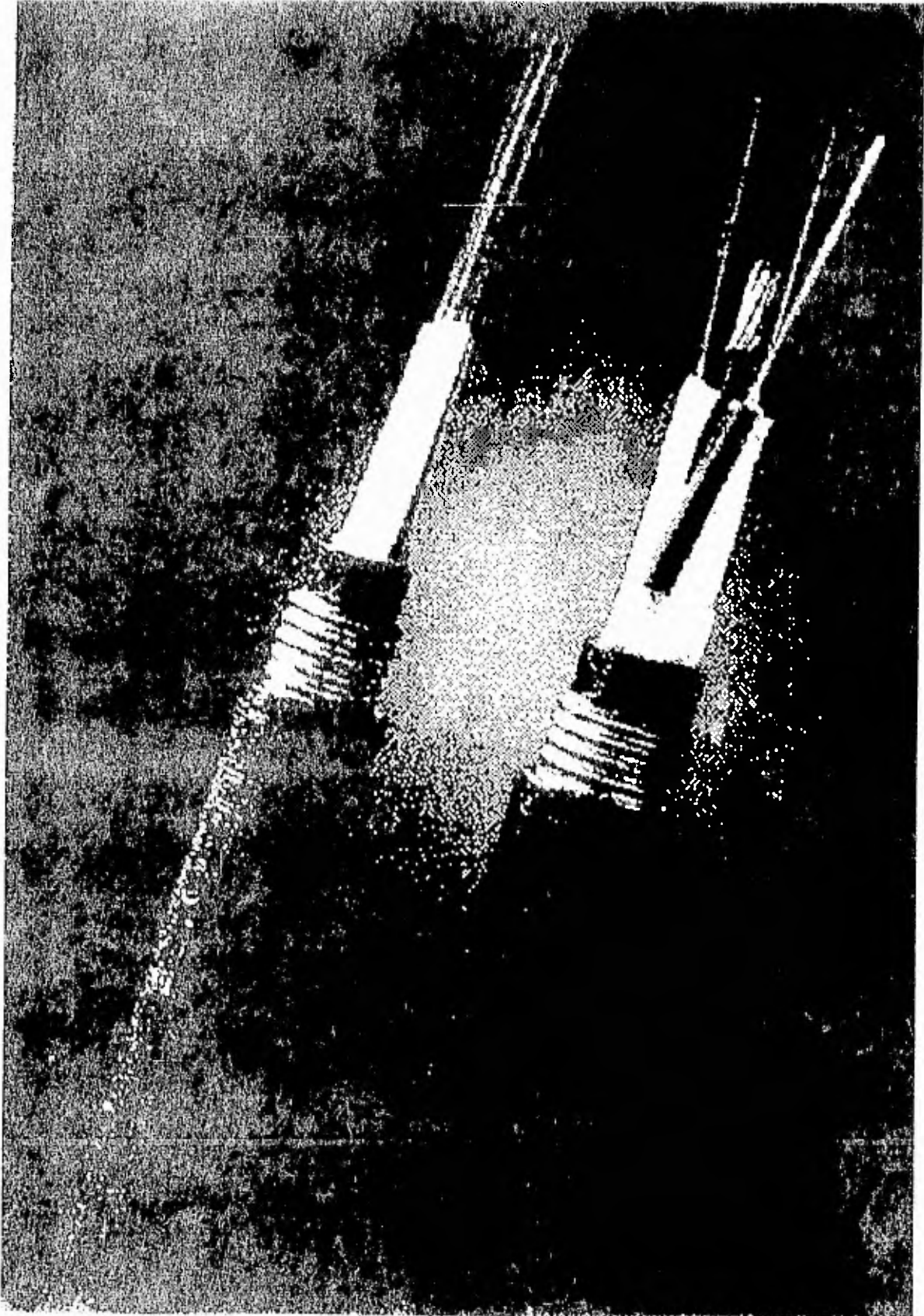
- Es el mismo usado en redes de televisión por cable.
- Se usa FDM.
- Se combina voz, datos y video simultáneamente.
- Se permite voz y video en tiempo real.
- La señal en el cable es en modo analógico de radio frecuencia (RF) y por lo tanto los datos deben ser modulados antes de la transmisión, usando un modem RF.
- Todas las señales son HDX, pero usando 2 canales se obtiene FDX.
- El cable coaxial de Banda Ancha se considera un medio activo ya que la energía se obtiene de los componentes de soporte de la red y no de las estaciones del usuario conectadas.
- Instalación más dificultosa que el de Banda Base. Componentes CATV.
- Se usan amplificadores y no repetidores (regeneradores).
- Debido a las amplificaciones y al alto número de canales, se pueden conectar hasta 25 000 dispositivos con un alcance de 5 kms.
- Topologías: Canal, árbol.
- Ancho de Banda máximo: 400 MHz. Puede transportar el 100% de su carga.
- Mejor inmunidad a los ruidos que el Banda Base.
- Es un medio resistente que no necesita conducto.
- Su costo es alto. Se necesitan modems en cada estación del usuario, lo que aumenta aún más su costo y limita las velocidades, etc.

### III.21- FIBRA ÓPTICA.

El cable de fibra óptica está constituido por un haz de finísimos hilos de fibra de vidrio. Las características de transmisión de los cables de fibra óptica lo hacen especialmente apropiados para usarse en las redes locales. La atenuación de las señales transmitidas es muy baja, comparada con la de los cables conductores del metal. Las velocidades de transmisión pueden ser de hasta varios cientos de Mbps, extrayendo los datos después de decenas de kilómetros.

Una gran ventaja de los sistemas de comunicaciones basados en la tecnología de la fibra óptica es que pueden utilizarse en ambientes extremadamente ruidosos sin que se alteren los datos que se están transmitiendo. Esto se debe a que el medio es muy inmune a la interferencia electromagnética externa. La instalación de cables de fibra óptica tiene una dificultad similar a la del Cable Coaxial o el Par Torcido. El cable de fibra óptica puede tenderse fácilmente a través de conductos de calefacción o de cable de energía eléctrica.

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



Los desarrollos recientes en el campo de la tecnología óptica han hecho posible la transmisión de información mediante pulsos de luz. Un pulso de luz puede utilizarse para indicar un bit de valor 1; la ausencia de un pulso indicará la existencia de un bit de valor 0. La luz visible tiene una frecuencia de alrededor de 10<sup>14</sup> MHz, por lo que el ancho de banda de un sistema de transmisión óptica presenta un potencial 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 ultradelgada de vidrio o silicio fundido. La fuente de luz puede ser un LED (diodo emisor de luz, DEL), o un diodo láser; cualquiera de los dos emite pulsos de luz cuando se le aplica una corriente eléctrica. El detector es un FOTODIODO que genera un pulso eléctrico en el momento en el que recibe un rayo de luz. Al colocar un LED o un Diodo Láser en el extremo de una fibra óptica, y un fotodiodo en el otro, se tiene una transmisión de datos unidireccional que acepta una señal eléctrica, la convierte y la transmite por medio de pulsos de luz y, después, reconvierte la salida en una señal eléctrica, en el extremo receptor.

Este sistema de transmisión tendría fugas de luz y prácticamente sería de poco uso, excepto si no existiera un interesante principio de la física. Cuando un rayo de luz pasa de un medio a otro, por ejemplo, del silicio fundido al aire, el rayo se refracta (se desvía) en la frontera silicio/aire.

Sin embargo, si el diámetro de la fibra se reduce al valor de la longitud de onda de la luz, la fibra actúa como una guía de ondas, y la luz se propagará en línea recta, sin rebotar, produciendo así una fibra de un solo modo. Las fibras de un solo modo necesitan diodos láser (cuyo costo es elevado) para su excitación, y no LED (que son más económicos), pero con aquellos se asegura una mayor eficiencia y pueden utilizarse en distancias muy largas. En la actualidad los sistemas de fibras ópticas son capaces de hacer transmisiones de datos de 1000 Mbps en 1 kilómetro. En el laboratorio se han podido alcanzar velocidades mayores, pero con distancias más cortas. Experimentalmente se han demostrado que los láseres potentes pueden llegar a excitar fibras de 100 Km de longitud sin necesidad de utilizar repetidores, aunque la velocidad es más lenta.

Los enlaces de fibras ópticas están siendo empleados en diferentes países en la instalación de líneas telefónicas de larga distancia, y esta tendencia seguramente continuará en las siguientes décadas, y será cada vez mayor la sustitución del cable coaxial por fibras, en un número más grande de rutas.

Las fibras también forman la base de LAN, aunque su tecnología es más compleja. El problema fundamental consiste en que, aunque en las fibras LAN pueden realizarse conexiones tipo "VAMPIRO", mediante la fusión de la fibra proveniente del ordenador con la fibra LAN, el procedimiento para construir un conector resulta ser sumamente delicado y, en general, se pierde una cantidad considerable de luz.

Una solución a este problema es darse cuenta que una red en anillo es en realidad una colección de enlaces Punto a Punto. La interfase que existe en cada uno de los ordenadores permite el paso del flujo de los pulsos de luz al siguiente enlace, y también sirve como una unión en "T" por medio de la cual el ordenador envía y acepta mensajes.

Dos tipos de interfases son los que se utilizan. Uno de tipo pasivo que consiste de dos conectores fusionados con una fibra principal; uno de los conectores tiene un LED o diodo láser en uno de sus extremos (para transmisión), y en el otro tiene un fotodiodo (para recepción). La conexión es completamente pasiva y, por lo tanto, es muy fiable porque la puesta fuera de servicio de un LED o fotodiodo no destruye el anillo; sino que sólo inhabilita un ordenador.

El otro tipo de interfase, es el REPETIDOR ACTIVO. La luz incidente se convierte en una señal eléctrica y se regenera a su máximo valor, si éste ha disminuido, y así puede retransmitirse nuevamente como luz. La interfase con el ordenador es un cable de cobre común y corriente, que se encuentra contenido en el generador de señales. Si se llega a estropear un repetidor activo, se rompe el anillo y la red se desactiva. Por otra parte, y dado que la señal se regenera en cada interfase, los enlaces individuales de ordenadores pueden tener varios kilómetros de longitud sin existir, virtualmente, un límite en el tamaño total del anillo. Las interfases pasivas pierden luz en cada una de las uniones, de tal manera que el número de ordenadores, así como la longitud total del anillo, se ven seriamente restringidas.

La topología de anillo no es la única alternativa para construir una LAN con el empleo de fibras ópticas; también es posible tener el hardware necesario para el proceso de difusión por medio del uso de la ESTRELLA PASIVA. En este diseño, cada una de las interfases cuenta con una fibra que va desde su transmisor hasta un cilindro de silicio, con las fibras de entrada fusionadas a un extremo del cilindro. De la misma manera, las fibras fusionadas en el otro extremo del cilindro, salen hacia cada uno de los receptores. Siempre que una interfase emita un pulso de luz, éste se difunde en el interior de la estrella pasiva para iluminar a todos los receptores, y así llevar a cabo el proceso de difusión. La estrella pasiva, efectivamente, realiza una función Booleana, tipo OR, con todas las señales que llegan, y transmiten el resultado por todas las líneas hacia el exterior. Dado que la energía que llega se divide entre todas las líneas que salen, el número de nodos en la red está limitado por la sensibilidad de los fotodiodos.

La comparación entre el cable coaxial y la fibra óptica es muy instructiva. Las fibras proporcionan un ancho de banda extremadamente grande y tienen una pérdida de potencia muy pequeña, razón por lo que se emplean para distancias muy largas entre repetidores. Las fibras, no se ven afectadas por alteraciones de voltaje o corriente en las líneas de potencia, por interferencia electromagnética o por químicos corrosivos dispersos en el aire, de tal forma que pueden emplearse en ambientes industriales expuestos a condiciones muy severas en las que, los cables serían sumamente inadecuados. Las fibras son también muy delgadas, lo que representa un factor positivo muy importante para las compañías que tienen una gran cantidad de cables y conductos abultados (uno de los motivos principales por los que se utilizó la fibra óptica en el sistema telefónico, fue la falta de espacio para instalar más cables coaxiales para nuevas rutas).

Del lado negativo se encuentra el hecho de que hay poca familiaridad con la tecnología de las fibras ópticas y requiere de una habilidad que los ingenieros en redes aún no tienen. El empalme o unión de dos o más fibras es difícil, y más todavía su derivación. (Este último aspecto también se puede ver como una ventaja; la seguridad es excelente porque las fibras no radian y los interceptores de líneas telefónicas tendrán tantos problemas como los dueños de las redes al tratar de derivarlas). Las fibras ópticas son inherentemente unidireccionales y el costo de las interfases es mucho mayor que el de las respectivas interfases de tipo eléctrico.

Las ventajas de las fibras ópticas, sin embargo, son tantas que el empeño y trabajo que se está dando para mejorar su tecnología y reducir su costo es muy grande e importante.

### III.22- CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.

- Consiste en un núcleo central, muy fino, de vidrio o plástico, que tiene un alto índice de refracción.
- Este núcleo es rodeado por otro medio que tiene un índice algo más bajo, que lo aísla del ambiente.
- Cada fibra provee un camino de transmisión único de extremo a extremo, unidireccional.
- Pulsos de luz se introducen en un extremo, usando un láser o LED. La reflexión de los pulsos es la forma de transmisión de los datos.
- La transmisión es, generalmente, Punto a Punto, sin modulación.
- La fibra óptica no es afectada por interferencia eléctrica, ruidos, problemas energéticos, temperaturas, radiación o agentes químicos.
- El ancho de banda es mucho más alto que con cualquier otro medio. Actualmente 50 Mbps a 10 Km. Experimentalmente 1 Gbps.
- Se pueden transmitir datos, voz y video.
- El cable es altamente confiable. Es muy difícil de bifurcar. Muy poca pérdida de señal.

- Físicamente, la fibra es muy fina, liviana, durable y por lo tanto instalable en muy poco espacio.
- Sin embargo, todavía es muy cara.
- Su capacidad multipunto es muy baja.
- Topologías: Anillo, Estrella.
- Cantidad máxima de nodos por enlace: 2 (experimentalmente 8).
- Alcance: 10 kms.
- Requiere un mantenimiento sólo realizable por personal entrenado.

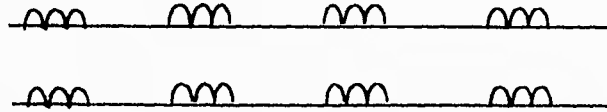
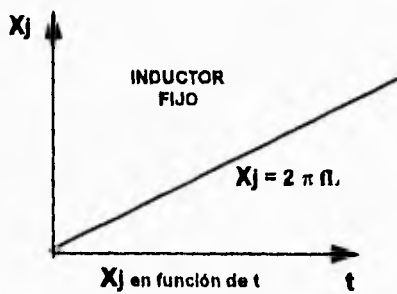
### III.23- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UN MEDIO DE TRANSMISIÓN.

#### III.24- RESISTENCIA.-

- Todo conductor, aislante o material opone una cierta resistencia al flujo de la corriente eléctrica.
- Un determinado voltaje es necesario para vencer la resistencia y forzar el flujo de corriente. Cuando esto ocurre, el flujo de corriente a través del medio produce calor.
- La cantidad de calor generado se llama potencia y se mide en WATTS. Esta energía se pierde.
- La resistencia de los alambres depende de varios factores:

Material o metal que se usó en su construcción.

CONDUCTOR HECHO DE:	RESISTENCIA RELATIVA A UN CONDUCTOR DE COBRE (VALOR 1).
Plata.	0.92
Oro.	1.32
Aluminio.	1.59
Acero.	8.62



Recepción de la inductancia en secciones de línea

Alambres de acero, que podrían ser necesarios debido a altas fuerzas de tensión, pierden mucha más potencia que conductores de cobre en las mismas dimensiones.

El diámetro y el largo del material también afectan la pérdida de potencia.

- A mayor diámetro, menor resistencia (largo constante).
- A mayor largo, mayor resistividad (diámetro constante).
- A medida que aumenta la frecuencia de la señal aplicada a un alambre, la corriente tiende a fluir más cerca de la superficie, alejándose del centro del conductor.
- Usando conductores de pequeño diámetro, la resistencia efectiva del medio aumenta, a medida que aumenta la frecuencia. Este fenómeno es llamado "efecto piel" y es importante en las redes de transmisión.
- La resistividad usualmente se mide en "ohms", por unidad de longitud.

### III.25- REACTANCIA.-

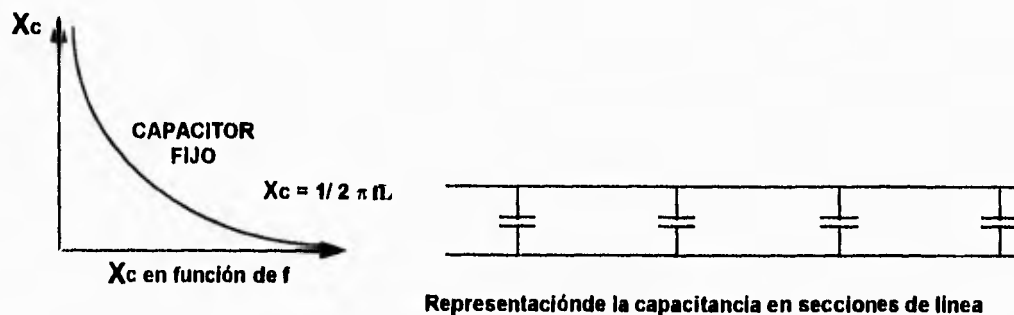
- Es una medida de la oposición al flujo de corriente alterna. Se simboliza por "X" y la cantidad de reactancia se expresa en "ohms".

- Los dos tipos de reactancia son:
  - Reactancia inductiva  $X_i$ , causada por inductores.
  - Reactancia capacitiva  $X_c$ , causada por capacitores.

- Todos los alambres, independientemente de su largo, tienen cierta inductancia. La línea de transmisión puede ser dividida en segmentos o secciones, cada uno compuesto de una cantidad fija de inductancia, igual para todos los segmentos.

- La inductancia está "en serie" con el circuito.

- La fórmula de la reactancia inductiva es:  $X_i = 2\pi fL$ . Donde;  $f$  = frecuencia y  $L$  = inductancia en henrios).



- Se observa que el aumento de la reactancia inductiva  $X_i = 2\pi fL$  es directamente proporcional al aumento de frecuencia (linealmente para un inductor fijo).

- Para un valor fijo de señal aplicado a una larga línea de transmisión, el incremento de la frecuencia causa un aumento de la reactancia inductiva, reduciendo efectivamente el voltaje de la señal de salida.

- Todos los alambres también tienen cierta cantidad de capacitancia. La capacitancia produce reactancia capacitiva.

- Un capacitor se define como dos conductores separados por un material dieléctrico. Las líneas de transmisión son dos conductores separados por un material dieléctrico.



- Un circuito puede ser dividido en secciones de líneas conteniendo un valor fijo de capacitancia.
- La capacitancia no está en serie con el circuito.
- La fórmula de la reactancia capacitiva es:  $X_c = 1 / (2\pi fC)$ , donde  $f$  = frecuencia y  $C$  = capacitancia en faradios.

- La curva resultante de  $X_c$  en función de  $f$  ( $C$  fijo), no es lineal, y muestra que la reactancia capacitiva disminuye con el aumento de la frecuencia. La oposición al flujo de la corriente decrece cuando se incrementa la frecuencia pero como se dijo, el flujo de corriente no está en serie con el circuito, sino que está entre ellos. El resultado es finalmente similar al caso de la reactancia inductiva: señales de alta frecuencia son reducidas en amplitud en los puntos de salida.

- " Pérdidas en las líneas" (energía desperdiciada) ocurren a todas las frecuencias durante una transmisión, debido a la resistencia de los conductores, estas pérdidas se incrementan con el uso de altas frecuencias, debido a la reactancia de los alambres.

### III.26- IMPEDANCIA.-

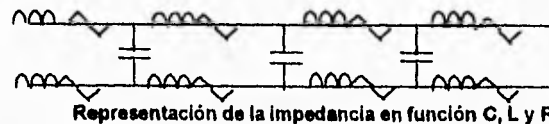
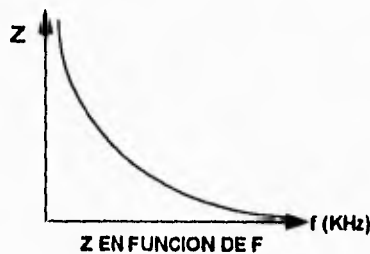
- Es una combinación de los factores de reactancia y resistencia que son parte de cualquier línea de transmisión. Se simboliza por la letra "Z" y se expresa en "ohms".

- La fórmula de la impedancia es:  $Z = R^2 + (X_i - X_c)^2$ , donde  $R$  es la resistencia y  $X$  indica reactancia.

- De un simple estudio de la fórmula se deduce que si  $X_i = X_c$ ,  $Z = R$  (la impedancia de la línea es igual a la resistencia de la misma). Por lo tanto, la impedancia mínima de cualquier sección de una línea de transmisión debe ser igual a la resistencia de esa sección. Cualquier diferencia entre  $X_i$  y  $X_c$ , aumentará el valor de  $Z$ , o sea la impedancia, por encima de  $R$ .

- También puede deducirse que  $Z$  depende de la frecuencia, ya que  $X_i$  y  $X_c$  dependen de la misma.

- (Obsérvese que  $Z = R^2 + \frac{(F^2 LC - 1)^2}{(FC)^2}$ , con  $F = 2\pi f$ ).



- Dado que, para un par de alambres determinados, se conocen los valores de resistencia, capacitancia e inductancia, es posible graficar  $Z$  como función de  $f$ .

- La impedancia de la línea varía más en la región de banda de voz que a altas frecuencias, y su variación dentro de dicha región es considerable.

- Es obvio que cualquier valor de la impedancia de una línea debe estar en relación con una frecuencia dada.

- En E.E.U.U., la impedancia de las líneas de los suscriptores que se conectan a las compañías telefónicas, ha sido estandarizada a 500, 600 o 1000 ohms con una frecuencia de referencia de 1000 Hz. (600 ohms a 1 KHz es casi un estándar universal).

**III.27- CONCLUSIONES.-**

- La resistencia depende de: longitud, diámetro y material usado en la construcción del circuito.
- La inductancia es aquella propiedad de los conductores que tiende a oponerse a cualquier cambio en el campo magnético existente alrededor del alambre, y que depende de variables tales como: tamaño de alambre, forma, valor del flujo instantáneo de corriente y proximidad a otros conductores.
- La capacitancia depende del tamaño absoluto de los conductores; del tamaño relativo respecto al otro; del espacio entre los mismos y del tipo de material dieléctrico que los separa.

**III.28- COMPARACIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN.**

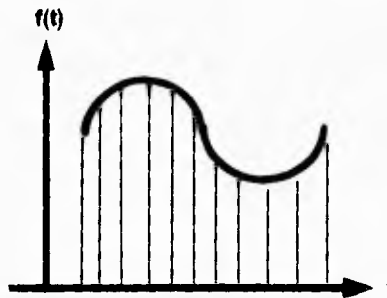
MEDIO DE TRANSMISIÓN	Par Trenzado	Cable Coaxial (BB)	Cable Coaxial (BA)	Fibra Óptica
VELOCIDAD TÍPICA	Hasta 1 Mbps	Hasta 50 Mbps	Hasta 400 Mbps	Teóricamente ilimitada
DISPONIBILIDAD DE COMPONENTES	Alta disponibilidad	Limitada	Alta disponibilidad	Bastante limitada
COSTO DE COMPONENTES	El más bajo de todos	Bajo	Medio	Alto
COMPLEJIDAD DE INTERCONEXIÓN	La más baja de todas	Baja	Media	Alta
FACILIDAD PARA CONEXIÓN MULTIPUNTO	Baja	Media	Alta	Muy baja
CANTIDAD DE NODOS	10 Nodos	10 a 100 Nodos	100 por canal	Pocos
RELACIÓN SEÑAL/RUIDO	Alta	Media	Media	Baja
ESTADO DE LA TECNOLOGÍA	Maduro	Desarrollo	Desarrollo	Inicial
DISTANCIA MÁXIMA DE TRANSMISIÓN	Pocas centenas de metros	2.5 Kms	300 Kms	100 Kms

*TRANSMISION  
ANALOGICA*

## TRANSMISIÓN ANALÓGICA

### IV.1- SEÑAL ANALÓGICA

**Señal analógica:** son aquellas que tienen un valor o existen para cada instante de tiempo, es decir son continuas todo el tiempo.

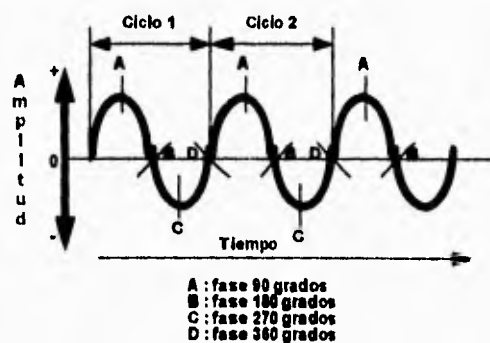


**Características de una señal analógica:** Toda forma de onda analógica presenta tres características de gran importancia en comunicación de datos.

a) **Amplitud :** La amplitud de una señal es una medida relativa a su voltaje, que puede ser cero o tomar valor positivo o negativo.

b) **Frecuencia :** describe el número de ciclos completos por segundo, o el número de oscilaciones por segundo, este valor se expresa en Hertzios.

c) **Fase :** representa el punto que ha alcanzado la señal dentro del ciclo. Como se observa en la siguiente figura, cuando en el punto A se ha alcanzado la cuarta parte de un ciclo, se dice que a recorrido 90 grados de ese ciclo.



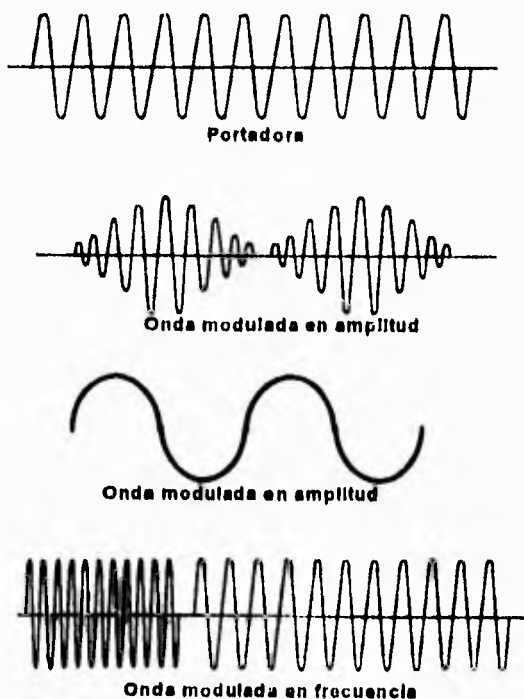
Durante la comunicación vocal se generan formas de ondas acústicas que se propagan por el aire. La comunicación vocal, es en realidad, un intercambio de energía física. Cuando una persona habla, crea ondas que se manifiestan como incrementos y disminuciones de presión, esas formas de ondas son analógicas, se llaman así porque presentan un rango continuo de valores que se repiten, y que no son discretos, sino que van cambiando de forma gradual desde valores de baja presión hasta otros de alta presión, evidentemente, no es posible ver esas formas de ondas que se propagan por el aire, puesto que se trata sólo de variaciones de presión.

Las señales de banda base producidas por diferentes fuentes de información no son siempre adecuadas para la transmisión directa a través de un canal dado. El término banda base se usa para designar la banda de frecuencias de la señal que entrega una fuente o un transductor de entrada. En telefonía, la banda base es el audio (banda de la señal de voz) de 0 a 3.5 KHz. En televisión, la banda base es el video que ocupa de 0 a 3.5 KHz. Las señales de banda base poseen potencia adecuadas a las frecuencias bajas, no pueden transmitirse a través de un enlace de radio, pero sí resultan adecuadas para la transmisión a través de un par de alambre o cables coaxiales. debido a que la transmisión a través de señales a frecuencias más bajas es en general más difícil, conviene trasladar el espectro de una señal a un rango de frecuencias más alta mediante algún proceso, éste proceso de conversión se conoce como modulación.

## IV.2- MODULACIÓN

**Modulación :** la modulación es un proceso que ocasiona un desplazamiento del frecuencia de una señal. En este proceso se utiliza la señal de banda base para modificar algún parámetro de una señal portadora de alta frecuencia.

Una portadora es una senoide de alta frecuencia y unos de sus parámetros tal como amplitud, frecuencia o fase, se varía en proporción a la señal de banda base  $m(t)$ . de acuerdo con esto, se obtiene la modulación en amplitud (AM), la modulación en frecuencia (FM) o modulación en fase (PM). En la siguiente figura se muestra una señal de banda base  $m(t)$  y las formas de onda AM y FM correspondientes. En AM la amplitud de la portadora varía en proporción a  $m(t)$ , y en FM, la frecuencia de la portadora varía en proporción a  $m(t)$ .



Un tipo de modulación comúnmente utilizado, se basa en el siguiente teorema de traslación de la frecuencia (algunas veces denominado teorema de la modulación) de la transformada de Fourier.

### IV.3- TEOREMA DE TRASLACIÓN DE LA FRECUENCIA

El teorema establece que la multiplicación de una señal  $m(t)$  por una señal senusoidal de frecuencia  $W_c$  traslada su espectro en  $\pm W_c$  radianes.

La transformada de Fourier nos traslada del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia. La transformada de Fourier de una función  $f(t)$  está dada por :

$$F\{f(t)\} = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt = F(\omega)$$

Aplicando la transformada de Fourier para la demostración del teorema :  
Si  $m(t)$  la señal de banda base y la portadora esta dada por  $\text{Sen } W_c t$

$$F\{m(t)\text{Sen}W_c t\} = \int_{-\infty}^{+\infty} m(t)\text{Sen}W_c t dt$$

Por el teorema de convolución en el tiempo que afirma:

$$F\{f_1(t)\} = F\{f_2(t)\} \int_{-\infty}^{+\infty} f_1(t) e^{-j\omega t} dt = F_1(\omega), (\omega) \quad \text{y} \quad F\{f_2(t)\} = F_2(\omega)$$

$$F\{f_1(t) * f_2(t)\} = F_1(\omega) * F_2(\omega)$$

Aplicando éste teorema tenemos que :

$$F\{m(t)\} = m(\omega) \quad \text{y} \quad F\{\text{Sen } W_c t\} = \pi \delta(\omega - W_c) + \pi \delta(\omega + W_c)$$

$$\begin{aligned} F\{m(t)\text{Sen}W_c t\} &= \frac{1}{2\pi} m(\omega) * [-j\pi\delta(\omega - W_c) + j\pi\delta(\omega + W_c)] \\ &= \frac{1}{2} m(\omega) * \delta(\omega - W_c) + \frac{1}{2} m(\omega) * \delta(\omega + W_c) \\ &= \frac{1}{2} jm(\omega) * \delta(\omega - W_c) + \frac{1}{2} jm(\omega) * \delta(\omega + W_c) \end{aligned}$$

Aquí se puede observar lo que nos enuncia el teorema de la traslación de la frecuencia. con lo que queda dicho teorema.

#### IV.4- TÉCNICAS DE MODULACIÓN

- a) Modulación ASK
- b) Modulación FSK
- c) Modulación SSB
- d) Modulación PSK (4 estados, 8 estados, 16 estados)

Mediante la modulación de varias señales de banda base y la traslación de sus espectros a bandas que no se traslapan, se puede emplear todo el ancho de banda disponible con más eficiencia. Este método de transmisión de varias señales en forma simultánea se conoce con el nombre de multiplexión por división de frecuencia (MDF), aquí el ancho de banda del canal es compartido por varias señales sin traslaparse.

#### IV.5- MULTIPLEXIÓN POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA

En la multiplexión por división de frecuencia (MDF) varias señales comparten la banda de un canal. Cada señal se modula mediante una frecuencia portadora diferente. Las diversas portadoras se separan adecuadamente para evitar traslaparse (o interferencia) entre los espectros de diferentes señales moduladas.

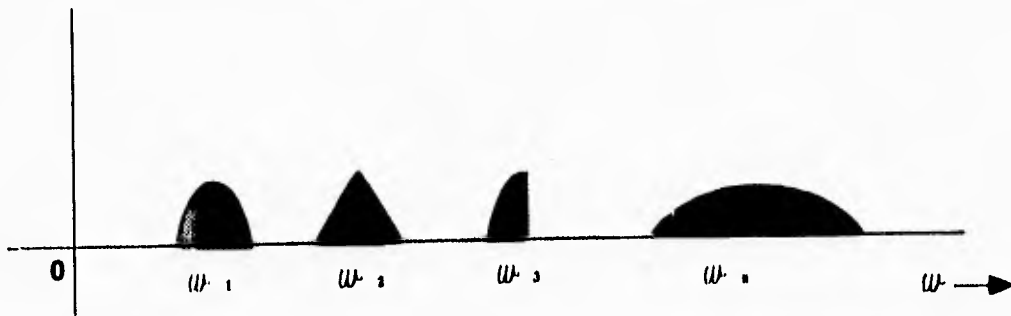
Estas portadoras se conocen como subportadoras. Cada señal puede utilizar un tipo distinto de modulación (por ejemplo, DBLSP, AM, BLU, BLR o incluso FM o PM). Los espectros de las señales moduladas pueden separarse mediante una pequeña guarda banda para evitar interferencia y facilitar la separación de las señales en el receptor.

Cuando se suman todos los espectros modulados, tenemos una señal compuesta que puede considerarse como una señal de banda base que se modulará a una portadora de alta frecuencia (radio frecuencia o RF) con el propósito de transmisión.

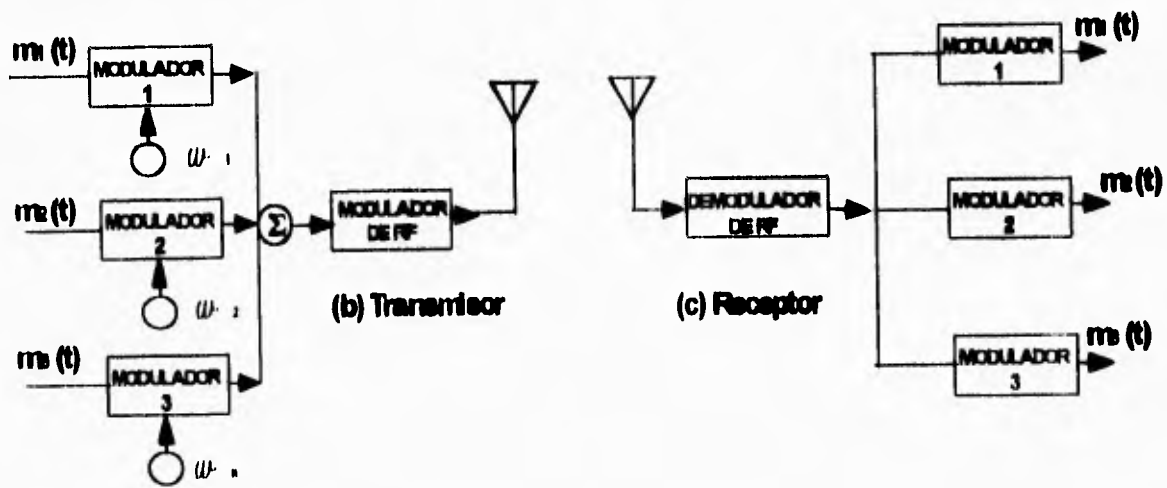
En el receptor, la señal entrante se modula primero por la portadora de RF para recuperar la banda base compuesta, la cual se hace pasar después a través de un filtro de pasa banda para separar cada una de las señales moduladas. Luego cada una de estas señales se demodula individualmente por medio de una subportadora apropiada para obtener así las señales de banda base. En la figura se presenta el esquema de la multiplexión por división de frecuencia.

Durante los últimos 100 años, las transmisiones analógicas han dominado todo el campo de las comunicaciones; en particular, el sistema telefónico está basado completamente en señales analógicas. A pesar de la creciente popularidad que han empezado a tener las transmisiones digitales, todavía pasarán varias décadas antes de que las transmisiones analógicas dejen basar sus proyectos en los servicios de telecomunicaciones existentes.

Cuando las redes de área local necesitan alguna información que no se encuentra dentro de ella, es necesario obtenerla de otra red de Área Local o cualquier otro tipo de red, muchas veces, casi por lo general hace uso de la red de telefonía pública ya existente para establecer la comunicación, cuando esto sucede es necesario alguna interfaz para poder salir a la red de telefonía pública, ya que ésta utiliza sistemas de señales analógicas y la red de Área Local señales digitales, la interfaz que se utiliza es el modem. El modem constituye la interfaz para que dos dispositivos digitales dialoguen a través de un entorno analógico. Los modems utilizan la transmisión analógica para transmitir información de las LANS's a través de la red telefónica hacia las demás redes con las cuales establecen el intercambio de información y también la transmisión analógica que utilizan los modems es para traer información a la red local, que provienen de las WAN, MAN o cualquier tipo de Red.



(a)



(b) Transmisor

(c) Receptor

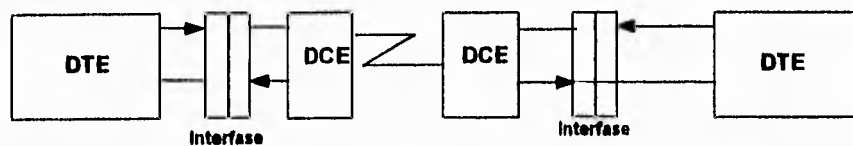


# *MODEMS*

## MODEMS

Con el desarrollo de las computadoras y equipos digitales, surgió la necesidad de su intercomunicación a gran distancia. Y la forma más sencilla ( transmisión en banda base ) era también la más costosa por requerirse instalación de líneas especiales de punto a punto.

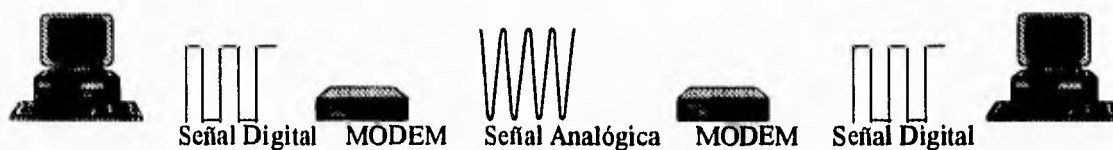
Por el contrario, la infraestructura telefónica ya existente hacía factible la intercomunicación entre prácticamente cualesquiera puntos. Las líneas telefónicas, sin embargo, no fueron originalmente diseñadas para la transmisión digital, su ancho de banda si bien satisface los requerimientos de comunicación por voz está limitado entre frecuencias de 300 a 3,000 Hz, además de ser susceptibles de interferencias. Estos problemas condujeron al diseño de acopladores entre equipos digitales y las líneas telefónicas ( modems ) con velocidad de transmisión que la actual tecnología ha llevado hasta 9,600 bits/s.



### IV.1.1- CONCEPTOS

Un modem es un dispositivo capaz de convertir o cambiar señales de información de una forma digital a una analógica y viceversa. En aplicaciones de comunicaciones, involucrando datos digitales y analógicos en una línea telefónica, la parte moduladora de un modem convierte a pulsos digitales originados por la computadora o equipo terminal, a señales analógicas en ondas parecidas a las señales aceptables para transmisión sobre líneas telefónicas. El demodulador invierte el proceso, convirtiendo las señales analógicas del teléfono en un pulso aceptable por la computadora o terminal.

Al modem también se le conoce como ETCD ( Equipo de Terminación de Datos ). Modem es la contracción de modulador-demodulador, por ser éstas las funciones más generalizadas, aunque realiza más funciones, incluso se presentan casos ( transmisión en banda base ) en que no existen dichas funciones.



### IV.1.2- FUNCIONES DEL MODEM ( ETCD )

La función de transformación de señales en la rama de transmisión del modem se realiza mediante dos procesos básicos de los que, según el caso concreto de que se trate, puede utilizarse, uno, otro o ambos, y que son:

### IV.1.3- CODIFICACIÓN

El tren de datos recibidos de la terminal, cuya sucesión de símbolos dependerá de la información a transmitir y de su modificación se transforma en otro atendiendo a criterios de transmisión propiamente dicha ( componente de corriente continua, distribución espectral de potencia, interferencia entre símbolos, influencias de los ruidos, intervalos entre transiciones, etc. ).

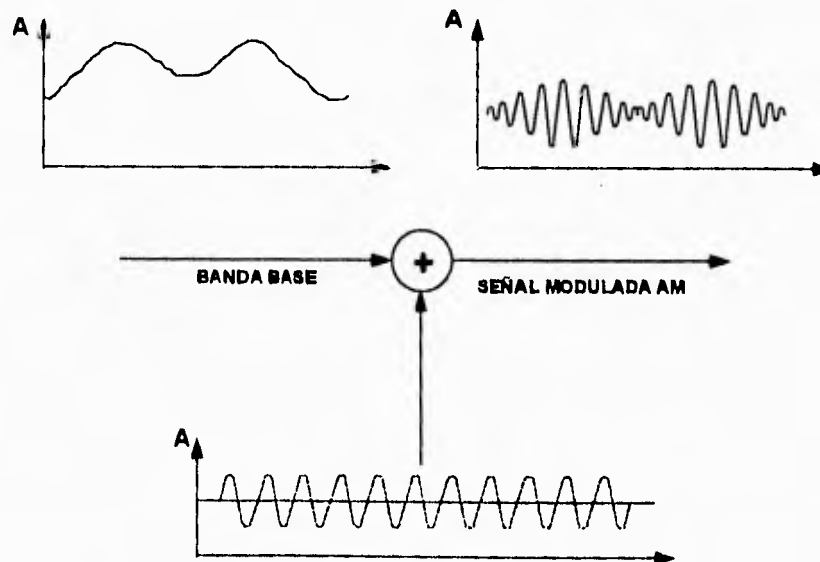
Este es el único proceso que realiza el modem transmisor en los circuitos diseñados para transmisión en banda base.

### IV.1.4- MODULACIÓN

Proceso por el cual el tren de datos entrante genera una señal analógica, compatible con la línea de transmisión, a base de modificar, en función de la señal de entrada, algunos de los parámetros que definen una onda senoidal pura ( llamada portadora ) de la forma  $A \cos( 2 \pi f(t) )$  lo que da lugar a cuatro sistemas básicos de modulación:

a) Modulación de amplitud ( ASK ). También conocida como cambio de amplitud. A cada valor de señal de entrada, se hace corresponder otro de la amplitud " A " de la portadora. Características:

- \* Se origina con el telegrama.
- \* La presencia de portadora es una marca.
- \* La ausencia de portadora es un espacio.
- \* Frecuencia constante.
- \* No es muy usada.



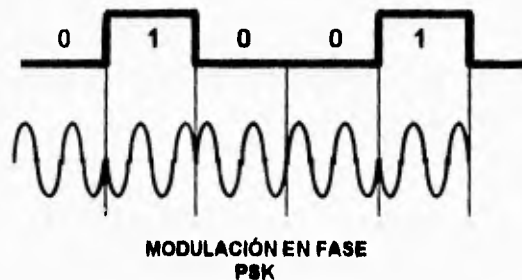
b) Modulación de Frecuencia ( FSK ). También llamada cambio de frecuencia. Consiste en variar la frecuencia de la portadora ( f ) en función de la señal de entrada. Características:

- \* Una frecuencia representa una marca.
- \* Otra frecuencia representa un espacio.
- \* La amplitud es constante.
- \* La portadora transmitida es constante.
- \* Usada por modems de baja y mediana velocidad.

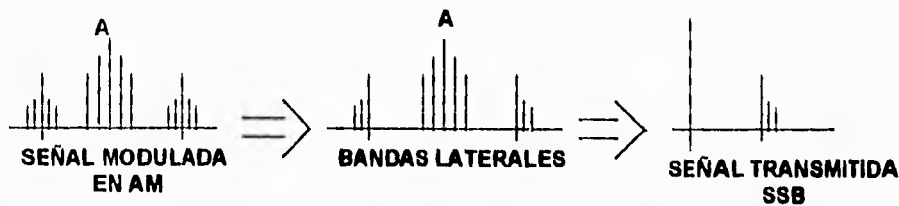


c) Modulación de fase ( PSK ). También llamada cambio de fase. Se provocan saltos bruscos y predeterminados en la fase portadora, de acuerdo con la señal de entrada. Características:

- \* Impone cambios de fase a una portadora.
- \* La amplitud es constante.
- \* La frecuencia es constante.
- \* Comúnmente usada por modems de mediana y alta velocidad.



d) Modulación SSB. Al modular una señal en AM, se producen frecuencias de banda lateral adicionales a la frecuencia portadora, están compuestas de las sumas y diferencias de la frecuencia portadora principal y de las frecuencias de banda base. En el método SSB se concentra la energía del transmisor solamente en la porción de la señal que llena la información, este método ofrece una alta conservación del espectro al permitir la transmisión de más canales con frecuencia portadora.



e) Modulación de cuadratura de amplitud ( QAM ). Características:

Combinación de modulación de fase y amplitud.

- \* Múltiples cambios de fase.
- \* Múltiples amplitudes.
- \* Usada en modems de alta velocidad.
- \* En la rama de recepción, la reconversión de las señales procedentes de la línea se realiza en el ETCD, mediante uno o varios de los siguientes procesos:

#### IV.1.5- DEMODULACIÓN.

Es el proceso inverso a la modulación y, como tal, consiste en reconstruir, a partir de la señal recibida de la línea, el tren de datos que la originó.

#### IV.1.6- DECODIFICACIÓN.

Finalmente se ha de producir una operación inversa a la codificación que se realizó en el transmisor, con lo que se obtiene el tren de datos original. Los modems pueden operar en tres modos diferentes:

- a) En el modo simplex, donde los datos son únicamente transmitidos o recibidos.
- b) En el modo semi-dúplex, donde los datos pueden ser transmitidos y recibidos ( pero no simultáneamente).
- c) En el modo full-dúplex, donde los datos pueden ser simultáneamente transmitidos y recibidos.

#### IV.1.7- TIPOS DE MODEMS

##### a) Modems Asíncronos:

- Operan a bajas velocidades.
- No transmite o recibe relojs.
- Sincronía en los datos.
- Velocidades variables de datos.
- Usualmente usa modulación de frecuencia.
- Usualmente usado por terminales interactivas.

##### b) Modems Síncronos:

- Funciona a altas velocidades.
- Transmite y recibe relojs.
- Los datos derivados son recibidos con regulación de tiempo.
- Utiliza velocidades fijas de datos,
- Usualmente usa modulación de fase o modulación de cuadratura de amplitud.

#### IV.1.8- NORMALIZACIÓN DE MODEMS

Desde un punto de vista puramente técnico a la solución de un problema concreto, no cabe duda de que existe una infinidad de soluciones a la hora de diseñar un modem. Sin embargo, a fin de facilitar la instalación de circuitos internacionales y evitar la proliferación innecesaria y antieconómica de soluciones particulares, el CCIT ha normalizado una serie de modems, que cubren prácticamente la totalidad de las necesidades presentadas hasta hoy.

Esta normalización define y fija, para cada tipo de modem, una serie de características de tal forma que puedan conectarse entre sí modems de diferentes constructores, que han resuelto el problema con tecnologías muy distintas. El conjunto de modems normalizados cubre, casi todos los valores asignados a los parámetros fundamentales que definen un tipo de modem:

- Velocidad de transmisión .

### IV.1.9- CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES NORMALIZADAS

#### Modems según Recomendación V.20:

Se trata de un modem especial, muy simple y económico, que no se adapta a las características generales de los equipos conversores de señales. Se usa para la transmisión en paralelo de datos ( caracter a caracter ) sobre líneas vía Red Conmutada, y se basa en la transmisión simultánea de 2 ó 3 frecuencias diferentes.

La velocidad de modulación es, como máximo, de 40 baudios, es decir de 40 caracteres por segundo, equivalente a 240 bits/s con el segundo sistema de codificación. La interfase lógica con la terminal es de tipo paralelo y sus características eléctricas y funcionales viene definidas en la Recomendación V.30, V.31.

#### Modems según Recomendación V.21:

Las principales características de estos modems son:

- Velocidad máxima de transmisión: 300 bits/s.
- Tipo de transmisión: Asíncrona.
- Modo de explotación: Permite el dúplex integral.
- Tipo de línea: Red Conmutada o línea dedicada de dos hilos.
- Tipo de modulación: En frecuencia.
- Interfase lógica con la terminal: Recomendación V.24 y V.28.

Las características mas significativas de este tipo de modems es el hecho de permitir la explotación en dúplex integral sobre línea en dos hilos. Ello es posible porque, al trabajar a velocidades bajas, no se precisa toda la banda de frecuencia transmitibles por la línea, con lo que aquélla se divide en dos partes, cada una portadoras de 1.080 y 1.750 Hz respectivamente, sobre lo que se producen desplazamientos de 100 Hz hacia abajo para el bit 1 y hacia arriba hacia el bit 0.

Mediante un circuito de la interfase lógica ( el 126 ) puede elegirse para transmitir el canal superior o el inferior, quedando el otro para recibir, lo que puede hacerse simultáneamente. Por convención internacional, cuando se utilice la Red Conmutada como línea de transmisión, el modem del extremo que llama, debe elegir para transmitir el canal inferior.

#### Modems según Recomendación V.23:

Este tipo de modems es, actualmente, el de mayor uso en la transmisión de datos, ya que cubre un amplio campo de posibilidades en cuanto a tipo de líneas, tipo de transmisión, velocidad, etc.

Sus principales características son:

- Velocidad de transmisión: 600 y 1200 bits/s;
- Tipos de transmisión: Asíncrona y Síncrona.
- Líneas de transmisión: Red conmutada o línea dedicada de dos a cuatro hilos calidad normal ( punto a punto o multipunto ).
- Canal de retorno: Opcionalmente puede estar dotado de un canal auxiliar de baja velocidad ( 75 bd ) utilizable en simultáneo con el canal principal para enviar hacia atrás señales de control de interfase lógica con terminal, según Recomendación de V.24 y V.28.
- Frecuencia típica.

	600 b/s	1200 b/s	canal retorno
<b>Frecuencia portadora: <math>F_0</math></b>	1500 Hz	1700 Hz	420 Hz
<b>Estado reposo: <math>1 F_z</math></b>	1300 Hz	1300 Hz	390 Hz
<b>Estado trabajo: <math>0 F_a</math></b>	1700 Hz	2100 Hz	450 Hz

- Sensibilidad para señales de línea . -43 dBm.
- Señales de sincronismo de transmisión: sólo por modem.

**Modems según Recomendación V.26:**

De uso más limitado que el anterior, viene definido por las características siguientes:

- Velocidad de transmisión: 2,400 bits/s;
- Tipo de transmisión: Síncrona;
- Línea utilizable: Dedicada de cuatro hilos, calidad especial.
- Modo de explotación: Semidúplex o duplex integral.
- Tipo de modulación: PSK ( cuadrifásica diferencial ).
- Canal de retorno: Opcional e idéntico al de la V.23.
- Interfase lógica con la terminal: Según recomendación V.24 y V.28.
- Frecuencia de la portadora:  $F_0=1.800 \text{ Hz } \pm 1 \text{ Hz}$ .
- Funcionamiento: el tren de datos en serie al transmitir se va dividiendo en pares de bits consecutivos ( dibitios ), cada uno de los cuales provoca un cambio de fase de la portadora, respecto a la que tenía en el intervalo anterior, del valor correspondiente a la tabla siguiente:

<b>Dibitio</b>	<b>Solución A</b>	<b>Solución B</b>
00	0	+ 45
01	+ 90	+ 135
11	+ 180	+ 225
10	+ 270	+ 315

( El bit de la izquierda del dibitio es el primero en orden de entrada ).

- Tolerancia de frecuencia en el receptor: + 7 Hz, de lo que 1 es el transmisor y 6 de la línea.
- Sensibilidad de las señales de línea: - 26 dBm.
- Señales de sincronismo: Por modem o por terminal.

**Modems según Recomendación V.26 - bits:**

Son los modems que permiten la transmisión de datos a 2,400 bits /s vía Red Automática Conmutada o Línea dedicada de 2 hilos.

Sus características son esencialmente, las mismas que las fijadas en la recomendación V.26 con las variantes y modificaciones siguientes:

- Al ser la línea a 2 hilos, solo permite la explotación en modo semi-dúplex, si bien puede utilizarse opcionalmente el canal de retorno, en simultáneo con el canal de datos en el otro sentido;
- En funcionamiento a 2,400 bits/s, sólo está prevista la solución B de la V.26 como tipo de modulación.

- Para las comunicaciones en que las condiciones de transmisión no permiten trabajar a 2,400 bits/s se ha previsto una segunda velocidad a 1,200 bits/s. En este caso se usa una modulación diferencial de fase bivalente con saltos de fase de + 90 para el estado binario 0 y de 270 para el estado 1.
- Incluye un igualador fijo de compromiso, cuyas características están sin definir totalmente.

**Modems según Recomendación V.27:**

Para la transmisión de datos a 4,800 bits/s existen 3 tipos de modems, con algunas diferencias entre ellos, definidas por las Recomendaciones V.27 , V.27-bis y V.27 ter, siendo el básico el primero cuyas características son las siguientes:

- Velocidad de transmisión: 4,800 bits/s.
- Tipo de transmisión: Síncrona.
- Línea utilizable: Dedicada de calidad especial (M-1020).
- Modo de explotación: Semidúplex o dúplex integral.
- Tipo de modulación: PSK ( octofásica diferencial ).
- Canal de retorno: Opcional y según recomendación de V.23.
- Interfase lógica con terminal: Según recomendación V.24 y V.28.
- Frecuencia de la portadora:  $F_0 = 1.800 \text{ Hz} = 1 \text{ Hz}$ .
- Igualador de amplitud y fase: Ajustable manualmente.
- Seudoaleatorizador: Autosincronizable en polinomio  $1 + X + X^2$ .
- Funcionamiento: Los datos a transmitir, después de pasar por el grupo seudoaleatorizador, si se incluye en circuito, se dividen en grupo de tres bitios consecutivos ( tribitios ), codificándose cada uno de ellos como un cambio de fase respecto a la del tribitio que le precede inmediatamente, del valor indicado en la tabla siguiente:

Tribitio	001	000	010	011	111	110	100	101
Cambio de fase	0	+ 45	+ 90	+ 135	+ 180	+ 225	+ 270	+315

- ( El primer bit de la izquierda del tribitio es el primero en el orden de transmisión );  
 En el receptor, los tribitios se decodifican y se reagrupan los bitios en el orden correcto haciéndolos pasar a continuación por el seudodesaleatorizador para recomponer la señal original.
- Tiempo de sincronización. Menor de 20 ms.

**Modems según Recomendación V.27-bits:**

El modem por esta recomendación es, en lo esencial igual al anterior, del que le separan la siguientes diferencias:

- El igualador de amplitud y fase es automático, autoadaptable, consecuencias de arranque distintas según la calidad de la línea ( una para las M-1040 ).
- Puede funcionar sobre las líneas punto a punto, a 2 o 4 hilos, y no precisamente de calidad (M-1020 ).
- Para los casos en que las condiciones de transmisión lo exijan, disponen de una velocidad reducida de 2,400 bits/s, en cuyo caso utilizan el modo de funcionamiento definido en la recomendación V.26, solución A.

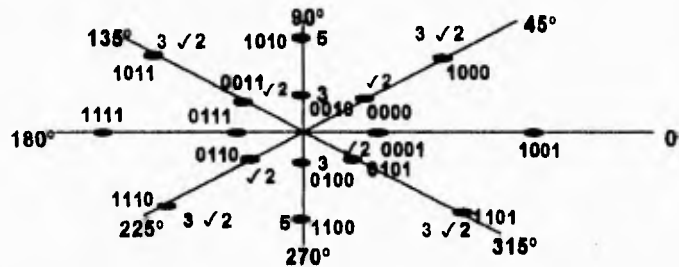


- Los tiempos de sincronización son de más de 50 ms para las líneas de calidad especial y de 708 en líneas de calidad menor.

MODULACIÓN QAM, 16 ESTADOS

Q2	Q3	Q4	FASE
0	0	1	0°
0	0	0	45°
0	1	0	90°
0	1	1	135°
1	1	1	180°
1	1	0	225°
1	0	0	270°
1	0	1	315°

FASE	Q1	AMPL. REL
0°, 90°, 180°, 270°	0	3
45°, 135° 225°, y 315°	1	3√2



Modems según Recomendación V.27- ter:

En la recomendación V.27 -ter se establece la posibilidad y se fijan las condiciones para la transmisión de datos a 4.800 bits/s a través de la red automática conmutada, admitiendo que no puede garantizarse una transmisión confiable en todas las conexiones o encaminamientos, por lo que será preciso efectuar pruebas concretas entre los puntos más probables de utilización antes de establecer el servicio.

Para ello se utilizará el modem definido en las recomendaciones V.27 bis en posibilidad de trabajo sobre líneas de 2 hilos de calidad normal, habiéndose añadido algunas características suplementarias en cuanto a las posibilidades de mayores retardos para la protección contra ecos de líneas.

**Modems según Recomendación V.29:**

Son los modems normalizados para la transmisión de datos de 9,600 bits/s sobre las líneas de calidad especial, sin excluir su uso en circuitos de calidad inferior, a discreción de las administraciones interesadas. Sus principales características son:

- Velocidades de transmisión: 9,600, 7,200, 4,800 bits/s.
- Tipo de transmisión: Síncrona.
- Línea de transmisión: Dedicada , de 4 hilos, calidad especial. ( A veces puede funcionar sobre líneas de calidad normal ).
- Modo de explotación: Semi-dúplex o dúplex total.
- Tipo de modulación: PSK y ASK combinadas.
- Interfase Lógica: Según recomendación V.24 y V.28.
- Inclusión facultativa de un multiplexor para la combinación de las velocidades binarias. De 7,200, 4,800 y 2,400 bits/s.
- Frecuencia portadora:  $F_o = 1700 + 1 \text{ Hz}$ .
- Funcionamiento a 9,600 bits/s: El tren de datos aleatorizados que debe transmitirse, se divide en grupos de 4 bits ( cuadríbitos ). El primer bitio de cada grupo ( Q1 ) determina la amplitud del elemento de señal a transmitir y los tres restantes ( Q2, Q3 y Q4 ), se codifican mediante un cambio de fase idéntica a la indicada en la Recomendación V.27.

La amplitud relativa de los diferentes elementos de la señal será:

<i>Fase Absoluta</i>	<i>Q1</i>	<i>Amplitud relativa</i>
0, 90, 180, 270	0	3
45, 135, 225, 315	0	2
	1	3 2

En el receptor se codifican los cuadríbitos y se agrupan los bits en el orden correcto.

- Funcionamiento a 7,200 bits/s: Se forman tritíbitos, que se codifican según la Recomendación V.27, determinándose la amplitud de cada elemento igual que en el caso anterior, pero haciendo siempre Q1 igual a 0.
- La amplitud es constante con el valor relativo 3.
- Velocidad de modulación: trabaja siempre a 2,400 baudios.

**Modems según Recomendación V.36:**

Los modems V.36 permiten la transmisión de señales digitales sobre una línea constituida por un grupo primario de un sistema múltiplex MDF, ( ancho de banda 60-108 KHZ ), pudiéndose destinar a varias aplicaciones. Las características principales son:

- Velocidad recomendada: 48 Kbits/s.
- Velocidades para aplicaciones específicas: 56, 64, 72 Kbits/s.
- Tipo de transmisión: síncrona.
- Línea utilizada: Grupo primario ( 60-108 KHZ ).
- Modo de explotación: Dúplex integral.
- Interfase lógica: Según Recomendación V.24, V.10 y V.11.
- Tipo de modulación: De amplitud con banda lateral única.
- Frecuencia portadora: 100 KHZ.

Esta portadora se modula por señal en banda base sin componente de corriente continua, del tipo bipolar entrelazado de orden 2. En general, los modems V.36 se instalan en las centrales telefónicas ( donde esté el grupo primario ), se prolongan hasta el usuario mediante enlaces en banda base, para lo cual se emplean unos elementos aún no normalizados por el CCITT.

#### IV.1.10- MODEMS BANDA BASE

Llamados así por extensión, aunque impropia ya que en ellos no se realiza ningún proceso de modulación o demodulación. Son elementos muy simples tanto en transmisión como en recepción limitándose su función a codificar y decodificar, según se describió anteriormente, aparte naturalmente de las funciones de diálogo con el terminal e interfase con la línea de transmisión. La principal limitación de la transmisión de datos en banda base es que sólo pueden usarse como línea de transmisión pares físicos de cables sin carga, limitándose el alcance a algunas decenas de kilómetros, en el mejor de los casos, a causa de la diafonía, ruido, etc.

Otra limitación aunque de menor importancia, es que sólo permite transmisiones en modo síncrono. Por el contrario presenta como ventajas.

- Posibilidad de transmisión a velocidades altas ( 48 Kbits/s ).
- Gran facilidad de puesta a punto y mantenimiento.
- Bajo costo de los equipos.
- De acuerdo con estas consideraciones, la transmisión en banda base encuentra los siguientes campos de aplicación:
  - Transmisión de datos a velocidades bajas y medias ( 600 a 9600 bits/s ) en zonas urbanas, en concurrencia con los modems clásicos.
  - Transmisión de datos a velocidades altas ( 8,40 y 48 Kbits/s ), sobre distancias de pocos kilómetros.
  - Instalación de redes locales a gran velocidad.
  - Realización de redes multipunto en zonas urbanas, si bien este tipo de modem no esta normalizado por el CCITT presentan como típicas las siguientes características:
- Velocidad seleccionable entre: 600, 1,200, 2,400, 4,800, 9,600, 19,200, 40,800 y 48,000 bits /s.
- Tipo de línea: Pares metálicos sin carga, 2 a 4 hilos.
- Sincronismo de bit: proporcionado por el modem o por terminal
- Codificación: bifásica diferencial.
- Interfase con el terminal: según Recomendación V.24 y V.28.

#### IV.1.11- CLASIFICACIÓN DE MODEM GRADO VOZ

- . Modems de baja velocidad: ( hasta 1,200 bps )
- . Modems de mediana velocidad: ( de 2,400 hasta 7,200 bps )
- . Modems de alta velocidad: ( de 9,600 hasta 24 Kbps )
- . Modems de línea conmutada
- . Modems de línea dedicada
- . Modems de distancia limitada
- . Manejadores de línea ( line driver )
- . Modems medio dúplex
- . Modems dúplex completo
- . Modems dos hilos
- . Modems cuatro hilos

El modem que se eligió para la implementación de la Red fué el Modem MULTITECH debido a las características que presenta: Velocidad de transmisión : 14,400, 9,600, 4,800, 2,400, 1,200 Bps., Interfaz V.32 bis/V.42 bis, Conector RJ 45, Modo de Transmisión: asíncrono 2 hilos.

*RS-232-C*

*Y*

*RS-449*

**RS-232-C Y RS-449.**  
**(INTERFACES DEL NIVEL FÍSICO.)**

**IV.2.1- INTRODUCCIÓN.-**

Los interfaces del nivel físico se utilizan para conectar dispositivos de usuarios al circuito de comunicaciones. Para llevar a cabo esta importante función, en la mayoría de las especificaciones relativas a interfaces del nivel físico se describen tres atributos del interfaz.

Los atributos ELÉCTRICOS, son los que determinan los niveles de tensión (o corriente) y la temporización de los cambios eléctricos que representan los unos y ceros. Muchos de los protocolos del nivel físico clasifican estas funciones en cuatro grupos: Control, Sincronismo, Datos y Masa. Los atributos MECÁNICOS, describen los conectores y los hilos del interfaz. Por lo general, todas las líneas de datos, de señalización y de control están incluidas en un mismo cable, y se conectan a enchufes terminadores situados en ambos extremos del cable.

La misión de estos conectores es similar a la de otros tipos de enchufes (como los de la pared), aunque su aspecto es muy distinto, y las funciones que realizan muy diferentes. Los atributos PROCEDIMENTALES, describen lo que deben hacer los conectores, y la secuencia de eventos necesaria para llevar a cabo la transferencia efectiva de datos a través del interfaz.

Es decir la interfase localizada entre el ordenador, o terminal, y el modem es un ejemplo de protocolo de la capa física, en el que debe especificarse en forma detallada los aspectos mecánico, eléctrico, funcional y procedural de dicha interfase. En este capítulo se estudiarán minuciosamente dos tipos muy bien conocidos de normas correspondientes a la capa física; la RS-232-C y su sucesora, la RS-449.

**IV.2.2- RS-232-C.**

La RS-232-C, que corresponde a la tercera versión revisada de la norma original RS-232. Esta norma fue propuesta por la Asociación de Industrias Electrónicas, que es un organismo registrado de fabricantes de electrónica, y se le conoce propiamente como EIA RS-232-C. La versión internacional se encuentra incluida en la recomendación V.24 del CCITT, que es parecida, pero difiere un poco en algunos circuitos que utilizan rara vez. El terminal o el ordenador se llaman oficialmente en las normas como DTE (equipo terminal de datos, ETD), y al modem, también oficialmente, se le conoce como DCE (equipo terminal de circuito de datos, ETCDD).

La especificación mecánica considera un conector con 25 patillas y 47.04 +/- 0.13mm de ancho (de centro de tornillo a centro de tornillo del conector), con todas las demás dimensiones igualmente bien especificadas. En la fila superior se numeran las patillas de 1 a 13 (de izquierda a derecha); en tanto que en la fila inferior las patillas están numeradas del 14 al 25 (también, de izquierda a derecha).

La especificación eléctrica para el RS-232-C, considera que para decidir un 1 binario se debe tener un voltaje más negativo que -3 volts, y que un 0 binario se tendrá cuando el voltaje positivo sea superior a los +4 volts. Es posible tener velocidades de datos de hasta 20 kbps, así como longitudes de cables de hasta 15 metros.

La especificación funcional indica los circuitos que están conectados a cada una de las 25 patillas, así como el significado de cada uno de ellos. Cuando el terminal u ordenador se enciende, ésta activa (es decir, pone un 1 lógico) la señal "Data Terminal Ready" (patilla 20). Cuando el modem se enciende, se activa la señal correspondiente al "Data Set Ready" (patilla 6). Cuando el modem detecta una portadora sobre la línea telefónica, se activa la señal de "Carrier Detec" (patilla 8). El "Request to Send" (patilla 4), indica que el terminal quiere enviar datos. El "Clear to Send" (patilla 5), significa que el modem está preparado para aceptar datos. Los datos se transmiten con el "Transmit circuit" (patilla 2), y se reciben con el "Receive circuit" (patilla 3).

Se tienen a disposición otros circuitos con los cuales se puede seleccionar la velocidad de los datos, probar el modem, temporizar los datos, detectar las señales de llamada y enviar datos en la dirección opuesta, sobre un canal secundario. Difícilmente se llegan a utilizar todos estos circuitos en la práctica.

La especificación del procedimiento es el protocolo; es decir, el establecimiento de la secuencia legal de eventos. El protocolo está basado en la definición de pares acción-reacción. Cuando en el terminal se propone el "Request to Send", por ejemplo, el modem contesta con un "Clear to Send", si tiene la capacidad para aceptar la información. También existen otros pares de acción-reacción, parecidos a éste, para otro tipo de circuitos.

Es común que dos ordenadores quieran conectarse por medio de un RS-232-C. Como ninguno de los dos es un modem, surge el problema del interfase. Este problema se resuelve al conectarlos con un dispositivo denominado **modem nulo**, que conecta la línea transmisora de una máquina con la línea receptora de la otra máquina. También cruza algunas de las otras líneas en forma similar.

La RS-232-C ha existido desde hace años, pero la restricción de velocidad con que se puede enviar la información, que no puede ser superior a los 20 kbps y la de no tener cables con distancia superiores a los 15 metros, ha aumentado gradualmente el malestar. La EIA debatí largamente la decisión de si debería tratar de definir una nueva norma que fuera compatible con la anterior (pero técnicamente no muy avanzada), o bien, una nueva e incompatible que cumpliera con todas las necesidades futuras. Por el momento, la EIA aceptó el compromiso de tomar las dos.

Los ETD y los ETCD suelen conectarse mediante el interfaz estándar RS-232-C. Los ETD (Equipos Terminales de Datos), son por lo general dispositivos de usuario final. Ejemplos de ellos son los terminales y los ordenadores. Los ETCD (Equipos de Terminales del Circuito de Datos), proporcionan al ETD una conexión con el circuito de comunicaciones.

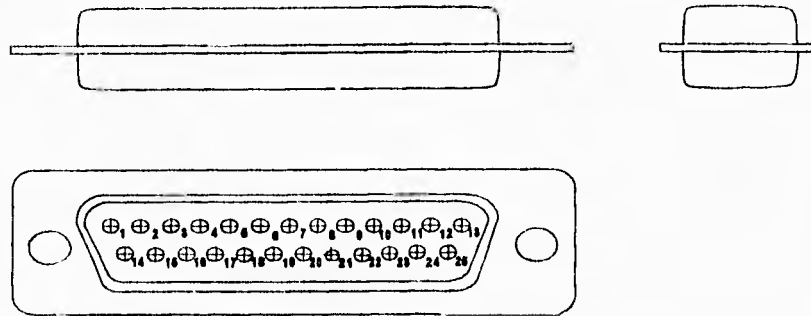
La "C" que aparece en la denominación del interfaz se refiere a la cuarta versión, aprobada en 1981. El organismo de normalización CCITT ha editado estándares similares, conocidos como V.24 / V.28. En las especificaciones del interfaz RS-232-C (V.24 Y V.28), se describen cuatro funciones del mismo.

#### IV.2.3- ESPECIFICACIONES DEL INTERFAZ RS-232-C.

- > Definición de las señales de control que atraviesan el interfaz.
- > Movimiento de los datos de usuario a través del interfaz.
- > Transmisión de las señales de tiempos necesarias para sincronizar el flujo de datos.
- > Conformación de las características eléctricas concretas del interfaz.

RS-232-C transmite los datos que lo atraviesan mediante cambios en los niveles de tensión. Un 0 binario se representa como un nivel de tensión comprendido entre +3 y +12 voltios, mientras que un 1 binario se expresa como un nivel comprendido entre -3 y -12 voltios. La longitud del cable RS-232-C depende de las características eléctricas del mismo, aunque algunos fabricantes prohíben longitudes superiores a unos 16 metros. La norma internacional V.28 establece un interfaz eléctrico similar al RS-232-C.

En la fig. se ilustran los circuitos del RS-232-C, que cuenta con 25 conexiones de líneas (canales, o pines, en alguna bibliografía). No se utiliza la totalidad de los 25 canales. Para las conexiones entre ETD y ETCD suelen bastar de cuatro a ocho canales.



**INTERFAZ RS-232C**

Estas son las funciones de las 25 líneas:

Línea 1.- Circuito AA - Masa de Protección: el conductor está conectado eléctricamente al chasis del equipo.

Línea 7.- Circuito AB - Masa de Señal; masa común a todos los circuitos. Establece la referencia del potencial de masa para el resto de las líneas. En realidad no tiene nada que ver con una tierra o masa verdadera; sólo es un circuito de referencia común.

Línea 2.- Circuito BA - Datos transmitidos; señales de datos que se transmiten desde el ETD hasta el ETCD. Estas son las señales que representan los datos de usuario propiamente dichos.

Línea 3.- Circuito BB - Datos recibidos; señales de datos de usuario que se transmiten desde el ETCD hasta el ETD.

Línea 4.- Circuito CA - Petición de transmisión (RTS - Request To Send); señal dirigida desde el ETD hasta el ETCD. Este circuito notifica al ETCD que el ETD dispone de datos para transmitir. El circuito CA se emplea también en líneas semidúplex para controlar el sentido de las transmisiones de datos. La transición de esta línea desde el estado desconectado (OFF) al estado conectado (ON) notifica al ETCD que debe tomar las acciones necesarias para permitir la transmisión.

Línea 5.- Circuito CB - Permiso para transmitir (CTS - Clear To Send); señal procedente del ETCD, con la que se indica al ETD que ya puede transmitir sus datos. La señal CTS puede activarse (ON) al recibir una señal portadora en línea procedente del módem remoto. La temporización del circuito CB varía de un módem a otro.

Línea 6.- Circuito CC - Equipo de datos preparados (DSR - Data Set Ready); señal procedente del ETCD, con la que se indica una de las siguientes condiciones: (a) que la máquina está "descolgada", es decir, conectada al canal de una línea conmutada, (b) que el ETCD está en modo de transmisión de datos (y no en modo de comprobación, o en modo vocal), (c) que el ETCD ha completado las funciones de sincronización y responde con tonos.

Línea 20.- Circuito CD - Terminal de datos preparados (DTR - Data Terminal Ready); señal procedente del ETD, con la que se indica que el terminal u ordenador están encendidos, que no se detecta ningún indicio de mal funcionamiento, y que no se encuentra en modo de pruebas. Por lo general, la línea CD permanecerá activada siempre que el equipo esté listo para transmitir o para recibir datos. En configuración conmutada, una señal de timbre procedente del nodo remoto suele activar el CD; CD mantiene el canal en condiciones de conectado.

Línea 22.- Circuito CE - Indicador de timbre (RI - Ring Indicator); señal procedente del ETCD, con la que se indica que se está recibiendo una señal de timbre a través de un canal conmutado.

Línea 8.- Circuito CF - Detector de recepción de señal en línea; señal procedente del ETCD, con la que se indica que éste ha detectado la señal portadora generada por el módem remoto. También se conoce como Detección de portadora en línea (DCD Data Carrier Detect).

Línea 23.- Circuito CH y CI - Selector de velocidad binaria de la señal; señales procedentes del ETD y del ETCD, respectivamente, que indican la velocidad de señalización de los datos, en las máquinas dotadas de velocidad dual. Algunos dispositivos son capaces de transmitir a velocidades binarias variables.

Línea 24.- Circuito DA - Temporización del elemento de señal del transmisor; señales procedentes del ETD que proporcionan la temporización a las señales de datos que estén siendo transmitidas por el circuito BA (Datos Transmitidos) hacia el ECD. El ETD se encarga de generar esta señal; si es el ETCD el que genera el sincronismo, el circuito utilizado es el DB.

Línea 15.- Circuito DB - Temporización del elemento de señal del transmisor; señales procedentes del ETCD que proporcionan la temporización a las señales de datos que estén siendo transmitidas hacia el ETCD a través del circuito BA (Datos Transmitidos). El que genera esta señal es el ETCD; si es el ETD el que proporciona el sincronismo, el circuito empleado es el DA.

Línea 17.- Circuito DD - Temporización del elemento de señal del receptor; señales procedentes del ETCD que proporcionan al ETD la temporización necesaria para las señales de datos que estén siendo recibidas por el circuito BB (Datos recibidos).

No. DE PIN	MINEMONICO DEL CIRCUITO	FUNCION DEL CIRCUITO	DIRECCION DEL CIRCUITO
1	FG	Tierra del Chasis (Frame Ground)	Común
2	TD	Transmisión de Datos (Transmit Data)	a DCE
3	RD	Recepción de Datos (Receive Data)	desde DCE
4	RTS	Solicitud de Envío (Request to Send)	a DCE
5	CTS	Libre para Enviar (Clear to Send)	desde DCE
6	DSR	Establecimiento de Datos Listos (Data Set Ready)	desde DCE
7	SG	Tierra de la Señal (Signal Ground)	
8	DCD	Detector de Línea (Data Carrier Detect)	desde DCE
9	--	Voltaje de Prueba DC +'	desde DCE
10	--	Voltaje	desde DCE
11	--	Modo Equalizador (Equalizer Mode)	desde DCE
11	SDCD	Detector Secundario de Línea (Secondary Data Carrier Detect)	desde DCE
13	SCTS	Canal Secundario, Libre para Envío (Secondary Clear to Send)	desde DCE
14	STD	Canal Secundario, Datos Transmitidos (Secondary Transmitted Data)	a DCE
15	TC	Temporización del DCE (Transmitter Clock)	desde DCE
16	SRD	Canal Secundarios, Datos Recibidos (Secondary Received Data)	desde DCE
17	RC	Temporización del Receptor (Receiver Clock)	desde DCE
18	DCR	Velocidad del DCE (Divided Clock, Receiver)	desde DCE
19	SRTS	Canal Secundario, Solicitud de Envío (Secondary Request to Send)	a DCE
10	DTR	Terminal de Datos Listo (Data Terminal Ready)	a DCE
11	SQ	Calidad de la Señal (Signal Quality)	desde DCE
12	RI	Campanilla indicadora de llamada (Ring Indicator)	desde DCE
13	--	Selector de la Velocidad de Datos (Data Rate Selector)	a DCE
14	ETC	Temporización del DTE (External Transmit Clock)	a DCE
15	--	Ocupado (Busy)	a DCE

Además de estos circuitos, en RS-232-C se definen otros cinco circuitos designados como canales secundarios; SCA, SCB, SCF, SBA y SBB. Los circuitos restantes se emplean para funciones de prueba y para otras misiones que dependen del fabricante, o simplemente no se utilizan.



RS-232-C está clasificada como interfaz no equilibrada, ya que los niveles de tensión se detectan en el receptor comprobando la diferencia de tensión existente entre el circuito de señal y una masa de señal (el circuito AB). Sin embargo, las estaciones emisoras y receptoras suelen poseer masas lógicas distintas, debido a las diferentes características eléctricas de sus componentes. Como consecuencia de ello, a lo largo del circuito AB puede circular alguna corriente de masa. Como es lógico, el hilo presentará una cierta resistencia eléctrica, lo cual originará una caída de tensión entre ambos extremos del mismo.

El voltaje que detectará el receptor no será, pues, el mismo que puso el emisor en la línea. Si esta diferencia de potencial es pequeña, no originará ningún error. Sin embargo, una señal de +5 voltios que sufra una caída de tensión de +3 voltios aparecerá en el receptor como un nivel de +2 voltios, lo cual entra dentro de una región indefinida de transición. Si la caída de tensión fuese de -10 voltios, el receptor vería un 1 (MARCA) donde debería detectar un 0 (ESPACIO).

Para evitar estos problemas, se han diseñado otros interfaces que siguen el esquema equilibrado (tal es el caso, por ejemplo, de RS-422), donde un circuito toma como referencia otro circuito, y no una determinada masa.

Muchas personas piensan que los interfaces del nivel físico solamente comprenden uno o varios circuitos de intercambio entre el ETD y el ETCD. Aunque esta visión es correcta para algunos productos y estándares, en el nivel físico también se incluyen las señales que intercambia un ETCD con otro ETCD. El CCITT ha publicado su serie V de protocolos del nivel físico con el fin de incluir: (a) el interfaz entre ETD y ETD, y (b) el interfaz entre ETCD y ETCD. Otras normas, como la RS-422, sólo se ocupan del interfaz entre ETD y ETCD, pero la mayoría de los fabricantes utilizan esta importante sección de las recomendaciones de la serie V del CCITT para describir esta parte del interfaz del nivel físico. Otros fabricantes emplean las especificaciones del "módem Bell", que en muchos aspectos se corresponden con las especificaciones de la serie V.

#### IV.2.4- CARACTERÍSTICAS DE LA INTERFASE "RS-232-C".

- Es una de la interconexiones (interface) más difundida para el enlazar equipos en transmisiones de datos, se llama RS-232-C (nomenclatura norteamericana) o CCITT V.24 (nomenclatura internacional).

- Consiste en la disposición de 25 circuitos de intercambio con una función en cada uno.
- Se implementa en un enchufe de 25 clavijas, de corte trapezoidal, para evitar un mal acoplamiento, que se asegura mediante dos tornillos, uno a cada lado.
- Esta recomendación, es una norma en sí misma completa, que especifica las características mecánicas, funcionales y eléctricas.
- Permite una velocidad máxima de 20 kbps a una distancia máxima de 15 metros.
- No tiene prueba de mantenimiento.
- La interface puede operar en FULL DUPLEX y HALF DUPLEX.
- Define la interface entre la terminal y el modem. Tiene características:
  - a) .- Eléctricas.
  - b) .- Mecánicas.
  - c) .- Funcionales.
- Maneja además comunicación síncrona y asíncrona. Con velocidades de hasta 20000 bps.

- Con respecto a las características eléctricas de la señales EIA RS-232-C.

- > Voltajes relativos a una señal de tierra.
  - > -3 a -25 volts.
    - Marca.
    - Control apagado.
  - > +3 a +25 volts.
    - Espacio.
    - Control encendido.
- > Circuito de control "failsafe" (detección de inactividad en el otro extremo).

- Las características mecánicas de las señales EIA RS-232-C.

- > Conector de 25 pines.
- > Conector hembra.
- > Conector macho.
- > Asignación de pines.
- > Longitud de cable según requerimientos.
  - 50 pies para 20 kbps.
  - 100 pies para 9600 bps.
  - 200 pies para 4800 bps.

- Descripción funcional de intercambio de circuitos.

- > Tierra de chasis / Retorno común.
- > Datos.
- > Control.
- > Regulación de tiempo (sincronía).

- Usando RS-232-C, algunos de los eventos más importantes que ocurren en la transmisión de datos son:

- 1).- La Te levanta "RTS" (Request to Send).
- 2).- El Me, luego de recibir "RTS", levanta la portadora (y demora).
- 3).- El Mr, luego de recibir la portadora, envía "DCD" (Data Carrier Detect).
- 4).- El Me retorna "CTS" (Clear to send) a la Te.
- 5).- La Te transmite los datos. Los datos son modulados en la línea y recibidos en el otro extremo.
- 6).- La Te baja "RTS".
- 7).- El Me baja "CTS".
- 8).- El Mr "demora" para recibir los últimos datos y luego baja "DCD".

- La parte importante de este proceso es la "demora RTS/CTS", conocido también como "tiempo de inversión de línea" (turn around). Otra demora importante es la del modem para modular o demodular.

**IV.2.5- INTERFAZ RS-449.**

Esta es la norma reemplazante de la RS-232-C, para redes analógicas con aplicaciones a largas distancias y altas velocidades. Se caracteriza por tener una función por circuito de intercambio, una velocidad máxima de 2 Mbps, con una distancia máxima de 1200 mts.

No es una norma completa en sí misma. Se complementa con los RS-422/423-A. La RS-422 especifica las características eléctricas para circuitos balanceados. La RS-423-A especifica las características eléctricas para circuitos desbalanceados. Dispone de un conector de 37 clavijas para dar cabida a más circuitos individuales que la RS-232-C.

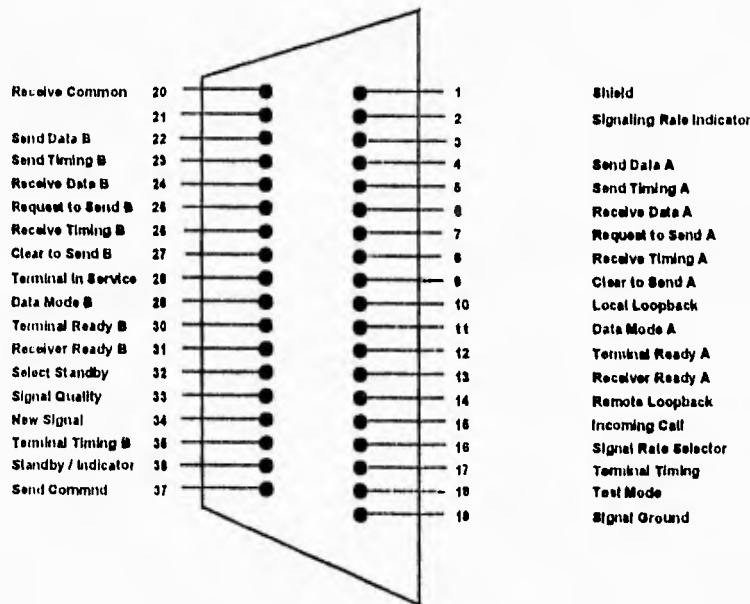
Esta condición, que puede ser vista como una ventaja importante, es una de las críticas mayores que se le hacen, pues se vuelve más compleja, costosa, etc.

La nueva norma, llamada RS-449, prácticamente incluye tres normas en una. Los procedimientos, mecanismos y funcionalidad del interfase están considerados en la RS-449, en tanto que la interfase eléctrica está establecida en dos normas diferentes.

La primera de éstas, la RS-443-A, es similar a la RS-232-C, en el sentido de que todos los circuitos comparten una tierra común. A ésta técnica se le denomina **TRANSMISIÓN ASIMÉTRICA**.

La segunda norma eléctrica, la RS-422-A, contrariamente a la primera, utiliza una **TRANSMISIÓN BALANCEADA**, en la que cada circuito principal necesita dos hilos, sin tener una tierra común. Como resultado, la RS-422-A, puede utilizarse en velocidades de hasta 2 Mbps, en cables de 60 metros, e incluso, a velocidades más grandes, sobre cables de longitudes menores.

En la fig. se muestran los circuitos que se utilizan en la RS-449. Se han añadido varios circuitos nuevos que no estaban presentes en la RS-232-C; particularmente circuitos que sirven para probar el modem, tanto en forma local como remota. Como consecuencia de la inclusión de varios circuitos de dos hilos (cuando se utiliza el RS-422-A), es necesario tener más patillas en la nueva norma, así que el conector de 25 patillas, que comúnmente se empleaba, se ha desechado. En su lugar se emplea un conector con 37 patillas y otro con 9 patillas; este último sólo se necesita para los casos en los que se utilice el segundo canal (en reverso). Si no es el caso, es suficiente con utilizar el conector de 37 patillas.

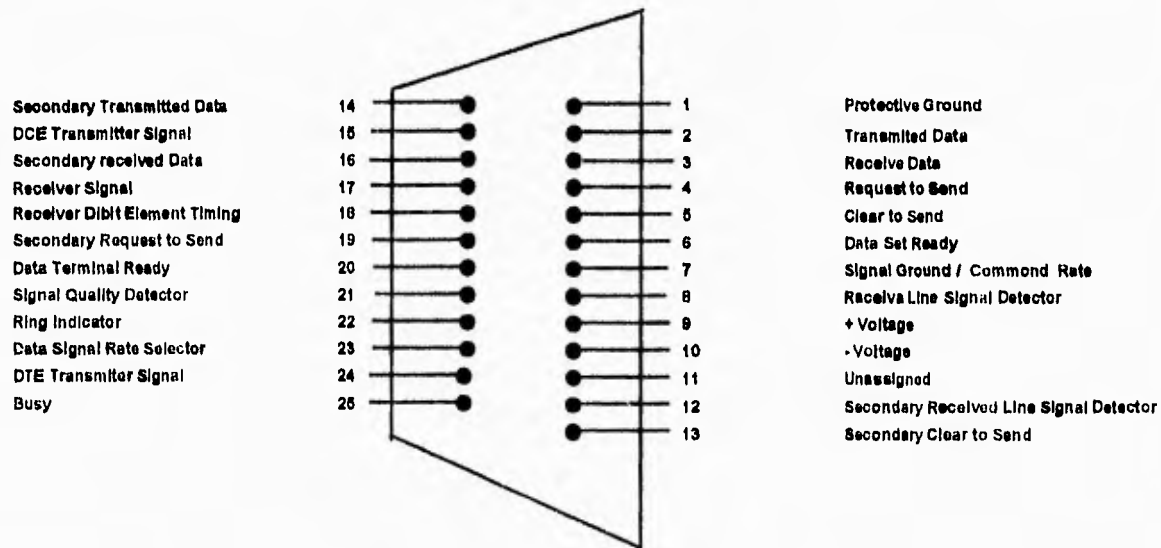


**INTERFAZ RS 449**

**IV.2.6- INTERFAZ V.24.**

La norma V.24 (también conocida como EIA RS-232-C, en Estados Unidos), especifica la distribución y significado de las diferentes puntas del conector que se utiliza en la mayoría de las terminales asíncronas.

Esta norma fue propuesta por la Asociación de Industrias Electrónicas, que es un organismo registrado de fabricantes de electrónica, y se le conoce como EIA RS-232-C. La versión internacional se encuentra incluida en la recomendación V.24 del CCITT difiere en algunos circuitos que se utilizan rara vez. El terminal o el ordenador se llaman oficialmente en las normas como DTE, y al modem se le conoce como DCE.



**INTERFAZ V.24**

La especificación mecánica considera un conector con 25 pastillas y 47.04 +/- 0.13 mm de ancho, con todas las demás dimensiones igualmente especificadas.

La especificación eléctrica para el V.24 (RS-232-C), considera que para decidir un 1 binario se debe tener un voltaje más negativo que -3 volts, y que un 0 binario se tendrá cuando el voltaje positivo sea superior a los +4 volts. Es posible tener velocidades de datos de hasta 20 Kbps, así como longitudes de cables de hasta 15 metros.

La especificación funcional indica los circuitos que están conectados a cada una de las 25 pastillas, así como el significado de cada uno de ellos.

Cuando el terminal u ordenador se enciende, ésta activa la señal "Data Terminal Ready". Cuando el modem se enciende, se activa la señal correspondiente al "Data Set Ready".

Se tiene a disposición otros circuitos con los cuales se puede seleccionar la velocidad de los datos, probar el modem, temporizar los datos, detectar las señales de llamada y enviar datos en la dirección opuesta, sobre un canal secundario.

La especificación del procedimiento es el protocolo; es decir, el establecimiento de la secuencia legal de eventos. El protocolo está basado en la definición de pares acción-reacción. Cuando en el terminal se propone el "Request to Send".

Es común que dos ordenadores quieran conectarse por medio de un V.24 (RS-232-C). Como ninguno de los dos es un modem, surge el problema de interfase. Este problema se resuelve al conectarlos con un dispositivo denominado modem nulo, que conecta la línea transmisora de una máquina con la línea receptora de la otra máquina.

La V.24 (RS-232-C) ha existido desde hace años, pero la restricción de velocidad con que se puede enviar la información, que no puede ser superior a los 20 Kbps y la de no tener cables con distancias superiores a los 15 metros, ha aumentado gradualmente el malestar. La EIA debatió largamente la decisión de si debería tratar de definir una nueva norma que fuera compatible con la anterior.

*TRANSMISSION*  
*DIGITAL*

## TRANSMISIÓN DIGITAL

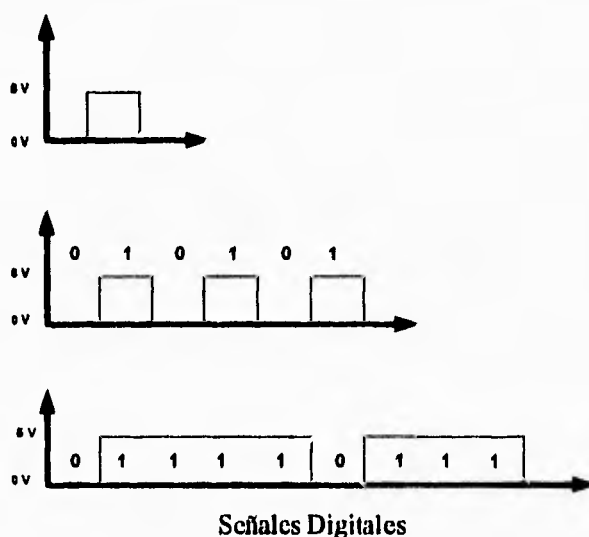
### V.1- PRINCIPIO

La transmisión digital es a base de dos símbolos o señales y es tan antigua como el telégrafo eléctrico que fue desarrollado a mediados del siglo XIX, el cuál trabaja a base de puntos y rayas.

Una señal digital consiste en una serie de pulsos eléctricos y para representar diferentes valores de la onda sonora emplea código en base a 2 dígitos (0 y 1).

### V.2- CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL DIGITAL

La característica principal de una señal digital es poseer dos estados de valores, uno o cero (existe o no existe) esta señal únicamente se presenta con corriente directa. Esta es un tren de pulsos donde un pulso es una variación entre 0 y 5 Volts de Corriente Directa.



### V.3- MODULACIÓN DIGITAL

**Modulación por amplitud de pulso (PAM).** En este tipo de modulación la amplitud de los datos es la que varía en función de la información que se desea transmitir.

**Modulación por posición de pulso (PPM).** La posición en el tiempo de pulso periódico es en función de la amplitud de la señal de información.

**Modulación por pulsos codificados (PCM).** Este tipo de modulación es el más importante de la modulación digital, ya que para transmitir la señal analógica es necesario muestrearla, cuantizarla y codificarla por medio de pulsos binarios. PCM puede definirse como un método de conversión de información analógica a una forma digital

#### V.4- CONVERSIÓN ANALÓGICA A DIGITAL

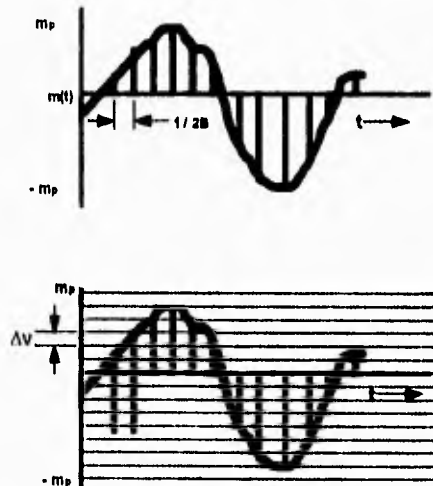
Existe un punto de reunión de las señales analógicas y digitales: su conversión de analógica a digital (conversión A/D). El espectro de frecuencia de una señal indica las magnitudes relativas de las diferentes componentes de la frecuencia.

#### V.5- TEOREMA DEL MUESTREO DE NYQUIST

Establece que si la frecuencia más alta del espectro de la señal es  $B$  (en Hz), la señal se puede reconstruir a partir de sus muestras, tomadas a una razón no menor  $2B$  muestras/segundo.

Esto significa que para transmitir la información dentro de una señal continua, se necesita solamente transmitir sus muestras.

Desafortunadamente, los valores de las muestras no son todavía digitales ya que se encuentra dentro de un rango continuo y puede tomar uno cualquiera del número infinito de valores del rango. Esta dificultad se resuelve mediante lo que se conoce como cuantificación en donde cada muestra se aproxima o redondea al nivel cuantificado más próximo como se muestra en la siguiente figura



Las amplitudes de la señal  $m(t)$  están dentro del rango  $(-m_p, m_p)$ , que se subdivide en  $L$  intervalos cada uno de magnitud  $\Delta V = 2m_p/L$ . La magnitud de cada muestra se aproxima ahora a uno de los  $L$  números. La información que da así digitalizada.

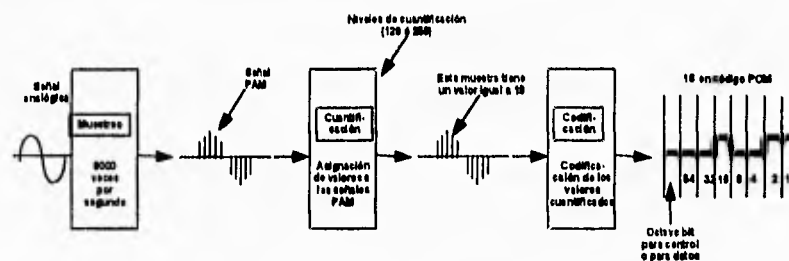
La señal cuantificada es una aproximación de la señal original. Se puede mejorar la exactitud de la señal cuantificada a cualquier grado que se desee aumentando el número de niveles ( $L$ ). Para la inteligibilidad de las señales de voz, por ejemplo  $L = 32$  es un mínimo, y para comunicación telefónica se usa comúnmente  $L = 128$  o  $256$ .



*MODULACION  
POR  
IMPULSOS  
CODIFICADOS*

### Modulación por impulsos codificados

Para convertir una señal analógica en una cadena digital de datos binarios se emplean diversos métodos. El más utilizado y extendido es la modulación por impulsos codificados (MIC-PCM en inglés), desarrollada en 1939 por A.H. Reeves en los laboratorios Bell. aunque el sistema MIC engloba múltiples procesos, suele describirse en tres etapas ya mencionadas anteriormente, las cuáles son : **muestreo**, **cuantificación** y **codificación**, como se muestra en la siguiente figura.



Conversión de señales

Los dispositivos que afectan el proceso de digitalización llamados bancos de canal o multiplexores MIC, tienen dos funciones:

- 1) Convertir las señales analógicas a la forma digital (y viceversa en el otro extremo).
- 2) Combinar las señales digitales en una misma secuencia de datos multiplexados por división en el tiempo (MDT-TDM).

La modulación por impulsos codificados se basa en la teoría de muestreo de Nyquist, ya mencionada. En telefonía la parte del espectro de habla se usa entre 300 y 3400 Hz, por lo que según el teorema de Nyquist la velocidad de muestreo debe ser:

$$2f_{\max} = f_{\text{muestreo}}$$

$$2 \cdot 3400 = f_{\text{muestreo}}$$

$$6800 \text{ Hz} = f_{\text{muestreo}}$$

pero debido a que no se encuentran filtros ideales, la industria utiliza una velocidad de muestra de 8000 muestras/segundo, lo cual según la teoría de muestreo de Nyquist, permite reproducir con exactitud las señales de un canal de 4 KHz.

Las muestras se recogen y se almacenan a una velocidad determinada (8000 muestras/segundo) y se convierten en datos binarios. Cada muestra es un impulso modulado en amplitud (PAM). Una vez efectuado el muestreo, la señal se somete a una segunda etapa de la traducción: **cuantificación**.

### V.1.1- CUANTIFICACIÓN

Como se ha visto el proceso del muestreo, convierte una señal continua en una señal discreta en tiempos, pero para poder transmitir señales en forma digital es necesario que también esas señales sean discretas en amplitud.

Al proceso de comparar el valor de las muestras resultantes con un número finito de valores contenidos en una escala de referencia asignando el valor correspondiente a dicho muestreo se le denomina cuantificación.

A cada valor de amplitud le corresponde un valor discreto, los valores contenidos dentro de la escala son llamados niveles de cuantificación y se localizan dentro de dos límites uno superior y otro inferior. Sin embargo como cada muestra es representada por un número binario, es necesario aproximar cada una de estas muestras a valores bien definidos.

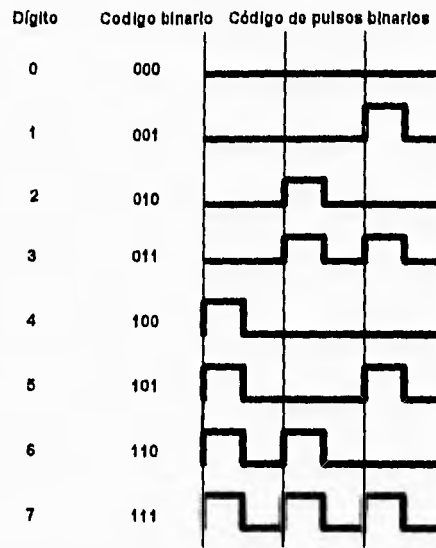
Los cuantificadores asignan valores entre 1 y 128 o entre 1 y 256 a cada señal PAM. Si el cuantificador asigna a la señal un máximo de 128 valores cada muestra requerirá 7 bits ( $2^7 = 128$ ). Si son 256 los valores posibles, cada muestra exigirá 8 bits ( $2^8 = 256$ ).

En PCM la palabra es de 8 bits y tendrá 256 niveles de cuantificación así el bit más significativo indicará el signo y los restantes la magnitud, por lo tanto habrá 128 niveles positivos y 128 niveles negativos. Un cuantificador de 256 escalones o niveles exigirá 64000 bits por segundo para la transmisión ( $8000 \times 8 = 64000$ ).

La cuantificación puede ser lineal (es decir, a niveles igualmente espaciados), o alineal (es decir, a niveles no espaciados uniformemente). El siguiente y el último paso es la **codificación**.

### V.1.2- CODIFICACIÓN

Esta etapa consiste en asignar un dígito a cada nivel de forma que exista correspondencia uno a uno entre los niveles y el conjunto de los enteros reales. Esto se llama digitalización de la onda. Este proceso reduce la onda a un conjunto de dígitos en los sucesivos tiempos de muestra, originando un sistema de modulación completamente digital. Los dígitos se expresan en forma codificada. El código más común para este propósito es el binario (es decir, un código que se usa sólo dos posibles niveles de pulso). En la siguiente figura se ilustra el uso del código binario para un sistema de 8 niveles.

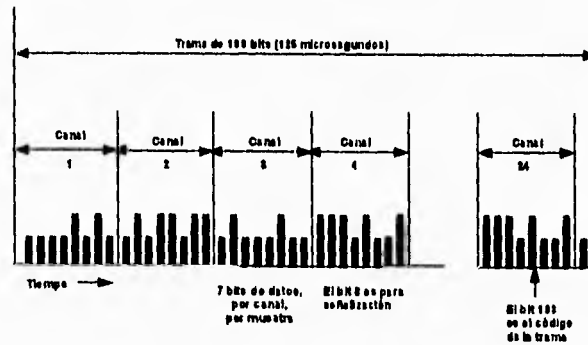


es decir, en lugar de enviar las muestras individualmente en los tiempos de muestreo, se envía un código o un esquema de pulsos para conducir la información en forma cuantizada. Los sistemas que hacen uso de la transmisión de señales digitalizadas (es decir, cuantizadas y codificadas) se llaman de modulación del código de pulsos (PCM).

### V.1.3- SISTEMAS PORTADORES DIGITALES

Cuando la transmisión digital comenzó a surgir como una tecnología factibles, el CCITT fue incapaz de obtener un acuerdo para establecer una norma internacional. Por lo cual, ahora se utilizan varios esquemas incompatibles en diferentes países del mundo. Los sistemas de conexión internacionales, entre países incompatibles necesitan "cajas negras"(normalmente costosas), para transformar el sistema del país de origen al correspondiente del destino.

Uno de los métodos más usados es el de portadora T1 de Bell Systems, descrito en la siguiente figura, mediante la cuál se pueden manejar 24 canales multiplexados de voz.



### V.1.4- ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA

Los pulsos que se generan y procesan en el sistema PCM están basados en bits, intervalos de tiempo, tramas y multitramas.

Una trama es el tiempo que existe entre dos muestras para el mismo canal de voz después del período que dura una trama.

$$T = 1 / F$$

$$\text{Trama} = 1 / 8000\text{Hz} = 125 \text{ micro segundos}$$

Donde T = Período

F= Frecuencia

8 KHz = Frecuencia de muestreo

Una trama consiste de  $24 \times 8 = 192$  bits, más un bit extra de entramado, produciendo así 193 bits cada 125 micro segundos; así para calcular la cantidad de bit/segundo con la que trabaja el sistema:

$$8000 \text{ tramas/segundo} \times 24 \text{ canales/trama} \times 8 \text{ bits/canal} = 1.554 \text{ Mb/segundo}$$

El bit 193 es utilizado para sincronización de trama, contiene el patrón 010101010... .Por lo general, receptor continúa verificando el estado de este bit para tener seguridad de que se ha perdido la sincronía. Si se pierde la sincronía, el receptor puede buscar este patrón para sincronizarse. Los clientes con sistemas analógicos no pueden generar el patrón de bits en absoluto, porque corresponde a una onda senoidal de 4000 Hz, que sería filtrada. Por otro lado, los clientes de sistemas digitales sí pueden generar este patrón, pero las posibilidades de que el patrón siga presente cuando las tramas sufren corrimientos son bajas.

Cuando el CCITT llegó finalmente a un acuerdo, tuvo la impresión de que los 8 Kbps de información de señalización para una llamada eran demasiados, así que su norma de 1.544 Mbps se basa en un flujo de datos de 8 bits, más que en uno de 7 bits; es decir, la cuantificación de la señal analógica se hace en 256 niveles discretos y no en 128.

Se proporcionan 2 variantes que son incompatibles. en la señalización por canal común, el bit extra (que se encuentra en la parte anterior y no en la posterior de la trama de 193 bits) toma los valores 101010101... en las tramas impares y contiene la información de señalización para todos los canales en las tramas pares.

En la otra variante, la señalización asociada al canal, cada uno de los canales tiene su propio subcanal de señalización privado. Un subcanal privado se obtiene al asignar uno de los ocho bits del usuario de cada seis tramas, para propósitos de señalización, de tal forma que cinco de las seis muestras tienen un tamaño de 8 bits, en tanto que la otra es de solo 7 bits.

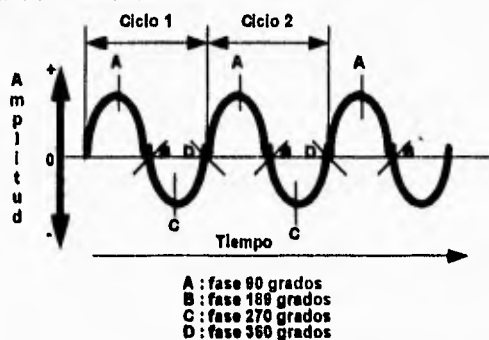
El CCITT también tiene una recomendación para una portadora PCM a 2.048 Mbps. Esta portadora tiene 32 muestras de datos de 8 bits agrupados en la trama básica de 125 micro segundos. Treinta de estos canales se utilizan para información y dos para señalización. Cada grupo constituido por cuatro tramas proporciona 64 bits de señalización asociada al canal y la otra mitad para la sincronización de la trama, o bien, quedan reservados para que cada país los utilice como desee. Fuera de Norteamérica y Japón la portadora de 2.048 Mbps se utiliza ampliamente.

*SISTEMAS  
DE  
CODIFICACION*

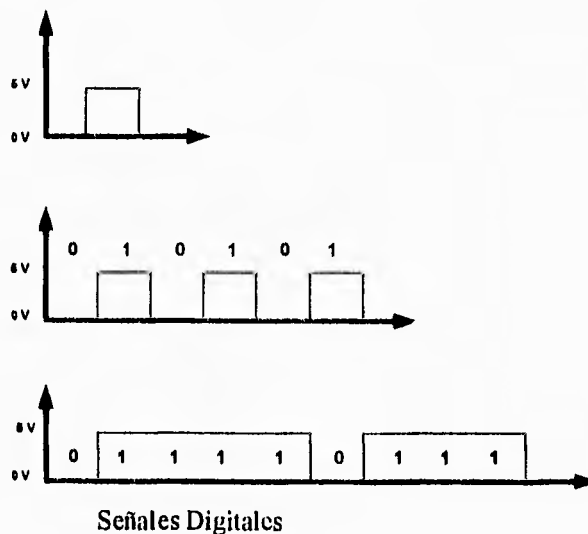
## SISTEMAS DE CODIFICACIÓN

### V.2.1- INTRODUCCIÓN

Para señales digitales, un dato fuente  $g(t)$ , que puede ser digital o analógico es codificado dentro de una señal digital  $x(t)$ . La forma actual de  $x(t)$  depende de la técnica de codificación, y es modificado para optimizar el uso del medio de transmisión. Por ejemplo, la codificación puede ser modificada para conservar el ancho de banda o para minimizar errores.



Una señal digital es una secuencia discreta de pulsos discontinuos de voltaje, cada pulso es un elemento de la señal. Los datos binarios son transmitidos por codificación, cada bit como un elemento de la señal. En el caso más simple, esto es, una correspondencia uno a uno, entre bits y elementos de la señal. A continuación se muestra un ejemplo, en donde cada 0 binario es representado por un nivel bajo de voltaje y un 1 como un nivel alto.



Primero debemos definir algunos términos. Para que computadoras y terminales puedan comunicarse, es necesario en primer lugar, que se notifiquen unos a otros que son capaces de hacerlo, y una vez establecida la comunicación, que dispongan de un método con el que ambos dispositivos lleven el control de la transmisión en curso. Un transmisor, ya sea una computadora o terminal, debe enviar su señal de modo que de que el dispositivo receptor sepa cuándo buscarla y reconozca los datos a medida que vayan llegando.

Una máquina que transmite ha de enviar primero a la máquina receptor la indicación de que desea comunicarse con esta. Si el emisor se limita a enviar los datos por el canal sin previo aviso, lo más probable es que el receptor no tenga tiempo suficiente para ajustarse al flujo de datos que empiezan a llegarle, en cuyo caso los primeros bits de la transmisión se perderán; este proceso forma parte de un protocolo de comunicaciones y se le llama "sincronización". Las señales de sincronismo o temporización desempeñan dos funciones de gran importancia :

- Sincronizan el receptor con la transmisión antes de que lleguen los datos propiamente dichos.
- Mantienen el receptor sincronizado con los datos que van llegando.

Si todos los elementos de la señal tienen algún signo algebraico, esto es, todos son positivos o negativos, entonces la señal es unipolar. En la señalización polar, un estado lógico es representado por un nivel de voltaje positivo, y el otro por un nivel de voltaje negativo. La velocidad de señalización de datos o velocidad de datos de una señal, es el número de bits (datos) transmitidos por segundo. La duración o longitud de un bit es el tiempo que tarda para la transmisión y emisión de un bit, para un dato R, la duración del bit es  $1/R$ .

La modulación en contraste es el tiempo que tarda en cambiar el nivel de la señal, todo va a depender de la naturaleza de codificación, se expresa en bauds. Finalmente, los términos marca y espacio, por razones históricas se refieren a los dígitos binarios 1 y 0 respectivamente.

Cuando las distancias entre los ordenadores y terminales son grandes, resulta más económico incorporar la temporización a la propia señal que usar un canal de sincronización aparte. Esto es lo que se conoce como un código autosincronizado. Los códigos que no emplean esta técnica presentan el inconveniente de que el reloj y los datos pueden verse alterados de forma diferente al propagarse por canales distintos. La señal de sincronismo puede verse adelantada o retardada en relación con la señal de datos, lo cual puede provocar que el receptor tenga dificultad para "engancharse" a esta última.

Un código autosincronizado es aquel que permite al receptor comprobar periódicamente si está muestreando la línea en el momento exacto en que llega un bit de datos. Ello exige (en condiciones ideales) que la línea cambie de estado muy a menudo. Los mejores códigos autosincronizados son aquellos en los cuáles el estado de la línea cambia muy frecuentemente, ya que estos cambios de estado ( por ejemplo, saltos de tensión ) permiten al receptor seguir reajustando su propio funcionamiento de acuerdo con la señal.

Lo único que hace el reloj es proporciona la referencia para los unos y ceros individuales. La idea consiste en disponer de un código que presente transiciones regulares y frecuentes sobre el canal. Las transiciones se limitarán el tamaño de las divisiones correspondientes a los datos binarios (unos y ceros) en el receptor; la lógica de muestreo buscará constantemente las transiciones de estado para delimitar los bits que vayan llegando. El receptor suele muestrear a una velocidad mayor que la de llegada de los datos, para poder definir con mayor precisión el tamaño de los intervalos de cada bit.<sup>7</sup>

¿Que factores determinan como actúa el receptor para poder interpretar la señal?. Estos factores son:

- relación señal a ruido
- velocidad de los datos
- ancho de banda.

\* Un incremento en la velocidad de los datos, incrementa el bit error rate (**BER**), que es la probabilidad de que un bit sea recibido con error.

\* Un incremento en señal a ruido (**S/N**) reduce el **BER**.



\* Un incremento en el ancho de banda aumenta la velocidad de los datos.

**Transmisión Analógica:** un sistema de transmisión analógica utiliza tonos (frecuencias) para representar datos, es la forma más utilizada para transmitir datos en forma remota.

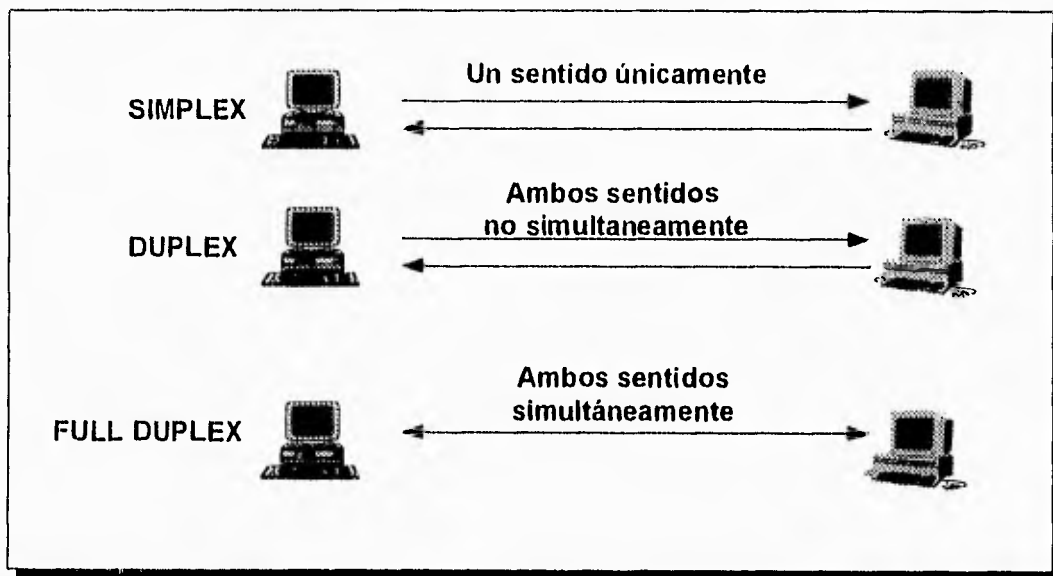
Las medios para transmisiones analógicas actualmente, fueron diseñadas para la comunicación de voz y no para la transmisión de datos.

Para realizar una transmisión de datos con medios de comunicación actuales se requiere amplificar periódicamente las señales, además de contar con dispositivos de conversión de señales digitales/analógicas y viceversa.

**Transmisión Digital:** En un sistema de transmisión digital se utilizan pulsos digitales para representar los datos, este método de transmisión será el más utilizado en el futuro, debido a las siguientes características:

- Proporciona gran capacidad
- Mejoramiento de la seguridad
- Privacidad en la transmisión
- Bajo costo
- Menor sensibilidad al ruido
- Mayor alcance, debido a que la señal se regenera
- Posibilidad de conectar directamente la fuente datos (señal digital) al medio de transmisión digital
- Mejor integración de VOZ DATOS y VIDEO.

**Modos de Transmisión:** el modo de transmisión es el sentido que toma una comunicación de datos entre dos equipos terminales de datos (DTE). Existen tres tipos de principalmente de modos de transmisión utilizados en comunicación de datos, los cuáles se muestran a continuación



**Sincronización** La transmisión de datos pueda ser síncrona o asíncrona.

**Transmisión asíncrona** a menudo se le da el nombre de arranque-parada transmite un caracter de datos a un tiempo. Esta forma de sincronización es ineficiente debido a que se requieren bits adicionales para efectuar la ( eficiencia del 80 %) y es utilizada normalmente para bajas velocidades (hasta 2,400 bps).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

*Transmisión Sincrona* es una comunicación de datos en la cual existe una constante de tiempo entre bits sucesivos o caracteres, el controlador de la transmisión es efectuada por una señal de temporización denominada reloj. Bajo esta forma de sincronización se pueden enviar largas cadenas de bits a mayores velocidades que en una transmisión asíncrona.

### V.2.2- CÓDIGOS DE COMUNICACIÓN DE DATOS

Un código es un conjunto de reglas que permiten representar caracteres de datos en forma de patrones de 1's y 0's (patrón binario), que es la forma en que se comunican los equipos de procesamiento de datos. Los códigos tienen patrones de bits para textos, gráficas y caracteres de control utilizados en un intercambio de información, como por ejemplo el código ASCII.

### V.2.3- NO REGRESO A CERO NRZ

El código **NRZ** comparte la propiedad que el nivel de voltaje es constante durante el intervalo del bit, no existe transición (no regresa a un nivel de voltaje cero). Este es el código más sencillo, y su forma más simple es el **NRZ-L**, generalmente este código es utilizado para generar o interpretar datos digitales por terminales de procesamiento de datos y otros dispositivos. Si un código diferente es usado para transmisión, este es típicamente generado desde una señal **NRZ-L** por el sistema de transmisión.

El método NRZ es muy utilizado en comunicaciones por su relativa sencillez y bajo costo, además que emplea el ancho de banda con gran eficiencia, ya que representa un bit con cada baudio (cambio de la señal), no obstante carece de la posibilidad de autosincronización.

Por ejemplo en una serie de 1's y 0's seguidos no aparecerá transmisión alguna en el canal, lo cual puede ocasionar que el reloj del receptor se desplace con respecto a la señal entrante, con lo que los datos de la línea no se muestrearán en el instante correcto, y el emisor y el receptor perderán la sincronización mutua.

Un beneficio de este método es que puede ser más confiable para detectar la presencia de ruido en la transmisión, a través de la comparación de un valor con el umbral. Otros beneficios es que con este sistema se puede eficientar el uso del ancho de banda.

La principal limitación de la señal NRZ es la presencia de la componente de DC, y que carece de sincronización.

El nivel de la señal permanece estable durante todo el intervalo de bit. En este caso, la señal permanece a nivel bajo para representar un 1, y sube a nivel alto para expresar el 0 (muchos dispositivos emplean tensiones opuestas). el esquema **NRZ** es muy empleado en comunicaciones, por su relativa sencillez y su bajo costo. Además, un código **NRZ** emplea el ancho de banda con gran eficiencia, puesto que es posible representar un bit con cada baudio (cambio de la señal).

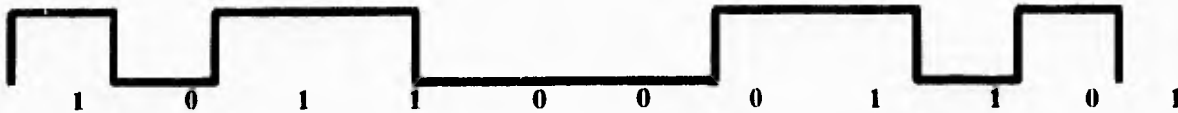
No obstante, carece de la posibilidad de autosincronización, ya que, por ejemplo, en una serie de unos o ceros seguidos no aparecerá transición alguna en el canal, lo cual puede ocasionar que el reloj del receptor se desplace con respecto a la señal entrante, con lo que los datos de la línea no se muestrearán en el instante correcto, y el emisor y el receptor perderán la sincronización mutua. Un código NRZ puede ser polar o bipolar, según la realización de que se trate.

## Capítulo V.2 Sistemas de Codificación

El sistema NRZ goza de una amplia difusión en los sistemas de comunicaciones, ya que no exige codificación o decodificación adicionales, y utiliza el ancho de banda del canal de forma muy eficiente.

\* Nonreturn to Zero-Level (**NRZ-L**) No regreso a cero-Nivel

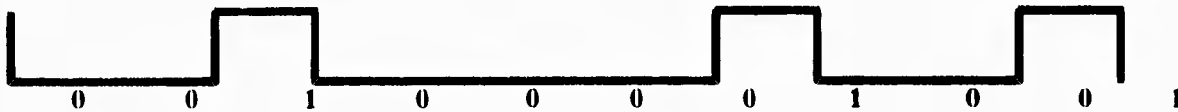
1 = Nivel Alto  
0 = Nivel Bajo



También están los de Marca (**NRZ-M**) y espacio (**NRZ-S**) que son versiones de la señal **NRZ**. Ellos tienen una ventaja sobre los diferentes códigos de transmisión. En codificación diferencial, la señal es decodificada por la polaridad del elemento adyacente de la señal, más que el valor absoluto de un elemento de la señal.

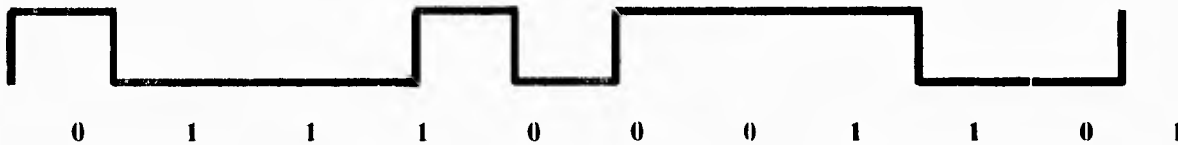
\* Nonreturn to Zero-Mark (**NRZ-M**) No regreso a cero-Marca

1 = Transición en el inicio de intervalo  
0 = No existe Transición



\* Nonreturn to Zero-Space (**NRZ-S**) No regreso a cero-Espacio

1 = No existe Transición  
0 = Transición en el inicio del intervalo

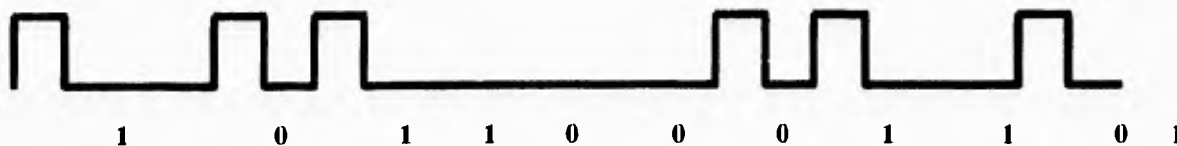


### V.2.4- REGRESO A CERO RZ

Los códigos con retorno a cero suelen introducir en la señal un cambio de nivel, al menos, en cada intervalo de bit. Este método es el que presenta una transición en cada intervalo de bit, por lo que posee unas buenas características de sincronización.

Su principal desventaja radica en que exige dos transiciones de la señal por cada bit, lo cual significa que un código **RZ** necesitará un ancho de banda doble que el de los códigos **NRZ**. Este tipo de código se emplea en algunos de los más avanzados sistemas asociados a redes locales.

- \* Return to Zero (RZ) Regreso a cero
- 1 = Pulso en la primera mitad del intervalo
- 0 = No existe pulso



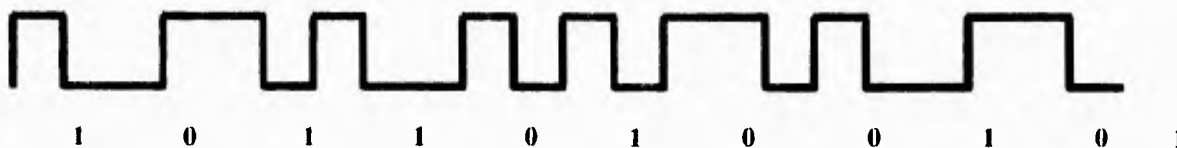
### V.2.5- BIFASE MANCHESTER

El término bifase es usado para designar **BIFASE-L (MANCHESTER)**, **BIFASE-M**, **BIFASE-S** y **MANCHESTER DIFERENCIAL**. Los métodos bifase están hechos para superar las desventajas de codificación NRZ y RZ. Todos los esquemas bifásicos requieren la última transición por bit y pueden tener 2 transiciones como muchos, así la velocidad de modulación máxima es doble que para NRZ y el ancho de banda correspondiente es mayor. Las principales ventajas de los esquemas bifásicos son :

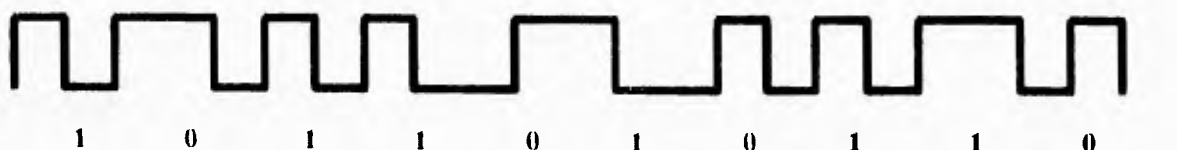
- **Sincronización:** la transición es predecible durante cada tiempo del bit, el receptor puede sincronizarse en la transición. Para **MANCHESTER** y **MANCHESTER DIFERENCIAL**, aquí siempre la transición ocurre en la mitad del intervalo. Para **BIFASE-M** y **BIFASE-S** la transición empieza al principio del tiempo del bit.
- **Sin componente DC.** Los códigos bifásicos no tienen componentes de DC.
- **Detección de error:** la ausencia de una expectativa de transición puede ser usada para detectar errores. El ruido en la línea puede ser invertido entre la señal antes y después para motivar una no detección de error.

El código **MANCHESTER** se utiliza bastante en grabaciones en cinta magnética, enlaces de fibra óptica, líneas coaxiales y redes de área local.

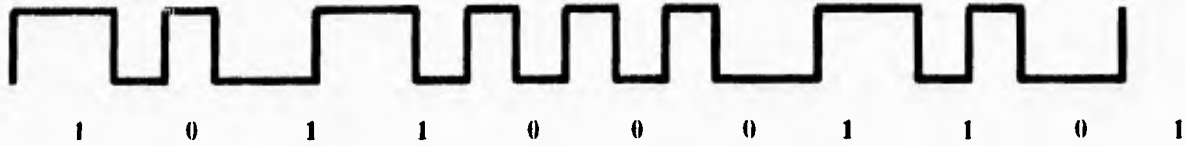
- \* Bifase (Manchester)
- 1 = Transición de alto a bajo en la mitad del intervalo
- 0 = Transición de bajo a alto en la mitad del intervalo



- \* Bifase-Marca (Transición siempre al inicio del intervalo)
- 1 = Transición en la mitad del intervalo
- 0 = No existe Transición en la mitad del intervalo



- \* Bifase-Espacio (Transición siempre al inicio del intervalo)
  - 1 = No existe Transición en la mitad del intervalo
  - 0 = Transición en la mitad del intervalo



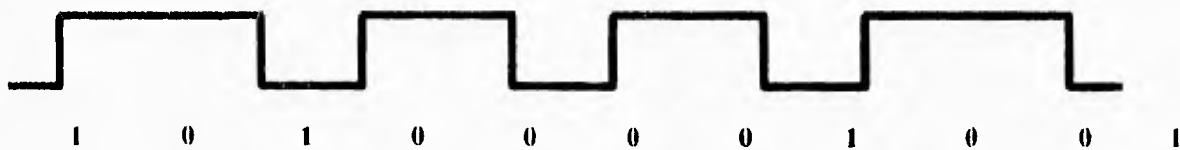
- \* Manchester Diferencial
  - 1 = No existe transición en el inicio del intervalo
  - 0 = Transición en el inicio del intervalo



### V.2.6- RETRASO EN MODULACIÓN MILLER

Una alternativa interesante para la técnica bifase es el retraso en la modulación, también conocida como código **MILLER**, 2 transiciones por tiempo de bit, el código **MILLER** usa cuatro pulso elementales. a continuación se muestra una figura en la cuál como se puede observar, el ancho de banda de este código es menor que cualquier bifase o NRZ.

- \* Modulación Delay (Miller)
  - 1 = Transición en la mitad del intervalo
  - 0 = No hay transición si es seguido de un 1.  
Transición al final del intervalo si sigue un 0

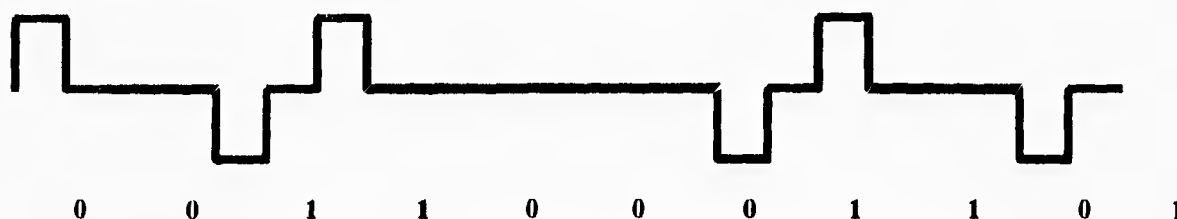


### V.2.7- BIPOLAR AMI

Este código es empleado por empresas como AT&T, las empresas relacionadas con Bell y otras compañías telefónicas. Se trata del esquema llamado originalmente Código PCM de Bell System. Su estructura de señalización emplea pulsos de polaridad alternada para codificar los unos binarios. Este código en concreto presenta algunos problemas cuando aparece una larga serie de ceros durante una transmisión. Los componentes del sistema no pueden sincronizar de ninguna forma los bits cero, ya que el estado de la línea no cambia.

\* Bipolar AMI

1 = Pulso en la primera mitad del intervalo, alternando polaridad de pulso a pulso  
 0 = No hay pulso



V.2.8- HDB3

Para convertir una señal binaria en una señal HDB3 se aplican las siguientes reglas de codificación:

- La señal HDB3 es pseudoternaria: sus tres estados se designan por B+ ó B- y 0 (cero).
- Los "1's" de la señal binaria se codifican alternadamente como B+ y B- en la señal HDB3 (inversión alternada de marcas AMI, cuando se codifican secuencias de cuatro "0's" se introducen violaciones de la regla de inversión alternada de marcas (regla))
- Los "0's" de la señal binaria se codifican como 0 en la señal HDB3, pero en el caso de secuencias de cuatro "0's", se aplica la regla

**Regla:** las secuencias de cuatro "0's" de la señal binaria se codifican de acuerdo a lo siguiente:

- a) El primer "0" de la secuencia se codifica como 0 si el 1 precedente de la señal HDB3 tiene una polaridad opuesta a la de la violación precedente y no constituye una violación (es decir: B+ o B-) si el 1 precedente de la señal HDB3 constituye en sí mismo una violación.

Esta regla asegura que las violaciones consecutivas sean de polaridad alternada, lo cual impide la introducción de una componente continua.

- b) El segundo y tercer "0" de la secuencia se codifican siempre como 0.
- c) El último "0" de la secuencia de cuatro se codifica como un 1 de polaridad tal que viole la regla de inversión alternada de marcas. Estas violaciones se designan B+ ó B-, según la polaridad.

*INTERFACE*  
*DIGITAL*  
*X.21*

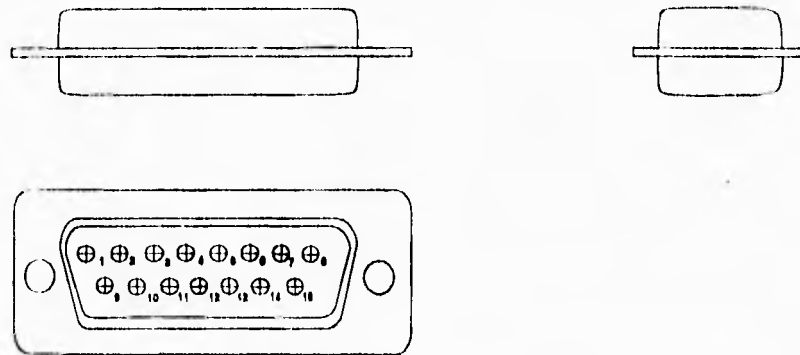
### INTERFASE DIGITAL X.21.

El CCITT en 1969 comprendió que los proveedores de servicios portadores proporcionarían de manera eventual líneas digitales (aunque no necesariamente a las velocidades de T1) a los locales del cliente. En 1976 el CCITT recomendó, para estimular la compatibilidad en su uso, una interfase de señalización digital llamada X.21. Esta recomendación especifica la manera en que el ordenador del cliente, el DTE (equipo terminal de datos), establece y libera las llamadas, mediante el intercambio de señales con el equipo del proveedor de servicios portadores, el DCE.

Es un interfaz estándar que ha sido objeto de una considerable atención en el sector, aunque no está extendido como el RS-232-C. Este estándar fue publicado por primera vez en 1972 y sufrió sucesivas mejoras en 1976, 1980 y 1984.

A diferencia del RS-232-C, emplea un conector de 15 contactos. Esta recomendación especifica la manera en que el ordenador del cliente, el DTE (Equipo Terminal de Datos), establece y libera las llamadas, mediante el intercambio de señales con el equipo del proveedor de servicios portadores, el DCE.

En la figura se muestran los nombres y las funciones de los 8 hilos definidos por la X.21. El conector físico tiene 15 patillas pero no todas se utilizan.



### INTERFAZ X.21

1	--	--
1	T(A)	Transmisión (A)
3	C(A)	Controla (A)
4	R(A)	Recibe (A)
5	I(A)	Indica (A)
6	S(A)	Señal de elementos de Temporización (A)
7	B(A)	Byte de Temporización (A)
8	G	Señal de Tierra
9	T(B)	Transmite (B)
10	C(B)	Controla (B)
11	R(B)	Recibe (B)
11	I(B)	Indica (B)
13	S(B)	Señal de elementos de Temporización
14	B(B)	Byte de Temporización (B)
15	--	Reservado para futuros usos internacionales



El DTE utiliza las líneas T y C para transmitir los datos y controla la información respectivamente. La DCE utiliza las líneas R e I para los datos y control. La línea S contiene la señal emitida por el DCE para proporcionar información de temporización, de tal forma que el DTE conozca el momento en que cada uno de los intervalos de bit comienza y termina. Como una opción del proveedor del servicio portador, se puede tener una línea B para agrupar los bit en tramas de 8 bits. Si se ofrece esta opción el DTE deberá empezar cada secuencia de control con al menos dos caracteres SYN, para permitirle al otro deducir los límites de la trama. De hecho, aun cuando se proporcione el octeto de temporización, el DTE debe enviar los dos caracteres SYN antes de las secuencias de control, para mantener la compatibilidad con las redes que no tienen el octeto de temporización. Los caracteres SYN, así como los demás caracteres de control, están en el alfabeto internacional número 5 con paridad impar.

Por medio del siguiente ejemplo se mostrará el procedimiento que sigue el DTE para hacer una llamada a un DTE remoto y cómo el DTE originador corta la llamada cuando ésta se termina.

Cuando la línea está desocupada las cuatro líneas de señalización están a uno. Cuando el DTE desea hacer una llamada, pone T a cero y C en ON. Cuando el DCE está listo para hacer una llamada, comienza a transmitir el carácter ASCII "+" en la línea R; que efectivamente es un tono digital indicándole al DTE que puede comenzar a marcar. El DTE "marca" el número correspondiente, al enviar la dirección del DTE remoto, como una serie de caracteres ASCII, utilizando la línea T, un bit a la vez. En ese momento, el DCE envía lo que generalmente se conoce como señal de progreso de la llamada, para informar al DTE sobre el resultado de la llamada.

Las señales de progreso consisten en números de dos dígitos, el primero de los cuales indica la clase general del resultado y, el segundo los detalles. Si la llamada se puede realizar el DCE pone I en ON, para indicar que la transferencia de datos puede comenzar.

A partir de este momento queda establecida la conexión duplex digital, y cualquiera de las dos partes puede enviar información a discreción. Cualquiera de los DTE puede decir "adios" mediante la fijación de su línea C en OFF. Después de hacer esto, no manda más información, aunque debe estar preparado para continuar recibiendo, hasta que el otro DCE haya terminado.

El procedimiento para las llamadas de entrada es igual al correspondiente de las llamadas que salen. Si estas dos se llevan a cabo simultáneamente, procedimientos conocidos como COLISIÓN DE LLAMADA, la señal que entra y la señal que sale se lleva a cabo.

Seguramente los proveedores de servicios portadores podrán ofrecer una variedad de características especiales en las redes X.21 como, por ejemplo, una conexión rápida en la que el poner la línea C en ON es interpretado por el DCE como solicitud para reconectarse al número que se marco previamente. Esta característica elimina la etapa de marcar el número y podría ser de utilidad, por ejemplo para introducir llamadas independientes a un ordenador de tiempo compartido, cada vez que el usuario del terminal oprima la tecla de "return".

Otra posible opción del X.21 es el de reducir el grupo de usuarios, gracias a la cual un grupo de clientes podría evitar que se hicieran llamadas hacia el interior o exterior de dicho grupo. La redirección de llamadas, las llamadas a cobro revertido, obstrucción de llamadas de entrada o de salida así como la identificación de la persona que llama, pueden ser otras posibilidades.

Esta recomendación fue diseñada para redes públicas de datos que operan en forma digital. Los sistemas de transmisión digital, usan microprocesadores en sus interconexiones, los cuales dependen lógicamente del software para su implementación. Estos los hace más flexibles.

El X.21 define un conector de 15 clavijas con 6 circuitos de intercambio

- > Todas las transmisiones de función y control van en el mismo circuito de intercambio (como datos del usuario).
- > Tiene un circuito separado para ayudar a identificar lo que es dato de lo que es control, no permitiéndose el control durante la transferencia de datos.

Entre sus restricciones, se destaca la imposibilidad de ubicar equipos de inscripción de datos, entre el DTE y el DCE. Puede decirse que X.21 promulga los procedimientos de establecimiento de llamada, en redes de circuitos conmutados de datos.

### V.3.1- INTERFAZ X.21 Y SU RELACIÓN CON X.25.

El interfaz de nivel físico recomendado entre el ETD y el ETCD es el X.21, X.25 asume que el nivel físico X.21 mantiene activados los circuitos T(transmisión) y R (recepción) durante el intercambio de paquetes. Asume, también, que el X.21 se encuentra en estado 13S(enviar datos), 13R(recibir datos) o 13(transferencia de datos). Supone también que los canales C(control) e I(indicación) de X.21 están activados. Con esta última premisa X.25 utiliza el interfaz X.21 que une el ETD y el ETCD como un "conducto de paquetes", en el cual los paquetes fluyen por las líneas (pines) de transmisión (T) y de recepción (R).

Teniendo en cuenta que en muchos países el interfaz X.21 no está muy extendido, X.25 tiene prevista la utilización del interfaz X.21bis/RS-232-C.

El sufijo "bis" indica que se trata de una segunda opción del estándar recomendado, aunque de hecho X.21bis y X.21 no se parecen mucho. Tanto RS-232-C como X.21bis utilizan las asignaciones de circuitos V.24 del CCITT . En RS-232-C los circuitos se identifican mediante dos letras (por ejemplo, BA), mientras que en la notación de V.24 cada circuito se nombra con tres cifras(por ejemplo, 103).

*INTERCONEXIONES  
DE  
REDES*

## INTERCONEXIONES DE REDES.

### VI.1- INTRODUCCIÓN.

Se ha considerado hasta ahora de manera implícita que sólo hay una red homogénea, con cada una de las máquinas utilizando el mismo protocolo en cada capa. Por desgracia, esta suposición es terriblemente optimista. Existe una gran variedad de redes. Más de 20 000 redes SNA, más de 2000 redes DECNET, así como un número infinito de redes LAN de todos los tipos imaginables, están funcionando diariamente en todo el mundo (Green, 1986). Un número muy reducido de ellas utiliza el modelo OSI. Daremos un vistazo cuidadoso a los problemas que aparecen cuando llega a ser necesaria la interconexión de dos o más redes para formar una INTERRED DE REDES.

Existe una gran controversia con respecto a la cuestión de si la abundancia actual de diferentes tipos de redes es una condición temporal, que se disipará después de que todos lleguen a entender lo maravilloso que es el modelo OSI, o bien, si este hecho es una característica inevitable pero permanente del mundo. Creemos que siempre existirá una variedad de tipos diferentes de redes, por las siguientes razones.

Primero, el conjunto instalado de sistemas que no son OSI es actualmente, muy grande, y está creciendo con rapidez, IBM todavía está vendiendo sistemas SNA nuevos. La mayoría de las tiendas de UNIX venden TCP/IP. Las redes tipo LAN utilizan muy rara vez el modelo OSI. Es un hecho que esta tendencia continuará por muchos años, porque no todos los distribuidores consideran de interés primordial para sus clientes que éstos sean capaces de cambiar al sistema de otro distribuidor.

En segundo lugar, en la medida que los ordenadores y las redes se puedan conseguir a precios más económicos, el lugar en donde se toman las decisiones se mueve hacia abajo. Muchas compañías mantienen una política en la cual las compras que lleguen a rebasar el millón de dólares tienen que ser aprobados por la alta dirección; las compras cuyo costo rebase los 100 000 dólares tienen que ser aprobados por la administración media; pero aquéllas que se encuentren por abajo de los 100 000 dólares puedan realizarlas los jefes de departamento sin necesidad de aprobación superior. Esta política puede hacer que un departamento de contabilidad instale una Ethernet, el departamento de ingeniería un paso de testigo en bus, y el departamento de personal instale un paso de testigo en anillo.

Como tercer punto, las diferentes redes (por ejemplo, las tipo LAN y las de satélite) tienen tecnologías radicalmente diferentes, por lo cual no debería sorprender que, a medida que se llevan a cabo nuevos desarrollos de hardware, se necesitará un nuevo software que no se adapte al modelo OSI.

Supóngase que múltiples redes incompatibles, van a ser una realidad durante un buen tiempo y obsérvese que existen varias circunstancias bajo las cuales sería deseable conectarlas entre sí. En la mayoría de las universidades, los departamentos de ciencias de los ordenadores y los de ingeniería poseen sus propias redes tipo LAN, normalmente diferentes. En estas LAN existen una cantidad considerable de ordenadores personales, estaciones de trabajo y miniordenadores.

Con mucha frecuencia la gente que está interesada en el uso cotidiano de números (como los físicos) o letras (como los poetas), emplean el ordenador central. En el primer caso debido a la potencia de cálculo disponible, en tanto que el segundo se debe a la falta de interés por mantener el hardware. Las dos LAN departamentales, así como los ordenadores centrales, en general se encuentran conectadas a redes nacionales e internacionales tipo WAN, así como entre ellas mismas.

*Las siguientes formas de interconexión de redes se pueden imaginar fácilmente:*

- > LAN - LAN : Un científico de ordenadores copiando un archivo para ingeniería.
- > LAN - WAN : Un científico de ordenadores transmitiendo correo a un físico que se encuentra a distancia.
- > WAN - WAN : Dos poetas intercambiando sonetos.
- > LAN - WAN - LAN : Ingenieros en diferentes universidades, comunicándose.

### VI.2- INTRODUCCIÓN A LOS DISPOSITIVOS DE INTERCONEXIÓN DE REDES -.

#### ¿ POR QUE LA INTERCONEXIÓN ?.

La interconexión de las LAN (Local Area Network - Redes de Área Local) comprende todas las aplicaciones entre las cuales se conectan varias LAN entre sí, formando una red de gran tamaño. La interconexión de redes ("internetworking") se aplica por diversas razones:

- > Conectar las LAN de distintos lugares en una sola red.
- > Conectar entre sí las LAN de los distintos departamentos de la organización, formando una LAN que comprende a toda la empresa.
- > Subdividir una red de gran envergadura en segmentos, por razones administrativas o de seguridad.

**VI.3- SOLUCIONES DE INTERCONEXIÓN MAS USUALES. -**

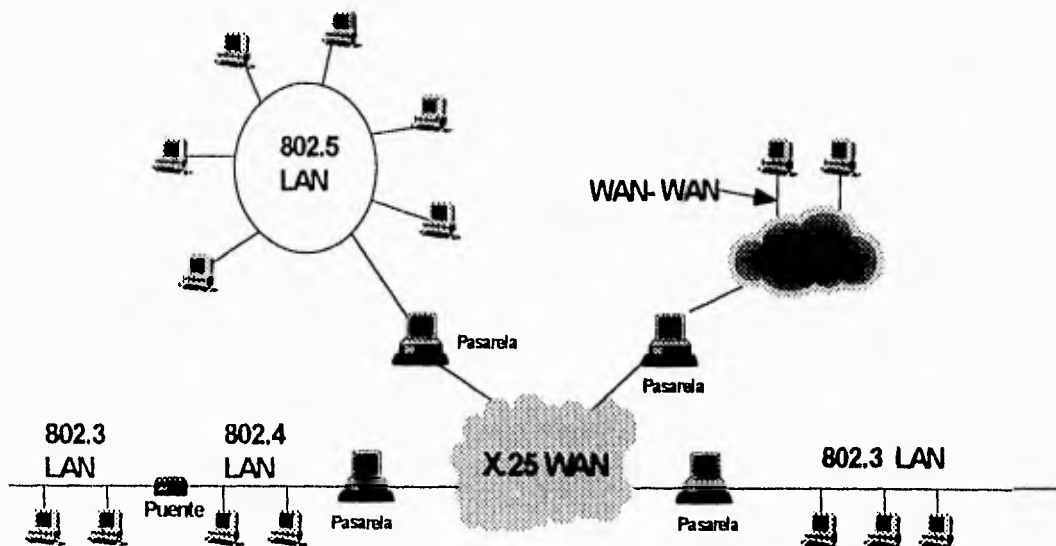
Los productos más usuales utilizados en la interconexión de redes son los repetidores, routers, gateways, puentes y pasarelas. La aplicación del cliente determina el producto a utilizar.

**REPETIDORES:** Regeneran la señal de la red en distancias más grandes. Operan en el nivel físico del modelo OSI y no interfieren ni controlan los datos. Los repetidores son sencillos y de bajo costo. Su principal desventaja es que dejan pasar todo el tráfico entre las distintas LAN, creando una congestión innecesaria.

**ROUTERS:** Conectan redes separadas formando una red de mayor dimensión. Operan al nivel de red del modelo OSI (nivel 3) y pueden interconectar LAN's con distintos niveles inferiores. Los routers deben usar el mismo protocolo interred en todas las partes constituyentes de la red para una aplicación en particular, pero hoy en día la mayoría de los routers son multiprotocolo. Los routers admiten cualquier topología y brindan el método más rentable de enrutar y compartir cargas.

**GATEWAYS:** Se utilizan para conectar redes que operan bajo protocolos distintos. Operan por encima del nivel de red del modelo OSI, actuando como conversores de protocolo. Por lo general utilizan todas las siete capas, conectando una misma aplicación a través de distintos entornos.

**PUNENTES:** Conectan redes distintas en una única red lógica. Operan al nivel MAC del modelo OSI y realizan la interconexión decidiendo qué paquetes transferir entre las LAN. La mayoría de los puentes aprenden automáticamente la configuración de la red y toman decisiones de enrutado en base a las direcciones de origen y de destino en los paquetes de la LAN. Los puentes son sencillos de instalar y operar, y transparentes a la aplicación del usuario. Sin embargo, no se adaptan a las redes complejas ni a las aplicaciones en las cuales se pueden producir congestiones de tráfico.



# *PUENTES*

## PUENTES

### VI.1.1- CONCEPTOS Y CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS PUENTES -.

Los puentes pueden ser locales o remotos. Los puentes locales conectan dos o más LANs locales en forma directa; los puentes remotos conectan LANs distantes a través de una WAN (Wide Area Network - Red de Área Extendida). La WAN puede constar de una red de paquetes o datos conmutados, enlaces punto a punto, o cualquier otra tecnología de área extendida. Los puentes cumplen su función de filtrado y retransmisión comparando las direcciones de origen y destino de la capa MAC, utilizando para ello tablas de direcciones de LAN aprendidas dinámicamente. A esto se lo denomina bridging transparente, ya que la información a todos los niveles por encima del MAC se transfiere en forma transparente.

Con el bridging transparente las trayectorias redundantes causarían paquetes duplicados y tormentas de broadcast. Esto se evita en el entorno de bridging local con el algoritmo de árbol de extensión ("spanning tree"), el cual asegura que un puente o trayectoria redundantes permanecen en espera hasta ser requeridos. En el entorno de bridging remoto se prefieren otros métodos de redundancia, tales como los enlaces de respaldo automático.

Hay otra técnica de bridging, de uso frecuente en el entorno TOKEN RING y denominada enrutado de origen ("source routing"). Este nombre surge de que la estación de origen interviene activamente en la determinación de la trayectoria a ser seguida por un paquete hasta su estación de destino en otra LAN.

### VI.1.2- ¿ POR QUE LOS PUENTES CON COMPRESIÓN ?.

Los diseñadores de redes seleccionan puentes cuando sus interredes tienen topologías sencillas aún si el tráfico comprende muchos protocolos distintos. Como los puentes trabajan al nivel MAC, al administrador de la red no le preocupa el funcionamiento de cada protocolo. Cuando se trata de protocolos que no pueden ser enrutados porque no tienen capa de red, el puente es la única solución para la interconexión entre redes.

Cuando se interconectan LANs con puentes remotos y un enlace WAN, la WAN puede convertirse en un cuello de botella según sea el porcentaje de tráfico de la LAN que se transmite por la WAN y la velocidad de dicho enlace WAN. Una de las maneras de aliviar la congestión en la WAN es comprimir los datos que un puente retransmite a través de ésta. El efecto es un mayor aprovechamiento de la WAN, un mejor tiempo de respuesta y menor pérdida de paquetes debida a colas sobrepasadas. En muchos casos la utilización de un puente con compresión puede ahorrar el costo de una ampliación de la WAN.

### VI.1.3- CONCEPTOS DE DIFERENTES TIPOS DE PUENTES. -

### VI.1.4- INTRODUCCIÓN.

La demanda de acceso instantáneo a fuentes de información remotas va en constante aumento. Pequeñas oficinas, sucursales, usuarios únicos de PC, profesionales de viaje y suscriptores a servicios - todos ellos exigen un medio eficiente de acceder a la información a distancias. A continuación brindaremos las principales respuestas a estas necesidades por medio de dos líneas de productos: PUENTES BÁSICOS, la serie LAN RANger y PASARELAS, para acceso de PC's remotas.



### VI.1.5- PUENTES -.

La mayoría de los puentes conectan redes tipo LAN 802, así que centraremos la atención en los puentes 802, fundamentalmente. Antes de entrar en la tecnología de los puentes, sería conveniente hacer una revisión acerca de algunas de las situaciones comunes en las que se utilizan los puentes. Mencionaremos seis razones por las cuales una sola organización puede acabar teniendo múltiples LAN.

Primero, varias universidades y departamentos de compañías cuentan con sus propias redes tipo LAN, principalmente para conectar sus propios ordenadores personales, estaciones de trabajo y miniordenadores. Debido a las diferencias que existen en los objetivos de los diferentes departamentos, éstos escogen diferentes tipos de redes LAN, independientemente de lo que otros departamentos estén realizando. Tarde o temprano, surgirá la necesidad de interaccionar y, por consiguiente, la de incluir un puente. En este ejemplo, la existencia de múltiples LAN se debe a la autonomía de sus propietarios.

Segundo, la organización puede dispersarse geográficamente en varios edificios que están separados por distancias considerables. Podría resultar mucho más económico el tener redes tipo LAN separadas en cada uno de los edificios y conectarlas mediante puentes y enlaces de rayos infrarrojos, que tender un sólo cable coaxial por todo el terreno de la universidad.

Tercero, en un momento dado puede ser necesario dividir lo que lógicamente es una sola red tipo LAN en varias de ellas separadas, y llegar a acomodar así la carga. En la universidad de Carnegie - Mellon, por ejemplo, hay disponibles millares de estaciones de trabajo para los estudiantes y para el personal de ordenadores. Por lo general, los archivos se mantienen en máquinas servidoras de archivos y se cargan, bajo solicitud, en las máquinas de los usuarios. La enorme escala de este sistema, simple y sencillamente, hace imposible el querer colocar todas las estaciones de trabajo en una sola red tipo LAN--el ancho de banda total necesario resulta ser demasiado elevado. En lugar de estos se utiliza una LAN múltiple conectada por medio de puentes. Cada LAN contiene un conjunto de estaciones de trabajo con sus propios servidores de archivo, de tal forma que la mayor parte de tráfico se restringe a una sola red tipo LAN.

Cuarto, en algunas situaciones, una sola red tipo LAN sería apropiada en términos de carga, pero la distancia física entre las máquinas localizadas a mayor distancia es demasiado grande (por ejemplo, mayor de 2.5 km para la 802.3). Aun cuando el tendido del cable resulta muy fácil, la red no funcionaría debido al excesivo retardo de un viaje de ida y vuelta. La única solución en este caso es la partición de la LAN y la instalación de puentes entre los segmentos.

Quinto, es el asunto de la fiabilidad. En una red tipo LAN única, el tener un nodo defectuoso que produzca un flujo continuo de basura hará que la LAN se comporte como una red defectuosa. Los puentes se pueden insertar en los lugares críticos, igual que las puertas contra incendio en un edificio, con objeto de evitar que un solo nodo provoque que el sistema se caiga por completo. A diferencia de un repetidor, que sólo se encarga de copiar todo lo que ve, un puente puede programarse para ejercer alguna discriminación sobre lo que reexpide y lo que no reexpide.

Sexto y último, los puentes pueden contribuir a la seguridad de una organización. La mayoría de las interfaces de las redes tipo LAN tiene un modo promiscuo, en el que todos los paquetes se leen por el ordenador, y no sólo aquéllos que están dirigidos a ellos; característica que resulta muy del agrado de los espías y chismosos. Con la inclusión de puentes en varios lugares y teniendo cuidado de no reexpedir un tráfico sensible, es posible aislar partes de la red para que su tráfico no pueda escaparse.

### VI.1.6- FUNCIONAMIENTO DE UN PUENTE BILATERAL SENCILLO -.

Después de ver por qué los puentes son necesarios, ahora veamos cómo trabajan. El host A tiene un paquete por transmitir. El paquete desciende a la subcapa LLC y adquiere una cabecera LLC. Después, pasa a la subcapa MAC y se le pone una cabecera 802.3. Esta unidad sale por el cable y eventualmente se pasa a la subcapa MAC en el puente, en donde se quita la cabecera 802.3. El paquete despojado (con la cabecera LLC) se envía a la subcapa LLC en el puente. En este ejemplo, el paquete está destinado a una subred 802.4 conectada al puente, de tal manera que baja por el lado del 802.4 del puente y sale para afuera. Nótese que un puente que conecta k diferentes LAN, tendrá k diferentes subcapas MAC y k capas físicas diferentes, una para cada tipo.

### VI.1.7- FUENTE DEL 802.X AL 802.Y -.

Se podría pensar con inocencia que un puente de una LAN 802 a otra, sería completamente trivial, pero éste no es el caso. En el resto de esta sección se señalarán algunas de las dificultades que se encontrarán cuando se trate de construir un puente entre varias LAN 802. Cada una de las nueve combinaciones posibles de la 802.x a la 802.y, tiene su conjunto propio y exclusivo de problemas. Sin embargo, antes de tratar cada uno de ellos en forma separada, examinemos algunos de los problemas generales que son comunes a todos los puentes. Para comenzar, cada una de las LAN utiliza un formato de trama diferente. No existe ninguna razón técnica válida para esta incompatibilidad. Sólo que ninguna de las compañías que promueven las tres normas (Xerox, GM e IBM) quisieron modificar las suyas. Como resultado de esto, cualquier proceso de copiado entre diferentes LAN necesitará un reformateo, el cual lleva tiempo de CPU, exige un nuevo cálculo del código de redundancia y, además, introduce la posibilidad de errores sin detectar, debidos a bits dañados en la memoria del puente. Nada de esto sería necesario si los tres comités hubieran sido capaces de aceptar un solo formato.

Otro problema, todavía más serio, es el hecho de que las LAN interconectadas no funcionan necesariamente a la misma velocidad. Cada norma permite el uso de varias velocidades. La norma 802.3 permite velocidades de hasta 20 Mbps. Con la 802.4 se pueden tener varias velocidades que van de 1 a 10 Mbps. Con la 802.5 se va desde 1 hasta 4 Mbps. En la práctica, la 802.3 es de 10 Mbps, la 802.4 generalmente es de 10 Mbps, y la 802.5 es de 4 Mbps y 16 Mbps.

Cuando se reexpide un número grande de tramas desde la 802.3 o 802.4 a la 802.5, el puente no será capaz de liberarse de las tramas tan rápido como llegan; si no que tendrá que almacenarlas, esperando que no se le termine la memoria disponible. El problema también existe, hasta cierto punto, de la 802.4 a la 802.3, porque una parte del ancho de banda de la 802.3 se pierde debido a las colisiones. En realidad no tiene 10 Mbps, en tanto que la 802.4 sí los tiene.

Un problema más sutil, pero también importante, que está relacionado con el concepto de puente como un cuello de botella, es el del valor de los temporizadores en las capas superiores. Supóngase que la capa de red en una LAN 802.4 está tratando de enviar un mensaje muy largo, como una secuencia de tramas. Después de transmitir la última, arranca un temporizador para esperar un asentimiento. Si el mensaje tiene que transitar por un puente hacia una LAN 802.5, existe el peligro de que el temporizador se desactive, antes de que haya expedido la última trama hacia la LAN más lenta. La capa de red supondrá que el problema se debe a una trama extraviada, y retransmite de nuevo la secuencia completa. Después de n intentos fallidos puede llegar a renunciar, e indicar a la capa de transporte que el extremo destinatario está muerto.

Un tercer problema y potencialmente el más serio de todos, es que las tres LAN 802 tienen diferentes longitudes máximas de trama. Para la 802.3, ésta depende de los parámetros de la configuración, pero para el sistema normal de 10 Mbps es de 1518 octetos. Para la 802.4 esta longitud se fijó en 8191 octetos. Para la 802.5 no hay límite superior, excepto que una estación no puede transmitir por un tiempo mayor que el tiempo de retención del testigo. Con el valor por defecto de 10 mseg, la máxima longitud de la trama sería de 5000 octetos.

El problema obvio es, ¿qué sucede si una trama larga debe expedirse sobre una LAN que no puede aceptarla? La idea de dividir la trama en varios pedazos no es solución porque no puede llevarse a cabo en esta capa. Todos los protocolos suponen que las tramas llegan o no llegan. No hay forma de rearmar las tramas a partir de unidades más pequeñas. Con esto no se pretende dar a entender que semejantes protocolos no pueden diseñarse. Podrían y de hecho lo han sido. Es simplemente que el 802 no proporciona esta característica. Básicamente no hay solución, y las tramas que sean muy largas para ser transmitidas, deberán desecharse. Demasiado para la transparencia.

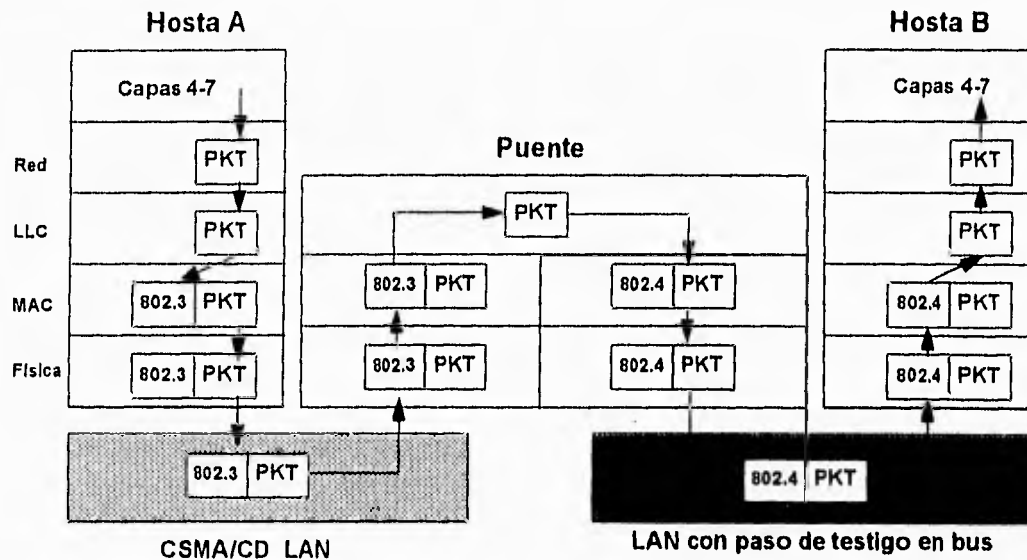
Ahora consideremos con brevedad cada uno de los nueve casos de puentes del 802.X al 802.Y, con objeto de ver qué otros problemas están ocultos. De un 802.3 a otro 802.3 es fácil. La única cosa que puede andar mal es que la LAN destinataria se encuentre tan cargada, que haga que las tramas sigan llenando el puente, y éste no pueda deshacerse de ellas. Si esta situación persistiera por mucho tiempo, el puente podría quedarse sin taponos y comenzar a tirar tramas. Dado que este problema siempre está potencialmente presente cuando se transmite hacia una LAN 802.3, ya no lo mencionaremos más. Con las otras dos LAN, cada una de las estaciones, incluyendo el puente, tienen garantizado que puedan adquirir periódicamente el testigo, y que no estarán calladas durante largos intervalos.

De la 802.4 a la 802.3 existen dos problemas. Primero, las tramas del 802.4 transportan bits de prioridad que las tramas de la 802.3 no tienen. Como resultado de esto, si dos LAN 802.4 se comunican a través de una LAN 802.3, la LAN intermedia perderá la prioridad. El segundo problema está provocado por una característica específica de la 802.4; intercambio temporal del testigo. Es posible, para una trama de la 802.4, poner un bit de la cabecera a 1, para pasar temporalmente el testigo a su destino, permitiéndole así enviar un acuse de recibo. Sin embargo, si un puente reexpide esta trama. ¿qué deberá hacer este puente? Si éste envía una trama de asentimiento por su cuenta, estará mintiendo, porque la trama realmente no se ha entregado todavía. De hecho, el destino podría estar muerto.

Por otra parte, si no generara el asentimiento, seguramente el extremo emisor concluiría que el extremo destinatario está muerto y notificará un fallo a sus superiores. Parece que no existe ninguna manera de corregir este tipo de problema.

Se tiene un problema similar para el caso de la 802.5 a la 802.3. El formato de la trama de la 802.5 tiene los bits A y C en el octeto que se refiere al estado de la trama. El destino ajusta estos bits para indicarle al emisor si la estación direccionada vio la trama y, también si la copió. De nuevo, aquí el puente puede mentir y decir que efectivamente copió la trama pero, si después resulta que el extremo destinatario está fuera de servicios pueden surgir problemas muy serios. En esencia, la inclusión de un puente en la red, modifica la semántica de los bits.

De la 802.3 a la 802.4 se tiene el problema de qué colocar en los bits de prioridad. Se puede obtener un buen resultado al hacer que el puente retransmite todas las tramas con la prioridad más alta, porque probablemente habrán sufrido ya un retardo considerablemente largo.



### Operación de un puente de red tipo LAN, de un 802.3 a un 802.4

De la 802.4 a la 802.4 el único problema consiste en que hacer con el intercambio de testigo. Por lo menos se tiene la posibilidad de que el puente trate la reexpedición de la trama, lo más rápido que se pueda, para obtener la respuesta antes de que el temporizador venza. Al reexpedir la trama con la prioridad más alta, el puente está contando una pequeña mentira, pero gracias a esto, incrementa la probabilidad de obtener la respuesta a tiempo.

De la 802.5 a la 802.4 se tiene con los bits A y C exactamente el mismo problema anterior. También, la definición de los bits de prioridad es diferente en las dos LAN, pero los pedigüños no tienen la oportunidad de escoger. Al menos la dos LAN tienen el mismo número de bits de prioridad. Lo único que el puente puede hacer es copiar los bits de prioridad y esperar el mejor resultado.

De la 802.3 a la 802.5 el puente debe generar los bits de prioridad, pero no surge ningún otro problema especial. De la 802.4 a la 802.5 hay un problema potencial con las tramas que son demasiado largas, y el problema del intercambio temporal del testigo se presenta otra vez. Por último, de la 802.5 a la 802.5 el problema radica en qué hacer con los bits A y C, nuevamente.

Cuando el comité del IEEE 802 (Instituto de ingenieros Eléctricos y Electrónicos) inició los trabajos para diseñar una norma para las LAN, fue incapaz de ponerse de acuerdo en una sola norma, por lo que produjo tres normas incompatibles, como acabamos de ver con cierto detalle. Por este fracaso se le ha criticado abiertamente. Cuando después se le asignó la tarea de diseñar una norma para puentes, con objeto de interconectar sus tres LAN incompatibles, resolvió hacerlo mejor, y lo hizo; pues se sacó la espina con dos diseños incompatibles para los puentes. Hasta ahora, nadie le ha solicitado diseñar una norma, para conectar sus dos puentes incompatibles. Sin embargo, la tendencia va en dirección correcta.

Con lo anterior mencionado sólo se ha mencionado de los problemas que se encuentran en dos redes tipo LAN conectadas a través de un solo puente. En las siguientes secciones se ocuparán de los problemas que se presentan al conectar redes de interconexión grandes, que contienen muchas LAN y muchos puentes, así como los dos planteamientos de la IEEE para el diseño de estos puentes.

**Problemas encontrados en la construcción de puentes del 802.x al 802.y**

802.3 (CSMA/CD)	802.4 (Paso de testigo en bus)	802.5 (Paso de testigo en anillo)
	1, 4	1,2,4,8
1,5,9,8,10	9	1,2,3,8,9,10
1,2,5,6,7,10	1,2,3,6,7	6,7,

**Acciones :**

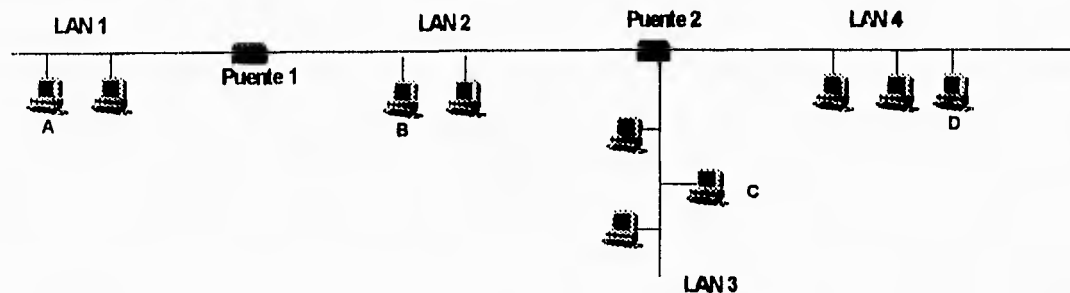
- 1) Reformatear la trama y calcular el nuevo código de redundancia.
- 2) Invertir el orden de bits.
- 3) Copiar la prioridad, sea o no sea significativa
- 4) Generar una prioridad ficticia.
- 5) Desechar la prioridad.
- 6) Purgar el anillo.
- 7) Poner los bits A y C mintiendo
- 8) Preocuparse por la congestión ( de una LAN rápida a una LAN lenta).
- 9) Preocuparse porque el intercambio de testigo de ACK sea retardado o imposible.
- 10) Pánico si la trama resulta demasiado larga para la LAN de destino.

**Parámetros supuestos :**

- 802.3 Tramas de 1518 octetos    10 Mbps(menos colisiones)
- 802.4 Tramas de 8191 octetos    10 Mbps
- 802.5 Tramas de 5000 octetos    4 Mbps.

**VI.1.8- PUENTES TRANSPARENTES. -**

El puente transparente funciona de manera promiscua, es decir, aceptando todas las tramas transmitidas a todas las LAN, a las cuales está vinculado. El primer puente 802 es un PUNTE TRANSPARENTE o PUENTE CON ÁRBOL DE EXPANSIÓN. El interés dominante de la gente que participó en este diseño fue el de obtener una transparencia completa. Desde su punto de vista, una organización con múltiples LAN debería ser capaz de salir a comprar puentes diseñados según la norma IEEE, enchufar los conectores en los puentes y, todo debería trabajar a la perfección y al instante. No deberían requerirse modificaciones en hardware, ni en software, no debería necesitarse fijar las direcciones de los conmutadores, tampoco debería haber necesidad de cargar parámetros o tablas de encaminamiento; en fin, absolutamente nada. Sólo enchufar los cables y marcharse. Los puentes no deberían afectar las LAN existentes, en absoluto. Para sorpresa de todos, tuvieron éxito. Como un ejemplo, considérese la configuración de la figura. El puente 1 está conectado a las LAN 1 y 2, y el puente 2 está conectado a las LAN 2, 3 y 4. La trama que llega al puente 1, por la LAN 1 con destino a A, se puede desechar inmediatamente porque ya se encuentra en la LAN correcta; pero una trama que llegara por la LAN 1 para B, C o D, deberá reexpedirse.



Cuando le llega una trama, el puente debe decidir si la desecha o la reexpide; si la reexpide, también deberá saber en qué LAN deberá colocar la trama. Esta decisión se toma mediante la búsqueda de la dirección destinataria en una gran tabla (con información revuelta "hash") localizada en el interior del puente. En la tabla se puede listar cada uno de los posibles destinos, y decir que línea (LAN) de salida le corresponde. Por ejemplo, la tabla del puente 2, listará A como si perteneciera a la LAN 2, debido a que, todo lo que el puente 2 tendría que saber es, en qué LAN se deben colocar las tramas para A. El hecho de que se efectúen más procesos de reexpedición posteriormente, no tiene interés para él.

Cuando los puentes se enchufan, por primera vez, todas las tablas se encuentran vacías. Ninguno de los puentes sabe dónde se encuentra cualquier destino, así que utilizan el algoritmo de inundación; toda trama de entrada que se dirige a un destino desconocido, se saca hacia todas aquellas LAN a las que se encuentra conectado el puente, con excepción de aquella por la cual llegó. A medida que transcurre el tiempo, los puentes aprenden donde se localizan los destinos, como se describe a continuación,

Una vez que se conoce un destino, las tramas que le son dirigidas se colocan solamente en la LAN apropiada, y no se difunden por inundación. El algoritmo que se utiliza en los puentes transparentes es el de aprendizaje hacia atrás de Baran. Como se mencionó antes, los puentes funcionan en modo promiscuo, por lo que tienen que ver todas las tramas transmitidas en cualquiera de sus LAN. Al ver dirección de origen, pueden decir qué máquina es accesible a través de qué LAN. Por ejemplo, si el puente 1 de la figura anterior ve una trama en la LAN 2, procedente de C, sabe que C deberá poder alcanzarse por medio de la LAN 2, por lo que realiza una anotación en su tabla, indicando que las tramas que se dirijan a C, deberían utilizar la LAN 2. Cualquier trama subsiguiente direccionada para C, llegando a través de la LAN 1, se reexpedirá; pero si llegara a una trama para C, a través de la LAN 2, se desearía.

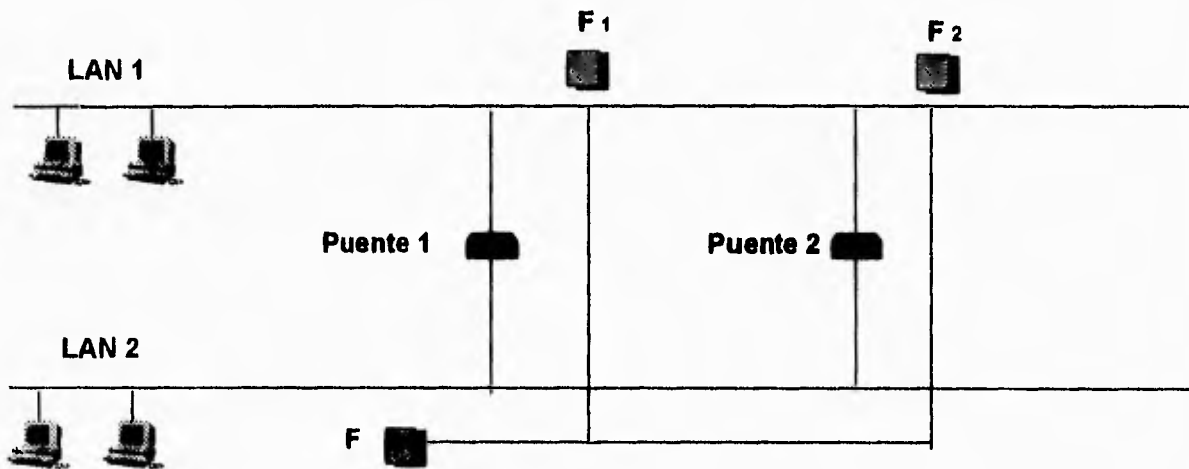
La topología de la interconexión de redes puede estar cambiando a medida que las máquinas y los puentes se activen, desactiven o muevan de un lado a otro. Para tratar topologías dinámicas, cada vez que se haga una anotación en una tabla de información, el tiempo de llegada de la trama se indica en la anotación. Cada vez que una trama, que ya se encuentra en las tablas llega, su dato de entrada se actualiza con el tiempo actual. Por lo tanto, el tiempo asociado con cada anotación indica la última vez que se vio una trama procedente de la máquina en cuestión.

Periódicamente, un proceso en el puente revisa la tabla y borra todas las anotaciones que tienen una antigüedad mayor de unos cuantos minutos. De esta manera, si un ordenador se desenchufara de su respectiva LAN, se trasladara alrededor del edificio, y se reenchara en algún otro lugar, después de algunos minutos volvería a una operación normal, sin que se llevara a cabo ninguna intervención manual. Este algoritmo también significa que, si una máquina se queda callada durante algunos minutos, el tráfico que se le envíe tendrá que transmitirse por inundación hasta que vuelva a transmitir una trama.

El procedimiento de encaminamiento para una trama de entrada depende de la LAN por la que llega (la LAN de origen) y de aquella LAN a la cual se destine (la LAN destinataria), de la siguiente manera:

- > Si las LAN de origen y destino son la mismas, desecha la trama.
- > Si las LAN de origen y destino son diferentes, reexpide la trama.
- > Si se desconoce la LAN destinataria, utilizar la inundación.

Este algoritmo debe aplicarse a cada una de las tramas que llegan. Existen chips VLSI (Integración a muy alta escala) de propósito específico para realizar el examen y actualizar la anotación de la tabla, todo en sólo unos cuantos microsegundos. Para aumentar la fiabilidad, algunos lugares utilizan dos ó más puentes en paralelo entre pares de LAN, como se muestra en la siguiente figura. Este arreglo, sin embargo, también introduce algunos problemas adicionales porque crea lazos en la topología.



Un ejemplo sencillo sobre este tipo de problemas puede mostrarse al observar la forma como una trama, sea ésta F, con destino desconocido, se trata en la figura. Cada puente, de acuerdo con las reglas normales para el manejo de destinos desconocidos, utiliza la inundación que, en este ejemplo, significa únicamente copiarlo a la LAN 2. Poco tiempo después, el puente 1 ve a F<sub>2</sub>, que es una trama con destino desconocido, y lo copia a la LAN 1, generando de esta forma F<sub>3</sub>. De la misma forma, el puente 2 copia F<sub>1</sub> a la LAN 1, generando F<sub>4</sub>. El puente 1 reexpide ahora F<sub>4</sub> y el puente 2 copia F<sub>3</sub>. Este ciclo continúa indefinidamente.

La solución a esta dificultad consiste en que los puentes se comuniquen entre sí y recubran la topología real con un árbol de expansión que alcance todas las LAN. Una vez que los puentes han llegado a un acuerdo sobre el árbol de expansión, todas las reexpediciones entre redes LAN siguen al árbol de expansión. Dado que sólo hay una trayectoria desde cada uno de los orígenes a su respectivo destino, es imposible que lleguen a aparecer lazos.

Para construir el árbol de expansión, cada vez que transcurren unos cuantos segundos, cada puente difunde su identidad (por ejemplo, el número de serie instalado por el fabricante y garantizado como único), y la lista de todos los demás puentes que reconoce estar sobre sus LAN.

Después, se utiliza un algoritmo distribuido para seleccionar un puente como raíz del árbol, por ejemplo, el puente que tenga el número de serie más pequeño. Una vez que la raíz haya sido seleccionada, se construye el árbol al hacer que cada puente escoja la trayectoria más corta hacia la raíz. En caso de empate, ganará el número de serie más pequeño.

El resultado de este algoritmo es el establecimiento de una ruta única entre cada una de las LAN y la raíz y, por lo tanto, a todas las otras LAN. Aunque el árbol abarca a todas las LAN, no todos los puentes se encuentran necesariamente presentes en el árbol (con objeto de evitar los lazos). Aun después de que el árbol de expansión haya sido establecido, el algoritmo continúa funcionando para que automáticamente detecte los cambios de topología y actualice el árbol.

Los puentes también se pueden utilizar para conectar las LAN que se encuentran muy separadas. En este modelo, cada lado consiste de una colección de LAN y puentes, uno de los cuales está conectado a una WAN. Las tramas para las LAN remotas, viajan a través de la WAN. El algoritmo básico del árbol de expansión puede utilizarse, con ciertas optimizaciones para seleccionar un árbol que minimice la cantidad de tráfico en la WAN.

Cuando la red interred llega a ser grande, aparecen problemas de escala. Por ejemplo, cuando cada uno de los 150 millones de teléfonos de Estados Unidos se substituyan eventualmente por un teléfono inteligente, el algoritmo básico del árbol de expansión llevará demasiado tiempo. Sincoske y Cotton (1988) han descrito un algoritmo que puede llegar a manejar redes grandes, al dividir las en múltiples árboles de expansión con comunicación.

### VI.1.9- PUENTES DE ENCAMINAMIENTO FUENTE. -

Los puentes transparentes tienen la ventaja de que se pueden instalar con facilidad; puesto que sólo se necesita conectarlos. Por otra parte, no hacen uso óptimo del ancho de banda, dado que únicamente utilizan un subconjunto de la topología (el árbol de expansión). La importancia relativa de estos dos (y de otros) factores, condujo a una división dentro de los comités del 802. La gente del CSMA/CD, y del paso de testigo en bus, escogió el puente transparente. La gente simpatizante del anillo (animados por IBM) prefirió el esquema llamado ENCAMINAMIENTO FUENTE, que enseguida se describirá.

El encaminamiento fuente, reducido a su estructura elemental, supone que el extremo emisor de cada trama sabe si el destino que pretende alcanzar se encuentra localizado en su propia red tipo LAN. Cuando envía una trama a una LAN diferente, la máquina fuente pone a uno el bit de mayor orden de la dirección de destino, con objeto de marcarlo. Además, incluye en la cabecera de la trama la ruta exacta que la trama deberá seguir.

Esta trayectoria se construye de la siguiente manera. Cada una de las redes tipo LAN tiene un número único de 12 bits, y cada puente tiene un número de 4 bits que lo define inequívocamente en el contexto de sus LAN. Por lo tanto, dos puentes alejados entre sí pueden tener el mismo número, pero dos puentes en la misma LAN deberán tener distintos números de puente. Un encaminamiento, por consiguiente, es una secuencia constituida por números correspondientes a un puente, una LAN, un puente, una LAN, etc. el encaminamiento de A a C debería ser (B1, L2, B2, L3), donde se han añadido los códigos B y L por conveniencia, para mostrar qué elementos representan puentes y cuáles otros, redes tipo LAN.

El puente de encaminamiento fuente solamente está interesado en las tramas que tiene el bit destinatario de mayor orden puesto a 1. Para cada una de estas tramas, el puente ve, explora el encaminamiento buscando el número de la red LAN por la cual llegó la trama; si a este número de LAN le sigue su propio número de puente, el puente reexpide la trama por la LAN cuyo número sigue su número de puente en el encaminamiento. Si el número de LAN de entrada es seguido por el número de algún otro puente, entonces no reexpide la trama.



Este algoritmo se presta a tres realizaciones posibles:

> SOFTWARE: El funcionamiento del puente se basa en un modo promiscuo, copiando todas las tramas en su memoria, con objeto de ver si tiene el bit destinatario de mayor orden puesto en 1. Si así fuera, se lleva a cabo un examen más elaborado de la trama de otra manera esto no se hace.

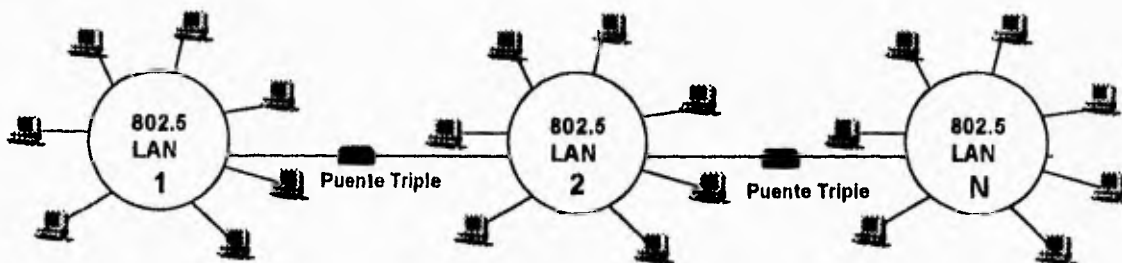
> HÍBRIDO: La interfase del puente de la correspondiente LAN se encarga de el bit destinatario de mayor orden y sólo para la trama cuando el bit está puesto. Esta interfase se construye fácilmente con hardware y reduce en gran medida el número de tramas que el puente debe inspeccionar.

> HARDWARE: La interfase del puente de la correspondiente LAN no sólo comprueba el bit destinatario de mayor orden, sino también examina el encaminamiento con objeto de ver si éste puente reexpede. Al puente solamente se le pasan las tramas que se van a reexpedir. Esta realización necesita un hardware muy elaborado, pero tiene la ventaja de que no desperdicia ciclos de CPU en el puente, porque las tramas no relevantes la deja fuera.

Los tres desarrollos mencionados varían en costo y eficiencia. La primera no contempla un costo adicional por el hardware de su interfase, pero si necesita una CPU muy rápida para tratar todas las tramas. La última de ellas necesita un chip VLSI especial, pero descarga una parte considerable de procesamiento, del puente al chip, así que podría utilizarse una CPU más lenta, o alternativamente, el puente podría tratar un número mayor de redes LAN.

En el diseño del encaminamiento fuente está implícito el hecho de que cada máquina, de la red interred conoce la ruta exacta a todas las demás máquinas. La forma como estos encaminamientos se descubren es una parte muy importante del algoritmo de encaminamiento fuente. La idea fundamental es que si el extremo destinatario se desconoce, el extremo fuente emite una trama de difusión preguntando dónde se encuentra. Todos los puentes copian esta TRAMA DE DESCUBRIMIENTO, de tal forma que llegan a todas las LAN contenidas en la interconexión de redes. Cuando regresa la respuesta, los puentes registran su identidad en la trama, de tal manera que, el emisor original puede ver con exactitud la ruta tomada, y finalmente seleccionar la mejor.

Aunque resulta claro que este algoritmo encuentra la mejor ruta (encuentra todas las rutas), tiene la desventaja de sufrir explosiones de tramas. Considérese una configuración con N redes LAN, linealmente conectadas por medio de puentes triples, como se puede observar en la siguiente figura. Cada uno de los tres puentes de la LAN 1 copia la trama de descubrimiento transmitida por la máquina A, pasando tres tramas de descubrimiento a la LAN 2. Los puentes de la LAN 2 copian, a su vez, cada una de estas tramas, dando como resultado nueve tramas en la LAN 3. Cuando se llega a alcanzar la LAN N, se encuentran  $3^N - 1$  tramas en circulación. Si, se cruzaran una docena de juegos de puentes se tendrían que inyectar mas de medio millón de tramas de descubrimiento en el último anillo, causando una congestión terrible.



Con el puente transparente ocurre un proceso bastante parecido, aunque no tan severo como el anterior. Cuando una trama desconocida llega, ésta se envía por inundación, pero sólo a lo largo del árbol de expansión, de tal forma que el volumen total de tramas transmitidas es lineal con respecto al tamaño de la red, y no exponencial.

Una vez que el hostal haya descubierto un encaminamiento para un destino en particular, lo almacena en una memoria temporal, para que el proceso de descubrimiento no se tenga que realizar nuevamente. Aunque este planteamiento limita considerablemente el impacto de la explosión de tramas, le impone cierto peso administrativo a todos los hostales, y el algoritmo completo no llega a ser definitivamente transparente.

### VI.1.10- COMPARACIÓN DE LOS PUENTES 802. -

Los puentes de ENCAMINAMIENTO FUENTE y los TRANSPARENTES presentan ventajas y desventajas, se estudiarán algunas de las más importantes. En la tabla, se muestra un resumen de las mismas, y se cubren de manera más detallada. La diferencia central entre los dos tipos de puentes es la distinción entre las redes sin conexión y las orientadas a conexión. Los puentes transparentes no tienen ningún concepto de circuito virtual, y llevan a cabo el encaminamiento de cada una de las tramas en forma independiente de las demás. A diferencia de esto, los puentes de encaminamiento fuente, determinan un encaminamiento mediante el empleo de las tramas de descubrimiento, y utilizan este encaminamiento, de allí en adelante.

ASUNTO	PUENTE TRANSPARENTE	PUENTE DE ENCAMINAMIENTO FUENTE
Orientación	Sin Conexión	Orientado a Conexión
Transparencia	Totalmente transparente	No transparente
Configuración	Automático	Manual
Encaminamiento	Suboptimizado	Óptimo
Localización	Aprendizaje hacia atrás	Trama de descubrimiento
Fallos	Manejado por los puentes	Manejado por los hosts
Complejidad	En los puentes	En los hosts

Los puentes transparentes son invisibles por completo para los hostales y son totalmente compatibles con todos los productos 802 existentes. Los puentes fuente, no son transparentes, ni tampoco compatibles. Para utilizar un encaminamiento fuente, los hostales deberán estar completamente enterados del esquema de puentes y participar en forma muy activa en el mismo.

Cuando se utiliza un puente transparente, no es necesaria la administración de la red. Los puentes se configuran por sí mismos, y en forma automática, a la topología. En los puentes con encaminamiento fuente, el administrador de la red deberá instalar manualmente los números correspondientes de la LAN y del puente. Los errores, como el caso de duplicación de un número de LAN o de puente, pueden ser muy difíciles de detectar, debido a que pueden ocasionar que algunas tramas se metan en un lazo, pero no otras, según el encaminamiento. Más aún, cuando se conecten dos redes interred separadas por medio de puentes transparentes, no hay nada más que hacer que conectarlas, en tanto que, con un encaminamiento fuente puede ser necesario cambiar manualmente muchos números de redes LAN, para convertirlos en únicos en la red interred combinada.

Teóricamente, una de las pocas ventajas del encaminamiento fuente es que puede hacer uso de un encaminamiento óptimo, en tanto que el procedimiento seguido por un puente transparente está restringido al árbol de expansión. Más todavía, el encaminamiento fuente también puede hacer un buen uso de los puentes en paralelo entre dos redes LAN, con objeto de dividir la carga. Resulta cuestionable si los puentes que se utilizan en realidad podrán llegar a ser lo suficientemente inteligentes como para hacer uso de estas ventajas.

La localización de los destinos se lleva a cabo mediante el uso de un aprendizaje hacia atrás en el puente transparente, y empleando tramas de descubrimiento en puentes con encaminamiento fuente. La desventaja que presenta el procedimiento de aprendizaje hacia atrás es que los puentes tienen que esperar a que llegue una trama de una máquina en particular, para aprender el lugar en el que se encuentra dicha máquina. La desventaja de las tramas de descubrimiento es la explosión exponencial que sufren en las redes interred de grandes a moderadas, con puentes en paralelos.

El tratamiento de fallos es bastante diferente en los dos esquemas. Los puentes transparentes se enteran de los fallos de los puentes y de las redes LAN y de otros cambios en la topología, en forma rápida y automática, simplemente escuchando las tramas de control de los demás. Los hostales no llegan a enterarse en absoluto de estos cambios.

La situación es por completo diferente con el encaminamiento fuente. Cuando un puente falla, las máquinas que encaminan inicialmente sobre él, se dan cuenta que sus tramas ya no son asentidas, por lo que les vencen los temporizadores e intentan el mismo proceso una y otra vez. Al final llegan a la conclusión de que algo raro está sucediendo, pero todavía no saben si este problema está relacionado con el extremo destinatario, o con el encaminamiento seleccionado. Sólo cuando se transmite otra trama de descubrimiento pueden darse cuenta si el extremo destinatario está disponible.

Desafortunadamente, cuando falla un puente principal, un número bastante considerable de hostales sufrirán vencimientos de plazos y enviarán nuevas tramas de descubrimiento, antes de que el problema se llegue a resolver, aun cuando se disponga de un encaminamiento alternativo. Esta excesiva vulnerabilidad a los fallos, es una de las grandes debilidades de los sistemas orientados a conexión.

Por último, abordaremos los aspectos de costo y complejidad, un tema muy controvertido. Si los puentes con encaminamiento fuente tienen un chip VLSI que sólo lee las tramas que deben reexpedirse, estos puentes experimentarán una carga de procedimiento de trama mucho menor y, por consiguiente, ofrecerán una mejor eficiencia para una inversión de hardware dada. Sin la existencia de este chip, lo harán peor, porque la cantidad de procedimiento por trama (investigando el encaminamiento en la cabecera de la trama) es substancialmente mayor.

Además, el encaminamiento fuente añade una complejidad adicional a los hostales; éstos deberán almacenar rutas, enviar tramas de descubrimiento, así como copiar información de encaminamientos en cada una de las tramas. Todos estos aspectos necesitan varios ciclos de CPU y memoria extra. Dado que típicamente hay, de uno a dos órdenes de magnitud, más hostales que puentes, sería más conveniente poner costo y complejidad adicionales en unos cuantos puentes, en lugar de en todos los hostales.

### **VI.1.11- PUENTES BÁSICOS. -**

#### **¿ QUE SON LOS PUENTES BÁSICOS ?.**

Puentes Básicos (o extensores de LAN); son comunicaciones en materia de interconexión de redes. Ofrecen una solución sencilla y económicamente ventajosa a un amplio segmento de usuarios de interconexión de redes.

Los Puentes y Routers han sido diseñados para trabajar con complejas topologías de red, protocolos múltiples y una diversidad de LANs. En numerosas aplicaciones cuando la topología de red y las exigencias son relativamente sencillas, los usuarios no necesitan toda la potencia de dispositivos de alto costo para puenteo y enrutado. Es en estas aplicaciones que se destacan los PUENTES BÁSICOS.

Estas aplicaciones comprenden la conexión de las LAN de sucursales remotas a la LAN de la sede central, conexión de las LAN departamentales a la red principal, acceso remoto de una única estación de trabajo, y muchos otros.

Los puentes básicos operan al nivel MAC (como un puente "común"), pero cumplen funciones de filtrado y retransmisión de paquetes en base a la topología de la red de modo más sencillo. A diferencia de los puentes "comunes" que aprenden las direcciones de todas las estaciones de trabajo activas de la red, los puentes básicos distinguen entre la LAN central y la LAN remota(o secundaria). Sólo las direcciones de las estaciones de trabajo remotas son aprendidas y almacenadas en la tabla de LAN. En base a la información contenida en esta tabla, los puentes filtran y retransmiten tramas entre las LAN. Esta técnica da como resultado dispositivos de altas prestaciones y fáciles de utilizar, que trabajan con todos los protocolos, sistemas operativos de red y aplicaciones. Con todo, crea dos limitaciones:

1.- La topología de red se limita a una LAN central conectada a LANs remotas o secundarias (sin límite de número). Dicho de otro modo, es imposible conectar otro Puente Básico de la LAN secundaria a otra LAN adicional.

2.- Se puede conectar sólo un número limitado de estaciones de trabajo a la LAN remota (secundaria), de 1 a 80, según el modelo de que se trate. No están limitados el tamaño o la configuración de interconexión de la LAN central; ni el tamaño total de la red. Los Puentes Básicos se pueden utilizar en redes muy grandes y son compatibles con otros productos para interconexión de redes. Hay modelos locales y remotos disponibles sea para TOKEN RING como para ETHERNET.

Para cualquier topología factible dentro de las anteriores limitaciones, los Puentes Básicos constituyen la solución más efectiva disponible hoy en día.

### VI.1.12- ACCESO REMOTO O CONTROL REMOTO . -

El tipo de conectividad remota de PC requerido del grado de funcionalidad que se exige. Para acceder a bases de datos sencillas y no gráficas y para la transferencia de ficheros, el "control remoto", se constituye en una solución razonable. Permite que una PC remota, conectada por líneas de dial-up, asuma el control de una PC conectada localmente.

Sin embargo, cuando se necesita mayor funcionalidad para las estaciones conectadas a la LAN, se debe utilizar el método de "Acceso Remoto". La serie LAN RANger brinda un verdadero acceso remoto, posibilitando a una PC remota el acceso a la red, sea TOKEN RING o ETHERNET, a través de líneas síncronas o asíncronas y la ejecución de aplicaciones, tal como si estuviera conectada físicamente a dicha red. Se suministran drivers de software que permiten trabajar en la mayoría de los entornos de sistema operativo de red. El software de acceso remoto residente en la PC remota puede ejecutarse sea a través del puerto serial asíncrono. Como alternativa puede ejecutarse a través de cualquier otro puerto de comunicaciones, como por ejemplo un modem o un tarjeta ISDN. El servidor de acceso remoto en la LAN central brinda el puenteo necesario al pasar toda la información relevante a la PC remota, y transfiriendo datos de la PC remota a la LAN.

Los productos para ACCESO REMOTO brindan una serie de ventajas:

- > Acceso a todos los recursos de la LAN.
- > Las aplicaciones no dependen de un único sistema operativo de red.
- > Altas prestaciones con aplicaciones gráficas, tales como Windows.
- > Las aplicaciones se pueden ejecutar en cualquier PC remota, de modo que se accede a la red sólo cuando es necesario.
- > Utilización de una amplia gama de velocidades de enlace (de 1.2 a 512 Kbps, síncronos o asíncronos).
- > Utilización en ETHERNET o TOKEN RING.

*PASARELAS*

## PASARELAS

### VI.2.1- INTRODUCCIÓN.-

A diferencia de los puentes, las pasarelas funcionan al nivel de la red. Esto les da mayor flexibilidad, por ejemplo, en la traducción de direcciones entre redes muy diferentes, pero también las hace más lentas. Como consecuencia, las pasarelas se utilizan por lo común en redes tipos WAN, en donde nadie espera que traten más de 10 000 paquetes/seg, que viene a ser un requisito típico para los puentes de redes tipo LAN.

Comúnmente se encuentran dos estilos de pasarelas, uno para redes orientadas a conexión y otro para redes sin conexión.

### VI.2.2- PASARELAS ORIENTADAS A CONEXIÓN.-

En el modelo OSI se permiten dos estilos diferentes para la interconexión de redes; una concatenación orientada a conexión de subredes de circuitos virtuales, y un estilo de interconexión de redes datagrama.

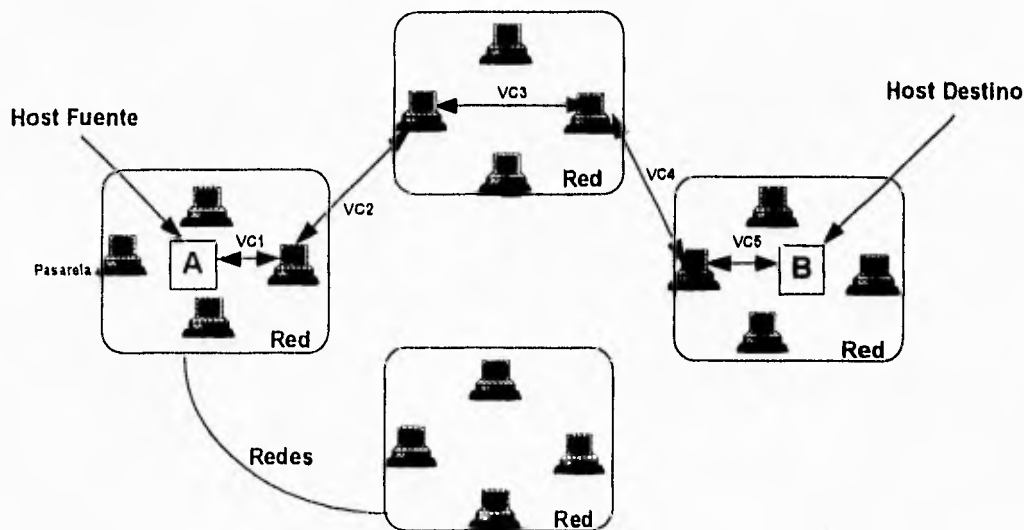
El método del circuito virtual difiere del de interconexión por medio de puentes en que se realiza en la capa de red; en lugar de la capa de enlace, pero también difiere en otros aspectos. Una de estas diferencias se basa en la naturaleza del puente. Este es un pequeño miniordenador o microordenador. Cuando el puente y todas las redes tipo LAN son propiedad de la misma organización, la pertenencia y la operación del puente no generan ningún problema especial. Sin embargo, cuando la pasarela se encuentra entre dos redes WAN que son operadas por diferentes organizaciones, probablemente ubicadas en diferentes países, la operación conjunta de un pequeño miniordenador puede llegar a generar una considerable cantidad de recriminaciones.

Para eliminar estos problemas, se realiza un planteamiento ligeramente diferente. El retransmisor está efectivamente partido por la mitad y las dos partes se conectan con un hilo. A cada una de las mitades se denomina MEDIA-PASARELA, y cada una es propiedad y está operada por uno de los operadores de la red. De esta manera el problema global que presenta la pasarela se reduce al acuerdo sobre el uso de un protocolo común para el cable. Siempre que las dos partes utilicen el protocolo común en el cable, tendrán la libertad de ordenar sus subcapas de la manera más conveniente para ellas.

El protocolo que emplean para comunicarse en el cable las dos medias-pasarelas es el protocolo X.75 del CCITT, que es casi idéntico al X.25. El modelo del X.75 se basa en la idea de construir una conexión entre redes mediante la concatenación de una serie de circuitos virtuales intrarredes y de media-pasarela a media-pasarela. El modelo correspondiente se muestra en la siguiente figura. La conexión entre el hostal fuente, en una red, y el hostal destinatario, en la otra red, está constituida por cinco circuitos virtuales adyacentes, marcados VC 1-5. El VC 1 va del hostal fuente a la media-pasarela (llamado TERMINAL DE SEÑALIZACIÓN o STE por el CCITT), en su propia red. El VC 2 va de la media-pasarela de la red fuente a la media-pasarela de una red intermedia, suponiendo que no hay una conexión directa entre las redes fuente y destino. Los VC1, VC3 y VC5 son intrarredes y los VC2 y VC4 es interred.

En este modelo, la conexión de un hostal que se encuentra en una red remota se establece de la misma manera que se establecen las conexiones normales. La subred ve que el destino es remoto, entonces selecciona una (media) pasarela apropiada y construye un circuito virtual hacia la pasarela. La primera pasarela registra la existencia del circuito virtual en sus tablas y procede a construir otro circuito virtual hacia la siguiente pasarela. Este proceso continúa hasta que se llega a alcanzar el hostal destinatario.

Una vez que los paquetes comienzan a fluir a lo largo de la trayectoria, cada una de las pasarelas retransmite los paquetes que llegan, convirtiendo los formatos de los paquetes y números de circuitos virtuales, según se va necesitando. Se ve claramente que todos los paquetes de datos deberán pasar por la misma secuencia de pasarelas, aunque los VC 1, 3 y 5, pudiesen realizarse internamente mediante el empleo de datagramas, de tal forma que no se necesite que todos los paquetes sigan precisamente el mismo camino desde la fuente hasta el destino. En la práctica, las redes que utilizan circuitos virtuales entre redes, también los utilizan internamente.

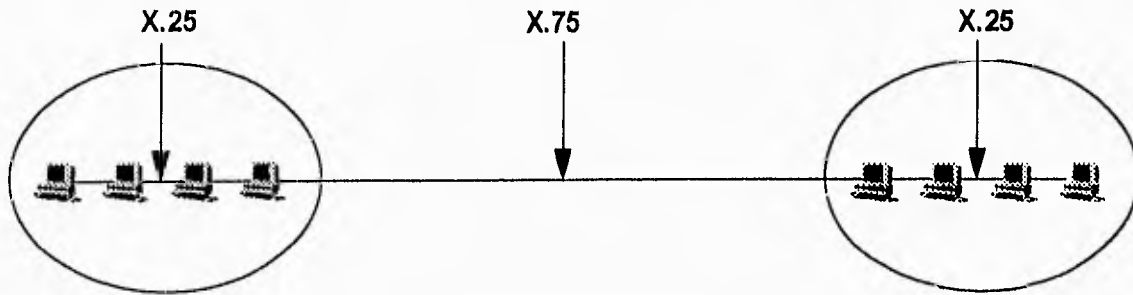


### INTERCONEXIÓN DE REDES UTILIZANDO CIRCUITOS VITUALES

La característica fundamental de este planteamiento es el establecimiento de una secuencia de circuitos virtuales desde la fuente, a través de una o más pasarelas, hasta su destino. Cada pasarela mantiene tablas, indicando que circuitos virtuales pasan a través de ella, hacia donde están encaminándolos y cuál es el número del nuevo circuito virtual. El arreglo total es parecido al del encaminamiento fijo, con excepción de que sólo la secuencia de pasarelas es fija, pero no (necesariamente) la secuencia completa de los IMP.

La siguiente figura muestra los protocolos que se utilizan en varias líneas cuando se conectan dos redes del tipo X.25. El extremo fuente se comunica con la subred por medio del X.25. El protocolo interno IMP-IMP no está especificado por el CCITT y, probablemente, también será diferente en todas las redes. El protocolo que se utiliza entre las pasarelas y el resto de la subred también se deja abierto, pero en este caso se ve muy claramente que hay dos alternativas de elección diferentes: es decir, el protocolo interno IMP-IMP o el X.25. Si el protocolo elegido fuera el IMP-IMP, la red tomaría a la pasarela como si fuese un IMP y si fuera el X.25, la subred tomaría a la pasarela como si ésta fuese un hostal.



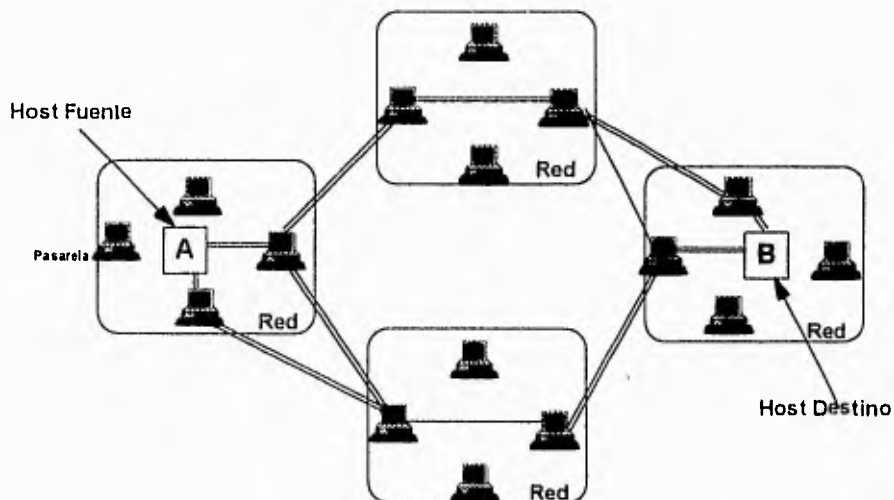


**PROTOCOLOS INTERCONEXIÓN DE REDES**

Aunque el mismo protocolo X.75 sólo es de aplicación a las líneas de pasarela a pasarela, mediante éste, efectivamente, se ordena la arquitectura de circuitos virtuales concatenados, dado que requiere que todos los paquetes de una conexión pasen sobre la misma secuencia de circuitos virtuales de pasarelas a pasarelas. Resulta muy difícil ver cómo paquetes diferentes podrían utilizar pasarelas diferentes, y sin embargo, llegar a cumplir con este requisito. El protocolo X.75 sólo difiere en algunos detalles mínimos del X.25, como en la gama de servicios disponibles.

**VI.2.3- PASARELAS SIN CONEXIÓN. -**

El modelo alternativo al de interconexión de redes del CCITT es el modelo DATAGRAMA que se muestra en la siguiente figura. En este modelo, el único servicio que la capa de red llega a ofrecer a la capa de transporte es la capacidad para introducir un datagrama en la subred, y esperar el mejor resultado de esto. Realmente no existe ninguna noción de circuitos virtuales en la capa de red, y menos de una concatenación entre ellos. Este modelo no requiere que todos los paquetes que lleguen a pertenecer a una conexión, recorran siempre la misma secuencia de pasarelas. En siguiente la figura los datagramas de A hacia B se muestran tomando una amplia variedad de caminos diferentes a través de la interconexión de redes. Por otra parte, nadie podría garantizar que los paquetes efectivamente lleguen a su destino en forma ordenada, suponiendo que en realidad llegaran.



**INTERCONEXIÓN DE REDES UTILIZANDO DATAGRAMAS**

Para ver la forma cómo trabaja el datagrama de una interconexión de redes, hagamos un seguimiento, de la ruta del mensaje de transporte de la figura; desde el hostal A hasta el hostal B. Los datagramas tienen un tamaño máximo fijo, así que, si el mensaje es más largo que este límite establecido, la capa de transporte se encarga de dividirlo en tantos datagramas como sean necesarios. Estos datagramas son precisamente los que se mueven de red en red, en su camino entre los extremos fuente y destino. Por consiguiente, sólo al final de su viaje, la capa de transporte en la máquina destino reensamblará los datagramas para tener el mensaje nuevamente en su forma original.

Para que los datagramas vayan de una pasarela a otra en una interconexión de redes, estos se encapsulan según el formato de la capa de enlace, de cada una de las redes por las que lleguen a pasar. En la figura anterior, a los datagramas se les asigna una cabecera y una cola para así construir la trama 1, que es pasada posteriormente de forma transparente a través de la red 1. Cuando el datagrama llega a la pasarela 1, la cabecera de la capa de enlace junto con la cola se eliminan y el datagrama desnudo aparece nuevamente, como si fuera una mariposa saliendo de su capullo. Mientras viaja a través de la red 2, el encapsulado es diferente, pero el mismo datagrama emerge de nuevo en la siguiente pasarela. Este proceso de encapsular y desencapsular los datagramas ocurre repetitivamente, hasta el momento en que los datagramas llegan a su hostal de destino.

Cada red impone un tamaño máximo a sus paquetes; estos límites tienen varias causas, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- 1.- HARDWARE (por ejemplo, el ancho de una ranurada de transmisión TDM).
- 2.- SISTEMA OPERATIVO (por ejemplo, todos los tapones son de 512 octetos).
- 3.- PROTOCOLOS (por ejemplo, el número de bits del campo de longitud del paquete).
- 4.- CONFORMIDAD CON ALGUNA NORMA NACIONAL (o también internacional).
- 5.- DESEO DE REDUCIR, hasta cierto nivel, las retransmisiones debidas a errores.
- 6.- DESEO DE IMPEDIR, que un paquete ocupe el canal por tiempo muy largo.

El resultado de todos estos factores es que los diseñadores de redes no tienen libertad para elegir el tamaño máximo que ellos deseen para el paquete. Algunos ejemplos típicos de la longitud máxima de un paquete, en las redes que se utilizan en la actualidad, son los que se mencionan a continuación:

- > HDLC = en principio, infinita.
- > 802.4 = 65 528 bits.
- > X.25 = 32 768 bits.
- > Redes de radio paquetes ARPA = 2032 bits.
- > ARPANET = 1008 bits.
- > ALOHANET (de la universidad de Hawai) = 640 bits

Un problema obvio aparece cuando un paquete de tamaño considerable desea viajar a través de una red cuyo tamaño máximo de paquete es demasiado pequeño. En la literatura se ha puesto mucho énfasis en este problema y, se han planteado algunas propuestas para resolverlo.

Una solución consiste en asegurar, en primer lugar, que no ocurra este problema. En otras palabras, que la interconexión de redes, debería utilizar un algoritmo de encaminamiento que evitará la transmisión de paquetes a través de redes que no sean capaces de tratarlos. Sin embargo, esta solución no lo es en absoluto. ¿Qué sucedería, por ejemplo, si el paquete original del extremo fuente resultara ser demasiado grande para que la red destinataria lo pudiera tratar adecuadamente? El algoritmo de encaminamiento difícilmente puede evitar la red de destino. A pesar de esto, un encaminamiento inteligente puede minimizar la extensión de este problema.

Básicamente, la única solución para este problema consiste en permitir a las pasarelas que rompan los paquetes en FRAGMENTOS, de tal forma que cada uno de éstos se transmita como un paquete interred, en forma separada. Sin embargo, como todos los padres de niños pequeños saben, la transformación de un objeto grande en fragmentos pequeños es mucho más sencilla que la realización del proceso inverso. (Los físicos inclusive le han asignado a este efecto un nombre; la segunda ley de la termodinámica). Las redes de conmutación de paquetes, también tienen dificultades para volver a juntar los fragmentos otra vez.

Hay dos estrategias opuestas para reensamblar los fragmentos del paquete original. La primera de ellas consiste en hacer que, la fragmentación causada por una red de "paquetes pequeños" sea transparente, para cualquier red subsiguiente, a través de la cual el paquete deberá pasar, en su camino hasta el destino final. Cuando un paquete de tamaño excesivo llega a la pasarela, ésta lo rompe en fragmentos, de tal forma que cada uno de ellos se envía a la misma pasarela de salida, lugar en donde las piezas se recombinan. De esta manera, el paso a través de la red de paquetes pequeños se efectúa en forma transparente, haciendo que las redes subsiguientes, no lleguen a enterarse que ocurrió una fragmentación.

La fragmentación transparente es en efecto simple, pero tiene algunos problemas. En primer lugar, la pasarela de salida necesita saber que ya recibió todos los pedazos, por lo cual cada uno de los paquetes deberá incluir un campo de cuenta, o bien, un bit de "terminación de paquete". En segundo lugar, todos los paquetes tienen que salir a través de la misma pasarela. El no permitir que algunos fragmentos sigan su camino hasta su destino final, y que otros fragmentos lo hagan por una ruta diferente, hace que se pueda perder algo de rendimiento. Un tercer problema es el del posible bloqueo de reensamblaje en la pasarela de salida. Un último problema es el de la sobrecarga requerida para que repetidamente se rearme y fragmente un paquete muy grande, al pasar a través de una serie de redes de paquetes pequeños.

La otra estrategia de fragmentación consiste en impedir que los fragmentos se recombinen en alguna pasarela intermedia. Cada vez que un paquete se fragmenta, cada fragmento se trata como si fuera un paquete original. Todos los fragmentos se pasan a través de la pasarela de salida (o pasarelas), como se muestra en la figura anterior. La recombinación solamente ocurre en el hostal de destino.

La fragmentación no transparente presenta también algunos problemas. Por ejemplo, ésta exige que todos los hostales tengan la capacidad de realizar el proceso de reensamblado. Otro problema que se presenta es que la sobrecarga se incrementa cuando un paquete grande se fragmenta, debido a que cada fragmento debe tener una cabecera. En tanto que en el primer método esta sobrecarga desaparece tan pronto como se sale de la red de paquetes pequeños, en este último método la sobrecarga permanece por el resto del viaje. Una ventaja de este método, sin embargo, es que ahora sí se pueden utilizar múltiples pasarelas de salida. Naturalmente que esta ventaja no sería aprovechable si se utilizara el modelo de circuito virtual concatenado.

Shoch (1979) ha propuesto hacer que cada paquete transporte un bit, especificando si el extremo destinatario está preparado para reensamblar los fragmentos. Si no fuera el caso, cualquier pasarela que fragmente un paquete deberá ponerse de acuerdo con alguna otra pasarela para que ésta reensamble todas las piezas. Si el extremo final si está preparado para hacer este proceso de reensamblado, la fragmentación podrá, o no, ser transparente, a discreción de cada pasarela.

Cuando se fragmenta un paquete, los fragmentos se deberán numerar, de tal forma que pueda llegar a reconstruirse el flujo de datos original. Una manera de llevar a cabo la numeración de los fragmentos, es mediante el uso de un árbol. Si el paquete 0 se debe dividir, a las piezas resultantes se les denomina como 0.0, 0.1, 0.2, etc. Si estos mismos fragmentos, también, se deben fragmentar en etapas posteriores, a las piezas que resultan se les numera con 0.0.0, 0.0.1, 0.0.2,...0.1.0, 0.1.1, 0.1.2, etc. Si en la cabecera se ha reservado un número suficiente de campos para el caso peor, y si en ninguna parte se han generado duplicados, este esquema será suficiente para asegurar que todas las piezas puedan rearmarse correctamente en el destino correspondiente, sin importar el orden en que puedan llegar.

Sin embargo, si una sola red llega a perder o a desechar algunos paquetes, se necesita realizar retransmisiones de extremo a extremo, con efectos desafortunados para el sistema de numeración. Supóngase, por ejemplo, que un paquete de 1024 bits se divide inicialmente en cuatro fragmentos de igual tamaño, 0.0, 0.1, 0.2, y 0.3.

El fragmento 0.1 se pierde, pero los demás si llegan en forma correcta a su destino. Eventualmente, al extremo fuente le vencerá la temporización y retransmitirá el paquete original otra vez. Sólo que, en esta ocasión, la ruta que sigue pasará a través de una red con un límite de 512 bits, por lo que se llegan a generar dos fragmentos. Cuando el nuevo fragmento 0.1 llega finalmente a su destino, el receptor pensará que las cuatro piezas ya se encuentran disponibles y reconstruirá el paquete de manera incorrecta.

Un sistema de numeración totalmente diferente (y mucho mejor) del protocolo interred consiste en definir un fragmento elemental lo suficientemente pequeño como para que pase a través de todas las redes. Cuando un paquete se fragmenta, todas las piezas son iguales al tamaño del fragmento elemental, con excepción del último, que puede llegar a ser más pequeño. Un paquete interred puede estar constituido por varios fragmentos, por motivos relacionados con la eficiencia. La cabecera de la interconexión de redes deberá proporcionar el número del paquete original, así como el número del (primer) fragmento elemental que contiene la trama. Generalmente, también deberá tener un bit indicando que el último fragmento elemental que está contenido dentro del paquete interred, es el último del paquete original.

En este planteamiento se necesitan dos campos de secuencia en la cabecera interred; uno es el número del paquete original, y el otro es el número del fragmento. Está claro que deberá existir un compromiso entre el tamaño del fragmento elemental y el número de bits en el número del fragmento. Debido a que el tamaño del fragmento elemental presuntamente es aceptable para todas las redes, no se llegará a presentar ningún problema con la fragmentación subsecuente de un paquete interred que contenga varios fragmentos. El límite último sería tener un fragmento elemental de un solo bit, o bien, de un solo octeto, dejando que el número del fragmento sea el desplazamiento del bit u octeto en el paquete original.

Algunos protocolos interred llevan este método mas allá, y consideran que la transmisión completa sobre un circuito virtual corresponde a la de un paquete gigante, de tal forma que cada uno de los fragmentos contenga el número absoluto de octeto del primer octeto en el fragmento. Algunas otras soluciones relacionadas con el concepto de fragmentación se pueden estudiar en (Kent y Mogul, 1987).

#### VI.2.4- COMPARACIÓN DE PASARELAS ORIENTADAS A CONEXIÓN Y SIN CONEXIÓN. -

Los planteamientos de la concatenación de circuitos virtuales y datagramas presentan diferentes virtudes y debilidades. El modelo del circuito virtual concatenado tiene fundamentalmente las mismas ventajas que las de utilizar circuitos virtuales en una sola subred; los taponos se pueden reservar con anticipación (en las pasarelas), para evitar la congestión, se puede garantizar la secuencia, se pueden utilizar cabeceras pequeñas y se pueden evitar los problemas ocasionados por la duplicación de paquetes retardados.

También, presenta las mismas desventajas; el espacio ocupado por la tabla en las pasarelas para cada una de las conexiones abiertas, sin importar que haya o no haya tráfico; el hecho de que no exista un encaminamiento alternativo para evitar áreas congestionadas y, la vulnerabilidad a fallos de la pasarela en cualquier lugar de la trayectoria. También, tiene la desventaja de que su realización es difícil, si no imposible, cuando una de las redes corresponde a una red datagrama insegura.

Las propiedades de la solución datagrama aplicado a la interconexión de redes, son exactamente las mismas que las de los datagrama correspondientes a las subredes; mayor posibilidad de congestión, pero al mismo tiempo, mayor capacidad para adaptarse a él, una gran robustez frente a fallos de las pasarelas, y la necesidad de utilizar cabeceras grandes. Es posible utilizar varios tipos de algoritmos de encaminamiento adaptativo en la interconexión de redes, igual que se utiliza en el interior de una sola red de datagrama.

Una ventaja principal de la solución datagrama aplicado a la interconexión de redes, es que puede utilizarse en subredes que no utilizan circuitos virtuales en el interior. Muchas redes tipos LAN, redes móviles (por ejemplo, para las flotas navales y aéreas), e incluso algunas redes tipo WAN, caen en esta categoría. Cuando una interconexión de redes incluye alguna de éstas, ocurren problemas muy serios si la estrategia de la interconexión de redes se basa en circuitos virtuales.

#### VI.2.5- SOFTWARE DE PASARELAS Y PUENTES. -

El software que se utiliza en un puente o una pasarela es muy diferente al que ordinariamente se utiliza en un hostal, y como tal, resulta importante conocerlo, por lo menos, en forma somera. La razón de esta diferencia no es difícil de encontrar. En este caso, los requisitos de rendimiento son muy críticos. Se espera que los puentes y las pasarelas acepten y reexpidan tráfico de una red a otra en tiempo real, sin hacer que se degrade la operación de ninguna de las redes.

Considérese, por ejemplo, los requisitos para el caso peor, en un puente de una red tipo LAN. Imagínese que se debe reexpedir un flujo continuo de paquetes de 64 octetos, de una red tipo LAN de 10 Mbps a otra. Los paquetes de 64 octetos se reciben a una velocidad de un paquete cada 51 su (es decir, casi 20 000 tramas/s). Por lo tanto, el puente deberá atrapar la interrupción, procesar un paquete y retransmitirlo, todo esto en un tiempo de 51 su. Si los paquetes se pudieran recibir de los dos lados en forma simultánea, se duplicaría la eficiencia requerida para realizar dicho trabajo. Aun cuando se tuvieran procesadores inteligentes en las secciones de entrada, que recogieran los bits de los paquetes que llegan y los ensamblaran en memoria antes de provocar una interrupción, un tiempo de 51 su no es mucho tiempo. Los puentes se encuentran, por lo general, limitados por las características de la CPU (Unidad Central de Proceso).

Considerando la pesada carga de trabajo a la que está sujeto el sistema, el software deberá estructurarse con cuidado para obtener una eficiencia máxima. En un extremo, el puente o la pasarela pueden estar dirigidos por interrupciones. En este modelo, cada uno de los paquetes que llegan originan una interrupción, la cual desinhibe futuras interrupciones y procesa el paquete hasta el final durante la rutina de interrupción. A un cuando este planteamiento llega a ser muy rápido, por desgracia conduce a un software débilmente estructurado y, por consiguiente, deberá evitarse en lo posible.

En el extremo opuesto, el software se divide en procesos, cada uno de los cuales tiene una tarea bien definida. Se muestra un ejemplo sencillo de una pasarela (o puente) trilateral. Cada uno de los nueve procesos que allí se llevan a cabo funciona en su propio espacio de dirección. Cuando un paquete llega, procedente de la red 1, 2 o 3, se hace funcionar los procesos 2, 3 o 5, respectivamente. Ese proceso se encarga de comprobar el código de redundancia; de transformar el paquete, si es necesario, a un formato interno independiente y de depositarlo en la cola de entrada del proceso 7, es decir, el proceso de encaminamiento. Estos procesos de entrada deberán tener la más alta prioridad, con objeto de evitar que se lleguen a perder paquetes de entrada.

Cuando ninguno de los procesos 2, 3 o 5 de alta prioridad; o bien, los procesos 1, 4 o 6 de mediana prioridad, tiene algo que hacer y, además, el proceso 7 tiene trabajo en su cola de espera, éste tomará el primer paquete que aparece en la cola, decidirá cómo encaminarlo y lo pondrá en la cola de trabajo de entrada de uno de los procesos de salida (1, 4 o 6), que lo transformará al formato de salida apropiado y arrancará al transmisor (en caso de que estuviera inactivo). Tan pronto como se haya iniciado la transmisión del paquete, el proceso de salida terminará, para permitir que otro proceso comience a funcionar. En el momento en que se recibe una interrupción, al finalizar una transmisión, el proceso de salida se habilita para funcionar, y en ese momento quitará de la cola de espera al paquete que precisamente acaba de transmitir, para ir por el siguiente paquete.

El proceso de encaminamiento también efectúa un filtrado de los paquetes. Si el paquete bajo revisión corresponde a un paquete de control, o a un paquete cuyo destino se encuentra en la misma red que el paquete fuente, éste no se pasa a una cola de salida, sino simplemente se ignora.

Los procesos 8 y 9 funcionan en forma periódica con la prioridad más baja. Este planteamiento orientado a proceso está bien estructurado, pero es muy lento debido a la sobrecarga de conmutación de procesos (cada conmutación de proceso necesita establecer un mapa de memoria nuevo).

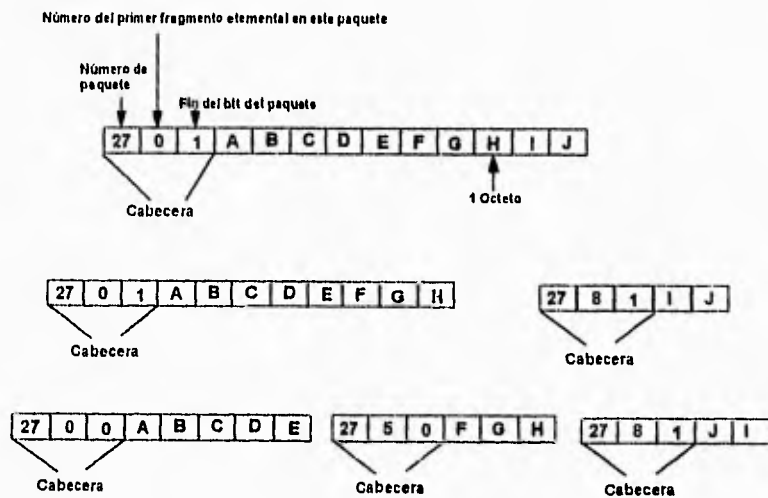
Un compromiso bastante razonable sería el mantener el modelo de proceso, pero haciendo que todos los procesos funcionaran dentro de un solo espacio de dirección en el núcleo. Este planteamiento no funcionará en el caso de un sistema operativo de propósito general pero, dado que se puede suponer que todos los procesos de la pasarela tienen un buen comportamiento, la ganancia que se obtendría en velocidad justificaría la pérdida de seguridad.

El algoritmo de distribución de tiempo de la pasarela, también, es crítico. En lugar de utilizar una distribución en secuencia o bien, alguna otra forma de división de tiempo, resultaría quizás más adecuado dejar que cada proceso funcione hasta que acabe. No sólo el procedimiento de dejar que funcione hasta que termine, llega a reducir el número de conmutaciones de procesos, sino que, cuando un proceso termina con el paquete actual no tiene que recordar ninguna información de estado, por lo cual no necesita conservar sus registros ni pilas de almacenamiento. De hecho, simplemente puede designar a su sucesor, encontrando el proceso que esté funcionando con la prioridad más alta y, saltando a él. Este proceso, entonces heredará de su predecesor los registros y la pila de almacenamiento desocupados. Sólo se necesitará una pila de almacenamiento, no importa el número de procesos que allí existan.

En algunas máquinas, llega a ser bastante significativa la sobrecarga del procesamiento de interrupciones. Una manera de evitar esto consiste en que la pasarela funcione con las interrupciones deshabilitadas. Cuando termina un proceso, éste revisa (registra o sondea) cada interfase de red para ver si ya terminó alguna transmisión. Si así fuera el caso, el proceso correspondiente se marca como ejecutable, y el proceso ejecutable con mayor prioridad se ejecuta.

La comunicación entre procesos es muy crítica. Realmente, el paso de mensajes entre procesos, mediante copia sería intolerablemente lento. Resultaría más conveniente pasar punteros de memoria. Sin embargo, si un proceso asigna una memoria al paquete y coloca del puntero en la cola de espera de otro proceso. ¿Cómo sabrá el primer proceso cuándo deberá designar dicha memoria? Por lo general, no lo sabe, por lo que el proceso receptor deberá reutilizar la memoria, o bien desocuparla en forma explícita.

El manejo de memoria se complica debido a que los paquetes pueden llegar a cambiar su tamaño a medida que se están moviendo alrededor de la pasarela, con cabeceras que constantemente se están agregando y quitando en diferentes lugares. Este efecto es más pronunciado cuando se necesiten cruzar múltiples capas de protocolos dentro de la pasarela. Una manera de resolver este problema es que el hardware de recepción de paquetes escriba los paquetes en los tapones, no desde el comienzo de ellos, sino a una distancia que sea aproximadamente igual al tamaño de cabecera más grande. Si las redes 1, 2, y 3 de la fig. por ejemplo, tienen unas cabeceras de 8, 16 y 24 octetos, respectivamente; entonces, todos los paquetes que se lean de la red 1 deberán empezar en el octeto 16, tal y como se muestra en la siguiente figura. De esta manera, si el paquete debe transmitirse eventualmente sobre la red 3, con una cabecera de 24 octetos, habrá suficiente espacio en el tampón para la nueva cabecera. Si se requiere potencialmente la fragmentación del paquete, la situación se vuelve mucho más compleja y se necesitará tener una estrategia más sofisticada para el tratamiento de la memoria.



Otro aspecto importante, es el relacionado con la gestión de los temporizadores. Dependiendo de la capa y de la naturaleza de la pasarela, puede ser necesario tener que esperar hasta que un paquete se asienta antes de que se desocupe su tampón. Dado que la mayor parte de los puentes no se llegan a perder, el tiempo de la mayoría de los temporizadores, por consiguiente, no llega a terminarse. Por lo tanto, lo que realmente importa es que no lleve demasiado tiempo el establecimiento del temporizador. El tiempo que se necesita para manejar un temporizador que ha vencido viene a ser menos crítico.

Algunas pasarelas deben invertir el orden de los bits en un octeto (por ejemplo, en el caso de la transmisión entre el 802.3 y 802.5). La manera más rápida de invertir los bits es cablear el bit 0 del lado de la entrada con el bit 7 del lado correspondiente a la salida; el bit 1 del lado de la entrada con el bit 6 del lado de salida; y así sucesivamente, de tal modo que se lleve a cabo la inversión durante la transmisión entre el chip de la interfase y la memoria. Si este cableado especial no estuviera disponible, la siguiente alternativa más conveniente sería la de tener una tabla con 256 registros, indexada mediante el valor de octeto. El *i*-ésimo registro de esta tabla es el patrón de bits de octeto (*i*) invertido. Para llevar a cabo una inversión en las dos direcciones, se necesitarán dos tablas de 256 octetos. Sin embargo, la inversión de bit es demasiado costosa, aun cuando se tenga una tabla de consulta, porque esto significaría revisar todos los octetos: esto es todavía más crítico que el proceso de copiado, que puede generalmente hacerse con una sola instrucción de MOVER BLOQUE.

Es importante hacer notar que el diseño de la pasarela del ejemplo no es tan diferente al diseño de un IMP común y corriente. En aquel caso, también, los paquetes llegan por varias líneas de entrada, se encaminan y se retransmite. La diferencia principal consiste en que los IMP no necesitan conversiones de formato o cambios de cabeceras.



*OSI E  
INTERCONEXIONES  
DE  
REDES*

## **OSI E INTERCONEXIÓN DE REDES.**

### **VII.1- INTRODUCCIÓN.-**

La interconexión de redes LAN se lleva a cabo en la CAPA de RED, en el modelo OSI, es decir, ésta no es una de las áreas en las que la ISO haya diseñado un modelo que haya conseguido la aprobación universal (la seguridad en redes es otra más). Al observar los documentos, uno tiene la sensación de que la interconexión de redes fue algo que se incluyó precipitadamente, en el último minuto, en la estructura fundamental.

En particular, objeciones presentadas por la comunidad Interred de ARPA, tal vez no tuvieron tanto peso como realmente debieron tener en vista de que DARPA tenía 10 años de experiencia operando un sistema de interconexión de redes con varios centenares de redes interconectadas, y tenían una idea muy buena sobre lo que en realidad podría o no funcionar en la práctica. La ISO, sin embargo, no es la única responsable de este fracaso. Cuando el CCITT diseñó el plan de numeración de su red internacional, por ejemplo, decidió que cuatro dígitos decimales (es decir, 10,000 redes) serían suficientes para el mundo entero durante los años venideros. Considerando las 20,000 redes SNA, y probablemente un número mayor de redes tipo LAN, que ya están funcionando, los cuatro dígitos decimales son totalmente inadecuados.

El problema no es de una estimación, sino más bien es cuestión de mentalidad. Desde el punto de vista del CCITT, cada país debería tener justo una o dos redes públicas, operadas por el PTT nacional (o por operadores como TELNET y TYMNET, en Estados Unidos). La totalidad de las redes privadas no cuentan mucho desde el punto de vista del CCITT. Sin embargo, no todos los usuarios comparten esta opinión. Aún cuando las 20,000 redes SNA pudiesen, de alguna forma milagrosa, transformarse súbitamente al modelo OSI, resulta demasiado improbable que sus dueños llegaran a desear perder todo el control administrativo y, al mismo tiempo, integrarse todos en una red pública homogénea y más grande.

La meta de OSI (Open System Interconnection), es habilitar computadoras de múltiples vendedores, compartir información más fácilmente en un ambiente de "Sistemas Abiertos".

Es un conjunto de reglas organizadas en capas describiendo los formatos y protocolos para la interconexión de sistemas de cómputo. Considera siete capas que cubren todos los aspectos de flujo de información requeridas para la comunicación entre un sistema final y otro sistema final, desde la comunicación de dispositivos al medio físico hasta servicios relacionados con las aplicaciones de los usuarios.

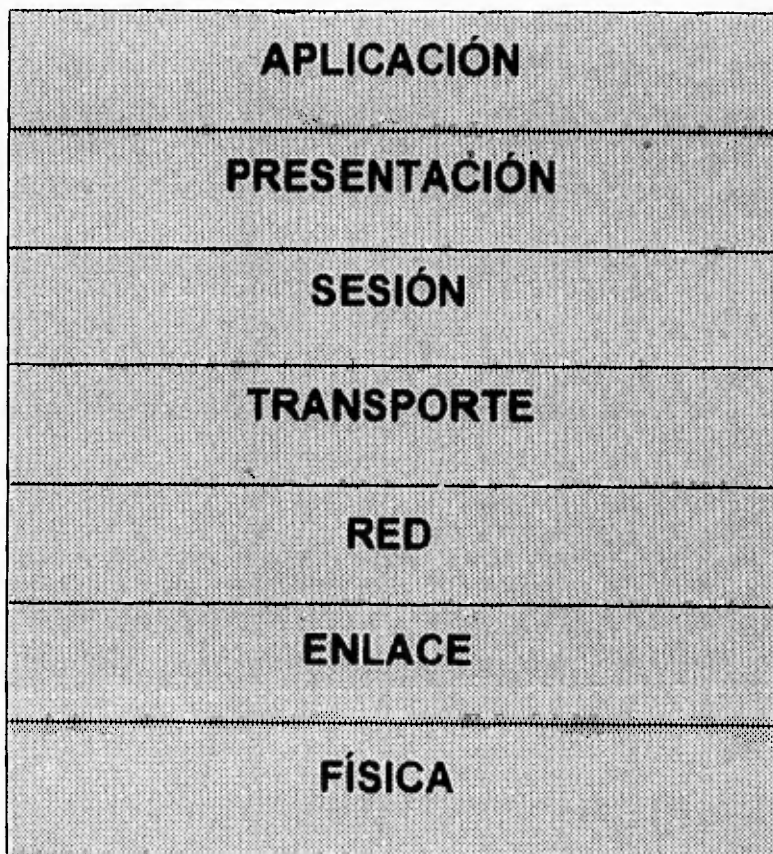
### **VII.2- MODELO DE REFERENCIA OSI**

El modelo "OSI" (Open System Interconnect - Interconexión de Sistemas Abiertos), fue desarrollado por la ISO en 1982, siendo uno de los primeros que utilizaron el principio de la división en niveles. El modelo OSI está dividido en siete niveles organizados conceptualmente de manera jerárquica, de tal forma que los protocolos de más alto nivel utilizan los servicios proporcionados por los inferiores.

Los principios aplicados para el establecimiento de siete capas fueron los siguientes:

- 1.- Una capa se creará en situaciones en donde se necesita un nivel diferente de abstracción.
- 2.- Cada capa deberá efectuar una función bien definida.
- 3.- La función que realizará cada capa deberá seleccionarse con la intención de definir protocolos normalizados internacionalmente
- 4.- Los límites de las capas deberán seleccionarse tomando en cuenta la minimización del flujo de información a través de las interfaces.
- 5.- El número de capas deberá ser lo suficientemente grande para que funciones diferentes no tengan que ponerse juntas en la misma capa y, por otra parte también deberá ser lo suficientemente pequeño para que su arquitectura no llegue a ser difícil de manejar.

## MODELO DE REFERENCIA OSI



### VII.3- CAPAS DEL MODELO OSI

#### CAPA FÍSICA.

Se encarga de la transmisión de cadenas de bits sobre el medio físico. Se involucra en parámetros tales como el nivel de voltaje de la señal, la duración del bitio, características mecánicas y eléctricas del medio físico, etc. Es decir, la capa física se ocupa de la transmisión de bits a lo largo de un canal de comunicación. Su diseño debe asegurar que cuando un extremo envía un bit con valor 1, éste se reciba exactamente como un bit con ese valor en el otro extremo, y no como un bit de valor 0. Preguntas comunes aquí son cuántos volts deben utilizarse para representar un bit de valor 0 o 1; cuántos microsegundos deberá durar un bit; la posibilidad de realizar transmisiones bidireccionales en forma simultánea; la forma de establecer la conexión inicial y cómo interrumpirla cuando ambos extremos terminan su comunicación; o bien, cuántas puntas terminales tiene el conector de la red y cuál es el uso de cada una de ellas. Los problemas de diseño a considerar aquí son los aspectos mecánicos, eléctricos, de procedimiento de interfase y el medio de transmisión física, que se encuentra bajo la capa física. Se puede considerar que el diseño de la capa física cae dentro del dominio del ingeniero eléctrico.

#### CAPA DE ENLACE

Se encarga de asegurar la fiabilidad de la transferencia de datos a través del medio físico, envío de bloques de datos (TRAMAS), con la necesaria sincronización, control de errores y control de flujo. La tarea primordial de la capa de enlace consiste en, partir de un medio de transmisión común y corriente, transformarlo en una línea sin errores de transmisión para la capa de red. Esta tarea la realiza al hacer que el emisor trocee la entrada de datos en tramas de datos (típicamente constituida por algunos cientos de octetos), y la transmita en forma secuencial y procese las tramas de asentimiento, devueltas por el receptor; Como la capa física básicamente acepta y transmite un flujo de bits sin tener encuentra su significado o estructura, recaer sobre la capa de enlace la creación o reconocimiento de los límites de la trama. Esto puede llevarse a cabo mediante la inclusión de un patrón de bit especial al inicio y al término de la trama. Si estos patrones de bits pueden aparecer entre los datos, deberá tenerse un cuidado especial para evitar cualquier confusión al respecto.

La trama puede destruirse por completo debido a una ráfaga de ruido en la línea, en cuyo caso el software de la capa de enlace, perteneciente a la máquina emisora, deberá retransmitir la trama. Sin embargo, múltiples transmisiones de la misma trama introducen la posibilidad de duplicar la misma. Corresponde a esta capa resolver los problemas causados por daño, pérdida o duplicidad de tramas. La capa de enlace ofrece diferentes clases de servicios a la capa de red, cada uno de ellos con distinta calidad y precio.

Otros de los problemas que aparecen en la capa de enlace es el referente a cómo evitar que un transmisor muy rápido saturar con datos a un receptor lento. Se deberá emplear un mecanismo de regulación de tráfico que permita que el transmisor conozca el espacio de memoria que en ese momento tiene el receptor. Frecuentemente, y por conveniencia. Los procedimientos de regulación de flujo y control de errores se tratan en forma conjunta.

Otro problema aparece cuando la línea tiene la capacidad de utilizarse para transmitir datos bidireccionalmente. El problema radica en que los asentamientos para el tráfico de A a B compiten por el uso de la línea con las tramas de datos del tráfico que va de B hacia A. Para resolver este problema se inventado una solución inteligente consistente en el envío de aquellos superpuntos (PIGGY BACKING).

### CAPA DE RED

Proporciona a los niveles superiores la independencia del manejo de la transmisión de los datos y de las tecnologías de conmutación utilizadas para conectar sistemas, es decir, se encarga del enrutamiento de los paquetes de datos generados en el nivel de transporte, desde su origen hasta su destino, es responsable de establecer, mantener y terminar conexiones. Es decir se ocupa del control de la operación de la subred. Un punto de suma importancia en su diseño, es la determinación sobre cómo encaminar los paquetes del origen al destino. Las rutas podrían basarse en tablas estáticas que se encuentran "Cableadas" en la red y que difícilmente podrían cambiarse. También, podrían determinarse al inicio de cada conversación, por ejemplo en una sesión de terminal. Por último, podrían ser de tipo dinámico, determinándose en forma diferente para cada paquete, reflejando la carga real de la red.

Si en un momento dado hay demasiados paquetes presentes en la subred, ellos mismos se obstruirán mutuamente y darán lugar a un cuello de botella. El control de tal congestión dependerá también de la capa de red.

Como los operadores de la subred esperan alguna remuneración al esfuerzo que realizan, en muchas ocasiones se introduce una función de contabilidad en la capa de red. El software deberá saber, por lo menos, cuántos paquetes o caracteres o bits se enviaron a cada cliente, con objeto de producir información de facturación. Cuando un paquete cruza una frontera nacional, con precios distintos en cada lado, el cálculo de la cuenta puede llegar a complicarse.

También pueden surgir otros problemas cuando un paquete tenga que desplazarse de una red a otra para llegar a su destino. El direccionamiento utilizado en la segunda red puede ser diferente al empleado en la primera. La segunda podría no aceptar el paquete en su totalidad, por ser demasiado grande. Los protocolos podrían ser diferentes, etcétera. La responsabilidad, para resolver problemas de interconexión de redes heterogéneas recaerá, en todo caso, en la capa de red.

En redes de difusión el problema del encaminamiento es simple, por lo cual la capa de red es normalmente muy delgada o incluso inexistente.

### CAPA DE TRANSPORTE

Asegura la fiabilidad de la transferencia de datos entre puntos terminales, proporciona recuperación de errores FIN-A-FIN y control de flujo. La función principal de la capa de transporte consiste en aceptar los datos de la capa de sesión, dividirlos, siempre que sea necesario, en unidades más pequeñas, pasarlos a la capa de red y asegurar que todos ellos lleguen correctamente al otro extremo. Además, todo este trabajo se debe hacer de manera eficiente, de tal forma que aisle la capa de sesión de los cambios inevitables a los que está sujeta la tecnología del hardware.

Bajo condiciones normales, la capa de transporte crea una conexión de red distinta para cada conexión de transporte solicitada por la capa de sesión. Si la conexión de transporte necesita un gran caudal, ésta podría crear múltiples conexiones de red, dividiendo los datos entre las conexiones de la red con objeto de mejorar dicho caudal. Por otra parte, si la creación o mantenimiento de la conexión resulta costoso, la capa de transporte podría multiplexar varias conexiones de transporte sobre la misma conexión de red para reducir dicho costo. En todos los casos, la capa de transporte se necesita para hacer el trabajo de multiplexión transparente a la capa de sesión.

La capa de transporte determina qué tipo de servicio debe dar la capa de sesión y en último término a los usuarios de la red. El tipo más popular de conexión de transporte corresponde al canal punto a punto sin error, por medio del cual se entregan los mensajes en el mismo orden en que fueron enviados. Sin embargo, el transporte de mensajes aislados sin garantizar el orden de distribución y la difusión de mensajes a destinos múltiples es otra posibilidad de servicio de transporte. El tipo de servicio se efectúa cuando se establece la conexión.

La capa de transporte es una capa del tipo ORIGEN- DESTINO o EXTREMO a EXTREMO. Es decir, un programa en la máquina origen lleva una conversación con un programa parecido que se encuentra en la máquina destino, utilizando las cabeceras de los mensajes y los mensajes de control. Los protocolos, de las capas inferiores, son entre cada máquina y su vecino inmediato, y no entre las máquinas origen y destino, las cuales podrían estar separados por muchos IMPs.

Además de multiplexar varios flujos de mensaje en un canal, la capa de transporte debe ocuparse del establecimiento y liberación de conexiones a través de la red. Esto requiere un mecanismo de dominación, de tal forma que un proceso en una máquina tenga una manera para describir con quién desea conversar. También debe haber un mecanismo para regular el flujo de información, de manera que un hostal muy rápido no pueda desbordar a otro más lento.

### CAPA DE SESIÓN

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

Uno de los servicios de la capa de sesión consiste en gestionar el control de diálogo. Las sesiones permiten que el tráfico vaya en ambas direcciones al mismo tiempo, o bien, en una sola dirección en un instante dado. Si el tráfico sólo puede ir en una dirección en un momento dado la capa de sesión ayudará en el seguimiento de quien tiene el turno.

La administración del testigo es otro de los servicios relacionados con la capa de sesión. Solamente el extremo con el testigo puede realizar la operación crítica para evitar que en ambos extremos se intente hacer la misma operación al mismo tiempo.

Otro de los servicios de la capa de sesión es la sincronización. La capa de sesión proporciona una forma para insertar puntos de verificación en el flujo de datos, con objeto de que después de cada caída solamente tengan que repetirse los datos que se encuentren después del último punto de verificación.

### CAPA DE PRESENTACIÓN

Se ocupa de la normalización de la forma en que la estructura de los datos se escriben y se representa. Es el penúltimo nivel provee las conversiones de formatos que requiere el nivel de aplicación. En este nivel es muy común utilizar el estándar ASN1; que proporciona una especificación formal para la presentación de datos que se utilizan en los programas de aplicación.

La compresión de datos se puede utilizar aquí para reducir el número de bits que tienen que transmitirse y el concepto de tipografía se necesita utilizar frecuentemente por razones de privacidad y de autenticación.

### **CAPA DE APLICACIÓN**

Proporciona servicios a los usuarios, como son terminal virtual, transferencia de archivos, correo electrónico, etc. Este nivel está formado por los programas de aplicación que utilizan a la red. Se incluyen, por ejemplo, el correo electrónico, la transferencia de archivos y las sesiones remotas.

Contiene la variedad de protocolos que se necesitan frecuentemente, por ejemplo, hay centenares de tipos de terminales incompatibles en el mundo, para resolver el problema define un terminal virtual de red abstracto, con el que los editores y otros programas pueden ser escritos para tratar con él.

### **VII.4- TRANSMISIÓN DE DATOS EN EL MODELO OSI**

El proceso emisor tiene algunos datos que desea enviar al proceso receptor. Este entrega los datos a la capa de aplicación, la cual añade entonces la cabecera de aplicación, que puede ser mila, a la parte delantera de los mismos y entrega el elemento resultante a la capa de presentación.

La capa de presentación transforma este elemento de diferentes formas, con la posibilidad de incluir una cabecera en la parte frontal, dando el resultado a la capa de sesión. Es importante observar que la capa de presentación no sabe qué parte de los datos que le dio la capa de aplicación, corresponden a la cabecera, y cuáles son los que corresponden a los verdaderos datos del usuario. Ni debería saberlo.

Este proceso se sigue repitiendo hasta que los datos alcanzan la capa física, lugar en donde efectivamente se transmiten a la máquina receptora. En la otra máquina, se van quitando una a una las cabeceras, a medida que los datos se transmiten a las capas superiores, hasta que finalmente llegan al proceso receptor.

La idea fundamental a lo largo de este proceso es que si bien la transmisión efectiva de datos es vertical, cada una de las capas está programada como si fuera una transmisión horizontal. Cuando la capa de transporte emisora obtiene un mensaje de la capa de sesión le asigna una cabecera de transporte y lo envía a la capa de transporte receptora. Desde el punto de vista de esta capa, el hecho de que debe realmente entregar el mensaje a la capa de red de su propia máquina es un detalle técnico sin importancia.

### **VII.5- SERVICIOS DE LAS CAPAS OSI**

La verdadera función de cada una de las capas OSI, consiste en proporcionar servicios a las capas superiores.

Las capas pueden ofrecer dos tipos diferentes de servicios a las capas que se encuentran sobre ellas; uno ORIENTADO A CONEXIÓN y otro SIN CONEXIÓN.

EL SERVICIO ORIENTADO A LA CONEXIÓN, se modeló basándose en el SISTEMA TELEFÓNICO. Para poder utilizar una red con servicio orientado a conexión, el usuario del servicio establece primero una conexión, la utiliza y después termina la conexión. El aspecto fundamental de la conexión es que actúa en forma parecida a la de un tubo; el que envía, introduce objetos por un extremo, y el receptor los recoge. en el mismo orden, por el otro extremo.

A diferencia de esto el SERVICIO SIN CONEXIÓN, se modela con base en el sistema postal. Cada mensaje lleva consigo la dirección completa de destino y cada uno de ellos se encamina, en forma independiente, a través del sistema. Normalmente cuando dos mensajes se envían al mismo destino, el primero que se envía será el primero en llegar. Es posible, sin embargo que el primero sufra un retardo y llegue antes el que se envió en segundo lugar. Con un servicio orientado a conexión es imposible que suceda esto.

Cada servicio se caracteriza por la calidad del servicio; algunos de ellos son fiables en la medida que nunca pierden información que transportan. Por lo general, un servicio fiable se realiza haciendo que el receptor notifique haber recibido cada mensaje, para que el transmisor esté seguro de que su mensaje llegó a destino.

Un servicio SIN CONEXIÓN que NO es FIABLE, se conoce como SERVICIO DATAGRAMA el cual no proporciona acuse de recibo de la información al emisor.

En algunas situaciones convendrá no tener que establecer una conexión para evitar un mensaje pequeño, pero si sería fundamental que el proceso sea fiable. Para estas aplicaciones se proporciona al SERVICIO DE DATAGRAMA con ASENTIMIENTOS, de información que regresa un mensaje de recepción del mensaje

Otro servicio alternativo es el SERVICIO DE PREGUNTA / RESPUESTA, en el que la persona que envía, transmite un datagrama sencillo que contiene una solicitud, la contestación contiene una respuesta.

### VII.6- PRIMITIVAS DE SERVICIO

Un servicio está formalmente especificado por un conjunto de PRIMITIVAS a disposición de todos los usuarios o de otras entidades para acceder el servicio. Estas primitivas le indican al servicio que debe efectuar una acción o notifican la acción tomada por una entidad par.

Las entidades de servicio en el modelo OSI pueden dividirse en cuatro clases que se muestran en la tabla siguiente. Los servicios pueden ser confirmados o no confirmados. En un SERVICIO CONFIRMADO, hay una PETICIÓN, una INDICACIÓN, una RESPUESTA y una CONFIRMACIÓN. En un SERVICIO SIN CONFIRMAR sólo hay una PETICIÓN y una INDICACIÓN.

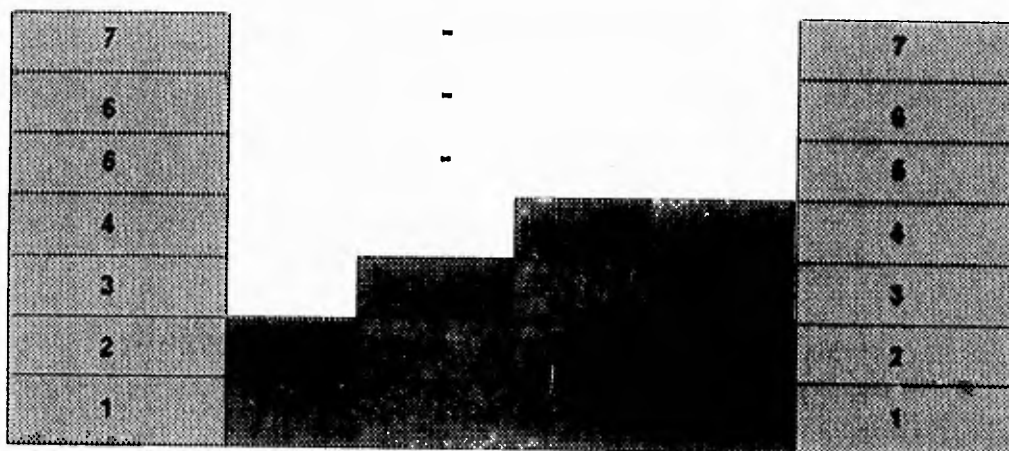
<b>PRIMITIVA.</b>	<b>SIGNIFICADO.</b>
Solicitud (request).	Una entidad desea que el servicio realice un trabajo.
Indicación (indication).	Una entidad es informada acerca de un evento.
Respuesta (response).	Una entidad desea responder a un evento.
Confirmación (confirm).	Una entidad va a ser informada acerca de su solicitud.



## VII.7- INTERCONEXIÓN DE REDES EN EL MODELO OSI

La capa de red, siempre que sea necesario, se puede dividir en tres subcapas: la SUBCAPA DE ACCESO A LA SUBRED, la SUBCAPA DE MEJORA DE LA SUBRED y la SUBCAPA DE LA INTERCONEXIÓN DE REDES. El propósito de la subcapa de acceso a la subred consiste en soportar el protocolo de la capa de red para la subred que específicamente se esté utilizando. Esta genera y recibe paquetes de datos y de control, y lleva a cabo las funciones ordinarias de la capa de red. El software está diseñado para que funcione como el interfase real de la subred que se encuentra disponible. No existe garantía de que funcione correctamente con otras subredes.

La subcapa de mejora de la subred está diseñada para armonizar las subredes que ofrecen diferentes servicios. Las subredes pueden diferir en varios aspectos. Como un ejemplo, considérese el direccionamiento. La subcapa de interconexión de redes utiliza NSAP para su direccionamiento. Recuérdese que un direccionamiento NSAP se refiere no sólo a una máquina específica, sino también a un punto de acceso específico dentro de dicha máquina, al cual se puede asociar un proceso de transporte por sí mismo. Por consiguiente, los direccionamientos NSAP se utilizan en última instancia, para referirse a los procesos de la capa de transporte, y no a las máquinas. Todas las primitivas N-CONNECT utilizan direcciones NSAP como parámetros.



Veamos primero cómo se establece una conexión de red en una subred que se ajusta al modelo OSI. Cuando la solicitud de conexión llega desde arriba, la subcapa de interconexión de red la pasa hacia la subcapa de acceso a la subred (la subcapa de mejora es nula para todas las subredes OSI, debido a que no se necesitan mejorar están bien tal como son). La subcapa de acceso a la subred construye un paquete CALL REQUEST que contiene las direcciones NSAP del que llama y del llamado, y se lo entrega a la capa de enlace para que lo transmita. Posteriormente, recibe una respuesta y se establece la conexión.

Ahora se considerará lo que sucede si la subred no se ajusta al modelo OSI, pero utiliza, por ejemplo, la versión de 1980 del protocolo X.25. Este protocolo tiene un paquete CALL REQUEST, pero las direcciones que utiliza son de máquina, y no de NSAP. No hay lugar adecuado para colocar las direcciones NSAP. Lo que sucede es que la subred de mejora de la subred establece primero una conexión de la capa de red a la propia máquina. Después, transmite un paquete especial que contiene las direcciones NSAP. El resultado que se obtiene de este intercambio extra es que la subcapa de mejora de la subred puede ofrecer un servicio (una conexión a un NSAP específico), que normalmente la subcapa de acceso de la subred no puede ofrecer. A medida que los paquetes transitan a lo largo de esta conexión, la subcapa de mejora de la subred interpreta cada uno de ellos, encaminándolos al NSAP apropiado.

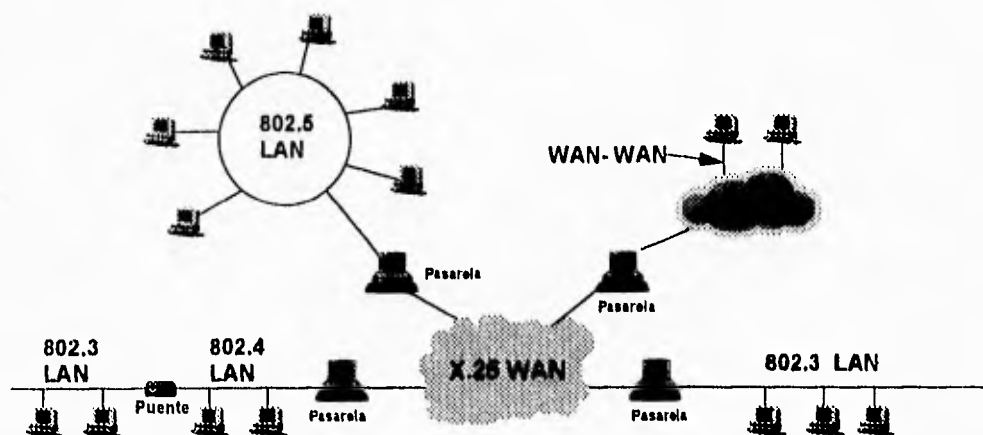
De esta manera, el servicio real de la subred es llevado al nivel demandado por la subcapa de interconexión de redes. El efecto de este enriquecimiento es que la subcapa de interconexión de redes puede asumir que la subred proporciona al servicio OSI, aún cuando no lo haga. Dado que la interconexión de redes se refiere frecuentemente a la conexión de una o más redes que no están normalizadas, es esencial disponer de forma estructural para lidiar con subredes raras.

En el ejemplo anterior, el servicio de la subred no era lo suficientemente bueno (le faltaba el direccionamiento NSAP). También puede suceder que el servicio de la subred sea demasiado bueno, y deba desmejorarse (¿degradarse?), para igualar las necesidades de la subcapa de interconexión de redes. Un ejemplo de este caso es el de un retransmisor entre una subred de datagramas y una subred de circuitos virtuales. La subcapa de interconexión de redes puede diseñarse con cualquiera de los dos tipos de servicios. Si se seleccionó el servicio de datagrama, entonces dependerá de la capa de mejora de la subred, localizada en el lado del circuito virtual, el esconder los circuitos virtuales y exclusivamente proporcionar servicio de datagrama a la subcapa de interconexión de redes. Si no puede encontrar ninguna estrategia mejor, para cada datagrama que se le ofrece, puede establecer entonces un circuito virtual, transmitir el datagrama, y después liberar el circuito virtual. En la práctica, la subcapa de mejora de la subred no liberará el circuito virtual, sino hasta que éste quede inactivo por varios minutos, debido a que existe una probabilidad alta de que pudiera utilizarse nuevamente.

La función principal de la subcapa de interconexión de redes es el encaminamiento extremo a extremo. Cuando llega un paquete a un retransmisor se lleva a la subcapa de interconexión de redes, que lo revisa y decide si se reexpide. Si así resultara, entonces deberá indicar qué subred utilizará (un retransmisor multilateral podría tener varias subredes, donde escoger). Para una primera aproximación, el encaminamiento a través de redes múltiples es similar al encaminamiento efectuado dentro de una sola subred, y las técnicas que se estudiaron anteriormente vienen a ser importantes. Para una interconexión de redes muy grande, el candidato obvio resulta ser el encaminamiento jerárquico, debido a que libera a los retransmisores de la necesidad de saber algo sobre la estructura interna de las subredes distantes.

En el caso general (que no es OSI), el proceso que lleva a cabo el retransmisor se puede hacer en cualquier capa. Los cuatro tipos de retransmisores comunes son los siguientes:

- > Capa 1: **REPETIDORES**, copian los bits individuales, entre segmentos de cable.
- > Capa 2: **PUNTES**, almacenan y reexpiden tramas entre redes tipo LAN.
- > Capa 3: **PASARELAS**, almacenan y reexpiden paquetes entre redes que no son similares.
- > Capa 4: **CONVERTIDORES DE PROTOCOLOS**, proporcionan interconexión en capas superiores.



Los REPETIDORES son dispositivos de bajo nivel que sólo amplifican las señales eléctricas. Son necesarios para proporcionar corriente que permita excitar cables de longitud considerable. En el 802.3, por ejemplo, las propiedades de temporización del protocolo MAC (el valor seleccionado de t) permite el empleo de cables de hasta 2.5 Km de longitud, pero los chips de un transmisor receptor solamente pueden llegar a proveer potencia suficiente para excitar cables de 500 metros. La solución está en el empleo de repetidores con objeto de ampliar la longitud del cable en aquellos lugares en donde se desee hacerlo.

A diferencia de lo repetidores, los cuales se encargan de copiar los bits tal como llegan, los PUENTES son dispositivos que almacenan y reexpiden. Un puente acepta una trama completa y la pasa a la capa de enlace, en donde se comprueba el código de redundancia. Entonces, la trama se transmite a la capa física para que se reexpida hacia una subred diferente. Los puentes pueden introducir modificaciones menores a la trama, antes de que se reexpida, como por ejemplo, el agregar o eliminar algunos campos de la cabecera de la trama. Dado que son dispositivos de la capa de enlace, no tratan las cabeceras de la capa 3 o capas superiores, y no pueden hacer modificaciones, o tomar decisiones, que dependan de ellas.

Las PASARELAS son conceptualmente similares a los puentes, con la única excepción de que se localizan en la capa de red. El retransmisor de la figura es una pasarela. Algunas personas utilizan el término de pasarela en un sentido genérico, aplicable a cualquier capa, y el término ENCAMINADOR (Router), para una pasarela en la capa de red. El término "PASARELA", se referirá a la capa de red.

Como una regla general, las redes que están conectadas mediante una pasarela pueden diferir más que aquéllas conectadas por un puente. En la figura, las redes de tipo LAN están conectadas por medio de un puente; en tanto que los retransmisores de las redes LAN-WAN y WAN-WAN son pasarelas. Una de las ventajas principales que las pasarelas tienen sobre los puentes, es que pueden conectar redes que tienen formatos de direccionamiento incompatibles. Por ejemplo, el caso de una red tipo LAN 802 que está utilizando direcciones binarias de 48 bits y una red X.25 que está utilizando direcciones X.121 con 14 dígitos decimales.

Por lo general, en el nivel de la capa de transporte, y más arriba, a los retransmisores se les llama convertidores de protocolo, aunque algunas personas utilizan el término de "PASARELA", como se mencionó anteriormente. La tarea de un convertidor de protocolo es mucho más compleja que la de una pasarela. El convertidor debe realizar transformaciones de un protocolo a otro, sin que se llegue a perder mucho significado durante el proceso. Un ejemplo de un convertidor de protocolo es un retransmisor que traduce el protocolo de transporte del modelo OSI, al protocolo utilizado en la interconexión de redes ARPA (TCP). Otro ejemplo de conversión de protocolo es el correspondiente a la transformación de mensajes de correo del modelo OSI (MOTIS), al formato interred de ARPA (RFC 822).

## Capítulo VII OSI e Interconexión de Redes

Independientemente de la capa donde se realiza la retransmisión, la complejidad del trabajo dependerá fundamentalmente de qué tan parecidas sean las dos redes en términos de tramas, paquetes, mensajes y protocolos. Algunos de los aspectos en los que pueden llegar a diferir las redes es en el tamaño de trama, del paquete, y de los mensajes, en los algoritmos de código de redundancia, en la máxima vida útil de los paquetes, en los protocolos orientados a conexión ver sus protocolos sin conexión, así como en los valores de los temporizadores. En algunas ocasiones ni siquiera es posible llevar a cabo la conversión, por ejemplo, cuando se trata de reexpedir datos acelerados (alguien que presiona la tecla DEL), a través de una red que no tenga ningún concepto de lo que significa los datos acelerados.

*IMPLEMENTACION  
DE LA RED  
\*TOKEN RING\**

## VIII IMPLEMENTACIÓN DE LA RED "TOKEN RING"

### VIII.1 TOKEN RING

Es un tipo de Red de Área Local (LAN-Local Area 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, UTP), coaxial o fibra óptica.

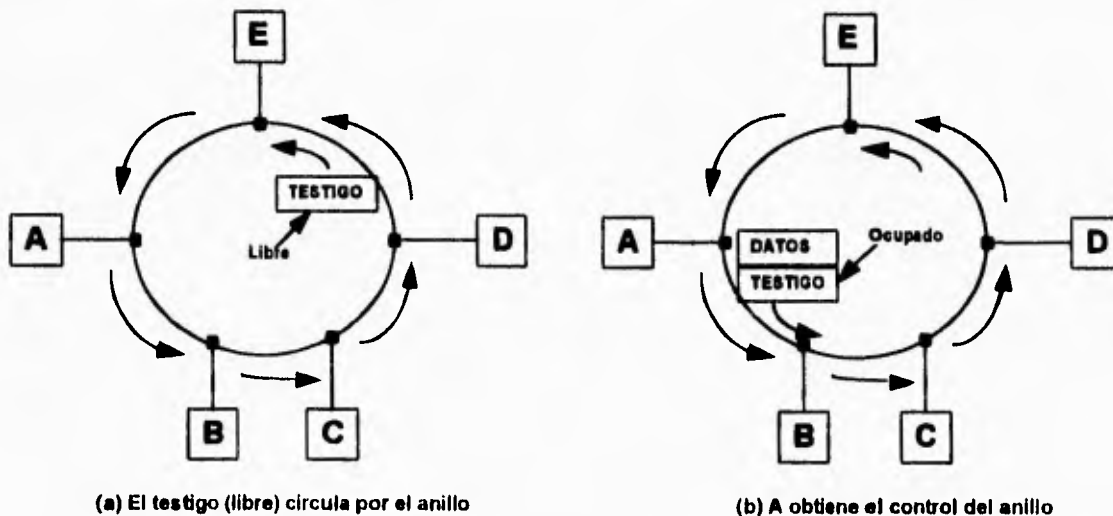
### VIII.2 ESTÁNDAR TOKEN RING

El control de acceso al medio de la Red Área Local Token Ring se ajusta a la recomendación IEEE 802.5, misma que será descrita a continuación.

### VIII.3 PROTOCOLO TOKEN PASSING RING

Se basa en el uso de un token (patrón especial de bits) que viaja en la red. En la siguiente figura se muestra una topología de anillo, en la cual las estaciones están conectadas a un anillo concéntrico mediante una unidad de interfase con el anillo (RUI Ring Interface Unit), cada RUI es responsable de monitorear todos los datos que pasen por ella, además de regenerar la transmisión y entregarla a la siguiente estación. Si la dirección que aparece en la cabecera de la transmisión indica que los datos están destinados a su estación, la unidad de interfase copiará los datos y se lo entregará al EDT conectados a ella.

Si el anillo está libre ( es decir, si ningún usuario está haciendo uso del mismo canal), se irá circulando por el anillo un testigo "libre", de un nodo a otro. El testigo es el que controla el uso del anillo, indicando si esta ocupado o no. Un testigo ocupado indica que alguna estación ha tomado el control del canal y está transmitiendo datos. Por el contrario, un testigo libre señala que el anillo esta desocupado, y cualquier estación queda autorizada a transmitir en el momento en que lo recibe.



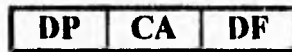
## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

Durante el periodo en que una estación posee el testigo, adquiere el control absoluto del anillo. Una vez capturado el testigo ( es decir, una vez transformado el testigo a ocupado), la estación transmisora (A de la figura) inserta datos detrás del testigo y enviará esta corriente de datos por el anillo. A medida que vayan monitoreando los datos, cada una de las RUI regenerará la señal, examinará la dirección situada en la cabecera de los datos y los transferirá a la siguiente estación. En algún momento, esta estación deberá transformar el testigo ocupado en uno libre, y lo entregará a la siguiente estación.

De esta manera se evita que una estación monopolice el uso del anillo. Si el testigo vuelve a recorrer todo el anillo sin que nadie lo aproveche, la estación podrá capturarlo de nuevo y seguir transmitiendo datos.

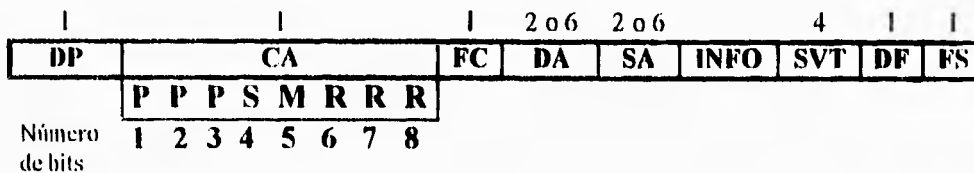
### VIII.4 FORMATO DEL ANILLO IEEE 802.5

Es importante observar que son dos formatos básicos los usados en las redes de Área Local Token Ring: *Token Ring* y *Trama*. En la siguiente figura se presentan los formatos de los campos y la secuencia en la que son transmitidos los datos. El token es el medio por el cual el derecho a transmitir es pasado de una estación a otra. El formato de esta patrón se muestra a continuación



En la figura aparece el delimitador de principio DP y el delimitador de fin DF, de un solo octeto, denotan el principio y el final de la trama, respectivamente. El control de acceso de 8 bits o campo CA se usa para implantar el protocolo de acceso al anillo. El bit de testigo S se pone en 0 cuando se trata de un testigo, y en 1 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.

#### Numero de Octetos



Una estación que tiene información ( una unidad de datos de protocolo) por transmitir, puede hacerlo si detecta una señal con prioridad menor o igual a la unidad de datos del protocolo de espera. Cambia el testigo a trama y empieza a transmitirla, iniciando con el campo DP, los tres bits R en el campo CA se usan para reservar el uso de la próxima trama que se transmita con al 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 los de longitudes de 2 o 6 octetos. Se pueden dirigir mensajes a estaciones individuales o agrupados la dirección de destino con solo unos se usa para difundir información a todas las estaciones del anillo. El campo de secuencia de verificación de trama (SVT) de 4 octetos proporciona la detección de errores de bit. El protocolo de acceso para el paso de señal en el anillo no corrige los errores de bit detectados; solo informa al control de enlace lógico y a otras capas superiores que se detectó un error. El campo de control de trama (FC) y el campo de estado de trama (FS) son de un octeto.

### VIII.5 SISTEMA DE PRIORIDADES

La Red Token Ring permite transmitir mensajes en diversos niveles de prioridad. Para poder realizar esto, se utiliza el Campo AC de la trama, el cual contiene información de prioridad y acepta "reservaciones" para hacer uso del testigo. Después que una estación transmite su trama examina el campo AC cuando éste regresa. Si los bits de reservación contienen un nivel de prioridad mayor que el de la estación actual significa que uno o más nodos desean transmitir en una prioridad mayor tan pronto como sea posible.

Cuando la estación que transmite recibe su trama y encuentra que hay una reservación, la prioridad original del testigo del Token se suspende por un momento y se emite un nuevo testigo con la prioridad deseada; esta estación debe retener la información del nivel del testigo suspendido para regenerarlo después de que el testigo con mayor prioridad ha circulado por el anillo.

El testigo con alta prioridad viajará a través de la red, la estación que lo requiere lo recibirá y transmitirá su trama seguido por un testigo con prioridad. Cuando la estación que originó este testigo prioritario lo recibe, y se indica que ya viajó por todo el anillo, lo reemplaza con el testigo suspendido cambiando los bits de prioridad.

Para mantener la imparcialidad dentro de cada nivel de prioridad, la estación que suspendió el testigo debe ser la que lo restablezca; de otra manera alguna estación puede tener múltiples oportunidades para usar un testigo con alguna prioridad dada antes de que otras estaciones tengan algún testigo con su nivel de prioridad.

### VIII.6 VISIÓN GENERAL DE LA RED CON ENTREGA DE TESTIGO EN ANILLO

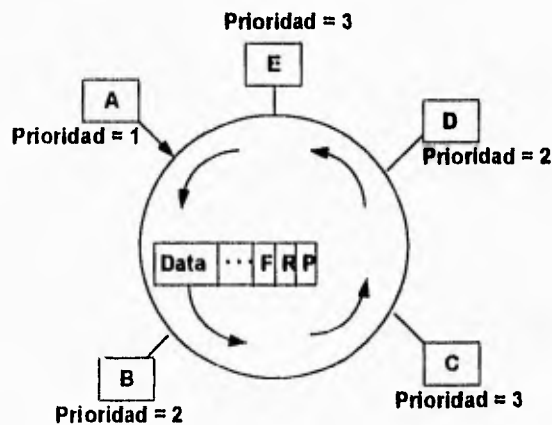
Supongamos que nuestra red Token Ring incluye cinco estaciones conectadas a un anillo con prioridades ( como en la figura ). La estación A tiene una prioridad de acceso 1 ( la mínima ). la B y la D son de prioridad 2, la C y la E poseen la máxima prioridad ( 3 ). Supongamos ahora que la estación A ha obtenido el control del anillo y está enviando tramas. En el testigo existe un bit para indicar que se encuentra ocupado. La siguiente secuencia de eventos ilustra un método de manejar prioridades en redes son testigo en anillo. Como se observa en la siguiente figura.

- La estación B recibe la trama. Tiene datos que transmitir, por lo que coloca su prioridad 2 en el campo de reserva incluido en el testigo . A continuación, entrega el testigo a C.
- La estación C también determina que el anillo está ocupado. Tiene datos para enviar, por lo que coloca un 3 en el campo de reserva desplazado al 2 que había insertado B. A continuación, C le entrega la trama a D. D se ve obligado a renunciar a ella, ya que no puede colocar su prioridad 2 en el testigo, pues existe ya una prioridad superior, 3. Así pues, pasa la trama a la estación E, la cual examina también el campo de reserva. Al observar el 3, E debe renunciar también, puesto que su prioridad es la misma, pero ha llegado después.
- La estación A recibe la trama de vuelta. Libera el anillo, reinicializando el testigo y pasando la trama a B.
- B no está autorizada para usar el testigo, ya que el campo de reserva vale 3- una unidad más que la prioridad de B.
- C sí puede hacer uso del anillo, porque 3 es mayor o igual que el indicador de prioridad del anillo. Así pues, C coloca sus datos en el testigo y envía la transmisión a D.



## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

- Ahora D sí puede colocar su prioridad en el campo de reserva. Así lo hace, y pasa la trama a E.
- E desplaza la prioridad 2 de B y coloca la suya de 3, y entrega la trama a A.
- A ha de renunciar a toda reserva, ya que su prioridad es mínima.
- B también se ve obligada a dejar pasar la oportunidad de obtener el testigo, ya que su prioridad 2 es inferior a la de éste.
- C recibe de vuelta su transmisión; debe liberar el anillo. Así hace, y transmite el testigo a D.
- D no está autorizada para capturar el anillo, pues su prioridad 2 es inferior a la prioridad de reserva 3. Entrega el testigo a E.
- E captura el anillo, porque su prioridad 3 es mayor o igual que el indicador de reserva 3.



P : Campo de prioridad de la estación que utiliza el testigo  
R : Campo de reserva  
F : Campo de bandera para indicar si el anillo está libre u ocupado

Como se ilustra en la figura el testigo va pasando de nodo a nodo. Cuando un nodo recibe datos destinados a una estación situada en este nodo, copia los datos para su estación de usuario y entrega la trama al siguiente nodo. Una vez que el testigo lleno (ocupado) ha recorrido todo el anillo, las estaciones compiten por su uso en la siguiente vuelta al anillo. En nuestro ejemplo va pasando de C a E y viceversa, ya que son las estaciones con mayor prioridad en el anillo. No obstante, en la mayoría de los casos las estaciones de máxima prioridad no se dedican a transitar en todas las vueltas. Por lo tanto, la configuración en anillo con prioridad permite acceder el anillo a las estaciones con menos prioritarias cuando las estaciones de mayor prioridad no están activas.

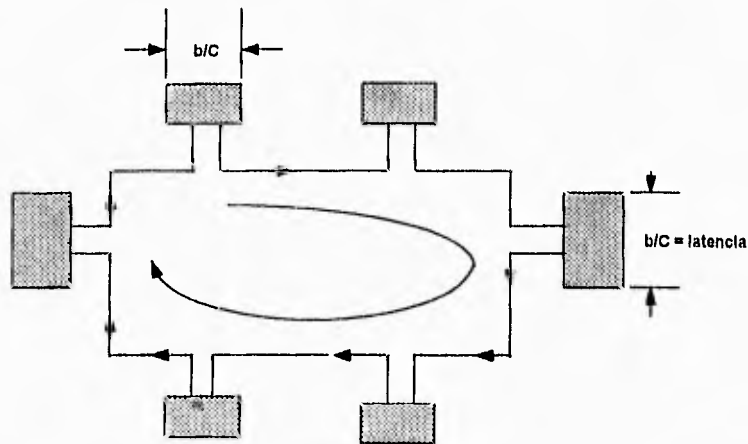
### VIII.7 LATENCIA

Es el tiempo que se requiere para repetir el mensaje en la estación, o sea el retardo que se suscita en esta se denomina latencia en la estación. La latencia en el anillo, que equivale al tiempo de recorrido total L, es la suma del retardo de la propagación alrededor del anillo, más la latencia en cada estación.

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

La latencia en el anillo,  $L$ , o tiempo total de recorrido, está escrita en términos de la latencia de la estación. Sea  $B$  la latencia de la estación, dada en bits. Al dividir entre la capacidad de transmisión  $C$ , se obtiene el retardo a través de la estación. Este retardo que se da entre el momento de recibir una trama en una estación dada y de transmitirla hacia el anillo. La latencia en el anillo es entonces:

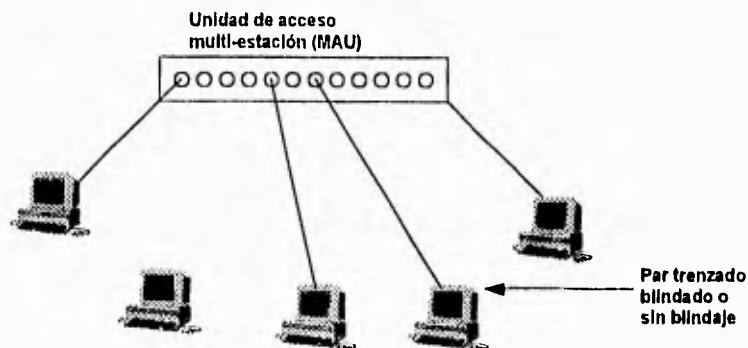
$$L = T + Nb / C$$



para  $N$  estaciones en servicio conectadas al anillo.  $T$  es, el retardo de la propagación de un ciclo en el anillo, en la figura se muestra cómo obtener la ecuación anterior, la latencia mínima en la estación es  $b=1$  bit.

### VIII.8 MODELO FÍSICO DE UNA RED TOKEN RING

Token Ring es el esquema de una red de área local que se define como un anillo lógico con cableado tipo estrella y que utiliza un cable de par trenzado especial. Cada puesto de trabajo se deriva de la caja concentradora central, conocida como una unidad de acceso multi-estación (MAU), como se muestra en la siguiente figura.



Token Ring puede proporcionar velocidades de transferencia de 4 mega-bits/seg. o 16 mega-bits/seg. dependiendo del tipo de tarjeta que se monte. El MAU es, en realidad, un dispositivo de intercambio, que se encarga de mantener la red en funcionamiento aun cuando se produce la rotura de una de las ramas de cableado.

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

El cable utilizado para conectar las redes Token Ring puede ser de par trenzado blindado ( STP ), o bien de par trenzado sin blindaje ( UTP ). El tipo elegido dependerá, en todo caso del presupuesto con que se cuente, del número de puestos de trabajo a conectar y de las distancias a las que se hallen unos de otros. Cada computadora puede hallarse a una distancia máxima de 328 pies ( 100 mts. ) del MAU si se emplea el cable STP, o bien 148 pies ( 45 mts ), cuando se usa cable UTP. Es posible conectar varios MAU y lograr colocar una red de 260 puestos de trabajo con cable STP, 1,072 con cable UTP.

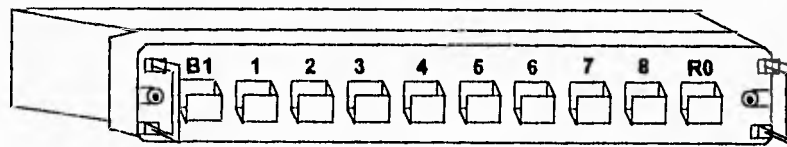
### Componentes básicos del Token Ring

- MAUS
- Tarjetas adaptadoras de Red
- Cables de conexión

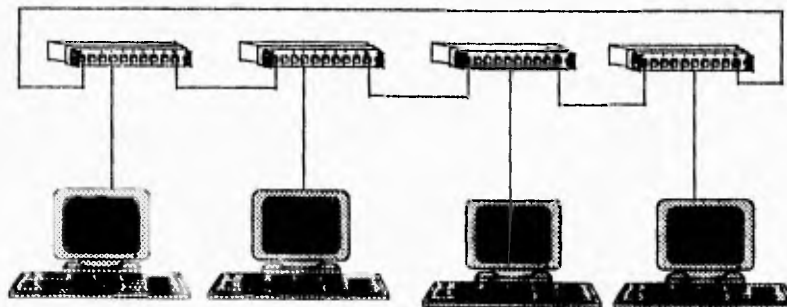
### VIII.9 UNIDAD DE ACCESO MULTI-ESTACIÓN ( MAU )

El MAU o concentradora de grupo forma una configuración de estrella físicamente internamente el cable forma dos pares, uno de entrada ( recepción ) y otro de salida ( transmisión ). El MAU convierte a esta estrella física en un anillo al conectar cada estación con sus vecinas y proveer un círculo cerrado entre la primera y la última. Es de esta manera que los datos se transfieren secuencialmente de una estación a otra obedeciendo a la tecnología Token Passing.

Un MAU o un concentrador de grupo puede tener 4, 8, 16 o más puertos de conexión a estaciones y tiene además dos puertos de anillo, y anillo de entrada ( Ring In, RI ) y anillo de salida ( Ring Out, RO ) que permiten la expresión de Red.



Varios MAUS pueden unirse entre sí para formar redes mayores a los 8 nodos . Esto se logra conectando en cascada los MAUS, esto se logra conectando la salida ( Ring Out, RO ) de uno de ellos con la entrada(Ring In, RI ) del otro y cerrando perfectamente el anillo que esos Maus formen, como se muestra a continuación:



### VIII.10- TARJETA ADAPTADORA

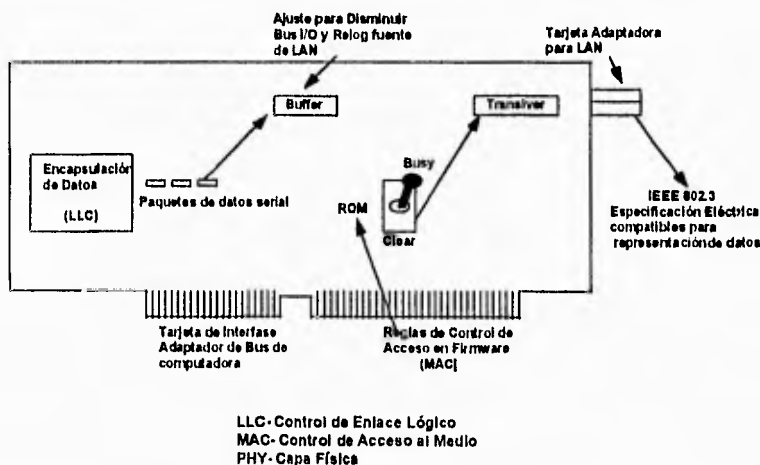
Todo ordenador integrado en una red de ordenadores necesita una tarjeta adaptadora de red. Es el dispositivo que transforma el medio físico en una red de ordenadores usuales, con sentido. La tarjeta adaptadora o unidad de la interfase proporciona el interfaz entre el ordenador, el CPU y la red.

El estándar de red al que una tarjeta adaptadora de red se adhiere, está especificado generalmente por una serie de datos como:

- estructura de paquete,
- método de acceso,
- nivel eléctrico de la señal,
- tipo de cable,
- distancia máxima permitida, etc.

La tarjeta adaptadora puede contener una cantidad significativa de chips de memoria, o en un programa o en más chips de memoria ROM. Este programa es diseñado primariamente para implementar protocolo de comunicación. Los chips de memoria pueden incluir protocolos altos e inclusive algunos niveles del modelo OSI. Comúnmente la mayoría de las tarjetas tienen chips de memoria con los niveles 1 y 2 del modelo OSI.

Las tarjetas adaptadoras son diseñadas para comunicarse con la computadora anfitriona, a través de los canales DMA (Memoria de Acceso Directo), memoria compartida, canal de solicitud de interrupción (IRQ), canal, y puertos de entrada o salida. En la fig. se ilustra el funcionamiento básico de una tarjeta adaptadora de red, incluyendo conversaciones básicas de datos (por ejemplo, en serie o paralelo), ensamblando y desensamblando paquetes, control de acceso a la red, datos en procesamientos y señalización de red.



La administración para una LAN es de potencial significancia por el conflicto entre la tarjeta adaptadora de LAN y otras tarjetas de expansión en la PC, que usa algún canal o puerto. En algunos diseños, la tarjeta adaptadora usa una parte de RAM extendida de la PC (memoria direccionable entre 640 Kb y 1 Mb). conflictos permitidos con dispositivos tal como VGA adaptador de video. Impide el conflicto de canal entre ambos la LAN y la tarjeta de interferencia de dispositivos adecuados de trabajo, o en todo. Un buen diseño de tarjeta adaptadora permite el cambio de los varios canales de interface por medio de meter interruptor o puentes de bloqueo.

El adaptador de LAN que se provee en ayudar a varias instalaciones, incluyendo la configuración automática, son más correctas y más comunes. Una planeación para la instalación de red debe incluir una existencia, detallada de todo canal de I/O, en uso en cada estación de trabajo y servidor.

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

Para el crecimiento con el uso de computadoras portátiles y apuntes de computadoras, los adaptadores portátiles de LAN para pegar la computadora portátil en el puerto paralelo o que puede ser insertado dentro de la memoria de la computadora personal con tarjeta de asociación internacional son correctas cada vez más los canales disponibles

### VIII.11 INTERFASE NETBIOS

### VIII.12 IMPLEMENTACIONES NETBIOS

En Septiembre de 1984, cuando IBM anunció la red de Área Local PC Network y sus productos asociados, también proporcionó una interfase (software) denominada NETBIOS con el objeto de permitir la comunicación entre programas de aplicación que corren en diferentes computadoras de la red.

Esta interfase fué diseñada con la intención de dar aplicaciones a una interfase de alto nivel de tal forma que ellas no tengan que tratar con los detalles del protocolo de la red y en lugar de eso, pueden direccionar solo los servicios requeridos desde la red.

NETBIOS ejecuta la carga pesada del protocolo de transmisión, específicamente cubre el nivel 1 al 5 del modelo OSI, lo que significa que NETBIOS proporciona todos los niveles de los cuales es independiente el Sistema Operativo.

Con el uso de NETBIOS las estaciones en la red no son reconocidas por su dirección física sino por sus nombres lógicos en nivel de sesión. NETBIOS lleva a cabo servicios de sesión, esto es, dos estaciones son enlazadas y pueden comunicarse. NETBIOS también proporciona servicios de datagramas, es decir, dos estaciones pueden intercambiar mensajes sin tener una sesión.

### VIII.13 TARJETA ADAPTADORA IBM PARA TOKEN RING

Con el objeto de comunicarse sobre una red Token Ring un programa de aplicación debe ajustarse a una red de las varias interfases disponibles. Algunas de estas interfases de programación proporcionan una comunicación de alto nivel con la aplicación mientras que otras proporcionan un control más detallado del adaptador a un nivel más bajo.

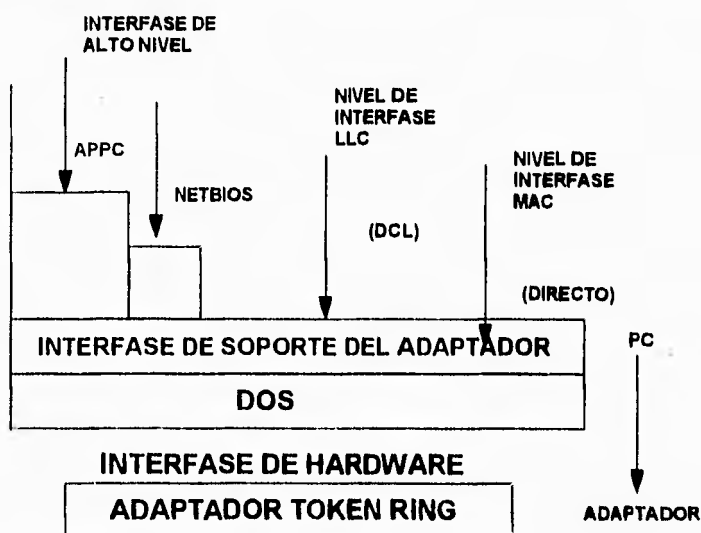
Cualquiera que sea la interfase utilizada existe un conjunto de funciones proporcionado por la tarjeta adaptadora que son implantadas en parte por el microcódigo y el hardware mismo de la tarjeta, y en parte por la interfase de soporte del adaptador (ASI por sus siglas en inglés) que corre en la PC. Esta interfase es suministrada junto con el diskette de diagnóstico del adaptador y debe cargarse a la memoria de la PC antes de comunicarse sobre la red.

La siguiente sección describe las diferentes interfases disponibles en la tarjeta adaptadora Token Ring. Como veremos, una de estas interfases es definida como NETBIOS. Debe observarse desde ahora que, a diferencia de la red PC Network, el programa NETBIOS no es residente en una ROM de la tarjeta adaptadora Token Ring. En lugar de esto, tiene que ser cargada además de la ASI y deberá correr en la PC.

## INTERFASES DE LA TARJETA ADAPTADORA DE RED TOKEN RING

ASI debe ser cargada, se tienen dispositivos en la red Token Ring dos niveles de interfase: DLC (Data Link Control) y la interfase directa. Los programas de aplicación pueden ser usados entonces por el adaptador proporcionando bloques de control en la memoria de la PC (denominados bloques de comandos comunes, CCB por sus siglas en inglés) y llamando a ASI con un comando de interrupción X'5C'. Como resultado inmediato de esta acción, el programa de aplicación es liberado de la molesta comunicación con la RAM del adaptador y de las interrupciones de manejo que vienen del adaptador mismo.

Con el objeto de tener disponible una interfase de alto nivel para las aplicaciones en la red Token Ring, un programa debe ser adquirido y cargado en la memoria de la PC junto con ASI. En esta categoría de interfaces están los programas NETBIOS y el APPC/PC. En la siguiente figura se usa cualquiera de estas interfaces.



### VIII.14 INTERFASE DLC

Este nivel de interfase permite a una aplicación usar el subnivel LLC (Logical Link Control) del protocolo de Control de Enlace de Datos (DLC por sus siglas en inglés). La mayoría de las funciones de comunicaciones son proporcionadas por el hardware del adaptador y por la ASI, la cual permite programación de aplicación simple utilizando bloques de control (CCB) y una instrucción de interrupción.

### VIII.15 INTERFASE DIRECTA

Esta interfase permite que las funciones de control sean llevadas en el adaptador utilizando bloques de control estándar (CCB) y una instrucción de interrupción para llamar a la interfase de soporte del adaptador ASI, luego permite la transmisión de frames sobre la red.

Hay algunas funciones de control de SOLO pueden ser llevadas a cabo a través de este nivel de interfase sin importar la interfase (DLC, NETBIOS) utilizada por la aplicación. Entre estas funciones están:

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

- \* Inicializar (Initialize)
- \* Abrir (Open)
- \* Cerrar (Close)
- \* Obtener información del estado (Get Status Information)

En el caso de la interfase NETBIOS esto significa que el programa NETBIOS en sí tiene la obligación de liberar los comandos anteriores utilizando el protocolo de la interfase directa, de tal forma que una aplicación puede comunicarse sobre el adaptador.

### VIII.17 INTERFASE APPC/PC

La interfase de comunicación Avanzada de Programa a Programa (APPC) ofrece a los programas de aplicación la capacidad de comunicarse sobre una red Token Ring utilizando un protocolo LU 6.2

Los usuarios tienen acceso a una red SNA por medio de puertos de acceso o administradores de recursos de conexión. llamados Unidades Lógicas (UL), a su vez, las UL establecen la sesión o conexión lógica a lo largo de la cual se transportan los datos del usuario final. Un usuario final que desea comunicarse con otro usuario final, en el mismo modo o en cualquier otro punto, lo hace por medio de una UL a la que establece una sesión con otra UL a la que tiene acceso el otro usuario. SNA ha definido diferentes tipos de UL, cada uno establecido para llevar a cabo un tipo particular de sesión. La UL 6 corresponde a la comunicación programa programa.

### VIII.17 INTERFASE NETBIOS

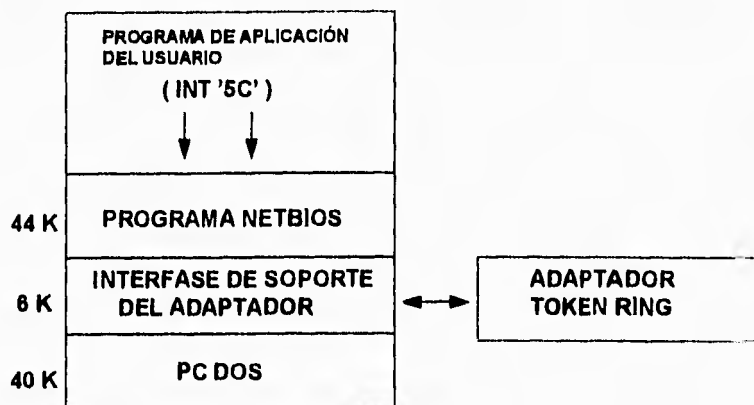
Esta interfase es implantada en la red Token Ring a través del programa NETBIOS. Todas las funciones de comunicación desde el nivel físico hasta el nivel de sesión son manejados por el adaptador de red, el programa NETBIOS y la ASI.

Por lo tanto, el programa NETBIOS es una interfase de software que proporciona servicios de alto nivel para un programa de aplicación. La mayor parte de la responsabilidad de la operación de un adaptador Token Ring es asumida por el programa NETBIOS.

NETBIOS para la red Token Ring IBM es un superconjunto del que se tiene paralela red PC Network. Las descripciones siguientes identificarán comandos adicionales que son disponibles en el adaptador de PC Network. Desde el punto de vista de NETBIOS, cualquier programa que corre correctamente en una red PC Network correrá correctamente en una red Token Ring. Sin embargo, el caso contrario no es necesariamente cierto.

Para tener acceso a esta interfase, usted debe cargar el manejador del adaptador Token Ring y luego el programa de interfase NETBIOS. En la siguiente figura se muestra la relación con el sistema operativo DOS y con los programas de aplicación de los usuarios. Cabe hacer notar que el tamaño de los programas es aproximado

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"



### VIII.18 PROGRAMACIÓN NETBIOS

Cuando se utiliza alguna de las interfaces Token Ring (excepto APPC/PC), un programa debe ensamblar un bloque de control cargar algunos registros de la PC y ordenar una instrucción de interrupción X'5C'. El bloque de control es denominado Bloque de Comando Continuo (CCB) cuando es usado por las interfaces Directa y DCL, cuando la interfase NETBIOS es utilizada el bloque de control es conocido como Bloques de Comando de Mensaje (MCB).

Este MCB tiene el mismo formato y el mismo contenido en los campos que lo conforman que el Bloque de Control de Red (NCB) en la PC Network

Debido a que la interfase NETBIOS es implantada utilizando MCB's también es denominada Interfase Mensaje. El primer campo de un Bloque de Control (CCB o MCB) indica a la ASI que tipo de interfase desea usar el programa de aplicación. Si contiene un byte menor o igual a X'03', el bloque es un CCB y entonces está siendo utilizada una interfase Directa o DLC. Si este primer campo contiene un byte mayor a X'03', la interfase NETBIOS está siendo utilizada y el bloque es un MCB.

Si un comando es enviado al adaptador a través de la interfase NETBIOS y este adaptador aún no ha sido inicializado por comandos previos, entonces el programa NETBIOS proporcionará estas funciones automáticamente usando valores de default para los parámetros del adaptador Token Ring: THT, prioridad, máximo número de sesiones, etc. Si estos no son aceptados por la aplicación el adaptador tendrá que inicializarse por sí mismo utilizando la Interfase Directa, esto es, liberando los comandos para:

- \*Inicializar (Initialize)
- \*Abrir (Open) al adaptador

### VIII.19 TERMINO DE COMANDO Y CÓDIGOS DE RETORNO

Existen dos formas para saber cuando un comando se ha terminado de ejecutar:

1. Opción "Espera" (WAIT) cuando se utiliza esta opción de liberación de comandos, el programa del usuario es puesto en un estado de espera hasta que el comando ha sido completado. No es un estado controlado por el sistema operativo. La interfase simplemente no regresa el control al programa de aplicación hasta que su procesamiento ha terminado. En ese momento el usuario puede checar el código de retorno encontrado en el bloque de control y aplicar nuevos procesamientos como sea apropiado.



## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

2. Opción "No Espera" (No wait). Esta opción es utilizada cuando el programa desea continuar la ejecución en paralelo con el procesamiento NETBIOS. En este caso los códigos de retorno son recibidos por el programa de aplicación en dos ocasiones:

\* Inmediatamente después de que el comando es liberado (después de la interrupción X'5C'). El propósito de este código inmediato es informar la liberación del programa ya sea o no que el comando haya iniciado realmente, esto es, si la interfase esta ocupada o el comando es inválido el procesamiento no iniciará.

\* Cuando todo el procesamiento de comandos ha sido completado

Hay dos métodos por los cuáles el programa del usuario puede obtener este código de retorno. Puede solicitar que el adaptador lo interrumpa o no cuando el procesamiento haya sido completado. En el primero de los casos un apéndice de usuario es responsable de determinar cuando ha sido completado el procesamiento. En cualquiera de los casos el código final de retorno se encuentra en el MCB.

Algunos de los valores de los códigos de retorno del programa NETBIOS son estándares (iguales que en la Red PC Network) mientras que otros son únicos para la Red Token Ring.

\* Código de retorno X'00' indica un término exitoso del comando.

\* Código de retorno X'01' hasta X'3F' indican terminaciones que son descritas con los comandos.

\* Códigos de retorno X'40' hasta X'4F' indican errores de la PC o del adaptador descritos con los comandos. Estos códigos de error son únicos para la red Token Ring.

\* Códigos de retorno X'50' hasta X'FE' indican errores de la PC o del adaptador descritos con los comandos. También estos códigos de error son únicos para Token Ring.

- Código de retorno X'FF' indica que el comando aún no ha sido completado.

### VIII.20 ARQUITECTURA NETBIOS

La interfase NETBIOS en la red Token Ring consiste de cinco servicios básicos

- \* De Control General
- \* De Soporte de Nombre
- \* De Soporte de Sesiones
- \* De Soporte de Datagramas
- \* De Soporte de Depuraciones

### VIII.21 SERVICIOS DE CONTROL GENERAL

Estos servicios le permiten al programa solicitar información del estado, detener operaciones para un Nombre dado o reestablecer por completo la interfase NETBIOS.

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

\* **Reestablecer (Reset).** Este comando termina todas las sesiones y limpia las tablas de nombres y de sesiones. Dependiendo de como haya sido inicializado el adaptador, el número máximo de sesiones y de bloques de comando (nombres) son establecidos con los valores proporcionados con este comando o permanecen sin cambios respecto a sus valores previos. Esta última situación, que no es posible en una red PC Network, se puede lograr inicializando el adaptador explícitamente (por ejemplo, con un comando de Interfase Directa) y apagando el parámetro opción bit asociado con el comando abrir.

\* **Estado (Status).** Este comando requiere que los datos del estado general almacenados en el adaptador sean transferidos al área de programa del usuario. El programa puede solicitar el estado de cualquier adaptador activo. Los datos del estado siempre son precedidos por la dirección del nodo del adaptador al cual se aplica la información.

\* **Cancelar (Cancel).** Este comando solicita que un comando asociado con un MCB sea cancelado. Algunos comandos pueden no ser terminados con un 'CENZELAR'.

\* **Desligar (Unlink).** Este comando se proporciona solo para la compatibilidad con NETBIOS. En la Red PC Network esto da de baja la sesión cuando se lleva a cabo una carga remota de programa. Dado que esta característica no está disponible en el adaptador Token Ring para PC, el comando será tratado por el programa de NETBIOS como una "no-operación".

### VIII.22 SERVICIO DE SOPORTE DE NOMBRES

Las comunicaciones en la red se hacen usando nombres. Un "Nombre" es un identificador de NETBIOS para una entidad lógica en donde se centran todas las actividades de comunicación nivel de "sesión". Esto es, un Nombre puede solicitar que una sesión se establezca con otro Nombre. Subsecuentemente, la información puede ser intercambiada sobre esa sesión entre los dos Nombres. Un programa puede crear múltiples Nombres, y por supuesto, sesiones múltiples pueden existir entre dos estaciones en el anillo.

El programa NETBIOS mantiene una Tabla de Nombres. Estos Nombres son proporcionados al programa de NETBIOS por los programas de aplicación. Cada adaptador puede mantener hasta 16 Nombres seleccionables y un nombre de nodo permanente.

Los servicios para el soporte de Nombres permiten al programa controlar Nombres asignados al usuario. La interfase NETBIOS reside en memoria RAM y por tanto estos Nombres no están relacionados con la dirección del adaptador.

Las funciones de Nombre disponibles:

\* **Agregar Nombre (Add Name).** Este comando agrega un nuevo Nombre a la Tabla de Nombres residente en memoria. La interfase chequea con todas las estaciones activas para asegurar que dicho Nombre es único.

\* **Agregar Nombre de Grupo (Add Group Name).** En 'Nombre de Grupo' es un mecanismo para permitir que más de una estación tenga el mismo Nombre. Enviar un mensaje a un subconjunto del anillo es un tipo de operación que requiere de un Nombre de Grupo.

\* **Borrar Nombre (Delete Name).** Elimina un Nombre de la Tabla de Nombres residentes en memoria. Un Nombre no se eliminará de dicha tabla cuando se encuentre en una sesión activa.

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

\* **Encontrar Nombre (Find Name).** Este comando se utiliza para determinar si un Nombre dado es conocido en el anillo. Cuando es invocado, todas las estaciones que tengan el Nombre registrado responden con una identificación de la forma en que tienen registrado el Nombre (único/grupo) y su información de enrutamiento de una Red PC Network.

### VIII.23 SERVICIOS DE SOPORTE DE SESIÓN

Una "sesión" es una conexión lógica entre dos Nombres la cual soporta comunicaciones al mismo nivel. La interfase mantiene estadísticas por cada sesión. Un Nombre puede estar en sesiones simultáneas con más de una estación remota. Los comandos disponibles son :

\* **LLAMADA (CALL).** Es el método para abrir una sesión con otro Nombre en el anillo. El requisito para que una Llamada funcione es que la estación remota con quien se intenta la sesión tenga un 'LISTEN' exitoso.

\* **ESCUCHAR (LISTEN).** Este comando permite que una sesión sea establecida entre el Nombre que invocó el LISTEN y cualquier Nombre en el anillo que invoque un comando CALL. El destino de un LISTEN puede ser un Nombre específico o cualquier Nombre en el anillo.

\* **COLGAR (HANG UP).** Este comando cierra una sesión entre dos Nombres. Cualquiera de las estaciones que mantiene la sesión puede invocar este comando para finalizarla. Si el Nombre destino en el comando HANG UP está transmitiendo cuando recibe el comando, la sesión se cerrará hasta que la operación de transmisión se complete.

\* **ENVIAR (SEND).** Este comando se utiliza para transmitir datos entre dos estaciones en sesión. El tamaño máximo del mensaje es de 64 Kbps. Los buffers que contienen datos para ser enviados pueden ser encadenados lógicamente y usar un comando ENVIÓ DE CADENA (CHAIN SEND).

En uno u otro caso, sin embargo, el límite de 64 Kbps para un mensaje sencillo es aplicado. Con el objeto de mantener la integridad de los datos, si falla el comando ENVIAR, la sesión se cierra.

\* **RECIBIR (RECEIVE).** Este comando recibe datos enviados sobre una sesión específica o sobre cualquier sesión abierta. Para especificar una sesión determinada se usa un número de sesión. Para especificar cualquier sesión abierta se usa el comando RECIBIR CUALQUIERA (RECEIVE ANY).

\* **ESTADO DE LA SESIÓN (SESSION STATUS).** Dado que un Nombre puede tener muchas sesiones abiertas es conveniente un método para checar el estado de estas sesiones. Este comando proporcionará el estado de todas las sesiones para un determinado Nombre u opcionalmente el estado de todas las sesiones para todos los Nombres en la Tabla de Nombres. El tipo de información proporcionada incluye estadísticas de error y los valores actuales de los parámetros.

### VIII.24 SERVICIOS DE SOPORTE DE DATAGRAMAS

Esta característica de la interfase NETBIOS permite transmisiones de datos que aparentemente no son confiables. Esto es, cuando los datagramas son enviados, el adaptador del receptor no reconoce la recepción, de modo que el transmisor y el receptor deben acordar el protocolo. Esto es conocido, sin conexión, y que contrasta con los servicios de conexión orientada ofrecidos por los comandos de soporte de Nombres. Es importante hacer notar que el tamaño del mensaje para datagramas se limita a 512 bytes.

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

ENVIAR DATAGRAMAS (SEND DATAGRAM). Un programa de usuario puede enviar un DATAGRAMA a un Nombre específico, a un Nombre de Grupo o a cualquier estación que tenga un RECIBE DATAGRAMA DE DIFUSIÓN (RECEIVE BROADCAST DATAGRAM) exitoso.

RECIBIR DATAGRAMAS (RECEIVE DATAGRAM). Una estación debe usar este comando (o en su defecto el de RECEIVE BROADCAST DATAGRAM) para recibir datagramas.

### VIII.25 SERVICIOS DE SOPORTE DE DEPURACIÓN

En la implantación de NETBIOS para Token Ring existe un comando TRACE que registra todos los MCB's emitidos al NETBIOS por el programa de aplicación y algunos de los CCB's emitidos por NETBIOS a la interfase de Soporte de Adaptador. La función implícita de apertura del adaptador no opera si éste es el primer MCB liberado hacia NETBIOS; por eso el adaptador debe ser abierto de algún modo (implícitamente o explícitamente) antes de liberar este comando.

### VIII.26 DISEÑO DE LA RED TELECORP. (TOKEN RING).

De acuerdo a las diversas necesidades y estudios realizados, en la empresa se decidió implementar una red LAN TOKEN RING, debido a las características que presenta dicha red como son: Su gran seguridad y velocidad de transmisión, es la ideal para dicha compañía.

A continuación se describirán las características generales del equipo utilizado para la implementación de dicha red, en cada uno de los pisos, los pisos de la empresa son 3 (Sotano, P.Baja y Primero). Enseguida describiremos las características de cada piso.

PISO	MAUS	LAU-2	PCs	IMPRESORAS	REPETIDOR
PRIMERO	3	14	46	4	1
P.BAJA	2	9	25	2	1
SOTANO	2	8	24	2	1

#### □ SERVER.

En relación al equipo encargado de administrar la red (IBM PC SERVER 300) se encuentra ubicado en el primer piso, sus características técnicas son las siguientes:

- CAPACIDAD: 300 usuarios.
- VELOCIDAD: 100 MHz.
- MEMORIA RAM: 16 Mbp.
- DISCO DURO: 2 Gigabytes.
- MEMORIA CACHE: 256 Mbps.

El costo del SERVER es aproximadamente de N\$ 55,000.

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

### FUENTE DE PODER (NO BREAK). DP-700 TL "DATA SHEILD".

- Energía continua de 500 Watts.
- Voltaje 715 Volts.
- 4 contactos.
- Costo aprox. N\$ 2,515.

### ESTACIONES DE TRABAJO (WORKSTATIONS).

El número de ESTACIONES DE TRABAJO, activas hasta el momento es de 95, las características técnicas de dichas estaciones de trabajo "ACERMATE" son:

ESTACIONES	CONFIGURACION	VELOCIDAD (MHz)	MEMORIA RAM	DISCO DURO (Mb).	DRIVE	COSTO (N \$)
90	386/SX	33	4	170	3.5	4,500
2	486/DX	66	8	270/CD	3.5	11,530
3	486/DX	66	4	270	3.5	8,195

Todos los equipos de trabajo cuentan con un SOFTWARE (MS/DOS 6.0, WIN.3.11, OFFICE 1.0) y un HARDWARE adicional, (TARJETA DE RED TOKEN RING) "EAGLE" con un costo aproximado de 1,500 Dls(N\$ 7,875), por paquete de 10 tarjetas. Sus características son las siguientes: 4/16 Mbps. 16 bits/bus (ISA).

### IMPRESORAS.

En la distribución de IMPRESORAS, se estableció que no todas las impresoras se conectarán a red ,ya que se evitarían así, muchos problemas. Es decir conectadas a red hay 4 , utilizando una TARJETA DE IMPRESION para el server marca "HEWLETT PACKARD", las características técnicas de la tarjeta de impresión son: Get Direct para token ring/NetWare DB9, con un costo de N\$ 5,445 las demás estan conectadas individualmente en cada departamento.

Cada departamento utiliza diferentes tipos de impresoras, se utilizan 6 Impresoras HP LaserJet 4L y 2 DESKWRITER 560C, cuyas características se detallan a continuación:

#### Impresora HP Laser Jet 4L

- Velocidad de Impresión : Hasta 4 páginas/minuto
- Resolución : 300 dpi
- Memoria : 1Mb
- Interfaz : Puerto paralelo
- Costo aproximado por unidad : N\$ 5,800

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

### □ Impresora H.P. DESK WRITER 560C

- Velocidad de Impresión : 3 páginas/minuto en negro y 1 página/4 minutos
- Resolución : 600 X 300 ppp
- Memoria : Buffer de recepción 64 Kb, no requiere memoria adicional para imprimir gráficas de toda una página
- Interfaz : Puerto paralelo
- Costo aproximado por unidad : N\$ 8,530

### □ Los MAUS "NetWorth" (Unidad Acceso Multiple) utilizados en el diseño tienen las siguientes características:

- Concentrador serie 4000, Token Ring.
- 10 Slots.
- Fuente de Poder 250 Watts.
- Soporta 8 estaciones de trabajo a 4/16 Mbps
- Costo aproximado por unidad : 2595 Dls. (N\$ 13,623.75 )

### □ Los LAU-2 "RAD" (Unidad de Acceso a Lobe de Token Ring).

- Amplia la capacidad de un Lobe de MAUS, para dos estaciones de trabajo.
- Compatible con Token Ring de IBM.
- Soporta 2 estaciones (expandidas) a 4/16 Mb.
- Cumple la Norma IEEE 802.5
- No requiere alimentación externa.
- Su interface es através de conectores tipo DB 9.
- Costo aproximado por unidad : 625 Dls. (N\$ 3,281)

### □ PUENTE "SYNOPTICS SERIE 300".

- Conecta una Token Ring, departamental, a una red Token Ring principal.
- Trabaja a 4/16 Mbps.
- Funcionamiento a Nivel MAC.
- Aisla LAN departamental de una LAN principal.
- Costo aprox. 4,995 Dls. (N\$ 26,223.75).

### □ MODEM "MULTITECH".

- Velocidad de transmisión : 14,400 ; 9,600 ; 4,800 ; 2,400 ; 1,200 Bps.
- Interfaz V.32 bis/V.42 bis.
- Conector RJ 45
- Transmisión asincrono.
- 2 hilos.
- Costo aproximado : 350 Dls. (N\$ 1,837.5).

## Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

### RUTEADOR "CISCO 2500".

- Token Ring/Dual, Serial.
- Multiprotocolo.
- Costo aproximado : 7,478 Dls. (N\$ 39,255.75).

### CABLE UTP NIVEL 5 EKTEL de la marca CONDUMEX

- Amplia flexibilidad.
- Buen manejo.
- Velocidad de transmisión 100 Mbs.
- Fácil instalación.
- Costo aprox. 0.80 Dls por metro.
- Utilización total de cable 2500 metros.
- Costo total aproximado : 2000 Dls. (N\$ 10,500).

Para la implementación del cableado se utilizaron 4 paneles de parcheo con las siguientes características:

### Panel de Parcheo SMART 24™ de la Marca RIT

- Fácil de conectar
- Soporta velocidades de hasta 100 Mbps
- 24 puertos
- Interfaz RJ45
- Especificación eléctrica EIA/TIA TSB 40-A
- Costo aproximado unidad : 85 Dls (N\$ 446.25)

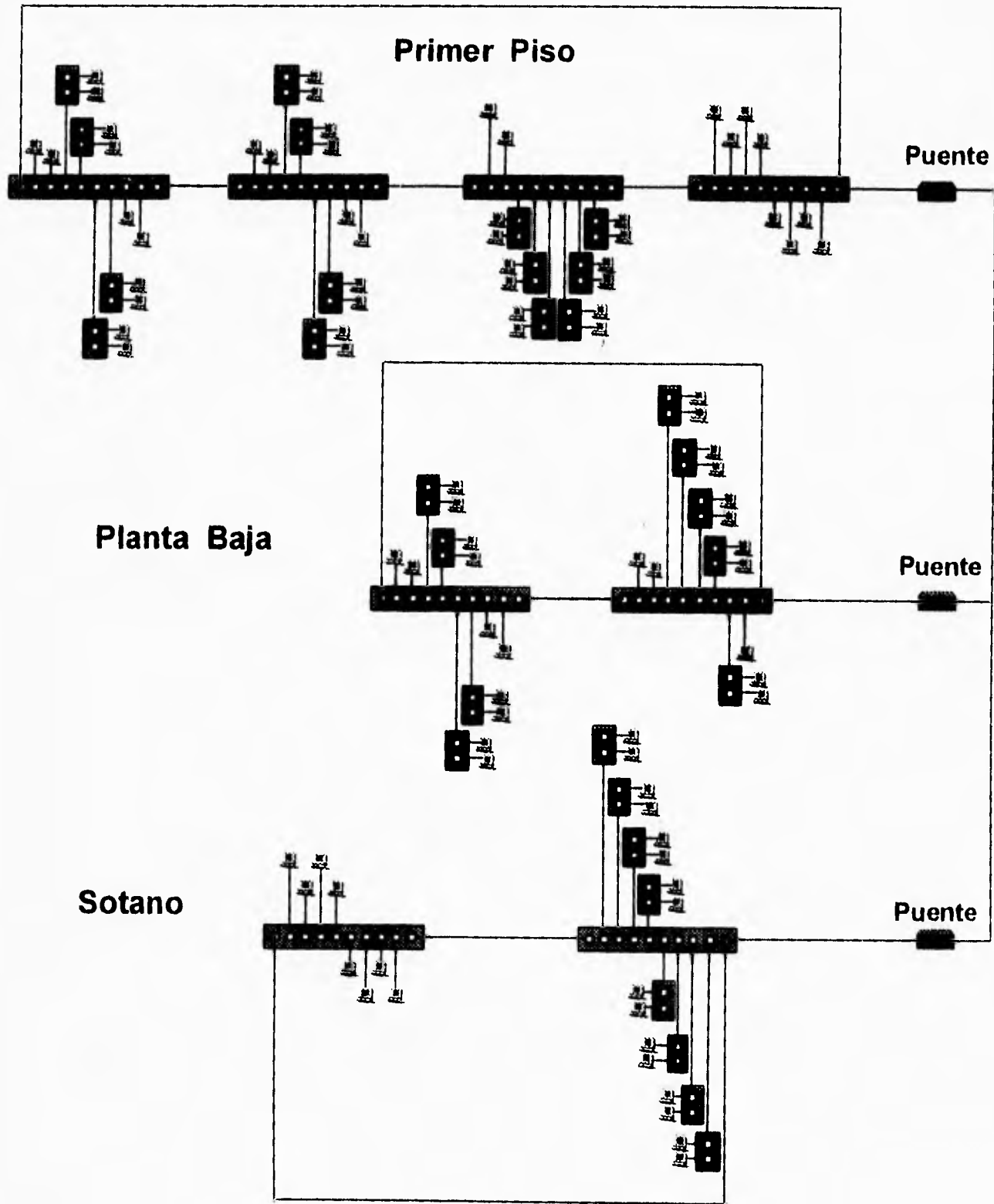
### Bastidor (de Parcheo ) modelo 34 P de la Marca Keyservice

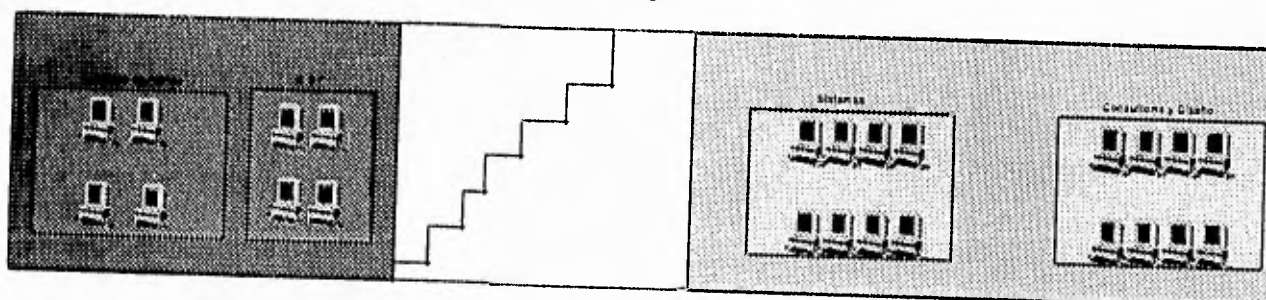
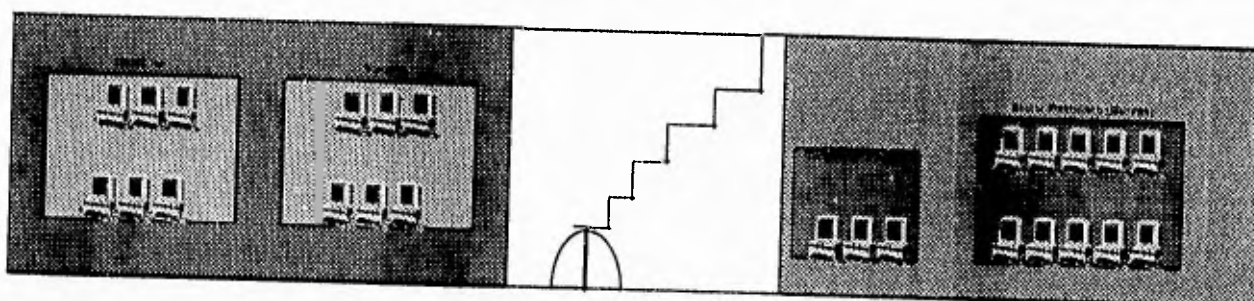
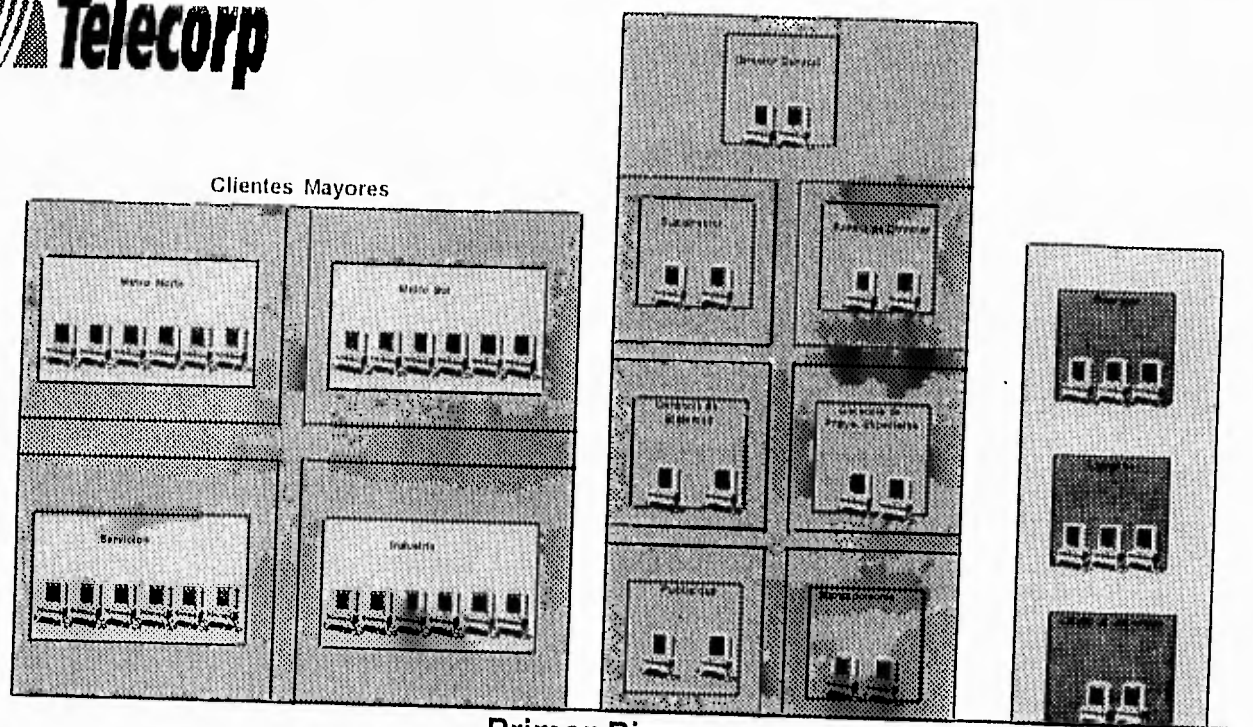
- Unidades de Rack : 20
- Puerta frontal : para aislar el polvo
- Dimensiones : 19 " de frente por 22 " de fondo y 70 " de altura
- Contactos dobles : 4
- Costo aproximado : 720 Dls (N\$ 3,780)

Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"

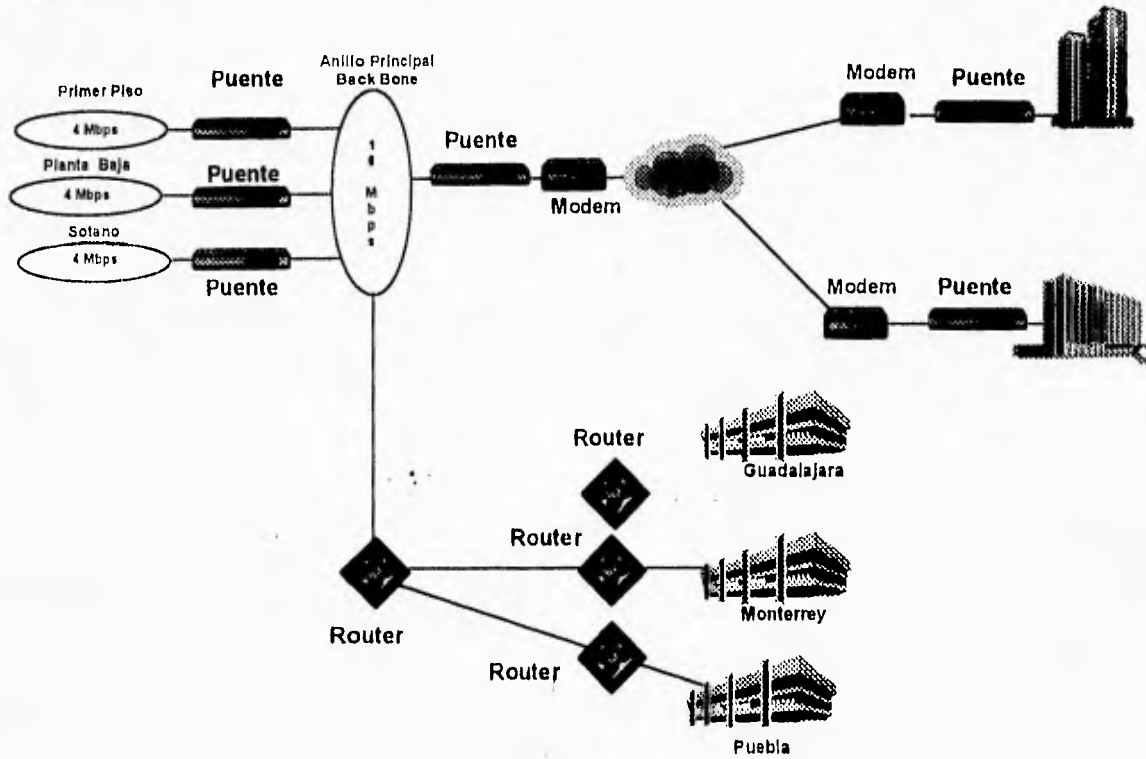
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Servidor	1	55,000	55,000
Fuente de Poder	1	2,515	2,515
Computadora 386/SX	90	4,500	405,000
Computadora 486/DX/CD	2	11,530	23,060
Computadora 386/SX	3	8,195	24,585
Tarjetas para Red	10	7,875	78,750
HP LaserJet 4L	6	5,800	34,800
HP DeskWriter 560 C	2	8,530	17,060
Tarjeta para Impresora	4	5,445	21,780
MAU-8 RAD	7	13,623.75	95,366.25
LAU-2 RAD	31	3,281	101,711
Puente SYNOPTICS S300	4	26,223.75	104,895
Modem MULTITECH	1	1,873.5	1,873.5
Ruteador CISCO 2500	1	39,255.75	39,255.75
Cable UTP-5 CONDUMEX	2,500 mts	0.80	10,500
Panel de Parcheo	4	446.25	1,785
Bastidor de Parcheo	1	3,780	3,780
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>1,021,716.5</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>NS 1,174,973.98</b>







# Capítulo VIII Implementación de la Red "TOKEN RING"



# *CONCLUSIONES*

## CONCLUSIONES

El proyecto presentado le puede ofrecer al lector una base para construir un sistema sólido para la tecnología que puede mejorar la eficiencia y efectividad de una fuerza de trabajo en particular de empleados de oficina.

La conectividad hace posible que se realicen comunicaciones entre estaciones las cuáles a su vez hacen posible:

- \* Comunicaciones directas e inmediatas.
- \* Transferencia de archivos.
- \* Correo electrónico.
- \* Múltiple acceso concurrente a una base de datos común.
- \* Archivo central de datos y documentos de la organización.
- \* Elaboración concurrente de un documento de texto mediante el uso de un procesador de palabras.
- \* Uso de un procesador de palabras multiusuarios.
- \* Manejo de calendario organizacional común para realizar una planificación más eficiente de reuniones de trabajo.
- \* Compartición eficiente de archivos para realizar múltiples revisiones antes de la publicación de informes propuestos y documentos similares.

No podemos decir que una red de Área Local satisficará las necesidades de comunicaciones de datos de todas las organizaciones; pero podemos decir, pese a ello, que los valores que poseen las redes de Área Local las vuelven potencialmente importantes para la mayoría de las organizaciones. Pero hay algunos aspectos importantes que deben recordarse al diseñar e instalar LAN:

- \* Las redes de Área Local se instalan para aumentar la productividad de los empleados.
- \* Las LAN se instalan para fomentar y ampliar un entorno de trabajo cooperativo para personas y máquinas.
- \* Las redes de Área Local no operarán por sí solas (necesitan manejo o administración).
- \* Aunque la tecnología de hardware y software de las redes de Área local crece y madura a una velocidad impresionante, aún no se cuenta con un sistema realmente integrado que incorpore microcomputadoras y mainframes o macrocomputadoras.
- \* Las redes de Área Local no representan todavía todas las cosas para todas las personas.

Cuando se instala una LAN, sin importar su tamaño, deseamos que funcione según lo anunciado por su fabricante. Si la LAN está diseñada como un sistema de transporte de información de uso general (como suele ser el caso con grandes proyectos de banda ancha CATV) o como una red pequeña especializada, tenemos la responsabilidad de ponerla en operación; y "ponerla en operación" no es principalmente un problema técnico, aunque los aspectos técnicos son importantes.

Las tecnologías de las redes de Área Local, como se venden en la actualidad, son bien conocidos. Ponerlas en operación en un sentido técnico o de ingeniería es también un aspecto bastante bien comprendido por personal adecuadamente capacitado. Por otra parte, si el personal de apoyo técnico no cuenta con un buen respaldo de una administración debidamente comprometida, es probable que no se disponga de los recursos para utilizar el sistema a su máxima capacidad. En este capítulo intentaremos resumir algunos de los obstáculos que deben evitarse en la instalación, implantación y operación continua de una LAN.

Cuando se decide instalar una LAN, existen cuando menos dos formas de enfocar el problema. Primero, cómprese un sistema específico de un fabricante. Con esto queremos decir que es posible tratar con un solo fabricante o con el representante de un fabricante, y no utilizar nada más que equipo y software de la misma marca: Xerox, DEC, IBM y muchos otros producen y comercializan esa clase de redes de Área Local. La ventaja este enfoque es que el fabricante ( o sus representantes) generalmente se comprometerán a instalar e implementar una LAN "lista para operar".

Por el contrario, la desventaja es que las LAN específicas de un fabricante pueden no tener la posibilidad de respaldar muchos, si alguno de los productos de fabricantes "terceros". La consecuencia de esto es que quizá el comprador no pueda aprovechar nuevos productos más económicos, o productos poco usuales. La posibilidad de respaldar un dispositivo a menudo función del sistema operativo de la red.

El segundo enfoque podría ser adquirir una LAN "genérica". Con una LAN genérica, incluso si integrador de sistemas funciona como agente de compra del comprador, el NOS, servidos de archivos, servidor de comunicaciones, tarjetas de interfase de redes (NIC) y microcomputadoras pueden ser todos de diversos fabricantes. Las ventajas de este enfoque, cuando se implanta con cautela, son un costo general inferior, mayor flexibilidad en la selección de hardware y software y, como resultado, la posibilidad de adaptar el sistema en forma más completa a las necesidades específicas del comprador.

Entre sus desventajas se cuentan mayor intervención del comprador en la selección de componentes y el manejo de la implantación a fin de mejor comprender el sistema con el objetivo de administrarlo a largo plazo

De acuerdo a las necesidades de seguridad, velocidad y eficiencia que requiere la empresa se llegó a la determinación de que el tipo de red que se requería es "**TOKEN RING**".

La red actual se encuentra funcionando con un excelente rendimiento y soporta 95 nodos, se tiene contemplado un crecimiento de 250, a nivel Nacional 350 a través de una Red Privada.

El tipo de cableado que se utilizó fue UTP debido a sus características ya mencionadas en el desarrollo de este proyecto, siendo económico, de buen manejo, flexible y que tiene las mismas características de un cable coaxial.

## Capítulo IX Conclusiones

Finalmente podemos concluir que cuando alguien es el encargado de la realización del diseño de Red Token Ring, primero se debe hacer y contestar las siguientes preguntas:

- \* ¿ Que tan grande será la Red al principio ?
  - ¿ Cuántas estaciones tendrá?
  - ¿ Que tan grande será en términos geográficos?
  - ¿ Cuántas sesiones concurrentes podrá alojar?
- \* ¿ Cuánto podría crecer la Token Ring en un año, en dos años, en cinco años ?
- \* ¿ Que aplicaciones de software para redes *Token Ring* pretende implantar de inmediato ?
- \* ¿ Que podrían desear hacer los usuarios con la *Token Ring* en un año, en dos, en cinco ?
- \* ¿ Que servicios con valor agregado (correo electrónico, calendario, etc.) se necesitan ahora, en un año, en dos, en cinco años ?
- \* ¿ Se necesitan servicios de comunicaciones auxiliares (voces, imágenes de video) ahora o en un año, o dos años, o cinco años ?
- \* ¿ Requieren las aplicaciones principales un método de acceso determinista (control de procesos, por ejemplo) o hará el trabajo (de automatización de la oficina, por ejemplo) un sistema determinista?
- \* ¿ Exigen los requisitos de rendimiento un sistema de alta velocidad (10 Mbps o más), o satisficará las necesidades *Token Ring* de menor velocidad (5 Mbps/ o menos).
- \* ¿ Es el sistema una *Token Ring* basada en sistemas personales o necesitamos conectar una amplia gama de dispositivos (minicomputadoras, mainframes, terminales, PC, etc.).
- \* ¿ Cuáles son los requisitos de puentes de enlace y vías de acceso a otras redes ?
- \* ¿ Existe ya un sistema de cableado instalado que pudiera utilizarse para la *Token Ring* ?
- \* ¿ Cuáles son los requisitos institucionales de la *Token Ring* y para conectarla a otras redes ?
- \* ¿ Se cuenta con personal de respaldo institucional ?

Además si se desea obtener máxima seguridad, compre su sistema con un fabricante con un registro comprobado. Si desea máxima flexibilidad, consiga ayuda y adjunte la Token Ring pieza por pieza. Si se desea algo intermedio, busque a un integrador de sistema que diseñe e instale la Token Ring.

Esperamos que el trabajo presentado sirva de ayuda a aquellas gentes que estén interesados en la tecnología de Redes de Área Local y en especial en la configuración del tipo *Token Ring*.

# *BIBLIOGRAFIA*



**- BIBLIOGRAFIA. -**

**PATRICK, H. Corrigan.**  
**LAN. "Disaster, Prevention and Recovery".**  
Prentice Hall. U.S.A

**DAVID, Jame Clarke IV.**  
**The Complete Netware Construction Kit.**  
John Wiley & Sons, Inc.

**BORRY, Nancy.**  
**Introduction to Networking.**  
Que.

**GRAIG, Chaiken.**  
**Blueprint of a LAN.**  
M& T, Books.

**DAVID, Hutchison.**  
**Local Area Network Architecturas.**  
Addison & Wesley.

**K.C.E. & G.E.E.**  
**Introduction to local Area Computer Networks.**  
John Wiley & Sons, New York. U.S.A.

**FRANK, J. Denfler, Jr.**  
**Guide to Linking LANs.**  
Ziff & Davis Press.

**BROWN, Kyle.**  
**Network Interrupts.**  
Edisson & Wesley.

**Uyless Black.**  
**O.S.I. a Model for computer Communication Standards.**  
Prentice Hall. U.S.A.

**JOHN, C. Dvorak.**  
**NICK, Anis.**  
**Telecomunicaciones para PC, Modems, Software, B.B.S. Correo Electrónico e interconexión.**  
Mc Graw-Hill.

**MARGARET, Robbins.**  
**Network Desing Essentials.**  
A.P. Professional.

**NATHAN, J. Muller.**  
**Mobile Communications Series.**  
**Artech House.**

**DARREN, L. Spohn.**  
**Data Network Design.**  
**Mc Graw-Hill.**

**J.P. Cabanal; G. Pujolle, A. Danthine.**  
**Local Communication, Systems; LAN and PBX.**  
**North-Holland.**

**DONNE, Florence & Cal Industries.**  
**LAN. "Local Area Networks.**  
**John Wiley & Sons.**

**ROBERT, P. Davidson and Nathan J. Muller.**  
**Internetworking LANs. Operation, Design, and Management.**  
**Artech House.**

**WILLIAM, Stallings, PH. D.**  
**Local Networks.**  
**Macmillan Publishing Company and Collier Macmillan Publishers.**  
**Third Edition.**

**WILLIAM, Stallings, PH. D.**  
**Local and Metropolitan Area Networks.**  
**Macmillan Publishing Company, New York.**  
**Fourth Edition.**

**RADIA, Peulman.**  
**Inter connections.**  
**Addison-Wesley.**

**ANDREW, Llopper.**  
**STEVEN, Temple.**  
**ROBIN, Williamson.**  
**Diseño de Redes Locales.**  
**Addison-Wesley.**

**DIMITAIS, N. Chorafas.**  
**Local Area Network Reference.**  
**Mc Graw-Hill.**

**GILBERT, Held.**  
**Data Communications Networking Device.**  
**John Wiley & Sons.**

**B.P. Lathi.**  
**Sistemas de Comunicación.**  
Mc Graw-Hill.

**MISCHA, Schwantz.**  
**Redes de Telecomunicaciones.**  
Addison-Wesley.

**TOM, Sheldon.**  
**Aplicación Windows "NT".**  
Mc Graw-Hill.

**THOMAS, W. Madron.**  
**Redes de Area Local "La Sigüiente Generación."**  
Megabyte, Grupo Noriega Editores.

**NESTOR, Gonzalez Sainz.**  
**COMUNICACIONES y Redes de Procesamiento de Datos.**  
Mc Graw-Hill.