



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

ACTUALIZACION DEL SISTEMA DE  
 PROCESAMIENTO DE DATOS A UNA RED LAN  
 DE UNA EMPRESA FILIAL Y SU CONEXION  
 VIA MICROONDAS CON LA RED DE LA  
 EMPRESA CENTRAL.

**T E S I S**

QUE PRESENTAN PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO-ELECTRICISTA**

**JOSEFINA BARCENAS LOPEZ**

**E**

**INGENIERO EN COMPUTACION**

**JUAN GABRIEL SANCHEZ ROMERO**

**DIRECTOR DE TESIS: ING. JESUS RAMIREZ ORTEGA**



MEXICO, D. F.

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

1994



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

*Gracias señor por ser mi guía y amigo y porque quisiste iluminar mi sendero con la esperanza de la vida. Gracias por cuidar de ella.*

*En recuerdo a mi padre.*

*A mi madre con toda mi admiración y agradecimiento, ya que gracias a su apoyo, comprensión y esfuerzo , me ha dñgido por la vida para lograr cumplir mis metas.*

*A mis hermanos, con todo mi cariño y gratitud por haberme apoyado y soportado a lo largo de todos mis estudios.*

*A Juan por su amor, comprensión y apoyo. El haberte encontrado en mi camino cambió mi vida. Gracias por alentarme y ayudarme a superar los obstáculos que se me presentaron para llegar a esta meta.*

*Con todo cariño para Elías, cuya presencia y apoyo en los momentos más difíciles hizo más livianos todos los problemas. Gracias por tu amistad.*

***A Jesús y José Antonio por su paciencia, apoyo y comprensión. Su amistad ha sido importante para terminar este trabajo y muchas otras cosas más. Gracias por sus consejos y enseñanzas.***

*Al personal de la Sección de Cómputo, por su paciencia y apoyo.*

*Gracias a todas aquellas personas, que de una u otra manera me ayudaron a llegar a este momento.*

**Gracias Señor por cuidar día a día de nuestros pasos.**

**A mis padres.**

**Porque en ellos he encontrado el amor, el apoyo y la confianza. Por haberme guiado por la difícil y angosta vereda de la vida que lleva al encuentro de la luz de la razón y la verdad de la honradez, del honor y del orgullo. Así que este trabajo se los dedico especialmente a ustedes como un reconocimiento y homenaje a su esfuerzo y dedicación diaria como padres.**

**Gracias papá, gracias mamá. Los quiero mucho y los amaré toda la vida.**

**A mis hermanos.**

**Vicente, Rosy, Maru, Magda y Angeles que son la amalgama que han formado mi carácter y que siempre me han alentado con sus ejemplos.**

**A mi sobrino Diego Gabriel.**

**Porque mi fé y confianza están puestas en tí y sé que eres y serás siempre un triunfador.**

**A Josefina.**

***Por enseñarme como alcanzar la cima  
cuando el viento está en tu contra. Porque  
por tu tezón daremos un paso importante  
en nuestras vidas. Te quiero mucho.***



*A mis abuelos y tíos.*

*Diego-Angela y Vicente-Cristina.*

*Agustín, Cristina, Jacobo, Gerardo,  
Vicente, Gloria, Margarita, Eva, Ramón,  
Adán, Marina y Teresa. Por la convivencia  
y fraternidad con la que han vivido.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México. Por habernos dado la oportunidad de cristalizar un sueño siempre deseado.*

*A la Facultad de Ingeniería y a nuestros maestros que nos entregaron el tesoro más grande que pudieran darnos: sus enseñanzas y sabiduría.*

*Al Centro de Instrumentos por habernos dado la oportunidad de lograr terminar este trabajo.*

*Un reconocimiento a SIMEX por habernos dado todas las facilidades y apoyo para la realización de este proyecto. En especial al C.P. Porfirio Pacheco*

# INDICE

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE ELEMENTOS DE COMUNICACION Y REDES DE COMPUTADORAS .....</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes históricos de las comunicaciones .....	3
1.2 Elementos de un sistema de comunicaciones.....	4
1.2.1 Adaptadores de comunicaciones .....	4
1.2.2 Compresores de datos .....	5
1.2.3 Puentes.....	7
1.2.4 Protectores de la red .....	8
1.2.5 Multicanalizadores .....	8
1.2.6 Concentradores.....	9
1.2.7 Controladores (Procesadores nodales).....	9
1.2.8 Repetidor regenerativo .....	10
1.2.9 Procesadores de comunicaciones (FEPS).....	10
1.2.10 Transmisor-receptor asíncrono universal (UART).....	11
1.2.11 Controlador del cluster .....	12
1.3 Mainframes, minicomputadoras y computadoras personales .....	13
1.3.1 Evolución de los mainframes .....	13
1.3.2 Minicomputadoras.....	15
1.3.3 Computadoras personales (PC's).....	16
1.4 Aparición de las redes .....	16
1.4.1 Técnicas de transporte de mensaje .....	18
1.4.1.1 Simplex.....	18
1.4.1.2 Semiduplex .....	18
1.4.1.3 Dúplex (Full-Dúplex).....	18
1.4.1.4 Red de conmutación de circuitos.....	19
1.4.1.5 Red de conmutación de mensajes.....	19
1.4.1.6 Red de conmutación de paquetes .....	19
1.4.2 Redes de Banda ancha y redes de Banda base.....	20
1.4.3 Redes de Area Amplia (WAN).....	21
1.4.4 Redes de Area Local (LAN).....	22
1.4.5 Redes Inalámbricas.....	23
1.5 Desarrollo de las comunicaciones y redes en México.....	24
<b>CAPITULO 2 CARACTERISTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISION .....</b>	<b>25</b>
2.1 Técnicas de modulación.....	25
2.1.1 Tipos de señales básicas.....	25
2.1.2 Canales de comunicación .....	26
2.1.3 Transmisión en banda base.....	28
2.1.4 Transmisión de banda ancha.....	30
2.1.5 Modulación analógica .....	32
2.1.6 Modulación digital- analógica .....	33
2.1.7 Modulación de nivel múltiple.....	34
2.1.8 Modulación de cuadratura y amplitud (QAM).....	36

2.1.9 Modulación por corrimiento de fase.....	37
2.1.10 Modulación por desplazamiento de fase diferencial (DPSK).....	38
2.1.11 Modulación por pulso.....	38
2.1.11.a Modulación por codificación de pulsos.....	39
2.1.12 Multiplexación.....	40
2.1.12.a Multiplexación por división de espacio.....	40
2.1.12.b Multiplexación por división de la frecuencia.....	41
2.1.12.c Multiplexación por división del tiempo.....	41
2.1.13 Técnicas de acceso múltiple.....	42
2.2. Métodos de transmisión.....	43
2.2.1 Transmisión síncrona y asíncrona.....	43
2.2.1.1 Transmisión asíncrona.....	44
2.2.1.2 Transmisión síncrona.....	44
2.3 Métodos de codificación.....	45
2.3.1 Codificación no retorno a cero (NRZ).....	45
2.3.2 Codificación retorno a cero (RZ).....	45
2.3.3 Codificación bipolar.....	46
2.3.4 Codificación Bifásica ( Codificación Manchester).....	46
2.4 Organizaciones en el establecimiento de estándares e interfaces.....	47
2.5 Medios de transmisión.....	51
2.5.1 Medios físicos de comunicación alámbrica.....	52
2.5.1.1 Cable de par trenzado.....	52
2.5.1.2 Cable coaxial.....	55
2.5.1.3 Cable de fibra óptica.....	58
2.5.1.4 Módem.....	60
2.5.2 Medios de comunicación inalámbrica.....	66
2.5.2.1 Transmisión por Infrarrojo (IR).....	63
2.5.2.2 Transmisión por láser.....	64
2.5.2.3 Comunicaciones por microondas.....	64
2.5.2.4 Antenas.....	65
2.5.2.4.1 Antena dipolo de media onda (antena de Hertz).....	69
2.5.2.4.2 Antena monopolo.....	70
2.5.2.4.3 Antena reflector.....	72
2.5.2.4.4 Arreglos de antenas.....	73
2.5.2.5 Radiofrecuencia.....	74
2.5.2.5.1 Características básicas para comunicaciones VHF y superiores.....	75

## CAPITULO 3 CARACTERISTICAS DE LAS REDES DE COMPUTADORAS 79

3.1 Estudio de la distribución y topologías de red.....	79
3.1.1 Topologías de red.....	81
3.1.1.1 Topología jerárquica.....	82
3.1.1.2 Topología horizontal (bus).....	83
3.1.1.3 Topología en estrella.....	83
3.1.1.4 Topología en anillo.....	84
3.1.1.5 Topología en malla.....	84
3.1.2 Estándares y topologías de redes LAN.....	84
3.1.2.1 Sistemas de red lineal.....	86
3.1.2.2 Sistemas de red en anillo.....	89
3.1.2.3 Sistema de red Token-Ring.....	89
3.1.2.4 Sistema de red Token-Bus.....	91
3.1.2.5 Sistema de red ArcNet.....	91

3.2	Protocolos y medios físicos de transmisión.....	93
3.2.1	El modelo OSI (Interconexión de sistemas abiertos) .....	93
3.2.1.1	Aplicación del modelo OSI en las redes LAN .....	99
3.2.2	Técnicas de control de acceso de redes LAN .....	100
3.2.2.1	Protocolo de estándares de acceso al medio de redes LAN .....	102
3.2.2.1.1	CSMA/CD (Acceso múltiple por escucha de portadora con detección de portadora) .....	103
3.2.2.1.2	Token Passing (Paso de testigo) .....	104
3.2.2.1.2.1	Paso de testigo en anillo (con prioridad) .....	104
3.2.2.1.2.2	Paso de testigo en bus (token bus) .....	104
3.2.3	Otros protocolos y estándares .....	105
3.3	Conectividad .....	109

## CAPITULO 4 DISEÑO Y DESARROLLO DE LA RED LAN DE SIMEX Y SU CONEXION CON LA RED LAN DE ICA INDUSTRIAL .....115

4.1	Identificación del problema.....	115
4.2	HP-9000 Sistema Serie 800, Modelo 845S.....	116
4.3	Características de las redes LAN SIMEX-ICA INDUSTRIAL .....	118
4.3.1	Características de la red LAN instalada en SIMEX .....	118
4.3.1.1	Diagrama del cableado de la red SIMEX .....	118
4.3.2	Características de la red LAN de ICA INDUSTRIAL .....	119
4.3.2.1	Diagrama del cableado de la red ICA INDUSTRIAL .....	119
4.4	Evaluación de opciones y diseño para la conexión de las redes LAN SIMEX-ICA IND.....	120
4.4.1	Comunicación por módem .....	120
4.4.1.1	Diagrama de conexión vía módem.....	120
4.4.1.2	Observaciones .....	121
4.5	Comunicación por radiofrecuencia vía WAN, con tecnología de <i>Spread Spectrum</i> ( <i>Espectro-Disperso</i> ) .....	121
4.5.1	Características del <i>Spread Spectrum</i> .....	122
4.5.2	Alternativas de conectividad vía radiofrecuencia de SIMEX-ICA INDUSTRIAL .....	125
4.5.2.1	Ubicación física de los edificios SIMEX-ICA INDUSTRIAL .....	125
4.5.3	Análisis y desarrollo de las alternativas de conexión WAN por radiofrecuencia .....	127
4.5.3.1	Características del equipo .....	127
4.5.3.1.1	ARLAN 650 (Tarjeta de red inalámbrica).....	128
4.5.3.1.2	ARLAN 610 (Hub inalámbrico) .....	129
4.5.4	Datos topográficos para el enlace punto a punto .....	131
4.5.4.1	Cálculo de la línea de vista .....	132
4.5.5	Conexión WAN punto a punto .....	132
4.5.5.1	Especificaciones técnicas para el enlace punto a punto .....	133
4.5.6	Conexión WAN con repetidor .....	135
4.5.6.1	Especificaciones técnicas para el enlace WAN con repetidor .....	137
4.6	Conclusiones.....	139

Apéndice A  
 Glosario  
 Bibliografía  
 Hemerografía

# INTRODUCCION

Hasta los años 70, un sistema de computadora constaba de una gran computadora que ejecutaba una lista de programas, sin interacción directa con el usuario. A continuación, el sistema constaba de una gran computadora con terminales tontas conectadas mediante un controlador de terminales; era un entorno de tiempo compartido, donde varios usuarios podían acceder simultáneamente a la computadora.

A lo largo de los años 70, el concepto de procesamiento distribuido evolucionó a consecuencia de la necesidad de un mayor procesamiento informático a nivel local, la incapacidad de los sistemas de información existentes para satisfacer las necesidades de los usuarios y la dispersión geográfica de oficinas y sucursales. El procesamiento distribuido implica simplemente la descarga o distribución de funciones del mainframe en otras computadoras locales o remotas. Con la introducción de la computadora personal de IBM en agosto de 1981, el procesamiento distribuido en computadoras locales, situadas encima de la mesa, comenzó a ser realidad.

Durante la década de los 80's, hablar del beneficio de tener computadoras personales entre sí, compartiendo recursos, que es el concepto de las redes de área local (LAN's), era el tema preferido de las gentes relacionadas con las áreas de comunicaciones y computación, incluyendo los usuarios de estos sistemas.

Sin embargo, este término ha ido perdiendo fuerza debido a las necesidades del mercado actual, ya que ahora éste ya no únicamente se basa en las comunicaciones locales, sino también en comunicaciones remotas, constituyendo ahora el concepto de Red de Área Amplia ( WAN , Wide Area Network ), la cual es una red de equipos de cómputo que traspasa los límites geográficos de lo que inicialmente comprendía, así este conjunto de equipos, puede estar distribuido a lo largo de una ciudad, un país o un continente.

Es decir, en la década de los 90's se cumple con la expectativa esperada de desarrollo de tecnologías de conectividad e interoperabilidad que sean independientes del protocolo y de los equipos propietarios.

Por lo tanto, la interoperabilidad juega un papel muy importante en las redes de área amplia, puesto que es muy importante el aprovechamiento de la base instalada, la transparencia para el usuario, la ruptura de barreras geográficas y evitar la redundancia.

Interoperabilidad es lograr que los equipos y los sistemas trabajen eficientemente entre sí, evitando redundancias en la organización.

En un futuro muy próximo, se espera la utilización de medios de transmisión conjunto de voz, datos e imagen, es decir videotexto, además de mayor interoperabilidad a través de concentradores (hubs) y ruteadores que manejen todos los protocolos comunes, como una herramienta más en la vida diaria.

En el futuro la búsqueda de la interoperabilidad forzará inevitablemente el crecimiento de los sistemas abiertos y de plataformas compatibles. Se verá el desarrollo de software de comunicación global como sistemas operativos de múltiples servidores, programas de localización mundial de usuarios de la red (Global Naming).

Todos estos avances en la tecnología de computación están fuertemente ligados a la tecnología de las telecomunicaciones, ya que es el adelanto de esta última el que impulsa su desarrollo.

Uno de los conceptos que se encuentra en la actualidad en desarrollo es de los usuarios móviles, ya que cada vez más veremos que el usuario de computadoras portátiles (laptop o notebook) accesa a una red. Esto se logrará a través de dos modalidades: Por un lado la tecnología que se podría llamar "red desconectada", en la que el usuario móvil realiza tareas de comunicación tales como captura de información para una base de datos , envío de correo electrónico cuando su computadora no se encuentra en la red. Al llegar a su base de operaciones, se conecta a la red y realiza operaciones automáticas, dándosele acceso a la información procesada en el período en que la computadora se encontró desconectada de la red. Por otro lado la tecnología de conectividad inalámbrica (Wireless Networks) permitirá al usuario móvil acceso instantáneo y regular a la red. En la actualidad existe ya implantaciones de ésta modalidad en hardware tanto en LAN's como en WAN's ya sea por tarjetas inalámbricas o radiomodem.

El desarrollo de la tecnología de comunicaciones tiene un objetivo continuo : ofrecer valor a sus usuarios, no simplemente como un medio de comunicación de voz, datos o imágenes sino como una plataforma de solución de necesidades basadas en comunicación. Es así como van surgiendo las redes de Valor Agregado (VAN , Value Adding Network ), que utiliza la infraestructura de telecomunicaciones pero lo que cobra al usuario es el servicio que resuelve sus necesidades.

# CAPITULO 1

## 1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS DE LAS COMUNICACIONES

El arte de la comunicación es tan antiguo como la humanidad. En la antigüedad se usaban tambores y humo para transmitir información entre localidades. A medida que pasó el tiempo se crearon otras técnicas. La era de la comunicación electrónica se inició en 1834 con el invento del telégrafo, y su código asociado. El código Morse utilizaba un número variable de elementos (puntos y rayas) con el objeto de definir cada carácter.

Un sistema de comunicación típico puede modularse como se muestra en la figura 1.1. Los componentes de un sistema de comunicación son los siguientes:

La **fente**, que origina el mensaje, como una voz humana, una imagen de televisión, un mensaje de teletipo, o simplemente datos. Si los datos son no eléctricos (la voz humana, mensaje de teletipo, imagen de televisión), deben de convertirse mediante un transductor de entrada en una forma de onda eléctrica que se conoce como señal de banda base o señal de mensaje.

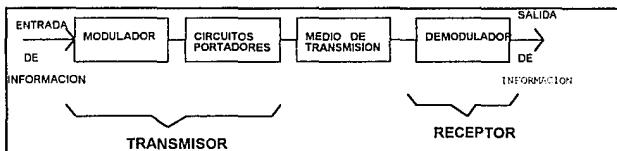


Figura 1.1 Sistema de comunicaciones

El **transmisor**, que modifica la señal de banda base para una eficiente transmisión.

El **canal**, que es un medio físico de transmisión, como un alambre, un cable coaxial, una guía de ondas, una fibra óptica, o un enlace de radio (a través del cual se envía la salida del transmisor).

El **receptor**, que reprocesa la señal proveniente del canal al deshacer las modificaciones introducidas por el transmisor y el canal. La salida del receptor alimenta al transductor de salida, que convierte la señal eléctrica a su forma original, el mensaje.

El **destinatario**, que es la unidad a la que se comunica el mensaje.



## 1.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES

### 1.2.1 ADAPTADORES DE COMUNICACIONES

El adaptador figura 1.2.1 de comunicaciones es un elemento que conceptualmente existe en cada extremo de cada línea de transmisión de comunicaciones.

Normalmente son piezas de hardware independientes -tarjetas de circuito impreso- aunque pueden venir integrados en el dispositivo. Su modularidad es una condición deseable porque proporciona mayor flexibilidad de configuración al equipo que los contiene.

En la salida, su función principal es preparar los datos para su transmisión a través de la línea, serializándolos, insertando caracteres de control en el mensaje, permitiendo la sincronización, respondiendo a los comandos de control. En la mayoría de los casos maneja los métodos de detección y corrección de errores y el encuadre de los datos dentro de un bloque que se va a transmitir.

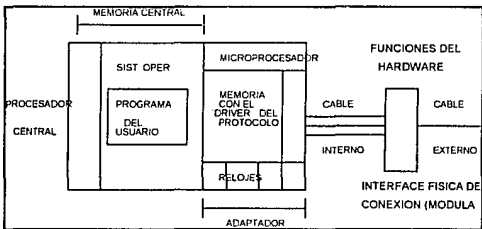


Figura 1.2.1 Adaptador de comunicaciones

Para todas las funciones de control de tiempo, los adaptadores de comunicación tienen integrados uno o varios relojes de programación independiente. En general cuando la comunicación es local o con modems asíncronos, provee la sincronización, si el modem es síncrono, es éste quien se encarga de esa función. Originalmente, los adaptadores venían en modelos especiales para cada disciplina de comunicaciones utilizada. Actualmente, los adaptadores son pequeñas computadoras, implementados en una tarjeta de circuitos, que tienen gran inteligencia residente.

El advenimiento de los circuitos VLSI ha permitido que en elementos pequeños de bajo costo y alta confiabilidad, se puedan resolver la mayor parte de las funciones de comunicaciones, relevando de esta manera al procesador central de tareas que no son su cometido específico (procesar las aplicaciones).

Existen muchos adaptadores que son igualmente útiles en caso de transmisión asincrónica o síncrona. Algunos soportan múltiples protocolos y tienen la capacidad de poder emplear varias interfaces físicas diferentes, controlando muchas líneas que usan protocolos diferentes, simultáneamente.

Los adaptadores residen en el sistema central, en los procesadores de comunicaciones y en las estaciones terminales.

En algunos casos, para ahorrar puertos de canal (bus) interno de computadora, se utilizan "scanners" o multicanalizadores integrados en el gabinete principal, a efecto de que varios adaptadores puedan "ingresar" al sistema a través de una sola conexión.

## 1.2.2 COMPRESORES DE DATOS.

Un CODES (Compresores de datos) consiste en un dispositivo capaz de analizar una secuencia de caracteres, estudiar su distribución, frecuencia e interrelaciones y producir finalmente una secuencia de bits de menor longitud, que transporte la información original, con total garantía de reversibilidad fidedigna del proceso (Compresión). También es capaz de realizar el proceso inverso, obteniendo la secuencia de bits original, a partir de los datos comprimidos (Descompresión). (figura 1.2.2).

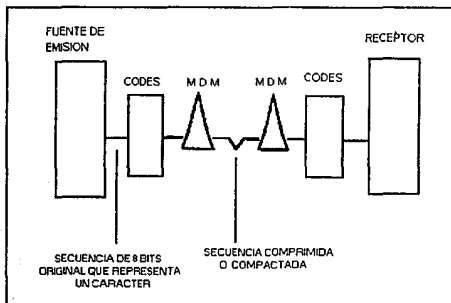


Figura 1.2.3 CODES en una línea telefónica

De lo dicho se desprende que los CODES trabajan en pares, por cada línea de comunicaciones.

La compresión o compactación de los datos se lleva a cabo mediante el uso de un algoritmo (existen varios) que, operando sobre un bloque a enviar, busca una representación de los datos usando un número menor de bits. Es posible adquirir varios modelos diferentes, cada uno de los cuales utiliza un algoritmo diferente para compactar los datos.

La idea CODES (computación) se ha utilizado también en el tratamiento de almacenamiento de los datos. Por ejemplo en editores de texto y compiladores.

Los CODES más modernos, utilizan algoritmos muy sofisticados que analizan grandes bloques de datos para "estudiarlos" y lograr una mayor compresión. Muchos garantizan una compactación que supera la relación 2:1. Algunos, también utilizan la multicanalización STDM (Statistical Time Division Multiplexing), para que el resultado final conjunto sea en promedio, de 4:1.

Es evidente la utilidad de estas técnica en cuanto a mejoras de rendimiento y economía se refiere. Por ejemplo, transmitir a 38 400 bps en una línea de 9600 bps (relación 4 a 1).

#### **Características de los CODES**

- Compresión de datos de 2:1 (o más).
- Independencia del protocolo utilizado. Admiten tanto la modalidad asíncrona como síncrona, orientación al carácter o al bit.
- Muy fácil instalación.
- Transparente al usuario final.
- Completa detección y corrección de errores.
- Operación con modems o redes de servicios digitales.
- Implementación conjunta con multiplexores STDM.

### I.2.3 PUENTES

Los puentes son dispositivos de hardware cuyo cometido principal es contribuir a economizar líneas, modems, puertas del procesador y adaptadores de comunicaciones.

Para ampliar el concepto, debemos formalizar con el concepto de ALTO ORDEN y BAJO ORDEN. Dada una conexión jerárquica entre procesadores y/o terminales, etc. decimos que una conexión es de alto orden cuando se trata de un enlace hacia nuestros ascendientes, y decimos que es de bajo orden, cuando desde nuestra posición, miramos hacia nuestros descendientes. figura 1.2.3

Hecha esta definición, decimos que los puentes son dispositivos que sacan copia de la señal sólo en bajo orden.

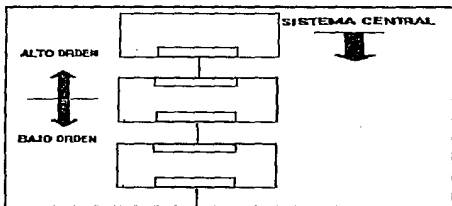


Figura 1.2.3 Concepto de Alto y Bajo Orden

Existen puentes digitales y analógicos, según el tipo de señal que puedan manejar y eso por supuesto, depende del lugar donde estos vayan a ser ubicados en el enlace.

En general los puentes no son elementos inteligentes, siendo muy sencillos y de un costo razonable.

Los puentes pueden conectarse en cascada de varios niveles, ampliando de esta forma su capacidad de ramificación. figura 1.2.4

Razonando un momento sobre la forma de trabajar con puentes, resulta obvio que la forma conversacional no es apropiada para este tipo de enlaces. Partiendo de la falta de inteligencia de estos elementos, no existe forma de resolver las colisiones de mensajes que se producirían en los puentes.

De esto se deduce que el sondeo ("polling"), se vuelve obligatorio con su utilización.

Las copias del mensaje original (en bajo orden) llegan a todas las terminales simultáneamente. Dado que el mensaje contiene la dirección del destinatario, sólo la terminal cuya dirección coincida con la del mensaje, responderá hacia central.

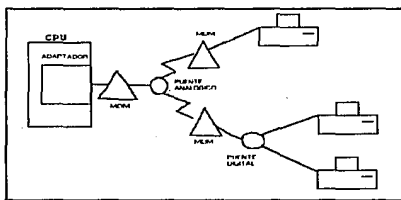


Figura 1.2.4 Puentes analógicos y digitales

#### 1.2.4 PROTECTORES DE LA RED(DAA:DATA ACCESS ARRANGEMENT)

Esta interconexión se conoce en EE.UU. como DAA. Su objetivo es proteger a la red, de posibles daños debidos a sobrecargas o cortos circuitos y de ciertas funciones relacionadas con el tipo de acceso, las cuales determinan algún tipo de acoplador como sigue:

- Discado y respuesta manual
- Autorespuesta y discado
- Autodiscado, respuesta y desconexión.

#### 1.2.5 MULTICANALIZADORES

El término multicanalizador se aplica a dispositivos más o menos inteligentes, que básicamente consisten en un procesador con memoria, un mecanismo de barrido y un conjunto de adaptadores de comunicaciones. La función principal es proveer un medio para compartir una línea de comunicaciones (o un tronco) entre diversas estaciones de trabajo y/o unidades de procesamiento. Esta acción de compartir una línea, normalmente conlleva una reducción de los costos de operación, porque se economizan:

- puertos del procesador central
- modems
- adaptadores
- líneas telefónicas y/o otro tipo de línea
- tiempo de la UPC.

## **I.2.6 CONCENTRADORES (HUBS)**

Entendemos por concentrador, un dispositivo inteligente, basado en un microprocesador, cuyo cometido principal es concentrar líneas de comunicaciones. Esta concentración conduce a economizar líneas, modems, adaptadores y puertos de conexión central. Su uso puede ser local o remoto.

Desde el punto de vista del procesador central, el uso de concentradores reduce el trabajo de sondeo (polling) de éste, dado que, en lugar de invitar a transmitir a  $n$  terminales, sólo tiene que invitar a un concentrador :  $n-1$  secuencias de sondeo son evitadas. El tiempo correspondiente puede ser empleado entonces en el procesamiento de aplicaciones.

El concentrador realiza el sondeo (polling) de sus terminales en forma totalmente independiente y asíncrona de las transmisiones del procesador central.

Entre las funciones comunmente realizadas por un concentrador, se destacan:

- sondeo (polling) de terminales
- conversión de protocolos
- conversión de códigos
- elaboración de formatos de mensajes
- recolección local de datos como respaldo
- conversión de velocidades
- compactación de datos
- control de errores
- reingreso automático de los datos capturados
- diagnósticos

En general, son inteligentes, de programación fija y de capacidad de almacenamiento limitada.

## **I.2.7 CONTROLADORES (PROCESADORES NODALES)**

Un controlador se distingue de un concentrador por los niveles de inteligencia y almacenamiento. Tienen inteligencia más desarrollada y programación realizable por el usuario (externa). Desde que el usuario puede programar el dispositivo, el uso del almacenamiento adquiere otras dimensiones. Pueden usarse los medios de almacenamiento, no sólo para capturar datos, sino también para consulta, actualización, etc.

Todas las funciones mencionadas para los concentradores, también se realizan en estos equipos. Adicionalmente, ante caídas de central, se tiene mayor independencia de procesamiento. Pueden realizar almacenamiento y envío (store and forward) y conmutación de mensajes (message switching), dos formas de comunicaciones de amplia difusión actualmente. También manejan lo que actualmente se conoce como suavización de tráfico (*traffic smooting*).

Cuando las velocidades en un extremo superan las de otro, los datos pueden ser demorados temporalmente, guardándolos en "buffer". Pueden encargarse de la habilitación y deshabilitación de terminales; llevar bitácora de mensajes; contadores de errores para obtener estadísticas y encargarse de los reintentos de las transmisiones ante situaciones de excepción.

La función principal es controlar un grupo de terminales de aplicación específica, implementando algunos conceptos del procesamiento distribuido de datos.

### **1.2.8 REPETIDOR REGENERATIVO**

Una de las ventajas más significativas de los sistemas digitales sobre los analógicos es su capacidad para reconstruir el tren de pulsos transmitidos en intervalos a lo largo del canal, con el fin de combatir la acumulación de distorsión (o dispersión) de la señal y el ruido. El proceso de regeneración del tren de pulsos lo realizan los repetidores regenerativos.

Básicamente, un repetidor regenerativo realiza tres funciones:

1. Dar nueva forma a los pulsos entrantes por medio de un compresor o equalizador
2. La extracción de la información de temporización o cronización que se requiere para muestrear los pulsos entrantes en los instantes óptimos, y
3. La toma de decisiones con base en las muestras de los pulsos.

### **1.2.9 PROCESADORES DE COMUNICACIONES (FEPS)**

El término FEPS (Front End Procesors) se aplica a procesadores de comunicaciones super especializados, es decir, con una arquitectura y un sistema operativo especialmente diseñado para manejar todas las funciones relativas a la administración de una red de procesamiento de datos.

En particular, distinguiremos la utilización de un FEP local o remotamente. Si el dispositivo se encuentra conectado al sistema central por medio de un canal de alta velocidad, le llamaremos FEP. Si se encuentra remoto del sistema central y conectado a éste por líneas comunes de comunicaciones, le llamaremos **procesador nodal** remoto o controlador. Su diseño particular lo hace muy eficiente en el "procesamiento de las comunicaciones". Es por ello, que normalmente realizan todas las funciones relacionadas con el tráfico y la administración de la red.

El beneficio directo de su utilización, es un mejor aprovechamiento del cerebro central.

En general, admiten varios computadores residentes "HOSTS" o sistemas centrales.

Su utilización está tan generalizada que muchos equipos centrales de gran tamaño no se comercializan si no es con uno o varios FEPS.

En algunas aplicaciones, toma el nombre de conmutadores (Switches).

### **1.2.10 TRANSMISOR-RECEPTOR ASINCRONO UNIVERSAL (UART)**

La UART es un circuito integrado especializado que controla las comunicaciones asíncronas. Se encarga de enviar y recibir los datos, así como del protocolo de comunicaciones con el dispositivo conectado. Los antiguos equipos PC utilizan la UART 8250. Los equipos AT y superiores (con procesadores 286 y 386) utilizan la UART 16450 o 16550. El diseño antiguo de la 8250 presentaba problemas de alta velocidad. Los nuevos dispositivos 16450 y 16550 ofrecen un mejor rendimiento con muchos menos problemas.

La UART es un sistema completo integrado en un chip que convierte datos en paralelo a datos serie, y datos serie a datos paralelos. La UART determina e inserta los bits de paridad, verifica los bits de paridad recibidos, crea el bit de inicio, selecciona e inserta los bits de parada, controla el número de bits por carácter, e incluso lo almacena todo para tener tiempo de realizar todas estas tareas.



### 1.2.11 CONTROLADOR DEL CLUSTER

Para que las terminales , computadoras personales y otros dispositivos como las impresoras , puedan conectarse al mainframe, se necesita el interfaz proporcionado por el controlador de cluster, o controlador de terminales. Este dispositivo controla la entrada y salida de datos entre los dispositivos de usuario y el mainframe . En conexiones locales entre microcomputadoras y grandes computadoras, el controlador de cluster puede denominarse controlador de canal cuando se conecta al canal del mainframe ; es decir, el camino por el que circularán todas las señales de información. El controlador de cluster se conecta mediante cables, denominados a menudo cables de bus y señal. Generalmente , estos cables tienen longitudes inferiores a 66 metros. El controlador de cluster también puede conectarse al mainframe mediante un controlador de comunicaciones o procesador frontal (front-end processor) cuando no se pueden realizar conexiones directas a los canales.

En la red 3270 de IBM, los controladores de cluster más usados son el 3274, 3276 y 3174, todos de IBM.

### **1.3 MAINFRAMES, MINICOMPUTADORAS Y COMPUTADORAS PERSONALES EN REDES.**

A través de las décadas los sistemas de cómputo se han ido desarrollando. En la actualidad existen sistemas de cómputo formados por computadoras personales hasta por supercomputadoras con capacidad de realizar cientos de millones de operaciones en un segundo.

Los grandes sistemas formados por mainframes, minicomputadoras y/o computadoras personales ahora son parte importante de un proceso de desarrollo socioeconómico en cualquier país.

#### **1.3.1 EVOLUCION DE LOS MAINFRAMES.**

Las computadoras digitales se agrupan en generaciones, basándose fundamentalmente en la tecnología con que se desarrollaron.

A continuación se presenta la tabla 1.3.1 donde se observa la evolución de los sistemas mainframes de IBM.

En el contexto de los mainframes de IBM los esquemas de clasificación pueden coincidir en parte en algunos casos. Todos los mainframes de IBM son computadoras de propósito general y su modelo conceptual es el llamado ejecución serial de programa.

Los mainframes anteriores soportaban solamente un solo CPU, pero los de hoy en día tienen CPU's múltiples, los cuales comparten un almacenamiento primario común y un solo sistema operativo, al que se le llama multiprocesamiento.

Uno de los atractivos de los sistemas de multiprocesamiento es que si un procesador falla, los procesadores restantes continúan operando, por lo que cuentan con una confiabilidad y disponibilidad muy altas. También cuenta con un procesador dedicado sólo para entradas y salidas. Si estos procesadores de I/O están excluidos de estos sistemas, el multiprocesamiento es simétrico. En simetría múltiple los CPU's trabajan sobre una "imagen sencilla" principalmente, esto es que varios CPU's usan una copia sencilla del sistema operativo, memoria compartida y trabajan concurrentemente sobre unidades independientes de trabajo asignadas por el sistema operativo (en otras palabras, cada CPU ejecuta una tarea con el mismo sistema operativo, independientemente de otros CPU's).

AÑO	SISTEMA	COMENTARIOS
1946-53	IBM 701, 702	Considerada la primera generación de computadoras. Usaron almacenamiento electroestático.
1953-59	IBM 650, 704 705, 709	Aparecieron como últimos sistemas de la primera generación. El material utilizado como memoria principal fueron cilindros de material magnético.
1964-69	IBM serie 360	Introducidas en la tercera generación de computadoras. La 360 proporcionó una línea de computadoras con una arquitectura común. Las anteriores máquinas usaron tecnología de estado sólido, por lo que los chips de transistores fueron montados sobre módulos de 1/2 cuadro de cerámica que contenían uno o dos circuitos.
1969-80	IBM serie 370	Esta generación introdujo el concepto de almacenamiento virtual así como una sofisticada versión del sistema operativo Múltiple Virtual Storage (MVS).
1981	IBM 370/XA	Esta serie de máquinas fue el resultado de posteriores mejoras en la arquitectura de la serie 360.

TABLA 1.3.1 Evolución de los sistemas "mainframes"

### 1.3.2 MINICOMPUTADORAS.

Las minicomputadoras, generalmente son sistemas de tiempo compartido, algunas veces son más rápidas que las microcomputadoras pero no son tan rápidas como un mainframe. La mayor parte de estos sistemas fueron desarrollados en forma semejante a los sistemas 360,370 o 370/XA de IBM, pero con su propia arquitectura.

Estos sistemas fueron diseñados para satisfacer las necesidades de pequeños negocios o para aplicaciones especiales que no fueran contempladas en la arquitectura de los mainframes. Sus principales características son las siguientes :

- No utilizan la arquitectura de los mainframes de IBM .
- No soportan los grandes volúmenes de entrada/salida de datos, ni de transferencia de datos como en los mainframes.
- Son más baratos que los mainframes.

Los sistemas de minicomputadoras a veces necesitan comunicarse con mainframes o entre ellos mismos. Cuando los mainframes ejecutan funciones centralizadas, usan los archivos de sus host y el protocolo de comunicaciones es el de un host hacia una terminal. Alternativamente los sistemas pequeños pueden ser definidos como un nodo bajo una Arquitectura de Sistemas de Red (SNA).

La capacidad de estos sistemas es desarrollada bajo SNA en una comunicación punto a punto y en comunicaciones minicomputadora-host.

### 1.3.3 COMPUTADORAS PERSONALES ( PC )

La computadora personal o microcomputadora es un sistema de cómputo de dimensiones físicas limitadas, que a través del tiempo ha crecido en su capacidad de velocidad y direccionamiento. Generalmente es utilizada, aunque no exclusivamente, por un solo usuario.

Sin embargo las primeras computadoras personales no estaban diseñadas e equipadas para comunicarse con las grandes computadoras. Esta necesidad de comunicarse fue vista por dos ingenieros de una pequeña empresa de Atlanta, Georgia. Poco después, en 1982, salió al mercado la primera placa IRMA, y esta placa, desarrollada por "Digital Communications Associates, Inc." (DCA), se convirtió rápidamente en un estándar en la industria de las comunicaciones entre microcomputadoras y mainframe. De hecho, a final de 1988, había 1,2 millones de computadoras personales conectadas a mainframe usando productos de emulación de terminales como IRMA.

### 1.4 APARICION DE LAS REDES

Una de las mejores formas de comenzar el estudio de las redes es dirigirse a la historia de las computadoras personales, y ver cómo aparecieron las redes y el software de red. Esta historia se basa fundamentalmente en la necesidad de los usuarios de mantener los aspectos "personales" de sus computadoras personales, aprovechando las posibilidades que ofrecían sus estaciones de trabajo.

Las redes primero aparecieron bajo la apariencia de sistemas de tiempo compartido a fines de los 60's. En los sistemas de tiempo compartido, cada una de las terminales tenía asignados recursos del sistema, basados en tiempo repartido. Sistemas operativos como el desarrollado por IBM para su Sistema 360, el GECOSIII para las series 600 de Honeywell y la Univac 1108, ofrecían la opción de sistemas de tiempo compartido. Algunos sistemas operativos fueron desarrollados totalmente para sistemas de tiempo compartido, como el de la PDP-8 (Time Sharing System TTS/8). Los sistemas operativos de tiempo compartido fueron seguidos por una variedad de paquetes de software orientados a la comunicación. Una gran cantidad de métodos de acceso para la comunicación, software de terminal, y sistemas de software interactivo fueron introducidos entre los finales de los 60's e inicios de los 70's. Algunos de estos sistemas fueron utilizados ampliamente por líneas aéreas, librerías, y otros lugares que utilizaban sistemas manejadores de bases de datos de propósito general. Tanto la industria de computación como la de comunicaciones fueron introduciendo protocolos de línea asíncronos (inicio/parada) y síncronos (sincronía binaria).

Los primeros años de las redes trajeron rápidos progresos en el equipo que facilitaría la comunicación entre los sistemas. Multiplexores de línea, como los de las series 270X y 370X de IBM, y modems por medios de los que se lograron realizar enlaces entre computadoras.

A mediados de los 70's, hubo un crecimiento en el aspecto de comunicación entre las redes. En el caso de las terminales que funcionaban únicamente como máquinas de escribir, fueron reemplazadas por terminales que tenían funciones como el de presentar una unidad de despliegue de cantidad de memoria, los procesadores llamados "front-end" con discos, memoria, cintas, impresoras y video. El video de las terminales, ahora incluía características novedosas como el color y la multidimensión. Las terminales o sistemas de terminales se desarrollaron para aplicaciones como edición de textos, correo de oficina, terminales de bancos, sistemas de punto de venta, seguridad, control en producción, control de inventarios, etc.

Para 1972 ya habían surgido varias redes de computadoras. En la Tabla 1.3.2 se describen las características más importantes de algunas de ellas.

Un aspecto importante del desarrollo en la comunicación de redes, fué la reducción en el costo y la mejoría en la velocidad y calidad de los enlaces de la transmisión. En los primeros años, las terminales habían sido conectadas por medio de líneas de inicio/parada, de baja velocidad. Hoy en día, las redes son utilizadas para realizar enlaces terrestres, enlaces de satélite y radio-canales.

TIPO DE ORGANIZACION	NO. DE NODOS	INTERFACE DE COMUNICACION	FORMATO DE MENSAJE	PROTOCOLO DE COMUNICACION
<b>ARPA</b>				
Distribuida	23	Honeywell DDP516	Mensaje Switcheado	Longitud Variable
<b>CYBERNET</b>				
Distribuida	36	CDC3300 PPU	Mensaje Switcheado	Longitud Fija
<b>DCS</b>				
Distribuida	9	Interface de anillo	Mensaje Mezclado	Longitud variable
<b>MERIT</b>				
Distribuida	3	PDP-11	Mensaje Switcheado	Longitud Variable
<b>OCTOPUS</b>				
Mezclado	10	CDC-PPU	Punto a punto	Longitud variable
<b>TSS</b>				
Distribuido	9	IBM 2701	Punto a punto	Longitud variable
<b>TUCC</b>				
Centralizado	4	IBM 2701	Punto a punto	Longitud variable

Tabla 1.3.2 Características de las primeras redes de computadoras

El concepto de un nodo de red ha crecido desde una simple comunicación por una línea de multiplexor hasta realizarse por medio de una minicomputadora programable. Los nodos de red ahora realizan varias funciones como ruteos, control de flujo de datos, monitoreo de datos, etc. El concepto de sobrecarga del procesador "host" ha culminado ahora en una nueva clase de nodos de red -el procesador "front-end" - que también realiza las funciones de manejador de base de datos y funciones de procesamiento de transacciones.

Al mismo tiempo que se realizaban éstos desarrollos en el hardware de redes, varios grupos iniciaron la investigación de como resolver los problemas de cómo conectar las terminales de la red a más de una computadora "host".

Las redes podían transmitir mensajes por "conmutación de circuito" o "almacenamiento-y-seguimiento de mensaje conmutado"; la comunidad académica se ocupó de algunos problemas clásicos en el diseño de redes y su análisis, como el estudio de las topología de las redes (que establece la forma de conectar entre sí los nodos y la distribución del enlace) puede satisfacer la carga de la red, el tiempo de transición de la comunicación entre un nodo y otro, así como la confiabilidad del enlace.

Varios protocolos han sido desarrollados a fin de permitir el intercambio ordenado de los datos entre los nodos que forman una red. Algoritmos y protocolos para la prevención del congestionamiento de datos en las redes son temas de investigación. Un número de estrategias de ruteo que previenen el congestionamiento, así como técnicas jerárquicas para el ruteo de mensajes en grandes redes (más de 100 nodos), han sido desarrollados en este tipo de estudios.

#### **1.4.1 TECNICAS DE TRANSPORTE DE MENSAJE.**

Las redes pueden ser clasificadas por la técnica empleada para transmitir un mensaje entre los nodos.

**1.4.1.1** El tipo de enlace más sencillo se conoce como **SIMPLEX**, donde el flujo de datos es en una sola dirección; así se tiene que para realizar una comunicación en dos sentidos, se debe disponer de dos cables, uno en cada dirección. Los enlaces por fibra óptica suelen ser de éste tipo.

**1.4.1.2** Un enlace **SEMIDUPLEX**, es el que permite la comunicación en cualquier dirección, pero solo una a la vez. Con este tipo de enlace debe haber un conjunto de reglas o protocolos

**1.4.1.3** El tipo de enlace más sofisticado se llama **DUPLEX (FULL DUPLEX)** y permite transmitir simultáneamente a los dos dispositivos conectados, duplicando de esta manera el posible uso de la línea que se logra con un enlace semiduplex. Las líneas telefónicas son un ejemplo de los sistemas duplex.

**1.4.1.4 Red de conmutación de circuito .** La red transmite un mensaje que proporciona una ruta completa del enlace de transmisión desde el nodo de origen hasta el nodo destino. Esta ruta es reconocida por un mensaje de señalización especial enviado por el nodo origen hacia el nodo destino. Una respuesta hacia este mensaje de señalización desde el nodo destino informa al nodo de origen que puede proceder con la transmisión de los datos. Los datos son transmitidos progresivamente sobre todos los canales en la ruta, sin retardos intermedios de almacenamiento-y-seguimiento. El retardo total es distribuido en la transmisión hasta que el transmisor libera esta ruta.

**1.4.1.5 Red de conmutación de mensajes.** La red transmite un mensaje entre los nodos, moviendo el mensaje a través de varios enlaces de transmisión y "buffers" (memorias transitorias). Un mensaje es almacenado y después transmitido hacia el siguiente nodo a lo largo de la ruta del mensaje. La transmisión de un mensaje desde un nodo no se inicia sino hasta el "buffer" del siguiente nodo sobre la ruta, esta disponible para este fin. La ruta de transmisión del mensaje se puede fijar o determinar dinámicamente cuando el mensaje esté en progreso hacia el nodo destino. Esta clase de red es también llamada "almacenamiento-y-seguimiento de red", ya que los mensajes son almacenados en cada nodo y después enviados hacia el siguiente nodo de la ruta. Debido a que el almacenamiento del mensaje se hace en un nodo intermedio sobre una ruta de mensaje, algunos nodos quizá experimenten congestión o encolamiento del mensaje. Una característica importante de la red de mensaje conmutado es que el retardo de transmisión del mensaje a través de la red varía constantemente.

**1.4.1.6 Red de conmutación de paquetes.** Está difiere de la red de conmutación de mensaje, en que los mensajes largos primero son descompuestos en segmentos de tamaño variable (paquetes de 16 a 1024 octetos). Estos paquetes cruzan independientemente la red hasta que llegan al nodo deseado, donde son reensamblados para formar el mensaje correspondiente. Por lo tanto, muchos paquetes del mismo mensaje se envían simultáneamente, por lo que se presenta una ventaja importante en este tipo de transmisión : el efecto "pipelining".



#### **1.4.2 REDES DE BANDA ANCHA Y REDES DE BANDA BASE.**

Las redes de computadoras se clasifican en **BANDA BASE** o de **BANDA ANCHA**, términos que están relacionados con la forma de transmisión de datos por el medio físico de comunicación.

**RED DE BANDA BASE.** Los valores eléctricos codificados que representan los 1's y 0's lógicos que componen los datos se insertan directamente en el medio de comunicación. La mayoría de los sistemas de banda base usan una codificación de los niveles, en la cual dos niveles de señales, que representan los dos valores lógicos, aparecen en el medio. Las transiciones en la línea entre estos dos niveles se hallan a una frecuencia similar o igual a la velocidad de transmisión. Sin embargo, la señal transmitida generalmente no es una representación bit a bit de los datos; la razón de ello es simplificar la tarea de recepción de los datos.

**RED DE BANDA ANCHA.** En un sistema de banda ancha normalmente se transmite una señal de alta frecuencia que puede tener los datos modulados de varias maneras. Un esquema de modulación es variar la amplitud de la onda transmitida sobre un número fijo de longitudes de onda. Un cero lógico podría representarse como una serie de períodos de onda de baja amplitud, en tanto, que la serie de períodos de amplitud alta representarían un 1 lógico. Esta técnica se conoce como modulación de amplitud. Otro método es la modulación de frecuencia, en la cual se usan dos diferentes frecuencias, normalmente bastante cercanas, para representar los dos valores lógicos.

La principal ventaja del método de banda ancha sobre el de banda base es que el primero permite enviar muchos canales de información por un mismo medio. Cada canal tiene diferente frecuencia portadora, y mediante técnicas de filtrado apropiadas los canales pueden ser separados por los circuitos receptores. Una red de banda ancha puede transportar señales digitales y analógicas, como video y audio. El precio de esta flexibilidad son el costo y la complejidad. Los circuitos de filtrado analógico y los moduladores y demoduladores son complejos y su costo difícilmente se puede reducir. La mayoría de las redes locales usan transmisión de banda base, pero hay algunos sistemas de banda ancha.

### 1.4.3 REDES DE AREA AMPLIA (WAN)

La demanda y el subsecuente establecimiento de redes privadas de datos frenaron el incremento de las demandas de los usuarios de redes privadas, dando inicio a redes localizadas en diferentes puntos físicamente, que se enlazaban para facilitar la de los diversos sistemas de comunicación unos con otros. El nombre que se le dió a este tipo de redes fue Redes de Area Extendida (WAN), que fueron un medio de conexión de terminales remotas a sistemas de computación, en estos sistemas los dispositivos pueden funcionar como unidades independientes y se conectan por una red que cubre una gran área .

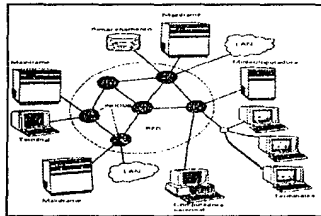


Figura 1.4.3 Red de Area Amplia ( WAN)

En sentido estricto, una Red de Area Amplia es una red de redes, en la que se pueden conectar varias redes locales mediante dispositivos que permiten su conectividad local o remotamente, a pesar de que tengan diferentes topologías. Estos dispositivos pueden usar o no líneas telefónicas o servicios públicos de transmisión de datos.

La mayoría de los canales que utilizan las redes WAN usa las características de comunicaciones libres. Los medios físicos que utilizan las Redes de Area Amplia son: infrarrojo, láser, microondas, satélites, señales de radio, PSTN, E1, E0 y T-1. Estos medios complementan la tarea de las comunicaciones sin conductores eléctricos u ópticos. La ausencia de restricciones físicas nos permite tener el manejo de un gran ancho banda así como la capacidad de cubrir grandes áreas en una comunicación. Estas propiedades hacen posible que Redes de Area Local (LAN), distribuidas geográficamente, se comuniquen unas con otras en tiempo real.

#### 1.4.4 REDES DE AREA LOCAL (LAN).

La proliferación de usuarios y el incremento de la potencia de las computadoras, crearon la necesidad de una tecnología de comunicación a bajo costo y que además tuviera la capacidad de interconectar a usuarios y aplicaciones en forma local, terminal con terminal, terminal con una computadora central y computadora central con computadora central, por lo que las redes locales (LANs) con su relativo bajo costo, fueron desarrolladas para satisfacer estos requerimientos.

Una de las primeras dificultades encontradas por los administradores de los sistemas de datos fue el tener una perspectiva clara sobre las redes locales ya que las definiciones existentes sobre éstas, eran muy vagas. Aunque estos sistemas habían sido diseñados y utilizados desde los principios de los 70's, no se tenía una definición precisa sobre una red LAN. El Comité de la IEEE 802 la define como: "Una red local es un sistema de comunicación de datos que permite a un número de dispositivos independientes, comunicarse unos con otros".

La evolución de las redes locales combina nuevas tecnologías con nuevas aplicaciones de viejas tecnologías. Como resultado las LANs presentan algunas características técnicas que pueden ser poco familiares a los administradores de sistemas. Lo único que caracteriza a las LANs es que incluyen nuevas facetas de arquitecturas, topologías, medios de comunicación, medios de acceso y protocolos de control.

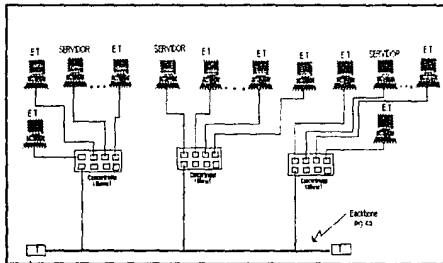


Figura 1.4.4 Red de Area Local (LAN)

Uno de los objetivos específicos de una red local es el de permitir usar equipo, con diferentes tipos de procesamiento de datos, sin importar la compatibilidad (figura 1.10). Por lo que cada equipo podrá, entonces adherirse a protocolos comunes que les permitirá interoperar. La Organización Internacional de Estándares (International Standard Organization ISO) desarrolló un modelo de compatibilidad, llamado modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (Open System Interconnection OSI), así como otros estándares presentados por el Comité 802 del Instituto de Ingenieros Eléctricos Electrónicos (Institute Electrical Electronics Engineers IEEE) y del Instituto Americano Nacional de Estándares (American National Standards Institute ANSI).

#### 1.4.5 REDES INALAMBRICAS.

Ante el panorama de la existencia de lugares donde el cableado representa un problema por las condiciones físicas del inmueble se han desarrollado investigaciones para lograr conformar nuevos sistemas inalámbricos para redes, que integraran el *radio espectro de difusión (spread spectrum)*. Bajo esta tecnología se han creado radios que cuentan con un procesador de señal digital con antena, que proporcionan conectividad con estaciones de trabajo y computadoras personales.

Una red de datos inalámbrica debe satisfacer un número de expectativas y requerimientos con respecto a su funcionalidad, capacidad, desempeño y disponibilidad. El Comité de LAN's Inalámbricas (Wireless Local Area Network, WLAN) del Instituto de Ingenieros Eléctricos Electrónicos (IEEE) en el estándar 802.11 ha dedicado un tiempo considerable para identificar las características de diferentes medios ambientes inalámbricos dentro de un edificio.

La interfaz inalámbrica debe ajustarse dentro de cualquier producto de cómputo existente, ya sea una computadora personal, una estación de trabajo, un sistema mainframe o minicomputadora, o su conexión con un producto existente por medio de una interface estándar, tal como Ethernet o Token Ring. La interface inalámbrica debe ser transparente para la red que está operando el software de los sistemas y de las aplicaciones. También debe conformarse a los estándares administrativos de la red y debe ser compatible con los productos de administración de la red, proporcionando de esta manera métodos automatizados para reportar problemas y para controlar los dispositivos de la red. Por lo que la compatibilidad es la clave del requerimiento de instalación, uso y mantenimiento de una red inalámbrica.

Una de las aplicaciones clave de los sistemas inalámbricos está en las redes de área local (LAN), aunque en los últimos dos años se han integrado a las comunicaciones de redes LAN's a fin de proporcionar una mayor cobertura geográfica, utilizando otros dispositivos de comunicación.

## **1.5 EL DESARROLLO DE LAS COMUNICACIONES Y REDES EN MEXICO.**

Uno de los elementos centrales que definen y determinan el desarrollo económico de las naciones es el tecnológico. Este adquiere mayor relevancia en el presente, toda vez que la globalización de la economía mundial que se está experimentando implica la modificación del concepto de la competencia.

En México, como en todo el mundo, los medios de comunicación e información son básicos, es por eso que el aspecto de las comunicaciones en México, es tal que supera a los sectores de educación e industria. En la actualidad, México es uno de los países que aunque no tiene un alto desarrollo en cuestión de comunicaciones, se puede comparar con países industrializados.

Para hacer una breve referencia de los adelantos en el aspecto de las telecomunicaciones en México, Telefonos de México introdujo una versión recortada de la ISDN denominada Red Digital Integrada (RDI) en enero de 1991. Otro logro obtenido es la contratación y lanzamiento de la nueva generación de satélites de telecomunicaciones Solidaridad I y II que permitirá triplicar el volumen de comunicaciones de los Morelos I y II, ofreciendo además una vida útil de 14 años en lugar de 8, con una cobertura continental y no sólo nacional.

En lo que respecta a redes en México se tiene una gran área de oportunidad, ya que según datos estadísticos de grandes compañías de computación en nuestro país, tan sólo un pequeño porcentaje de las computadoras personales que se venden en nuestro país anualmente, pertenecen a una red; por lo que se deberá incrementar este porcentaje conforme el desarrollo en las comunicaciones se vaya incrementando, pues en un futuro será necesario que todas las computadoras tengan acceso a algún tipo de red.

Es por esto, que los países o instituciones que desarrollen una mejor infraestructura de telecomunicaciones, tendrán una ventaja competitiva crítica en la economía globalizada de la próxima generación.

# CAPITULO 2

## CARACTERISTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISION

Para transmitir datos sobre una línea de transmisión, los dígitos binarios antes de ser transmitidos deben convertirse en señales eléctricas. Por ejemplo, un 1 binario debe ser transmitido aplicando un voltaje a la señal (o nivel) de amplitud  $+V$  para ser enviado por medio de una línea de transmisión y un 0 binario se transmite aplicando  $-V$  volts. Una vez recibida las señales, el dispositivo receptor interpreta el voltaje  $+V$  como un 1 binario y  $-V$  como un 0 binario. En la práctica, sin embargo, las señales eléctricas transmitidas son atenuadas y distorsionadas por el medio de transmisión. La eficiente transmisión de datos depende altamente de las características del medio de transmisión y la correcta selección tanto del medio físico como la forma de transmisión de la señal. El medio de transmisión es la ruta física entre transmisor y receptor; en muchos casos este toma la forma de un par de conductores metálicos, pero también puede hacerse utilizando un haz de luz a lo largo de una fibra óptica o bien ondas electromagnéticas a través del espacio libre.

### 2.1 TECNICAS DE MODULACION.

#### 2.1.1 TIPOS DE SEÑALES BASICAS.

La información es transmitida sobre canales de comunicación ya sea en forma de señales analógicas o digitales. Las señales analógicas tienen una forma continua en el tiempo, que reflejan la variación de información o de una fuente de señal con el tiempo. El habla, el radio, las señales de radio y televisión son ejemplos de señales analógicas. Las señales digitales de un flujo de pulsos discretos con estados bien definidos. Los datos generados por una computadora digital y sus periféricos o terminales de datos son digitales en naturaleza y, en general, consisten de dos niveles discretos que corresponden a un 0 y un 1 digital.

Es importante observar que un sistema de comunicación puede ser diseñado, llevando ya sea señales analógicas o digitales y por el uso de dispositivos de conversión de las señales apropiadas. Esto se aplica a cualquier tipo de sistemas que usan los medios de transmisión. Mas adelante, las señales analógicas se pueden convertir en señales digitales y viceversa, cualquier tipo de información puede ser transmitida ya sea en forma digital o analógica, que es compatible con el medio de transmisión sobre el cual esta viajará sin pérdidas de información.

Muchos canales de comunicación en la actualidad están diseñados para la transmisión de señales analógicas dentro de un cierto rango de frecuencias. Si necesitamos transmitir datos de una computadora digital a grandes distancias sobre tales canales, podemos usar un dispositivo especial conocido como modem, que convierte los datos digitales a una señal analógica, consistiendo de un rango continuo de frecuencias. Podemos así usar los existentes canales analógicos para la transmisión de datos digitales.

La capacidad de convertir señales analógicas a digitales y a la inversa es importante, ya que la necesidad para la transmisión de datos digitales está creciendo rápidamente, mientras que muchos de los canales de comunicación en existencia son analógicos .

## 2.1.2 CANALES DE COMUNICACION.

El *canal* de comunicaciones es la ruta de transmisión entre dos o más puntos utilizando algún medio de transmisión. El *canal* de comunicación puede consistir de varios medios como cable coaxial, fibra óptica, par trenzado o el espacio libre (la señal es radiada como una onda electromagnética igual que una transmisión de radio). Los canales de comunicación tienen limitaciones como el ancho de banda, retardos no lineales, así como ruido e interferencia, los cuales pueden ser introducidos desde el interior o desde el exterior del canal. La transmisión y la recepción debe de ser cuidadosamente diseñada para mantener las propiedades de la señal al ser transmitida sobre el canal de comunicación y así minimizar los efectos de las deformaciones del canal sobre la calidad de la recepción.

Los canales de comunicación se pueden clasificar como *analógicos y digitales*, dependiendo de la señal básica al ser transmitida. Los *canales analógicos* pueden ser clasificados como voz, programas o canales de video dependiendo de su propósito de uso y del tipo de señal que llevará. Pueden ser caracterizados por su ancho de banda. Así un canal de voz puede ser llamado un canal de 4 KHz, mientras que un canal de transmisión puede ser de 48 KHz o 248 KHz. Los *canales digitales* son usualmente caracterizados por su velocidad en bits. Los canales con una velocidad de 64 Kbps, por ejemplo, son usados con frecuencias altas y pueden ser usados para transmitir simultáneamente varios canales de velocidad de bits bajas, aunque multiplexados.

Las *canales analógicos y digitales* pueden también ser clasificados como simplex, half-duplex o full-duplex. Los canales simplex transmiten en una sola dirección y son usados para transmisión de radio y raramente para la comunicación de datos (que generalmente requieren dos caminos de transmisión). Los canales de half-duplex pueden enviar en ambas direcciones pero solamente en una dirección en un momento dado. En otras palabras, proporcionan un camino de dos direcciones a la vez no simultáneamente. Los canales full-duplex permiten la comunicación simultánea, es decir se transmite y recibe al mismo tiempo.

• **Capacidad del canal de comunicación.**

En la práctica, un canal de comunicaciones representa una inversión financiera, y por lo tanto la meta de los ingenieros es derivar tanto como sea posible la inversión. En el caso de la transmisión digital se maximiza la *capacidad del canal*, la cual puede ser definida como la máxima velocidad a la cual la información puede ser enviada sobre el canal con una probabilidad de error pequeña.

Nyquist demostró que para la transmisión binaria  $2W$  bits/seg pueden ser transmitidos sobre un canal de ancho de banda  $W$  ( diferencia entre dos frecuencias  $f_2-f_1$ , donde  $f_2 > f_1$  ). En comunicación de datos, el término también es frecuentemente usado para denotar la velocidad de transmisión de bits que una línea puede pasar ) con la ausencia de ruido. En el caso general, si usamos  $m$ -arias ( $M > 2$  ) más que una transmisión binaria enviamos  $m$  diferentes y distinguibles señales en un solo momento, después con la ausencia de ruido tenemos que :

$$C = 2W \log_2(2M)$$

Donde:

C = capacidad en bits/segundo

W = ancho de banda del canal en Hertz

Así, si tenemos un canal de ancho de banda  $W$  de 3300 Hz, y con la ausencia de ruido podemos transmitir hasta 6600 bits/seg usando una transmisión binaria ( $M=2$ ). Sin embargo, si usamos un esquema de transmisión que tenga la posibilidad de enviar uno de 4 bits distinguibles en cualquier instante dado ( $M=4$ ), incrementaremos la capacidad del canal a 13200 bits/seg. Similarmente, si podemos enviar uno de 8 valores distinguibles en un momento dado entonces cada nivel en efecto representa el  $\log_2(8)=3$  bits, y la capacidad del canal llegará a ser 19800 bits/seg usando este esquema de transmisión. Para un canal de ancho de banda  $W$  es altamente deseable incrementar  $M$  en la ecuación de arriba para maximizar la capacidad del canal .

Shannon demostró que si una señal es enviada con una potencia  $S$  sobre un canal con ruido gaussiano (amplitud de señal de ruido, siguiendo una distribución gaussiana) de potencia  $N$ , entonces la capacidad  $C$ , del canal en bits por segundo es :

$$C = W \log_2 ( 1 + S/N )$$

Donde:

W = ancho de banda del canal



Esta es una de las leyes fundamentales de comunicación y da la máxima velocidad de señalización sobre un canal de comunicación en términos de tres parámetros que son conocidos o medibles. Podemos diseñar elaborados sistemas de codificación o técnicas de modulación, pero nunca podremos ser capaces de incrementar, a menos que incrementemos, ya sea el ancho de banda disponible, o la relación señal a ruido. Si tomamos los ejemplos previos de el canal con un ancho de banda de 3300 Hz y si asumimos una relación  $S/N=63$ , entonces la máxima velocidad posible en la cual los datos pueden ser transmitidos sobre este canal es  $3300 \log_2 (1 + 63) = 19800$  bits/seg, no importando cuantos diferentes niveles de señales nuestro esquema de transmisión pueda tener en cualquier momento dado. De hecho, para este canal en particular si tratamos de usar un esquema de transmisión con uno de dieciséis diferentes valores de señal al mismo tiempo para incrementar la capacidad del canal, entonces la ausencia de ruido, dará una capacidad de 26400 bits/seg. Sin embargo, con la  $S/N=63$ , la capacidad esta limitada a 19800 bits/seg, implicando que 16 valores diferentes no podrán ser distinguibles sobre este canal a menos que la relación  $S/N$  fuera incrementada, lo que podrá ser hecho incrementando la potencia de la señal transmitida.

En algunos medios físicos pueden ocurrir problemas durante la transmisión de la señal. Estas deformaciones son principalmente la distorsión (como una función de la distancia o de la frecuencia), el ruido eléctrico o retardo en la señal. El efecto de estos problemas es causar errores en los datos transmitidos a través del medio físico. Muchas de las técnicas para modificar la señal y codificarla antes de transmitirla se dirigen hacia la reducción de errores y su detección cuando ocurren.

El grado de atenuación y distorsión en una señal transmitida, están fuertemente influenciadas por:

- El medio de transmisión
- La velocidad de transmisión de los datos transmitidos
- La distancia entre los dispositivos que se comunican

Tanto la atenuación como la distorsión pueden ser cuantificadas considerando los diferentes tipos de medios de transmisión y la separación física de los dispositivos a comunicar.

Las señales pueden ser transmitidas sobre un canal de comunicación usando ya sea transmisión *banda base* o *banda ancha*.

### 2.1.3 TRANSMISION EN BANDA BASE.

En transmisión *banda base*, la información es enviada sobre el canal directamente sin modificación. En la transmisión *banda ancha* la información es modificada superponiendo a esta una señal de potencia alta, llamada portadora, la cual lleva la información sobre el canal. La transmisión en banda ancha o transmisión de portadora, como algunas veces es llamada usa técnicas de modulación, que se describen en la siguiente sección.

Debido a que no hay modificación en la información, los sistemas de transmisión de *banda base* pueden ser usados por señales analógicas o digitales. En la práctica, ellos requieren un conductor eléctrico o de luz para llevar la señal de banda base y son usados principalmente para transmisiones de distancias cortas. La simplicidad de la transmisión en banda base hace que esta sea muy común. La transmisión de señales entre componentes dentro de una computadora, y sus dispositivos periféricos locales, y un amplificador de audio y un micrófono son ejemplo de una transmisión en banda base. Otros incluyen transmisión sobre redes de área local en edificios o fábricas y sobre redes telefónicas.

De hecho de las relativas cortas distancias involucradas, el ancho de banda de canales banda base son relativamente grandes. La mayor limitación de tales canales incluye pérdidas de capacitancia, inductancia y resistividad, las cuales causan distorsión en las señales digitales.

La transmisión en banda base es el método en el que todo el ancho de banda disponible es usado para obtener una tasa de transmisión de datos alta (10 Mbps o más). Debido a la geometría del cable coaxial el efecto de interferencias es pequeño. En algunas aplicaciones, el cable es usado exclusivamente para la transmisión de datos entre dos sistemas (como la conexión punto a punto), mientras en otras el canal es compartido por un número de sistemas (por ejemplo, una configuración multipunto).

La Multiplexación por División del Tiempo (TDM, Time Division Multiplexing) es usada para compartir la capacidad disponible de un canal de transmisión de banda base. Los dos tipos de TDM usados son :

- 1) **Síncrona (o ciclo fijo).** Cada usuario tiene acceso al canal en intervalos de tiempo precisamente definidos (sincronizados).
- 2) **Asíncrona (o sobredemanda).** Los usuarios tienen acceso aleatorio al canal y sólo tiene acceso uno a la vez, siendo usuario exclusivo del canal durante la transmisión.

Existen sistemas de banda base o manejadores de línea y llevan la transmisión de datos sin una portadora modulada o demodulada. La señal digital es primero filtrada para reducir el contenido de frecuencias altas, y la señal modificada es transmitida directamente sobre la línea. Las señales de banda base son solamente capaces de ser transmitidas sobre distancias cortas, pero pueden alcanzar velocidades de datos hasta de hasta 19.2 Kbps.

## 2.1.4 TRANSMISION DE BANDA ANCHA.

Transmisión en banda ancha es el modo de transmisión en que todo el ancho de banda disponible es dividido para obtener un número de subcanales, con un ancho de banda muy pequeño sobre un sólo cable o una sola transmisión. Usando el método de banda ancha, se obtienen múltiples canales de transmisión desde una sencilla distribución de cable (coaxial) usando una técnica conocida como FDM (Multiplexación por División de la Frecuencia, Frequency Division Multiplexing), el cual requiere de un dispositivo conocido como *modem rf (modem de radio-frecuencia)* entre cada dispositivo conectado y el cable (el término de radio frecuencia es utilizado porque la frecuencia usada por cada canal está en el espectro de la radio frecuencia, pero fuera de eso los principios son los mismos que los descritos en el método de banda base). En la transmisión de banda ancha la frecuencia (portadora) seleccionada para transmitir es modulada con los datos para ser transmitidos y la frecuencia seleccionada por el receptor es demodulada y así obtener los datos que se reciben.

El ancho de banda requerido por cada canal es determinado por la velocidad de datos deseados y el método de modulación, este es típicamente entre 0.25 y 1.0 bit por Hertz. Así, por ejemplo, un canal de 9600 bps requeriría de un ancho de banda de 20 KHz y un canal de 10 Mbps alrededor de 18 MHz. Los principios del trabajo con banda ancha y los módulos que forman un *modem de rf* se muestran en la Figura 2.1(a).

Normalmente la modulación en un *modem* se realiza en dos fases. Primero una señal de frecuencia seleccionada es modulada, usando corrimiento de fase o de frecuencia. Después la señal modulada es mezclada (multiplicada) con una segunda frecuencia, así la señal trasladada en la frecuencia está en la frecuencia asignada para transmitir. Los filtros mostrados en la figura 2.1 (b) permiten solamente las señales asociadas con la banda de frecuencia asignada, para ser transmitidas o procesadas (sobre la entrada).

En la transmisión de banda ancha, la información es procesada y montada sobre una portadora que es más apropiada para la transmisión sobre un determinado canal. Esto es conocido como *modulación*, la cual se define como el proceso por el cual algunas características (por ejemplo amplitud, frecuencia, fase) de una portadora de onda es variada o modulada de acuerdo con el valor instantáneo o muestreo de la información al ser transmitida. La señal de información, la cual puede ser analógica o digital es llamada *la modulación de onda*, mientras que el resultado del proceso de modulación es llamado *onda modulada*. La demodulación restaura la señal modulada a su forma original en el receptor, en un principio las técnicas de modulación fueron usadas para la transmisión de radio.

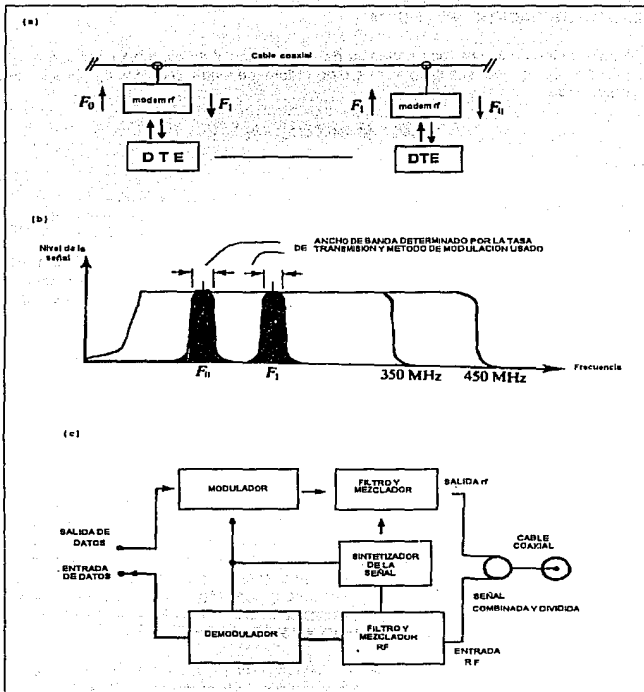


Figura 2.1 Principios de las comunicaciones por banda ancha: (a) diagrama de cableado, (b) ancho de banda (c) esquema de funcionamiento de un modem rf

### 2.1.5 MODULACION ANALOGICA

En modulación analógica, una portadora de onda senoidal es modulada por una señal analógica, como una señal de voz. La portadora de onda senoidal  $c(t)$  puede ser representada por:

$$c(t) = A_c \sin(2\pi f_c t + \theta_c)$$

donde:

$A_c$  = Es la amplitud de la portadora.

$f_c$  = La frecuencia portadora y

$\theta_c$  = La fase.

Los valores de  $A_c$ ,  $f_c$ ,  $\theta_c$ , pueden ser variados por el mensaje o modulando la señal  $m(t)$  para formar la onda modulada  $s(t)$ . En todos los casos, la frecuencia portadora  $f_c$  debe de ser mucho más grande que el más alto componente de frecuencia de la señal modulada  $m(t)$ .

**En modulación de amplitud (AM), la amplitud de la portadora es modificada de acuerdo con el mensaje  $m(t)$ .** Esto se hace agregando el producto de  $c(t)$  y una fracción  $k$  de  $m(t)$  a la portadora  $c(t)$  produciendo:

$$s(t) = c(t) + k m(t)c(t)$$
$$s(t) = A_c (1 + k m(t)) \sin(2\pi f_c t + \theta_c)$$

El valor absoluto de  $s(t)$  tiene la misma forma que  $m(t)$  dado que el valor absoluto de  $km(t)$  es siempre menor que uno. Llevando la transformada de Fourier de  $s(t)$ , este puede mostrar que consiste de dos bandas laterales simétricas cada una de ancho de banda  $m$  sobre cualquiera de los lados de la portadora de frecuencia  $f_c$ , donde  $m$  es el ancho de banda del mensaje  $m(t)$ . Consecuentemente, una de las bandas laterales es algunas veces removida a través de filtros para conservar el ancho de banda y la portadora es suprimida para reducir la potencia de transmisión. Esta variación de AM es conocida como modulación de portadora suprimida de banda lateral única (SSB/SC) y es comúnmente usada para transmisión de voz y datos sobre circuitos telefónicos.

**En modulación de frecuencia (FM) la amplitud de  $s(t)$  es constante, pero la frecuencia instantánea  $f_i(t)$  de la onda modulada  $s(t)$  cambia linealmente con la amplitud del mensaje  $m(t)$  y es dada por:**

$$f_i(t) = f_c + k_f m(t)$$

Lo cual produce:

$$s(t) = A_c \sin(2\pi (f_c + k_f m(t))t + \theta_c)$$

Donde  $k_f$  es una constante y determina la derivación de frecuencia máxima que puede ocurrir. En modulación de fase ( PM ), la amplitud y la frecuencia se mantienen constantes, pero la fase instantánea de la onda modulada  $s(t)$  cambia linealmente con  $m(t)$ , produciendo:

$$s(t) = A_c \sin(2\pi f_c t + k_f m(t))$$

Donde  $K_f$  es una constante y determina el corrimiento de fase máximo que puede ocurrir.

La modulación de amplitud y frecuencia son ampliamente usados para señales de radio. Una característica importante de la modulación de fase y frecuencia es que ellos son más inmunes a la interferencia y al ruido que la modulación de amplitud. Esta ventaja, sin embargo se realiza en los receptores más complejos y más caros y requiere un gran ancho de banda. La modulación de frecuencia y fase son un conveniente medio para lograr una mejora en el ruido a costa del ancho de banda. En la figura 2.2 se observan señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia.

## 2.1.6 MODULACION DIGITAL- ANALOGICA.

Hay tres técnicas de modulación analógica, justamente como mencionamos pueden también ser usadas para señales digitales. En el caso de señales digitales binarias, el proceso de modulación involucra codificación (conmutación) de la amplitud, frecuencia o fase de la portadora entre dos diferentes valores de acuerdo al mensaje. Esta es una forma de modulación digital-analógica y resulta en tres distintas técnicas conocidas como codificación por corrimiento de amplitud (ASK), la codificación por corrimiento de frecuencia (FSK), codificación por corrimiento de fase (PSK) que se muestran en la figura 2.3 y son ampliamente usadas en modem, los cuales permiten señales digitales para ser transmitidas sobre canales analógicos. La figura 2.4 muestra un esquema de modulación simple (o detección) para la codificación por corrimiento de amplitud. La señal recibida es rectificadora y reconstruida usando un filtro paso bajas, y después el mensaje es reproducido pasando la señal reconstruida a través de un circuito de disparo con el umbral correspondiente.

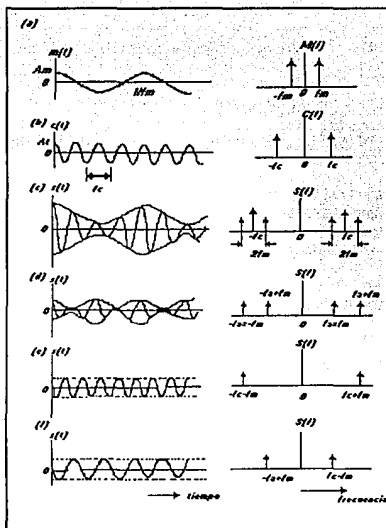


Figura 2.2 Señales en el dominio de la frecuencia y del tiempo.

### 2.1.7 MODULACION DE NIVEL MULTIPLE.

En la codificación por corrimiento de fase, la velocidad de bits es igual a la velocidad de señalización para que las bps y bauds sean iguales. En la señalización multinivel es posible usar más de dos valores de amplitud, frecuencia o fase para que cada señal enviada pueda contener dos o más bits de información codificada, dando una velocidad bit mayor que la velocidad de símbolos (bauds).

Un ejemplo en la señal de cuatro fases DPSK (diferencial PSK) usada en la recomendación de transmisiones de la CCITT V26bis para permitir la operación de modem hasta 2400 bps. Aquí, los cuatro cambios de fase emplean ( $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$ , y  $315^\circ$ ), en lugar de solamente dos, así que el cambio de fase de cada señal puede llevar dos bits de información (figura 2.4). Este esquema es frecuentemente conocido como codificación por corrimiento de cuadratura de fase. (QPSK), es decir:

$$x(t) = \begin{array}{ll} \text{Acos}(2\pi f_c t + 45^\circ) & \text{para el binario 00} \\ \text{Acos}(2\pi f_c t + 135^\circ) & \text{para el binario 01} \\ \text{Acos}(2\pi f_c t + 225^\circ) & \text{para el binario 11} \\ \text{Acos}(2\pi f_c t + 315^\circ) & \text{para el binario 10} \end{array}$$

Para reducir los errores de codificación en la transmisión un código Gray es aplicado en la que solamente un bit cambia de un estado al siguiente estado adyacente. Mientras que este esquema ha sido extendido a ocho bits (recomendación V27 CCITT), incrementando la velocidad de transmisión de 4800 bps, los nuevos incrementos están limitados al ancho de banda y niveles de ruido en la línea. Hay, de hecho, una relación directa entre la velocidad de información máxima, el ancho de banda y el ruido, lo que fue primeramente derivado por Shannon. Esta es la ley de Shannon-Hartley y es expresado en términos de la máxima capacidad teórica del canal C, como:

$$C = B \log_2 (1 + S) \text{ bps}$$

donde B es el ancho de banda del canal (Hz) y S es la relación señal a ruido (SNR). No obstante, el principio de codificación multinivel es visto para ofrecer un mejoramiento considerable en la eficiencia del ancho de banda, en relación a los primeros métodos ya mencionados.

Con el incremento en la velocidad de transmisión vienen grandes complejidades en el diseño de modem. En términos de velocidad de operación podemos categorizar los métodos de modulación como:

- ◆ velocidades bajas (hasta 300 bps) usando FSK
- ◆ velocidad media (hasta 1200 bps) usando DPSK
- ◆ velocidad alta (2400 bps o más) usando QAM

Cada una de estas velocidades relacionan una o más recomendaciones CCITT, las cuales no solamente definen los esquemas de modulación empleado sino también los parámetros claves los cuales deben ser conocidos para asegurarse de la operación compatible entre modem similares.



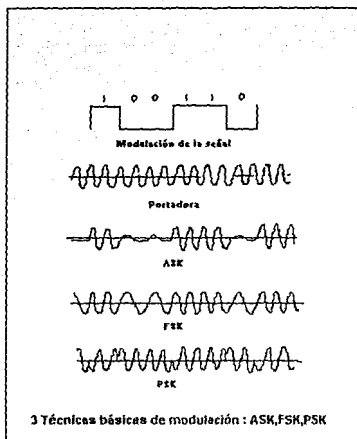


Figura 2.3 Modulación ASK, FSK, PSK

### 2.1.8 MODULACION DE CUADRATURA Y AMPLITUD (QAM).

Es el estándar implantado a 9600 bps y velocidades superiores y es una combinación de PSK y AM. QAM modifica tanto la amplitud (altura) como la fase de la señal, permitiendo codificar el doble de información en una onda que con el desplazamiento de fase. QAM es esencialmente una técnica de cuatro fases que utiliza dos señales de la misma frecuencia, pero defasada  $90^\circ$  entre sí. Para cada señal, se pueden aplicar cuatro niveles distintos de amplitud (A1, A2, A3, A4). Combinando dos señales defasadas  $90^\circ$  se pueden generar 16 condiciones distintas, representando 4 bits de información cada una de ellas. Con los dos niveles de señal, se pueden representar 32 condiciones. La modulación QAM codifica más información en una onda alcanzando un mayor rendimiento y obteniendo comunicaciones de datos más rápidos.

## 2.1.9 MODULACION POR CORRIMIENTO DE FASE

La codificación por corrimiento de fase (PSK) ha tendido a ser una forma muy exitosa de modulación para transmisión digital. El dato de la señal es usado para cambiar la fase de la frecuencia portadora,  $f_c$ , por una cantidad fija para que el 1 y 0 binario puedan corresponder a diferentes corrimientos de fase de la señal portadora. En PSK la fase de la señal portadora,  $\theta_c$ , es recorrida típicamente  $180^\circ = \pi$  radianes,

$$x(t) = \begin{array}{ll} \text{Acos}(2\pi f_c t + \pi) & \text{para 1 binario} \\ \text{Acos}(\pi f_c t) & \text{para 0 binario} \end{array}$$

Un número de variaciones sobre este esquema han sido desarrollado, han sido encontrado, por ejemplo, que PSK es susceptible a cambios de fase aleatoria y por lo tanto un método mejorado de modulación de fase es aplicado al corrimiento en la fase portadora de cada bit transmitido dependiendo de la lógica de estado del siguiente bit a ser enviado. Así un corrimiento de fase de  $90^\circ$  relativos a la corriente señal, indica que un 0 binario esta siendo transmitido, Mientras que un corrimiento de fase de  $270^\circ$  podría indicar un 1 binario. La detección es después obtenida cuando se determinan los cambios de fase en el muestreo consecutivo de la portadora.

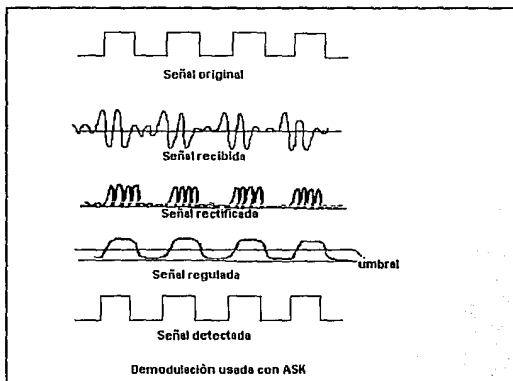


Figura 2.4 Demodulación ASK

### 2.1.10 MODULACION POR DESPLAZAMIENTO DE FASE DIFERENCIAL (DPSK).

Este tipo de modulación compara el ángulo de fase de la señal recibida con la señal recibida anteriormente. Un cambio de fase se interpreta como un 0 binario si la fase anterior se interpretaba como un 1, y así sucesivamente. Este método no requiere una señal de referencia.

### 2.1.11 MODULACION POR PULSO.

Todas las técnicas de modulación descritas previamente usan una onda portadora senoidal continua que es modulada por una señal digital o analógica. De hecho, la onda portadora continua de éstos, es algunas veces referida como *Técnica de Modulación de Onda Continua (CW)*. En la modulación por pulso, la portadora no es una onda continua pero un tren de pulsos periódicos cuya amplitud, duración o posición es variado de acuerdo con el mensaje. La modulación por amplitud por pulso (PAM la modulación por duración de pulsos (PDM) y la modulación por posición de pulsos (PPM) se ilustran en la figura 2.6.

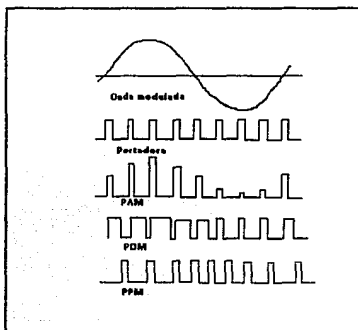


Figura 2.6 PAM, PDM y PPM usando una modulación de señal senoidal y un pulso portador.

### 2.1.11.a MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS

En la modulación por amplitud de pulsos (PAM) la amplitud del pulso puede asumir cualquier valor entre cero y el valor máximo. En modulación por codificación de pulsos (PCM) es derivado de PAM pero se distingue por agregarse a ella dos procesos en la señal, llamados cuantización y codificación, que se presentan antes de que la señal sea transmitida. La cuantización coloca de nuevo la amplitud exacta del muestreo con el más cercano valor de un límite de una amplitud específica. La amplitud muestreada es después codificada, y los códigos son transmitidos típicamente como códigos binarios. Esto significa que a diferencia de otras técnicas de modulación descritas hasta ahora, en PCM el muestreo tanto del tiempo y la amplitud están en forma discreta.

Representando un exacto muestreo de amplitud para uno de  $2^n$ , las amplitudes discretas introducen un error llamado ruido de cuantización que puede nulificarse usando un gran número de niveles de cuantización. Estudios han mostrado que usando 8 bits por muestreo para representar 1 de 256 niveles de cuantización dan una satisfactoria relación señal a ruido (S/N) para señales de voz. La velocidad del muestreo es usualmente determinada del Teorema del Muestreo, cuyos estados de una señal de banda base de energía finita, sin componentes de frecuencia mayores que  $W$  Hertz están completamente especificados por la amplitud de sus muestras llevadas en una velocidad de  $2W$ /seg. El corolario de los estados del Teorema del Muestreo mencionan que un canal de banda base analógico puede ser usado para transmitir un tren de pulsos independientes en una velocidad máxima que es dos veces el ancho de banda del canal ( $W$ ). Esto resulta ser importante en determinadas velocidades de muestreo apropiadas y anchos de banda para la conversión entre señales digitales y analógicas.

Aplicando el Teorema del Muestreo para señales de voz que están limitadas a 4000 Hz, encontramos que ellos necesitan ser muestreados a 8000 veces por segundo para estar completamente especificados. Usando PCM con 8 bits para representar 1 de 256 muestros de amplitud discretos,  $8 \times 8000$  o  $64000$  bits/seg, son requeridos para transmitir la señal de voz de 4000 Hz, si usamos el corolario del Teorema del Muestreo, encontramos que un canal con un ancho de banda de 32000 Hz es requerido para transmitir los  $64000$  bits/seg necesarios para especificar la señal de voz de 4000 Hz. Aunque es verdadero que PCM requiere más ancho de banda que una señal analógica de banda base (ancho de banda de 32000 Hz para una señal de voz de 4000 Hz en el ejemplo de arriba), esto es más que una compensación para lo siguiente:

- a) PCM tiene mucho mayor inmunidad al ruido.
- b) El diseño de repetidores PCM es relativamente simple
- c) La señal PCM puede ser completamente reconstruida en cada repetidor por un proceso llamado regeneración.
- d) PCM da una técnica de modulación uniforme apropiada para otras señales sobre muchos diferentes tipos de medios, incluyendo cable, cable coaxial, microondas y fibras ópticas.
- e) PCM es compatible con la multiplexación por división del tiempo.

## 2.1.12 MULTIPLEXACION.

Para establecer conexiones con un gran número de terminales o dispositivos, se requieren múltiples canales y estos necesitan ser transmitidos como un grupo si el costo de la comunicación es a un bajo costo. Una solución es usar técnicas de multiplexación ya sea en la forma de una red de computadoras, las cuales pueden ser consideradas como una forma de comunicación distribuida de tiempo compartido o con dispositivos con un mismo ancho de banda, o como un concentrador para combinar el tráfico de datos de un número de dispositivos dentro de una sola línea de transmisión sobre el medio de comunicación.

Dos dispositivos que se utilizan en la multiplexación son el **multiplexor** y el **concentrador**. Un **multiplexor** intenta mantener transparencia en los datos, de manera que los datos de entrada sean idénticos a los datos de salida, aunque éstos sean combinados con otros datos de otros canales. Un **concentrador**, puede operar también sobre los datos, así llevará algunos datos procesados sobre la señal o señales.

Hay dos alternativas básicas de multiplexación que son :

**Multiplexación por División de Frecuencia (FDM).** El ancho de banda de la señal disponible es dividida en secciones, utilizando cada sección un canal de comunicaciones.

**Multiplexación por División del tiempo (TDM).** El tiempo disponible para la transmisión es subdividido en secciones de tiempo, utilizando cada sección un canal de comunicación.

Estos dos métodos son utilizados ampliamente en transmisiones de **banda base** y **banda ancha**.

### 2.1.12.a MULTIPLEXACION POR DIVISION DE ESPACIOS.

La multiplexación por división de espacios, se refiere al agrupamiento físico unido, de muchos canales individuales o rutas de transmisión para ahorrar espacio físico. Un gran número de par de cables, cable coaxial o fibras ópticas son generalmente agrupadas juntas para formar un largo cable. Cada par de cables, fibra o cable coaxial en el cable principal es un canal de comunicación dando un gran ancho de banda. Con cada canal individual en el cable con capacidad de ser multiplexado por división de la frecuencia o en el tiempo, tienen suficiente ancho de banda para transportar 10,000 canales de voz en ambos sentidos en un cable con un diámetro menor de 3 pulgadas.

### 2.1.12.b MULTIPLEXACION POR DIVISION DE LA FRECUENCIA.

La multiplexación por división de frecuencia (FDM) divide el espectro de frecuencia de un gran ancho de banda de canal en muchos canales de comunicación de anchos de banda pequeños e individuales, las señales de éstos canales son transmitidas al mismo tiempo pero a una frecuencia portadora diferente. Bandas protectoras son necesarias entre los canales de frecuencia para reducir la interferencia entre los canales.

Quizás el más familiar ejemplo de FDM es la transmisión de radio. Varias estaciones ocupan diferentes frecuencias en el espectro de radio. Las señales usan modulación de amplitud o frecuencia para modular una portadora cuya frecuencia se localiza en la estación. Cambiando los circuitos en el receptor permite que la señal desde una estación sea separada desde otra. Las señales están en la forma de ondas electromagnéticas moduladas, usando la atmósfera como el canal de comunicación.

FDM para señales de voz sobre canales telefónicos es muy similar. En un extremo, un número de moduladores con frecuencia portadora difiere por 4000 Hz, modulando los diferentes canales en el canal de ancho de banda total. En el receptor final, un número igual de demoduladores cambian a la misma banda de frecuencia como el modulador recibiendo y demodulando la señal multiplexada dentro del canal correspondiente.

### 2.1.12.c MULTIPLEXACION POR DIVISION DEL TIEMPO.

Dos clasificaciones son necesarias en TDM, según se haga referencia al tiempo o a la longitud de los elementos transmitidos. Estas clasificaciones son:

	IGUALITARIO		BIT
TDM :	PONDERADO	TDM :	BYTE
	ESTADISTICO		BLOQUE

El tiempo se divide en periodos fijos, cada uno de los cuales se asigna a un canal. Si ésta asignación es según una ronda (lista circular) uniforme, tenemos el TDM igualitario.

En un instante  $t_1$  cualquiera, uno solo de los canales se encuentra transmitiendo y este utiliza todo el ancho de banda del medio utilizado. Como desventaja tiene la falta de simultaneidad. Como beneficio importante, el permitir un "infinito" número de canales, sacrificando el tiempo total del sistema.

Para el caso del TDM ponderado, se tiene que la ronda de canales no es uniforme, sino que, algunos canales se repetirán más veces que otros. De esta forma, se obtienen prioridades de transmisión diferentes para cada canal.

El **TDM estadístico (STDM)**, es una variante donde se trata de aprovechar los tiempos ociosos de las líneas de comunicaciones. En un ambiente interactivo normal, es bastante claro que las líneas estarán más tiempo ociosas que ocupadas. Si en el esquema FDM igualitario agregamos una pregunta a cada canal, antes de darle la oportunidad de transmitir tendremos un esquema STDM.

Otra clasificación del TDM es según la longitud de los elementos transmitidos. Se pueden multiplexar bits, bytes o bloques de longitud  $n$  bits, según sea el resultado que se pretende obtener. En general la multiplexación en bloques está asociada a la transmisión síncrona.

### 2.1.13 TECNICAS DE ACCESO MULTIPLE.

Los tres métodos de *acceso múltiple* comúnmente más empleados son:

1. Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA)
2. Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA)
3. Acceso Múltiple por División de Codificación (CDMA)

La principal diferencia entre los métodos de acceso múltiple son en que FDMA los usuarios múltiples comparten una porción del ancho de banda disponible y la potencia en una base continua, sin embargo en TDMA el ancho de banda completo y la potencia son usados por cada uno de los usuarios múltiples pero sólo para un intervalo de tiempo dado (ranura=slot). Para CDMA el ancho de banda completo es usado típicamente en una base continua por todos los usuarios, pero la potencia es compartida entre todos los usuarios.

#### 1. Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA).

El Acceso Múltiple por División de Frecuencia es empleado como *canal múltiple por portadora (MCPC, cada canal utiliza una portadora)*, en el que unos cuantos canales de información en banda base son multiplexados en división de frecuencia, y la señal resultante modula una portadora de radiofrecuencia; o como un *canal sencillo por portadora (SCPC)* en el que cada canal modula una portadora de *rf* por separado y las portadoras moduladas son sumadas.

#### 2. Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA).

La técnica de acceso empleada en muchos sistemas digitales de comunicaciones de satélites es el Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA). Esta técnica está basada en la división de tiempo de acceso entre todas las estaciones en la red y permite a cada estación usar el ancho de banda total del sistema y la potencia para transmitir una serie de datos binarios, en comandos, por la estación maestra.

### 3. Acceso Múltiple por División de Codificación (CDMA).

Una técnica, relativamente nueva, de acceso múltiple es el *Acceso múltiple por división de codificación*, también llamado *Acceso Múltiple Spread Spectrum*. Esto implica, que el ancho de banda de una señal CDMA se incrementa grandemente por el proceso de esparcimiento o dispersión. Sin embargo, el precio pagado en la expansión del ancho de banda es recompensado por una eliminación virtual de interferencia, permitiendo a todos los usuarios ocupar el ancho de banda total del sistema continuamente y un mejoramiento en la relación señal a ruido.

CDMA puede ser implementado en técnicas de Secuencia Directa, o Frecuencia Saltada del *spread spectrum*. La técnica de Secuencia Directa (DS-SS) es un buen candidato para las redes LAN donde los niveles de potencia entre las estaciones son relativamente iguales, y los tiempos de reloj pueden ser mantenidos. En esta área el proceso CDMA tiene costo efectivo para ciclos de trabajo bajos, promedios bajos de implementación de velocidad de datos. La eficiencia del costo existe, porque todas las señales usan la misma banda de frecuencia y no sufren de retardos de retransmisión causadas por colisiones, y son iniciadas sin reservaciones de slot (ranura).

Cada señal de CDMA consiste de una secuencia binaria pseudoaleatoria la cual modula la portadora, esparciendo el espectro de la forma de onda. Un gran número de señales CDMA comparten el mismo espectro de frecuencia. Si uno busca en CDMA ya sea en dominio del tiempo o la frecuencia, las señales de acceso múltiple parecen estar en la parte superior de cada una de ellas. Las señales son separadas en el receptor usando un correlator el cual acepta solamente señales de energía de la secuencia binaria seleccionada y las descompacta de su espectro. Las otras señales de los usuarios, cuyos códigos no concuerdan no son descompactadas en el ancho de banda y como resultado, contribuyen solamente al ruido. El radio señal-a-interferencia es determinado por el radio de la potencia deseada de la señal, la suma de la potencia de otras señales mejoradas por el sistema de "procesamiento de ganancia", enviada al radio del ancho de banda esparcido a la velocidad de los datos en banda base. Si todas las señales llegan al mismo nivel de potencia, el radio de interferencia -señal es simple y aproximadamente igual al número de señales.

Un sistema CDMA también puede ser una técnica híbrida de FDMA y CDMA, donde el ancho de banda del sistema total está dividido en un conjunto de canales de bandas anchas, cada una de las cuales contiene un gran número de señales CDMA. Técnicas híbridas de TDMA y CDMA también son posibles.



## **2.2 METODOS DE TRANSMISION.**

### **2.2.1 TRANSMISION SINCRONA Y ASINCRONA.**

La modalidad de transmisión denota la existencia o no de una irregularidad o intervalo no constante entre dos eventos consecutivos que ocurren en una línea.

#### **2.2.1.1 Transmisión asíncrona.**

Se llama de esta manera a aquel caso en que no existe sincronismo a nivel de mensaje pero sí existe sincronismo a nivel de carácter.

El tiempo transcurrido entre dos caracteres consecutivos no es constante ni determinable. Depende de sucesos incontrolables, tales como el de construir la digitalización consecutiva de dos teclas por un operador. Sin embargo, el tiempo asignado a un bit es siempre el mismo, y por lo tanto, también son iguales los intervalos  $A_1 A_2 A_3$ .

Para **sincronizar** el byte, se utilizan dos bits de control. Se les llama bits de **START/STOP** y por ese motivo a esta modalidad de transmisión, se le llama modalidad **START/STOP**.

El bit de **START** indica al circuito receptor que a continuación vienen datos y que por lo tanto comience a pedir los períodos  $t$ .

El bit de **STOP** informa de la finalización de los datos. En algunos casos se utiliza más de un bit de **STOP**. Ambos bits son insertados y eliminados por los adaptadores de comunicación.

#### **2.2.1.2 Transmisión síncrona.**

Se llama transmisión síncrona al caso cuando existe sincronismo a nivel de mensaje, esto es, cuando existe regularidad entre los caracteres de un bloque.

Las principales características de la transmisión síncrona son :

- Los datos se almacenan temporalmente en un registro ("buffers") antes de su transmisión. Cuando todo el bloque ( mensaje ) esta listo, se intenta su envío.
- Por lo tanto, los datos se transfieren en bloques y no carácter a carácter.
- Los pulsos de sincronización de un modem regulan el espacio de los bits, no el adaptador.
- Existe un esquema definido y uniforme para la transmisión de los bits del mensaje.
- No se usan bits **START/STOP** , por lo que el largo total es generalmente menor.
- Comúnmente las transmisiones de datos síncronas permiten mayores velocidades que las asíncronas.

## 2.3 METODOS DE CODIFICACION.

La codificación para la transmisión de señales digitales, consiste de una secuencia de pulsos discretos discontinuos o bits de datos. Cuando estos son codificados son referidos como elementos de la señal. En el caso más simple, hay una correspondencia uno a uno entre bits y elementos de la señal, en la que, por ejemplo, un 0 binario es representado por voltaje de nivel bajo y un 1 binario por un nivel de voltaje alto. Algunas de los métodos de codificación más comunes son :

- a) No-retorno a cero NRZ
- b) Retorno a cero RZ
- c) bi-polar
- d) bi-fásico (codificación Manchester)

### 2.3.1 CODIFICACION NO RETORNO A CERO (NRZ).

La codificación no retorno a cero NRZ, fig. 2.5(a) mantiene un nivel de voltaje constante durante un intervalo de bit. Este es el método de codificación más simple para generar y hacer un uso eficiente del ancho de banda disponible. Este presenta algunas dificultades en su uso, sin embargo, la codificación de la forma de onda tiene un componente significativa de DC, la que es un problema en la conexión. Posteriormente , NRZ tiene pocas transiciones en cero, desde las cuales una señal de tiempo podría derivarse. Una larga cadena de unos, por ejemplo, podría ser difícil de detectar en la presencia de un flujo de voltaje en el receptor o en el transmisor. Dos variantes de la codificación NRZ se usan. Estos son, NRZ-M en el que el nivel es cambiado sólo cuando una transición desde una marca a un espacio ocurre, y NRZ-S para una transición desde un espacio a una marca. Este resulta en una transición de nivel para cada bit y efectivamente remueve la componente de DC. Sin embargo, el ancho de banda es considerablemente incrementado con éstos métodos, haciendo la codificación menos eficiente.

### 2.3.2 CODIFICACION RETORNO A CERO (RZ).

Como se muestra en la figura 2.5(b) la codificación RZ proporciona un nivel de retorno a cero en la mitad del periodo del pulso. Este resulta en una velocidad simbólica (en baudios) de  $1/(2T)$  el cual así difiere de la velocidad bit  $1/T$  (en bps) donde T es la duración del bit. Aunque RZ habilita una serie continua de unos, será más fácilmente detectable. Esto no soluciona el problema con la transición de una cadena de ceros, la cual todavía se está transmitiendo como un nivel simple. Este método da como resultado un incremento del ancho de banda para la transmisión.

### 2.3.3 CODIFICACION BI-POLAR.

El tercer método, figura 2.5(c) es conocido como codificación bipolar y exitosamente sobrepasa las dificultades que presenta la codificación RZ, aquí la polaridad de pulsos alternados representando 1's digitales son invertidos, no importando el número de ceros entre ellos. Este código también es conocido como una **codificación de inversión de marca alternante**. El valor promedio de la señal es ahora 0 y de aquí que no haya componentes de DC. Este método mantiene un nivel de voltaje constante durante un intervalo-bit.

Una desventaja significativa de la codificación bipolar es que una secuencia larga de ceros inhibirá el trabajo de circuitos de recuperación de tiempo.

### 2.3.4 CODIFICACION BIFASICA (CODIFICACION MANCHESTER).

Una alternativa a la codificación bipolar es la codificación bifásica, la cual solamente requiere dos niveles de codificación, siendo más fácil de implementar que la codificación bipolar, la cual es esencialmente una codificación ternaria ( 3 niveles). Diferentes versiones de éste método existen de las cuales, la más comúnmente usada es la llamada **codificación Manchester**. Esta requiere 2 transiciones para cada bit y de aquí que requiera un incremento del ancho de banda sobre la codificación NRZ. Este tiene, sin embargo, una mejora en los problemas de codificación NRZ y RZ, sin la complejidad de una lógica de decodificación bipolar de alta densidad. Como se muestra en la figura 2.5.d, el intervalo de tiempo disponible para cada dígito es dividido en dos mitades con un nivel de transición siempre ocurriendo en el centro. Así un bit es transmitido como un nivel cero, seguido por un nivel 1, y un bit 0 como un nivel 1 seguido por un nivel 0. Una ventaja considerable de éste esquema es que hay una transición predecible durante cada bit, el receptor puede sincronizarse sobre la transición. Por esta razón la codificación bifásica es conocida como codificación de auto-reloj. La codificación Manchester es ampliamente usada en las comunicaciones de computadoras, particularmente en redes LAN, ya que esta es más barata y más fácil de implementar que las opciones anteriores.

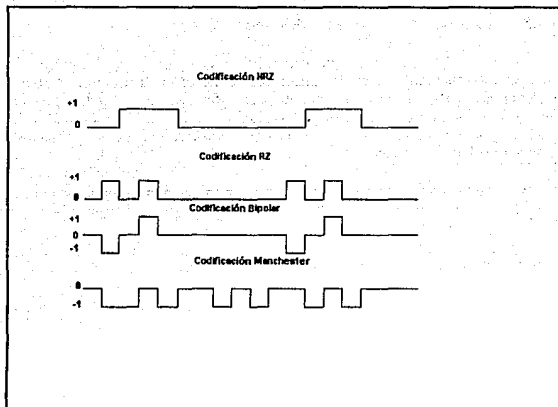


Figura 2.5 Métodos de codificación

## 2.4 ORGANIZACIONES EN EL ESTABLECIMIENTO DE ESTANDARES E INTERFACES.

Debido a la existencia de un gran número de estándares que fueron aprobados para redes públicas de datos, no existía un plan o estructura que sirviera de patrón para determinar que estándares eran necesarios y qué aspectos de los sistemas de información distribuida eran cubiertos en forma apropiada; y dado que los estándares de comunicación de datos que iban apareciendo cubrían únicamente requerimientos y necesidades inmediatas, se inició la estandarización de las arquitecturas de red. Debido a esto, fueron apareciendo una gran variedad de organizaciones, todas con un punto de vista diferente en el área de las redes de computadoras y/o las comunicaciones. Desde el punto de vista internacional de la UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (ITU, International Telecommunication Union), una agencia de las Naciones Unidas se coordinaron varios estándares de comunicaciones, incluyendo radio, teléfono y comunicaciones de computadoras.

Estos estándares parten de organizaciones como :

- **CCITT.-** Consultative Committee on International Telegraph and Telephone (Comité Consultivo Internacional para Telegrafía y Telefonía ). Se limita a normas de comunicaciones sobre redes telefónicas y telegráficas, como redes públicas. Sus miembros son representantes de las administraciones de las compañías telefónicas y telegráficas y su interés radica en la necesidad de utilizar normas internacionales para comunicarse de un país a otro.

Las normas de teleinformática más conocidas, aparte de las empleadas para modular señales, son:

- **V.24** Para la conexión de una terminal a la vez, que se emplea universalmente para la comunicación física entre terminales y computadoras.
- **X.21,X.35** Para la comunicación física de terminales a las redes de comunicación de paquetes.
- **X.25** Para la comunicación entre computadoras a través de una red de conmutación de paquetes con topología de malla.
- **X.75** Para la interconexión de redes X.25, empleadas en los enlaces internacionales de las redes de conmutación de paquetes y en general por los terminales conectados a la red mediante varios enlaces.
- **X.3,X.28,X.29** La triple X empleada para comunicar terminales en modo carácter a redes en modo paquete.
- **S.70,S.62** Protocolos de transporte y sesión, respectivamente para la comunicación entre terminales TELETEXT.
- Otros estándares son el V.32, que es una recomendación la comunicación de Redes Públicas Telefónicas Conmutadas (PSTN, Public Switched Telephone Network), I.431,441 y 451 para acceder a la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN, Integrated Services Digital Network).
- **ECMA** European Computer Manufacturers Associations (Asociación Europea de Fabricantes de Cómputo).
- **IEEE** Institute of Electronic and Electrical Engineers (Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos).

Su contribución en el área de las redes es la norma 802 que abarca tres aspectos de la comunicación que corresponden a los tres niveles inferiores del modelo ISO más el medio físico de conexión.

• **IFIP Fundación Internacional para el Proceso de la Información.**

Formada por científicos, esta orientada a proporcionar el soporte técnico previo a la confección de una normativa internacional por parte de otras organizaciones más prácticas.

• **ISO International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización).**

Es una federación de organismos de normalización que se ocupa de la elaboración de recomendaciones internacionales, a partir de propuestas de los países miembros y otros organismos profesionales. Sus trabajos se organizan en comités técnicos, por grandes áreas de trabajo y éstos a su vez se subdividen en subcomités para el estudio de temas específicos.

• **ITU International Telecommunications Union ( Unión Internacional de Telecomunicaciones).**

Fundada en 1855 con el principal objetivo de generar estándares en las telecomunicaciones. En 1947 las Naciones Unidas la convierte en su agencia especializada en telecomunicaciones. La ITU produjo estándares hasta que la velocidad de desarrollo de la tecnología la rebasó, delegando la estandarización en otras organizaciones como la CEPT y CCITT.

Los objetivos de esta organización son :

- ◆ establecimiento de estándares técnicos en estas áreas.
- ◆ Promover el uso eficiente del escaso equipo de telecomunicaciones existentes.
- ◆ Incrementar el crecimiento de las telecomunicaciones en los países en vías de desarrollo.
- ◆ Son miembros de esta organización 165 países, en su mayoría representados por los ministerios encargados de las telecomunicaciones. Pueden asistir a sus reuniones otras organizaciones, algunas con voto otras sin él.

• **IEC International Electrotechnical Committee (Comité Internacional Electrotécnica).**

Esta organización es la hermana gemela de la ISO y se dedica a generar estándares de ingeniería eléctrica y electrónica.

• **INTUG International Telecommunications User Group (Grupo Internacional de Usuarios de las Telecomunicaciones).**

Esta organización se fundó en 1974 y representa a los usuarios de los productos de telecomunicaciones. Su función es estar presente en otras organizaciones para cuidar sus intereses.

• **En Europa.** La Comunidad Económica Europea ha designado al **Directorate General XIII** como el responsable de las telecomunicaciones, la industria de la información y de la innovación. Sus objetivos son :

- ♦ Crear en Europa una infraestructura de telecomunicaciones que cumpla con los requerimientos de la misma.
- ♦ Promover el crecimiento de los servicios de telecomunicaciones para que sea efectivo y económicamente viable.
- ♦ Lograr que la industria de telecomunicaciones Europea sea competitiva con respecto al resto del mundo.
- ♦ El **Directorate General XIII** en 1990 propuso que se formara una organización reguladora de estándares (**European Standardization Organization, ESO**) que inspeccionará labores de las organizaciones estandarizadoras en Europa (**CEN/ELEC y ETSI**).

• **CEPT Conference European des Administrations des Postes es des Telecommunications.**

Es una organización gubernamental multinacional formada en 1958 con el propósito de armonizar estándares. En 1988, encomendó a la **ETSI** las labores de estandarización en telecomunicaciones.

• **ETSI European Telecommunication Standard Institute.**

Es una organización independiente cuyo principal objetivo es promover los estándares de telecomunicaciones aunque también es de su interés la tecnología de información. Los objetivos de este instituto son :

- ♦ Completar estándares mundiales, de acuerdo con lo que Europa necesita, escogiendo una sola opción entre los posibles estándares.
- ♦ Anticipar los estándares mundiales adoptando los estándares Europeos.

- ◆ Preparar una posición Europea haciéndose presente en los estandarizadores internacionales (ISO, CCITT, etc.).
- ◆ Los miembros de la ETSI pueden ser de seis tipos distintos : administraciones públicas de cada país, fabricantes ( el mayor número de miembros), usuarios y grupos de usuarios, proveedores de servicios privados y organizaciones de investigación. Dentro del ETSI existen doce comités especializados, que permiten armonizar la tendencia Europea con los estándares internacionales. El ETSI, en su afán por no quedarse atrás de la tecnología, genera unos estándares interinos conocidos como Interim European Telecommunications Standards; IETS , que provee de una norma bajo la cual trabajar, pero que requiere mayor desarrollo.
- CENELEC Committee European de Normalization Electrotechnique (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica).

La CEN y la ELEC son estandarizadores que trabajan en conjunto con otros organismos (IEC e ISO) para formar las normas Europeas Europaische Norm.

## 2.5 MEDIOS DE TRANSMISION.

La transmisión de una señal eléctrica requiere del uso de un medio de transmisión, el cual normalmente toma la forma de una línea de transmisión. En algunos casos esta consiste de un par de cables conductores. Otras alternativas son: un haz de luz guiada por una fibra óptica o por medio de ondas electromagnéticas propagadas a través del espacio libre.

Los diferentes tipos de cable incluyen el cable de par trenzado sin blindar (UTP), cables de par trenzado blindado (STP) y cable coaxial. Estos cables están formados por un centro de cobre sólido o trenzado rodeado con un blindaje y un forro de polivinil. La fibra óptica es la nueva tecnología y transmite señales de luz a través de un centro de vidrio puro.

Las señales que viajan a través del espacio libre, son ondas electromagnéticas que radian libre y continuamente en el espacio por distancias muy largas. Una variedad de radiofrecuencias son usadas para transportar señales de comunicación de datos desde el transmisor hacia el receptor e inversamente. Las frecuencias más comunes son las microondas y los satélites , el uso privado de éstos medios son muy costosos y generalmente están limitadas para grandes organizaciones. La transmisión por infrarrojo proporciona una solución menos costosa para este tipo de comunicación.

El tipo de medio de transmisión es importante dado que determina el número máximo de bits (dígitos binarios) que pueden ser transmitidos por segundo (bps).



## 2.5.1 MEDIOS FISICOS DE COMUNICACION ALAMBRICA.

Los medios de transmisión alámbricos más comunes son :

### 2.5.1.1 CABLE DE PAR TRENZADO.

Es el más simple de los medios de transmisión y consiste de un par de conductores, en el caso de comunicación de equipos a veces toma la forma de un cable plano que contiene varias líneas y un cable común de retorno. Sin embargo, este es extremadamente susceptible a inductancias o capacitancias que inducen ruido en las señales desde líneas contiguas o fuentes de radiación externa (por ejemplo líneas de potencia ). Al utilizar cables de par trenzado se puede obtener inmunidad al ruido, ya que la proximidad que existe en las líneas de par trenzado hace que cualquier interferencia sea inducida simultáneamente en ambos cables, por lo que cualquier diferencia que haya en la señal existente entre el par de cables es reducida.

Los cables de par trenzado tienen un amplio uso en las Redes Públicas de Datos o Redes de Area Local, donde la longitud del cable es corta. Este medio de transmisión ha sido usado en forma exitosa en transmisiones digitales en distancias arriba de los 15 Kms. La atenuación en un cable depende de la frecuencia así como de la distancia.

Cuando se transmiten señales analógicas es necesario incluir amplificadores para aumentar la señal cada 5 o 6 Kms. Hay dispositivos que tienen una entrada/salida lineal para reproducir fielmente en la salida una versión amplificada de la señal de entrada. Con señales digitales, se requieren equipos repetidores cada 2 o 3 Kms. Un repetidor difiere de un amplificador en que la señal es amplificada (y la amplificación necesariamente es lineal) y después es truncada y llevada hasta un nivel fijo, para proporcionar una copia del pulso de entrada, pero teniendo una forma de onda característica más rectangular.

Sin embargo hay casos en que aún teniendo conductores de par trenzado, quedan algunos efectos inductivos, particularmente producidos por otros cables de par trenzado que transmiten otras señales. Este problema es conocido como *cross-talk* y es un problema que se presenta en sistemas analógicos. Los cables de par trenzado están limitados en la velocidad de transmisión, particularmente en distancias largas y una tasa de transmisión de unos pocos de millones de bits por segundo.

Existen dos tipos de cable de par trenzado : a) cable de par trenzado sin blindar y b) cable de par trenzado blindado.

- a) **Cable de par trenzado sin blindar** ( Unshielded Twisted Pair, UTP). Los conductores UTP (Figura 2.6) están protegidos por un forro de cloruro de polivinil (Polyvinil chloride, PVC) o plenum (teflón y halar). El PVC es una cubierta peligrosa ya que libera gases letales de cloruro, inflamable. El plenum es una alternativa más segura que el PVC, sin embargo es más costoso. Dependiendo de la localización física del cableado se decide qué tipo de cable se deberá usar. El cableado de PVC está limitado para ser conducido por tuberías o ductos solamente. El plenum, por otro lado puede ser instalado libremente por paredes techos y pisos.

Las dimensiones de los conductores, de acuerdo con el AWG (American Wire Gauge, Calibre Americano de Cable), el estándar para redes LAN es del 22 AWG al 24 AWG típicamente; la tasa de transmisión más alta requiere de un calibre más grande (22 AWG) o de un conductor con características eléctricas más eficientes.

En la selección del UTP es necesario considerar las siguientes tres características:

- **Atenuación.** La atenuación representa la reducción en amplitud de una señal que es transmitida por UTP. La atenuación afecta directamente a la NIC ( Interfaz de comunicación de la red, Network Interface Communication) para distinguir entre una señal real y el ruido EMI ( Electromagnetic Interference, Interferencia electromagnética). Típicamente esta especificación representa las pérdidas en decibeles en una frecuencia específica sobre 100 o 1000 pies. Por ejemplo: 3.0 db@1.000 pies@ 16 MHz.
- **Capacitancia.** La capacitancia es la capacidad de un cable para almacenar cargas eléctricas y resistencia de cambios de voltaje. Estos cambios en el voltaje producen las señales digitales que son transmitidas de NIC a NIC. Altos niveles inaceptables de capacitancia pueden distorsionar la transmisión digital e impedir que la NIC interprete las señales.
- **Crosstalk.** Es la reducción de la señal debido a ruido EMI (Electromagnetic Interference, Interferencia electromagnética) desde otros conductores. Como su nombre lo indica es el cruce de una señal de un conductor o par de conductores a otro. Para minimizar este fenómeno se aconseja aislar el cable de transmisión de cables telefónicos, de alarmas o líneas de potencia.

- b) **Cable de Par Trenzado Blindado.** (Shielded Twisted Pair, STP). Es igual en varios aspectos al UTP, excepto porque el STP tiene un blindaje que protege al cable. El blindaje generalmente es de aluminio con poliéster y está localizado entre la cubierta del cable y el conductor central. Al añadir el blindaje de protección al STP hace que el cable sea más robusto. El blindaje aísla los conductores del ruido EMI y para que este no tenga efectos el cable debe aterrizarse a un extremo del mismo. La tierra debe aislarse para asegurar que no produce señales desconocidas hacia el medio.

En general el cable telefónico viene en conjuntos típicos de 2, 3, 4, 6, 12, 16 y 25 pares de cables torcidos, sin embargo, para redes locales de tipo UTP sólo se necesitan dos pares de cable para conectar a cada nodo de la red.

Las causas de falla de cables generalmente se deben a factores humanos (una ruptura accidental) y raras veces a factores ambientales, debido a que la vida útil de un cable bien instalado y protegido supera los 10 años.

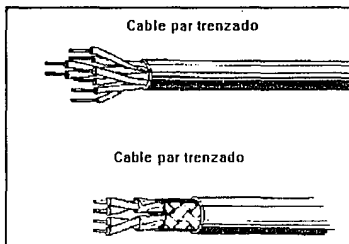


Figura 2.6 (a) Cable de par trenzado sin blindar (UTP)  
(b) Cable de par trenzado blindado (STP)

IBM ha clasificado en diferentes tipos el cable STP, para conexiones de sus equipos, que son :

- Tipo 1.* Es el STP más común y está formado de dos cables trenzados de calibre 22 AWG de cobre sólido, trenzado con una pantalla metálica en forma de T y un trenzado blindado.
- Tipo 2.* Es una combinación de cable telefónico y de datos; está formado de dos pares trenzados de calibre 22 AWG para redes locales y de 4 pares de calibre 22 AWG.
- Tipo 3.* Es esencialmente un cable de par trenzado con las características del segundo nivel.
- Tipo 5.* Cable de fibra óptica; contiene dos fibras ópticas de 100/140 micras.
- Tipo 6.* Es una versión mejorada del tipo 1, es utilizado para conectar paneles entre MAU adyacentes. Usa dos pares de conductores de calibre 26 AWG (no sólidos) con un blindaje trenzado y una cubierta de PVC.
- Tipo 8.* Es un cable plano especial diseñado para ser instalado bajo alfombras; tiene un grosor máximo de 0.090 pulgadas. El tipo 8 consiste de 4 conductores paralelos de calibre 26 AWG .
- Tipo 9.* Es el medio más pequeño de IBM y tiene un diámetro externo de 0.210 pulgadas, nominal. Usa dos pares de conductores de calibre 26 AWG, trenzado individualmente con una pantalla de aluminio y un tejido de cobre estañado.

Los cables UTP y STP para redes de tipo Ethernet y Token Ring deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tener una impedancia entre 85 y 115 ohms a 10 Mhz.
- Presentar una atenuación máxima de 11 dB/110 metros a 10 MHz o una atenuación máxima de 7.2 dB/110 metros a 5 MHz.

Algunos ejemplos de cable UTP comercial son :

- Tipo 3 ANSI/ICEA S-80-576-193
- AT&T DiW 24/4 (D-Inside Wire)
- BellSystems 48007
- No. 22 AWG o No. 24 AWG
- Systimax 2061

y de cable STP:

- Tipo 1 de IBM
- AT&T 1105 002AW1000
- AT&T 1105 012AR9800
- AT&T 1261 004A
- Ericsson H.9522 24.03.
- PrestoLite D0424PA-GY02

En resumen, los cables telefónicos tienen como principales ventajas:

- Tecnología conocida.
- Facilidad y rapidez de instalación
- Compatibilidad con Ethernet, Token Ring y Starlan
- Ancho de banda de 10 Mbps
- Distancia de hasta 100 metros con cables UTP y de hasta 500 metros en caso de cable STP
- Excelente relación de precio-rendimiento
- El precio promedio del cable UTP es menor que el de STP
- Buena tolerancia a interferencias debidas a factores ambientales.

### **2.5.1.2 CABLE COAXIAL.**

El cable coaxial está formado por dos conductores que corren bajo el mismo eje. El conductor interior es de cobre sólido de calibre 20 o 21 AWG o algunas veces de cable trenzado. El conductor central está encerrado en uno de tres clases de material: espuma, PVC o teflón. Este encapsulado ayuda a aislar el conductor central del conductor externo. El cable central, aislado, y protegido con una malla metálica es después encapsulado en un conductor trenzado o un malla metálica externa. La funda puede ser de PVC o plenum, figura 2.7

El cable coaxial tiene las mismas características eléctricas que el UTP y tiene más capacidad comparativamente, con respecto a capacitancia y atenuación. El cable coaxial es clasificado por su *impedancia*, que es una medida de la oposición del cable al flujo de la señal .

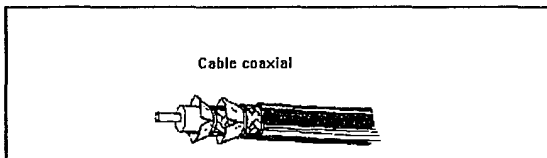


Figura 2.7 Vista interior y exterior del cable coaxial

Los cables coaxiales pueden ser de varios tipos y anchos. Sin embargo, su principal característica es que pueden transportar una señal eléctrica a mayor distancia entre más grueso es el conductor. El cable grueso suele ser más caro y menos flexible. Por tal razón, cuando tiene que colocarse en instalaciones en donde ya existen canales para cableado o conductos con espacio reducido y, sobre todo, limitado en las esquinas o dobleces, resulta más conveniente utilizar el cable delgado debido a que las nuevas instalaciones de ductos para cable por lo general son muy costosas. Esto puede ser un factor determinante para la implantación de una red local.

Con el cable coaxial se maneja un ancho de banda mayor al del par trenzado, habilitando tasas de transmisión digital arriba de 140 Mbps en distancias cortas. A fin de lograr bajas pérdidas en la transmisión es necesario utilizar cable de un diámetro grande, éstas pérdidas se producen debido a las altas frecuencias de corriente concentradas cerca de la superficie del conductor. Debido al llamado *efecto de piel*, un incremento en el diámetro del cable es requerido si el efecto de área seccional del conductor se mantiene. Un cableado coaxial proporciona una reducción en el efecto de cross-talk, comparado con el cable de par trenzado. Esto se debe el campo magnético y eléctrico se atenúan al aterrizar la cubierta metálica externa.

El cable coaxial puede ser utilizado para diferentes tipos de tasas de transmisión digital, arriba de 10 o 20 Mbps sobre varios cientos de metros. Para transmisiones en redes LAN, los dos tipos de cable coaxial que son utilizados en la actualidad son cable de 75 Ohms y de 50 Ohms, los que son llamados cables coaxiales de *banda ancha* y *banda base*, respectivamente.

En las redes de tipo Arcnet el cable que comúnmente se utiliza se conoce como cable coaxial delgado RG/62 , el cual tiene una impedancia de 90 ohms, un diámetro de 0.2 pulgadas y permite transmitir una señal sin necesidad de repetidores hasta una distancia efectiva de 100 metros. Las redes Ethernet de tipo bus se pueden implantar con dos tipos de cable coaxial delgado RG58/AU de 50 ohms, 0.2 pulgadas de diámetro y permite transportar una señal hasta 300 metros, también sin el uso de repetidores. La segunda alternativa es mediante la implantación del cable coaxial grueso de 50 ohms IEEE 802.3, de 0.4 pulgadas de diámetro que permite manejar señales hasta 500 metros sin presentar algún tipo de atenuación que produzca errores en la comunicación.

En general la alternativa de colocar cables coaxiales en redes locales tiene un relación de costo-beneficio muy buena.

En resumen, las principales ventajas de este tipo de cable son :

- Transmisión de voz, video y datos.
- Fácil de instalar
- Compatibilidad con Ethernet y Arcnet
- Ancho de banda de 10 Mbps
- Distancias de hasta 600 metros sin necesidad de repetidores
- Muy buena tolerancia a interferencias debidas a factores ambientales
- Costo del cable delgado es menor que el cable grueso.

Contrastando con el corto ancho de banda de que se dispone en una conexión de una red telefónica analógica conmutada, en un cableado coaxial puede ser de hasta 350 MHz. Este ancho de banda potencialmente alto, se puede obtener usando dos tipos de transmisión: **banda ancha y banda base.**

### 2.5.1.3 CABLE DE FIBRA OPTICA.

La tercera tecnología de cables que se utiliza en las redes locales es la fibra óptica . Normalmente se emplea por tres razones básicas: para aquellos casos en donde las grandes distancias son un factor determinante para la implantación de una red ; cuando se requiere una alta capacidad de aplicaciones de comunicaciones y cuando el ruido o cualquier tipo de interferencia son a considerar.

Las fibras ópticas son filamentos de vidrio de alta pureza, fabricados con silicio ( $SiO_2$  ) y concentraciones de boro y fósforo. La combinación de estos elementos es controlada por computadoras, para garantizar que el núcleo, que es la guía de onda luminosa, sea uniforme. De este modo se evitan desviaciones del haz luminoso o impurezas en el producto terminado. En su fabricación se elimina por completo la presencia de aire, pues la generación de burbujas redundaría en distorsiones de la señal enviada. Las máquinas utilizadas para su fabricación también se encargan de hacer los finísimos hilos transportadores de las señales luminosas. Para el empalme se usan resinas y acrílicos, lo que le da a los conductos mayor pureza. Los cables que cubren las fibras pueden ser secos o estar rellenos de alguna sustancia hidrófuga (que los protege de la humedad), el silicio se encuentra en la arena de mar.

Los dos tipos de vidrio de los que se compone la fibra óptica, tienen diferentes índices de refracción, uno para la parte interior y otro para la parte exterior. Esta diferencia en la refracción, previene que la luz penetre en una parte de la fibra óptica hasta la parte exterior, evitando así la pérdida de la información. La fibra óptica, a su vez, se encuentra cubierta por una placa aislante y protectora en la parte exterior para darle mayor integridad estructural al cable. Es, sin embargo, extremadamente flexible ya que se pueden realizar giros de hasta 360 grados sin problemas de afectación en el cable.

El diámetro de la fibra interior más comúnmente usado es de 62.5 micras y la de la fibra exterior de 125 micras. Presentan una atenuación máxima de 4 dB/Km.

Para la transmisión de información en redes locales vía fibra óptica, se utiliza una fibra como transmisor y otra como receptor. Es por esto que generalmente se producen en conjuntos de mínimo dos fibras de cable.

Las distancias máximas obtenidas para redes locales son de 2000 metros de nodo a nodo sin el uso de amplificadores. Entre las principales ventajas de la fibra óptica se encuentran las siguientes:

- Transmisión de voz, video y datos por el mismo canal.
- Aplicaciones de alta velocidad.
- No genera señales eléctricas o magnéticas.
- Inmune a interferencias y relámpagos.
- Puede propagar una señal sin necesidad de utilizar un amplificador a distancias de hasta 2000 metros.
- Tiene un ancho de banda de 200 Mbps.

- Compatibilidad con topologías Ethernet, Token Ring y FDDI (Fiber Data Distributed Interface, Interfase de datos distribuidos por fibra óptica).
- Excelente tolerancia a factores ambientales.
- Ofrece la mayor capacidad de adaptación a nuevas normas de rendimiento.

La fibra óptica es utilizada en tres tipos de transmisión que son :

En modo de aplicaciones sencillas (o modo mono), en el que la luz viaja a través de una ruta sencilla. Los cables de Modomono son utilizados para aplicaciones de altas tasas de transmisión, como las transmisiones de grandes distancias en comunicaciones telefónicas. Los cables Multimodo contienen muchos rayos de luz diferentes y pueden ser, ya sea de índice de punto, o de índice graduado en su fabricación. En el cable de índice de punto ocurre un dramático cambio entre el cobre y su vestidura, en el índice de refracción. En el índice graduado ocurre un cambio más gradual. El cable de índice de punto produce un patrón de luz que tiene un efecto de zig-zag mientras que el índice graduado proporciona una curvatura más gradual de la luz (figura 2.8).

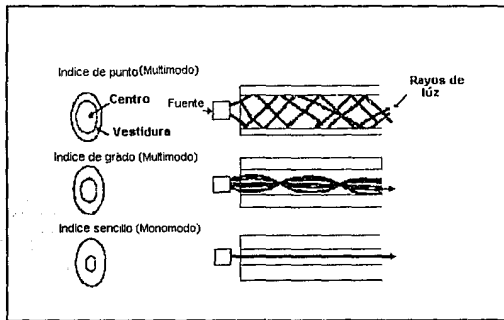


Figura 2.8 Cables de fibra óptica

El cable Monomodo y Multimodo presentan un fenómeno conocido como dispersión modal o dispersión del pulso de luz recibido. Cuando ésta dispersión de pulso ocurre, el receptor tiene dificultades para distinguir un pulso de otro. Este efecto de dispersión es el límite de frecuencias altas de el cable. Este es medido en nanosegundos por Kilómetro (ns/Km) o en Megahertz-Kilómetro (MHz/Km) y la distancia del cable (en Kms) proporciona los parámetros del modelo de dispersión (o ancho de banda).



El centro del cable es el cilindro que proporciona una conductividad para la luz, mientras que la vestidura circundante del centro proporciona una superficie que causa reflexión de la luz. El diámetro del cable, medido en micrones (micrómetros) es generalmente dado como dos números separados. Por ejemplo 62.5/125 micrones, es decir el cable tiene 62.5 micrones y un diámetro en la vestidura de 125 micrones.

La atenuación (o pérdidas) de la potencia óptica es medida en decibeles por kilómetro (dB/Km) en una forma similar a la del cobre:

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{\text{Potencia salida}}{\text{Potencia entrada}}$$

La fuente óptica (típica) está en el orden de los miliwatts y una potencia típica total menor será de 30 dB sobre el nivel de los enlaces de transmisión.

Hay dos fuentes de pérdidas de potencia óptica, el mismo cable más los empalmes y conectores asociados con el enlace. Los empalmes tienen una pérdida de aproximadamente 0.15- 0.5 dB, mientras que los conectores tienen pérdidas un poco más altas de 0.5 a 2.0 dB. Los cables de fibra óptica son usados con redes LAN que tienen pérdidas típicas de alrededor de 5 dB/Km con 850 nm de longitud de onda. Obsérvese que las pérdidas de la fibra son especificadas con una longitud de onda particular, mientras que la atenuación del cobre es especificada en una frecuencia en particular. Esta atenuación es una constante para un tipo en particular de cable.

### 2.5.1.4 MODEM.

El sistema telefónico analógico actual no puede soportar los cambios de voltaje requeridos para la transmisión digital de datos. Los teléfonos están construidos para transportar la información contenida en la voz generada en las conversaciones. Por ellos, los datos digitales tienen que ser convertidos primero en señales de audio que puedan ser transmitidas por las líneas telefónicas. Esta conversión de 1's ( 5 volts CD) y 0's ( 0 volts CD) digitales en señales de audio se denomina *modulación*. La reconversión de estas señales de audio a niveles digitales al otro extremo de la línea de comunicaciones se denomina *demodulación*. El dispositivo con la capacidad de realizar estas conversiones se denomina *modulador/demulador* y su abreviatura es *modem*.

Para representar información digital se necesita como mínimo dos estados. Estos estados se representan por la alteración de la señal portadora para representar el dígito binario 0 y/o el dígito binario 1. La modificación de la señal portadora se denomina modulación.

La modulación puede emplear la variación de un grupo cualquiera de estos atributos de la portadora:

- **Amplitud.** Magnitud o nivel de voltaje de pico.
- **Frecuencia.** Número de oscilaciones completas por unidad de tiempo.
- **Fase.** Posición en que la señal pasa por cero, relativa a la señal anterior.

Los modem tienen distintas formas de modulación dependiendo de la velocidad, las principales son :

- **Modulación por desplazamiento de frecuencia (FM o FSK).** Se utiliza para velocidades inferiores a 1200 bps.
- **Modulación por desplazamiento de fase (PSK).**
- **Modulación por desplazamiento de fase diferencial (DPSK).** Se utiliza en modem de 1200 y 2400 bps y compara el ángulo de fase de la señal recibida con la señal recibida anteriormente.
- **Modulación de amplitud (AM).**
- **Modulación de amplitud en cuadratura (QAM).** Es el estándar implantado a 9600 bps y velocidades superiores, y es una combinación de PSK y AM.

El modem está limitado al centro del ancho de banda, que es la zona más clara y con mayor capacidad de reproducir con exactitud la modulación. Para moverse dentro de los límites del ancho de banda, a menudo los modem utilizan algoritmos de codificación de varios bits para comprimir los datos todo lo posible en ambas direcciones, pero la codificación de varios bits también incrementa la pérdida de datos durante las fallas en la línea (como la presencia de electricidad estática o el cruce de modulaciones). El objetivo perseguido en el diseño de modem efectivos es minimizar las pérdidas de datos al enviar grandes cantidades de información por un enlace de comunicaciones. Los modem trabajan a una velocidad de transmisión fija, o a la velocidad del dispositivo emisor (aunque están restringidas a un rango específico)

El modem se encarga de modificar la señal portadora (ya sea en su amplitud, en su frecuencia o en su fase), para poder transportar la señal en banda base. Como se observa en la figura 2.3 un modem en ASK modifica la amplitud de su portadora de acuerdo en el flujo de bits que ha de enviar. En este caso, la amplitud más elevada representa un cero, y la amplitud más baja representa un uno. Un sistema más extendido es la FSK (modulación en frecuencia) que consiste en variar la frecuencia, manteniendo constante la amplitud. Un 1 binario se presenta con una determinada frecuencia y un 0 binario con otra distinta. Otro sistema es la modulación PSK (modulación en fase), que consiste en alterar de forma abrupta la fase para representar el cambio de 1 a 0 o de 0 a 1.

Existen dos tipos de modem "full duplex" y semiduplex. Los modem "full duplex" pueden enviar y recibir datos simultáneamente; los modem semiduplex transmiten en un sentido cada vez. Las normas V.29 y V.32 de CCITT son los dos estándares principales de modulación para modem de 9600 bps. V.29 es el estándar para semiduplex, V.32 se centra en la modulación full-duplex y ofrece más posibilidades de compatibilidad entre los fabricantes que V.29.

El costo de implementar la tecnología necesaria para permitir la comunicación bidireccional en redes telefónicas estándar hace que los modem V.32 sean más caros. Sin embargo, los precios de los modem V.32 han disminuido notablemente desde su aparición. Los modem de 9600 bps implementan métodos meros sofisticados, usando técnicas de modulación menos caras que las basadas en los estándares V.32 y V.29. Los modem que utilizan estas técnicas emulan el funcionamiento bidireccional y algunas veces se les conoce por el nombre de modem pseudo full-duplex.

La red telefónica no es un medio de transmisión perfecto, incluso para la comunicación oral. El incremento en la velocidad de datos exige métodos de transmisión cada vez más precisos. Problemas tales como fallos en la línea, interferencias eléctricas y ruidos aleatorios pueden interrumpir la transmisión. El ruido aleatorio es una disminución de la relación señal/ruido; es decir, la proporción entre la potencia de la señal y la amplitud de los pulsos de ruido. Los modem deben poder adaptarse a las propiedades de la línea de comunicaciones, para evitar deformaciones excesivas de la señal. Otra causa de problemas en los circuitos es la propagación desigual de las frecuencias altas y bajas. Esta condición, denominada vibración de fase, afecta severamente a los modem de alta velocidad, cuyas técnicas de modulación utilizan corrimiento de fase para representar patrones de bits.

Las líneas acondicionadas requieren la conexión de amplificadores de señal y ecualizadores de atenuación o retraso. Estas líneas suponen una fuerte mejora, pero siguen sin garantizar la obtención de tasas óptimas de eficiencia.

Existen dos formas de conectar un modem a una línea telefónica:

- *de forma acústica*, que requiere colocar un microteléfono (el auricular/micrófono) en un par de receptáculos que albergan el altavoz y micrófono del modem.
- *de forma directa*, los modem se conectan a las líneas telefónicas utilizando el conector modular telefónico RJ11. Son menos sensibles al ruido.

Un modem habilita la comunicación entre dos puntos a través de la línea telefónica. El modem es conectado hacia una terminal cliente a través del puerto serial y la línea telefónica utilizando un conector telefónico tipo RJ-11. El software del cliente que llama al modem host central y establece una comunicación. La interferencia electromagnética (EM) o ruido desde el sistema de comunicaciones puede impedir la transmisión de las señales o tener una tasa de transmisión de datos muy baja. Grandes sistemas de comunicación de datos tienen líneas telefónicas dedicadas para su uso y así obtener velocidades de transmisión muy altas. Las líneas T-1 por ejemplo, utilizan modem muy costosos para enviar mensajes digitales sobre grandes distancias a velocidades de 1,540,000 bps.

## 2.5.2 MEDIOS DE COMUNICACION INALAMBRICA.

Los medios de transmisión inalámbricos son utilizados principalmente por las redes WAN (Wide Area Network, Redes de Area Amplia) y lo que últimamente se ha llamado LWAN (Local Wide Area Network, Red Local de Area Amplia). Este tipo de medios incluyen el infrarrojo, el láser, radio, microondas terrestres y satélites. Asimismo en esta clasificación se incluyen las Redes Públicas Conmutadas y las comunicaciones T-1 .

Estos medios cumplen la tarea de comunicar sin utilizar conductores eléctricos o medios ópticos. La falta de restricciones físicas proporciona anchos de banda mayores que los medios de comunicación alámbricos, así como también comunicación eficiente en áreas amplias. Estas propiedades hacen posible la distribución geográfica de redes LAN a fin de comunicarse una con otra en tiempo real. Estos medios son costos y complejos, pero comparados con otras alternativas son fáciles de manejar.

### 2.5.2.1 TRANSMISION POR INFRARROJO (IR).

Utilizan LED's (Diodo Emisor de Luz) e ILD's (Diodo de Luz Infrarroja) así como fotodiodos para intercambiar señales digitales. El IR tiene características similares a la fibra óptica, pero sin usar cable. Las comunicaciones por IR tienen una buena respuesta en redes LAN que están separados menos de una milla, transmitiendo datos a través de un delgado haz de luz de energía infrarroja hacia una estación receptora. Estas señales viajan por medio de una línea recta y son clasificadas como señales de línea de vista. La señal de IR puede ser reflejada por espejos montados en las paredes y en techos para modificar las propiedades de línea recta.

Las señales de IR no requieren una licencia de FCC y promete transmisiones rápidas, alrededor de 10 Mbps. Desafortunadamente las señales de IR son susceptibles a condiciones del medio ambiente, incluyendo neblina, lluvia, nieve y hasta pájaros. Aunque éstos fenómenos naturales actualmente no rompen el haz de luz, éstos absorben la señal de IR (la atenúan) y afectan la potencia e integridad de las señales.

En una red LAN o LWAN cada nodo óptico incluye un medidor de LEDs para ayudar a alinear perfectamente los nodos. Aunque la alineación de los nodos ópticos no es difícil, se debe prestar atención a algunos principios básicos. Por ejemplo, no puede apuntar entre sí más de 2 nodos ópticos. Los nodos no pueden colocarse perpendiculares a una pared blanca; se deben girar ligeramente para evitar que la misma luz infrarroja se refleje al nodo transmisor. Tampoco puede colocarse la unidad donde esté expuesta a la luz directa del sol, por ejemplo frente a una ventana. No se pueden transmitir señales de infrarrojo a través de las paredes o doblando esquinas. Finalmente, pueden colocarse los nodos sólo a distancias de entre 10 y 80 pies.

Uno de los productos comerciales, en la actualidad, de este tipo de tecnología de comunicación por infrarrojo es la unidad llamada InfraLAN de BICC Communications que incluye una Unidad de Acceso para Multiestación (MAU) con conexiones de cable para dos pequeños receptores/transmisores conocidos como nodos ópticos. Los nodos ópticos se comunican mediante luz infrarroja con otras unidades de InfraLAN. Estas unidades se recomiendan para un enlace inalámbrico entre segmentos de redes Token-Ring.

#### **2.5.2.2 TRANSMISION POR LASER.**

Una comunicación por láser transmite datos sobre un haz de luz. Este haz de luz es generalmente energía infrarroja, la que es modulada en pulsos digitales. El haz modulado es capturado por fotodiodos y trasladada a señales digitales. Los láser también son dispositivos de línea de vista y son extremadamente direccionales: los elementos transmisores y receptores deben estar perfectamente alineados.

La mayor ventaja de este medio es el uso de las altas frecuencias de la luz. Al igual que la fibra óptica, los láser son capaces de proporcionar extensos anchos de banda y una alta velocidad de transmisión de datos; no requiere de licencia de la FCC y son altamente inmunes al ruido y perturbaciones. Sin embargo, son sensibles a la atenuación debida a la lluvia, nieve y otras condiciones atmosféricas.

#### **2.5.2.3 COMUNICACIONES POR MICROONDAS.**

Los sistemas de microondas son utilizados como una alternativa de comunicación en lugares donde no es posible una transmisión por medios alámbricos.

Al igual que en las comunicaciones con cable coaxial o fibra óptica, los enlaces por microondas soportan altas tasas de transmisión de datos sobre grandes distancias y con pocas estaciones repetidoras sobre la misma.

Uno de los parámetros más importantes en el diseño de un sistema de comunicaciones, aparte del medio de transmisión, es la frecuencia portadora. En la frecuencia UHF los sistemas de radiación están formados por antenas parabólicas, que son altamente direccionables. La característica de directividad es importante para minimizar la potencia de radiación necesaria, dirigida hacia un objetivo dado. La directividad está relacionada con el radio del plato parabólico, D, y la frecuencia de transmisión y generalmente es expresada como una ganancia, G, en una dirección en particular. La ganancia es referida a una antena isotrópica y se obtiene con la expresión:

$$G = 20 \log f + 20 \log D - 42.2 \text{ [ dB ]}$$

Donde :

f = MHz

D = Metros

El rango o distancia, d, entre la línea de vista y la antena parabólica (sin que existan obstáculos que intervengan en la ruta de transmisión) está dada por :

$$d = 7.14 (Kh)^{1/2} \text{ Km}$$

donde h es la altura (en kilómetros) y K es el factor a tomar en cuenta de la curvatura de la tierra (aproximadamente 1.33).

Existen dos formas de transmisión de microondas: terrestres y por satélite. La transmisión vía terrestre consiste de una línea de vista de propagación entre dos estaciones terrestres. Las estaciones terrestres incluyen las antenas, así como también el equipo necesario para transmitir y/o recibir.

Las comunicaciones por microondas extienden los límites de una red WAN arriba de 50 millas. Las torres de retransmisión de microondas (MRT, Microwave Relay Towers) extienden una comunicación WAN regenerando la señal y enviándola hacia otra MRT

#### 2.5.2.4 ANTENAS.

Una antena se define como un conjunto o sistema de conductores (hilos o varillas) o dispositivo de cualquier clase, destinado a la radiación y captación de ondas radioeléctricas. En un enlace de comunicación, el transmisor es conectado a través de un cable o guía de onda a una antena, la señal es radiada al espacio para ser captada por otra antena, y después pasa a través de un cable o guía de onda al receptor.

La figura 2.10 muestra la designación de bandas de frecuencia usados para radio.

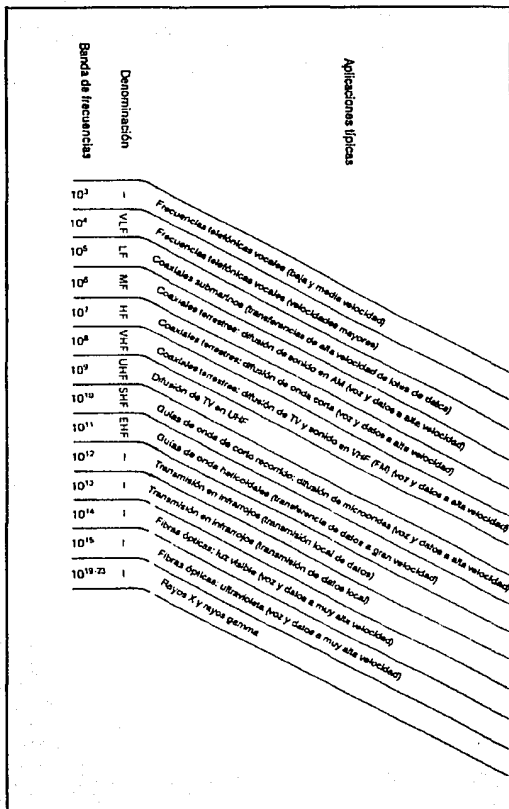


Figura 2.10 Espectro de frecuencias

Los principales parámetros usados para caracterizar una antena son:

- Impedancia de entrada
- Patrón de radiación (diagrama Polar)
- Ganancia
- Polarización

**El patrón de radiación** de una antena determina la distribución espacial de la energía radiada. Por ejemplo, una antena vertical cubre en forma uniforme el plano horizontal (azimut), con un poco de direccionalidad y puede por lo tanto, ser usada para radiotransmisión. Para muchas antenas direccionales son propiedades importantes el patrón de radiación, el ancho del haz y el nivel de los lóbulos ( máximo auxiliar ) en planos de canal de paso del máximo haz. La Figura 2.11 muestra un patrón de radiación.

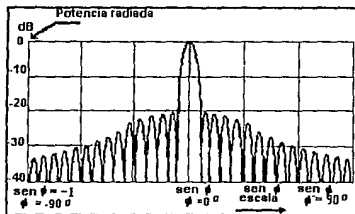


Figura 2.11 Patrón de radiación direccional

**El ancho del haz** en un plano en particular está generalmente definido por el ancho angular del patrón en un nivel que está 3 dB abajo del máximo haz. **El nivel de los lóbulos** está especificado en relación a la parte máxima del haz principal, y está expresado generalmente en dB debajo de él.

La característica direccional de una antena está frecuentemente expresada en términos de la función de ganancia  $G(\theta, \phi)$  cuyo máximo valor es la ganancia. ( Aquí  $\theta$  y  $\phi$  son coordenadas polares angulares). La ganancia está definida como la relación entre la máxima intensidad de radiación de una antena y la intensidad de radiación de una antena de referencia con la misma potencia de entrada. La referencia generalmente es un radiador isotrópico hipotéticamente sin pérdidas, y la ganancia puede entonces ser expresada como dB.

En una distancia  $r$  desde una fuente isotrópica, la potencia transmitida es radiado uniformemente sobre una superficie esférica de área  $4\pi r^2$ .



Para una antena con ganancia, esto persigue que la potencia  $P$  incidente sobre un área  $A$  en una distancia  $r$  en la dirección de la mayor intensidad de radiación sea:

$$P = G \cdot P_T \cdot A / (4\pi r^2)$$

Donde  $P_T$  es la potencia transmisora y  $G$  es la ganancia, el máximo valor de  $G(\theta, \phi)$ .

La **Directividad**,  $D$ , está definida como la relación entre la máxima intensidad de radiación y la intensidad de radiación promedio. (promediada sobre todos los ángulos). Para una antena que es 100% eficiente que tiene cobre o pérdidas dieléctricas, la directividad y la ganancia son lo mismo. Para una antena con pérdidas,  $G$  será menor que  $D$  con un factor de eficiencia,  $\eta$ :

$$G = \eta \cdot D$$

La **polarización** de una antena está generalmente definida en términos de la orientación del campo eléctrico radiado  $E$  en la dirección de la máxima radiación. Por ejemplo una antena vertical está polarizada verticalmente. La polarización circular ( que está girando continuamente) también puede ser usada, producida por dos campos polarizados linealmente perpendiculares con una fase de  $90^\circ$  de diferencia ( $\pm 90^\circ$  de polarización circular izquierda o derecha). La radiación co-polarizada denota la energía radiada con la polarización deseada, por ejemplo polarizada verticalmente, o polarizado circular derecho; en los dos casos, esta deberá ser polarización horizontal o circular izquierda.

La **impedancia de entrada**  $Z_{in}$ , de una antena es la impedancia presentada por la antena en sus terminales. La impedancia de entrada es una función compleja de la frecuencia :

$$Z_{in} = R_{in} + j X_{in}$$

La resistencia de entrada,  $R_{in}$ , representa la energía usada. La energía puede ser usada en dos formas, como resistencia de radiación y como resistencia a pérdidas ohmicas. Entonces:

$$R_{in} = R_{rad} + R_{ohmio}$$

En muchos casos  $R_{ohmio} \ll R_{rad}$ . Una excepción en particular para éste caso es el encontrar pequeñas antenas eléctricamente (con dimensiones  $\ll \lambda$ ). La reactancia de entrada,  $X_{in}$ , representa la energía almacenada en el campo más cercano de la antena.

### 2.5.2.4.1 ANTENA DIPOLO DE MEDIA ONDA ( Antena de Hertz).

Una de las más simples y prácticas antenas es la antena dipolo de media onda ( fig. 2.12). Es generalmente alimentada desde dos líneas de transmisión. Cada brazo de la antena esta muy cercano a un cuarto de la longitud de onda. Ha sido encontrado tanto teórica como experimentalmente que la distribución de la corriente sobre una antena dipolo de media onda esta cerrado aproximadamente por una onda senoidal de la forma:

$$I = I_0 \cos k_0 z \quad -\lambda_0/4 \leq z \leq \lambda_0/4$$

La corriente es, de necesidad, cero al final, donde  $z = \pm \lambda_0/4$

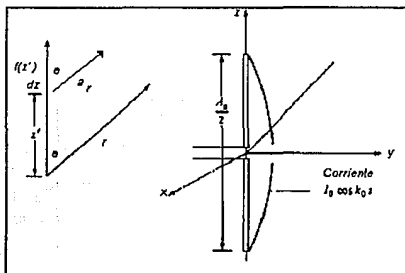


Figura 2.12 Antena dipolo de media onda

### 2.5.2.4.2 ANTENA MONOPOLO.

Una antena monopolo ( figura 2.13 ) consiste de una-mitad de una antena dipolo montada sobre la tierra o un plano de tierra. Esta es normalmente un cuarto de la longitud de onda, excepto donde las restricciones del espacio u otros factores dictan una longitud de onda corta. La antena monopolo vertical es usada ampliamente para transmisiones comercial en la banda de AM (500 A 1500 Hz), en parte debido a que ésta es la antena más corta eficiente, para usarse con longitudes de onda grandes (de 200 a 600 mts.) y también debido a la polarización vertical, que sufre menos pérdidas de propagación que las que hace en éstas frecuencias la polarización horizontal . La antena monopolo también es ampliamente usada por los servicios de comunicaciones móviles. La figura 2.14 muestra una torre vertical típica utilizada para las transmisiones de AM. Los cables de soporte son divididos en secciones no mayores que un octavo de la longitud de onda por medio de aisladores para mantener las corrientes inducidas en estos pequeños cables-tirantes. La base de la torre es aislada de la tierra, y el sistema es alimentado por una línea de transmisión coaxial, con el conductor exterior conectado a tierra.

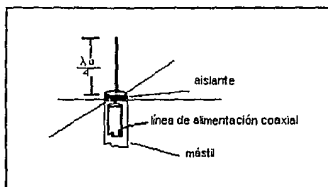


Figura 2.13 Antena monopolo en un plano de tierra con un brazo de un cuarto de radio

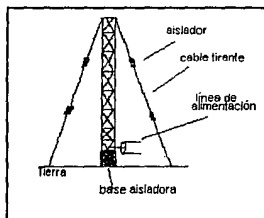


Figura 2.14 Torre vertical de un cuarto de onda para transmisiones en bajas frecuencias.

La Fig. 2.16 muestra una antena monopolo montada sobre una torre en un plano de tierra que consiste de cuatro varillas, cuya longitud radial es de aproximadamente 0.3 de la longitud de onda. Estas varillas simulan un gran plano de tierra lo suficientemente bueno para el patrón de radiación y la ganancia estén bien cerrados con respecto a una antena dipolo de media onda. Esta antena es una antena típica de estación de base que se utiliza en comunicaciones móviles.

Una antena ideal de cuarto de onda, montada perfectamente sobre un conductor con una gran pantalla de tierra, tiene un resistencia de radiación de 36.56 Ohms. En la práctica las antenas de cuarto de onda montadas sobre una adecuada pantalla de tierra tiene una resistencia de radiación cerrada sobre éste valor. Para antenas de cuarto de onda, montadas sobre tierra la pobre conductividad de la tierra tiene como resultado pérdidas de potencia excesiva producida por las corrientes inducidas en la tierra. Este reflejo de disipación en sí misma da como resultado un incremento en la resistencia de entrada de la antena y un gran decremento de su eficiencia. El efecto de la pobre conductividad de tierra es superada por una instalación de una pantalla de tierra, que consiste de aproximadamente 120 cables radiales extendidos alrededor de la base de la base de la antena a una distancia de  $\lambda_0/3$ , como se muestra en la figura 2.17. La pantalla normalmente es enterrada varias pulgadas bajo la superficie de la tierra. Un sistema de tierra de éste tipo ayudará a la resistencia adicional aumentada a la resistencia de radiación en un valor nominal de alrededor de 2 Ohms, que representa una eficiencia de alrededor de un 95%.

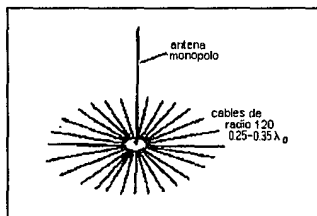


Figura 2.16 Pantalla radial de tierra

Por razones económicas no es posible construir una torre alta de un cuarto de onda en las frecuencias más bajas en la banda de transmisión de AM y más bajas. En el caso de una base de bobina de carga o alguna otra forma de red del mismo tipo debe ser usada una antena de sintonización para la resonancia. En algunas ocasiones se usa también carga de baja capacitancia.

Las antenas de cuarto de onda son ampliamente utilizadas en comunicaciones móviles con un vehículo que se proporciona su propio plano de tierra requerido. En la banda civil de 27 Mhz, una antena monopolo de cuarto de onda tiene una longitud de 2.77 metros. Muchos usuarios de banda civil encuentran una antena de longitudes indeseables. Consecuentemente las antenas para banda civil tienen a veces solamente de 1 a 1.5 metros y usan cualquier base de carga o centro de carga para sintonizar la antena hacia la resonancia. La eficiencia total no será tan buena como la de una antena de longitud total, dado que la resistencia de radiación es reducida marcadamente y las inevitables pérdidas de disipación en la bobina sintonizadora, pantalla de tierra y la antena misma consumirá una fracción significativa de la potencia de entrada.

#### **2.5.2.4.3 ANTENAS REFLECTOR.**

Una antena reflector consta de un elemento excitador y una superficie reflectora. Antenas reflector específicas a veces llevan su nombre de reflector de acuerdo a su forma, como la antena reflector paraboloïdal. Las antenas reflector son ampliamente usadas en la transmisión o recepción de microondas sobre largas distancias, tal como en radioastronomía.

En frecuencias de microondas la antena reflector parabólico es quizá la más útil y más ampliamente usada para propósitos de comunicación. La mayoría de los enlaces de comunicación satelital usan antenas reflector paraboloïdal, que tiene una superficie generada por el giro de la curva parabólica alrededor de los ejes, como se muestra en la figura 2.17.

La reflector esta comúnmente formada por una pequeña asta localizada en el foco primario a una distancia  $f$  desde el vértice .

La superficie paraboloïdal tiene la propiedad de que todas las señales originadas desde el foco son reflectadas desde la superficie paralela a los ejes. El análisis de los campos de difracción puede ser llevado por el uso de rayos ópticos, para encontrar el campo sobre el plano de apertura, el cual es el disco circular justo enfrente de la parábola como se muestra en la figura 2.17

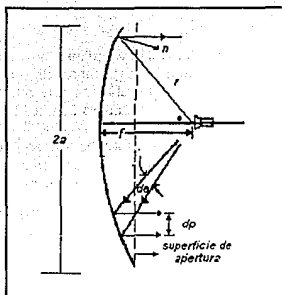


Figura 2.17 Antena reflector parabólica.

Un reflector parabólico tiene la propiedad de concentrar la energía de tal manera que todos los haces se reflejan en un haz, en dirección paralela a su eje. El ancho del haz varía, en una misma antena, según la frecuencia transmitida y la longitud del diámetro de la parábola. Con ello se obtiene una característica unidireccional de recepción, según sea el caso.

#### 2.5.2.4.4 ARREGLOS DE ANTENAS.

En muchos sistemas de comunicación, una comunicación punto a punto es muy interesante y un patrón de radiación altamente directivo puede ser utilizado ventajosamente. Por medio de un arreglo de varios dipolos (u otros elementos radiadores) se puede obtener un patrón de radiación directivo y por lo tanto la antena tendrá una ganancia mayor. Simples arreglos son fácilmente construidos para que éstos den ganancia de 10 a 15 dB sobre dipolos de media onda. Un incremento en la ganancia por un factor de 10 permite al transmisor de potencia ser reducido diez veces para la misma potencia de la señal en el receptor. Si además, la antena receptora también tiene una ganancia de 10 dB, una reducción de diez veces en la potencia puede ser producida por el mismo funcionamiento relativo. Es aparente que el incremento de la ganancia de la antena tiene ventajas significativas.

### 2.5.2.5 RADIOFRECUENCIA.

Existe una amplia variedad de radio enlaces que pueden ser usadas por los canales de comunicación. En la tabla 2.1 se resumen las características de las diferentes bandas de frecuencias, las que son asignadas y reguladas por asociaciones nacionales e internacionales, de acuerdo a la banda requerida para su uso.

Como se indica en la tabla, las diferentes bandas de frecuencia tienen diferentes características de propagación y son adaptadas, de la mejor manera, para diferentes aplicaciones. Una variedad de bandas han sido usadas para telecomunicaciones de redes, las más comunes son HF, VHF y UHF.

Algunas transmisiones en las bandas de VHF Y UHF utilizan línea de vista ya que las ondas de radio de éstas frecuencias experimentan una relativa y pequeña refracción o reflexión de la ionosfera. La propagación con línea de vista tiene rangos razonables, dependiendo de las antenas que se utilicen y del terreno, alcanzando no más de alrededor de 20 Km ( antenas altas pueden incrementar ésta distancia; por ejemplo una antena de 500 metros cubrirá un radio de aproximadamente 60 Km, usando cálculos basados en la curvatura de la tierra). Por otro lado, las transmisiones por HF están fuertemente influenciadas por la propagación de onda de tierra ( siguiendo la curvatura de la Tierra) y la propagación de onda del cielo ( niveles atmosféricos ionizados reflejados).

Debido a la amplia variedad en las características de la propagación es difícil tratar de las limitaciones que se encontrarán en la transmisión. Algunos tipos de fuentes de ruido que figuran en los canales telefónicos son aplicables también en éstas transmisiones. La amplificación de ruido puede ser especialmente severo en casos donde la señal recibida es débil. Grandes atenuaciones de las señales recibidas, en ocasiones de frecuencias selectivas, son un problema con algunos canales de radio. Las atenuaciones son a veces causadas por la propagación multi-ruteada (la suma de las contribuciones recibidas de las ondas propagadas por diferentes rutas); las contribuciones pueden reforzar o cancelar las señales, dependiendo de la frecuencia y del retardo de propagación. Las condiciones atmosféricas, como una fuerte lluvia, también pueden contribuir a las atenuaciones. Las atenuaciones de más de 40 dB no son comunes y pueden deshabilitar algunos enlaces de comunicación en forma efectiva. La potencia de radio en dB está dada por  $10 \log_{10}(P_1/P_2)$ , donde  $P_1$  y  $P_2$  son los niveles de potencia absoluta. Por lo tanto los 40 dB de atenuación corresponden al factor multiplicativo de  $10^{-4}$ , causado por la potencia. Dentro de este rango por la atenuación en la potencia. Los enlaces digitales de radio deben ser cuidadosamente diseñados para evitar interferencia otras comunicaciones digitales. ya que en los enlaces de radio es notoria la generación de señales de interferencia.

La tasa de transmisión varía desde unos pocos cientos o pocos miles de bps (especialmente en los enlaces de HF) hasta millones de bps en otros enlaces. Las tasas de transmisión de 34 millones de bps (Mbps), 45 Mbps, 90 Mbps y 140 Mbps figuran prominentemente en estándares de microondas digitales en los Estados Unidos, Europa y otros lugares. La mayoría de las transmisiones de radio pueden estar por encima de cualquier receptor en la vecindad geográfica del transmisor. Antenas direccionales pueden reducir el número de direcciones en las que, energía electromagnética significativa, es radiada, pero múltiples receptores por cada señal transmitida son la norma. Esto afecta significativamente los algoritmos que deben ser usados para determinar las locaciones permitidas para transmitir en un tiempo dado, cómo la información debe ser ruteada desde una fuente hacia un destino, cuál nodo debe reconocer la transmisión cuando el reconocimiento es deseable, etc.

#### 2.5.2.5.1 CARACTERISTICAS BASICAS PARA COMUNICACIONES VHF Y SUPERIORES.

##### •Línea de vista.

Las ondas de radio, como la luz y otras formas de radiación magnética, viajan en línea directa a través del espacio libre. Es conveniente pensar que las ondas de luz viajan en línea directa a través de la atmósfera de la tierra, pero no es precisamente cierto. Pequeñas variaciones en la temperatura, presión y vapor contenidos en la atmósfera, refractan las ondas de luz y radio - generalmente hacia la superficie de la tierra. Aún así, la distancia visual de la línea de vista hacia el horizonte puede ser aproximadamente una línea recta, asumiendo condiciones atmosféricas normales y una sección plana de la curvatura de la tierra.

Por lo tanto:

$$d_1 = \sqrt{12.75 h}$$

Donde:

$d_1$  = Distancia visual al horizonte, en Kms.

$h$  = Elevación del observador, en metros

En muchas aplicaciones prácticas el horizonte es un terreno en alguna elevación arriba del nivel del mar y por lo tanto algo más cercano a la distancia de la ecuación anterior. Una estimación más exacta de la distancia al horizonte actual puede hacerse si la elevación del observador es dada en términos de la elevación arriba del promedio del terreno o de la elevación arriba del horizonte presumido.



Una gran parte de las comunicaciones de microondas se realizan sobre distancias con línea de vista, pero la ecuación para la distancia al horizonte visual no es exacto en radiofrecuencia. Sobre condiciones atmosféricas normales o estándar, las ondas de radio son generalmente refractadas hacia la tierra algo más que la luz. La distancia al radio horizonte asemeja aproximadamente 1.15 veces más allá de la distancia (equivalente a una circunferencia de la Tierra, con un radio de 1.33 veces más grande que este) causada por la refracción atmosférica. Este multiplicador es conocido como el *factor de radio terrestre*, o  $k$ , y puede variar de menos de 1.0 hasta el infinito. Por lo tanto, la distancia para el radio horizonte (línea de vista) al nivel del mar es dada por :

$$dr = \sqrt{12.75 h_s k}$$

Donde:

$dr$  = distancia al radio horizonte en Kms

$h_s$  = elevación de la estación arriba del nivel del mar en metros

$k$  = factor de radio terrestre efectivo

Para condiciones atmosféricas normales ( $k = 1.33$ ), por lo que la ecuación anterior puede reducirse a :

$$dr = \sqrt{17h_s}$$

El máximo radio de línea de vista entre dos estaciones es la suma de las distancias de las dos estaciones vistas desde el mismo horizonte.

#### •Espacio libre y Pérdidas atmosféricas.

Todas las señales de radio tienen pérdidas o atenuaciones, cuando viajan a través del espacio, si éstas están cerca del espacio exterior o dentro de la atmósfera terrestre. Además ciertas frecuencias UHF y microondas pueden ser atenuadas por gases atmosféricos, lluvia, nieve, smog, neblina, nubes y granizo. Las consideraciones de atenuación raramente limitan las comunicaciones de alta frecuencia (3 a 30 MHz), y casi todas las pérdidas en el espacio libre pueden ser ignoradas por muchos de las formas de propagación en VHF (30 a 300 MHz). En UHF y mayores las pérdidas en el espacio libre y atmosféricas deben ser consideradas en una derivación y estimación real de las fuertes señales recibidas y las trayectorias terrestres.

Las señales de radio, radiadas por una antena isotrópica débil (antena que radia igualmente en todas las direcciones) con el cuadrado de la distancia de la señal viajan a través de un espacio obstruido. Esta atenuación exponencial respecto a la distancia es causada por la gradual dispersión de energía en todas las direcciones de su fuente. La atenuación también se incrementa con la frecuencia, porque el tamaño físico de una antena isotrópica teórica varía directamente con la longitud de onda. Como la longitud de onda decrece, la antena isotrópica tendrá que ser más pequeña, y está absorberá proporcionalmente menos energía de radio desde el espacio. La atenuación del espacio libre, medido como el radio de potencia recibida a potencia transmitida, en una frecuencia y distancia dadas por antenas isotrópicas, es igual a :

$$Pr / Pt = ( 300 / 4\pi f d )^2$$

Donde:

Pr = potencia recibida por una antena isotrópica en watts

Pt = potencia transmitida desde una antena isotrópica en watts

f = frecuencia en MHz

d = distancia en metros entre transmisor y receptor

La ecuación básica para *pérdidas en el espacio libre* es generalmente conocida en una forma más conveniente que expresa la atenuación en términos de decibeles (dB) , esto es :

$$L_{fs} = 32.45 + 20 \log d + 20 \log f$$

Donde:

$L_{fs}$  = pérdidas en dB

d = distancia en Kms

f = frecuencia en MHz

Banda de frecuencias	Designación	Características de propagación	Usos típicos
3-30 KHz	Frecuencias muy bajas (VLF)	Onda terrestres, baja atenuación de día o de noche, alto nivel de ruido.	Navegación en grandes distancias y comunicaciones submarinas.
30-300 KHz	Frecuencias bajas (LF)	Similar a VLF pero no confiables totalmente	Navegación en grandes distancias y señales marinas de radio
300-3000 KHz	Frecuencias medias (MF)	Ondas terrestres, baja atenuación en la noche y alta en el día, ruido atmosférico	Transmisiones de AM, radio-marítimas, de búsqueda y frecuencias de emergencia
3-30 MHz	Alta frecuencia (HF)	Reflexión ionosférica variando con el tiempo, estación y frecuencia.	Comunicaciones de radio amateur, militares, transmisiones internacionales, comunicaciones de grandes distancias de aviones y barcos.
30-300 MHz	Muy altas frecuencias (VHF)	Propagación en líneas de vista cercanas, dispersión debido a inversiones de temperatura, ruido cósmico	Transmisiones de televisión VHF y FM, AM y navegación aérea.
0.3- 3 GHz	Ultra altas frecuencias (UHF)	Propagación en líneas de vista cercanas, ruido cósmico.	Enlaces de televisión UHF, radar, microondas, y navegación.
3-30 GHz	Super altas frecuencias (SHF)	Propagación en líneas de vista cercanas, atenuación por lluvia, atenuación atmosférica debido al vapor de oxígeno y agua (arriba de los 10 GHz).	Comunicaciones de satélite, enlaces de microondas y radar.
30-300 GHz	Frecuencias extremadamente altas (EHF)	Las mismas que SHF	Usos en radar y satélites experimentales.
$10^3 - 10^7$ GHz	Infrarrojo, luz visible y ultravioleta.	Propagación en líneas de vista cercanas (LOS) atenuación debido al vapor por algunas longitudes de onda.	Comunicaciones ópticas.

Tabla 2.1 Bandas de radiofrecuencia.

## CAPITULO 3

### CARACTERISTICAS DE LAS REDES DE COMPUTADORAS

#### 3.1 ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION Y TOPOLOGIAS DE RED

Las redes de área local funcionan como sistemas de comunicación no centralizado, distribuido y acceso múltiple.

El proceso centralizado (figura 3.1) se utiliza en los mainframes, minicomputadoras y micros multiusuarios. Todos los usuarios comparten el poder de un procesador central y una sola copia del software de aplicación corre en el CPU central. Las terminales tontas enlazadas que necesiten usar la aplicación deben compartir la copia de dicho CPU.

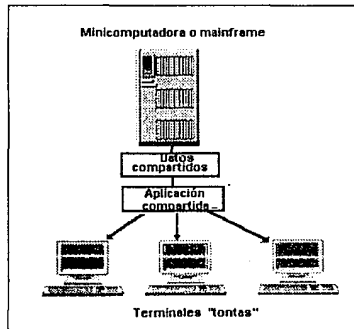


Figura 3.1 Procesamiento centralizado

Proceso distribuido, (figura 3.2) ocurre cuando el procesamiento de la información se lleva a cabo en una forma descentralizada. En contraste con el proceso centralizado, que requiere que todo el procesamiento ocurra de forma central en una sola máquina, este se distribuye entre las computadoras que forman parte del sistema.

2000 0000  
 0000 0000  
 0000 0000

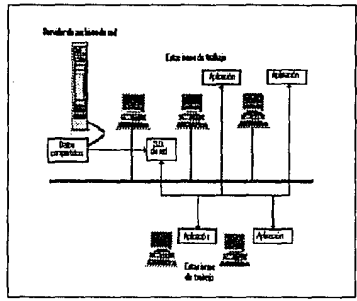


Figura 3.2 Procesamiento distribuido

El proceso distribuido, utilizado especialmente en redes de computadoras donde el número de máquinas interconectadas es grande, hace que este proceso se lleve al punto llamado servicios distribuidos.

Los procesos distribuidos se llevan a cabo cuando existen varios servidores en la red y cada uno de ellos realiza tareas específicas (figura 3.3). Algunos ejemplos de servicios distribuidos son los servidores de impresión, de comunicaciones, de bases de datos, de administración de la red, de fax, correo electrónico, etc.

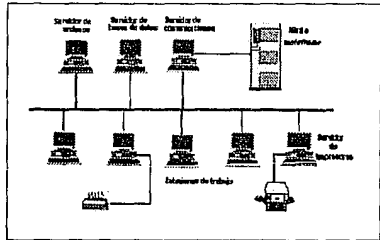


Figura 3.3 Servicios distribuidos

### 3.1.1 TOPOLOGIAS DE RED.

La configuración de una red suele conocerse como topología de la misma. La topología es la forma (conectividad física) geométrica en la que los nodos de una red están arreglados y conectados entre sí.

A la hora de establecer la topología de una red, se deben de plantear tres objetivos principales :

- Proporcionar la máxima fiabilidad posible, para garantizar la recepción correcta de todo el tráfico de información. El hablar de fiabilidad de una red, es referirse a la capacidad que tiene la misma para transportar datos correctamente de un ETD a otro. Lo que incluye también la capacidad de recuperación de errores o datos perdidos en la red, ya sea por la falla del canal, del ETC, del ETCD o del ECD.
- Encaminar el tráfico entre el ETD transmisor y el receptor a través del camino más económico dentro de la red (aunque, si se consideran más importantes otros factores, como fiabilidad, este camino de costo mínimo puede no ser el más conveniente).
- Proporcionar al usuario final un tiempo de respuesta óptimo y un caudal eficaz máximo.

El segundo objetivo a cumplir a la hora de establecer una topología para la red consiste en proporcionar a los procesos de aplicación que residen en los ETD el camino más económico posible. Para ello es necesario :

1. Minimizar la longitud real del canal que une los componentes, lo cual suele implicar el encaminamiento del tráfico a través del menor número posible de componentes intermedios.
2. Proporcionar el canal más económico para cada actividad concreta; por ejemplo, transmitir los datos de baja prioridad a través de un enlace de baja velocidad por línea telefónica normal, lo cual es más barato que transmitir esos mismos datos a través de un canal vía satélite de alta velocidad.

El tercer objetivo es obtener un tiempo de respuesta mínimo y un caudal eficaz lo más elevado posible. Para reducir al mínimo el tiempo de respuesta hay que acortar el retardo entre la transmisión y la recepción de los datos de un ETD a otro. En aplicaciones interactivas, por ejemplo, es fundamental conseguir un tiempo de respuesta bajo. El caudal efectivo eficaz expresa la cantidad máxima de datos que es posible transmitir en un determinado período de tiempo.

En la figura 3.4 se pueden observar las topologías de red más comunes :

- Topología jerárquica (árbol)
- Topología horizontal (bus)
- Topología en estrella
- Topología en anillo
- Topología en malla.

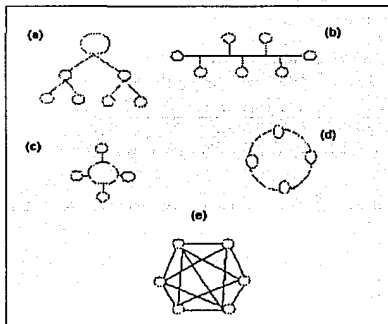


Figura 3.4 Topologías de (a) Árbol -jerárquica, (b) Árbol -bus  
(c) Estrella, (d) Anillo, (e) Malla

### 3.1.1.1 TOPOLOGÍA JERARQUICA.

La estructura jerárquica es una de las más extendidas en la actualidad. El software que controla la red es relativamente simple, y la topología proporciona un punto de concentración de las tareas de control y de resolución de errores. En la mayoría de los casos, el ETD situado en el nivel más elevado de la jerarquía es el que controla la red.

Aunque la topología jerárquica resulta interesante por ser fácil de controlar, puede presentar ciertos problemas en cuanto a la posibilidad de aparición de cuellos de botella.

En determinadas situaciones, el ETD más elevado, normalmente una computadora central grande (*mainframe*) ha de controlar todo el tráfico entre los distintos ETD. Este hecho no sólo puede crear saturaciones de datos, sino que además plantea serios problemas de fiabilidad. Si ese ETD principal falla, toda la red deja de funcionar, a no ser que exista otra computadora de reserva capaz de hacerse cargo de todas las funciones del ETD averiado. Pese a todo, las topologías jerárquicas se han venido usando ampliamente desde hace bastantes años ya que permiten la evolución gradual hacia una red más compleja, puesto que la suma de nuevos ETD subordinados es relativamente sencilla.

Las redes con topología jerárquica se conocen también como redes verticales o en árbol.

### **3.1.1.2 TOPOLOGIA HORIZONTAL (BUS).**

Esta estructura es frecuente en las redes de área local. Es relativamente fácil de controlar el flujo de tráfico entre los distintos ETD, ya que el bus permite que todas las estaciones reciban todas las transmisiones, es decir, una estación pueden difundir la información a todas las demás.

La principal limitación de una topología horizontal está en el hecho de que suele existir un sólo canal de comunicaciones para todos los dispositivos de la red. En consecuencia, si el canal de comunicaciones falla, toda la red deja de funcionar. Algunos fabricantes proporcionan canales completamente redundantes por si falla el canal principal, y otros ofrecen conmutadores que permiten rodear un nodo en caso de que falle. Otro inconveniente de esta configuración estriba en la dificultad de aislar las averías de los componentes individuales, conectados al bus. La falta de puntos de concentración complica la resolución de este tipo de problemas.

### **3.1.1.3 TOPOLOGIA EN ESTRELLA.**

La topología en estrella es una de las más empleadas en los sistemas de comunicación de datos. Una de las principales razones de su empleo es histórica. La red en estrella se utilizó a lo largo de los años sesenta y principios de los setenta porque resultaba fácil de controlar; su software no es complicado y su flujo de tráfico es sencillo. Todo el tráfico emana del núcleo de la estrella (figura 3.4 (c)).

La configuración en estrella es, por tanto, una estructura muy similar a la de la topología jerárquica, aunque su capacidad de procesamiento distribuido es limitada.

Algunas redes en estrella construidas en los años setenta experimentaron serios problemas de fiabilidad, debido a su carácter centralizado. En otros sistemas se estableció redundancia en el nodo central, como medida de seguridad, con lo cual la fiabilidad aumentó considerablemente.



#### **3.1.1.4 TOPOLOGIA EN ANILLO.**

En la topología en anillo, el flujo de datos es circular. En la mayoría de los casos, los datos fluyen en una sola dirección, y cada estación recibe la señal y la retransmite a la siguiente del anillo. La organización en anillo resulta atractiva porque con ella son bastante raros los embotellamientos. Cada componente de la red sólo de ha de llevar a cabo una serie de tareas como : aceptar los datos, enviarlos al ETD conectado al anillo o retransmitirlos al próximo componente del mismo.

Sin embargo, la red en anillo también tiene sus defectos. El problema principal es que todos los componentes del anillo están unidos por un mismo canal. Si falla el canal entre dos nodos, la red se interrumpe. Por eso algunos fabricantes han ideado diseños especiales que incluyen canales de seguridad, por si se produce la pérdida de algún canal. Otros fabricantes construyen conmutadores que redirigen los datos automáticamente, saltándose el nodo averiado, hasta el siguiente nodo del anillo, con el fin de evitar que el fallo afecte a todo la red.

#### **3.1.1.5 TOPOLOGIA EN MALLA.**

Esta topología se ha venido empleando en los últimos años. Lo que la hace atractiva es su relativa inmunidad a los problemas de embotellamiento y averías. Gracias a la multiplicidad de caminos que ofrece a través de los distintos ETD y ECD, es posible orientar el tráfico por trayectorias alternativas en caso de que algún nodo esté averiado u ocupado. A pesar de que la realización de este método es compleja y cara (para proporcionar estas funciones especiales, la lógica de control de los protocolos de una red en malla puede llegar a ser sumamente complicada).

#### **3.1.2 ESTANDARES Y TOPOLOGIAS DE REDES LAN.**

El esfuerzo de normatización de redes locales - a nivel internacional - se inició en febrero de 1980 con la creación del comité 802 del IEEE. Las normas de redes locales propuestas por el comité IEEE 802 deberían ser compatibles con el mdelo OSI de la ISO (fig. 3.5) en lo que se refiere a protocolos de red y deberían también tener en cuenta los esfuerzos de normatización de los protocolos de nivel más altos, es decir, los protocolos de las capas (4) a (7) del modelo OSI

El comité IEEE 802 define una Red de Area Local como un sistema de comunicación de datos que permite la comunicación de varios dispositivos de comunicación de datos entre sí. Estableciendo que una red LAN tiene cuatro componentes: datos, límites geográficos, ancho de banda y procesamiento distribuido.

El comité IEEE 802 seleccionó las topologías :

- a) en línea y
- b) en anillo.

Estas dos topologías eliminan la necesidad de las funciones de ruta, presentes en la capa de red OSI. Además el protocolo de acceso que regula los accesos de las interfaces al único medio de transmisión (dispuesto en línea o en anillo) realiza indirectamente el propio control de congestión de la red, otra función de la capa de red del OSI. En vista de ello, el comité IEEE 802 limitó la propuesta de normas de redes locales a las capas (1) y (2) del OSI, es decir a las capas de medios físicos y enlace de datos, respectivamente, dejando vacía la capa de red (3). Las capas (4) y (7) son independientes de las características de la red, y por tanto, sólo son relativas a las capas (1) y (2).

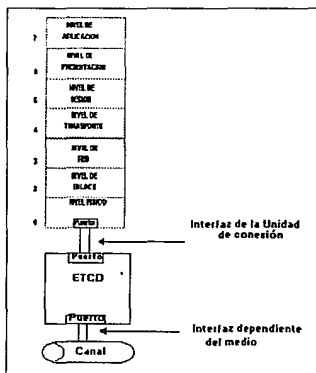


Figura 3.5 Niveles del modelo OSI

En la topología en línea la transmisión de una estación (o interfaz) se propaga a los puntos terminales de la línea, siendo captada por todas las interfaces a la derecha y a la izquierda de la interfaz transmisora.

En la topología en anillo, la transmisión de una interfaz recorre toda la extensión del anillo, hasta volver a la interfaz transmisora, siendo de esa forma captada eventualmente por todas las otras interfaces.

### 3.1.2.1 SISTEMAS DE RED LINEALES.

Las redes lineales logran interconectarse por medio de un bus pasivo conectado con nodos unidos a él en intervalos, a lo largo de su longitud. La limitación en número de nodos conectados, depende de la velocidad de transmisión y de los tiempos de espera que pueden ser tolerados antes de que se haga una conexión. También hay una limitación sobre la longitud física del bus, debido a las características de atenuación del medio y la velocidad de transmisión usadas.

La tecnología de bus emplea un medio de transmisión originalmente desarrollado en los experimentos de comunicación de radio, en la Universidad de Hawaii con su red ALOHA, aplicando un método de contención de bus compartido y un complejo protocolo de evitación de colisiones.

Una red lineal, diseñada para desarrollar un servicio razonable dentro de estos contrastes es el Sistema Ethernet, desarrollado inicialmente por la compañía Xerox en los años 70's. El estándar de este sistema, ha sido adoptado por la IEEE en la serie 802, como el estándar 802.3 de redes de áreas locales. El protocolo aplicado en Ethernet (y ampliamente adoptado por otras redes) es conocido como Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD).

Ethernet originalmente fue diseñado para realizar comunicaciones entre computadoras personales, para compartir facilidades en un ambiente de oficina y específicamente para conectar computadoras donde el tráfico de datos tome la forma de pequeñas e intermitentes explosiones. Los primeros métodos implicaban poleo (polling) o TDM (Time Division Multiplexing, Multiplexación por División del tiempo) en su operación, lo que no era muy recomendable ya que estos métodos eran muy costosos y complejos de instalar. En la figura 3.7 se muestra la configuración para un pequeño segmento de red Ethernet. El medio físico escogido para transmisión fue el cable coaxial aunque otros medios pueden ser usados, como el par trenzado o la fibra óptica.

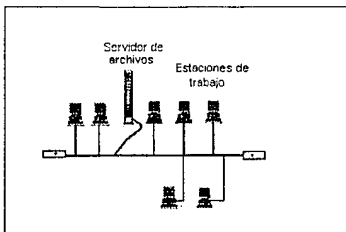


Figura 3.7 Configuración red Ethernet.

Las principales características de Ethernet son:

Topología	Ethernet
Medio de transmisión	cable coaxial, de impedancia de 50 Ohms.
Sistema de señalización	banda base, bit-serial, codificación Manchester
Velocidad de transmisión	10 Mbps
Máxima separación entre estaciones	2.5 mts.
Protocolo de comunicación	CSMA/CD
Máximo número de estaciones	1024
Máxima longitud del segmento de cable	500 metro
Formato de envío de datos ("frame")	longitud variable (72 a 1526 bytes)
Direccionamiento	ambas direcciones, fuente y destino, tienen una longitud de 48 bits.

En la actualidad existe una amplia variedad de opciones, cuya nomenclatura indica la velocidad de transmisión en MBPS (Megabits por segundo), el tipo de señalización utilizado (banda base o banda ancha) y la longitud del segmento en cientos de metros.

Estas opciones son :

MEDIO FISICO ESTANDAR 802.3	CARACTERISTICAS		
	Velocidad de transmisión	Método de señalización	Longitud del segmento
10Base5 Cable coaxial grueso (1.28 cm. diámetro)	10 Mbps	Banda base	500 metros
10Base2 Cable coaxial delgado (0.64 cm. diámetro)	10 Mbps	Banda base	158 metros
10BaseT Par trenzado. Utilizado en topología en estrella.	10 Mbps		
10BaseF Fibra óptica. Utilizado en topología en estrella.	10 Mbps		

El concepto de bus lineal se altera cuando el medio físico de transmisión del sistema de red Ethernet, es el cable telefónico UTP (unshield twisted pair, par trenzado blindado) o fibra óptica, ya que en este tipo de cableado la topología ya no es precisamente un bus lineal sino tipo estrella.

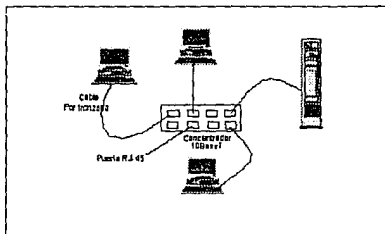


Figura 3.8 Configuración Ethernet 10BaseT

Se parece físicamente a las redes Arcnet o Token Ring (que se verán posteriormente), ya que los nodos se conectan a través de un centro de cableado o concentradores Fig. 2.8 y estos podrían o no enlazarse a un bus de cable coaxial o de fibra óptica. Lo que realmente está sucediendo es que estos concentradores Ethernet de cable UTP internamente, llevan ese bus lineal para la conexión de los nodos.

Esta forma de conexión con cableado UTP día a día se introduce en las instalaciones ya que presenta una instalación más fácil, un monitoreo y una administración de la red, así como el bajo costo del cableado y un crecimiento de la red mucho más sencillo. Actualmente, este tipo de redes bajo el cableado UTP y por la misma evolución de la tecnología está regida bajo el estándar 10BaseT (figura 3.8)

Varias implementaciones de redes de bus de banda base han sido hechas con la limitada intención de enlazar computadoras personales y así compartir dispositivos o para tener una operación funcional distribuida. Estas usan una forma simplificada del CSMA/CD en el cual la velocidad de operación es reducida y el número de dispositivos conectados es limitado para minimizar la posibilidad de colisiones.

### 3.1.2.2 SISTEMAS DE RED EN ANILLO.

Una topología en anillo consiste de un número de **repetidores** , formando parte de la estación en anillo. Cada repetidor esta conectado hacia otros dos enlaces de transmisión unidireccionales, para formar un área cerrada . Los datos son transferidos secuencialmente, bit por bit alrededor del anillo desde un repetidor hacia el siguiente, con cada repetidor sirviendo para regenerar y retransmitir cada bit dentro del paquete de datos ("frame").

**Arquitectura de Estrella-Anillo.** La inserción de una nueva estación sobre un sistema de anillo no es simplemente la acción de añadir una conexión, como en una red de bus lineal. En el sistema de anillo, es necesario romper este y conectar la nueva estación para completar el anillo una vez más. Una falla posterior en cualquier nodo hará que la red completa no opere, a menos que se haga un arreglo de desviación al presentarse una falla en un nodo. El observar éste problema, hará que el costo de la red se eleve ya que se considerará entonces un cableado adicional en el área vacía, formandose así una arquitectura de **estrella-anillo**. Aquí todos los repetidores se enlazan a través de un concentrador de cable de anillo, formando una red en estrella, donde las conexiones son de nodo a nodo a través del concentrador y no radiando afuera desde un concentrador ("hub") central. El porqué de este acceso centralizado es simple, es la manera de aislar una falla e insertar una nueva conexión. Esto también facilita el ruteo entre un número de anillos separados.

El principio de estrella-anillo ha sido adoptado en varios sistemas de anillo, el más importante es el **token ring** el cual emplea un protocolo en el que de forma simplificada se reemplazan datos, este protocolo es mejor conocido como **token passing** ("marca o señal de paso").

### 3.1.2.3 SISTEMA DE RED TOKEN RING.

El sistema de red **Token Ring de IBM**, el más conocido comercialmente, está diseñado principalmente para enlazar computadoras personales IBM. Es un sistema de banda base que opera a 4 Mbps y 16 Mbps, utiliza como medio físico de transmisión el cable de par trenzado.

La conexión de la red sigue la de la arquitectura estrella-anillo que se muestra en la figura 3.9 donde el concentrador del anillo es el **MAU (Medium Attachment Unit, Unidad de Acceso Multiestación)** , permitiéndose la conexión hacia ocho o más computadoras personales o MAU's.

Los datos que circulan por el anillo están codificados en el formato Manchester bi-fase . con las delimitaciones requeridas en la secuencia de los paquetes de datos ("frame") identificando los huecos en la deliberada violación de su código. Los paquetes de datos contienen un código de destino de cuatro bytes y una dirección de cuatro bytes. Un byte de control es añadido para indicar si la codificación de los datos es sincrónica o asincrónica.

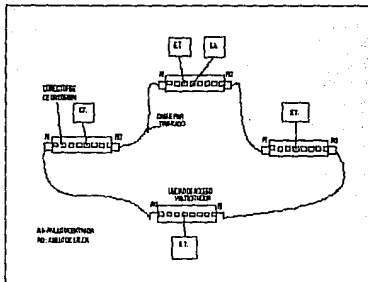


Figura 3.9 Configuración Token-Ring

El control de la red reside en una unidad de acceso multiestación (MSAU) la que utiliza una computadora personal en el que corre un software de red LAN que actúa como un servidor de archivos, que opera bajo el sistema operativo PC-DOS, y utilizando un circuito integrado ("chip") de IBM llamado NETBIOS.

Las fallas física tales como un rompimiento del cable, pueden causar que el nodo reciba una señal inválida de su vecino activo más cercano. Si esto ocurre, el nodo transmite un "frame" de señales MAC. Mientras transmite la tarjeta se remueve a si misma del anillo, se prueba a si misma y al cable. Según el resultado, se reconecta o permanece desconectada. El anillo se recupera automáticamente.

El Token Ring de 16 Mbps ofrece al menos dos funciones notables, primero, el tamaño máximo del "frame" es aproximadamente 18,000 bytes, unas cuatro veces más largo que el Token Ring de 4 Mbps y unas 12 veces más largo que el de Ethernet de 1,500 bytes. Esto permite un volumen más alto, ya que se requiere menos transmisiones para cierta cantidad de datos, tales como largos archivos de gráficas o bases de datos.

Segundo, las primeras versiones del "token" se caracterizan por permitir que dos "frames" de datos viajen en el anillo simultáneamente, en lugar de un "frame" que es lo que permite el Token Ring de 4 Mbps. En el Token Ring de 4 Mbps, la estación transmisora libera el "token" solo después de que recibió el antiguo "frame" de la estación receptora. A 4 Mbps la red casi siempre está en uso, pero a 16 Mbps, los "frames" de datos gastan menos tiempo en la red y se transmiten caracteres de relleno, para llenar espacios, desperdiciando el ancho de banda. Con las primeras versiones del "token", la estación transmisora lo libera inmediatamente después de transmitir el "frame", de ese modo otra computadora puede tomar el "token" y transmitir otro "frame". Las primeras versiones del "token", toman ventaja del tiempo muerto de la red para pasar el "token" del recipiente de ingreso al transmisor y así incrementar la capacidad de la red.

Sus normas y restricciones son las siguientes:

- El número máximo de estaciones de trabajo es 96.
- En una red puede haber hasta 12 MAU.
- La distancia máxima entre una estación de trabajo y un MAU es de aproximadamente 50 metros.
- La distancia máxima entre dos MAU es de aproximadamente 50 metros.
- La longitud máxima total del cable de interconexión entre MAU's es de 133 metros aproximadamente.

#### **3.1.2.4 SISTEMA DE RED TOKEN BUS**

Conocido como el estándar IEEE 802.4, tiene una topología de bus y transmite en banda ancha. La configuración de token bus aunque tiene una forma física de bus, funciona lógicamente como un anillo .

Bajo condiciones normales opera en forma similar a la red Token Ring. Sin embargo, debido a las diferencias en los dos métodos de acceso al medio (banda ancha para bus y secuencial para anillo) en el procedimiento usado para manejar el anillo lógico, la inicialización y pérdida de la señal son inevitablemente diferentes.

La red Token Bus normalmente utiliza en su arquitectura cable coaxial y opera ya sea en modo de Banda Ancha o Banda Base Modificada, mejor conocido como Banda de Portadora . La circuitería interfase de control y modulación, desarrolla las siguientes funciones:

- Transmitir datos codificados (modulación)
- Recibir datos decodificados (demodulación)
- Generación de reloj

#### **3.1.2.5 SISTEMA DE RED ARCNET.**

ARCNET ( Attached Resource Computer Network, Red de Computadoras de Recursos Asociados) desarrollado por Datapoint Inc., en 1977 es una arquitectura de anillo modificado y fue diseñada para permitir la interconexión de una red de banda ancha.

Por lo general, la red ARCNET (Figura 3.10) utiliza el protocolo de acceso Token Passing y la topología de anillo, con cableado en forma de estrella, de bus o como una estrella distribuida con ramificaciones .



Arcnet es un anillo modificado, ya que recorrerá los nodos en forma de anillo por ser un ciclo de atención a cada uno de ellos. Pero no lo hará en la disposición física en que se encuentran, sino en el orden lógico que se le dé a cada uno. Por esta razón, cada tarjeta de red, lleva un número asignado de nodo, el cual tiene que ser distinto a cualquier otro en la red. Este número de nodo ("node adress") se direcciona físicamente a cada tarjeta. En caso de que existieran dos nodos con números iguales, habría fuertes conflictos en la comunicación e inclusive podría no existir respuesta en ningún nodo.

Cada mensaje incluye una identificación del nodo fuente y del nodo destino y sólo el destino puede leer el mensaje completo. En este tipo de red no es necesario que cada estación regenere el mensaje antes de transmitirlo al siguiente. Todas las estaciones tienen la capacidad de indicar inmediatamente si pueden o no aceptar el mensaje y, además, reconocen cuando ya se recibió.

ARCNET es una red que tiene una velocidad de transmisión de datos de 2,5 Mbps, su medio físico de transmisión puede ser cable coaxial, cable de par trenzado o fibra óptica dúplex. En este tipo de red se manejan centros de alambrado o concentradores que se encargan de hacer el anillo.

Para poder realizar éste control, los concentradores pueden ser activos o pasivos. Los activos, direccionan la información y la amplifican. Los pasivos constituyen bifurcadores de la señal hacia cada nodo conectado. Los concentradores pasivos, pueden estar conectados entre sí o directamente a un nodo o a un concentrador pasivo. Sin embargo, los concentradores pasivos solo se pueden conectar a partir de un concentrador activo y de nodos.

La distancia máxima que puede tener un concentrador activo a otro activo o a otro nodo, es de 600 metros. La distancia máxima de un concentrador pasivo a un nodo o concentrador activo es de 15 metros. La máxima distancia que puede alcanzar este tipo de red a través de concentradores es de 6000 metros.

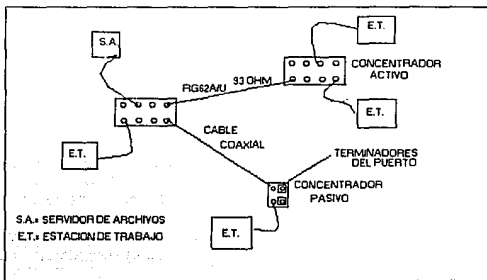


Figura 3.10 Configuración ArcNet

Las características de atenuación de los diferentes tipos de cable afectan el número de estaciones de trabajo que pueden estar unidas en una topología de bus. La máxima atenuación en la señal entre estaciones de trabajo y un concentrador activo o entre dos estaciones de trabajo conectadas por medio de un concentrador pasivo no deberá exceder de 11 dB.

Sus normas y características son las siguientes:

- Los concentradores pasivos no pueden conectarse en serie, pero tienen que estar conectados a un dispositivo central.
- Si sólo se conectan dos computadoras (un servidor y una estación de trabajo) no se necesita un hub pasivo y la distancia entre ambos equipos puede ser de hasta 600 metros.
- Una red con más de dos equipos necesita un concentrador activo o pasivo.
- No se pueden formar bucles, que aparecen cuando un cable conectado a un concentrador vuelve al mismo por otro camino.
- Siempre hay que utilizar "terminadores" en las conexiones libres de los concentradores pasivos.

## **3.2 PROTOCOLOS Y MEDIOS FISICOS DE TRANSMISION.**

### **3.2.1 EL MODELO OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos).**

En 1977, la Organización Internacional de Normalizaciones (International Standard Organization, OSI) vió la necesidad de normalizar la interconexión de sistemas heterogéneos y creó un subcomité (SC16) para estudiar el problema. El objetivo del SC16 era definir normas para la interconexión de sistemas abiertos ("Open Systems Interconnection", OSI).

El término abierto no se aplica a ninguna implementación, tecnología o interconexión particular de sistemas, pero si a la adopción de normas, es decir, cualquier sistema que adopte las normas del SC16 y pueda interconectarse con cualquier otro sistema que obedezca a las normas. Por lo que se dice que un sistema que obedece a las normas OSI en su comunicación con otros sistemas, es un sistema abierto.

La interconexión de sistemas abiertos esta relacionado con el intercambio de información entre procesos iguales. El objetivo es habilitar el proceso de aplicación y cooperar en el en la ejecución de la tarea de procesamiento distribuido de datos, independientemente de las computadoras en el cual se esté corriendo el proceso.

El principio del modelo diseñado por la ISO, es proyectar una red con un conjunto jerárquico de capas; cada capa superpuesta en la capa inferior, además de proporcionar soporte para la coordinación del desarrollo de estándares y permitir la existencia y desenvolvimiento de actividades de estándares en un entorno común, así como el de permitir un proceso de aplicación en cualquier computadora que soporte un grupo particular de estándares para comunicarse libremente con un proceso de aplicación en cualquier otra computadora que soporte el mismo estándar, independientemente del fabricante. El modelo de referencia, consta de siete niveles. Los objetivos que persigue el modelo ISO son :

- Proporcionar una serie de normas para la comunicación entre sistemas.
- Eliminar todos los impedimentos técnicos que pudieran existir para la comunicación entre sistemas.
- Abstracta el funcionamiento interno de los sistemas individuales.
- Definir los puntos de interconexión para el intercambio de información entre los sistemas.
- Limitar el número de opciones, para incrementar las posibilidades de comunicación sin necesidad de onerosas conversiones y traducciones entre diferentes productos.
- Ofrecer un punto de partido válido desde el que, comenzar en caso de que las normas del estándar no satisfagan todas las necesidades.

Conceptualmente, estos niveles pueden ser considerados como la ejecución de una de dos funciones: funciones de red-dependiente y funciones de aplicación-orientada, los que a su vez dan paso a tres distintos medio ambientes de operación:

1. El medio ambiente de red, el cual esta relacionado con los protocolos y estándares, relacionando los diferentes tipos de redes de comunicación.
2. El medio ambiente OSI, el cual comprende el medio ambiente de red, los protocolos de aplicación-orientada y los estándares que permiten a los sistemas de computadoras comunicarse con otros sistemas en un camino abierto.
3. El ambiente de sistema real, el cual se construye sobre el medio ambiente OSI y esta relacionado con una tarea de procesamiento distribuido de un fabricante en particular.

La función de cada nivel esta especificada formalmente como un protocolo que define el grupo de reglas y convenciones usadas para comunicarse con un nivel similar en cualquier sistema remoto.

### **NIVEL 1. Nivel físico (Nivel de Interconexión física).**

Es el nivel más bajo del modelo. Las funciones incluidas dentro de este estrato se encargan de activar, mantener y desactivar un circuito físico entre un ETD y un ECD. Para el nivel físico los estándares más importantes son el RS-232 y el V.24 .

### **NIVEL 2. Nivel de enlace (Nivel de Control de Enlace de datos DLC).**

El nivel DLC provee la conexión lógica a través de la línea, el direccionamiento, el secuenciamiento y la recuperación de errores.

Existe una dirección de enlace que identifica una conexión de enlace en el nivel DLC.

En este nivel se determina el uso de una disciplina de comunicaciones conocida como HDLC (High Level DATA LINK CONTROL, protocolo en el que los datos se organizan por TRAMAS. La trama es un encuadre de los datos, como se observa en la figura 3.11. Por lo que al juntar las funciones de las capas 1 y 2, ya se tiene la forma de conectar físicamente dos nodos adyacentes y de transferir un mensaje de datos entre ellos, manejando direccionamiento, control de errores, etc., como se especifica en el protocolo HDLC.

Este nivel es el responsable de la transferencia de datos por el canal. Proporciona a los datos la sincronización necesaria para delimitar el flujo de bits del nivel físico. Asimismo, garantiza la identidad de los bits, encargándose de que los datos lleguen sin errores al ETD receptor. Se ocupa de controlar el flujo de datos para impedir que el ETD se desborde. Una de sus funciones más importantes consiste en detectar errores en la transmisión y en recuperar, por distintos mecanismos, los datos perdidos, duplicados o erróneos.

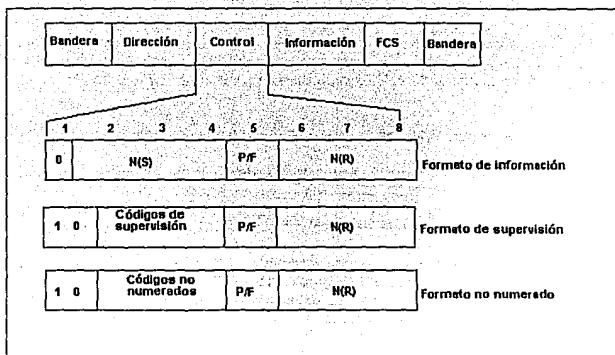


Figura 3.12 Formato de la trama HDLC

### NIVEL 3. Nivel de red (Nivel de control de red).

Define la interfaz entre el ETD de usuario y la red de conmutación de paquetes, además de la interfaz de un ETD con otro a través de esta red. Especifica también las operaciones de encaminamiento por la red y la comunicación entre distintas redes. Es un nivel prolijamente detallado, y con una amplia variedad de funciones. En este nivel está incluida la especificación X.25.

Este nivel provee el control entre dos nodos adyacentes. Dos conexiones se proveen: punto a punto o en red. Una o más conexiones de red pueden ser ubicadas en la misma conexión de enlace y se distinguen por sus direcciones.

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

En este nivel se determina el formato del campo de información de la trama HDLC (Figura 3.13). A esto se le llama PAQUETE.

**NIVEL 4. Nivel de transporte.** Este nivel proporciona el control entre nodos de usuarios a través de la red, además de proporcionar la interfaz entre la red de comunicación de datos y los tres niveles superiores.

Es el nivel que permite al usuario elegir entre diversas opciones de calidad (y de precio) dentro de una misma red (es decir, dentro del mismo nivel de red). Está diseñado para mantener al usuario al margen de algunos de los aspectos físicos y funcionales de la red de paquetes. Se encarga además de la facturación entre los dos extremos.

Ofrece un mecanismo organizado de intercambio de datos entre usuarios. Cada usuario puede seleccionar el tipo de control y de sincronización que desea de la red, por ejemplo diálogo bidireccional alternado o bidireccional simultáneo, puntos de sincronización para comprobaciones intermedias y recuperaciones durante la transferencia de archivos, abortos y rearranques y flujo de datos normal y acelerado.

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

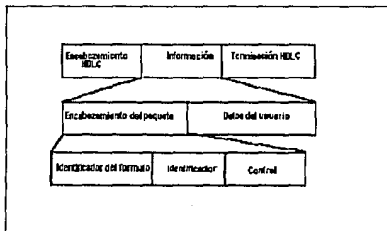


Figura 3.13 Paquete HDLC

#### NIVEL 5. Nivel de sesión.

Provee el soporte para que exista comunicación entre entidades que cooperan en el nivel de presentación. Las funciones del nivel de sesión se pueden dividir en dos categorías:

- Determinación y cancelación de contrato entre dos entidades del nivel de presentación (función a la que se le llama Servicio de Administración de Sesión).
- Control del intercambio de datos, entre dos entidades, comprendiendo sincronización, delimitación y recuperación de operaciones con los datos (función conocida como Servicio de Diálogo de Sesión).

Las entidades del Nivel de sesión utilizan a su vez los servicios del nivel de transporte de acuerdo con la estructura jerarquizada del modelo a que nos referimos.

Cada vez que se desea establecer una comunicación entre dos elementos de sistemas distintos, se establece una sesión entre las correspondientes entidades de presentación afectadas. La sesión regula el diálogo entre ellos y deja de existir cuando este finaliza.

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

- dos vías simultáneas
- dos vías alternas, y
- una vía.

**NIVEL 6. Nivel de presentación.** Los elementos situados a este nivel proporcionan un conjunto de servicios a las entidades que constituyen el nivel superior. Dichos servicios están fundamentalmente orientados a la interpretación de la estructura de las informaciones intercambiadas por los procesos de aplicación. Algunas de las funciones que es posible asignar a las entidades en éste nivel son :

- Referente a protocolos de terminales virtuales:
- La selección del tipo de terminal
- La gestión de los formatos de presentación de los datos.
- Referente a protocolos de manipulación de archivos virtuales:
- Ordenes de manejo y formateado de los archivos
- Conversiones de código de los datos

Referente a la transferencia de información:

- Formateando los datos y órdenes de control
- Control de la forma de transferir informaciones.

Las funciones asignadas a los niveles aplicación y presentación de la misma naturaleza y de cierta manera complementarias. Podría decirse que la diferencia entre dichas funciones es similar a la que existe entre significado y representación de la información, entre semántica y sintaxis de los datos que constituye asegurar el carácter abierto del sistema.

**NIVEL 7. Nivel de aplicación.** Es el nivel superior del modelo OSI y en él se llevan a cabo las funciones específicas de comunicación entre los diferentes procesos de aplicación que constituyen el sistema. Los procesos de aplicación que utilizan el mecanismo de interconexión se encuentran distribuidos y deben comunicarse para llevar a cabo objetivos comunes.

La comunicación se lleva a cabo utilizando protocolos de diálogo. Desde el punto de vista del usuario, un proceso se comunica a través del sistema operativo. Si los procesos se encuentran residentes en la misma máquina, la comunicación se realizará de la manera habitual; en el caso de que los procesos se encuentren en máquinas distintas será necesario hacer intervenir el sistema de conexión.

La comunicación entre procesos se realiza mediante un determinado protocolo. En las especificaciones provisionales de ISO se mencionan cinco grupos de posibles protocolos, todos ellos gestionados por los elementos que constituyen el nivel de aplicación. Los cinco grupos de protocolos mencionados son :

- GRUPO 1. Protocolos de gestión del sistema, orientados a la realización de las funciones de gestión del propio sistema de interconexión.
- GRUPO 2. Protocolos de gestión de la aplicación, orientados al control de las funciones de gestión de la ejecución de los procesos de aplicación tales como gestión de acceso a determinadas partes del sistema, resolución del interbloqueo, contabilidad y facturación de la utilización, etc
- GRUPO 3. Protocolos del sistema para la materialización de las comunicaciones entre procesos de aplicación como por ejemplo, acceso a archivos, comunicación entre tareas, activación remota de procesos, activación remota del sistema.
- GRUPO 4,5. Protocolos específicos para aplicaciones ya sea industriales, de cálculo, de manejo de información, bancarias, líneas aéreas, etc.

### **3.2.1.1 APLICACION DEL MODELO OSI EN LAS REDES LAN.**

Para realizar una explicación práctica y breve de la aplicación del Modelo OSI sobre cuáles son los niveles implementados en software y cuáles los implementados en hardware, la figura 3.14 muestra éstas aplicaciones así como los lugares que ocupan cada uno de los componentes que forman una red LAN; el Nivel físico (cables, conectores, etc.) es de hardware, y desde el Nivel de transporte hasta el Nivel de Aplicación son de software; mientras que el Nivel de Enlace de Datos puede ser de hardware y firmware, ya que de este forman parte protocolos que son tomados de circuitos integrados (memorias) que implementan funciones en software. El Nivel de red cuando es requerido por Redes de Area Amplia (Wide Area Network, WAN) generalmente es implementado por software.

El Nivel de Enlace y el Nivel físico están representados por los cables, conectores, transductores etc., y por la tarjeta de interface de la red o adaptador de la red, que se encuentra en la máquina Host o computadora personal. Los niveles de Red y Transporte representados por software como el SPX/IPX o TCP/IP .



El Nivel de Sesión generalmente está implementado por el NetBIOS. Tanto el Nivel de Presentación y el de Aplicación se combinan en aplicaciones del DOS , del Sistema Operativo de Red (NetWare, OS/2, LAN Manager, Banyan VINES, etc.) y los protocolos de aplicación por los archivos de transferencia, correo electrónico, etc.

NIVELES MODELO OSI	COMPONENTES LAN
APLICACION	Protocolos y programas de aplicación
PRESENTACION	Sistema Operativo DOS y de red
SESION	NetBIOS
TRANSPORTE RED	Protocolos específicos de la red para conectividad de Inter-red
ENLACE DE DATOS	Tarjeta Interface de Red (NIC)
FISICO	Cable y conectores

Figura 3 14 El modelo OSI y sus aplicaciones

### 3.2.2 TECNICAS DE CONTROL DE ACCESO DE REDES LAN

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) estableció seis subcomités que reciben la denominación colectiva de Comités de Normalización de redes locales conocidos como IEEE 802 y son :

802.1 El nivel de Enlace de Datos (Data Link Layer, DLL) del Modelo OSI se divide en dos subniveles:

- a) Control de Acceso al Medio (MAC), y
- b) Control de Enlace Lógico (LLC).

Este estándar describe las interfaces de alto nivel en el subnivel MAC, así como los procedimientos para compartir los medios físicos de la red.

La capa uno de medios físicos, se ocupa de detalles como de la forma de transmisión , forma de codificación y decodificación de las señales binarias, detección de transmisiones simultáneas, niveles de voltaje, definición de conectores y pines, etc.

La norma para la subcapa de Control de Enlace Lógico (LLC), puede utilizarse conjuntamente con cualquiera de las normas de la subcapa MAC.

La subcapa para el Control de Acceso al Medio (MAC) de la capa dos especifica el protocolo de acceso al medio y las posibles funciones de prioridad para este acceso.

- 802.2 Describe el nivel de Control lógico del enlace (LLC) y los procedimientos para compartir un esquema de protocolo común. Ofrece servicios de conexión a nivel de capa dos.
- 802.3 Describe la Técnica de Acceso CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection (Acceso Múltiple por Escucha de Portadora con Detección de Colisiones) sobre una topología de bus. Es conocido como el estándar Ethernet. Una variación reciente sobre este estándar ha sido adoptado por la IEEE, la cual soporta 10 Mb/s sobre una topología estrella de par trenzado. Este nuevo estándar es llamado Ethernet 10Base-T. Una nueva variación define Fast Ethernet de 100 Mbps, usando el mismo protocolo de CSMA/CD que para la capa física propone el esquema usado por el ANSI en FDDI, pero en su versión usando cable de cobre de par trenzado.
- 802.4 Describe la Técnica de Acceso Token-passing (Paso de Testigo) sobre una topología de estrella/bus. Mejor conocida como estándar ARCNet.
- 802.5 Describe la Técnica de Acceso Token-passing sobre una topología estrella/anillo. Este estándar es mejor conocido como el estándar Token Ring. IBM ha trabajado conjuntamente con la IEEE para asegurarse que sus productos se adhieran estrictamente a las normas 802.5. Actualmente, IBM y Synoptics Communications han propuesto una variación a éste estándar ya que soportaría 16 Mb/s sobre par trenzado blindado.

Los siguientes cuatro estándares se enfocan sobre redes de nivel alto y especificaciones de medios físicos de transmisión.

- 802.6 Este estándar describe los procedimientos para el desarrollo y mantenimiento de redes de Area Metropolitana (MAN). La topología conocida como DQDB (Distributed Que Dual Bus ; Canal Dual de cola distribuida). DQDB utiliza un bus dual de fibra óptica como medio de transmisión. Ambos buses son unidireccionales, y en contra-sentido . Con esta tecnología el ancho de banda es distribuido entre los usuarios, de acuerdo a la demanda que exista, en proceso conocido como "Inserción de Ranuras en Tiempo Real" . Puesto que puede llevar transmisión de datos sincronicos y asincronicos, soporta aplicaciones de video, voz y datos. IEEE 802.6 con DQDB es la alternativa de la IEEE para ISDN.
- 802.7 Aunque no es considerado aún como un estándar, 802.7 presenta un grupo de asesorías técnicas enfocadas hacia estándares de comunicaciones de banda ancha.
- 802.8 Aún no considerado como un estándar, 802.8 presenta un grupo de asesorías técnicas enfocadas a cableado con fibra óptica.

- 802.9 Trata sobre procedimientos para la integración de voz y datos en redes. Está estándar es un elemento crítico en el desarrollo exitoso de Redes de Area Metropolitana (MAN) y Redes de Area Amplia(WAN).
- 802.10 Trata los estándares de Interoperabilidad y Seguridad en las redes LAN.
- 802.11 Estándares iniciales, establecidos para la compatibilidad e interoperabilidad en conexiones inalámbricas, que especifica un sistema de red LAN por medio de radiofrecuencia. Este estándar no ha sido ratificado.
- 802.12 Se prevee la posibilidad de que el Fast-Ethernet, modificación de la 802.3, se convierta en el IEEE 802.12.
- 802.14 Es una propuesta no ratificada para Fast-Ethernet , pero que no utiliza CSMA/CD para la capa de MAC. Por ahora este proyecto sigue denominado como 100BaseVG. Y es la primera ocasión en que se pretenden ratificar dos estándares oficiales e internacionales, para una misma solución: Ethernet de alta velocidad (100 Mbp sobre cable de cobre de par trenzado.)

### **3.2.2.1 PROTOCOLOS ESTANDARES DE ACCESO AL MEDIO DE REDES LAN.**

El protocolo en una comunicación describe el grupo de reglas y procedimientos que gobiernan la transmisión de los mensajes sobre el medio físico.

Los estándares de Control de Acceso al Medio (MAC) junto con sus especificaciones asociadas al medio físico, están referidas en los estándares 802 de la IEEE.

De acuerdo con éste estándar se adoptaron dos protocolos de acceso al medio :

1) "Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection", CSMA-CD , y

2) Token-passing

### **3.2.2.1.1 CSMA/CD (ACCESO MULTIPLE POR ESCUCHA DE PORTADORA CON DETECCION DE PORTADORA).**

El procedimiento más probado y utilizado para controlar una red local con estructura en bus es el acceso múltiple por escucha de portadora con detección de portadora (CSMA/CD). La versión más extendida de este método es la de la especificación Ethernet. El sistema Ethernet fue desarrollado en parte basándose en los conceptos de ALOHA. Fue Xerox Corporation quien se ocupó de investigar la técnica CSMA/CD y quien puso en el mercado el primer producto comercial. En 1980, Xerox, Intel Corporation y Digital Equipment Corporation (DEC) publicaron de manera conjunta una especificación para la red local Ethernet, que sería más tarde introducida en los estudios de los comités IEEE 802 y, con ciertas modificaciones, publicada como el estándar IEEE 802.3.

El nivel de usuario es atendido por dos estratos de CSMA/CD, el de enlace y el físico. Cada uno de los dos estratos inferiores constituye una entidad autónoma. El nivel de enlace es el que proporciona la lógica que gobierna realmente la red CSMA/CD. Es independiente del medio, y por tanto no le afecta el que la red sea de banda ancha o estrecha. El estándar 802 incluye opciones para ambas modalidades.

El nivel de enlace incluye una entidad que se ocupa de encapsular y desencapsular los datos, y otra encargada de gestionar el acceso al medio, tanto para transmitir como para recibir. (En las especificaciones Ethernet esta última entidad se conoce como gestión de enlace).

### **3.2.2.1.2 TOKEN-PASSING (PASO DE TESTIGO)**

#### **3.2.2.1.2.1 PASO DE TESTIGO EN ANILLO (CON PRIORIDAD).**

La red con paso de testigo en anillo (con prioridad) (Token Ring) se vale de una señal para otorgar la prioridad de acceso a la red. Es un método utilizado por muchos fabricantes, y se encuentra plasmado en el estándar IEEE 802.5, que permite tres formatos distintos de red en anillo:

El formato de testigo que consta de tres octetos, el delimitador de comienzo, el control de acceso y el delimitador de final. La misión de los dos delimitadores es señalar el comienzo y el fin de la transmisión. El control de acceso consta de ocho bits. Tres de ellos sirven de indicador de prioridad, otros tres de indicador de reserva, y un tercero es el bit del testigo. Cuando este bit está a cero, indica que la trama enviada es un testigo, mientras que cuando es un 1 señala que se trata de datos. El último bit del octeto de control de acceso es el bit monitor, que autoriza a una determinada estación a monitorizar la red para realizar funciones de control de errores y archivo de información.

El segundo formato es de testigo de aborto, formado únicamente por los delimitadores de principio y fin. Este tipo de testigo puede enviarse en cualquier momento para aprobar una transmisión previa.

El tercer formato es el de transferencia. Además del delimitador de comienzo, del control de acceso y del delimitador final, en el estándar se definen otros campos adicionales. El campo de control de trama especifica el tipo de trama (MAC o LLC) y puede emplearse para establecer prioridades entre dos entidades LLC gemelas. Los campos de dirección identifican las estaciones emisoras y receptoras. El campo de información es el que contiene los datos de usuario. El campo FCS realiza funciones de comprobación de errores, y el campo de estado de la trama sirve para indicar que la estación receptora ha reconocida su dirección y ha copiado sus datos en el campo de información.

#### **3.2.2.1.2.2 PASO DE TESTIGO EN BUS (TOKEN BUS).**

El esquema de paso de testigo en bus recomendado por el comité IEEE 802.5 es un subnivel MAC que consta de cuatro funciones principales: la máquina de interfaz (IFM), la máquina controladora de acceso (ACM), la máquina receptora (RxM) y la máquina de tránsito (TxM). Otro componente opcional es la máquina repetidora regeneradora, disponible en algunas estaciones repetidoras, como los moduladores de cierre del bucle.

El corazón del sistema Token Bus es la Máquina Controladora de Acceso (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.

### 3.2.3 OTROS PROTOCOLOS Y ESTANDARES.

El modelo de referencia ISO ha sido tomado como patrón para la estructura de subsistemas de comunicaciones, como los que se mencionan brevemente a continuación:

**BSC (Control Síncrono Binario).** Lo introdujo IBM a mediados de los años sesenta, fué el primer sistema de control de enlace de propósito general, capaz de gestionar configuraciones punto a punto o multipunto. BSC es un protocolo semidúplex, capaz de manejar conexiones punto a punto y multipunto, además de los canales conmutados o no conmutados. Es un protocolo sensible al código. Todos los caracteres que se transmitan a través de un canal BSC deberán ser decodificados en el receptor para comprobar si se trata de un carácter de control o de un dato de usuario.

**SLDC (Synchronous data-link control, Control Síncrono de Enlace).** Utiliza el modo de respuesta normal no equilibrado. Sus comandos y respuestas permiten establecer una topología en bucle, y llevar a cabo operaciones de sondeo en anillo o en bucle. En consecuencia es capaz de manejar configuraciones punto a punto, multipunto o en anillo.

**HLDC (High-level data-link control, Control de Enlace de Datos de Alto Nivel),** es un protocolo formulado por la ISO, que ha publicado la parte del estándar aprobado, publicándolo como el estándar IS-3309.

**ADCCP (Advanced data-communications control protocol, Protocolo Avanzado de control de comunicación de datos),** es un protocolo desarrollado por la ANSI (American National Standard Institute, Instituto Americano Nacional de Estándares), que refiere en el Estándar X3.28 (actualización de 1976) una norma para protocolos orientados a caracteres, que especifica un grupo de protocolos y códigos de control encargados de gestionar el tráfico por los canales de comunicaciones. Estos procedimientos emplean diez códigos de control de la comunicación, incluidos en el juego de caracteres ASCII.

**BDLC (Burroughs data-link control, Control de Enlace de Datos de Burroughs)** que es un protocolo de bit-orientado, especialmente diseñado para ser usado con equipos Burroughs.

**TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol, Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de red interna),** que es un grupo de protocolos desarrollados por los diseñadores del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, cuyas investigaciones conjuntas con un gran número de universidades de ese país concluyeron en una red interna, mejor conocida como ARPANET, la que ha sido extendida incorporando redes desarrolladas por otras agencias gubernamentales. A la combinación de estas redes se le conoce como Internet.

TCP/IP está siendo solicitado como el estándar de sistemas abiertos, debido a que todas las especificaciones asociadas con este protocolo son del dominio público, mismos que han sido usados ampliamente en el sector público y comercial para la creación de ambientes de red de sistema abierto. En la práctica, los estándares más importantes en sistemas abiertos son el grupo de protocolos basados en el TCP/IP y los basados en el ISO.

Como se menciono anteriormente, aunque TCP/IP fue desarrollado basándose en la iniciativa ISO, este no contiene una relación específica con todos los niveles del ISO .

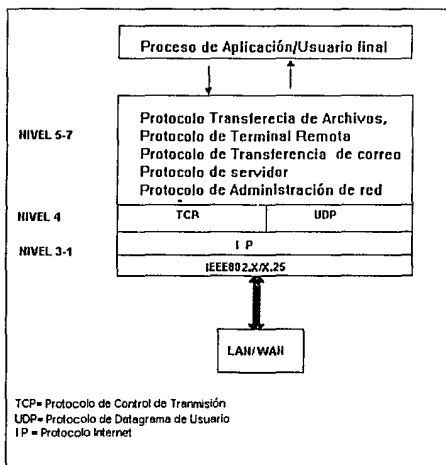


Figura 3.15 Grupo de protocolos TCP/IP

Además, la especificación de la metodología usada por los protocolos TCP/IP difiere de la usada por los estándares ISO. Sin embargo, la mayor parte de la funcionalidad asociada con los niveles de ISO están en el grupo de TCP/IP, como se observa en la figura 3.15.

En el nivel de red, el IP (Internet Protocol) proporciona el servicio de mapa de datos o datagrama entre el host o LAN's y los nodos de la red. IP es responsable del ruteo de los paquetes desde una red a otra, los que contienen direcciones de 32 bits tanto para la fuente y red de destino y el host.

El TCP (Transmisión Control Protocol) proporciona el nivel de servicio, soportando la comunicación proceso-a-proceso entre los dos hosts. TCP proporciona el servicio de circuito virtual entre los dos host de aplicación (llamados puertos), asegurando un eficiente flujo de bytes en la conexión.

Los protocolos de niveles más altos como el FTP (File Transfer Protocol, Protocolo de Transferencia de Archivos), el SMTP (Simple Mail Transfer Protocol, Protocolo de Transferencia de Correo) y el VTP de TELNET (Virtual Terminal Protocol, Protocolo de Terminal Virtual) son en ocasiones asociados con el protocolo TCP/IP debido a que son utilizados en redes LAN's.

En el caso de los estándares ISO/CCITT, un rango de estándares están asociados con cada nivel. Colectivamente, ellos forman la autoridad administrativa que se ha establecido para seleccionar el mejor grupo de estándares para la aplicación. Dando como resultado el grupo de protocolos conocidos como Perfil de Interconexión de Sistemas Abiertos (Open system Interconnection Profile), que se observan en la tabla 3.1. En ésta figura, los tres niveles más bajos varían para diferentes tipos de redes.

CCITT ha definido las series V, X e I para ser usadas con redes públicas. La serie V es utilizada en redes conmutadas de datos (PSDN) y la serie I se usa con las redes digitales de servicios integrados (ISDN).

ISO				CCITT			
Acceso remoto a base de datos (ISO 9579) Procesamiento distribuido (ISO 10026) Acceso de transferencia de archivos y administración (ISO 8571/1-4) Acceso a transferencia de trabajos y administración (ISO 8631/2) Terminal Virtual (ISO 9040/1) Servicio de elementos comunes de aplicación (ISO 8649/8650) Directorio de protocolo de sistema/acceso (ISO 9594)				Protocolo común de administración de información (ISO 9595/6) Correo interpersonal (ISO x.420) Servicio de correo (X.400) Servicio de teletexto (TTX) Videotexto (T100/1) Facsimil (T0/4/5) Servicios de directorio (ISO X500/X520)			
	ISO 8022	X216/226	T50/51/61				
	8823/24						
	ISO 8326/7	X215/225	T62				
	ISO 8072/3	X214/224	T70				
ISO 8850/8473/9542/10589		X.23	T30			1450/1	
ISO 8205/8381		X.25					
ISO 8802.2		X.212/222	T71			1440/1	
ISO 8802.3	ISO 8802.4	ISO 8802.5		X.21 X.21B	V. 24		143031
L	A	N	S	PSDN	PTSTN		RDSI

Tabla 3.1 Resumen de estándares



**X.25** En 1974, el CCITT emitió el primer borrador de X.25 (el Libro Gris), original que fue revisado en 1976, 1978, 1980 y 1984, para dar lugar al texto definitivo llamado "Libro Rojo", publicado en 1985. En la actualidad, X.25 es la norma de interfaz orientada al usuario de mayor difusión en las redes de paquetes de gran cobertura.

En X.25 se definen los procedimientos que realizan el intercambio de datos entre los dispositivos de usuario (ETD) y un nodo de red encargado de manejar los paquetes (ETCD). Las redes utilizan la norma X.25 para establecer los procedimientos mediante los cuales dos ETD que trabajan en modo paquete se comunican a través de la red.

La recomendación X.25 abarca el tercer nivel y los dos niveles más bajos. 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 hay canales C (control) e I (indicación) de X.21 están activados y con esta última premisa, X.25 utiliza el interfaz X.21 que une el ETD y el ETCD como un "conductor de paquetes" en el cual los paquetes fluyen por las líneas de transmisión y de recepción.

Como en muchos países no está extendido el interfaz X.21, X.25 tiene prevista la utilización del interfaz físico X.21bis/RS-232-C. El subfijo *bis* indica que se trata de una segunda opción del estándar recomendando aunque de hecho X.21 bis y X.21 no se parecen. Tanto RS-232-C como X.21 bis utilizan las asignaciones de circuitos V.24 del CCITT.

X.25 permite al dispositivo de usuario (ETD) o al distribuidor de paquetes (ETCD) limitar la velocidad de aceptación de paquetes. Esta característica es muy útil cuando se desea evitar que una estación reciba demasiado tráfico.

El control de flujo puede establecerse de manera independiente para cada dirección y se basa en las autorizaciones de cada una de las estaciones.

### 3.3 CONECTIVIDAD.

A medida que aumenta el número de redes y su funcionalidad, es más frecuente que los usuarios necesiten acceder a más de una red para obtener un determinado servicio, a esta operación se le conoce como *internetworking* (interconexión de redes).

Las redes de Area local pueden extenderse en redes metropolitanas (MAN) o redes de área amplia (WAN) utilizando conexiones remotas o tendidos centrales de alta velocidad con fibra óptica. Una conexión remota puede enlazar tanto dos redes locales situadas en extremos opuestos de una calle como en extremos opuestos lejanos.

Los métodos usados para realizar conexiones pueden depender de los siguientes factores :

- Requisitos de velocidad de transmisión
- Distancia a cubrir por el enlace
- Volumen de tráfico entre redes
- Patrones de tráfico de la red
- Costo

Una vez que la red se expande hacia otros pisos, incluso otras redes de área local, entonces esta deja de ser una red de área local y pasa a ser una red de área amplia o red de redes.

Una red de gran alcance sólo resulta efectiva si los usuarios pueden trabajar a una velocidad razonable. Aunque las conexiones con fibra óptica pueden ofrecer velocidades de 10 a 100 Mbps, e incluso superiores, actualmente están limitadas a los entornos de campus o metropolitanos. Las conexiones remotas mediante líneas telefónicas o enlaces de datos de alta velocidad ofrecen conexiones a larga distancia, pero su velocidad de transmisión puede ser limitada. Para las conexiones entre redes locales, es esencial disponer de un ancho de banda de comunicaciones entre los 56 Kbps y los 1,544 Mbps.

Para realizar el proceso de conexión de diferentes sistemas de red se requieren dispositivos de avanzada interconectividad y flexibilidad, como los *repetidores*, *puentes*, *ruteadores* y *gateway*.

**Repetidores.** Los repetidores funcionan en el nivel físico. Repiten los paquetes desde un sector de red primario (cable) a otro extendido. No interactúan con los protocolos de más alto nivel. Un repetidor enlaza dos redes locales (LAN) idénticas y las protege de la atenuación, que se produce al pasar la señal eléctrica a través de los medios de transmisión, degenerando la señal en proporción directa a la distancia recorrida. El repetidor acepta señales débiles, las regenera eléctricamente y después las envía.

Un repetidor amplifica la señal de forma que se pueda extender la longitud del cable, no modifica la señal excepto en que la amplifica para poder retransmitirla por la extensión del cable. Por ejemplo, para incrementar al doble la distancia límite de un segmento de una red Ethernet 10Base2 (189 metros aproximadamente) es necesario poner un repetidor en el primer seguimiento para continuar el segundo.

Los repetidores poseen las siguientes características:

- Se utilizan en los sistemas lineales como los Ethernet. Las redes con topologías de pase de testigo utilizan cada estación de trabajo para retransmitir las señales que recibe. Los *CONCENTRADORES activos* de ARCNET constituyen una forma de repetidor. Hay repetidores disponibles para ampliar el alcance las de las redes Token Ring.
- Los repetidores funcionan sobre el nivel más bajo de la jerarquía de protocolos, el nivel físico. los repetidores no han de considerar los protocolos y métodos de acceso, ya que se limitan a amplificar la señal para poder transmitirla sobre un tramo de cable adicional. Ambos segmentos deben de utilizar el mismo método de acceso al medio de transmisión.
- Los repetidores se utilizan normalmente dentro de un edificio.
- Las direcciones de nodo de los segmentos extendidos han de ser distintas de las existentes en los segmentos instalados.

Los repetidores funcionan normalmente a la misma velocidad de transmisión que las redes que conectan. Dada en paquetes por segundo, está alrededor de 15,000 para una red Ethernet típica.

**Puentes (Bridges).** Los puentes son más inteligentes que los repetidores. Los puentes procesan las señales de la red y asegura el la transferencia de la señal de una LAN a otra LAN o de una LAN a una WAN.

Con un puente se pueden comunicar estaciones de trabajo de redes físicamente distintas, formándose así una red de redes. Una de las características más importantes de los puentes es que funcionan en el nivel de control de acceso al medio (MAC). Cualquier dispositivo que cumpla con las especificaciones del nivel MAC se puede conectar con otros dispositivos similares para formar un bridge. Se pueden conectar incluso dispositivos que utilizan distintos protocolos.

Cualquier tipo de paquete puede cruzar un puente según su protocolo. Un puente se instala por las siguientes razones:

- Para extender una red cuando se ha alcanzado su máxima longitud.
- Para eliminar los cuellos de botella que se genera cuando hay demasiadas estaciones de trabajo conectadas a una única red. De esta manera, cada red se carga con un menor número de usuarios, con lo que mejora el rendimiento.
- Para conectar entre sí distintos tipos de redes, como la Token Ring y Ethernet.

Cuando se establece un puente, cada red posee una dirección de red distinta. Cada estación de trabajo de la red poseerá una dirección de nodo distinta. Las direcciones de red se asignan al instalar la red , y se utilizan para encaminar los paquetes entre redes. Una red puede poseer más de un servidor; en este caso, a cada servidor se le puede dar un número interno, para distinguirlo de los otros servidores.

Los puentes funcionan en el nivel de enlace, los paquetes se pueden transferir entre distintos tipos de interfaz de red. Hay que recordar que el nivel de enlace está dividido en dos subniveles, el control de enlace lógico (LLC) y el control de acceso al medio de transmisión (MAC). El nivel MAC es más modular, cada placa de interfaz de red viene con las rutinas de control de acceso que le corresponden. El nivel superior LLC funciona como un conmutador y una conexión entre módulos del nivel MAC. Los paquetes fluyen entre las redes a través del nivel LLC.

Muchos fabricantes ofrecen puentes que aportan diferentes posibilidades:

**Puentes inteligentes.** Los puentes inteligentes " se aprenden " las direcciones de las otras estaciones de rabajo de la red, por lo que no será necesario que el instalador del puente o el responsable cree una tabla con las direcciones del puente. Las estaciones de trabajo difunden continuamente sus señales de identificación y los puentes pueden construir sus tablas a partir de estas direcciones.

**Puentes en tándem.** Cuando una conexión con un puente es crítica, puede ser necesario crear puentes redundantes tolerantes a fallas. Si un puente falla, el otro puede continuar con el tráfico. Sin embargo, cuando hay dos conexiones, existe la posibilidad de que el tráfico pase por uno y vuelva por el otro de nuevo, creándose un esquema circular de movimiento de paquetes que continuarían sin fin. Los puentes en tándem detectan y rompen los bucles anulando ciertas conexiones. El protocolo 802.2D de la IEEE de árboles por parejas (STP, spanning tree protocol) impide los bucles en los puentes redundantes, al mantener los puentes secundarios como sistemas de respaldo. Si falla el primero de los puentes, el secundario comienza a actuar inmediatamente.

**Puentes con distribución de carga.** Esta es la forma más eficiente de un puente. Utilizan un algoritmo de emparejamiento, pero también utilizan una conexión doble para transferir los paquetes, mejorando de esta manera el rendimiento de la red.

**Ruteadores (Routers).** En los casos donde los protocolos de comunicación son diferentes entre las redes LAN, es más apropiado un ruteador, que son más inteligentes que los puentes. Los ruteadores procesan y entienden todos los lenguajes de comunicación. Los ruteadores contienen avanzados algoritmos que le permiten tomar decisiones inteligentes sobre a donde irán los mensajes y qué ruta usaran para tener una mejor eficiencia.

Los ruteadores se usan fundamentalmente en las grandes redes, con más de 20 redes locales interconectadas, para mantener el tráfico fluyendo eficientemente sobre caminos predefinidos. Son de especial importancia cuando se utilizan líneas alquiladas para conectar redes; estas conexiones pueden ser lentas y caras, por lo que sería conveniente el realizar un filtrado que evite el paso de tráfico innecesario por las conexiones. Muchos productos se han diseñado de forma que admiten estrategias de comunicaciones con T1 y X.25.

Los ruteadores se utilizan en lugar de los puentes en las siguientes circunstancias:

- Es necesario un filtro de paquetes avanzado.
- La red de redes posee diversos protocolos, y existe la necesidad de filtrar el tráfico con unos protocolos específicos a áreas especiales.
- Se hace necesario un encaminamiento inteligente para mejorar el rendimiento. Un ruteador inteligente conoce la estructura de la red y puede encontrar con facilidad el mejor camino para un paquete.
- Los ruteadores con filtrado avanzado son de interés cuando se utilizan líneas de comunicación remota lentas y caras.

Un ruteador examina los campos con información de encaminamiento de los paquetes y determina la mejor ruta para cada paquete. Puede enviar paquetes a redes que no se encuentren directamente conectadas a él, ya que los ruteadores poseen direcciones a nivel de estructura de la red que pueden ser vistas por otros dispositivos de la red extendida, incluyendo a otros ruteadores. También se pueden gestionar los ruteadores desde otros puntos.

Los ruteadores pueden ser específicos para un protocolo o pueden manejar diversos protocolos. Un ruteador para un protocolo específico sólo puede gestionar un tipo de paquetes, rechazando los otros paquetes. Un *ruteador multiprotocolo* puede manejar diversos protocolos, pero suele ser más lento y caro, estos son esenciales en las redes que poseen diversos sistemas y protocolos, y en las que es necesario compartir tráfico entre redes, como el sistema de correo electrónico.

Los ruteadores permiten dividir las redes en redes lógicas. Estas redes lógicas son más sencillas de manejar. La segmentación de las redes se puede utilizar para evitar una situación denominada *tormenta de difusión*. Estas ocurren cuando los nodos no se conectan de forma adecuada, y la red se satura con la difusión de mensajes intentando localizar nodos. Estas situaciones ocurren sobre todo en las redes TCP/IP.

Los ruteadores envían los datos por el mejor camino, que puede ser el más barato, el más rápido o el más directo. Puede ser el que tenga un menor número de saltos, u otro dado por la velocidad de la línea. Por ejemplo, un ruteador puede enviar paquetes con una prioridad superior por una conexión a 56 Kbps en lugar de por otra a 19.2 Kbps.

**Gateways.** Los gateways permiten conexiones con entornos basados en minicomputadoras y grandes sistemas. A través del gateway, cualquier usuario de la red puede tener acceso al sistema central utilizando el enlace establecido con la red.

Los gateways ofrecen servicios de traducción entre diferentes protocolos de computadora y también permiten que los dispositivos de una red se comuniquen con los de una red diferente y no sólo se conecten a ella.

Las redes de área amplia comprenden la conexión de estaciones de trabajo y redes locales dispersas por áreas extensas, utilizando líneas telefónicas, satélite, microondas, líneas sincronicas digitales (DDS) y otras conexiones. Las WAN pueden abarcar cientos y miles de kilómetros. Aunque se puede establecer un enlace asincrono entre redes locales para uso ocasional y transferencia de archivos de poco volumen, la velocidad de dichas conexiones no es suficiente cuando varios usuarios tienen que acceder a los recursos de otras redes locales. Las redes X.25 pueden ofrecer una malla de conexiones entre LAN remotas a una velocidad razonable. Los enlaces T-1 y T-3 pueden ofrecer una conexión punto a punto de alta velocidad entre dos redes locales.

- Un método de acceso denominado *frame relay* (ventana regulable) está sustituyendo a las redes de conmutación de paquetes X.25 . Ofrece un tráfico mucho más rápido y eficiente, minimizando la verificación de errores y otras tareas de control. Los usuarios de redes públicas de datos se beneficiarán inmediatamente de su implantación.
- La multiplexación de T-1 será sustituida por redes de Fibra óptica de alta velocidad usando las normativas de Redes ópticas sincronizadas, que trabajan a velocidades de 51 a 1200 Mbps, Se están definiendo estas normativas:

Portadora óptica 1 (OC-1)	51 Mbps
Portadora óptica 3 (OC-3)	155 Mbps
Portadora óptica 12 (OC-12)	620 Mbps
Portadora óptica 24 (OC-24)	1200 Mbps

- Se está definiendo un método para nivel físico denominado *cell relay* ( transmisión de celdas) que utiliza un paquete de longitud fija de 48 bytes con una cabecera de 5 bytes, como estándar mundial para la transmisión de voz, datos e imágenes a 51 Mbps.
- La Red Digital de Servicios Integrados, que tiene como objetivo conectar todos los hogares y empresas con servicios de datos de alta velocidad sobre líneas telefónicas. Quedando todo el sistema telefónico digital, haciendo que ya no sea necesario utilizar modems para interconectar las computadoras por medio de un modem a la línea telefónica.
- Muchos fabricantes ofrecen sistemas Ethernet de fibra óptica a 10 Mbps diseñados especialmente para este uso, pero esta fibra también permite configurar conexiones entre redes a larga distancia (100 o 200 Kms). Las normas sobre cable de fibra óptica especifican velocidades de transmisión de hasta 100 Mbps, pero se puede transmitir hasta 1 Gbps en algunos sistemas. El estándar actual para las conexiones centrales privadas con fibra óptica es el Fiber Distributed Data Interface (FDDI) que está siendo desarrollado por el comité X3T9.5 de la ANSI.

FDDI define una velocidad de transmisión de 100 Mbps sobre fibra óptica utilizando una topología en anillo con pase de testigo. Permite establecer un anillo dual, ofreciendo una conexión de respaldo para el caso de fallo en la primaria. Además, el estándar FDDI define protocolos para servicios de gestión, asegurando la correcta conexión a la red con paquetes de gestión de redes de distintos fabricantes. El FDDI está relacionado con los niveles físicos y de control de acceso al medio (MAC) de la norma 802 del IEEE y conecta con el nivel de control de enlace lógico (LLC).

La FDDI permite conectar no sólo redes de alta velocidad, sino también mainframes y dispositivos periféricos.

## CAPITULO 4

### DISEÑO Y DESARROLLO DE LA RED LAN DE SIMEX Y SU CONEXION CON LA RED LAN DE ICA INDUSTRIAL

#### 4.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.

La empresa SIMEX Integración de Sistemas, S.A. de C.V. forma parte del Grupo ICA (División ICA Industrial) y está integrado principalmente por 4 Gerencias: Ingeniería, Integración, Comercialización y Administración y Finanzas.

La problemática de centralización de datos en las oficinas administrativas de ICA Industrial, así como la oportuna obtención y entrega de los datos del Control de Recursos Humanos, Sistema de Contabilidad, Control de Activos Fijos y Control de Proyectos, llevó a la necesidad de proponer un sistema de comunicación entre la Gerencia de Administración y Finanzas de SIMEX y la Dirección de Administración de ICA Industrial, y así estar en posibilidades de utilizar aplicaciones como :

- Oracle General Ledger ( Donde se lleva el control de contabilidad) el
- Sistema Integral de Recursos Humanos y el
- Sistema de Nóminas

Por lo que era necesario migrar a la computadora "mini" HP9000, que forma parte de la red LAN de ICA Industrial, donde se maneja la información contable y de Finanzas de las compañías que forman la División Industrial.

Para satisfacer esta necesidad de conectividad entre ambas empresas se plantearon las siguientes alternativas de comunicación, que fueron analizadas y puestas a prueba:

1. Comunicación por modem.
2. Comunicación por radiofrecuencia:
  - 2.1 Comunicación vía radiofrecuencia con multiplexores.
  - 2.2 Comunicación vía radiofrecuencia por enlace WAN.



## 4.2 HP9000 SISTEMA SERIE 800, MODELO 845S.

Este modelo combina la tecnología VLSI (Very Scale Large Integration -Muy alta escala de integración-) con HP-PA (Architecture Precision HP-Arquitectura de precisión de HP), para liberar al sistema de la potencia necesaria en el procesamiento, en un medio ambiente multiusuario.

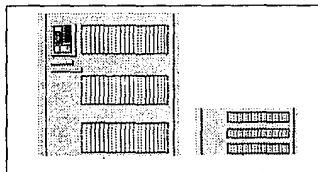


Figura 4.1 Sistema HP9000, Modelo 845S

- **Características del sistema HP9000, Mdelo 845S**

Eficiencia (MPSI)	22
Punto flotante (MFLOPS)	2.50
Memoria	8-128 Mbytes
Memoria estándar	16.0 Mbytes
Máximo ancho de banda de I/O (sostenido)	5.0 Mbytes
Almacenamiento máximo en disco	21.44 Gbytes
Tamaño del caché	256 Kbps
Tecnología de C.I.	NMOSIII

- **Características del bus de I/O**

Todos los modelos de la Serie 800, usan bus de I/O de 16 bits, con un ancho de banda de 5 Mbytes por segundo, para conectar periféricos y tarjetas de comunicación de datos. Este canal tiene seis ranuras en el modelo 845S. Dos ranuras contienen la tarjeta HP-IB y los seis canales del multiplexor.

- **Conexión de Periféricos.**

Se pueden conectar unidades de disco, unidades de cinta, impresoras y plotters por medio de la tarjeta HP-IB que soporta 8 bits, de acuerdo al estándar 488 de IEEE. Cada tarjeta HP-IB soporta cuatro dispositivos de alta velocidad o catorce de baja velocidad.

Están disponibles seis canales de multiplexor para conectar estaciones de trabajo, terminales, modems, impresoras serie y otros dispositivos serie. Las interfaces de red LAN permiten conexiones hacia otro sistema, así como también soporta controladores de terminales (DTC) para procesamiento distribuido, con el estándar IEEE802.3 de red LAN., puede soportar hasta 48 puertos conectados directamente o 36 puertos de modem o una combinación de ambos. Soporta tanto la interface RS-232 y la RS-422.

### 4.3 CARACTERISTICAS DE REDES LAN SIMEX-ICA INDUSTRIAL.

#### 4.3.1 CARACTERISTICAS DE LA RED LAN INSTALADA EN SIMEX.

El diseño e implantación de una red LAN homogénea y consistente en la Gerencia de Administración y Finanzas de SIMEX que constituyera un buen soporte para la comunicación con ICA Industrial, y así compartir archivos, fué una parte fundamental del diseño del sistema de comunicación planteado.

Las principales características de la red son:

Topología	Ethernet 10Base2
Protocolo de comunicación	CSMA/CD
Estándar	IEEE 802.3
Número de servidores	1 Servidor de archivos 1 Servidor de impresoras
Número de estaciones de trabajo	20
Sistema Operativo de red	Novell Netware V3.11

La topología Ethernet 10Base 2, fué seleccionado para su instalación, por ofrecer una velocidad de transferencia alta, un protocolo de comunicación que se fundamenta en el principio de que cada estación tiene la misma oportunidad de usar la red, confiabilidad, tráfico de red moderado, facilidad de interconexión e interoperabilidad y costo de cableado coaxial mínimo.

#### 4.3.1.1 DIAGRAMA DEL CABLEADO DE LA RED SIMEX.

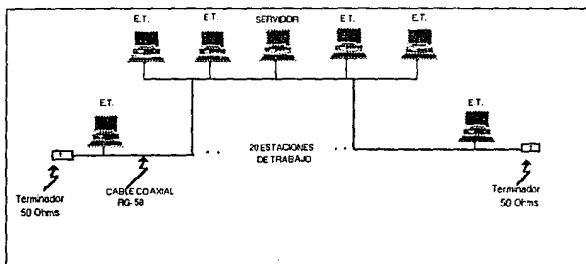


Figura 4.2 Cableado de red LAN en Simex

#### 4.3.2 CARACTERISTICAS DE RED LAN DE ICA INDUSTRIAL.

Topología	10BaseT
Protocolo de comunicación	CSMA/CD
Estándar	IEEE 802.3
Número de servidores	3 servidores
Número estaciones de trabajo	Más de 100
Sistema Operativo de red	Novell Netware 3.11

##### 4.3.2.1 DIAGRAMA DEL CABLEADO DE RED ICA INDUSTRIAL.

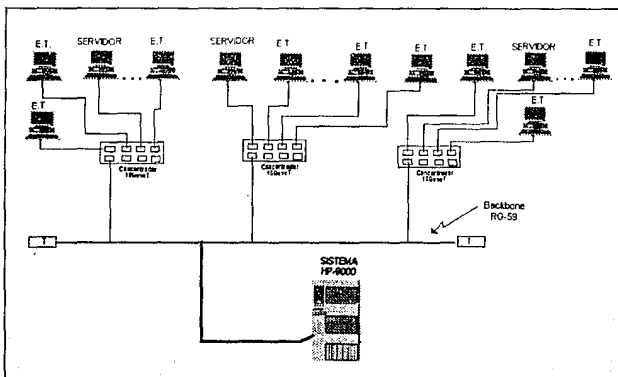


Figura 4.3.2.1 Cableado red LAN ICA-Industrial

## 4.4 EVALUACION DE OPCIONES Y DISEÑO PARA LA CONEXION DE LAS REDES LAN SIMEX- ICA INDUSTRIAL.

### 4.4.1 COMUNICACION POR MODEM

La principal característica de la comunicación entre las oficinas de SIMEX e ICA INDUSTRIAL es el acceso al sistema "mini" HP9000 , por lo que para realizar ésta conexión se utilizó una computadora personal emulando una terminal del equipo HP 9000, para lo que se utilizó un software de comunicaciones.

Las principales ventajas de la utilización de modems en esta comunicación son:

1. Tener una impresora local para las impresiones de reportes y pólizas contables en el momento en que se requieran.
2. El costo del equipo es mínimo en relación a opciones como RDSI, microondas y radiofrecuencia.

#### 4.4.1.1 DIAGRAMA DE CONEXION VIA MODEM.

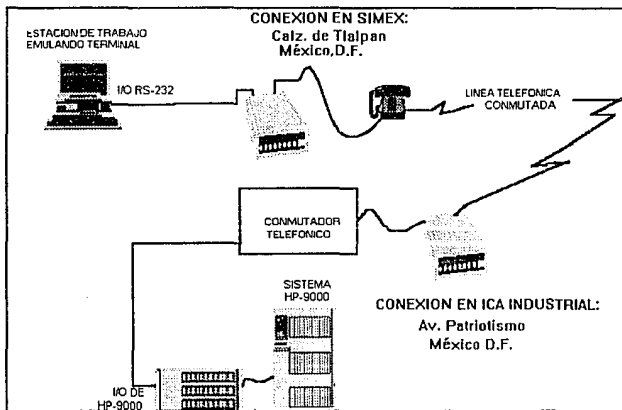


Figura 4.4 Comunicación via modem SIMEX-ICA Industrial

#### 4.4.1.2 OBSERVACIONES

1. Debido a las necesidades de intercambio de información de ambas empresas, una sola terminal no fue suficiente, por lo que por medio de multiplexores se podrían tener hasta 8 terminales utilizando una sola línea telefónica.
2. Aunque el costo del equipo de comunicación (modems, multiplexores) es bajo, al ser necesaria la utilización de una línea telefónica para el uso exclusivo de los modems, el costo total de la comunicación se elevó.
3. Debido a la velocidad en los modems (14,400 bps) y a la baja calidad en la línea telefónica se presentaron interrupciones en la comunicación, por lo que no existía una confiabilidad en la información enviada y recibida.
4. Considerando los puntos anteriores se llegó a la conclusión de que ésta opción de comunicación no fue eficiente.

#### 4.5 COMUNICACION POR RADIOFRECUENCIA VIA WAN, CON TECNOLOGIA DE SPREAD SPECTRUM (espectro disperso).

El sistema de comunicación que se propone combina las tecnologías de comunicación inalámbrica y operación en red local bajo el esquema Ethernet.

Después de analizar las alternativas que se presentan en el mercado comercial en la actualidad para obtener un enlace confiable y eficaz, que estuviera dentro de la capacidad económica de la empresa SIMEX, se optó por la tecnología que desarrolla Arlan-Telesystems, cuyos productos se basan en la transmisión de datos por radiofrecuencia, utilizando la técnica de *spread spectrum* (espectro disperso, SST), proporcionando una rápida y confiable comunicación inalámbrica entre los productos ARLAN.

SST fue inventado originalmente para comunicaciones militares para evitar interferencias y detecciones del enemigo.

En la *Transmisión Spread Spectrum*, la potencia de la señal es esparcida ("dispersada") sobre una amplia banda de frecuencia, de forma que la potencia por unidad de ancho de banda sea muy pequeña. Como resultado, la señal transmitida es difícil de interceptar. En el receptor, la señal es reconstruida a su forma original. El proceso de compactación (*despreading*) utiliza la técnica de correlación, la que reduce los efectos de cualquier interferencia que pudiera aparecer en la misma banda de transmisión de la señal, proporcionando grandes beneficios de anti-interferencia y anti-multirrueteo.

ARLAN implementó la Arquitectura Telesystems MicroCellular (TMA), sus principios y protocolos en *firmware* residente.

#### 4.5.1 CARACTERISTICAS DEL SPREAD SPECTRUM

La necesidad de proporcionar comunicaciones de costo efectivo y flexibles dentro un área limitada y particularmente entre oficinas de edificios, dió inicio al desarrollo de las *redes inalámbricas*. En general, las comunicaciones remotas, entre dos o más terminales de datos, implica la transferencia de información entre usuarios sobre un canal de radiofrecuencia.

La técnica de *spread spectrum* (*espectro disperso*) ha sido empleada en sistemas de transmisión militares por muchos años para proporcionar una baja probabilidad de intercepción o detección, y para seguridad de información en general. Organizaciones militares y civiles han utilizado la técnica de *spread spectrum* para rangos de mediciones de alta precisión y posición, uniformemente sobre una escala global. Estos sistemas usan varios satélites en órbitas síncronas y asíncronas.

La principal diferencia entre un transmisor *spread spectrum* y cualquier otro sistema de comunicaciones de portadora modulada es una modulación adicional para una alta transferencia ( $R_c$ ), codificación discreta pseudoaleatoria. La secuencia de codificación pseudoaleatoria  $c(t)$  puede tener una tasa  $R_c$  mucho más grande que la tasa  $R_m$  del mensaje binario. Esto es :

$$R_c \gg R_m$$

para dos o tres ordenes de magnitud ( $\times 100 - \times 1000$ ). Asimismo,  $c(t)$  deberá ser estáticamente independiente de la señal del mensaje  $m(t)$ . Si estos dos criterios se dan, entonces el espectro de la señal del mensaje modulado será incrementado (spread) por un valor dado por :

$$G = \frac{R_c}{R_m}$$

Donde G es la ganancia de procesamiento y el resultado de la señal spread spectrum puede ser exactamente modulada solamente si el receptor posee un circuito de *dispersión* (*spreading*), usando  $c(t)$ . Muchas de las técnicas de compactación utilizadas, más comunes, emplean la correlación simple de la señal de spread spectrum recibida con la codificación de referencia almacenada.

Algunas de las técnicas más comunes utilizadas para obtener la función de *dispersión* (*spreading*) son las siguientes:

1. *Secuencia Directa* (*Direct-Sequence, DS*). Una secuencia  $c(t)$  de pulsos polares binarios ( $\pm 1$ ), multiplica linealmente la modulación  $m(t)$  o la portadora modulada,  $\cos \omega_c t$ , produciendo una señal  $s_{SD}(t)$  de doble banda lateral/ portadora suprimida, donde :

$$s_{SD}(t) = c(t) m(t) \cos \omega_c t$$

La secuencia directa de spread spectrum se obtiene cuando un mensaje modulado es multiplicado por la forma de onda de dispersión  $c(t)$  en un mezclador balanceado llamado *correlator de dispersión (modulador de banda lateral/portadora suprimida)*.

La velocidad de transmisión del código de dispersión es  $R_C = 1/T_C$ , donde  $T_C$  es la duración de un pulso más o menos simple (bipolar), llamado *chip*, y los *chips* tienen de 100- 1000 veces una duración más corta que un mensaje de datos en bits ( $T_C \ll T_m$ ). Consecuentemente, el espectro transmitido podría ser de 100 - 1000 veces más grande que el ancho de banda de la portadora modulada inicial BPSK, QPSK o FSK, teniendo finalmente, dividido en un ancho de banda por un código de secuencia de dispersión único. El espectro resultante está altamente correlacionado con el código de dispersión.

El código de dispersión usado en los sistemas de *spread spectrum* son primordialmente secuencias maxilongitudinales, llamadas secuencias -m, y códigos Gold. Los códigos Gold son combinaciones de códigos de longitud máxima y fueron inventadas en 1967 por la Coporación Magnavox, específicamente para aplicaciones de acceso múltiple CDMA. Relativamente, grandes grupos de códigos Gold existentes tiene propiedades bien controladas de cruce-de- correlación.

Para un sistema DS-SS la ganancia de procesamiento y los parámetros deseables de ésta técnica, así como el rechazo de interferencia, la baja probabilidad de interceptación y las características de anti-obstrucción, se ven incrementadas por arriba de los 20-30dB en sistemas sin dispersión.

Las líneas espectrales pseudoaleatorias en el espectro de  $s_{SD}(t)$  llamado  $s_{SD}(f)$ , son armónicas de  $R_C/N$ . Esto es:

$$f = \pm f_0 \pm n R_C / N$$

Donde :

$$R_C / N = R_{DS}$$

que es la velocidad a la que el código de secuencia-m se repite. La transmisión del espectro para DS-SS con alta ganancia de procesamiento es determinado principalmente por las características de dispersión.

En la figura 4.5 se ilustran los principales componentes de un sistema DS-SS. En ésta implementación, el reloj de datos es derivado y por lo tanto, es coherente con el código de dispersión, y el modulador de datos es un mezclador balanceado que produce BPSK; el correlator es también un mezclador balanceado. Si la potencia del transmisor tiene un voltaje neto de ganancia A, entonces la señal transmitida es expresada por:

$$s_{SD}(t) = A c(t) m(t) \cos \omega_0 t$$



y tiene un espectro ( $\text{seno } x)/x$ , como se muestra en la figura, centrado en  $f_0$  con un primer lóbulo nulo de ancho de banda:

$$BW_{\text{DS-SS}} = 2R_C$$

en Hertz, y el espectro nulo ocurre en:

$$f_{\text{nulo}} = \pm n R_C \quad (n = 1, 2, \dots), \text{ en Hertz.}$$

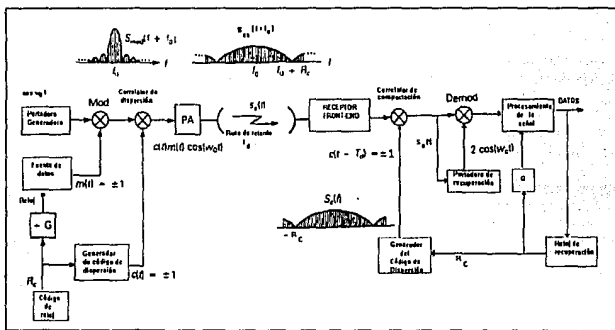


Figura 4.5 Diagrama de bloques del sistema de Secuencia Directa de *spread spectrum* (DS-SS).

2. *Frecuencia Saltada (FH)*. Aquí  $c(t)$  es demultiplexada para controlar un  $k$ -bit de un sintetizador de frecuencia usado como un oscilador local de frecuencia saltada (LO) Resultando pseudoaleatoriamente  $2^k$  generado por frecuencias LO  $f_{LO}$ , que son usadas en un mezclador para secuencialmente convertir la portadora modulada para una frecuencia saltada dada  $f_h$  en cada chip FH de duración  $T_c$ , donde  $T_c$  es la inversa de  $R_{FH}$  y:

$$R_{FH} = R_C(t) / 2^k$$

3. *Híbrido DS/FH*. Son técnicas que incluyen tanto las características de DS y FH para disminuir la susceptibilidad de cualquiera que se utilice.

Las comunicaciones digitales por radiofrecuencia, recientemente se han basado en el esquema de las técnicas de *spread spectrum* utilizando la modulación CDMA.

#### **4.5.2 ALTERNATIVAS DE CONECTIVIDAD VIA RADIOFRECUENCIA DE SIMEX-ICA INDUSTRIAL.**

La red de ICA Industrial comprende los servicios de cómputo, incluyendo la computadora HP-9000.

La red oficinas administrativas de SIMEX comprende, además de su propio servidor, hasta 20 estaciones de trabajo operando bajo el Sistema Operativo Novell 3.11

De acuerdo al diagrama de la figura 4.6 se consideraron dos opciones para el enlace inalámbrico de las redes LAN, éstas son:

- Conexión punto a punto.
- Conexión con repetidor.

#### **4.5.2.1 UBICACION FISICA DE LOS EDIFICIOS SIMEX- ICA INDUSTRIAL**

Fisicamente los edificios que se desean conectar se ubican en el área metropolitana, teniendo en forma intermedia, dentro de su línea de vista, un tercer edificio denominado El Edificio del Parque, perteneciente al Grupo ICA.

Ubicación de SIMEX:	Calz. de Tlalpan México, D.F.
Ubicación de ICA-Industrial:	Viaducto-Patriotismo México, D.F.
Distancia entre los edificios SIMEX-ICA:	5.20 Kms.
Ubicación del Edificio del Parque:	Río Becerra- Minería México, D.F.
Distancia entre SIMEX-Edificio del Parque:	500 metros
Distancia entre Edificio del Parque-ICA Industrial:	4.7 Kilómetros
Distancia total SIMEX-EDIF. PARQUE-ICA IND.:	5.20 Kilómetros

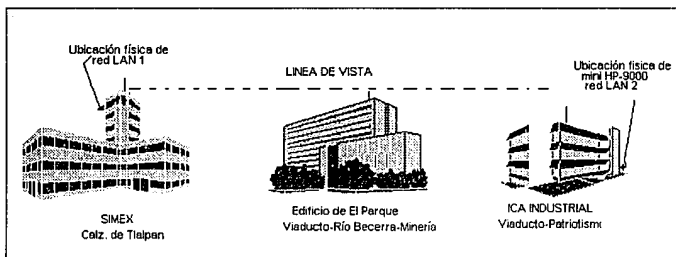


Figura 4.6 Ubicación de edificios SIMEX- EDIF. EL PARQUE- ICA INDUSTRIAL. México, D.F. Vista frontal.

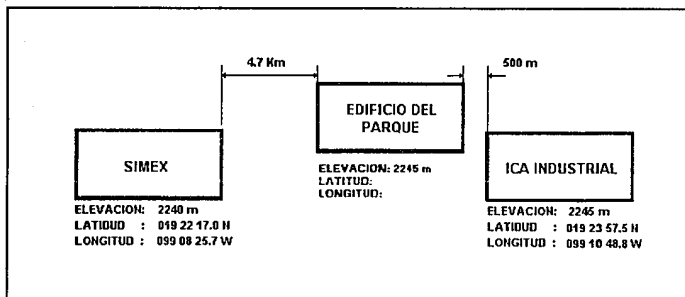


Figura 4.7 Vista superior de los edificios SIMEX - EL PARQUE - ICA

#### 4.5.3 ANALISIS Y DESARROLLO DE LAS ALTERNATIVAS DE CONEXION WAN POR RADIOFRECUENCIA.

##### 4.5.3.1 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO.

Los productos y tecnología de Telesystems están basados en la transmisión de datos transmitidos por radio utilizando la técnica de *Transmisión Spread Spectrum (Transmisión de Espectro Amplio, TTS)* a fin de proporcionar una rápida y eficaz comunicación inalámbrica entre los productos ARLAN.

En la transmisión por *Espectro Amplio (Spread Spectrum)* la señal transmitida es esparcida sobre una banda de frecuencia amplia, por lo que la potencia por unidad de ancho de banda es muy pequeña. Como resultado la señal transmitida es difícil de ser interceptada. En la recepción, la señal es reconstruida a su forma original. Este proceso de desesparcimiento utiliza la técnica de correlación, lo que reduce cualquier efecto de interferencia que apareciera en la misma banda, proporcionando mayores beneficios de anti-interferencia y anti-multiruteo.

Las ventajas en el uso de los productos ARLAN, son las siguientes:

1. Sistemas que trabajan con menos de 1 watt de potencia a la salida.
2. No requiere permiso de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para el uso determinado de un ancho de banda, por no estar controlada aún en México, bajo especificaciones especiales, la banda en que trabajan los productos ARLAN.
3. No se requiere pagar a SCT la renta para el uso del ancho de banda, siguiendo el punto dos.
4. Seguridad: ARLAN provee seguridad y alta confiabilidad de transmisión de datos por el empleo de la tecnología *spread spectrum*.

## 5. Características:

- *Frecuencia:* 902-928MHz
- *Velocidad de transmisión:* Variable. 1 Mbit/seg nominal
- *Método de Acceso:* CSMA ( Acceso Múltiple por Detección de Portadora) con tecnología *spread spectrum, secuencia directa -SST.*
- *Potencia de transmisión:* Hasta 1 watt máximo.
- *Distancia de propagación:*
  - a) Entre oficinas: 91.5 mts.
  - b) De edificio a edificio: 1.6 Km (con línea de vista)
  - c) De edificio a edificio: 9.7 Km ( con antenas de alta ganancia ).

### 4.5.3.1.1 ARLAN 650 (TARJETA DE RED INALÁMBRICA).

La tarjeta ARLAN 650 es una tarjeta de red inalámbrica que forma parte de la familia de productos ARLAN 600. ARLAN 650 es una tarjeta de comunicaciones compatible con computadoras personales IBM/AT o compatibles e incluye un radio transductor (*radio transceiver*) que utiliza la tecnología de *espectro amplio (spread spectrum)*.

La ARLAN 650 opera sobre Novell Netware 286 y 386. También pueden operar sobre protocolo TCP/IP. Esta incluye un coprocesador de comunicaciones el cual ejecuta el enlace de datos ARLAN y protocolos de alto nivel.

Pequeñas redes inalámbricas pueden ser conformadas instalando ARLAN 650 en todas las estaciones de la red incluyendo el SERVIDOR.

La familia de productos ARLAN 600 ofrece una capacidad de canal nominal de 1Mb/s por celda y pueden ser configuradas a una velocidad de datos de canal de aproximadamente 200 Kb/s hasta 1Mb/s. Las velocidades más altas de bits ofrecen la mayor capacidad de salida de datos y son las más recomendadas. Las velocidades bajas de bits ofrecen incremento en la ganancia del sistema y agregan fuerza en medios ambientes difíciles.

Existen dos clases de tarjetas ARLAN, las que solo difieren en la banda de frecuencia de operación. La ARLAN 650 opera en la banda de los 915 MHz y cumple con las especificaciones de la Partida 15 de la FCC (USA) y la partida TRC-16 de la DOC (Canadá) para sistemas de spread spectrum de baja potencia. La ARLAN 650E opera en la banda de 2.460 GHz y cumple con la regulación DTI (UK) para operación libre de licencia en esta banda.

Características:

- *Frecuencia:* 915 MHz
- *Velocidad de transmisión:* Variable. 1 Mbit/seg nominal
- *Método de Acceso:* CSMA ( Acceso Múltiple por Detección de Portadora) con tecnología *spread spectrum, secuencia directa -SST.*
- *Potencia de transmisión:* Hasta 1 watt máximo.
  - b) De edificio a edificio: 1.6 Km (con línea de vista)
  - c) De edificio a edificio: 9.7 Km ( con antenas de alta ganancia ).

#### 4.5.3.1.2 ARLAN 610 (HUB INALÁMBRICO)

ARLAN 610 permite la creación de áreas microcelulares múltiples que incrementan la capacidad del canal en una red inalámbrica Ethernet, habilitada para cubrir grandes áreas. También opera como un repetidor inalámbrico creando una microcélula remota y extendiendo el rango de sistema inalámbrico ARLAN.

La tarjeta ARLAN 610 proporciona un servicio transparente de ruteo que hace que los dispositivos inalámbricos ARLAN se conecten directamente a los dispositivos de una red conectada por medio de cable. Usando protocolos TMA ( Arquitectura Microcelular Telesystems), creado por Telesystems y que se encuentran residentes en *firmaware*, en los productos ARLAN, el Hub ARLAN 610 rutea transparentemente paquetes entre el cable principal de la red Ethernet (*backbone*) y los nodos inalámbricos localizados en cualquier microcélula cableada o remota. Las terminales móviles o fijas pueden tener acceso a la red usando tarjetas inalámbricas ARLAN 650.

## Especificaciones técnicas:

### 5. Características:

- *Frecuencia:* 902-928MHz
- *Velocidad de transmisión:* Arriba de 1.35 Mbits/seg
- *Método de Acceso:* CSMA ( Acceso Múltiple por Detección de Portadora) con tecnología *spread spectrum, secuencia directa -SST.*
- *Potencia de transmisión:* Hasta 1 watt máximo.
- *Distancia de propagación:*
  - a) Entre oficinas: 152.5 mts.
  - b) De edificio a edificio: 1.6 Km
  - c) De edificio a edificio: 9.7 Km  
(en línea de vista con antenas de alta ganancia ).

Inteface de usuario: Todos los parámetros de configuración y redes estáticas pueden ser vistas y controladas por medio de un puerto RS-232. El sistema identificador (para privacidad) y el canal de radio puede ser también configurado por medio de DIP switches.

#### 4.5.4 DATOS TOPOGRAFICOS PARA EL ENLACE.

Debido a las características de la zona en que se realizó el enlace y la distancia a cubrir con el mismo ( y de acuerdo con los datos del análisis topográfico realizado para la comunicación, que se observa en la tabla 4.1) para realizar la comunicación existe línea de vista , por lo que para el enlace se requiere equipo de comunicaciones como antenas y equipo que, como se mencionó anteriormente, conviene la tecnología de comunicación inalámbrica y el esquema de redes Ethernet.

El equipo que reunió las características necesarias para realizar la comunicación SIMEX- ICA INDUSTRIAL, considerando los resultados obtenidos en la tabla 4.1, que fue seleccionado por la facilidad presentada en su manejo, instalación y mantenimiento, así como su flexibilidad en aplicaciones de comunicación en un mismo edificio o en comunicaciones de edificio a edificio separados, con línea de vista, hasta más de 9.6Kms. (6 millas) con las antenas apropiadas, así como por su bajo costo en relación a otros medios , fue el proporcionado por Telesystems SLW Inc. de Canadá.

Se realizó un análisis topográfico del área circunscripta a los edificios que intervienen en la comunicación, a fin de conocer la posición de los mismos en el área metropolitana con el fin de ubicar y direccionar el equipo que interviene en el enlace.

Dichos datos se muestran en las siguientes tablas:

	SIMEX TLALPAN	EDIFICIO PARQUE	ICA INDUSTRIAL
Elevación (metros)	2240.0	2245.0	2245.0
Latitud	019 22 17.0 N	019 23 40 N	019 23 57.5 N
Longitud	099 08 25.7 W	099 10 38.2 W	099 10 48.8 W

Tabla 4.1 Características topográficas de los edificios SIMEX- PARQUE- ICA IND.

	SIMEX	EDIFICIO PARQUE	ICA INDUSTRIAL
SIMEX		302.31 40	304.18 12
EDIFICIO PARQUE	302.31 40		330.12 43
ICA INDUSTRIAL	304.18 12	330.12 43	

Tabla 4.2 Azimut entre los edificios



#### 4.5.4.1 CALCULO DE LINEA DE VISTA DEL ENLACE PUNTO A PUNTO.

De acuerdo a los datos presentados anteriormente, la distancia total de la trayectoria del enlace, es de 5.20 Kms. Por lo tanto, a fin de verificar si existe línea de vista entre SIMEX e ICA INDUSTRIAL los cálculos correspondiente son:

Considerando que:  $d = \sqrt{17h}$

Para nuestros fines:  $d = d_1 + d_2$

Donde:

a) Línea de vista en Simex.

$$d_1 = \sqrt{17h_1}$$

Donde:

$h_1$  = elevacion al nivel del mar + altura del edificio de SIMEX

Por lo tanto:

$$d_1 = \sqrt{17((2.240+0.30)Kms)} = 6.21 \text{ Kms.}$$

b) Línea de vista en ICA INDUSTRIAL.

$$d_2 = \sqrt{17h_2}$$

Donde:

$h_2$  = elevacion al nivel del mar + altura del edificio de SIMEX

Por lo tanto:

$$d_2 = \sqrt{17((2.245+0.50)Kms)} = 6.24 \text{ Kms.}$$

Por lo que la línea de vista total es = 6.21 Kms + 6.24 Kms = 12.45 Kms

que es la distancia total a la que se puede realizar el enlace sin dificultad, ya que la distancia entre los edificios que se van a comunicar esta dentro del rango obtenido.

#### 4.5.4.2 CALCULO DE LINEA DE VISTA PARA ENLACE WAN CON REPETIDOR.

Para el cálculo de línea de vista con repetidor la distancia es:

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

Donde:  $d_1 = 6.21$  Kms SIMEX  
 $d_2 = 6.24$  Kms ICA-IND.  
 $d_3 = 6.23$  Kms. Edif. El Parque

Por lo tanto:  
 $d = 18.68$  Kms.

Que es la suma total de línea de vista de los puntos donde se localizan los sistemas de comunicación y que se encuentran, por lo tanto, dentro del rango especificado.

#### 4.5.5 CONEXION WAN PUNTO A PUNTO.

Configuración alternativa que elimina el repetidor del edificio El Parque y en su lugar modifica la instalación del edificio de ICA INDUSTRIAL.

Esta alternativa se propone para:

- a) Reducir el monto de la inversión
- b) Disminuir el Gasto de mantenimiento

Como se observa en la figura 4.8 en el edificio de ICA INDUSTRIAL se levanta una torre de 40 metros a fin de instalar en ella una antena YAGUI, permitiendo así tener línea de vista sin necesidad de mantener un repetidor.

Esta opción aunque es más barata nos presenta mayor dificultad tanto para su instalación como para su mantenimiento, ya que solamente con equipo especial se pueden realizar las conexiones necesarias en la parte alta de la torre así como también mayores pérdidas en la señal, debido a la excesiva cantidad de cable a instalar en ICA INDUSTRIAL.

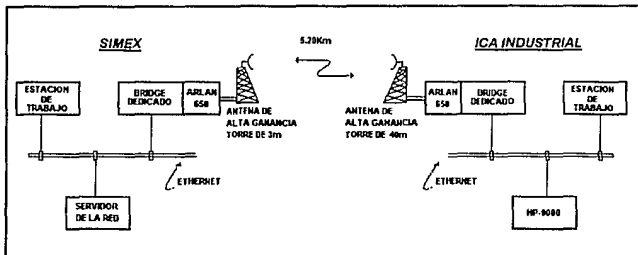


Figura 4.8 Propuesta para enlace punto- punto.

#### 4.5.5.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL ENLACE PUNTO A PUNTO

	SIMEX TLALPAN	ICA INDUSTRIAL
Tipo de antena	PARAFLECTOR	YAGUI
Longitud de la línea de transmisión	10 metros	70 metros
Ganancia (dBi)	18.0	12.0
Tipo de línea de Transmisión.	Coaxial RG-58	Coaxial RG-58
Pérdidas de línea transmisora (dB/100 m)	6.0	6.0
Pérdidas de línea de transmisión (dB)	0.6	4.2
Pérdidas en conectores (dB)	0.25	0.25
Frecuencia (MHz)		915 Mhz
Distancia de la trayectoria		5.20 Kms
Pérdidas en el espacio libre (dBi)		105.998
Pérdidas totales de la trayectoria (db)		70.19
Tipo de equipo	ARLAN 650	ARLAN 650
Potencia en el transmisor (watt)	0.8	0.8
Potencia en el transmisor (dBw)	-0.97	-0.97
Nivel de sensibilidad en el receptor ( $\mu$ V)	9.74	9.74
Nivel de sensibilidad en el receptor (dBW)	-115	-115
Nivel de sensibilidad en el receptor (dBm)	-85	-85
Impedancia ( $\Omega$ )	30	30
Señal recibida (dBw)	- 71.16	- 71.16
Señal recibida ( $\mu$ V)	1515.5	1515.5

• **Cálculos matemáticos**

**Potencia en el transmisor [dBw]:**

$$P_{TX} \text{ [dBw]} = 10 \log P_w$$

$$P_{TX} \text{ [dBw]} = 10 \log (0.8)$$

$$P_{TX} \text{ [dBw]} = -0.97 \text{ [dBw]}$$

**Nivel de sensibilidad en el receptor :**

$$P \text{ [dBm]} = -0.85$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((90 + P_{RX} \text{ [dBm]} + 10 \log Z \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((90 - 85 \text{ [dBm]} + 10 \log (30) \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = 9.74 \text{ [}\mu\text{V]} = -115 \text{ dBw}$$

**Pérdidas en el espacio libre:**

$$L_{fs} = 32.45 + 20 \log d \text{ [Km]} + 20 \log f \text{ [Mhz]}$$

$$L_{fs} = 32.45 + 20 \log (5.20) \text{ [Km]} + 20 \log (915) \text{ [Mhz]}$$

$$L_{fs} = 105.998 \text{ dB}$$

**Potencia en el equipo receptor:**

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} - L_{fs} - L_{cc} - L_c$$

$$P_{RX} = -0.97 + 18 + 12 - 105.998 - 0.6 - 4.2 - 4(0.25)$$

$$P_{RX} = -71.16 \text{ dBw}$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((P_{RX} \text{ [dBw]} + 120 + 10 \log Z \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((-71.16 \text{ [dBw]} + 120 + 10 \log (30) \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = 1515.5 \text{ [}\mu\text{V]}$$

**Pérdida total en la trayectoria :**

$$L_p = 10 \log (P_{RX} \text{ [W]} / P_{TX} \text{ [W]})$$

$$L_p = 10 \log (7.656 \cdot 10^{-8} \text{ [W]} / 0.8 \text{ [W]})$$

$$L_p = -70.19 \text{ dB}$$

#### **4.5.6 CONEXION WAN CON REPETIDOR.**

La opción del enlace con repetidor (figura 4.9) se seleccionó ya que implicaba mayor confiabilidad en la comunicación, tanto debido a que se prescindió de la instalación excesiva de cable así como la regeneración de la señal transmitida en el repetidor.

Esta opción opera de la siguiente manera:

- En una de las estaciones de trabajo de la red LAN de SIMEX se coloca la tarjeta de comunicación, la salida de la tarjeta se conecta con cable coaxial de bajas pérdidas a la antena direccional colocada en la azotea del edificio de SIMEX.
- En el helipuerto del Edificio del parque se tiene una antena bidireccional, la cual se conecta a un repetidor por medio de cable coaxial.

Este repetidor es necesario debido a que el equipo requiere de línea de vista y los puntos a comunicar están separados 4.5 Kms.

En el edificio de ICA- INDUSTRIAL se coloca otra antena, direccionada hacia la antena del edificio del parque. Esta antena se enlaza a una tarjeta que va insertada en una estación de trabajo de la red LAN de ICA-INDUSTRIAL.

#### **1. Puente en ICA-INDUSTRIAL.**

*Descripción:* Este elemento es la interface entre la red Ethernet de ICA-Industrial y el segmento inalámbrico.

*Estructura:* Tarjeta de red inalámbrica alojada en el servidor archivos, acoplada a una antena direccional YAGI.

*Funciones:* Integrar, dentro del ambiente de red, asociada al servidor, las estaciones de trabajo y el propio servidor de archivos de la red remota.

#### **2. Repetidor.**

*Descripción:* Este elemento resuelve la problemática impuesta por las restricciones del medio de comunicación, que demanda línea de vista transmisor y receptor.

*Estructura:* Equipo autosuficiente modelo ARLAN 610, acoplado a una antena de tipo omnidireccional.

*Funciones:* Retransmitir la señal proveniente de los nodos extremos del segmento inalámbrico.

### 3. Puente en SIMEX.

**Descripción:** Este elemento es la interfase entre la red Ethernet operando en las oficinas de SIMEX.

**Estructura:** Tarjeta de red inalámbrica ARLAN 650, alojada en una estación de trabajo dedicada, acoplada a una antena de alta ganancia tipo reflector.

**Funciones:** Integrar dentro del ambiente de red, las restantes estaciones de trabajo y el propio servidor de archivos de la red de SIMEX.

Como se observa, en los puntos descritos anteriormente, en esta opción se usaron antenas tipo yagui, omnidireccional y reflector, debido a la distancia existente entre SIMEX-ICA INDUSTRIAL (5.20 Kms.), a fin de incrementar la confiabilidad del enlace via radio con los productos de Telesystems Inc.

La línea de transmisión utilizada fue cable coaxial convencional (RG-58) en cableado de red Ethernet.

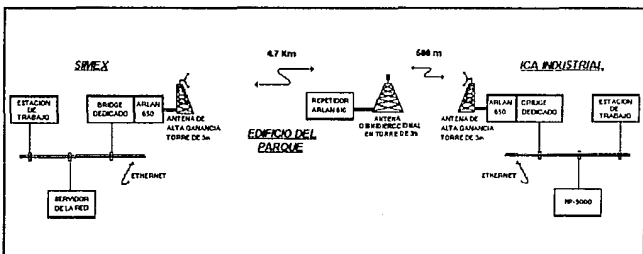


Figura 4.9 Propuesta de enlace WAN con repetidor.

#### 4.5.6.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL ENLACE WAN CON REPETIDOR.

	SIMEX TLALPAN	EDIFICIO PARQUE	ICA INDUSTRIAL
<b>Tipo de antena</b>	PARAFLECTOR	OMINIDIRECCIONAL	YAGUI
Longitud de la línea de transmisión	10 metros	1 metros	10 metros
Ganancia (dBi)	18.0	1.0	12.0
<b>Tipo de línea de Transmisión.</b>	Coaxial RG-58	Coaxial RG-58	Coaxial RG-58
Pérdidas de línea transmisora (dB/100 m)	6.0	6.0	6.0
Pérdidas de línea de transmisión (dB)	0.6	0.06	0.6
Pérdidas en conectores (dB)	0.25	0.25	0.25
		<b>SIMEX-REPETIDOR</b>	<b>ICA - REPETIDOR</b>
Frecuencia (MHz)		915	915
Distancia de la trayectoria ( Kms )		4.7	0.5
Pérdidas en el espacio libre (dBi)		105.12	85.65
Pérdidas totales de la trayectoria (db)		- 87.68	- 74.31
<b>Tipo de equipo</b>	ARLAN 650	ARLAN 610	ARLAN 650
Potencia en el transmisor (watt)	0.8	0.8	0.8
Potencia en el transmisor (dBw)	- 0.97	-0.97	-0.97
Nivel de sensibilidad en el receptor ( $\mu$ V)	9.74	9.74	9.74
Nivel de sensibilidad en el receptor (dBw)	- 115	- 115	-115
Nivel de sensibilidad en el receptor (dBm)	-85	-85	-85
Impedancia ( $\Omega$ )	30	30	30
		<b>SIMEX- REPETIDOR</b>	<b>ICA - REPETIDOR</b>
Señal recibida (dBw)		-88.75	-75.28
Señal recibida ( $\mu$ V)		200	943.10

• Cálculos matemáticos

**Potencia en el transmisor [dBw]:**

$$P_{TX} \text{ [dBw]} = 10 \log P_w$$

$$P_{TX} \text{ [dBw]} = 10 \log (0.8)$$

$$P_{TX} \text{ [dBw]} = -0.97 \text{ [dBw]}$$

**Nivel de sensibilidad en el receptor :**

$$P \text{ [dBm]} = -0.85$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((90 + P_{RX} \text{ [dBm]} + 10 \log Z \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((90 - 85 \text{ [dBm]} + 10 \log (30) \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = 9.74 \text{ [}\mu\text{V]} = -115 \text{ dBw}$$

**Pérdidas en el espacio libre entre SIMEX- EDIF. PARQUE:**

$$L_{fs} = 32.45 + 20 \log d \text{ [Km]} + 20 \log f \text{ [Mhz]}$$

$$L_{fs} = 32.45 + 20 \log (4.7) \text{ [Km]} + 20 \log (915) \text{ [Mhz]}$$

$$L_{fs} = 105.12 \text{ dB}$$

**Potencia en el equipo receptor ( SIMEX- EDIF PARQUE):**

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} - L_{cc} - L_c - L_{fs}$$

$$P_{RX} = -0.97 + 18 + 1 - 0.6 - 0.06 - 4(0.25) - 105.12$$

$$P_{RX} = -88.75 \text{ dBw}$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((P_{RX} \text{ [dBw]} + 120 + 10 \log Z \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((-88.75 \text{ [dBw]} + 120 + 10 \log (30) \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = 200.01 \text{ [}\mu\text{V]}$$

**Pérdida total en la trayectoria :**

$$L_p = 10 \log ( P_{RX} \text{ [W]} / P_{TX} \text{ [W]})$$

$$L_p = 10 \log ( \text{Antilog} (-88.75 \text{ dBw} / 10) \text{ [W]} / 0.8 \text{ [W]})$$

$$L_p = -87.78 \text{ dB}$$



***Pérdidas en el espacio libre entre EDIF. PARQUE- ICA IND.:***

$$L_{fs} = 32.45 + 20 \log d \text{ [Km]} + 20 \log f \text{ [Mhz]}$$

$$L_{fs} = 32.45 + 20 \log (0.5) \text{ [Km]} + 20 \log (915) \text{ [Mhz]}$$

$$L_{fs} = 85.65 \text{ dB}$$

***Potencia en el equipo receptor ( EDIF PARQUE - ICA ):***

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} - L_{cc} - L_c - L_{fs}$$

$$P_{RX} = -0.97 + 12 + 1 - 0.6 - 0.06 - 4(0.25) - 85.65$$

$$P_{RX} = -75.28 \text{ dBw}$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((P_{RX} \text{ [dBw]} + 120 + 10 \log Z \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((-75.28 \text{ [dBw]} + 120 + 10 \log (30) \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = 943.10 \text{ [}\mu\text{V]}$$

***Pérdidas totales en la trayectoria :***

$$L_p = 10 \log ( P_{RX} \text{ [W]} / P_{TX} \text{ [W]} )$$

$$L_p = 10 \log ( \text{Antilog} (-75.28 \text{ dBw} / 10) \text{ [W]} / 0.8 \text{ [W]} )$$

$$L_p = -74.31 \text{ dB}$$

***Fórmulas:***

$$P \text{ [dBm]} = 10 \log P \text{ [mW]}$$

$$P \text{ [dBm]} = 10 \log P \text{ [mW]}$$

$$P \text{ [dBw]} = -120 + 20 \log V \text{ [}\mu\text{V]} - 10 \log Z \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((P \text{ [dBw]} + 120 + 10 \log Z \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

$$V \text{ [}\mu\text{V]} = \text{Antilog} ((P \text{ [dBm]} + 90 + 10 \log Z \text{ [}\Omega\text{]}) / 20)$$

## 4.6 CONCLUSIONES

En la actualidad las necesidades de conectividad en las empresas ha llevado al desarrollo de nuevas técnicas y tecnologías de comunicación de voz y datos.

Estos nuevos adelantos en la tecnología ha permitido que se presenten diversas opciones para comunicar o enlazar a diferentes sistemas de datos y redes de computadoras, localizados en diferentes puntos geográficos, ya sean metropolitanos; de un país o continentes.

La necesidad de automatización en el procesamiento de información se ha satisfecho con la presencia de terminales y equipo de cómputo. Para compartir equipo costoso, como impresoras y discos duros, así como para facilitar la transferencia de información, éstas máquinas se han interconectado entre sí, formando redes de computadoras LAN (Redes de Area Local - Local Area Network- LAN). En vista del incremento en el número de redes y la gran demanda para interconectarlas, la conexión de redes por medios inalámbricos se ha sugerido como una solución para evitar instalaciones de cable costosas, proporcionar movilidad hacia el equipo y reducir drásticamente los costos de una nueva instalación.

El concepto de un nodo de red se ha desarrollado desde una simple comunicación por una línea multiplexada hasta llevarse a cabo por medio de una minicomputadora. Los nodos de red ahora realiza varias funciones como ruteos, control de flujo de datos, monitoreo de datos, etc. El concepto de sobrecarga del procesador "host" ha culminado ahora en una nueva clase de nodos de red, que también realiza las funciones de manejador de base de datos y funciones de procesamiento de transacciones (por ejemplo las realizadas por un cajero automático).

Las necesidades del mercado actual, ya no únicamente se basan en las comunicaciones locales, sino también en comunicaciones remotas, haciéndose más comunes ahora los conceptos de Red de Area Metropolitana (MAN, Metropolitan Area Network) y Red de Area Amplia (WAN, Wide Area Network).

Es decir, en estos últimos años se cumple con la expectativa esperada de desarrollo de tecnologías de conectividad e interoperabilidad que sean dependientes del protocolo y de los equipos propietarios.

Por otro lado la tecnología de conectividad inalámbrica (Wireless Networks) permite al usuario móvil acceso instantáneo y constante a la red.

La comunicación de redes de voz y datos vía radiofrecuencia es una buena opción para aquellas empresas que tienen necesidades de comunicación y conectividad en distancias relativamente cortas, y que no requieren de una gran inversión por constituir sus puntos a conectar dos o tres redes, obteniéndose un costo- beneficio aceptable en su utilización.

La opción de comunicación vía microondas satisface a aquellas compañías donde la carga de trabajo de comunicación, tanto en datos y voz, es constante y las necesidades de interconectividad entre redes es de dos o más, lo que justifica el costo que puede tener la adquisición e implementación de un sistema de comunicaciones de este tipo.

Asimismo, para aquellas empresas pequeñas que sólo requieren la comunicación con otra red y que su tráfico de datos es mínimo, una opción por módem satisface las necesidades que pudiera tener sin afectar sus gastos, además de tener la opción de utilizar las líneas conmutadas (telefónicas) que se tienen sin necesidad de contratar una línea privada para este fin.

# APENDICE A

## Comisión Federal de Comunicaciones (USA)

El dispositivo ARLAN 650 y ARLAN 610 han sido probados y encontrado que cumplen con los límites para los dispositivos digitales clase B, conforme a la Norma 15 de las Reglas de la FCC (Federal Communication Commission). Estos límites son designados para dar una protección razonable contra interferencias perjudiciales en una instalación eléctrica. Este equipo genera, usa y puede radiar energía de radiofrecuencia, debiendo existir una instalación eléctrica adecuada para su uso.

### Requerimientos para el enlace inalámbrico y Norma 15 de la FCC- USA.

Los requerimientos de enlace son considerados en términos de radio, aunque muchos de estos factores también se aplican a los sistemas ópticos de espacio libre. Los principales requerimientos de enlace son :

Rango directo: Suficiente para cubrir pequeñas oficinas, típicamente 30 metros para tener eficiencia en el enlace:

Para compartir de periféricos de : 20 kb/s a 50 kb/s

Para compartir archivos: Mayor a 100 kb/s

La combinación particular de requerimientos hace que pequeñas oficinas de redes inalámbricas sean un primer candidato para la operación de la Norma 15, especialmente para lo relacionado con *spread spectrum*. Esto permite al *spread spectrum* diseños significativamente diferentes de los diseños usados en muchos de los sistemas tradicionales de *spread spectrum*.

Las transmisiones difíciles afectan el diseño del sistema, especialmente los de la Norma 15 de *spread spectrum* de banda base que incluye :

- multiruteo
- sombras
- interferencia, y
- efectos de tipo de enlace sobre protocolos de acceso.

# GLOSARIO

**ANTENA:** Parte de un sistema de transmisión que convierte la corriente eléctrica a ondas electromagnéticas; en forma opuesta la parte de un sistema de recepción que convierte las ondas electromagnéticas a corriente eléctrica en el receptor.

**ANTENA ISOTROPICA:** Antena teórica de tamaño infinitesimal en la cual se asume que toda la energía es radiada. No tiene una forma visual y no tiene uso práctico excepto como una base de referencia para otras antenas de dimensiones finitas.

**ASINCRONO:** Que tiene un intervalo variable entre bits, caracteres o eventos sucesivos.

**ATENUACION:** Fuerza que se opone al desplazamiento de una onda, haciéndole perder energía.

**BAUDIO:** Unidad de la velocidad de transmisión que es igual al número de cambios de una señal en un segundo.

**CAMPO:** En un sistema de transmisión el campo es una pequeña antena que sirve para como un radiador primario de energía para iluminar el reflector. En un sistema de recepción, el campo acepta la energía que ha sido transformada por un reflector dentro de una onda convergente, la cual puede ser transformada a señales eléctricas en el reflector.

**CONMUTACION:** Proceso que consiste en la interconexión de unidades funcionales, canales de transmisión, circuitos de telecomunicación por el tiempo necesario para conducir señales.

**DECIBEL:** Unidad de la atenuación de los sonidos igual a la décima parte del *bel*, cuyo símbolo es dB. En la teoría de antenas se considera como  $10 \log$  del ratio de dos valores de intensidad de radiación.

**DIPOLO:** Cilindro metálico delgado o cable excitado por un generador de corriente alterna y cuyos extremos son cargados opuestamente.

**ESPECTRO RADIOELECTRICO:** Medio o espacio por donde se propagan las ondas electromagnéticas.

**GANANCIA:** Es la intensidad de radiación en una dirección dada, para que la intensidad de radiación pueda ser obtenida si la potencia aceptada por la antena fue radiada isotrópicamente.

**HOST:** Computadora principal, en un sistema distribuido la anfitriona casi siempre es la computadora central o de control.

**INTERFAZ:** Concepto que especifica la interconexión entre dos equipos afectados a funciones distintas. Esta especificación se refiere al tipo y forma de las señales intercambiadas por esos circuitos.

**LÍNEA DE VISTA:** Distancia visual hacia el horizonte, tomando en cuenta variaciones topográficas.

**LONGITUD DE ONDA:** Distancia entre dos puntos sucesivos que están en la misma fase en la oscilación.

**MICROONDAS:** Información que se transmite en forma digital a través de onda de radio de muy corta longitud (unos pocos centímetros). Pueden direccionarse múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un enlace dado, o pueden establecerse enlaces punto a punto.

**NODO:** Punto de conexión en una red, un nodo contiene las interfaces entre diferentes computadoras y terminales de usuarios dentro de la red de comunicaciones. Un nodo puede ser también un punto de conmutación entre varios canales de comunicación.

**ONDAS DE RADIO:** Ondas electromagnéticas donde la frecuencia está comprendida entre 10 KHz y 3000 0000 Mhz, se propagan sin ser guiadas en el espacio libre sin guía de onda.

**POLARIZACIÓN:** Orientación del campo eléctrico con respecto a la superficie de la tierra. La polarización puede ser vertical, horizontal, circular, etc.

**PROTOCOLO:** Conjunto de reglas o convenios que gobiernan, cómo la comunicación de datos se lleva a cabo en una red.

**RADIACION:** Emisión y propagación de ondas electromagnéticas.

**RED:** Conjunto de circuitos conectados entre sí para formar rutas de comunicación entre usuarios con un interés común.

**REPETIDOR:** Circuito capaz de recibir una señal débil en una frecuencia específica y sustancialmente incrementar la potencia para la transmisión en otra frecuencia dentro del mismo espectro.

**SEÑAL DE RADIOFRECUENCIA:** Señal sobre una frecuencia específica designada que transmite impulsos o cantidades de fluctuaciones eléctricas como voltaje, corriente o campos eléctricos, variación que representa códigos de información.

**TELECOMUNICACIONES:** Transmisión o recepción de señales, sonidos o imágenes a distancia por medio de conductores eléctricos, ondas luminosas o hertzianas, o por cualquier otro procedimiento.

# BIBLIOGRAFIA

1. ANTENAS AND RADIOWAVE PROPAGATION  
R.E. COLLIN  
Mc GRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS  
Electrical Engineering Series  
1985
2. ANTENAS COMPONENTS DESIGN  
Experimenters Manual  
AMERICAN RADIO  
1990
3. ARLAN 650  
WIRELESS NETWORK CARD  
USER'S GUIDE  
TELESYSTEMS SLW INC.  
1992
4. ARLAN 610  
WIRELESS ETHERNET HUB  
USER'S GUIDE  
TELESYSTEMS SLW INC.  
1992
5. COMPUTER COMMUNICATIONS  
K.G. BEAUCHAMP  
CHAPMAN AND HALL  
2a. Edition, 1990
6. COMUNICACIONES Y REDES DE PROCESAMIENTO DE DATOS  
NESTOR GONZALEZ SAINZ  
MacGRAW-HILL  
1987
7. ENCYCLOPEDIA OF TELECOMMUNICATIONS  
ROBERT A. MEYERS, Editor TRW, Inc.  
ACADEMIC PRESS INC.  
1989
8. INTRODUCCION A LOS SISTEMAS OPERATIVOS  
HARVEY M. DEITEL  
ADDISON WESLEY-IBEROAMERICA  
1987

9. INTRODUCTION TO ANTENAS  
MARTIN S. SMITH  
MacMILLAN EDUCATION LTD  
1988
10. LAN TROUBLESHOOTING HANDBOOK  
MARK A. MILLER  
M&T BOOKS  
1989
11. LOCAL AREA NETWORKS  
GERD E. KEISER  
MacGRAW HILL INTERNATIONAL EDITIONS  
1989
12. NOVELL 386  
MacGRAW HILL  
1992
13. REDES DE COMPUTADORAS  
Protocolos, Normas e Interfaces  
UYLESS BLACK  
MACROBIT  
1990
14. PEQUEÑO LAROUSSE DE CIENCIAS Y TECNICAS  
TOMAS DE GALIANA MINGOT  
LAROUSSE  
1977
15. REDES LOCALES DE COMPUTADORAS  
Protocolos de Alto Nivel y Evaluación de Prestaciones  
JOSE ANTAO BELTRAO MOURA  
JACQUES PHILIPPE SAUVE  
WILLIAM FERREIRA GIOZA  
JOSE FABIO MARINHO DE ARAUJO  
MacGRAW-HILL  
1991
16. TELECOMUNICACIONES PARA PC  
Modems, software, BBS, correo electrónico e interconexión  
JOHN C. DVORAK  
NICK ANIS  
MacGRAW-HILL  
1992
17. THE COMPLETE NETWARE CONSTRUCTION KIT  
DAVID JONES CLARKE, IV  
WILEY  
1993



18. **THIRD GENERATION WIRELESS INFORMATION NETWORK**  
**SANJIV NANDA**  
**DAVID J. GOODMAN**  
**KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS**  
**1992**
  
19. **TRANSMISIÓN DE INFORMACION, MODULACION Y RUIDO**  
**MISCHA SCHWARTZ**  
**MacGRAW-HILL**  
**1985**

# HEMEROGRAFIA

1. **COMPUTER DESIGN**  
VOL. 24, NUM 11  
1985
2. **CONTACTO**  
Organo informativo de la industria electrónica y de comunicaciones  
eléctricas.  
VOL. 4, NUM. 46  
1992
3. **ELECTRONICA HOY**  
AÑO 2, NUM. 10  
1993
4. **PC/TIPS BYTE**  
AÑO 5, NUM. 51  
1992
5. **PC/TIPS BYTE**  
AÑO 5, NUM. 59  
1992
6. **PC/TIPS BYTE**  
AÑO 6, NUM. 61  
1993
7. **PC MAGAZINE EN ESPAÑOL**  
VOL. 3, NUM. 5  
1992
8. **EL ABC DE LAS REDES LOCALES**  
REVISTA RED  
EDICION ESPECIAL  
1993
9. **RED**  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 2, NUM. 8  
1992
10. **RED**  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 2, NUM. 9  
1992

11. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 2, NUM. 10  
1992
12. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 2, NUM. 16  
1992
13. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 3, NUM. 23  
1993
14. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 4, NUM. 29  
1993
15. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 4, NUM. 30  
1993
16. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 4, NUM. 32  
1993
17. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 4, NUM. 34  
1993
18. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 4, NUM. 38  
1994
19. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 4, NUM. 39  
1994
20. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 4, NUM. 40  
1994

21. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 4, NUM. 42  
1994
22. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 4, NUM. 43  
1994
23. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 5, NUM. 41  
1994
24. RED  
La Revista de redes de computadoras  
AÑO 4, NUM. 44  
1994