

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

ALTERNATIVAS DE COMUNICACION NO TELEFONICAS

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
POR

EDWIN PLUTARCO IBARRA ZELADA
AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

Guatemala, junio de 1996

08
T(3733)
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

ALTERNATIVAS DE COMUNICACION NO TELEFONICAS

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ciencias y Sistemas con fecha de 12 de julio de 1,995.



Edwin Plutarco Ibarra Zelada

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
VOCAL PRIMERO	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO
VOCAL TERCERO	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL CUARTO	BR. FERNANDO WALDEMAR DE LEON CONTRERAS
VOCAL QUINTO	BR. PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
EXAMINADOR	ING. CALIXTO RAUL MONZON PEREZ
EXAMINADOR	ING. DAVID ALVAREZ
EXAMINADOR	ING. CALROS ALFREDO AZURDIA MORALES
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

Guatemala, Diciembre de 1,995.

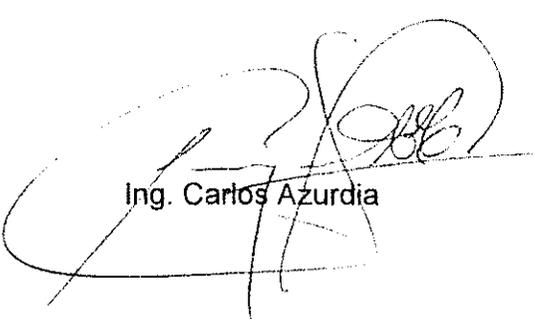
Ingeniero :
Calixto Monzón
Director de la Escuela de
Ingeniería en Ciencias y Sistemas,
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ingeniero Monzón.

Por este medio tengo el gusto de informarle que he revisado el trabajo de tesis del alumno EDWIN PLUTARCO IBARRA ZELADA, titulado ALTERNATIVAS DE COMUNICACIÓN NO TELEFÓNICAS; previo a optar al Título de Ingeniero en Ciencias y Sistemas, y habiéndolo encontrado satisfactorio, me hago co-responsable de dicho trabajo.

Sin otro particular, quedo de usted su atento y seguro servidor:

Deferentemente :



Ing. Carlos Azurdia



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala,
20 de febrero de 1,996

Ingeniero
Julio Ismael González Podszueck
Decano, Facultad de Ingeniería

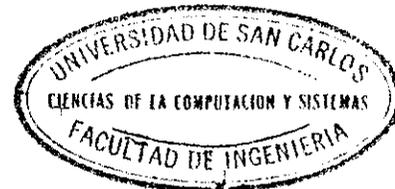
Señor Decano :

Me dirijo a usted para informarle que después de conocer el dictamen del Asesor del trabajo de Tesis del estudiante EDWIN PLUTARCO IBARRA ZELADA, titulado ALTERNATIVAS DE COMUNICACION NO TELEFONICAS, procedo a la autorización del mismo.

Sin otro particular, me suscribo con las muestras de mi consideración y estima,

Atentamente,

Ing. Calixto Raúl Monzón Pérez
Coordinador
Ingeniería en Ciencias y Sistemas



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la autorización por parte del Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de tesis titulado ALTERNATIVAS DE COMUNICACION NO TELEFONICAS, presentado por el estudiante universitario Edwin Plutarco Ibarra Zelada, procede a la autorización de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA



Guatemala, mayo de 1,996

DEDICO ESTA TESIS

A JESUCRISTO

el único Fiel

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Y

A MIS PADRES

Mario Samuel Ibarra Solórzano

Dora Mirthala Zelada Díaz de Ibarra

por su apoyo incondicional y amor.

A MIS HERMANOS

Dora Elizabeth, Oscar Humberto, Mario Aristides y Bertha Nidia.

A MI ABUELO

Marcos Zelada Corzo (Q.E.P.D.)

por sus sabios consejos e intachable ejemplo.

A MI FAMILIA

En especial a Jack Douglas Ibarra.

A MIS AMIGOS Y HERMANOS

por su ayuda y amistad.

A

La Universidad de San Carlos de Guatemala

y a la Facultad de Ingeniería.

GLOSARIO.

Algoritmo : secuencia ordenada de instrucciones en pseudo-código para resolver un problema o ejecutar una acción determinada.

ANSI : Instituto Americano de Estándares Nacionales (American National Standards Institute), está representado por representantes de compañías industriales, sociedades técnicas, organizaciones de consumidores y agencias del gobierno. Este grupo desarrolla y aprueba aspectos tales como la terminología técnica, símbolos, abreviaturas, estructuras de códigos, características de funcionamiento, métodos de evaluación, etc.

Archivo : una de las formas más simples de organizar los datos dentro de un computador consiste en tener un "índice" con información de control y grupos de datos relacionados, referenciados por ese índice. Al índice se le llama generalmente **Directorio de Archivos** y a los grupos de datos archivos de datos.

Baudio o Baud : es una unidad de velocidad de señalización igual a 1 dividido por el tiempo de duración del pulso unidad más corta existente en cualquier carácter. $1 \text{ baudio} = 1 / t_p = 1 \text{ bps}$. Es la unidad de velocidad de transmisión que es igual al número de cambios de una señal en un segundo.

Binario : compuesto de dos elementos. Se le llama así al código que utiliza únicamente los unos y ceros [0..1].

Bit : es una contracción de dos términos en inglés Binario y Dígito (BINARY digiT). Un bit tiene dos valores cero (0) o uno (1), los cuales determinan los estados de la señal. Estos son denominados como falso o verdadero, apagado o encendido, activo o inactivo, etc.

Bps : bits por segundo.

Byte : identifica un número de bits considerados como una unidad. Comúnmente se emplea byte como sinónimo de octeto (grupo de 8 bits contiguos). También se toma como sinónimo de carácter (letra, número o señal).

Celda : la zona geográfica cubierta por un sistema de antena.

Código ASCII : creado por el Instituto Americano para Intercambio de Información (American Standard Code for Information Interchange). Es un estándar internacional, de acuerdo con el Alfabeto Internacional Número 5 (IA5). Consiste en un código de 7 bits que permite manejar 128 caracteres y funciones de control. Algunos fabricantes le agregan un octavo bit (bit de paridad), el cual permite manejar hasta 256 caracteres y funciones de control.

Código BCD : Decimal Codificado Binario (Binary Coded Decimal), código de seis bits que no bastaba para representar los caracteres y las funciones de control, ya que sólo permitía 64 combinaciones. Se empleaba en una antigua serie de computadoras 1400.

Código EBCDIC : código creado con base en el código BCD, apoyado por IBM, fue bastante extendido, debido sobre todo a la posición dominante de IBM en el sector. Consta de ocho bits.

Cohesividad : propiedad de poder unirse o adherirse entre sí o a la materia de la cual está formado.

Cohesor : detector constituido por un tubo de sustancia dieléctrica, lleno de limaduras metálicas, que se usó en los primeros años de la telegrafía sin hilos.

Comando : instrucción que ejecuta cierta acción determinada. En lenguaje computacional, significa acceder una orden al Sistema Operativo para que éste la ejecute, y puede ser realizar una función o correr un programa.

C.P.U. : Unidad Central de Proceso (Central Process Unit).

Erlang : unidad de medida.

Emplazamiento RBS : un emplazamiento RBS puede contener más de una estación RBS. En tales casos, un emplazamiento cubre varias celdas. (Ver RBS).

Ethernet : es un protocolo (método) usado para enviar información a través de redes de más de 1,000 estaciones a velocidades de transmisión de hasta 10 Mbits por segundo a distancias de hasta 1 kilómetro.

FDDI : Fiber Distributed Data Interface. Especifica la transmisión de datos a velocidades de hasta 100 Mbits por segundo. Soporta hasta 1,000 estaciones y puede llevar la señal a distancias mayores de 50 kilómetros.

Giga (G) : $1024 \times 1024 \times 1024$ Unidades = 1024 Mega Unidades.

Hardware : conjunto de componentes físicos de un equipo computacional.

Information Highway : palabra inglesa empleada para designar la "Supercarretera de Información", llamada así por la similitud con una autopista de automóviles, donde se compite para alcanzar las mayores velocidades de transmisión de información con resultados óptimos.

Kilo (K) : 1024 Unidades. (Mil unidades aprox.)

Mega (M) : 1024×1024 Unidades = 1,048,576 Unidades. (Un millón de unidades aprox.)

Microprocesador : lugar donde se ejecutan las instrucciones en una computadora, consiste en un conjunto de Circuitos Integrados (CIs) con memoria, donde se pueden realizar cualquier tipo de operaciones lógicas.

MSC : Central de Conmutación de Servicios Móviles.

Performance: palabra inglesa que significa rendimiento o promedio de funcionamiento de un sistema.

Procesador : sinónimo de microprocesador.

Programa : conjunto de instrucciones o comandos que realizan una o varias tareas específicas.

RBS : Estación Base de Radio; el equipo asociado a un sistema de antena. (Radio Base Station).

Reemplazo de canales de frecuencia : el mismo canal de frecuencia se usa en más de una celda dentro de una zona geográfica limitada.

Ruido : toda señal eléctrica está generada por el movimiento aleatorio de electrones. En cualquier cable o canal, aparece ruido térmico provocado por las variaciones aleatorias de los electrones en el transductor o en el canal, (en el caso de las transmisiones de radio se genera por las perturbaciones eléctricas de la atmósfera terrestre o por la radiación emitida por el sol y las estrellas). El ruido de un canal es un problema inherente a la naturaleza del propio canal, y nunca puede eliminarse por completo.

Sistema operativo : conjunto de programas que se encargan de interactuar entre el usuario y la máquina propiamente dicha. Es el encargado de traducir del usuario a la máquina y viceversa.

Software : conjunto de programas.

Técnica de pequeñas celdas : una celda se reduce en extensión eligiendo una altura menor de antena y/o baja potencia de salida del transmisor. El objetivo es facilitar el reemplazo de frecuencias.

Unidad de canal : transceptor (Transmisor/Receptor) con unidad de control.

INTRODUCCIÓN.

Muchas veces se han preguntado cómo es que funcionan las redes de computación. Al solo mencionar el término "Red" pensamos en las líneas telefónicas utilizadas para comunicarse, y nos surge una pregunta :

¿Cómo es que las redes de comunicación que utilizan teléfonos pueden funcionar de una manera aceptable?

El trabajo de tesis, que a continuación se presenta, pretende ser una guía práctica y útil para el lector que desee conocer más acerca de las Redes de Datos en Computadoras y principalmente conocer las distintas opciones de conexión existentes, para poder escoger entre la opción más viable que se adopte a las necesidades que se tengan.

El documento consiste en una investigación de los distintos tipos de redes de computación existentes (par trenzado, cable coaxial, microondas, comunicación digital, vía satélite, etc), así como de una descripción breve de los conceptos de Redes y Telecomunicaciones.

También se presentan como opciones las Redes Telefónicas, y presentan para todos los tipos de Redes existentes sus ventajas y desventajas, forma de utilización, limitaciones, etc.

Este trabajo se presenta como una respuesta a la necesidad de información acerca de Redes de Datos no telefónicas, debido a las limitaciones existentes en nuestro país en la red telefónica. Se espera que dicho trabajo provea una respuesta a sus varias inquietudes y que pueda ser de mucha utilidad.

OBJETIVOS.

OBJETIVOS GENERALES.

- 1.- Presentar un conocimiento general de las redes en computación.
- 2.- Presentar distintas opciones para la transferencia de información en Redes de Computación.
- 3.- Proveer información lo más detallada posible de cada opción presentada.
- 4.- Evaluar cada opción propuesta con base en experiencias y ejemplos previos y dejar al lector la alternativa más factible a sus requerimientos y necesidades.
- 5.- Conocer teórica y técnicamente medios de comunicación avanzados de poca utilización e información en nuestro medio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- 1.- Se presentará información técnica y sencilla de los medios de comunicación existentes.
- 2.- Se informará de los métodos de transmisión más comunes, así como de los protocolos de comunicación existentes.
- 3.- Se detallará cada opción de comunicación y se presentarán sus ventajas y desventajas.
- 4.- Se hará un análisis de factibilidad en nuestro medio para cada opción propuesta.
- 5.- Se presentarán resultados con base en costos, conectividad y compatibilidad con otros sistemas de comunicación, performance, etc.
- 6.- El lector estará en posibilidad de describir los distintos medios de comunicación y de detallar sus pro y sus contras para aplicarlos en nuestro medio.

ÍNDICE GENERAL.

Pág.

PROTOCOLO.

LISTA DE ILUSTRACIONES.

GLOSARIO.

INTRODUCCIÓN.

OBJETIVOS.

CAPÍTULO I.

Definiciones Generales.

- | | |
|--|----|
| 1.1. Medios de comunicación. | 1 |
| Historia, medios físicos de transmisión,
Características de un medio de transmisión. | |
| 1.2. Redes de computación. Definición. | 4 |
| Componentes. Topologías. | |
| 1.3. Interconexión de redes de computación. | 10 |
| Flujos de datos y circuitos físicos, canales. | |
| 1.4. Interfaces y protocolos. | 11 |
| Interfaces, protocolos. | |
| 1.5. Modelo ISO/OSI. | 12 |
| Definición, nivel físico, nivel de enlace, nivel de red, nivel de transporte,
nivel de sesión, nivel de presentación, nivel de aplicación,
Subsistema X.25, Subsistema X.75, Subsistema X.400. | |
| 1.6. Modos y tipos de transmisión. | 16 |
| Ancho de banda, señales digitales vrs. señales analógicas,
tipos de transmisión. | |

CAPÍTULO II.

Cable Coaxial.

- | | |
|--|----|
| 2.1. Definición. Conceptos generales. | 19 |
| Televisión por cable | |
| 2.2. Características principales del cable coaxial de banda angosta. | 23 |
| 2.3. Características principales del cable coaxial de banda ancha. | 24 |
| 2.4. Redes de televisión. (CATV) | 24 |
| 2.5. Compra de cable coaxial. | 24 |

CAPÍTULO III.	
Microondas.	26
3.1. Definición.	26
3.2. Componentes.	27
3.3. Forma de funcionamiento.	27
3.4. Modos de transmisión.	27
CAPÍTULO IV.	
Vía Satélite.	28
4.1. Principios generales.	28
4.2. Órbitas del satélite.	28
4.3. Bandas de frecuencia.	30
4.4. Transpondedores.	30
4.5. Estaciones terrenas.	31
4.6. Funciones de servicio en el satélite.	32
Subsistema de potencia, estabilización, propulsión, telemetría, rastreo y comando, mejora cualitativa de la transmisión, Opciones al satélite.	
4.7. Elementos de la comunicación vía satélite.	34
Estructura de la red.	
4.8. Ventajas e inconvenientes.	35
4.9. Satélites que prestan servicio actualmente.	37
SBS, INTELSAT, CODEC, Telepuerto, PANAMSAT, INMARSAT, MORELOS, SOLIDARIDAD-2 y otros servicios.	
CAPÍTULO V.	
Fibra Óptica.	42
5.1. Definición.	
5.2. Parámetros característicos de las fibras ópticas.	42
Atenuación, ancho de banda, apertura numérica, perfil del índice de refracción, dimensiones geométricas.	
5.3. Fabricación de fibras ópticas.	45
Consideraciones mecánicas, diseño del cable.	
5.4. LEDs.	49
5.5. Repetidores ópticos.	49
5.6. Ventajas de la fibra óptica.	49
5.7. FDDI.	50

CAPÍTULO VI.

Telefonía celular.	53
6.1. Radiocomunicación.	53
6.2. Telefonía celular.	53
Definición.	
6.3. Principios de las redes celulares.	55
Propagación de radioondas, agrupaciones, transferencias, protocolo de transmisión de datos, principios de sistema, capacidad.	
6.4. Antenas.	58
6.5. Planificación de redes de máximo rendimiento de sistema.	58
Asignación de canal, planificación de sistemas.	

CAPÍTULO VII.

Futuro de las Comunicaciones.	66
7.1. Tendencias futuras del cable coaxial.	67
7.2. Tendencias futuras de los satélites.	68
7.3. Tendencias futuras de la fibra óptica.	69
7.4. Tendencias futuras de la radiocomunicación y de la red celular.	70
7.5. Análisis del futuro de las comunicaciones en Guatemala.	73
Cuadro comparativo de las opciones propuestas.	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

REFERENCIAS.

ANEXO I.

LISTA DE ILUSTRACIONES.

TABLAS.

	Pág.
Tabla 1.1. Resistencia relativa de un conductor.....	2
Tabla 4.1. Bandas de frecuencia.....	30

ILUSTRACIONES.

Fig. 1.1. Topologías de red.....	9
Fig. 1.2. El modelo ISO/OSI.....	15
Fig. 2.1. Corte de un cable coaxial.....	20
Fig. 4.1. Posición de un satélite respecto a la tierra.....	29
Fig. 4.2. Estación terrena.....	31
Fig. 4.3. Esquema de una microestación receptora.....	32
Fig. 5.1. Ensanchamiento del pulso.....	43
Fig. 5.2. Fenómeno de reflexión.....	44
Fig. 5.3. Perfil del índice de refracción.....	45
Fig. 5.4. Configuración de miembro central fuerte.....	47
Fig. 5.5. Configuración de miembro periférico fuerte.....	47
Fig. 5.6. Cable de cinta.....	47
Fig. 5.7. Diseño del cable corning.....	48
Fig. 5.8. Diseño del cable de la navy (ITT).....	48
Fig. 5.9. Repetidor óptico.....	49
Fig. 6.1. Planes nominales de celdas.....	61
Fig. 6.2. Configuración concéntrica adaptada al tráfico.....	62
Fig. 6.3. Evolución de una red celular.....	64

CAPÍTULO I DEFINICIONES GENERALES.

1.1. MEDIOS DE COMUNICACIÓN.

1.1.1 HISTORIA.

El proceso de comunicación es tan antiguo como la humanidad. En la antigüedad, se usaban tambores y humo para transmitir la información entre localidades. Conforme pasó el tiempo se fueron creando nuevas técnicas. Se inició la comunicación electrónica en 1834 con el invento del telégrafo y su código asociado (Samuel Morse). Este método tenía muchas limitaciones, entre ellas la incapacidad de sincronizar unidades de envío y recepción automáticas. En 1874 Emil Baudot ideó en Francia un código en el cual un número de elementos (bits) en una señal era el mismo para cada carácter y la duración (sincronizado) era constante. Este código fue llamado de Longitud Constante. Los problemas de sincronización comenzaron en 1869 con el desarrollo de la máquina de escribir de teclado teleimpresora en Europa.

En 1876 se observó que los cambios de presión que producen el sonido al ser transmitidos hacen que granos de carbón cambien la resistividad, lo cual podría variar la corriente en un momento dado y con el circuito adecuado. En 1877, se instala la primera línea telefónica entre Boston y Sommersville, Mass. En 1928 se mecanizaron completamente las teleimpresoras y se les fueron mejorando paulatinamente; paralelamente al desarrollo del telégrafo, se desarrolló el teléfono; cuando se instaló el primer teléfono comercial, el cual tenía un tablero manual, permitía la comunicación de la voz y el telégrafo por la misma línea. Alrededor de 1908, los sistemas de discado ya se habían difundido por casi la totalidad de los E.E.U.U. De esta forma alrededor de 1920 ya se habían establecido los principios básicos de telecomunicaciones, conmutación de mensajes y control de línea.

Se le llama un **Sistema de Comunicación** a todo el proceso y agentes involucrados en la transferencia y recepción de información, el cual incluye por lo menos un agente emisor, un agente receptor, un medio para transmitir la información, un mensaje o información y un objetivo por el cual la comunicación se lleva a cabo.

1.1.2. MEDIOS FÍSICOS DE TRANSMISIÓN.

El medio de transmisión es la facilidad física usada para interconectar estaciones del usuario y dispositivos, para crear una red que transporte mensajes entre las mismas. (Transmisor -> Receptor).

La selección del medio físico a utilizar depende de : a) el tipo de ambiente donde se va a instalar, b) el tipo de equipo que se va a usar, c) el tipo de aplicación y requerimientos, d) capacidad económica (relación costo/beneficio esperada) y e) la oferta.

Se dividen los medios físicos según sean terrestres o aéreos. Entre los terrestres tenemos: par de cables trenzados, cable coaxial de banda angosta, cable coaxial de banda ancha y fibras ópticas. Entre los aéreos se tienen únicamente al espacio, el cual puede utilizarse de diversas

formas según la radiación electromagnética que se utilice (microondas, infrarrojo, láser, radio frecuencia, etc).

1.1.3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UN MEDIO DE TRANSMISIÓN.

IMPEDANCIA.

Es una combinación de los factores de reactancia y resistencia que son parte de cualquier línea de transmisión. Se simboliza por la letra 'Z' y se expresa en "ohmios". $Z = R(\omega) + i X(\omega)$. (Resistencia + Reactancia). La impedancia de la línea varía mas en una región de bandas de voz que a altas frecuencias, y su variación dentro de dicha región es considerable. Cualquier valor de la impedancia de una línea debe estar en relación con la frecuencia dada.

RESISTENCIA.

- Todo conductor, aislante o material opone cierta resistencia al flujo de la corriente eléctrica.
- La resistividad usualmente se mide en "ohmios" (W) por unidad de longitud.
- Un determinado voltaje es necesario para vencer la resistencia y forzar el flujo de corriente. Cuando esto ocurre, el flujo de corriente, a través del medio, produce calor.
- La cantidad de calor generado se llama potencia y se mide en WATTS; esta energía se pierde.
- La resistencia de los alambres depende de varios factores :
 - a) el material o metal que se usó en su construcción;

Conductor hecho de	Resistencia relativa a un conductor de cobre rel. 1/1
PLATA	0.92
ORO	1.32
ALUMINIO	1.59
ACERO	8.62

- b) alambres de acero que podrían ser necesarios debido a altas fuerzas de tensión, pierden mucha más potencia que conductores de cobre de las mismas dimensiones;
- c) el diámetro y el largo del material también afectan la pérdida de potencia
 - * A mayor diámetro, mayor resistividad (largo constante)
 - * a mayor largo, mayor resistividad (diámetro constante).

- A medida que aumenta la frecuencia de la señal aplicada a un alambre, la corriente tiende a fluir más cerca de la superficie, se aleja del centro del conductor y reduce el área efectiva del conductor. Usando conductores de pequeño diámetro, la resistencia efectiva del medio aumenta, a medida que aumenta la frecuencia. Este fenómeno es llamado "efecto piel" y es importante en las redes de transmisión. Se da únicamente en corriente alterna, ya que cuando la frecuencia es cero tenemos corriente directa. La resistencia inicial de un circuito $R(0)$ siempre será menor que la resistencia para una frecuencia dada.

REACTANCIA.

Es una medida de la oposición al flujo de corriente alterna. Se simboliza por 'X', y la cantidad de reactancia se expresa en "ohmios". Los dos tipos de reactancia son : reactancia inductiva X_L , causada por inductores y reactancia capacitiva X_C , causada por capacitores.

Todos los alambres, independientemente de su largo, tienen cierta inductancia. La línea de transmisión puede ser dividida en segmentos o secciones, cada uno compuesto de una cantidad fija de inductancia, igual para todos los segmentos. La inductancia está "en serie" con el circuito. Se observa que el aumento de la reactancia inductiva $X_L = 2\pi fL$ es directamente proporcional al aumento de frecuencia (linealmente para un inductor fijo). Para un valor fijo de señal aplicado a una larga línea de transmisión, el incremento de la frecuencia causa un aumento de la reactancia inductiva, que reduce efectivamente el voltaje de la señal de salida.

Todos los alambres también tienen una cierta cantidad de capacitancia; la capacitancia produce reactancia capacitiva. Un **capacitor** se define como dos conductores separados por un material dieléctrico. Las líneas de transmisión son dos conductores separados por un material eléctrico. Un circuito puede ser dividido en secciones de líneas conteniendo un valor fijo de capacitancia. La capacitancia no está en serie con el circuito. El resultado es similar al caso de la reactancia inductiva : señales de alta frecuencia son reducidas en amplitud en los puntos de salida.

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

Cuando la resistencia R y la reactancia inductiva L están en serie, se presentan como **parámetros agrupados o "concentrados"**, en lugar de uniformemente repartidos a lo largo de la línea. No existe diferencia (cuando se trata de medidas en los extremos de la línea) entre considerar parámetros concentrados o uniformemente repartidos, siempre que se desprecie la admitancia en paralelo, puesto que la corriente por la línea es la misma en ambos casos.

Cuando se clasifican las líneas, pueden dividirse en líneas cortas, líneas medias y líneas largas. En el cálculo de líneas largas hay que considerar la resistencia, inductancia y capacidad uniformemente distribuidas a lo largo de la línea, a esto se le llama **parámetros distribuidos** (cálculo diferencial), que pueden estar por unidad de longitud. En las líneas de longitud media, se considera, sin embargo, que la mitad de la capacidad está agrupada en cada extremo de la línea, sin que por ello se cometa un error apreciable al realizar los cálculos. Por último, en las líneas cortas es tan pequeña la susceptancia capacitiva total, que puede despreciarse.

IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA.

Toda línea de transmisión tiene, distribuidas a lo largo de la misma, la autoinducción, capacidad y resistencia. Se desprecia esta última por ser de menor importancia en líneas cortas, pues resulta que la autoinducción y la capacidad por unidad de longitud determinan el valor de la impedancia característica de la línea. Esta impedancia característica depende, pues, de la naturaleza y separación de los conductores y del dieléctrico empleado entre éstos. En términos

eléctricos, la impedancia característica de una línea de transmisión es sencillamente la relación entre la tensión en la línea y la corriente que la recorre, es decir, la relación análoga a la que existe en una sencilla resistencia : $Z_o = E / Y$.

1.2. REDES DE COMPUTACIÓN.

Los adelantos de la tecnología permiten que las comunicaciones se realicen a través de grandes distancias cada vez con mayor facilidad. Las computadoras han venido a ayudar a esto. El término "**Red de Computación**" significa varias localidades (computadoras y/o terminales) interconectadas a través de uno o varios caminos o medios de transmisión con el objetivo de compartir información. La mayoría de las veces, este medio de transmisión es la línea telefónica debido a su fácil acceso. La conexión no necesita hacerse mediante un hilo de cobre; también puede hacerse mediante el uso de láser, microondas y satélites de comunicación. El concepto "Red de Computación" también podría definirse como una colección interconectada de computadoras autónomas con un propósito específico; se dice que dos computadoras están interconectadas si pueden intercambiar información.

El término red tiene varias acepciones que dependen de su utilización, pero aquí nos referiremos únicamente a redes de computación, que toman ese nombre por la forma que tienen los enlaces y que se asemeja a una red o malla.

En la comunicación de datos y redes, existen conceptos básicos para los parámetros de diseño, los cuales son : transmisión, switcheo, almacenamiento y control. Para la tecnología de transmisión, lo son el espacio, la frecuencia y el tiempo. La transmisión está en función de los canales o enlaces y conlleva algunos aspectos técnicos que son de características eléctricas, tales como acondicionamiento, sincronización, regeneración y espectro de frecuencia.

Dentro del espectro electromagnético, la nomenclatura cambia; "frecuencias discretas" son usadas mayormente para audio y voz. "Formas de Onda Convencionales" incluyen ondas de radio y microondas. "Rayos" son calor, luz y emisiones de electrones moleculares (los cuales también son un fenómeno relacionado con la frecuencia). "Ancho de banda" comúnmente se refiere al medio que permite manejar cualquier tipo de señal incluyendo transmisiones y switcheo.

Las redes tienen una finalidad concreta : transferir e intercambiar datos entre computadoras y terminales. Es el intercambio de datos lo que permite funcionar a los múltiples servicios telemáticos que ya consideramos parte de nuestras vidas: cajeros automáticos, terminales punto de venta, datáfonos, etc... Podría decirse también que su objetivo principal es el de **compartir recursos** y hacer que todos los programas, datos y equipo estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite sin importar la localización física del recurso y del equipo.

Otro objetivo es el de dar una **alta fiabilidad** para poder contar con alternativas de suministro en caso de que alguna computadora falle; las demás podrán encargarse del trabajo. También lo es el **ahorro económico**, ya que las computadoras pequeñas tienen una mejor relación costo/rendimiento comparada con la ofrecida por las máquinas grandes.

Con la disminución del costo de la memoria principal y la creación del microprocesador, han desaparecido las barreras tecnológicas. Anteriormente toda la inteligencia debía residir en un gran computador central porque los altos costos impedían que estuviera en otra parte. Las terminales conectadas eran muy rudimentarias y dependían del computador principal para todas las instrucciones de procedimientos. Los desarrollos de circuitos LSI (Large Scale Integration), VLSI (Very Large Scale Integration) y ULSI (Ultra Large Scale Integration) permitieron la creación de componentes baratos; se pudo colocar la inteligencia en cualquier dispositivo sin afectar significativamente su costo.

Se han desarrollado los VHSIC (Very High Speed Integrated Circuits) circuitos integrados de alta velocidad, que han superado a los ULSI empleando la fotolitografía y los rayos de electrones para diseñar en muy pequeña escala sus circuitos. En la actualidad, se está creando el prototipo del "biochip", el cual consiste en un delicado enrejado de proteínas (una biocomputadora), dentro de la cual existen moléculas orgánicas (biochips), los cuales actuarán y reaccionarán bajo una corriente eléctrica comprimiéndose o ensanchándose, y pasando átomos de hidrógeno de una parte a otra. Conforme ellos cambian de posición y forma, los biochips (moléculas) se transferirán información de la misma forma que lo haría un Circuito Integrado. Ya que ellos serán tan pequeños y estarán tan cerca unos de otros, realizarán un cálculo en mas o menos una millonésima del tiempo de los VLSI de hoy. Estos diodos moleculares, transistores y cables -generalmente arquitecturas proteínicas- serán creados (manufacturados) por una simple bacteria llamada E. Coli a través de ingeniería genética.

Es importante no confundir las redes de computadoras con los sistemas distribuidos. La clave de la diferencia es que en un sistema distribuido existen múltiples computadoras autónomas que son transparentes al usuario (es decir que no le es visible). Él puede teclear un comando para correr un programa, y observar que corre. El hecho de seleccionar el mejor procesador, encontrar y transportar todos los archivos de entrada al procesador y poner los resultados en el lugar apropiado, depende del Sistema Operativo. En otras palabras, el usuario de un sistema distribuido no se da cuenta de que hay múltiples procesadores; para él solo existe uno virtual (donde él está); la asignación de tareas al procesador y archivos a discos, el movimiento de archivos entre donde se almacenan y donde son necesarios y todas las demás funciones deben ser automáticas. Con una red, el usuario debe explícitamente entrar en una máquina, explícitamente enviar trabajos remotos, explícitamente mover archivos y por lo general gestionar de manera personal toda la administración de la red.

Un sistema distribuido es efectivamente un caso especial de una red, aquél cuyo software da un alto grado de cohesividad y transparencia. Por lo tanto, la diferencia entre una red y un sistema distribuido está más bien en el software (especialmente en el Sistema Operativo) que en el Hardware.

Al concepto de Redes con varias computadoras localizadas en el mismo edificio se le llama LAN(**Red de Área Local/Local Area Network**), y a las de área extensa o de **gran alcance** se le llama WAN(**Red de Área Extendida/Wide Area Network**).

Entre las aplicaciones de las Redes, se tienen tres que son las más importantes : a) permitir el acceso a programas remotos, b) permitir el acceso a bases de datos remotas y c) puede usarse como un medio de comunicación.

1.2.1. COMPONENTES.

Entre los componentes de una red tenemos: los adaptadores de comunicaciones, los compresores de datos, los modems, los puentes, los protectores de red, los multicanalizadores, etc.

Adaptadores de comunicaciones.

Normalmente son piezas de Hardware independientes -tarjetas de circuitos impresos- aunque pueden venir integrados en el dispositivo. Su función principal es preparar los datos para transmisión a través de la línea, serializándolos, insertando caracteres de control en el mensaje, permitiendo la sincronización, y 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 transmisible. El VLSI ha permitido que estos elementos sean pequeños, de bajo costo y alta confiabilidad y que puedan resolver la mayor parte de las funciones de comunicaciones, y relevan de esta manera al procesador central de tareas que no son su cometido. Existen muchos adaptadores que permiten transmisión sincrónica o asincrónica; algunos soportan múltiples protocolos y tienen la capacidad de poder emplear varias interfaces físicas diferentes.

Compresores de datos.

Los COMPRESORES/DESCOMPRESORES DE DATOS ("CODES") nacieron con el objetivo de acortar la representación de los datos. Consisten en unos dispositivos capaces 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 (Compresión), con total garantía de reversibilidad del proceso; también son capaces de realizar el proceso inverso (Descompresión). De allí se desprende que los CODES trabajan en pares, por cada línea de comunicación. La compactación o compresión de los datos se lleva a cabo mediante el uso de un algoritmo (existen varios) que, operando sobre un bloque que se va a enviar, busca una representación del mismo usando un menor número de bits. Esta idea se ha usado también en el tratamiento y almacenamiento de los datos, por ejemplo en editores de texto, compiladores y "spoolers".

Modems.

Los Modems son dispositivos destinados principalmente a la conversión de señales digitales en analógicas y viceversa. Su nombre proviene de la contracción de **MO**dulación y **DE**Modulación. Pueden ser externos, independientes, o residir dentro del gabinete del procesador central. Según el caso se les llama Moduladores Integrados. Se distinguen por sincrónicos o asincrónicos, y dependen del tipo de mensaje que se va a transmitir. Pueden tener diagnósticos residentes y disponer de mecanismos de detección y corrección de errores. La rapidez de reacción de los circuitos del modem es una variable muy importante que afecta en los tiempos de respuesta de las terminales remotas. Todavía existen importantes restricciones en cuanto a la velocidad máxima que soportan. La cota es de 38,400 bps. que sólo ha sido alcanzada recientemente por un

número reducido de modelos (aunque se han logrado velocidades de 57,200 bps en línea digital aquí en Guatemala en condiciones óptimas), pero es obvio que debido a la gran necesidad de velocidades mayores, esta limitación será superada dentro de muy poco tiempo.

Puentes.

Los puentes son dispositivos de hardware cuyo cometido principal es contribuir a economizar líneas, modems, puertos del procesador y adaptadores de comunicaciones. Para ampliar el concepto, se especificará lo que es una conexión de ALTO ORDEN y una de BAJO ORDEN. Dada una conexión jerárquica entre procesadores y/o terminales, etc. se dice que una conexión es de **alto orden** cuando se trata de un enlace hacia nuestros ascendientes, y se dice que es de **bajo orden** cuando desde nuestra posición, miramos hacia nuestros descendientes.

Los puentes son dispositivos que sacan copias de la señal solo en bajo orden. Existen puentes digitales y analógicos, según el tipo de señal que puedan manejar y eso por supuesto dependen del lugar donde vayan a ser ubicados en el enlace. En general, los puentes no son elementos inteligentes, son muy sencillos y de un costo razonable; además pueden conectarse en cascada de varios niveles, y amplían de esta forma su capacidad de ramificación.

Protectores de la red.

Para los usuarios de la red pública conmutada que transmiten datos, se les puede sugerir que alquilen acopladores de conexión si desean conectar modems que no son los que provee la compañía. Esta conexión se conoce en E.E.U.U. como DAA(Data Access Arrangement). Su objetivo es proteger la red de posibles daños, debido a sobrecarga o cortocircuitos y de ciertas funciones relacionadas con el tipo de acceso.

Multicanalizadores.

El término multicanalizador se aplica a dispositivos más o menos inteligentes, que básicamente consisten en un procesador con su memoria, un mecanismo de barrido y un conjunto de adaptadores de comunicaciones. La función principal es proveer un medio para compartir la línea de comunicaciones (o 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 cualquier otro tipo de línea, tiempo del CPU.

Concentradores.

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 CPU, el uso de concentradores reduce el trabajo del 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 central realiza el sondeo (polling) de sus terminales en forma totalmente independiente y asíncrona de las transmisiones del procesador central. Entre sus funciones están : sondeo 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 y diagnósticos. En general son inteligentes, de programación fija y de capacidad limitada.

Controladores.

Son también llamados **procesadores nodales**. Distinguiremos un Controlador de un Concentrador por los niveles de inteligencia y almacenamiento de ambos. Tienen inteligencia más desarrollada y programación realizable por el usuario (externa). Desde el momento en 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. Ejecuta todas las funciones del concentrador, además puede controlar las caídas de central y permitir mayor independencia de procesamiento; puede realizar almacenamiento y envío (store and forward) y conmutación de mensajes (message switching) (encaminar los datos a través de la red); también manejan lo que se conoce como suavización de tráfico (traffic smoothing).

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

Procesadores de comunicaciones (FEPS).

El término FEP (**Front End Processors**) se aplica a procesadores de comunicaciones superespecializados, con una arquitectura y un sistema operativo especialmente diseñados para manejar todas las funciones relativas a la administración de una red de procesamiento de datos. El beneficio directo de su utilización es un mejor aprovechamiento del cerebro central. En general, admiten varios computadores residentes "HOSTS" o sistemas centrales; su uso está tan generalizado 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).

Conmutador para procesadores de comunicaciones (CATS).

Para tomar en cuenta unas consideraciones de respaldo, se definirá lo que es un CATS (Communications Adapter Trunk Switch).

Una forma de respaldar un FEP en una red de comunicaciones es proveer un segundo FEP que pueda hacerse cargo de las funciones de comunicaciones en la eventualidad de un mal funcionamiento del primero. Un conmutador "CATS SWITCH" proporciona un método de conmutación entre los FEPS.

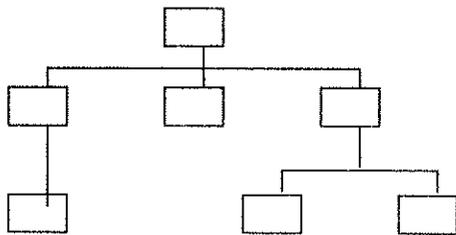
Usando un CATS es posible dividir las líneas de comunicaciones entre dos FEPS y aún tener la capacidad de conectar todas las líneas de un FEP si es necesario. Su función es "conmutar" los datos, que es encaminarlos a su destino final a través de la red.

1.2.2. TOPOLOGÍAS.

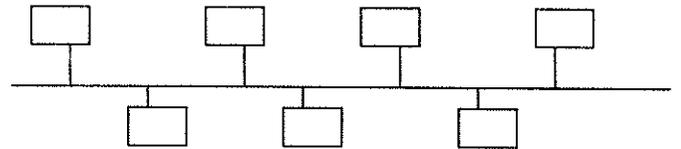
A la configuración de una red se le llama **topología** de la misma. Es la forma (la conectividad física) de la red. El término "topología" es un concepto geométrico con el que se alude al aspecto de una cosa. La topología de una red debe cumplir 3 objetivos principales : 1) proporcionar la máxima fiabilidad posible, para garantizar la recepción correcta de todo el tráfico (encaminamiento alternativo). 2) encaminar el tráfico entre el Equipo Terminal de Datos Transmisor y el Receptor a través del camino más económico dentro de la red (aunque si se consideran factores más importantes como la fiabilidad; este camino del coste mínimo puede no ser el más conveniente). y 3) proporcionar al usuario final un tiempo de respuesta óptimo y un caudal eficaz máximo.

Entre las topologías de red más comunes tenemos :

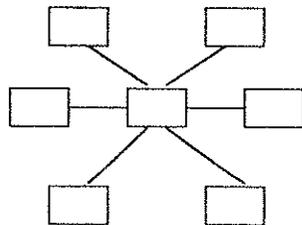
- Topología jerárquica.
- Topología horizontal o de canal.
- Topología en estrella.
- Topología en anillo.
- Topología en malla.



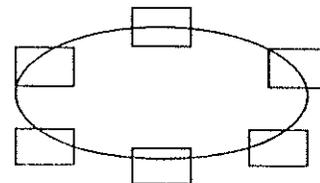
a) Topología jerárquica.



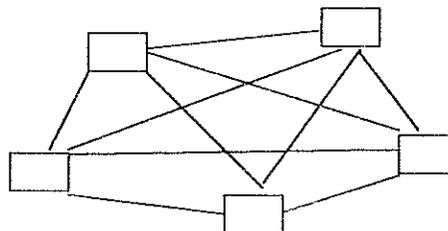
b) Topología horizontal o de canal.



c) Topología en estrella.



d) Topología en anillo.



e) Topología en malla.

Fig. 1.1. Topologías de red.

1.3. INTERCONEXIÓN DE REDES DE COMPUTACIÓN.

Los Equipos Terminales de Datos y los Equipos de Terminación del Circuito de Datos puede conectarse en dos formas : configuración "**Punto a Punto**", en la cual sólo existen dos dispositivos terminales de datos por cada línea o canal de comunicación y configuración "**Multipunto**", en la cual hay más de dos dispositivos conectados al mismo canal.

1.3.1. FLUJOS DE DATOS Y CIRCUITOS FÍSICOS.

Los equipos terminales de datos y los de terminación del circuito intercambian tráfico siguiendo uno de estos tres sistemas : **Símplex** = Transmisión en un solo Sentido, **SemiDúplex** = Transmisión en Ambos Sentidos, pero sólo uno en cada momento (también llamada bidireccional alternada), y **Dúplex Integral (o Dúplex)** = Transmisión en ambos sentidos a la vez (también llamada bidireccional simultánea).

La transmisión en modo Símplex es habitual en Televisión y en Radiodifusión comercial; en comunicación de datos no es tan frecuente, ya que su naturaleza unidireccional la hace inadecuada en la mayoría de los casos. La transmisión en Semiduplex se utiliza en las aplicaciones Pregunta/Respuesta, en la que un dispositivo hace la pregunta y se queda esperando la respuesta. En comunicaciones telefónicas, se utilizan con frecuencia los términos "pares y cuadretes" para describir el circuito que compone un canal; los circuitos pares suelen conocerse como circuitos semiduplex, donde uno de los hilos sirve para transmitir los datos y el otro de retorno eléctrico. Los circuitos de cuatro hilos o cuadretes suelen conocerse como circuitos dúplex, dos de los hilos transmiten datos y los otros dos cierran los correspondientes circuitos.

El tráfico de voz se ha llevado a cabo clásicamente con enlaces semi-duplex (requiriendo un par de alambres). Con tales enlaces, es necesario invertir la línea en orden de cambiar la dirección de transmisión. Para requerimientos de voz, no es necesario transmitir al mismo tiempo, pero en comunicaciones de datos con terminales inteligentes y computadoras, que pueden transmitir y recibir simultáneamente; este método resulta inadecuado. Las transmisiones en dos vías requiere enlaces full-duplex (con dos pares de alambres).

Otra diferencia básica entre voz y datos es la razón de error por bit (BER : Bit error ratio), por ejemplo, transmitiendo un millón de bits en voz una razón de 10^{-4} ó 10^{-5} son aceptables razones, pero para datos 10^{-7} será el mínimo aceptable.

1.3.2. CANALES.

En toda red existe una colección de máquinas destinadas para correr programas de usuario (o aplicaciones), a estas máquinas se les llama Hostales (Anfitriones), Sistema Terminal o Sistema Final. Los Hostales están conectados mediante una subred de comunicación o subred. Dicha subred en la mayoría de los casos consiste de dos componentes diferentes : las líneas de transmisión y los elementos de conmutación. A las líneas de transmisión también se les conoce como **circuitos, canales o troncales** y son los que se encargan de mover los bits entre las máquinas.

Velocidad de canal :

No importando el método que se utilice para enviar un número binario a través de un canal de comunicación, éste queda descrito por su capacidad expresada en el **número de bits por segundo** que puede transmitir. Las abreviaturas de este dato son bits/s o bps. Por lo general, cada siete u ocho bits constituyen un carácter (byte) de un determinado código de usuario.

1.4. INTERFACES Y PROTOCOLOS.

1.4.1. INTERFACES.

El proceso de unir un dispositivo de Entrada/Salida a un sistema con microprocesador se denomina **Interface**. El nombre Interface es un término general para especificar la frontera o punto de contacto entre dos partes del sistema. En sistemas digitales comúnmente se hace referencia al conjunto de puntos de conexión de señales que el sistema o cualquiera de sus componentes presenta al exterior. El verbo "interconectar" o la frase "realizar una interface" significa enlazar dos o más componentes o sistemas a través de sus respectivos puntos de interface, de forma tal que entre ellos pueda transferirse información. Las características de interface de un dispositivo de Entrada/Salida, tal como la longitud de palabra usada para transferencia de datos al exterior y la máxima velocidad de transferencia de datos, son con frecuencia significativamente diferentes a las del procesador al que están conectados.

Entre cada par de capas adyacentes (Ver modelo OSI) hay una Interface, la cual define los servicios y operaciones primitivas que la capa inferior ofrece a la superior.

1.4.2. PROTOCOLOS.

Las interfaces se especifican y establecen mediante **protocolos**. Los protocolos son acuerdos acerca de la forma en que se comunican entre sí los equipos terminales de datos y los dispositivos de comunicaciones, y pueden incluir regulaciones completas que recomienden u obliguen a aplicar una técnica o convenio determinado. Por lo general, son varios los niveles de interfaces y protocolos que necesitan las aplicaciones de usuario para funcionar. En la actualidad, se están llevando a cabo esfuerzos considerables a nivel mundial con el fin de publicar normas y recomendaciones que sean independientes del fabricante, siguiendo esta tendencia, muchas organizaciones están adoptando interfaces y protocolos comunes. Al conjunto de **capas y protocolos** se le denomina arquitectura de red.

1.5. EL MODELO ISO/OSI.

Existe cierta confusión entre las funciones que ofrecen los protocolos estratificados (por niveles) y las ventajas que presentan; las redes informáticas modernas se basan en la idea de disponer las funciones y los protocolos en varios niveles, con el objetivo de :

- Descomponer lógicamente una red compleja en partes (estratos o niveles) más pequeñas y fáciles de entender.
- Proporcionar interfaces normalizados entre las distintas funciones de la red; por ejemplo entre módulos o programas.
- Conseguir simetría en las funciones que se realizan en cada nodo de la red. Cada nivel ha de llevar a cabo las mismas funciones que su contrapartida en otros nodos de la red.
- Ofrecer un método que permita predecir y controlar posibles cambios en la lógica de la red (ya sea por programa o por microcódigo).
- Establecer un lenguaje normalizado que permita clarificar la comunicación entre los distintos diseñadores, fabricantes, distribuidores y usuarios de redes, a la hora de discutir las funciones de una red.

En los protocolos estratificados, cada estrato o nivel es un administrador de servicios, y puede estar constituido por varias funciones de servicio. Así, un estrato puede ofrecer funciones de conversión de códigos, para traducir, por ejemplo, del Alfabeto Internacional #5 (IA5) al EBCDIC o viceversa, desde el alfabeto TELEX al ASCII, de Videotex a EBCDIC o viceversa, para pasar de fechas al formato numérico, o al revés. Cada función es un subsistema del nivel a que pertenece (si hablamos en términos de programación, es como una subrutina de un programa). Cada subsistema, a su vez, puede estar integrado por varias entidades. Una entidad es un módulo especializado.

Se trata, en esencia, de que un nivel ofrezca algún valor añadido a los servicios que proporcionan los niveles inferiores. Por lo tanto, el nivel superior que enlaza directamente con la aplicación de usuario tiene a su disposición todo el abanico de servicios que llevan a cabo los niveles inferiores.

En la interconexión con un nivel o suministrador de servicios están implicadas cuatro transacciones llamadas "primitivas" que se invocan desde o hacia el nivel correspondiente (en algunas secciones no son necesarias todas las transacciones), estas son :

- Solicitud : generada por el usuario del servicio para invocar una función.
- Indicación : generada por el suministrador de servicios para invocar una función o para indicar que una función ha sido invocada en un Punto de Acceso al Servicio (PAS).
- Respuesta : generada por el usuario del servicio para completar una función invocada previamente mediante una indicación en ese PAS.
- Confirmación : generada por el suministrador de servicios para completar una función previamente invocada mediante una solicitud en ese PAS.

Por lo general, las primitivas incluyen parámetros adicionales para transferir información entre los distintos niveles. El proceso proporciona a los niveles una técnica de comunicación común a todos ellos, por medio de la cual éstos podría "dialogar" entre sí, incluso aunque hayan sido instalados por distintos fabricantes. Recordemos que el suministrador de servicios puede ser un nivel, una función o una entidad contenida dentro del nivel, y que todo consiste, en suma, en ofrecer un medio común de comunicaciones entre niveles.

1.5.1. EL MODELO ISO-OSI :

La Organización Internacional para los Standards (ISO por sus siglas en inglés) y el CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía) trabajaron en crear un modelo general para el servicio de comunicaciones llamado el Modelo OSI (Open Systems Interconnection, [Interconexión de Sistemas Abiertos]), que define redes estratificadas y protocolos en varios niveles. Sus objetivos principales son :

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

El modelo OSI describe siete niveles mutuamente independientes : 1) el nivel físico, 2) nivel de enlace, 3) nivel de red, 4) nivel de transporte, 5) nivel de sesión, 6) nivel de presentación y 7) nivel de aplicación.

1.5.2. Nivel físico :

Es el más bajo de los niveles, sus funciones son las encargadas de activar, mantener y desactivar un circuito físico entre un Equipo Terminal de Datos (ETD) y un Ordenador de Conmutación (ECD). Entre los más importantes estándares están el RS-232-C y el V-24.

1.5.3. Nivel de enlace :

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. Garantiza los errores, controla el flujo de datos y recupera posibles datos perdidos, duplicados o erróneos.

1.5.4. Nivel de red :

Define la interface entre el ETD de usuario y la red de conmutación de paquetes. Especifica también las operaciones de encaminamiento por la red, y la comunicación entre distintas redes. En este nivel está incluida la especificación X.25.

1.5.5. Nivel de transporte :

Proporciona la interface 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 (dentro del nivel de red). Está diseñado para mantener al usuario al margen de algunos aspectos físicos y funcionales de la red de paquetes.

1.5.6. Nivel de sesión :

Ofrece un mecanismo organizado de intercambio de datos entre usuarios. Cada usuario puede seleccionar el tipo de control y de sincronización que desee en la red.

1.5.7. Nivel de presentación :

Asigna una sintaxis a los datos, es decir, determina la forma de presentación de los datos según este modelo, sin preocuparse de su significado o semántica. Su principal misión es aceptar tipos de datos procedentes del nivel de Aplicación y negociar con el nivel homólogo del otro extremo la sintaxis escogida (por ejemplo ASCII). Este nivel es capaz de crear visualizaciones de terminales virtuales. Puede también resolver la recepción de un mensaje electrónico procedente del nivel de Aplicación y encargar al nivel del otro extremo que proporcione al otro nivel de Aplicación un formato de página determinado.

1.5.8. Nivel de aplicación :

Se encarga de atender al proceso de aplicación del usuario final. Toma en cuenta la semántica de los datos, contiene varios elementos de servicio capaces de gestionar procesos de aplicación tales como la gestión de trabajos, el intercambio de datos financieros (ANSI X.9), sentencias Send/Receive (Enviar/Recibir) de distintos lenguajes de programación (serie J-ANSI); y el intercambio de datos comerciales (ANSI X.12). Además, este nivel maneja los conceptos de terminal virtual y fichero virtual.

El Interface de la Unidad de Conexión (IUC - AUI en Inglés) : es el cable o tarjeta de circuito impreso que enlaza el ETD con el ETCD. Las conexiones IUC más comunes son la RS-232 y la V.24.

La Interface Dependiente del Medio (IDM - MDI en inglés) : conecta el ETCD con el canal físico, que puede ser un cable de pares, un coaxial, un enlace de microondas, una fibra óptica u otros canales de comunicación de distintas tecnologías.

Los tres niveles inferiores del modelo están ya perfectamente desarrollados. El cuarto nivel (Trasporte) fue aprobado en 1984. Los tres niveles superiores se encuentran en distintas fases de desarrollo.

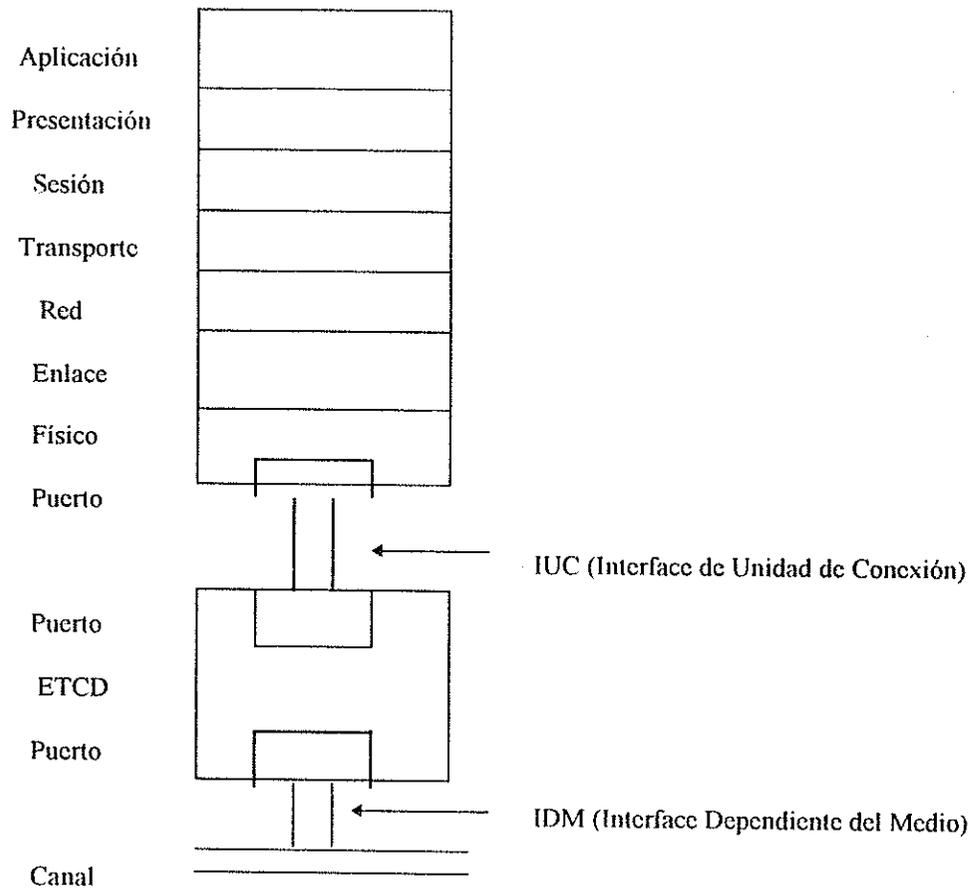


Fig. 1.2. Modelo ISO/OSI.

Antes de definir algunas normas, conviene definir algunos conceptos como "Conmutación de circuitos" y "Conmutación de paquetes". Conmutación de circuitos consiste en intercambiar (conmutar) un par de circuitos físicos (cables) como en las antiguas plantas telefónicas. Conmutación de paquetes consiste en dividir toda la información en bloques más pequeños llamados "paquetes" y enviarlos por el enlace más óptimo disponible (este método conlleva almacenamiento y reenvío, reordenamiento de paquetes, codificación, etc).

1.5.9. Subsistema X.25.

En la actualidad, X.25 es la norma de interface orientada al usuario de mayor difusión en las redes de paquetes de gran cobertura. Fue emitida de 1980; se compone de tres niveles de conexión en el modelo OSI : Físico, Enlace de Datos y Red. Tiene un conjunto de normas asociadas para la conexión de equipos asincrónicos (X.3, X.28 y X.29) y para la conexión con otras redes (X.75).

Una red de Conmutación de paquetes X.25, es una red de comunicaciones de datos que usa la tecnología de conmutación de paquetes para efectos de transmitir los datos. Estos se

encuadran en marcos (tramas), que contienen estructuras (llamadas "paquetes") cuyo formato se ajusta a las especificaciones emitidas por el CCITT.

X.25 trabaja sobre servicios basados en circuitos virtuales. Un circuito virtual ("canal lógico" en la jerga del X.25) es aquel en el cual el usuario percibe la existencia de un circuito físico dedicado exclusivamente al computador que él maneja, cuando en realidad ese circuito físico "dedicado" lo comparten muchos usuarios. Mediante diversas técnicas de multiplexado estadístico, se entrelazan paquetes de distintos usuarios dentro de un mismo canal. En teoría, las prestaciones del canal son lo bastante eficientes como para que el usuario no advierta ninguna degradación en la calidad de servicio como consecuencia del tráfico que le acompaña en el mismo canal. Para identificar las conexiones a la red de los distintos ETD, en X.25 se emplean números de canal lógico (LCN). Pueden asignarse hasta 4095 canales lógicos y sesiones de usuario a un mismo canal físico.

1.5.10. Subsistema X.75.

X.25 está pensado para que los usuarios se comuniquen a través de una determinada red. Sin embargo, muchas veces existen usuarios situados en distintas redes que necesitan establecer una comunicación para compartir sus recursos e intercambiar datos. Este es precisamente el objetivo de X.75; su misión es permitir la interconexión de redes; intenta servir de puente para el usuario que necesite comunicarse con otro usuario a través de diversas redes. En este estándar, se asume que las redes que intervienen utilizan los procedimientos X.25.

1.5.11. Subsistema X.400.

La serie X.400 (400 - 430) establece las siguientes recomendaciones : X.400 describe el modelo básico de acuerdo con el modelo OSI. Estas normas de correo electrónico entran dentro del nivel de aplicación OSI. En X.400, se describe cómo interactúa el nodo originador con el sistema agente de usuario durante la preparación y edición de los mensajes, así como durante la recepción de los mismos. Describe la integración entre el agente de usuario y el sistema de transferencia de mensajes durante la introducción y extracción del correo electrónico en la red de transferencia de mensajes. En X.400 se describe también la interacción entre la entidad llamada agente de usuario (UA) y el MT (Modalidad de Transferencia de Mensajes), además de los convenios de denominación y direccionamiento.

1.6. MODOS Y TIPOS DE TRANSMISIÓN.

Durante la comunicación vocal, se generan formas de onda acústicas que se propagan por el aire. La comunicación vocal es, en realidad, un intercambio de energía física. Cuando una persona habla, crea ondas que se manifiestan como incrementos o disminuciones de presión. Esas formas de onda son **analógicas**. Se llaman así porque presentan un rango continuo de valores que se repiten, y que no son discretos, sino que van cambiando de forma gradual desde valores de baja presión hasta otros de alta presión. El aparato telefónico transforma las oscilaciones físicas del aire en energía eléctrica con una forma de onda similar.

Toda forma de onda presenta un espectro de frecuencia característico que es de gran importancia en comunicación de datos; el espectro es cuán importante es cierto componente dentro del rango de frecuencias y con qué fase relativa debe reconstruirse para reconstruir la señal a partir de una ecuación que la describe.

Las formas de onda quedan definidas por su **frecuencia, amplitud y fase** sólo si son periódicas y sinusoidales. La amplitud de la señal es la medida relativa a su voltaje, que puede ser cero o tomar un valor positivo o negativo. Una señal analógica aumenta de forma gradual en las tensiones positivas, después baja hasta cero y pasa a tomar valores negativos de tensión, para volver después a cero. Esta oscilación completa es lo que se conoce como ciclo. La frecuencia describe el número de ciclos completos por segundo, o el número de oscilaciones por segundo. Este valor se expresa en Hertzios e indica el número de formas de onda completas que atraviesan un punto de referencia durante un segundo.

El tercer componente principal de una señal analógica es la fase, que representa el punto que ha alcanzado la señal dentro del ciclo; nos dice cuánto ha recorrido en grados el ciclo para un punto específico.

1.6.1. ANCHO DE BANDA.

Una transmisión está constituida por formas de onda que incluyen muchas frecuencias diferentes. La distribución concreta de las frecuencias es la que determina el tono y el timbre de una voz. La voz humana ocupa un ancho de banda de frecuencias comprendida aproximadamente entre los 200 Hz. y los 15,000 Hz. Nuestro oído es capaz de detectar un margen más amplio de frecuencias, mas o menos entre 40 y 18,000 Hz. El margen de frecuencia ocupado por un determinado fenómeno se conoce como **ancho de banda**. En nuestro contexto, el ancho de banda es el margen de frecuencias de transmisión que transportan las líneas de comunicaciones. Se trata de un elemento de capital importancia en el diseño de redes, puesto que la capacidad de un canal está en relación directa con su ancho de banda y con su relación señal/ruido (Signal/Noise). El ancho de banda es un factor que limita la capacidad de transmisión dentro de una red.

1.6.2. SEÑALES DIGITALES vs. SEÑALES ANALÓGICAS.

Cuando los equipos terminales de datos emplean cualquier tipo de línea para comunicarse entre sí, deben adaptar su señal a las características de un canal de este tipo, pensado para trabajar con el mundo analógico. Sin embargo, estos hablan un lenguaje **digital**. El aspecto de una forma de onda digital es muy distinto al de una onda analógica. Se repite a sí misma y tiene carácter periódico, pero es muy diferente por cuanto es discreta (presenta cambios muy abruptos en su voltaje). Las computadoras y las terminales usan símbolos digitales, binarios, porque los transistores semiconductores actúan como dispositivos discretos de dos estados (1=Encendido y 0=Apagado). Esto no está en relación a una posible limitación del semiconductor; pudo emplearse cualquier sistema (decimal por ejemplo) pero es más fácil distinguir entre un uno o un cero que entre 10 números (del cero al nueve [0..9]). (Facilidad de identificación de Nivel).

En líneas análogas, el sonido es amplificado a intervalos regulares. La etapa correspondiente en líneas digitales es "regeneración", es decir, un número distorsionado es interpretado y recreado.

Aquí está la diferencia más importante entre los dos métodos de transmisión. En la transmisión análoga, el ruido es amplificado también; cada etapa de amplificación en la línea nos lleva a una acumulación de ruido. En el sistema digital, la información es reconstruida de nuevo a cada etapa de regeneración y puede ser enviada sin ser afectada por el ruido.

1.6.3. TIPOS DE TRANSMISIÓN.

Una máquina que transmite ha de enviar primero a la máquina receptora una indicación de que desea "hablar" con ella. Si el emisor envía sin previo aviso, lo más probable es que el receptor pierda una parte de los datos. Este proceso forma parte de un protocolo de comunicación, y suele conocerse como **sincronización**. Por medio de una línea, se transmite una señal que se activa y desactiva de acuerdo con determinadas normas preestablecidas. Cuando esta señal de reloj, que llega por la línea, cambia de estado, indica al receptor que debe revisar la línea de datos. Asimismo puede sincronizar el reloj del receptor de manera que éste quede alineado con total exactitud con cada bit que vaya entrando. Un código autosincronizado es aquel que permite al receptor comprobar periódicamente si está muestreando la línea en el momento exacto que llega un bit de datos.

Para conseguir la sincronización se utilizan dos tipos de formatos : el formateo **asíncrono**, en el cual cada byte (carácter) de datos incluye señales de arranque y de parada (o lo que es lo mismo señales de sincronización) al principio y al final. Los bits de arranque y de parada en realidad no son otra cosa que señales específicas y únicas que el dispositivo receptor es capaz de reconocer.

El formateo **síncrono** es un poco más refinado, en el cual se emplean canales separados de reloj o bien códigos autosincronizados. En los formatos síncronos se suprimen las señales intermitentes de arranque/parada que acompañan a cada carácter. Las señales preliminares suelen llamarse ahora bytes de sincronización, o banderas (flags), en los sistemas más modernos.

CAPÍTULO II EL CABLE COAXIAL.

2.1. DEFINICIÓN.

El medio más común para interconectar dos estaciones es el Par de Cables Trenzados, utilizado en PBX, centrales de conmutación de voz digital y datos, etc. Luego está el Cable Coaxial, que consiste en un Conductor Central rodeado de un aislante dieléctrico; éste a su vez rodeado por una malla de Cobre o Aluminio con aleación que aísla al conductor central del resto del medio donde se encuentre.

El cable coaxial se ha vuelto un medio muy popular en LANs debido a su capacidad, razones bajas de error y flexibilidad de configuración. Desde 1,970 los sistemas de cable coaxial se han ido utilizando cada vez más como medio de transmisión.

Debido a que el cable coaxial es un medio de multiservicio, organizaciones de muchos tipos empezaron a utilizar su amplio ancho de banda para soportar distribuciones de TV, LANs, sistemas de seguridad, conferencias de video y distribución de sonido.

Cableando sus plantas de ensamblado y complejo de oficinas, las compañías tuvieron la posibilidad de resolver no sólo sus requerimientos de comunicación de datos, sino llenar también otras necesidades de comunicación con un sistema fácil de mantener.

Se subdivide en Cable Coaxial de Banda Angosta (Base Band) y Cable Coaxial de Banda Ancha. Se diferencian físicamente en el material que forma su malla protectora; en el de Banda Base el material es de cobre o aleación y en el de Banda Ancha es de Aluminio.

La banda Base es un método de señalización en el cual el cable lleva una sola señal digital a la vez, en la cual diferencias de voltaje representan 0 y 1 binarios aplicados directamente a la línea de comunicación.

La banda Ancha es un método de señalización en el cual el ancho de banda del cable es dividido en varios canales, cada uno de los cuales lleva señales digitales independientes. Dentro de cada canal los datos se modulan en una sola frecuencia. Cuando nos preguntan ¿qué tan ancha es la "Banda Ancha"? Una fácil aunque no técnicamente precisa respuesta, es que la banda ancha significa un rango de frecuencia mayor que nuestros requerimientos actuales.

Tomemos por ejemplo, la transmisión por cable coaxial dentro de la perspectiva de una LAN. Hablamos de banda base cuando la capacidad del canal está en el rango de 0 a 10 Mbps, y de banda ancha cuando el rango utilizable varía de, digamos, 5 Mbps a 400 Mbps. Transpondedores de satélite trabajan en banda ancha. Los canales de televisión requieren un gran ancho de banda - típicamente 6 Mhz para una señal de TV a color.

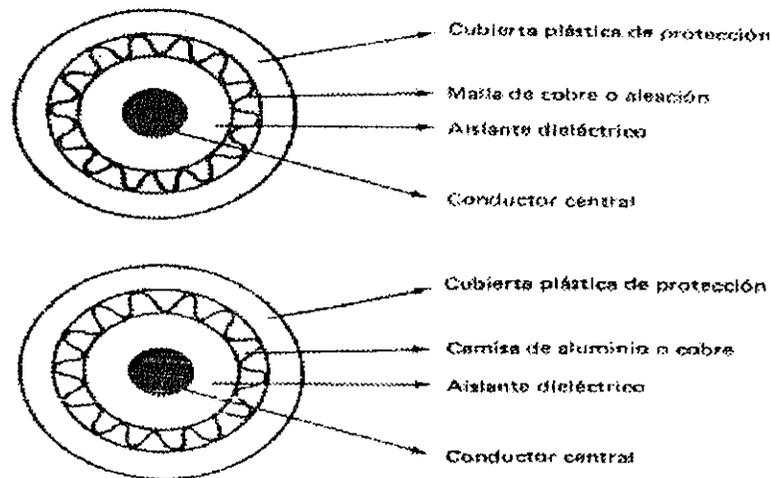


Fig. 2.1. Corte de un cable coaxial.

Una variedad de tomas (taps), controladores, multiplexores de señal (splitters), acoples (couplers) y repetidores están disponibles para que el cable coaxial sea fácilmente extendido y dividido para alcanzar localidades de usuario para la conexión de dispositivos. La capacidad del cable coaxial es usada en banda base en LANs primariamente para transmitir una señal base sencilla a muy altas velocidades, en el área de 10 a 12 Mbps. En LANs que usan banda ancha, la capacidad es utilizada para crear un gran número de frecuencias en subcanales a partir del canal físico. El cable coaxial comúnmente utilizado para TV por cable (CATV) y para LANs en banda ancha tienen anchos de banda en el rango de 300 a 400 Mhz. Esto nos permite llevar mas de 50 canales estándar de 6 Mhz. de TV a color con cientos de grados de voz y señales de datos de baja velocidad (por ej. 9.6, 19.2 ó 56 Kbps). Correspondientemente, las fibras ópticas disponibles actualmente tienen anchos de banda de más de 3.3 billones de Hz. (GHz, gigahertz, 10^9 Hz), comparados con el límite de 500 Mhz para el cable coaxial. Con tal capacidad, pueden soportarse velocidades por sobre un Gbps (10^9 bits por segundo).

A pesar de que "todavía" no necesitamos de tales capacidades, un punto de atracción para la tecnología de fibra óptica es el muy bajo BER (Bit Error Ratio). Las razones de error oscilan en más o menos un bit de error por cada 10^9 bits, con el resultado de no tener que retransmitir y sobrecargar el sistema realizando detección de errores. En contraste, el cable coaxial asegura un BER de 10^{-8} .

El uso del cable coaxial es una tecnología madura. En 1949 cuando aparecieron los primeros sistemas CATV, los usuarios estaban satisfechos si ellos podían recibir, amplificar y entregar una señal a localidades donde la señal no podía ser llevada directamente. Ahora, los sistemas CATV soportan

- comunicaciones de 2 vías,
- transmisiones direccionadas a receptores seleccionados,
- bases de datos centrales y consulta,
- utilitarios tales como lectores de medidas,
- protección contra intrusos.

Existen 2 tipos básicos de cable coaxial. **Coaxial con tierra** (grounded), el cual puede pasar grandes razones de información pero está sujeto a retornos por tierra (ground loops) y ruido por irradiación; y **coaxial sin tierra** (ungrounded), que es similar pero con menores interferencias por retornos a tierra.

No importa qué tipo de diseño de portador se escoja, una red CATV típicamente llevará un extremo (headend) con bandas hacia adelante y de retorno, o alambres dedicados. En un sistema de cables dual, el ancho de banda completo del cable está disponible para la transmisión de mensajes en ambas direcciones, y permiten mucha mayor capacidad para canales de red y nodos. El cable coaxial es simplemente retornado hasta el extremo de la red, pasando por cada nodo dos veces. Los nodos envían en la mitad del cable y reciben en la otra mitad, y ambas señales ocurren en la misma frecuencia.

El extremo (headend), o facilidad de retransmisión central (CRF), es un dispositivo que consiste en amplificadores, filtros y moduladores de señal. Todos los mensajes deben viajar de este extremo a los nodos fuentes y del extremo hacia los nodos destino. El CRF designa el curso que los mensajes toman cuando viajan de y hacia los nodos. Esto no importa mucho, ya que las transmisiones en sistemas de un solo cable para TV y LAN están discutidas en estos términos.

Los nodos destinos transmiten mensajes hacia arriba del cable en los canales reversos (retornos) hacia el CRF, típicamente a bajas frecuencias, (digamos, 10 a 110 Mhz.). El CRF amplifica y modula estas señales a mayores frecuencias (digamos, 175 a 310 Mhz.) y las transmite hacia abajo por el cable en los canales para adelante hacia los nodos destinos (receptores).

En un ambiente de cable, la causa mas común de fallo del sistema es un quiebre físico del cable por causas naturales, creadas por el hombre, interrupciones de poder, fallas en el procesamiento del equipo, y fallas en los dispositivos. Las redes que están en edificios usualmente tienen pocos quiebres. La confiabilidad del equipo CATV puede ser expresado en el promedio entre fallas (MTBF-> mean time between failures).

El ciclo de vida típico esperado para un equipo pasivo correctamente instalado es de 35 años. Los componentes pasivos ejecutan funciones nó activas, y el mantenimiento no se requiere en términos que nosotros entendemos, pero chequeos de performance y señal deben ser realizados por lo menos una vez al año.

El MTBF de un amplificador activo es de 18 años, que da un promedio para el sistema de mas o menos 25 años. En teoría, una vez que los componentes activos se han ajustado para niveles de señal, ecualización y entradas de voltaje, ningún otro ajuste será necesario. Es una buena práctica, de todas formas, revisar los niveles del sistema en los amplificadores por lo menos una vez cada año.

Para reducir el impacto de un fallo potencial, redes redundantes de cable y equipo en "espera por" debe mantenerse. La redundancia se aplica al equipo de procesamiento, trasladadores de datos, amplificadores y proveedores de corriente. Switches a control remoto pueden ser

implementados para enlazar el sistema primario a este secundario. En general, si el cable está propiamente protegido, el sistema no fallará hasta que el extremo (headend) esté deshabilitado.

Televisión por cable.

La industria CATV ha sido la líder en el desarrollo de técnicas de distribución de banda ancha, las cuales proveen una rentable y no muy cara comunicación sobre cable coaxial. Las redes de cable coaxial se componen de muchos tipos adaptables a distintas condiciones ambientales. Si se dañan o rompen, una línea puede ser cortada y reemplazada en cortas secciones en cuestión de minutos por el personal, empleando herramientas sencillas.

El chequeo de faltas en un cable coaxial es relativamente fácil, con una gran variedad de equipo de prueba y puede realizarse empleando sistemas de re-llamado estadístico, facilidades de monitoreo de status, generadores/analizadores programables de espectro y señal. Además, los servicios de red pueden localizarse fácilmente sin incurrir en mucho costo. Edificios de cualquier tamaño pueden ser pre-cableados con cable coaxial en una fracción del costo de los métodos convencionales. Las conexiones a la red pueden realizarse a través de simples unidades, las cuales permiten a los usuarios conectar y desconectar dispositivos de comunicación.

Existen ciertos avances que tienen importancia en las redes de cable coaxial, entre los que están : convertidores de dirección, comunicación de dos vías, métodos de revolución, reflexiones, niveles de señal, ruido, y amplificación.

Los convertidores de dirección permiten el control sobre la recepción de señal, el operador puede cambiar servicios de pago de canal, seleccionar eventos de pago-por-ver y desconectar un usuario que no ha pagado.

Comunicación de 2 vías le permiten al suscriptor enviar señales (voz y datos) al operador de cable.

Los métodos de revolución permiten revertir la señal y manejarla reduciendo la amplitud y volviendo a ampliarla. Los terminadores del cable (conectores ó outlets) deben estar terminados con una impedancia de 75 ohm, para prevenir reflexiones no deseadas cuando un dispositivo de usuario no está conectado. Esto puede realizarse insertando un conector terminal apropiado, o con el uso de conectores con terminación propia. (La función del terminador es convertir la energía RF a energía termoeléctrica para minimizar las reflexiones).

Las reflexiones, o ecos, son copias de portadoras en el sistema debidos a discontinuidades causadas por irregularidades. Tiene que ver con el cable, los terminadores, conectores, taps y terminaciones impropias, los cuales pueden crear tales irregularidades, que, cuando encuentran energía RF, reflejan parte de la señal. Las reflexiones no constituyen un problema hasta que su amplitud interactúa con las señales deseadas.

Los niveles de señal son un factor importante. Los modems requieren menores razones señal/ruido que las señales de TV, debido a que los niveles de datos son de menor amplitud; esto reduce la intermodulación total del sistema y causa distorsión en la red.

El ruido es una entrada no deseada, sobre la cual tenemos que tener mucho cuidado. Las consideraciones de diseño deben asegurar que todos los dispositivos conectados a un servicio dado (datos, voz o imagen) tengan niveles de entrada y salida dentro de los 6 Db. El ruido eléctrico y ruido thermal tienen contribuciones negativas.

Como la amplificación, el ruido es generado por un dispositivo activo; su cantidad de ruido varía dependiendo del ancho de banda y de la temperatura. Cada amplificador tiene una "figura de ruido", que es la cantidad de ruido thermal que incurre en el traspaso de entrada y salida.

Estas señales no están sujetas a cambio por el usuario durante el proceso de mantenimiento y ensamblado, sino que ya son parte de los dispositivos.

2.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CABLE COAXIAL DE BANDA ANGOSTA.

- Existen 150 variedades de cables coaxiales.
- Transmiten una señal digital simple en modo Half Duplex (HDX).
- No hay modulación de frecuencia.
- Diseñados primariamente para comunicaciones de datos. Pero pueden acomodar aplicaciones de voz (no en tiempo real) tal como "voice store & forward" y "freeze frame video". Se transmite la voz en forma digital.
- Es un medio "pasivo", donde la energía es provista por las estaciones de usuario.
- Uso de enchufes especiales para conexión física.
- Se conectan al receptor-transmisor : tranceptor (transceiver).
- Se usa una unidad de interconexión a la red (NIU : Network Interface Unit) dependiente o integrada, para conectar la estación del usuario a la red.
- Con el uso de repetidores, se alargan distancias (Regeneradores de señal).
- Generalmente usado con topología de canal (bus) lineal; árbol y raramente anillo.
- Una red típica contiene 200 a 1000 dispositivos.
- Tienen un alcance de 1 a 10 Kms. (El par de cables trenzados solamente llega hasta 3 Kms.)
- Tienen un Ancho de Banda de 10 Mbps.
- Bajo costo. Simple de instalar y bifurcar.
- Poca inmunidad a los ruidos. Puede mejorarse con filtros.
- El ancho de banda puede transportar solamente un 40% de su carga para permanecer estable.
- Se requieren conductos en ambientes hostiles, para aislamiento.
- Tienen una confiabilidad limitada.

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE COAXIAL DE BANDA ANCHA.

- Es el mismo usado en redes de televisión por cable.
- Se usa la técnica FDM (Frequency division multiplexing) por división de frecuencias.
- Se combina voz, dato y video simultáneamente
- Se permite voz y video en tiempo real.
- La señal en el cable es en modo analógico de radio frecuencia (RF) y por lo tanto los datos deben ser modulados antes de la transmisión, usando un modem RF.
- Todas las señales son Half Duplex (HDX), pero usando dos canales se obtiene Full Duplex (FDX). (Cables independientes para transportar señal a la izquierda y a la derecha, sin usar cabeza conectora para corrimiento de frecuencia, como se emplea en el caso de un solo cable).
- El cable coaxial de banda ancha se considera un medio activo, ya que la energía se obtiene de los componentes de soporte de la red y no de las estaciones del usuario conectadas.
- Instalación más dificultosa que el de Banda Base (baseband). Componentes CATV (Community Antenna TV Cable).
- Se usan amplificadores, no repetidores (regeneradores).
- Debido a las amplificaciones y al alto número de canales, se pueden conectar hasta 25000 dispositivos con un alcance de 5 Kms.
- Topologías : canal y árbol.
- Ancho de banda máximo : 400 MHz. Puede transportar el 100% de su carga.
- Mejor inmunidad que el de banda base (baseband).
- Es un medio resistente que no necesita conducto.
- Su costo es alto. Se necesitan modems en cada estación del usuario, lo que aumenta aún mas su costo y limita las velocidades.

2.4. REDES DE TELEVISIÓN. (CATV)

Mediante el uso de satélites y enlaces terrestres, con estaciones terrestres, una gran compañía conecta sus puentes de operación en una red privada a gran escala. Se integran voz y video y se transmiten por redes de cableado coaxial de banda ancha, se bifurca conforme se vaya necesitando crear nuevos dispositivos receptores. A cada cierta distancia se hace necesario colocar un nodo amplificador para re-generar la señal y que ésta llegue a su destino. En este tipo de redes, solamente existe un dispositivo emisor y todos los demás son solamente receptores.

2.5. COMPRA DE CABLE COAXIAL.

A continuación, se dan algunas recomendaciones específicas de LANs para la adquisición de cable coaxial en la instalación de una red de computadoras.

Debe cumplir con las especificaciones de Artisoft para "thin Ethernet"; debe tener escritos los caracteres "RG58 A/U" ó "RG58 C/U". No acepte "RG58 /U" ó "RG58". Algunos vendedores tratarán de decirle que no hay diferencia; en ese caso, será mejor que acuda a otro vendedor.

Siempre utilice el mismo tipo de cable del mismo fabricante a través de la LAN. Mientras más grande sea la LAN, más importante será esto. Asegúrese de que el tamaño total del cable no sobrepase los 185 m. (607 pies) máximo para un segmento.

Solución de problemas : para solucionar algunos de los problemas más comunes de comunicación en cable coaxial se dan algunas recomendaciones generales, tales como cambiar el cable, revisar terminadores, revisar la tarjeta LAN. Si uno de éstos está mal, no deja a toda la LAN comunicarse (dependiendo de la configuración). Tenga siempre disponible un cable, un terminador (spare) y un conector BNCT de reemplazo y prueba en caso necesario.

Generalmente los problemas se dan por a) cable malo, b) conectores malos, c) tipo de cable no estándar o tamaño malo, d) daños de ambiente, e) terminadores faltantes o con fallos, f) tarjeta LAN mala ó g) concentrador (hub) malo.

CAPÍTULO III MICROONDAS.

3.1. DEFINICIÓN.

En un sistema de microondas, se usa el espacio aéreo como medio físico de transmisión. La información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud (unos pocos centímetros). Pueden direccionarse múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un enlace dado, o puede establecerse enlaces punto a punto.

Las estaciones consisten de una antena tipo plato y de circuitos que interconectan la antena con la terminal del usuario. Cuando el sistema de microondas pertenece a la compañía de teléfonos, parte de la red telefónica por cables interviene en el circuito.

Dependiendo del país y de su legislación, es necesario a veces obtener una licencia especial para uso privado, y esto puede constituirse en un contratiempo. También puede decirse que por el momento, los componentes resultan bastante costosos y no están disponibles fácilmente.

La transmisión es en línea recta (lo que está a la vista) y por lo tanto se ve afectada por accidentes geográficos, bosques, edificios, mal tiempo, etc. El alcance promedio es de 40 Kms. en la tierra.

Una de las ventajas importantes es la capacidad de poder transportar miles de canales de voz a grandes distancias a través de repetidoras, a la vez que permite la transmisión de datos en su forma natural.

Tres son las formas más comunes de utilización en redes de procesamiento de datos :

- Redes entre ciudades, usando la red telefónica pública (en muchos países latinoamericanos está basada en microondas) con antenas repetidoras terrestres;
- Redes metropolitanas privadas y para aplicaciones específicas;
- Redes de largo alcance con satélites.

En las redes intraciudades, se instalan antenas para un grupo de dispositivos en los puntos altos de la misma : edificios, cerros, etc. En el caso de utilización de satélites, las antenas emisoras, repetidoras o receptoras pueden ser fijas (terrenas) o móviles (barcos, etc.).

En comunicaciones vía satélite, se emplean antenas microondas para recibir las señales de radio procedentes de las estaciones emisoras en la tierra y para devolver estas señales a otras estaciones terrenas.

La señal puede ser recibida por cualquier estación receptora situada dentro del cono de radiación, y puede transportar voz, datos o imágenes de televisión.

3.2. COMPONENTES.

Los más importantes son el adaptador de puerto, el controlador del satélite de comunicaciones (SCC), un modem de ráfagas, el dispositivo emisor/receptor y una antena.

3.3. FORMA DE FUNCIONAMIENTO.

El adaptador de puerto sirve de interface entre las líneas de usuario y la estación terrestre. Acepta canales vocales a 32 Kbit/s, y datos a velocidades entre 2.4 Kbit/s y 1.544 Mbit/s.

Todas las imágenes digitales se entregan al controlador de comunicaciones, unidad gobernada por software y responsable de las funciones de sincronismo, asignación de estaciones, conmutación y procesamiento de llamadas vocales y de datos. Se ocupa de calcular las necesidades del canal según el número de conexiones vocales, la cantidad de puertos disponibles y el número de solicitudes de conexión de datos en cola. Todas estas exigencias se asignan a la trama TDMA (Técnica de Acceso Múltiple por División Temporal).

3.4. MODOS DE TRANSMISIÓN.

Se ofrece una amplia variedad de servicios, tanto para transmisiones analógicas como digitales, que permite conexiones multipunto y una gama de funciones añadidas para supresión de eco, corrección preventiva, etc.

Se utiliza la Técnica de Acceso Múltiple por División Temporal (TDMA) para configurar un sistema principal/secundario sin sondeo. El TDMA asigna ranuras según va haciendo falta. Sin embargo (a diferencia del sistema ALOHA, quien asigna las ranuras en una estación principal llamada referencia REF); la estación de referencia acepta solicitudes de las otras estaciones y, según la naturaleza del tráfico y la capacidad disponible en el canal, adjudica tramas concretas a las estaciones solicitantes, para que éstas transmitan en forma inmediata.

Para mayor información véase el capítulo de comunicaciones Vía Satélite.

CAPÍTULO IV VÍA SATÉLITE.

Muy amplia es actualmente la difusión del uso de satélites en redes de procesamiento de datos y se espera, además, un futuro muy promisorio en lo que concierne a una cobertura total del globo terráqueo, que elimine definitivamente la barrera de los océanos y las montañas.

Los satélites artificiales han revolucionado las comunicaciones y, en muchos aspectos, han influido en la política mundial. Por dar un ejemplo, las imágenes en directo de la guerra del Golfo, enviadas vía satélite al público, ejercieron un efecto dramático sobre la opinión pública acerca del conflicto. La teledifusión de las imágenes que plasmaban el hambre en Etiopía sacudió la conciencia de un mundo que habría de permanecer en la ignorancia en caso contrario. Y en temas menos graves, la difusión en directo de espectáculos deportivos, como el Abierto de tenis o el campeonato de fútbol, ha alimentado de forma considerable la afición a estos deportes.

4.1. PRINCIPIOS GENERALES.

En comunicaciones vía satélite, se emplean antenas de microondas para recibir las señales de radio procedentes de las estaciones emisoras en la Tierra y para devolver estas señales a otras estaciones terrenas. El satélite sirve de repetidor electrónico. Una estación terrena A transmite al satélite señales de una frecuencia determinada (canal de subida). Por su parte, el satélite recibe estas señales y las retransmite a otra estación terrena B, mediante una frecuencia distinta (canal de bajada). La señal de bajada puede ser recibida por cualquier estación situada dentro del cono de radiación del satélite, y pueden transportar voz, datos o imágenes de televisión.

El satélite de comunicaciones es un dispositivo que actúa principalmente como "reflector" de las emisiones terrenas. Se podría decir que es la extensión al espacio del concepto de "**torres de microondas**". Al igual que éstas, los satélites "reflejan" un haz de microondas que transportan información codificada. Realmente, la función de "reflexión" se compone de un receptor y un emisor, que operan a diferentes frecuencias: recibe a 6 Ghz y envía (refleja, aunque en realidad es una re-transmisión) a 4 Ghz, por ejemplo.

La capacidad que posee el satélite de recibir y transmitir se debe a un dispositivo conocido como **transpondedor**. Los transpondedores de satélite trabajan a frecuencias muy elevadas, generalmente en la banda de los GigaHertzios. En la actualidad, la mayoría de los satélites operan en frecuencias de los 4/6 Ghz. Otros satélites poseen anchos de banda mayores, con transpondedores de 12/14 Ghz. como se explicó anteriormente, la frecuencia del canal de bajada es distinta de la del canal de subida, para evitar que se interfieran.

4.2. ÓRBITAS DEL SATÉLITE.

Físicamente, los satélites giran alrededor de la Tierra en forma sincrónica con ésta a una altura de 35,680 Km, en un arco directamente ubicado sobre el ecuador. Están diseñados para girar a una velocidad de 11,070 Km por hora; la atracción de la Tierra mantiene en órbita al satélite, y esta velocidad precisa hace que su posición permanezca estacionaria frente a la

superficie terrestre. Esta es la distancia requerida para que un satélite gire alrededor de la Tierra 24 horas, coincidiendo entonces con la vuelta completa de un punto en el ecuador. Esta es la característica que en definitiva determina el objetivo geoestacionario que tienen los satélites de comunicaciones. De este modo, las antenas terrestres pueden permanecer orientadas hacia una posición relativamente estable (lo que se conoce como "sector orbital"), ya que el satélite mantiene la misma posición relativa respecto a la superficie de la Tierra. Si el satélite está estacionario, tiene la ventaja de que no tiene que reenfoque su antena cada cierto tiempo.

Las órbitas de los primeros satélites eran elípticas, y no podían superar los 10,000 Km de altitud sobre la tierra. Esta órbita tan baja hacía que el satélite se desplazase con respecto al horizonte terrestre mas de prisa que la rotación de nuestro planeta. Ello provocaba a las estaciones terrestres problemas de seguimiento del satélite, ya que éste desaparecía frecuentemente del horizonte. Se calculó que para cubrir continuamente toda la región del Atlántico Norte harían falta 50 satélites de órbita elíptica.

Algo menos de la mitad del globo queda en el "cono de mira" de un satélite, con lo cual, es obvia la importancia del alcance que tienen cada uno de estos dispositivos. Como ejemplo, digamos que un solo satélite ubicado sobre el ecuador en cualquier punto latinoamericano, actuaría como una altísima torre de microondas que permitiría interconectar todo el continente. Muchos satélites en los Estados Unidos usan la misma frecuencia que las torres terrenas de microondas, que operan en la línea de la vista.

El espaciamiento o separación entre dos satélites de comunicaciones es aproximadamente de 2,800 Kms equivalente a un ángulo de 4°, visto desde la Tierra. La consecuencia inmediata es que el número de satélites posibles que se pueden conectar de esta forma, es finito (y bastante reducido aunque talvez suficiente si se sabe aprovechar).

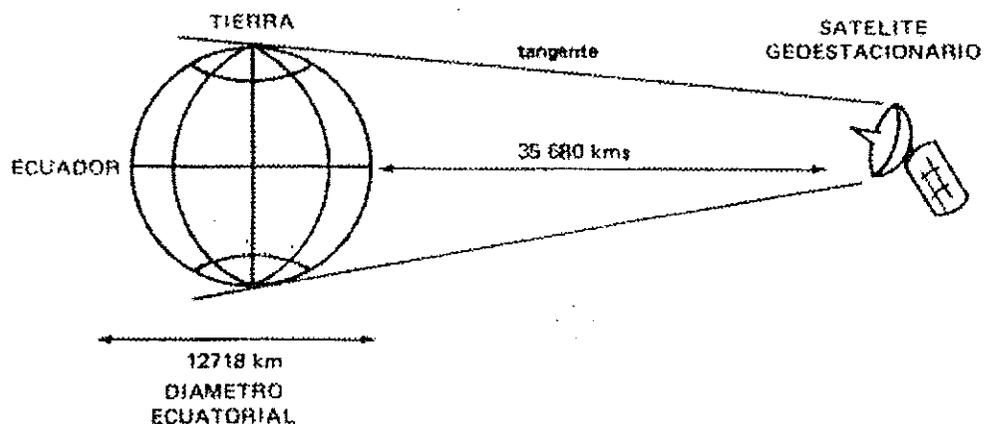


Fig. 4.1 Posición de un satélite con respecto a la Tierra.

4.3. BANDAS DE FRECUENCIA.

Existen bandas de frecuencia que han sido reservadas para el uso específico de comunicaciones vía satélite, las cuales se muestran en la siguiente tabla :

Banda	Banda de Bajada (MHz)	Banda de Subida (Mhz)
UHF-Militar	250 - 270	292 - 312
C-Comercial	3700 - 4200	5925 - 6425
X-Militar	7250 - 7750	7900 - 8400
Ku-Comercial	11700 - 12200	14000 - 14500
Ka-Comercial	17700 - 21200	2 7500 - 30000
Ka-Militar	20200 - 21200	43500 - 45500

La banda Ku se está volviendo más común, pero no es susceptible de interferencia por la red terrestre. Su principal desventaja está en que se atenúa con la lluvia, debido a esto deben proveerse márgenes de 5 - 10 dB, dependiendo de la aplicación. Luego está la banda Km que será explotada hasta que las anteriores se llenen. Sufre mayor atenuación por la lluvia, pero se puede contrarrestar parcialmente por el uso de haces angostos para concentrar la potencia del satélite.

Podría reutilizarse la frecuencia, ya que debido a que el ancho de banda disponible en un sistema comercial es limitado, la mayoría de los satélites transmiten y reciben en dos polarizaciones ortogonales. Ya sea polarización vertical u horizontal o polarización circular derecha o circular izquierda. Los elementos polarizantes en las antenas y sus alimentadores - guías de onda producen este efecto. En el caso ideal de ortogonalidad, las ondas pueden ocupar la misma banda de frecuencia y no interferir una con otra.

Hay otro tipo de ortogonalidad que consiste en que las huellas de un satélite a otro no se traslapen (separación espacial), dado este caso, ambos satélites podrían compartir la misma banda de frecuencia.

4.4. TRANSPONEDORES.

El transponedor más utilizado es básicamente un repetidor trasladador de frecuencia; la señal le llega a la antena del satélite y pasa a su primera etapa de amplificación con el amplificador de bajo ruido. Luego es trasladada en frecuencia y amplificada otra vez con el amplificador de alta potencia. Finalmente es transmitida hacia la Tierra. Generalmente los satélites nuevos contienen 24 transponedores de 36 Mhz cada uno separados por 4 Mhz con dos polarizaciones. La cantidad de canales de voz en cada transponedor depende de la técnica de modulación que se va a utilizar.

La vida útil de un satélite oscila entre los 7 y los 10 años, aunque en la actualidad se están fabricando con más años de vida útil.

4.5. ESTACIONES TERRENAS.

Las estaciones del pasado (comienzos del 70) usaban un antenaplato de más de 10 metros de diámetro. Sin embargo, la reducción también llegó a estos dispositivos y actualmente una antena "pequeña" tiene unos 5 metros de diámetro. Pero la reducción no se detuvo en ese punto y hoy existen Microestaciones Terrenas para comunicaciones vía satélite, con una antena de 60 cms. de diámetro y unos 7 Kg. de peso (aprox. 15.4 lbs.), que obviamente abaratan el costo y facilitan su instalación y mantenimiento.

Algunas características de estas microestaciones son:

- Ubicables en la oficina o el hogar.
- Eliminan las cargas de la conexión telefónica.
- Uso de microcomputadoras locales como inteligencia de control.
- Permiten el acceso "local" a archivos centralizados sin demoras producidas por compartir recursos.

Una microestación se compone de tres partes :

- Una estación receptora (una antena y un controlador microprocesador).
- Un segmento en el satélite.
- Una estación emisora.

Algunas de las funciones del controlador son :

- Regular la interconexión con terminales.
- Controlar la recepción con/desde el satélite.
- Administrar los canales de salida (máximo 4 aprox.).
- Codificar los datos (ASCII por ejemplo).
- Controlar la velocidad de la transferencia (de 45 a 9.6 kbps).

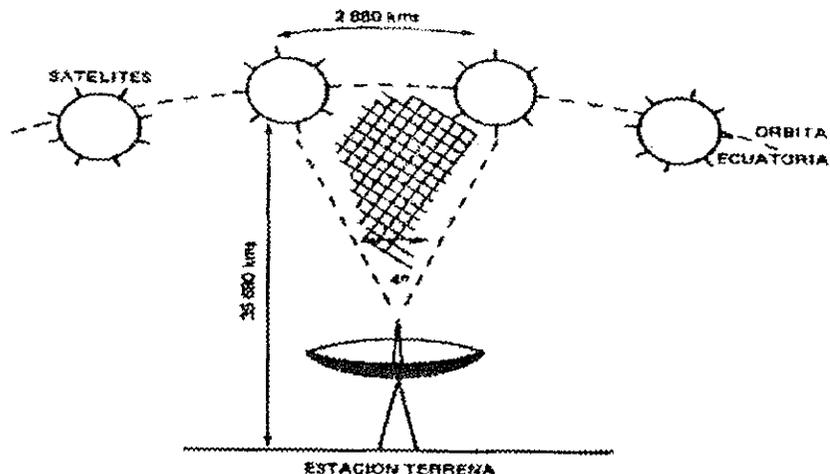


Fig. 4.2. Estación terrena.

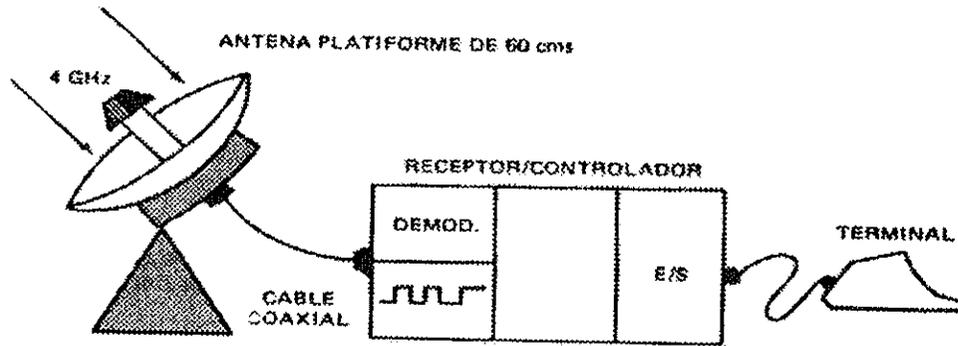


Fig. 4.3. Esquema de una microestación receptora.

4.6. FUNCIONES DE SERVICIO EN EL SATÉLITE.

Subsistema de potencia :

La potencia del satélite es proporcionada por el sol. En la superficie del satélite, se encuentran arreglos de celdas fotovoltaicas que convierten la radiación solar en electricidad, la que luego es convertida a un nivel de voltaje utilizable. La eficiencia de las celdas solares es de 12 a 15%.

Debido a fenómenos astronómicos (equinoccios), el satélite se encuentra algunas veces oculto de los rayos solares, por lo que es necesario proveerlo de energía auxiliar para que no haya ningún corte de las comunicaciones vía satélite. esta fuente de energía la proporcionan las baterías de níquel-cadmio. Cuando la fuente de energía es el sol, una pequeña parte de esta energía se asigna para mantener las baterías recargadas para cuando sea necesario.

Estabilización :

La estabilización del satélite es necesaria para mantener la orientación precisa en el espacio. Las antenas del satélite deben estar dirigidas a áreas específicas de cobertura y las celdas solares siempre deben estar dirigidas hacia el sol. La plataforma es orientada definiendo un eje en el espacio que es establecido por un movimiento rotacional alrededor del eje. Existen dos tipos básicos de satélites : a) satélites estabilizados por Spin y b) satélites estabilizados por tres ejes. El primero es cilíndrico y gira sobre su eje mayor, colocando al satélite de tal forma que el eje de giro se encuentra paralelo al eje polar geográfico de la Tierra. Como el satélite se encuentra girando, surge ahora el problema de mantener las antenas fijas y hacer que éstas apunten a la Tierra. El remedio consiste en eliminar el spin del cuerpo de las antenas del satélite ya sea mecánica o electrónicamente. Para orientar al satélite hacia la Tierra, el satélite compara el calor relativo de ésta contra el frío del espacio circundante con el fin de encontrar la dirección correcta hacia la Tierra.

El segundo tipo de satélites posee tres ejes en reposo con el sistema tridimensional de un observador sobre la superficie de la Tierra, lo que lo estabiliza en su órbita estacionaria. El sistema que detecta la dirección vertical hacia la Tierra es el mismo que el utilizado en la

estabilización del spin. Las celdas solares están montadas en paneles externos del cuerpo de la nave espacial, lo que permite que siempre estén orientados hacia el sol.

Propulsión :

Un satélite contiene un sistema de propulsión con un suministro de combustible para moverle su órbita asignada, para mantenerlo en su posición y para que no varíe la dirección del eje de control de altitud del spin. El sistema de propulsión consiste generalmente de una fuente de gas de hidracina. Un satélite típicamente contendrá entre 200 a 300 libras de combustible a bordo para poder realizar todas sus funciones durante el tiempo de vida útil.

Telemetría, rastreo y comando :

Algunas veces, un cambio de situación requiere que el satélite sea movilizadado de su órbita a otra órbita diferente. Esto se realiza por medio del sistema de telemetría, rastreo y comando que se encuentran en la Tierra y en el satélite. El sistema de telemetría consiste en un grupo de sensores y transductores, el codificador, el transmisor y la antena de telemetría. Este provee datos a la Tierra reportando cada subsistema independiente de cualquier enlace de comunicaciones. El sistema de comando consiste de un grupo de antenas receptoras, el receptor de control y una serie de amplificadores que distribuyen las señales para que puedan ser ejecutadas. Este permite a una determinada estación terrena, asignada previamente, modificar la configuración del satélite.

El rastreo es una señalización que el satélite proporciona, ya sea por el sistema de telemetría o a través del sistema maestro de comunicación (por medio de la inserción de frecuencia piloto o a través de antenas dedicadas al rastreo).

Mejora cualitativa de la transmisión.

Es necesaria la utilización de técnicas de procesamiento de la señal expandiendo el espectro, para permitir la extracción de la señal deseada del ruido de otros satélites y/o interferencias terrestres. Estas técnicas se han utilizado en aplicaciones militares y de astronomía por mucho tiempo, y desde el año 1982 en aplicaciones comerciales.

Se trata de expandir la señal sobre un ancho de banda mayor. Se divide cada bit en piezas llamadas "chips". Cada chip se transmite usando una técnica de modulación convencional, como si fuera un bit. Por ejemplo, cada fase de una señal modulada en BPSK (Binary Phase Shift Keying), representaría un chip.

La obtención de un alto número de chips por bit de información, extiende la señal sobre un ancho de banda mayor. Estos chips de una transmisión en espectro expandido, son ordenados en una secuencia de código única, llamada "secuencia de ruido pseudoaleatorio".

Cada receptor incluye un "filtro de concordancia". El resultado es tal, que aún cuando un gran número de chips son mezclados en la transmisión, el receptor puede aún efectuar el análisis de reconocimiento de patrones, para construir los bits con confiabilidad.

Alternativas al Satélite.

Atendiendo a los altos costos de construcción, lanzamiento y mantenimiento de los satélites de comunicaciones, otras ideas han surgido que tienden a crear alternativas de alta practicidad y menor precio. Una de estas ideas es la llamada SPACE MIRROR y que consiste en una "sombrija" de livianísimas fibras de grafito, de unos 3 mts. de diámetro. Este aparato flotaría sobre la tierra a una altura entre 96 a 160 Kms. Sería una vía alternativa a las comunicaciones vía satélite domésticas.

El dispositivo reflejaría las señales de comunicaciones enviadas desde un emisor a un receptor, ambos en tierra. Se espera que los principales beneficios sean : economía, alcance local, banda ancha e inmunidad a las restricciones de velocidad de los datos.

"Mantenido Arriba" por una señal electromagnética emitida desde una estación terrena, el espejo, a una altura de 140 Kms. podría cubrir un radio de 1300 Kms., casi el 70%, del territorio continental de los EE.UU. Esta es una condición por la cual se dice que no sería un reemplazo total de los satélites dado que éstos pueden cubrir la mitad de la tierra.

En aplicaciones punto a punto, podría manejar acceso a bases de datos, transmisión telefónica sin demoras, lectura remota de mediciones y control de semáforos.

Se ha comentado que el espejo sería de al menos 3 Ghz. También se ha dicho que podría tener circuitos integrados que transforman el reflector pasivo en un dispositivo de transmisión, emitiendo sus propias señales, además de reflejar las transmisiones digitales desde puntos en la Tierra. Quienes tienen a su cargo la investigación de este proyecto en los EE.UU., han manifestado que su lanzamiento sería próximamente y se podría realizar a través de un cañón electromagnético, un globo o quizá un taxi espacial.

4.7. ELEMENTOS DE LA COMUNICACIÓN VÍA SATÉLITE.

Mediante el uso de satélites y enlaces terrestres, con estaciones terrestres, una gran compañía conecta sus puentes de operación en una red privada a gran escala. De esta forma, obtiene una solución integral a su problemática intracorporativa de comunicaciones. Disminuye el número de viajes de sus integrantes; ahorra en servicios que paga a terceros; economiza tiempo, lo que le permite mejorar sus servicios, así como sus controles de producción y operación, etc.

De acuerdo con la definición del CCITT, una ISDN (Integrated Services Digital Network), provee una conexión digital de extremo a extremo para un gran número de servicios, incluyendo servicios de voz y no voz, a los cuales los usuarios tienen acceso, mediante un conjunto limitado de interconexiones estándares de multipropósito, del propio usuario.

En una red distribuida de servicios integrales, distinguimos dos elementos característicos : 1) NAC (Network Access Center), centro de acceso a la red y 2) NCC (Network Control Center), centro de control de la red. Para efectos de lograr la comunicación, se usan como interconexiones físicas puertos analógicos y puertos digitales. En algunas redes, se permite la

problemas de seguridad, ya que cualquier estación puede captar las señales de transmisión de una empresa con sólo sintonizar la frecuencia del satélite. Para evitarlo, muchas compañías de comunicaciones por satélite añaden a sus sistemas medidas adicionales de seguridad, como el cifrado de sus transmisiones.

El costo de una transmisión es independiente de las distancias entre las estaciones terrestres. Da igual que estén separadas diez o varios miles de kilómetros. Si son atendidas por el mismo transpondedor, el costo permanece constante, ya que las señales transmitidas desde éste pueden ser captadas por todas las estaciones, cualquiera que sea la distancia en que se encuentren.

Los satélites de comunicaciones permiten concebir redes conmutadas sin necesidad de conmutadores físicos. En tierra, una empresa que desee establecer centros de conmutación (ECD) tiene que alquilar líneas y unirlos mediante componentes físicos. Por el contrario, cuando dos estaciones terrestres se comunican a través del transpondedor de un satélite, y puesto que ambas emiten y reciben por los mismos canales, cada estación sólo necesita escuchar la frecuencia del canal de bajada para saber si una transmisión va dirigida a ella. Si no es así, simplemente ignorará la señal, mientras que si es ella la destinataria, copiará la señal y se la entregará al usuario final. Esta capacidad de difusión conlleva considerable reducción de costos en comparación con las redes terrestres, que manejan innumerables líneas físicas y equipos de conmutación.

No obstante, los satélites de comunicaciones no carecen de inconvenientes. Como acabamos de indicar, si una señal no está convenientemente codificada o cifrada pueden plantearse problemas de seguridad. Por otro lado, las condiciones climatológicas adversas pueden afectar la señal durante su camino por los canales, de subida y bajada. No es raro que una señal se vea afectada por interferencias provocadas por tormentas eléctricas. Además, como la señal recorre una gran distancia (unos 36,000 kilómetros de ida y otros tantos de vuelta), aparece un retardo considerable entre una estación y otra. En algunos casos, este retardo puede originar problemas significativos debido a los protocolos de línea y al tiempo de respuesta.

Periódicamente, el sol, la estación terrestre y el satélite quedan alineados. En esta situación, los rayos del sol caen directamente sobre la antena terrena, lo cual provoca un transitorio solar, fenómeno que consiste en un nivel de ruido térmico que supera la intensidad de la señal recibida. Y a la inversa, en primavera y en otoño aparece un eclipse solar, durante el cual la Tierra se encuentra entre el Sol y el satélite, lo que hace que las células solares del satélite cesen de producir energía y los circuitos electrónicos del mismo dejen de funcionar. Este fenómeno acontece cada 23 días.

Las señales de un satélite pueden verse interferidas también por otras señales de radio procedentes de sistemas terrestres. Para prevenir estas interferencias es preciso estudiar cuidadosamente la ubicación de la banda del satélite dentro del espectro de frecuencias. Por último, el número de canales en las bandas de 4/6 y 12/14 que utilizan los satélites es limitado, y es también finito el número total de satélites que pueden ponerse en órbita. Aunque en el pasado estas limitaciones de espectro y de posiciones orbitales disponibles no han supuesto un impedimento para la tecnología, actualmente se está convirtiendo en un problema cuya resolución exigirá la colaboración de las numerosas naciones que emplean la tecnología de los satélites.

4.9. SATÉLITES QUE PRESTAN SERVICIO ACTUALMENTE.

SBS.

Existen satélites de servicio privado, que como en el caso concreto de los satélites del SBS (Satellite Business System) operan un ancho de banda total de 0.5 GHz, dividido en 10 "transpondedores". Cada transpondedor tiene una capacidad de transmisión de 48 Mbps. Trabajan en una órbita geosíncrona a 35,680 Kms sobre el ecuador. SBS asigna un canal vocal a cada trama, para adaptarse a la velocidad de 32 Kbps necesaria para la voz digitalizada. Cada ráfaga de tráfico dura 15 milisegundos (0.015 segundos) e incluye 480 bits de datos (1 seg./0.015x480 = 32.000 bits). Si las transmisiones están constituidas exclusivamente por datos con caudal superior, a los 32 Kbps pueden asignarse múltiples canales. El puerto para voz emplea un esquema de modulación delta con compansión a 32 kbps (también conocida como modulación delta con compansión logarítmica [LCDM]). Este esquema presenta una buena tolerancia al ruido y unas prestaciones aceptables para una amplia variedad de señales de entrada. El modo en que maneja la llamada el puerto para voz es muy similar al procedimiento empleado por las compañías telefónicas.

INTELSAT.

En la actualidad, la principal organización de comunicaciones internacionales es el consorcio INTELSAT (International Telecommunication Satellite Organization), que maneja mas del 60% de todo el tráfico transoceánico. INTELSAT proporciona a más de 135 países canales permanentes para diversos servicios de datos, voz y video. En Estados Unidos, COMSAT emplea el sistema INTELSAT, y poseía una participación aproximada para 1,992 del 21.86% en la organización internacional. El porcentaje más bajo permitido es 0.05%, que es el correspondiente a Guatemala (y a todos los países de Centro América). Fue creada en 1,962 con el fin de operar servicios satelitales no-comerciales que impulsaran la "armonía entre las naciones". EEUU creó una corporación llamada COMSAT (Communications Satellite Corporation) que maneja el consorcio en los países interesados en Intelsat y además actúa como representante y signatario por parte de los EEUU.

Si una compañía necesita servicio internacional, lo solicita, por ejemplo a AT&T, que a su vez, compra acceso a Intelsat a través de Comsat. También es posible para el cliente ir directamente a Comsat.

Intelsat opera 18 satélites y provee sobre todos los servicios de telefonía y televisión. El servicio IBS integra voz, datos, telex, fax y videoconferencias.

Ante el uso continuado del INTELSAT, se han producido ciertas controversias. Algunos países, incluso pertenecientes a la propia organización INTELSAT, ofrecen servicios competitivos frente a INTELSAT.

CODEC.

Video Teleconferencia de Movimiento Completo (Full Motion Video Teleconferencing), llamado CODEC Widcom es un servicio que durante algún tiempo estuvo reservado a usuarios afortunados. Recientes avances en las técnicas de compresión han permitido que otros, de medios más modestos, tomen ventaja de este servicio. Una compañía en Silicon-Valley, California, ha construido un dispositivo que discretiza y comprime una señal de video convencional (en total movimiento), la transmite sobre un enlace de 56 kbps y luego la reproduce en algún punto distante, con asombrosa fidelidad. La característica sorprendente de esta forma de transmitir una señal de video digitalizada, consiste en que se utiliza un ancho de banda igual a un décimo del mejor CODEC (Codificador-Decodificador) comercial de video disponible hoy. Sólo utiliza un 0.1% de los 80 o 90 Mbps típicamente requerido para transmitir una señal de video no digitalizada.

El dispositivo de la firma Widcom acepta cualquier señal de video a color y la digitaliza a 88 Mbps "filtrando y promediando espacialmente" la señal discretizada, por lo tanto se reduce el ancho de banda por un factor de cuatro, a 22 Mbps (Reducción a la mitad de las 500 líneas de la imagen de TV). Esta técnica llamada "promedio temporal" reduce la imagen comprimida en un factor de 10, llevándola a 2 0 3 Mbps y actúa a continuación de la anterior. Luego se aplica otro esquema de compresión llamado "conditional replenishment", que vuelve a reducir la imagen por otro factor de 10 llevándola a unos pocos cientos de kbps. (Se aplica un algoritmo con retroalimentación, que analiza si una reducción posterior llevará la señal a un tamaño óptimo o nó; si nó no lo aplica).

El CODEC Widcom divide la figura completa en bloques de 8x8 pixels y compara cada uno con el antecesor en su memoria. Si la cantidad de cambios entre bloques nuevos y viejos, excede un umbral (dinámicamente cambiante), entonces el nuevo bloque es enviado a CODEC receptor. Si no, el bloque es descartado.

Con este método, cuando el movimiento de la imagen es inferior al 10%, la fidelidad es excelente. Si sobrepasa ese valor, la degradación de la imagen es considerable.

TELEPUERTO.

La idea del telepuerto está siendo objeto de una especial atención en la industria. Consiste en compartir uno o varios satélites entre múltiples usuarios. Estos usuarios suelen ser arrendatarios de un complejo de oficinas dentro de una planta industrial. Los usuarios del telepuerto están conectados con el satélite mediante enlaces coaxiales, de microondas o de fibra óptica. Se pretende compartir los canales de alta velocidad del satélite y así reducir el costo total que para cada usuario suponen las comunicaciones. Este sistema puede transportar todo tipo de servicios (voz, datos, facsímil o video) a velocidades muy diversas. Las tasas de transmisión empleadas en comunicaciones digitales van desde 45 kbit/segundo hasta 1.544 Mbits/s. Evidentemente, los usuarios pueden conseguir velocidades inferiores empleando técnicas de multiplexado.

La industria del telepuerto ha sufrido una expansión vertiginosa en los últimos años. En la actualidad, son ya veinte los proyectos en servicio o en preparación en Estados Unidos. Para 1990, se estimaba que esta industria estaba facturando más de 100 millones de dólares.

El principal objetivo del telepuerto es servir de soporte a las comunicaciones comerciales privadas, aunque también está dirigido a otros usuarios. Algunas compañías de telepuerto ofrecen servicios de difusión de televisión por circuito cerrado, orientados a viviendas y complejos residenciales. Otras empresas destinan su oferta a organizaciones hoteleras o educativas. Los usuarios del telepuerto disponen de varias opciones. Los equipos del telepuerto pueden estar ubicados dentro de un complejo industrial o en la misma oficina del usuario, y el usuario puede encontrarse a gran distancia y comunicarse con estos equipos mediante enlaces de microondas, coaxiales, fibras ópticas o canales telefónicos. De este modo, la comunicación vía satélite queda al alcance de usuarios esparcidos en todo un país.

Western Union lleva mucho tiempo ofreciendo canales de satélite a los usuarios norteamericanos y de todo el mundo. Su principal servicio incluye un canal de 4 KHz para la transmisión de voz o voz y datos de forma alternada. Las velocidades binarias disponibles llegan hasta los 9.6 kbps. También puede contratarse este servicio en forma mensual o en plazos prefijados. Western Union ofrece este servicio en la mayoría de las ciudades importantes de los E.E.U.U.

GTE también ofrece canales vía satélite. Las ofertas SPRINT proporcionan canales privados en las principales ciudades de los Estados Unidos. La tarificación de SPRINT incluye un cargo por la distancia y otro por la terminación. La tarifa según la distancia queda determinada por la propia ciudad; GTE divide sus ciudades en parejas, y facturas según ese criterio.

American Satellite Company ofrece diversas opciones de canales vía satélite. El cliente recibe canales vocales de alquiler para voz o para la transmisión alternada de voz y datos. Existen canales tanto para conexión duplex como semiduplex, dentro del ancho de banda de los 3 KHz. Al igual que en otras ofertas, existen canales entre pares establecidos de ciudades. American Satellite proporciona unidades de acondicionamiento del canal, módems y unidades de compensación del retardo. También ofrece otra alternativa para alta velocidad llamada SVX (Intercambiador Local Vía Satélite); este servicio puede contratarse en duplex, a tiempo completo, durante períodos de al menos un año.

RCA American Communications ofrece servicios similares a los que acabamos de mencionar. Su oferta incluye un servicio de líneas alquiladas entre determinados pares de hilos dentro de los Estados Unidos. La facturación se basa en cotas fijas de alquiler mensual o en cantidades correspondientes a tres períodos fijos de alquiler, las cuales han de incluir un servicio mínimo de un año.

Con el lanzamiento del Telecom I, Europa ha entrado con fuerza en el mercado de las comunicaciones por satélite. Incluye los servicios similares a los mencionados anteriormente. Entre las principales compañías, está el organismo de telecomunicaciones alemán Deutsche

Bundespost, Mercury Communications para el Reino Unido por medio de la British Communications.

El Canadá ha entrado a esta industria a través de la empresa Bell Canadá y de otras 16 compañías importantes y otro buen grupo de empresas menores. También existe la TELECOM Canadá, la DATAROUTE, la DATALINK y la DATAPAC; todas con servicios similares a los mencionados. Otra empresa importante es CNCP Telecommunications (Canadian National/Canadian Pacific Telecommunications), especializada en ofrecer servicios en todo el territorio canadiense, similar a la Western Union estadounidense; tiene sus servicios completamente digitales llamado INFODAT, una red nacional llamada INFOSWITCH, INFOEXCHANGE e INFOCALL (INFOGRAM).

TELEGLOBE Canadá también es otra compañía que ofrece comunicación vocal y de datos a nivel internacional. TELESAT Canadá que controla el gobierno, suministra servicios domésticos basados en canales vía satélite y orientado a las compañías telefónicas.

PANAMSAT

La Pan American Satellite Corporation es una compañía privada que recibió permiso para proveer servicios satelitales que compiten con Intelsat; ha sido organizada para proporcionar y vender capacidad de satélite con base en condominio, para servicio nacional y regional en los países de América Latina, los Estados Unidos y Europa. En 1988, es lanzado el PAS-I, lo que marca la entrada de Alpha Lyracom como la primera empresa privada en poseer y operar un satélite de comunicaciones internacionales para América Latina fuera del consorcio INTELSAT. Con PAS-I, el usuario puede diseñar de acuerdo a sus necesidades sus propias redes de comunicación internacional o pedir la asistencia de Alpha Lyracom para este fin. Los beneficios son acceso directo, estaciones terrenas económicas y flexibilidad de diseño. El satélite PAS-I es de la serie 3000 de RCA Astro, con 24 transpondedores que operan en las bandas de frecuencia C y Ku, puede prestar múltiples servicios en las comunicaciones internacionales, regionales y nacionales.

Para hacer el sistema más accesible y reducir sustancialmente los costos al usuario, los transpondedores del PAS-I se han diseñado específicamente para su utilización a través de antenas pequeñas y económicas. El acceso al satélite PAS-I se hace a través de la Estación Central Internacional de Miami de Alpha Lyracom; entre otros servicios, esta central proporciona el "doble salto" necesario para aquellos usuarios cuyas necesidades de comunicaciones internacionales combinan la cobertura europea y la latinoamericana. PAS-I mantendrá una posición geoestacionaria de 45° longitud oeste. Los transpondedores internacionales y nacionales del PAS-I están disponibles para venta o alquiler a largo plazo sobre una base de condominio y pueden ser adquiridos por redes de televisión, gobiernos, etc. Panamsat no vende transpondedores fraccionados, pero los usuarios están en libertad de alquilarlos o revenderlos sujetándose únicamente a los reglamentos de la empresa de telecomunicaciones de cada país y a la limitación impuesta por la FCC, en el sentido de que el tráfico que se origina o termina en los Estados Unidos no sea conectado con la red pública de teléfonos o télex.

INMARSAT.

Es la contraparte marítima de Intelsat. Fue establecida en 1,979 y provee comunicaciones para barcos y otras empresas marítimas. Inmarsat alquila servicios de otros sistemas satelitales, incluyendo Intelsat.

MORELOS.

Una huella de satélite que pareciera que podríamos utilizar es la del satélite MORELOS de México. Sin embargo, todos los países que son miembros de INTELSAT respetan los servicios que está prestando esta entidad internacional, por lo que no está permitido que subarrenden capacidad satelital.

SOLIDARIDAD-2.

El satélite Solidaridad-2 de México fue puesto en órbita a finales de Octubre de 1,994 y será utilizado para prestar servicios telefónicos, de televisión , datos y de comunicaciones móviles en todo el territorio nacional mexicano.

OTROS SERVICIOS.

Otros satélites regionales existen también alrededor del mundo, entre ellos **Palapa** que es un sistema de Indonesia, que provee servicios a Indonesia, Malasia, Singapur, Tailandia y las Filipinas. **Arabsat** es un consorcio de las naciones árabes. **Intersputnik** sirve a Europa del este y la antigua Unión Soviética. **Eutelsat** sirve a Europa occidental.

CAPÍTULO V. FIBRA ÓPTICA.

5.1 DEFINICIÓN.

Existe un límite para la capacidad, para el "ancho de banda" de un cable de cobre. Pero la capacidad de la fibra óptica parece ser ilimitada (en comparación, aunque es finita por algunas limitaciones como la dispersión cromática, la dispersión modal, etc.). Y a través de estas fibras, las señales digitales pueden ser impulsadas por láser a través de haces de luz.

A medida que la digitalización ha conquistado las redes públicas privadas, la fibra óptica le ha seguido de cerca. La transmisión vía satélite y los enlaces de radio han ayudado a transportar un tráfico en continuo crecimiento, disparado por la explosión del fax, la transmisión de datos y la telefonía móvil.

La fibra óptica consiste en un núcleo central, muy fino, de vidrio o plástico, que tiene un alto índice de refracción. Este núcleo es rodeado por otro medio que tiene un índice un poco más bajo que lo aísla del ambiente. Cada fibra provee un camino de transmisión único de extremo a extremo, unidireccional. Pulsos de luz se introducen en un extremo, usando un láser o LED (Light Emissor Diode). La reflexión de los pulsos es la forma de transmisión de los datos. La transmisión es, generalmente, punto a punto, sin modulación (ó modulación digital discreta).

La fibra óptica no es afectada por interferencia eléctrica, ruidos, problemas energéticos, temperatura, radiación o agentes químicos. El ancho de banda es mucho más alto que con cualquier otro medio. Actualmente 50 Mbps a 10 Kms. Experimentalmente se ha llegado a alcanzar 1 Gbps.

Se pueden transmitir datos, voz y video. El cable es altamente confiable. Es muy difícil de bifurcar. Muy poca pérdida de señal. Físicamente, la fibra es muy fina, liviana, durable y por lo tanto instalable en muy poco espacio. Sin embargo, todavía es muy cara. Su capacidad multipunto es muy baja. Se puede conectar en topologías de anillo y estrella. La cantidad máxima de nodos por enlace es de 2 nodos, (experimentalmente se han conectado hasta 8). El alcance es de 10 Kms. y requiere un mantenimiento realizable sólo por personal entrenado.

5.2. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.

Así como existen ciertas características básicas para los cables, como medios de transmisión, en el caso de las fibras ópticas, existen algunos parámetros que determinan las propiedades de las mismas. Estos parámetros son:

- Atenuación.
- Ancho de banda.
- Apertura numérica.
- Perfil del índice de refracción.
- Dimensiones geométricas.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

ATENUACIÓN :

Podemos pensar en la atenuación como en una "fuerza" que se opone al desplazamiento de una onda, haciéndole perder energía. Los factores que producen atenuación en la fibra óptica se dividen en intrínsecos y extrínsecos. Los intrínsecos serían :

- * Absorción del material. (Banda del infrarrojo y ultravioleta, del radical OH; defectos).
- * Esparcimiento del material. (Dispersiones de Rayleigh y Mie).
- * Flujo evanescente o/modos fugados.
- * Esparcimiento de la guía de ondas (Defectos geométricos y de perfil de índice de refracción).

Los extrínsecos serían :

- * Deformación mecánica (curvaturas y microcurvaturas).
- * Radiación nuclear.

Se ha avanzado mucho en la eliminación de impurezas para reducir la absorción de potencia. (Disminución de atenuación de 20 dB en 1970 a menos de 0.16 dB/Km en 1983). Actualmente se ha llegado a medir hasta una atenuación de 0.01 dB/Km (Finales de 1992), usando cables largos de fibra de hasta 2 Km.

Las microcurvaturas ocurren cuando la fibra es presionada contra una superficie no lisa o deformada por alguna tensión interna mecánica o por cubiertas no lisas. Típicamente las microcurvaturas tienen una amplitud random pequeña (solamente de unos nanómetros a unos micrómetros) y una periodicidad media de 10-500 micrómetros.

ANCHO DE BANDA :

Hemos mencionado que las fibras transmiten información de tipo digital. Cuando un pulso de luz viaja por la fibra, se ensancha por factores propios de la transmisión. La figura 5.1 ilustra lo expuesto.

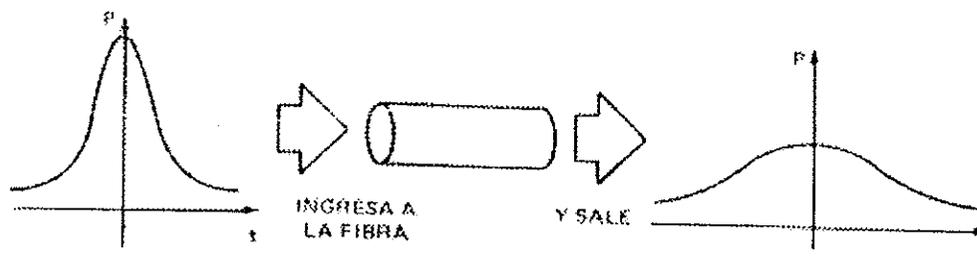


Figura 5.1 Ensanchamiento del pulso.

La velocidad de los bits a la entrada de la fibra depende de la dispersión modal. Este ensanchamiento es el que limita la velocidad de transmisión, dado que es necesario separar más los pulsos para poder distinguirlos. Una simple ecuación relaciona el ancho de banda (AB) con el ensanchamiento del pulso (Δt), medido a mitad de altura.

$$AB = \frac{0.44}{\Delta t}$$

APERTURA NUMÉRICA :

La apertura numérica se define como la mitad del ángulo sólido dentro del cual un haz de luz incidente en la fibra logra la condición de reflexión total interna (RTI).

Un rayo de luz que viaja por un medio con un índice de refracción n_1 (núcleo) mayor que n_2 (índice de recubrimiento), al llegar a la frontera de los medios, se refracta de manera que cumple la ley de Snell :

$$n_1 * \text{Sen}(\theta_1) = n_2 * \text{Sen}(\theta_2)$$

θ_c es el ángulo crítico.

$$\text{Sen } \theta_c = n_2 / n_1, \quad \theta_2 = 90^\circ, \quad \theta_1 = 1.$$

Para un ángulo de incidencia $\theta > \theta_c$, tendremos la reflexión total interna (RTI), del haz transmitido.

Para el caso de una fibra óptica, con índices de refracción de tipo de escalón, la apertura numérica (AN) puede expresarse como :

$$AN = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}, \quad n_1 > n_2$$

Desde el punto de vista conceptual, lo que nos interesa es lograr que los haces cumplan siempre con la condición de RTI, para minimizar las pérdidas.

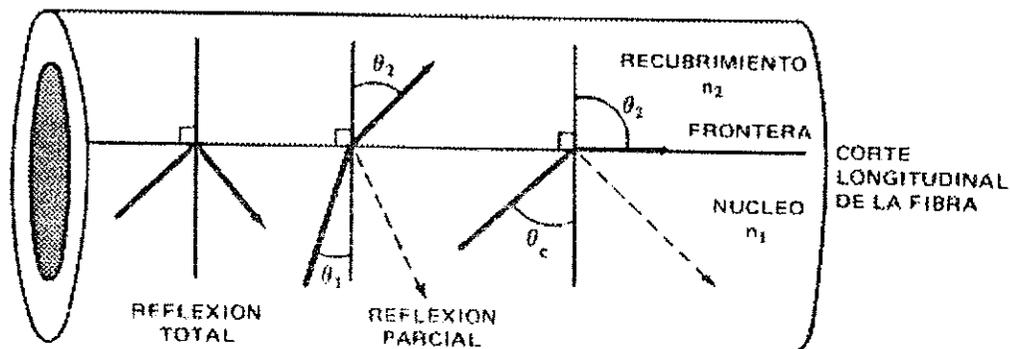


Figura 5.2 Fenómeno de reflexión.

PERFIL DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN :

En general, las fibras ópticas se construyen usando dos cilindros coaxiales de sílice, donde el del centro tiene una pureza muy elevada. Para que la luz se propague por este medio, debe darse que el núcleo tenga un índice de refracción $n_1 > n_2$, siendo n_2 el del cilindro exterior.

La figura ilustra algunos perfiles de índice de refracción :

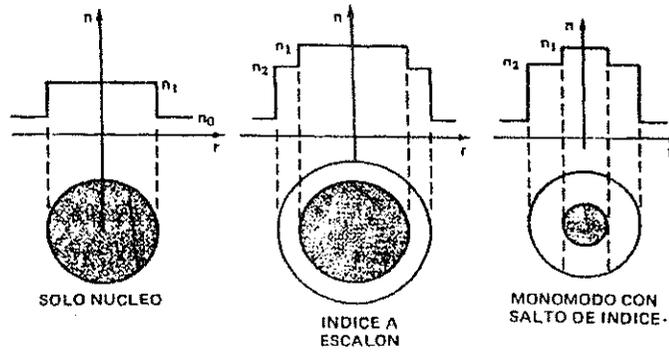


Figura 5.3. Perfil de índice de refracción.

5.3. FABRICACIÓN DE FIBRAS ÓPTICAS.

Método OVDP (Outside Vapor Deposition Process) : El proceso se divide en dos partes, a) creación de una preforma (cilindro hueco de sílice) y b) estirado de la preforma (formación de la fibra).

Se parte de un sustrato (tubo de sílice) sobre el que se hace crecer la fibra mediante la deposición externa de vapores. Esto se logra con un quemador transversal cuya llama suele ser de oxígeno-hidrógeno a una temperatura de 1500° a 1800° K. Debido a la composición química de las sustancias que intervienen en el proceso, existe una compleja reacción que debe ser cuidadosamente controlada.

Una de las formas de fabricación es a través del uso de dos crisoles concéntricos con lo cual es posible fundir simultáneamente dos tipos de vidrio, de manera que el vidrio del recubrimiento salga alrededor del vidrio del núcleo.

Existen otros métodos de deposición interna, como el MCVD (Modified Chemical Vapor Deposition) y el IVPO (Inside Vapor Phase Oxidation), donde se parte de un tubo de cuarzo hueco en cuyo interior nace la fibra mediante el calentamiento de gases. Luego se colapsa y se estira, como en el OVDP.

Otras técnicas de fabricación se utilizan en diversas industrias, como por ejemplo los métodos PCVD (Plasma Activated Vapor Deposition), VAD (Vapor Phase Axial Deposition) y SOL-GEL.

El desarrollo del cable de fibra óptica está ahora en progreso en la ITT Electro-Optical Products Division, ITT Standard Telecommunications Laboratories, Corning Glass Works, Bell Telephone Laboratories y en muchos laboratorios en Japón, además de muchas otras organizaciones. Mucho del trabajo es propietario y no está generalmente accesible. El principal trabajo en cables de baja pérdida para los cuales hay información disponible fue hecho en la ITT y en la Corning bajo contratos con la Naval Electronics Laboratory Center y la Army Electronics Command respectivamente; y muchos de estos esfuerzos son los que se han tomado. Se espera que el performance de los cables ópticos se mejore rápidamente debido a los estudios y análisis en

progreso, por lo que los datos presentados en esta tesis deben tomarse como un preliminar de la fibra óptica.

CONSIDERACIONES MECÁNICAS.

Las consideraciones claves que se deben tomar en cuenta en el desarrollo de cables de fibra óptica son la fuerza de la fibra, la tensión inducida del cable y la utilización de la carga al llevar los miembros.

Fuerza de la fibra .

La fuerza tensil de la fibra es comparable a la de cualquier material que incluya acero. De todas formas, el daño mecánico al dibujar el equipo, la exposición a la atmósfera y el mal manejo pueden dañar severamente la fuerza de la fibra. En particular, la formación de "microcracks" (micro-hendeduras) resulta en una reducción sustancial de la fuerza tensil de la fibra. Las propiedades ópticas también pueden verse afectadas. En orden de producir una fibra fuerte para cableado, la fibra debe ser revestida para protegerla después de reforzarla. El revestimiento también sirve para inhibir el incremento de atenuación óptica (exceso de pérdida) introducido en el proceso del cable.

Una gran variedad de materiales plásticos y técnicas de revestimiento deben ser aplicadas para la protección de cables óptico, entre ellos :

- Protección contra daño mecánico
- Protección contra humedad
- Procesabilidad y compatibilidad con fibra manufacturada
- Compatibilidad con el proceso de levantado (jacketing)

Tensión inducida del cable .

Conductores son a menudo incorporados dentro del cable por medio de enrollarlos alrededor de un miembro fuerte central, o unos alrededor de otros, lo cual introduce tensiones. Tres tensiones -Tensión, Torsión y Flexibilidad- deben ser considerados cuando se diseña el cable óptico. Si las fibras están fuertemente amarradas alrededor de un centro de miembros fuertes o de otras fibras, las fibras estarán en tensión. Tal tensión debe ser mantenida a un nivel seguro. El último nivel permitido todavía ha de ser determinado y depende del progreso en producir fibra fuerte, producción permitida y diseño de vida útil.

DISEÑO DEL CABLE.

El diseño del cable debe ser escogido tomando total consideración de su utilización final. Por ejemplo, las condiciones de operación para cables de remolque no son los mismos que para un cable montado sobre polos. Para un cable dentro de un ducto, las condiciones son generalmente moderadas, pero las condiciones de instalación pueden ser severas. Por ejemplo, para interconectar computadoras el problema principal podría ser únicamente el cuidado de la

instalación, mientras que para los aviones la tensión mecánica debe ser pequeña, pero los requerimientos de temperatura muy severos.

Una gran variedad de diseños de cable han sido propuestos y otros todavía emergerán con el tiempo. Actualmente, los de más interés incluyen agrupaciones simples de cables de alta pérdida y de gran apertura, agrupaciones pequeñas de cables de baja pérdida y de alta fuerza, cables de cinta y cables reforzados.

Dependiendo de su utilización final, debe escogerse el diseño adecuado, lo que implicará consideraciones de nomenclatura y de costo.

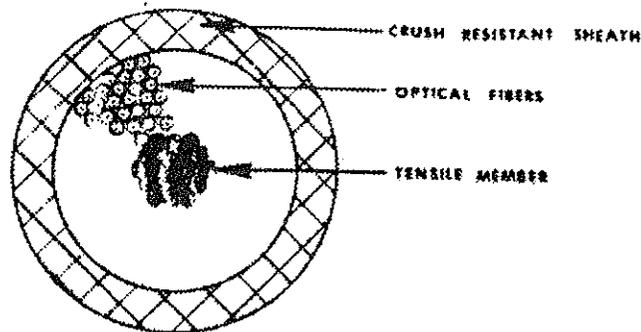


Fig. 5.4 Configuración de miembro central fuerte.

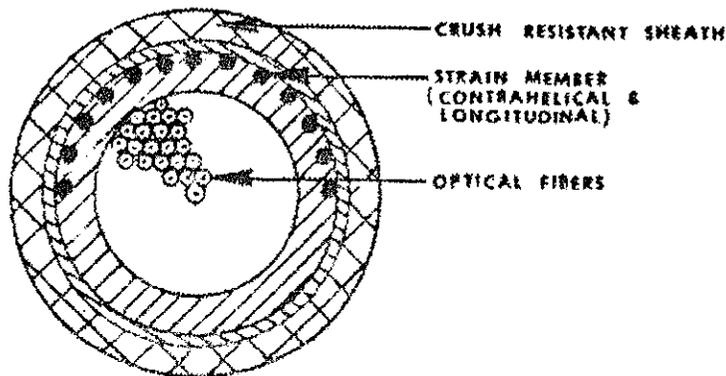


Fig. 5.5 Configuración de miembro periférico fuerte.



Fig. 5.6 Cable de cinta. (Ribbon)

Las configuraciones cilíndricas más comunes son la de Miembro Central Fuerte y la de Miembro Periférico Fuerte mostradas arriba. Además, se utiliza el cable de cinta, también llamado "flat cable" que es también de interés. Tales cables tienden a ser fuertes, de gran flexibilidad y resistencia en un plano.

La armada y la naviera (Army & Navy) han producido cables para sus experimentos, de los cuales los resultados no están disponibles. El programa Army-Corning dio como resultado un diseño de cable externo de miembro fuerte mostrado en la figura 5.7 y el Navy Program dio como resultado un diseño de cable de miembro fuerte que se muestra en la figura 5.8. Ambos cables fueron probados y los resultados de atenuación fueron satisfactorios, aunque bastante diferentes debido a las especificaciones para las cuales cada diseño fue hecho.

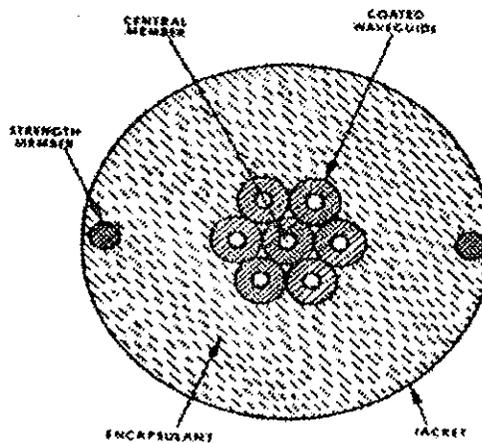


Fig. 5.7 Diseño del cable Corning.

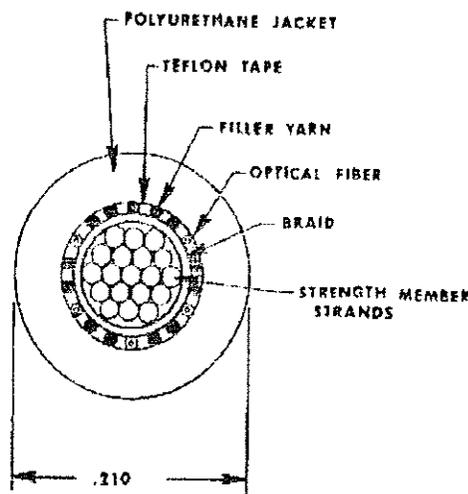


Fig. 5.8 Diseño del cable de la Navy. (ITT).

5.4. LED's.

El Diodo Emisor de Luz (Laser Emissor Diode LED) tiene un ancho de banda de 1-2 kT (300-400 A) a temperatura ambiente, más o menos un orden de la magnitud del ancho de banda del diodo láser. Debido a este incremento de la dispersión del ancho de onda, esto limita el ancho de banda para comunicaciones con fibra de larga distancia. Además, la eficiencia dentro de la baja apertura numérica de las fibras es mucho menor que la del diodo láser. De todas formas, el LED tiene la ventaja de que es de simple construcción y de baja temperatura dependiente del poder emitido.

La topología del LED es designada para minimizar la reabsorción interna de la radiación, que permite alta densidad en operación (mayor que 1000 A/cm²) y maximiza la eficiencia de las fibras. Mientras que las estructuras son aplicables a todos los materiales, la mayoría de los reportes se basan en trabajos sobre dispositivos de GaAs y AlGaAs.

5.5. REPETIDORES ÓPTICOS.

Un repetidor óptico consiste de un detector, un amplificador, un ecualizador y un regenerador de señal, seguido por un manejador de poder óptico, el cual se muestra en la figura 5.8.

Una vez que la señal ha sido amplificada, el resto del procesamiento a partir del manejador es regularmente convencional - de tal forma que es idéntico al procesamiento hecho en un sistema convencional de cable con repetidores. Aunque todo el repetidor es importante, conviene señalar que al amplificador de bajo ruido que sigue al fotodetector es tal vez de lo más importante que habría que analizar de un repetidor óptico.

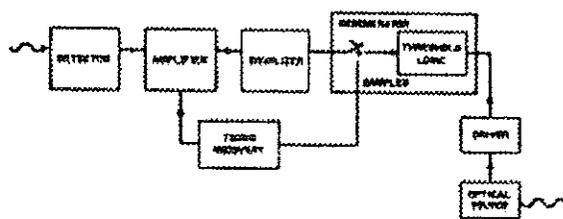


Fig. 5.9 Repetidor óptico.

5.6. VENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA.

Talvez una de las ventajas más importantes es que en las líneas de cobre de la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) de "banda ancha" no es posible transmitir a razones arriba de los

2 Mbit/s en los medios de cobre existentes en las líneas de red; para ello es necesario mejorar el medio de transmisión y hacer uso de fibras ópticas.

También las fibras ópticas ofrecen muchas ventajas como tamaño pequeño, ancho de banda amplio, baja atenuación a las comunicaciones del futuro, etc; de todas formas, deben encontrarse los medios para ponerlos en práctica. La fibra óptica es extremadamente fuerte, pero la abrasión y el ataque químico pueden dañar seriamente su fuerza. Además de ello, en el proceso de fabricación pueden introducirse dobleces o curvas no deseadas que pueden causar radiación óptica con lo que aumenta la atenuación. Técnicas de cubiertas plásticas se han introducido para preservar la fuerza de la fibra y para evitar el exceso de pérdida de cable; por medio de estas técnicas, se han fabricado cables de fibra especiales que han mostrado ser fuertes, de peso liviano, de poco tamaño, manejables y de baja atenuación.

5.7. FDDI (Fiber Distributed Data Interface) ANSI.

El Instituto Americano de Normalización (ANSI) ha desarrollado una especificación para redes locales con fibra óptica. El empleo de fibras ópticas en redes locales presenta una serie de ventajas, y existen bastantes razones que aconsejan la instalación de ETD sobre fibra óptica.

En primer lugar, las computadoras trabajan a velocidades muy elevadas. Cuando las computadoras se interconectan, la lentitud del enlace puede constituir un grave cuello de botella.

La fibra óptica de alta velocidad es el complemento ideal para las veloces computadoras modernas. Por otra parte, los avances en la tecnología de los discos están permitiendo unas velocidades de lectura/escritura de mas de 50 Mbits por segundo. Esta extraordinaria capacidad puede verse obstaculizada por la lentitud del enlace que une el disco con la computadora. Las fibras ópticas pueden resolver este problema. Además, las conversaciones con voz digitalizada exigen un ancho de banda mayor que el que ofrecen los canales telefónicos habituales, sobre todo si se trata de diálogos interactivos en tiempo real. Las fibras ópticas pueden hacer frente a esta necesidad.

Especificaciones :

El canal de fibra óptica trabaja a 100 Mbps. Un anillo de fibra óptica puede incluir hasta 1000 nodos. Los nodos pueden estar separados hasta 2 Km. Estos límites son decisivos para reducir al mínimo el tiempo de latencia, es decir, el intervalo durante el cual los datos se encuentran viajando por la red.

FDDI especifica una topología en la que existen dos anillos de fibra óptica independientes y de rotación inversa, que proporcionan una velocidad global de 200 Mbps, 100 Mbps por cada uno de los canales. Los componentes (Equipos Terminales de Datos, terminales, computadoras, estaciones de trabajo o estaciones gráficas) están interconectados a través de un concentrador, que sirve de punto de encuentro y reconfiguración para todas las líneas de fibra óptica y para todo el flujo de datos. El canal interno enlaza sólo determinados dispositivos. Estos dispositivos, que tienen conectados los anillos interno y externo, tienen la clasificación A. Los dispositivos tipo B solo están unidos a un anillo. Lo interesante de esta especificación es que permite designar con la

clasificación A a las estaciones críticas que necesiten apoyo adicional y canales de mayor velocidad. Las otras estaciones, de menor importancia (por ejemplo estaciones de trabajo aisladas o terminales con baja prioridad), pueden dejarse como estaciones de clase B con un costo inferior.

El concentrador permite conectar estaciones y reconfigurar el sistema. También se encarga de aislar los nodos problemáticos mediante el punto de concentración, que era uno de los aspectos del Token Ring de IBM y de su sistema de cableado. FDDI no exige necesariamente que todos los canales sena de fibra óptica. El concentrador puede incluir un interface en el que el usuario instalará fibra óptica para una parte de la red, y coaxial o par trenzado para otra región de la misma.

Los conectores de las terminales y del concentrador son diodos láser, que hacen funcionar a la red a una velocidad de 100 MHz. Hace algunos años, estos dispositivos costaban varias decenas de miles de dólares. Los diodos LED actuales pueden desempeñar la misma tarea por mucho menos. FDDI estipula como estándar una longitud de onda de 850 nanómetros.

No es raro que en un edificio (por ejemplo) o en una planta un canal quede fuera de servicio. En estos casos de pérdida de uno o mas canales, FDDI permite redistribuir la red manipulando los bucles que atraviesan los dispositivos y la red permanece intacta.

Si una estación se avería o deja de funcionar, FDDI establece también que ese nodo será puenteado. En esencia, lo que sucede es que un espejo refleja los rayos de luz hacia un camino alternativo, aprovechando los mismos canales.

FDDI establece un esquema de sincronización de la red muy particular. El mejor código que puede emplearse en una red es aquel que proporciona cambios de señal frecuentes. Estas variaciones permiten ajustar constantemente el receptor con los datos recibidos, garantizando una perfecta sincronización entre el nodo emisor y el receptor. El código Manchester solamente tiene una eficacia del 50%; si se utilizara este código, se necesitaría una red de 200 MHz para tener una transferencia de 100 Mhz.

ANSI, considerando que una velocidad de 200 MHz encarecería las interfaces y los dispositivos de temporización, ideó el código llamado 5B/6B, en el que se usa un código de cuatro bits para crear otro de cinco bits. Por cada cuatro bits que envía el ETD, FDDI crea cinco. Estos cinco bits proporcionan el autosincronismo buscado. De este modo, en FDDI una velocidad de 100 MHz solo exige un ancho de banda de 125 Mhz.

FDDI utiliza un protocolo de entrega de testigos múltiples. El testigo circula por el anillo detrás del último paquete transmitido desde un dispositivo. Si una estación desea enviar datos capturará el testigo, lo extraerá, colocará su paquete o paquetes en el anillo y volverá a depositar el testigo justo a continuación de la corriente de datos. Este mecanismo contrasta con el IEEE 802.5, en el que sólo puede usar el testigo una estación cada vez.

El esquema de entrega de testigo está basado en la necesidad de ejecutar sobre la red aplicaciones de tiempo real, por lo que la temporización está estructurada de modo que un nodo

puede tener la certeza de capturar el testigo en el momento que lo desee. A medida que el paquete va atravesando el anillo con el testigo a su espalda; cada estación restablece el sincronismo y regenera los paquetes.

Al igual que en muchas otras redes locales, esta red emplea un método de temporización del testigo. Cada nodo mide el tiempo que tarda el testigo en regresar a ella (llamada "tiempo de rotación del testigo", TRT), y lo compara con el tiempo previsto de llegada (PTT). Si el testigo regresa antes de lo estimado según el PTT, ello indica, casi con seguridad, que la red está poco cargada. El nodo queda autorizado para enviar todo el flujo de datos que necesite, siempre y cuando no supere el tiempo marcado por PTT. Si por el contrario, el testigo llega después del plazo PTT, lo más probable es que la red esté bastante cargada, por lo que el nodo solo deberá transmitir el tráfico de alta prioridad, dejando el de baja prioridad para otro momento en que la red esté menos congestionada.

Conviene destacar dos aspectos de este protocolo. En primer lugar, una vez capturado el anillo, se extrae del mismo el testigo, se colocan los datos en el anillo y se vuelve a insertar el testigo detrás. Sin embargo, cuando una estación captura el testigo, el anillo permanece inactivo durante un breve período de tiempo, mientras se prepara el paquete. Esto proporciona al ETD y a la unidad de interface con el anillo algo más de tiempo para estructurar el paquete y hacerlo pasar por el interface. Esta relativa sencillez abarata el interface. En segundo lugar, como el testigo e envía inmediatamente después del paquete, cualquier otra estación que se encuentre después en la línea podrá adquirir también el testigo, si el tiempo de rotación del testigo y su tiempo previsto de llegada entran dentro de los límites especificados por los parámetros. Este esquema permite aprovechar mucho mejor las redes grandes, en las que el intervalo de latencia necesario para recorrer todo el anillo sea muy largo. En tercer lugar, el anillo FDDI permite establecer prioridades, jugando con los parámetros TRT y PTT.

CAPÍTULO VI TELEFONÍA CELULAR Y RADIOCOMUNICACIÓN .

6.1. RADIOCOMUNICACIÓN.

Una línea de transmisión, por ejemplo un par de hilos, puede configurarse como un circuito abierto. Así ocurre, por ejemplo, cuando dos hilos no se juntan, o cuando la terminación del circuito es tal que no absorbe toda la potencia, y la potencia restante se **refleja** y regresa al generador.

Sin embargo, también es posible diseñar el circuito de modo que no se produzca reflexión de la energía y que toda ella "escape" del sistema y radie al espacio. Si los hilos se extienden, aumentará el nivel de radiación, ya que las señales tendrán menos oportunidades de cancelarse entre sí.

En esencia, lo que hace una antena es convertir la corriente de alta frecuencia en ondas que se propagan a través del espacio. Una antena suele ser una agrupación de hilos diseñada para permitir la máxima emisión de energía al espacio, y reduce al mínimo la energía que se refleja en la línea de transmisión abierta.

La corriente, al circular por un hilo, genera un campo magnético a su alrededor, por lo que la antena radia campos eléctricos y campos magnéticos, en forma de ondas electro-magnéticas. Las ondas salen de la antena, según distintas configuraciones de radiación, y llegan a la antena receptora.

Muchos sistemas de comunicación actuales utilizan la propagación electro-magnética. Todos los sistemas de radio, televisión y satélite están diseñados según los principios de las antenas. Un sistema de telefonía celular utiliza ondas de radio para intercomunicarse.

La radiocomunicación terrestre es la más antigua de las tecnologías de comunicaciones móviles. La radiocomunicación fue desarrollada inicialmente para satisfacer las demandas sobre un servicio móvil dedicado para la policía y otras organizaciones de seguridad (bomberos, ambulancias, etc.). Se agregaron entonces otros grupos de usuarios para explotar la movilidad de los sistemas de radiocomunicación.

6.2. TELEFONÍA CELULAR.

6.2.1. DEFINICIÓN.

El teléfono puede hacer cosas fantásticas que antes ni siquiera imaginábamos, pero hay algo que no puede hacer : asegurar que la persona con la que se desea hablar esté disponible para atender su llamada. Si se trata de una llamada privada, en nueve de cada diez casos esta situación casi nunca será un problema. Después de todo, siempre se puede volver a llamar más tarde, o dejar un mensaje en el contestador. En el mundo de los negocios, las consecuencia de no poder

contactar pueden ser de más trascendencia. Puede perderse pedidos y retrasarse fechas de entrega, la reputación comercial puede quedar por los suelos.

En otras palabras, la disponibilidad instantánea puede ser un factor crítico en el entorno empresarial, por lo que resulta difícil de creer que aún así, el 70% de las llamadas no contactan en el primer intento. ¿Cuál es la solución?, no se puede encadenar a la gente a sus despachos. No, pero se les puede encadenar a sus teléfonos, siempre y cuando éstos sean tan móviles como sus usuarios. Y aquí entra en juego la telefonía sin hilos.

¿Celular o sin hilos? Pero, ¿qué es exactamente un "teléfono sin hilos"?, ¿Acaso los teléfonos celulares no son también "sin hilos"? Y, por cierto, ¿no son "celulares" los teléfonos sin hilos? La respuesta a estas preguntas es afirmativa, sin embargo en la jerga de la telefonía, los términos "celular" y "sin hilos" han adquirido significados bastante diferenciados, basados en su utilización y en sus diferentes tecnologías.

Los teléfonos celulares han sido diseñados para el denominado uso "exterior" en carros, por ejemplo. La tecnología microcelular ofrece una amplia cobertura geográfica pero permite una densidad de usuarios relativamente baja. Dado el tamaño de las células, es posible mantener conversaciones mientras se viaja a altas velocidades, por lo que a este sistema también se le denomina "comunicaciones móviles".

Por otro lado, los teléfonos sin hilos han sido diseñados para usuarios que se mueven dentro de un área más pequeña y bien definida. El usuario de un teléfono sin hilos realiza sus llamadas desde un portátil conectado a una estación base mediante señales de radio. La estación base está conectada directa o indirectamente a la red pública. El área "interna" cubierta por un sistema sin hilos puede ser una residencia privada, el distrito céntrico de una ciudad o una empresa. Se componen de una estación base, cargador y microteléfono portátil y se destinaron principalmente al hogar. Su cobertura es de unos 100-200 metros, utilizan transmisión analógica vía radio y dos canales separados, uno para transmitir y otro para recibir voz. La desventaja es que el limitado número de frecuencias puede ocasionar interferencias entre portátiles, aun con relativamente baja densidad de usuarios.

Por teléfono personal se entiende un aparato telefónico que puede sustituir los aparatos corrientes conectados por hilos. Para que el teléfono personal pueda llegar a ser una realidad es necesario que se cumplan tres condiciones básicas:

- a).- el teléfono debe ser tan pequeño y tan ligero que pueda llevarse cómodamente en un bolsillo;
- b).- debe poseer un cubrimiento y calidad tales que no sea necesario ningún otro teléfono;
- c).- debe ser barato en adquisición y uso.

6.3. PRINCIPIOS DE LAS REDES CELULARES.

Un **Sistema Celular** Básico comprende un número variable de emplazamientos de estaciones base de radio, RBS, diseñados con un cierto solape entre ellos y con cada estación enlazada a una central de conmutación de servicios móviles MSC. Cada MSC tiene enlaces hacia y desde la red telefónica pública conmutada, PSTN, así como a enlaces a centrales MSC que sirven a otras regiones dentro de la red nacional. En casi toda red se practica la transmisión digital basada en algún estándar (por ejemplo MIC [PCM] de 2,048 Mbits/s) del CCITT, lo que ha sido de una gran ventaja para establecer un servicio de habla de alta calidad. Todas las necesidades de transmisión de la red tienen que ser provistas en base competitiva por una empresa común aprobada (GUATEL en nuestro caso), o su competidora aprobada.

Además de ello, deben proveerse facilidades avanzadas de usuarios que normalmente solo se encuentran en teléfonos modernos fijos de la red pública. Uno de ellos es el de "Desviación de Llamada", que es empleada por una proporción bastante grande de abonados para desviar llamadas a sus oficinas o a los servicios de mensajes hablados cuando no pueden ser alcanzados en la red. Esto permite que aunque el abonado tenga un número de teléfono único, siempre pueda ser alcanzado en la red. El servicio de indicación de llamada en espera también garantiza que una llamada importante no se pierda, dando un "pitido" en el microteléfono mientras el teléfono está en uso y permitiendo que el usuario conmute a voluntad entre los que llaman.

6.3.1. PROPAGACIÓN DE RADIOONDAS.

Un principio clave de los sistemas celulares es la optimización del espectro de frecuencias disponibles por medio del reemplazo de frecuencias. A fin de alcanzar un máximo rendimiento de calidad y capacidad de la red de radio es necesario poder predecir exactamente el cubrimiento de radio durante la fase de planificación. Debe tomarse en cuenta también que debe poder realizarse un registro automático del desplazamiento (roaming), que es la capacidad de desplazarse entre celdas conectadas a diferentes centrales de conmutación dentro de la red. Esto se consigue percibiendo la estación móvil un cambio de identidad de zona en el mensaje de control de canal de búsqueda. Esto causa que un "registro de visitantes" sea actualizado en la central MSC visitada informándose a la central MSC de residencia del teléfono móvil en cuestión acerca de su paradero. Las llamadas entrantes son entonces dirigidas a la central MSC en cuestión. Este procedimiento de registro se realiza rápidamente a través de los canales de señalización entre centrales MSC que usan una forma de señalización previamente determinada por un canal común generalmente a 64 Kbit/s para dicho fin. Mientras que se está desplazando, el abonado continúa teniendo acceso a todas sus facilidades gracias al empleo del potente sistema de señalización.

Un importante parámetro de un sistema de telefonía móvil es la insensibilidad del receptor de radio a interferencia. Cuanto más baja sea la relación señal/ruido con la que un receptor puede trabajar, tanto más corta resulta ser la distancia a la que un canal puede volver a usarse. La insensibilidad a interferencias depende entre otros factores, del método de modulación y de los métodos de detección y corrección de errores que se practiquen.

6.3.2. AGRUPACIONES.

Una estación base de radio cubre una cierta área geográfica, denominada célula. Lo más corriente es que un canal no puede emplearse simultáneamente en dos células contiguas. Un canal que se emplea en una cierta célula no puede por lo tanto volver a usarse sino hasta una distancia de algunas células, lo que se conoce como **distancia de reemplazo**.

Cuanto mayor sea la célula, tanto más distante de la estación base puede encontrarse una unidad móvil "conectada". La intensidad de la señal disminuye ciertamente en función de la distancia a la estación base y la relación señal/ruido no debe llegar a ser menor que un valor aceptable. Si todas las células son de la misma extensión, la distancia a la célula más cercana que emplea el mismo conjunto de canales, la distancia de reemplazo aumentará al aumentar la superficie de la célula. La relación señal/ruido dependerá, por lo tanto, a igualdad de los restantes parámetros, solamente de la distancia de reemplazo y no de la extensión de la célula.

Agrupando las células que por causa de la relación señal/ruido tienen que emplear diferentes canales se forma lo que se denomina como **agrupación (cluster)** compuesta por un número determinado de células. Los canales disponibles se distribuyen entre estas células de forma que cada canal se emplea solamente en una célula. Otras zonas geográficas mayores se cubren colocando agrupaciones unas junto a otras. La insensibilidad a interferencias de un sistema celular decide, por lo tanto, el número de células que deben formar parte de una agrupación.

6.3.3. TRANSFERENCIAS.

Otra característica importante de las redes celulares es su capacidad para conectar una llamada a través de la estación base que en un momento dado es la más adecuada. Puesto que los aparatos móviles están desplazándose, pueden abandonar una célula y entrar en otra. Puede por lo tanto tratarse de cambiar, durante el curso de una comunicación, la estación base a través de la cual discurre la comunicación. Esto es lo que se denomina **transferencia (handover)**.

6.3.4. PROTOCOLO DE TRANSMISIÓN DE DATOS.

A causa de la naturaleza hostil de la transmisión de radio celular para los datos, son necesarias medidas especiales para proporcionar al usuario un medio de transmisión de datos fiable libre de errores, en el tramo de radio de la comunicación. El Control de Enlace de Datos Celular (Cellular Data Link Control - CDLC) es un protocolo de corrección de errores sin vía de retorno (Forward Error Correcting Protocol), del dominio público, desarrollado específicamente para este fin. CDLC debe encontrarse en todos los módems empleados en redes celulares.

6.3.5. PRINCIPIOS DE SISTEMA.

Los distintos principios para sistemas celulares presentes y futuros son fundamentalmente diferentes, y difieren en la distancia entre portadoras y en el método de modulación. Son los siguientes :

- Sistemas **FM** analógicos usados actualmente : la anchura de banda disponible se asigna a un gran número de portadoras. Cada portadora transmite solamente una llamada y es modulada por una señal analógica.
- Sistemas **FDMA** (Frequency Division Multiple Access) similares al sistema FM analógico excepto por modularse la portadora por una señal digital que representa el habla. La anchura de banda de cada portadora es similar a los sistemas celulares analógicos actuales (25 KHz en Europa).
- Sistemas **TDMA** (Time Division Multiple Access) de **Banda Estrecha** en los que varias comunicaciones comparten una portadora. A las diferentes comunicaciones (circuitos) se les asignan diferentes intervalos de tiempo en dicha portadora, y cada comunicación emite y recibe cortas ráfagas de empaques de datos. La anchura de banda de una portadora es de 200-300 KHz.
- Sistemas **TDMA de Banda Ancha**, que emplean el mismo principio que TDMA de banda estrecha pero con una anchura de banda de portadora por encima de 2 MHz. que permite más usuarios por portadora.

Otras técnicas que han sido estudiadas son AC-SBS (Amplitud Companded Single Side Band) y CDMA (Code Division Multiple Access). AC-SBS provee un sistema analógico con la mitad de la anchura de banda de los sistemas actuales. CDMA es una técnica digital de acuerdo con la cual una portadora de banda ancha es modulada por muchas señales de habla. Estas no están sin embargo separadas por diferentes intervalos de tiempo, sino por diferentes códigos de modulación. Las propiedades de estos sistemas son similares a las de un sistema TDMA de banda ancha. Ninguna de estas dos técnicas es de especial interés para la telefonía móvil, principalmente por consideraciones económicas.

6.3.6. CAPACIDAD.

La capacidad de una red celular depende en alto grado de la extensión mínima de celda que pueda emplearse. Actualmente pueden organizarse los sistemas denominados de pequeñas celdas. Estos comprenden celdas de un radio de solamente 1 Km, lo que corresponde a 3 Km entre estaciones base de radio, dando una capacidad de 15 Erlangs/Km² en un sistema analógico típico. Un sistema de pequeñas celdas con tecnología digital podrá cursar 38 Erlangs/Km² gracias al mayor rendimiento del espectro de frecuencias.

Esta cifra podrá ser aumentada todavía más, ya que una de las características únicas de un sistema TDMA es la posibilidad de introducir microcélulas con un radio de aproximadamente 100 mts. En tal caso, se emplearán antenas de baja elevación emplazadas debajo de los tejados de los edificios circundantes. Con sistemas TDMA son posibles las microceldas a causa de :

- Alto grado de inmunidad a interferencias de los receptores.
- Procedimientos de transferencia entre celdas extremadamente rápidos y fiables.

La capacidad de sistema con microceldas será considerablemente mejor que con sistemas de pequeñas celdas. Con un radio de 100m, puede conseguirse una capacidad de 200 Erlangs/Km². Esto es diez veces la capacidad de los sistemas analógicos actuales.

6.4. ANTENAS.

Un elemento muy importante para la radiocomunicación es sin duda la antena, ya que aunque se tuviera el mejor equipo de radio, sin una buena antena no serviría de nada.

Se puede decir de la antena que es un aparato que cambia la corriente eléctrica alterna en una onda electromagnética cuando es transmisora y de onda electromagnética a corriente eléctrica alterna cuando es receptora. Los sistemas de antenas utilizados en comunicaciones de aficionados y comerciales van desde sencillas antenas de media onda, que es la antena que sirve de base para todas las demás, y antenas verticales, hasta las antenas direccionales más elaboradas como antenas tipo Yagi y antenas cúbicas.

Las ondas de radio que emite una antena se propagan a la velocidad de la luz. Todas las ondas de radio se propagan a esta velocidad sin importar su frecuencia. Una característica importante de una onda es su longitud, que es la distancia recorrida por la onda durante el tiempo requerido para completar un ciclo. El cálculo se hace dividiendo la velocidad de la onda entre su frecuencia

$$X = \frac{300,000,000 \text{ m/seg}}{\text{frecuencia ciclos/seg.}}$$

Sin embargo, debe considerarse el detalle de que la onda por una serie de causas viaja un poco más despacio que si se desplazara en el vacío. Como resultado, la longitud de una antena es algo menor que lo que permite suponer el cálculo realizado para el espacio libre, por ello se acostumbra incluir en la fórmula un factor de corrección, normalmente de 0.95 .

Mejorar el sistema de antenas es uno de los movimientos más productivos para la radiocomunicación, puede aumentar el rango de transmisión, mejorar la recepción, reducir los problemas de transferencia y obtener otros beneficios.

6.5. PLANIFICACIÓN DE REDES DE MÁXIMO RENDIMIENTO DE SISTEMA.

Las redes de telefonía móvil son sistemas complejos y debe dedicársele un minucioso trabajo de planificación. Si esto es cierto en cuanto se trata de la instalación inicial, lo es todavía más en relación con la ampliaciones subsiguientes de las redes. La adaptación de planes nominales de celdas a la topografía en cuestión y a los hábitos de tráfico de los usuarios exige medios auxiliares potentes de planificación de redes. El impacto económico de una planificación correcta es muy fuerte, ya que los ingresos de la red son directamente proporcionales al empleo eficaz de cada canal de radio.

Los sistemas de telefonía móvil han estado en servicio ahora durante bastante tiempo en muchas partes del mundo. En casi todos los mercados, se ha comprobado un crecimiento continuo del número de usuarios afiliados a los sistemas. Este crecimiento en el número de unidades móviles implica un crecimiento correspondiente de la capacidad de tráfico de las redes de Estaciones Base de Radio (Radio Base Station - RBS) y de centrales de conmutación de

servicios móviles (Mobile Services Switching Centres - MSC). Como ejemplo, mil nuevos abonados de una red necesitarán de 30 a 40 nuevas unidades de canales de radio con las líneas fijas pertinentes de la red RBS - MSC.

En algunas grandes redes este tipo de crecimiento se puede comprobar al nivel de semanas. A pesar de todo, el ampliar las redes al ritmo de crecimiento de la demanda de tráfico sería una tarea trivial de logística si no fuera por el problema de las frecuencias de radio; en efecto, el número de canales de radiofrecuencia es siempre limitado, en el sistema nórdico, el número es 180; en el sistema de Estados Unidos, el número es actualmente 333 por empresa operadora de red local. El número de abonados que pueden ser servidos en una zona limitada sin introducir la técnica de pequeñas celdas y con reemplazo de frecuencias es de aproximadamente 5000 en los sistemas nórdicos NMT 450, y de unos 10000 por empresa operadora local en los E.E.U.U.

Cuando el número de abonados alcanza estos niveles, el problema no es solamente el añadir más unidades de canales a una estructura de red existente; la empresa operadora debe poner en servicio nuevos emplazamientos RBS y nuevos canales en la red introduciendo el concepto de reemplazo extenso de las frecuencias de radio sin empeorar por ello la calidad de la voz y sin permitir que los costos de la red excedan límites críticos. La solución práctica de esta ecuación es una tarea difícil y ejerce un tremendo impacto económico en la empresa operadora de la red, ya que la explotación eficiente de la red es la base de los ingresos del sistema.

6.5.1. ASIGNACIÓN DE CANAL.

Existen dos tipos básicos de asignación de canales : asignación fija y asignación dinámica de canales. En la asignación fija, el espectro total se divide en un cierto número de grupos, tantos como el número de células de una agrupación. Después de pronosticar la densidad de tráfico, se confecciona un plan de frecuencias basado en una extensión adecuada de agrupación. Este procedimiento garantiza que no se rebasa un cierto nivel máximo posible de interferencias en un móvil en la línea limítrofe de alguna célula. Con ello se consigue un margen bien amplio para los móviles que están más hacia el centro de su propia célula. El inconveniente de este método es que un canal que no se emplea en una célula queda inaccesible para células contiguas, en las que las necesidades de tráfico por el momento pueden ser mayores; el factor de ocupación se empeora.

En la asignación dinámica, a la célula que en un momento dado necesita un canal se le asigna dicho canal, a condición de que ello sea posible o desde el punto de vista de interferencias. Esto puede hacerse en distintas formas y da lugar a dos diferentes tipos de asignación dinámica llamados DCA (Dynamic Channel Allocation). DCA adaptable a las necesidades de tráfico y DCA adaptable a las necesidades de tráfico y a interferencias.

6.5.2. PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS.

La demanda del tráfico es la base de la planificación de redes. La distribución geográfica de unidades móviles y el comportamiento de los abonados en el tráfico forman el panorama total de las demandas de tráfico. El crecimiento en la demanda de tráfico es también un factor

importante en la planificación de redes. Para una zona en la que no existe todavía en operación el servicio de telefonía móvil, el volumen y distribución de la demanda de tráfico deben evaluarse usando datos tales como

- Distribución de la población
- Distribución del tráfico automovilístico
- Distribución de propietarios de vehículos; la distribución de automóviles caros proporciona a menudo una buena base de predicción para un sistema de nueva planta.

Sin embargo, la distribución y el volumen del tráfico en la fase inicial no es el factor más importante a considerar por el planificador de redes. Los problemas intrincados de reemplazo de frecuencias tendrán que resolverse posteriormente cuando el sistema haya madurado hasta comprender muchas decenas de miles, o quizás cientos de miles, de abonados dentro de una sola zona urbana. La red inicial debe planificarse para un crecimiento sucesivo ordenado hasta formar esta red madura. La razón es que de otro modo la evolución sucesiva del sistema padecerá de reorganizaciones muy caras del plan de la red cada vez que tengan que instalarse nuevos conjuntos de unidades de canales o nuevos emplazamientos.

De lo dicho, se deduce que el diseño de la red deberá comprender todas las fases previstas de evolución de la capacidad desde la red inicial hasta la red final de pequeñas celdas de capacidad máxima.

6.5.2.1. Configuraciones nominales de celdas. Mito o realidad.

Un plan nominal de celdas es una disposición geométrica de la estructura de red RBS y de la asignación de frecuencias que se han propuesto. Tradicionalmente estas configuraciones han sido en forma de hexágono. La configuración hexagonal de celdas en panal es familiar a todos los ocupados en la técnica celular y ahora también a personas que no pertenecen al ramo; en efecto, el hexágono se ha convertido en una especie de símbolo de toda la tecnología. Y no hay nada de malo en ello, un símbolo común es un factor positivo. Sin embargo, los hexágonos han resultado en malentendidos acerca de la misma naturaleza de la radio celular. La planificación en el ambiente real debe tener en consideración el hecho de que la propagación de radio es grandemente dependiente de las irregularidades y otras características del terreno y que los hexágonos son consecuentemente modelos simplificados de configuraciones de cubrimiento de radio. A pesar de todo, el plan geométrico nominal basado en hexágonos u otras configuraciones geométricas puede proporcionar un buen primer paso en el proceso de planificación. Las siguientes afirmaciones generales respecto a configuraciones nominales de celdas se basan en la experiencia de planificación de redes de muchos proyectos durante los últimos años :

- Una asignación nominal de celdas con asignación pertinente de grupos de frecuencias es una base de partida necesaria para la planificación subsiguiente de la red, especialmente para zonas con gran densidad de tráfico.

- La configuración de celdas y el plan de frecuencias deberán elaborarse no solamente para la red inicial, sino incluso para las fases sucesivas de crecimiento. La última fase deberá siempre tener en cuenta las fases anteriores.
- En zonas rurales con baja densidad de tráfico, la selección de emplazamiento RBS deberá llevarse a cabo teniendo en consideración los requerimientos globales de cubrimiento antes que basarse en una configuración nominal de celdas. Sin embargo, también en tales zonas la configuración de celdas puede proporcionar una valiosa guía para la asignación de frecuencias.
- Para zonas con variaciones topográficas muy marcadas, la configuración nominal de celdas resulta ser mas o menos una ficción, por lo menos si está basada en una configuración hexagonal regular. En tal caso, es mejor elaborar un plan nominal basado en las condiciones reales del terreno.

En realidad, los planes nominales son solamente una primera base teórica para la ulterior planificación. La planificación sucesiva debe tener en cuenta las condiciones de propagación de radio del ambiente en cuestión. Este tipo de planificación exige potentes facilidades de medición y medios auxiliares de análisis apoyados por computadora para los estudios de propagación de radio. La filosofía debe ser establecer una relación, de acuerdo con reglas establecidas, entre mediciones en el terreno y modelos teóricos de propagación.

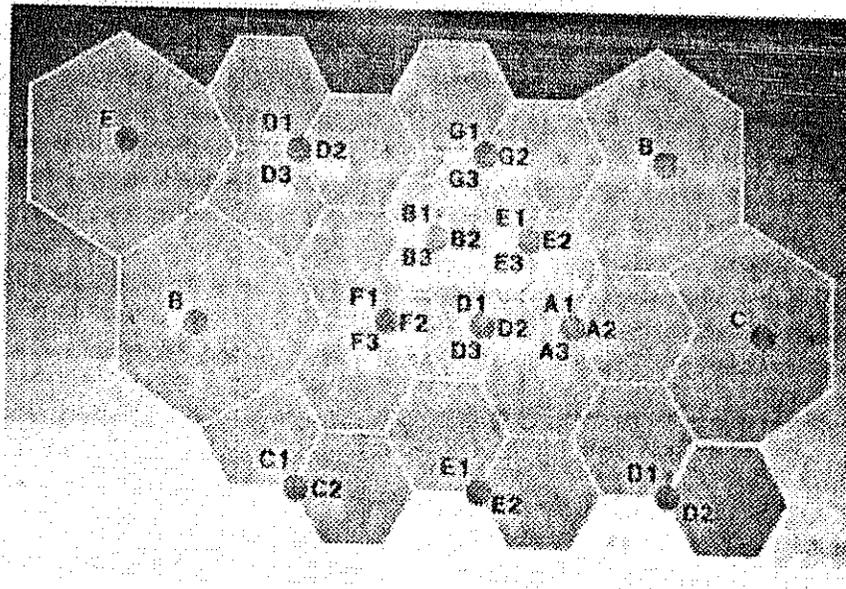


Fig. 6.1 Planes nominales de celdas. Disposición teórica de la estructura propuesta de red de estaciones base y asignación de frecuencias de radio. Las letras designan la elección de grupos de frecuencias.

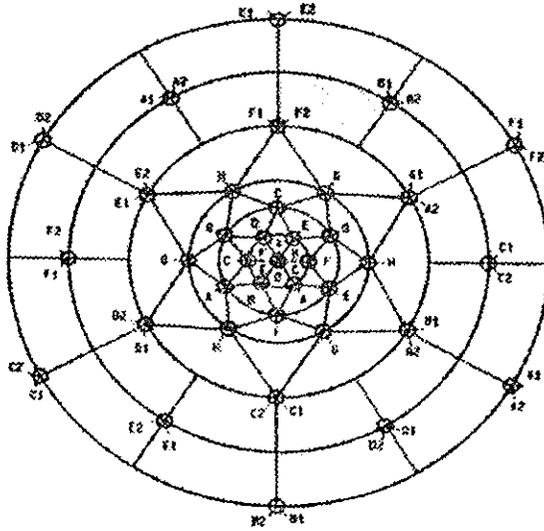


Fig. 6.2 Configuración concéntrica adaptada a las configuraciones del tráfico de las grandes ciudades con gran densidad de tráfico en el centro y densidad decreciente en los alrededores. Configuración Hexagonal.

6.5.2.2. Propagación de radio. Teoría secundada por mediciones.

Las pérdidas de propagación de radio entre la antena emisora (Tx) y la Receptora (Rx) es afectada por los siguientes parámetros, en orden aproximado de importancia :

- Perfil de altura del terreno entre Tx y Rx.
- Distancia entre Tx y Rx.
- Alturas de antena de la estación base y de la estación móvil.
- Radiofrecuencia.
- Edificios y vegetación a lo largo del recorrido Tx-Rx.

Aunque todos estos datos se conozcan con la mejor precisión posible, ningún modelo teórico puede proporcionar un valor calculado de pérdidas que corresponda exactamente a las pérdidas reales. La distribución de la diferencia en dB entre valores medios locales medidos y pronosticados representa la precisión de un cierto modelo de predicción.

Durante los últimos años, la compañía Ericsson ha estado llevando a cabo mediciones de intensidad de campo en las bandas de 450 y 900 MHz para telefonía móvil en 17 países. Se han efectuado en total mediciones en más de 400 emplazamientos de estaciones base. Lo que hace estas mediciones tan valiosas para determinar un algoritmo de propagación es que todas han sido ejecutadas con los mismos métodos y procedimientos y con el mismo equipo de medición.

Entonces, si solamente las mediciones proporcionan valores reales, ¿por qué no confiar solamente en los estudios de propagación y olvidarse de las predicciones teóricas?. La respuesta es que esto no es económicamente factible. Las mediciones son relativamente costosas y ocupan

mucho tiempo. Aunque se lleve a cabo un estudio, no se podrá estudiar cada carretera de la zona a causa del tiempo y dinero limitados.

Los medios auxiliares de predicción de radio por computadora son por lo tanto una necesidad para el planificador, tanto por las facilidades de medición, como por el procedimiento.

6.5.2.3. Datos del terreno. Un factor básico de cálculo.

Mapas adecuados y otra información sobre la naturaleza del terreno suministran las bases necesarias para predicciones de propagación de radio. Tal como se ha dicho, el perfil del terreno es quizás un dato incluso más importante para el modelo de predicción que la distancia entre el transmisor y el receptor. La información topográfica disponible en los mapas debe transformarse en un formato adecuado para ingresarlo a una computadora, una base de datos codificados digitales del terreno y de la superficie. Estas bases de datos son adquiribles comercialmente en algunos países, pero tienen que completarse a menudo con información ambiental adicional que en la mayoría de los países no existe. La compañía Ericsson ha realizado estudios sobre datos del terreno en más de 40 países y los ha completado para tenerlos en su computadora.

6.5.2.4. Auxiliares flexibles para planificación de redes.

Por medio de programas de análisis de propagación que tengan las funciones detalladas abajo puede realizarse predicciones acerca de los nodos del terreno, elegir cantidad de nodos, extensión total de la zona, etc. Puede elegirse también la presentación gráfica de los resultados en pantalla, papel o transparencias, colores, etc. El sistema deberá ejecutar las siguientes predicciones básicas:

- Predicciones de cubrimiento de radio, por emplazamiento o por celda : predicción de pérdidas de transmisión, nivel recibido de señal de A.F. o relación señal/ruido (S/N) en la señal de habla recibida, en la zona alrededor de un emplazamiento de estación base de radio (o dirección de antena o de celda).
- Predicción del cubrimiento de zona compuesto en un número seleccionado de emplazamiento de estación base de radio o de celdas.
- Predicción de la relación de interferencia en el cocanal, o calidad limitada de voz recibida, C/I, por emplazamiento o por celda.
- Predicción de relación de interferencia en cocanal (C/A) o calidad de voz recibida limitada C/A por emplazamiento o por celda.
- Análisis y presentación gráfica o tabular de los datos de medición.

6.5.2.5. Afinamiento del sistema.

Aunque por planificación de red se entiende a menudo las actividades necesarias para poner un sistema inicial en servicio, la empresa operadora de la red tiene la responsabilidad de mantener el sistema en un nivel de funcionamiento satisfactorio, al mismo tiempo que está ampliando el sistema con más emplazamientos RBS, celdas y unidades de canales. Para todo esto, es necesaria también una extensa planificación de red.

Siempre que se planea una modificación de red en operación, ya sea que el cambio incluya frecuencias de radio, nuevos emplazamientos o celdas, parámetros internos del sistema, sistemas de antena, niveles de potencia, etc., deberá comprobarse la influencia ejercida por el cambio sobre otros elementos empleando medios auxiliares de predicción tales como el que se ha descrito. Pero se necesita también de otros medios auxiliares que son :

- Funciones de medición de estadísticas de tráfico en las centrales de conmutación de servicios móviles (MSC) y medios auxiliares para evaluar y presentar los datos de tráfico.
- Funciones de seguimiento en la central MSC que permiten trazar el establecimiento de llamadas, procedimientos de transferencia entre celdas (hand-off) y procedimientos de desconexión de llamada, por cada llamada, por canal o por celda, medios auxiliares para el análisis subsiguiente de datos.
- Programas de computadora administrativos para la elaboración de datos de red tales como datos de emplazamientos RBS, asignaciones de frecuencias, establecimiento de parámetros de sistema, datos de sistema de transmisión, etc.

6.5.2.6. Formación de redes de centrales MSC.

Al organizar un sistema celular, es a menudo una buena economía el empezar con una central MSC para toda la red. Al ir añadiéndose más abonados y estaciones base, aumenta la demanda sobre capacidad de conmutación. Este crecimiento implica que los costos de transmisión por los enlaces a las estaciones base y a la red telefónica pública (PSTN) serán una parte creciente del costo total de operación.

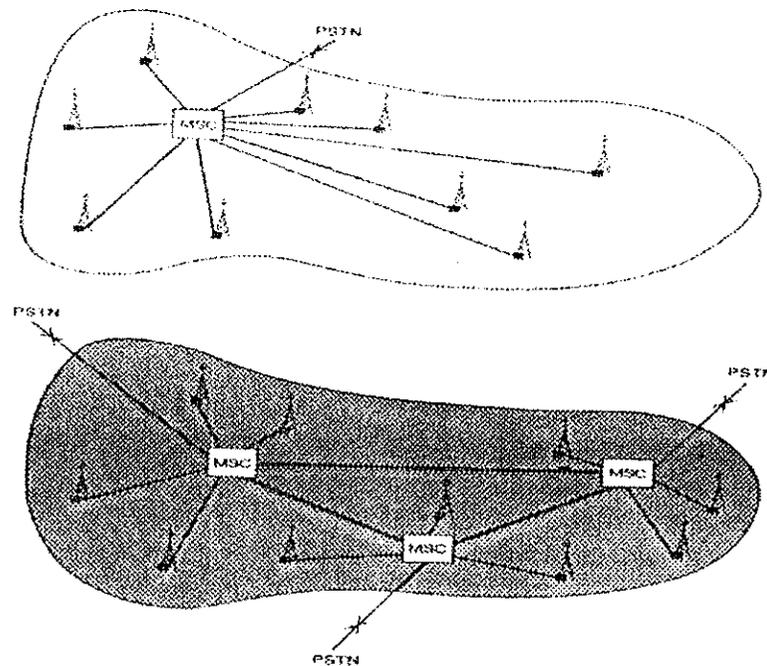


Fig. 6.3. Evolución de una red celular.

Debe seguirse muy de cerca la demanda de tráfico y el flujo del tráfico en el sistema para poder determinar el momento en que es económicamente factible introducir otras centrales MSC. Los sistemas que contienen más de una central MSC deben tener funciones automáticas de seguimiento del desplazamiento de vehículos (roaming) y de transferencia (hand-off). Al crecer el tráfico en la red original se introducen más centrales MSC para reducir los costos de transmisión y para aumentar la disponibilidad de la red.

Debemos tomar en cuenta a la hora de pensar en utilizar una red celular que estas actualmente involucran tanto la red celular propia como la red telefónica normal, ya que la comunicación puede ser de celular a celular (caso óptimo), de celular a normal o viceversa, que es donde se involucra la red telefónica pública, lo que involucrará todas las ventajas y desventajas de dicha red.

CAPÍTULO VII. FUTURO DE LAS COMUNICACIONES.

Las transportadoras comunes se están modificando. Las prestaciones actuales serán complementadas por un grupo de nuevos servicios que harán la integración de voz, imagen y datos. Desde la perspectiva del usuario, las transportadoras podrían considerarse como oferentes de cuatro servicios diferentes : voz, datos, facsímil y servicios de mensaje. Esto corresponde a las redes separadas, pero que se superponen y operan actualmente en la mayoría de las compañías.

Ahora esto está cambiando: "chips" semiconductores y microprocesadores originan una diversidad de nuevas prestaciones. Como resultado están surgiendo nuevas redes para unirse a estas nuevas prestaciones. Hay cuatro aplicaciones principales anexas a las nuevas prestaciones :

- distribución electrónica de documentos,
- comunicaciones de datos en banda ancha,
- teleconferencia y
- recurso compartido de voz y datos.

Cada red avanzada ofrecerá una combinación diferente de servicios. Una de las principales atracciones de las redes avanzadas es la comunicación de datos en banda ancha. A pesar de que a menudo los usuarios tienen problemas para justificar un cambio a 9.6 KBit/s porque no siempre se requiere velocidad, los observadores industriales creen que pronto se requerirán velocidades de transmisión de datos de varios Mbps. Las amplitudes de banda ancha permitirán nuevas aplicaciones del mismo modo que las autopistas permitieron automóviles más rápidos. No sólo las comunicaciones entre computadoras sino los grandes archivos maestros cargados fuera de línea para actualización local, harán que aumente substancialmente las necesidades de amplitud de banda. Puede darse el caso de que un usuario pueda tener problemas para justificar velocidades de banda ancha para una terminal, pero no habrá problema en acaparar gran amplitud de banda entre computadores remotos.

Otro elemento importante de las futuras redes avanzadas es la distribución de documentos a alto volumen. La máquina de facsímil que opera a 9.6 KBits/s envía a muy baja velocidad, mas o menos a 20 segundos por página, con un costo por página de alrededor de 30 ¢. (aunque éste es un valor muy relativo). El aumento de las velocidades y la disminución de los costos permitirán que la distribución electrónica de documentos abarque la mayoría de los documentos que ahora son enviados a mano entre las compañías. En otras palabras, la red de entrega de documentos está diseñada para modificar los costos de copiado, así como los costos de entrega de mensajes, mediante la sustitución de un copiator de comunicaciones a alto volumen en el despacho de correspondencia por el actual copiator de mediano volumen, que se encuentra en la mayoría de las oficinas.

La teleconferencia es otra de las características avanzadas. Generalmente se la considera la menos desarrollada por los problemas de aceptación del usuario, así como por el hecho de que hasta ahora, la teleconferencia por video no ha demostrado ser una alternativa eficaz para las reuniones persona a persona. También se requiere un alto precio en relación con los canales de

banda ancha. No obstante, se considera que habrá un progreso substancial en este campo en los próximos años.

El entremezclado de voz y datos constituirá una ventaja primordial a nivel gerencial profesional, en el que las comunicaciones orales son las más importantes y en las que radica el mayor incentivo económico. Se han identificado dos áreas principales que requieren la integración de voz y datos: correo y dictado orales. La voz se digitalará, se mezclará con cualquier otra corriente de bits digitales y se dirigirá a su destino.

Estas nuevas prestaciones constituyen el verdadero comienzo de las REDES INTEGRADAS. En los próximos años, la integración será mucho mayor. Esta tendencia dependerá del costo. El costo de tener una red para todas las comunicaciones sería inferior a el que representa tener redes multifuncionales, reduciendo nuevamente los costos de tener terminales

Una característica será crítica en cualquier tecnología del futuro : su relación con la tecnología ya instalada.

La próxima generación tecnológica deberá ofrecer mucho más que una simple seguridad de la inversión y deberá ofrecer mucho más que limitarse a integrar lo nuevo con lo ya existente. Los propietarios de la infraestructura querrán que la nueva tecnología evolucione de forma que añada continuamente valor a la inversión ya realizada, y desearán que se les ofrezca a todos los niveles: en los sistemas, en los productos en los que se aplican, en el soporte disponible, en los procesos empresariales implicados en la compra e instalación de nuevos sistemas, y en el desarrollo de aplicaciones y servicios.

7.1. TENDENCIAS FUTURAS DEL CABLE COAXIAL.

Debido a sus muchas limitaciones físicas y técnicas, el cable coaxial no variará mucho en el futuro aunque seguirá utilizándose en comunicaciones analógicas en instalaciones pequeñas, aunque se espera que tienda a desaparecer en un futuro debido a los nuevos descubrimientos en cables de fibra óptica.

Actualmente está en desarrollo y fase de prueba el concepto "High Definition TV" ó Televisión de Alta Definición, que consiste en una televisión de tamaño mucho más grande que lo normal. La televisión normal provee 10° de visión; esta televisión provee 30° de visión en pantallas grandes de alta resolución que permitirán sentarnos más cerca sin daño de la vista. Otra diferencia es que utilizan un nuevo formato que tiene 10 veces más información de color que la televisión estándar, será como una fotografía en movimiento.

Además utilizarán un sonido especial conocido como "Standard AC3 de Dolby" que utiliza sonido digital en 6 canales, lo que permitirá un sonido ambiente mucho más real.

Este tipo de tecnología tiende a ser la que se utilizará en el futuro en el "Information Highway" para televisión interactiva, aunque en la actualidad se ha utilizado cable coaxial para realizar las pruebas, en un futuro seguramente se utilizará fibra óptica. Debido a que no existen aún estándares para la Information Highway, podemos suponer que no habrá mucho progreso en desarrollo hasta que éstos estándares se hayan definido.

7.2. TENDENCIAS FUTURAS DE LOS SATÉLITES.

La industria de los satélites continúa creciendo. Hoy en día, el usuario doméstico puede recibir en su casa canales deportivos y especializados, y por todos los tejados del país florecen las antenas parabólicas. No obstante, algunos de estos canales empiezan a sufrir interferencias, lo que puede atenuar el crecimiento de esta industria doméstica. Aunque hay relativamente pocos satélites en órbita, un número mayor de ellos creará problemas de interferencia y así limitarán el número de satélites que pueden acomodarse. Ciertos analistas consideran que los enlaces de largo recorrido por fibra óptica irán disminuyendo el uso de satélites. Es posible, pero las posibilidades de difusión que ofrecen los satélites les garantizan un lugar en la industria durante muchos años.

El primer satélite enviado fue el Sputnik 1 en octubre de 1,957, el cual podía soportar para 1,968 hasta 240 llamadas telefónicas al mismo tiempo a través del Atlántico. Para 1,993 este número llegaba a las 130,000 llamadas. Con este crecimiento de tecnología, podemos imaginar los grandes avances que se lograrán en los próximos años. En la actualidad, las naves aéreas, marítimas y terrestres ya no se basan en la posición del sol para orientarse, sino en los satélites.

Conforme crece el impacto de las comunicaciones por satélite, se experimentan mejores facilidades a un menor costo por unidad de transmisión con canales de banda más anchos, aunque siempre se encontrarán problemas técnicos, más aún si nos mantenemos trabajando con protocolos para diferentes sistemas. En enero de 1982, por ejemplo, la AT&T empezó a mezclar caminos de comunicaciones por satélite y terrestres en sus largas líneas de operación. Esto causó un retraso a todos los usuarios que realizaban solicitudes bi-síncronas y automáticas en la red de discado de líneas arrendadas. Como consecuencia de este cambio de política, los usuarios que utilizaban solicitudes bi-síncronas y otros protocolos necesitaron una actualización en el software o sufrieron una degradación en la eficiencia de sus resultados. Se tuvieron que instalar supresores de eco para líneas de más de 1500 millas (2413 kms.) de largo, los cuales interferían con la transmisión de datos de circuitos que incluían deshabilitaciones que eran realizadas por una señal remota en el modem. También sufrieron retrasos considerables en la transmisión de bloques de datos al esperar la señal de bloque recibido del otro lado de la línea, tanto que líneas de 4.8 kbps se volvieron de 400 bps.

Una solución a este problema es incluir en el satélite una unidad que emula una señal de computadora de datos recibidos, o extender el software para protocolos de intercambio de paquetes como HDLC (high-level data link control) y SDLC (synchronous data link control); con este método se envían mayores bloques de datos con una pequeña señal de recibido y el impacto de retardo en las comunicaciones basadas en satélite se disminuyó.

Este es un claro ejemplo de lo que significa el mezclar las señales en el espectro de frecuencia, lo que nos hace suponer que la tecnología de transmisión vía satélite no crecerá en un futuro, aunque la tecnología existente se mejorará para adaptarse a las necesidades de información y mucho del equipo actual será reemplazado por equipo nuevo con mayor capacidad a un costo mas bajo.

Una de las preguntas que nos vienen a la mente es : ¿será posible en el futuro que el mismo usuario se conecte al satélite?. Técnicamente no tenemos que esperar al futuro, ya que existen unas antenas de escasa apertura (VSAT Very Small Aperture Terminals) con las cuales el enlace satelital se recibe directamente en la oficina del usuario, sin necesidad del enlace terrestre. Es posible contactar un mundo de oportunidades diversas a un costo relativamente bajo.

Este es el último grito en materia de comunicaciones; la empresa Magnavox sacó hace poco tiempo su satélite portátil Magna Phone que ofrece la posibilidad de conexiones vía satélite, a través de la red Inmarsat-A para situaciones en las que no se puede acceder al servicio telefónico. Si se desean comunicaciones confiables en regiones no cubiertas por el servicio telefónico normal ni celular, puede recurrirse al Magna Phone, que es un teléfono sin cable portátil. Aún no se tiene información sobre transmisión de datos y video, pero se supone que muy pronto este tipo de aparatos podrán usarse para transmisión de datos, voz y video.

Podemos ver en los anuncios de la televisión y la prensa los nuevos aparatos que los japoneses están colocando en el mercado para servicios de teléfono y video simultáneo llamados videófonos, en los cuales el usuario habla y mira a la otra persona simultáneamente. Este tipo de aparatos emplea transmisión digital y se espera que muy pronto se desarrollen este tipo de aparatos portátiles vía satélite para transmisión de datos, voz y video.

7.3. TENDENCIAS FUTURAS DE LA FIBRA ÓPTICA.

Resulta bastante claro que las necesidades de información administrativa exigen el crecimiento de los recursos computacionales. Dadas las limitaciones actuales de los cables normales, podemos ver la tendencia a reemplazar las actuales redes por redes de fibra óptica. Por ejemplo, la fibra óptica, aparte de proporcionar alta confiabilidad y capacidad, puede transmitir por cada fibra, en forma de luz, cien millones de bits cada segundo, el equivalente al contenido de varias enciclopedias.

Las empresas actuales invierten en investigación y desarrollo de nuevas técnicas que les permitan crear fibra óptica con menos errores de construcción y mayor capacidad, a la vez de proporcionar mayor facilidad en la desaparición de las restricciones actuales, tales como ramificación y soporte, entre otras.

¿Por qué utilizar fibra óptica?. La fibra óptica es una de las tecnologías más modernas para comunicación de datos, y, por lo tanto, el tiempo de vida esperado es mayor que con las tecnologías anteriores. Tiene una capacidad de transmisión y crecimiento "casi" ilimitados y una

baja tasa de pérdida en la transmisión de información. La ventaja principal de la fibra óptica es su confiabilidad, ya que es inmune a los problemas electroatmosféricos.

Las empresas telefónicas pioneras han empezado a utilizar las más modernas tecnologías de redes de banda ancha y se han hecho ya instalaciones de este tipo; tales empresas están invirtiendo en tecnología con el propósito de desarrollar nuevos mercados en el futuro, por ejemplo en los servicios de multimedia. Para algunas empresas telefónicas, esto tiene mucho que ver con el futuro desarrollo de la fibra óptica, pues a medida que vaya aumentando la capacidad y disminuyendo el costo, podrán prestar mejor servicio a un menor precio, lo que les aumentará competitividad y les hará estar al día con el avance tecnológico.

Por ejemplo, algunas empresas eléctricas de Brasil han empezado a vender a las compañías telefónicas derechos de instalación de fibras ópticas en el sistema de distribución eléctrico; en algunos casos, las empresas telefónicas pagan con capacidad en las fibras ópticas instaladas, que pueden ser utilizadas por las empresas eléctricas para satisfacer necesidades internas o para vender servicios de telecomunicaciones a terceros.

De todo esto se puede desprender que las empresas se unirán en proyectos conjuntos para prestar servicios mejores por medio de recursos ya existentes, ya que ejemplos como éste están por seguirse en casi toda América Latina.

Vemos proyectos nuevos también de instalación de redes de fibra óptica, por ejemplo, Telefónica de México, AT&T, Telefónica de España o otras 53 compañías telefónicas, inauguraron recientemente (4o trimestre de 1,994) el Columbus-II, un cable de fibra óptica que une por primera vez de manera directa Latinoamérica con Europa. La conexión Latinoamericana se origina en México y toca las costas de Florida antes de proseguir para España. Dicho cable tiene capacidad de transmitir 120,000 llamadas simultáneas y permitirá a TelMex reducir los costos de llamadas internacionales. También una sociedad de 63 compañías activó recientemente el Américas-I, un cable submarino de fibra óptica que enlaza varios puntos de Latinoamérica con el Columbus-II. El sistema conecta a los Estados Unidos, las Islas Vírgenes, Trinidad Tobago y Venezuela. La capacidad de este cable varía de acuerdo al país, el segmento entre Vero Beach, Florida y St. Thomas en las Islas Vírgenes, opera a 2.5 millones de bits por segundo y es capaz de transmitir 320,000 llamadas simultáneas.

7.4. TENDENCIAS FUTURAS DE LA RADIOCOMUNICACIÓN Y DE LA RED CELULAR.

Aunque la telefonía celular y la telefonía sin hilos están penetrando estas aplicaciones por una parte y la transmisión pública de datos móvil penetra también dicho mercado por otra parte, continuará existiendo un mercado para la radiocomunicación tradicional en los sectores de empresas de vigilancia y en los organismos de seguridad pública.

Estos usuarios se beneficiarán (si no lo hacen ya de hecho) de las nuevas técnicas de radiocomunicaciones tales como la radio digital, aplicaciones de software y, no menos importante la colaboración o interconexión con otras redes, el desarrollo conocido como **networking**.

Desde la emisión de reglas acerca de la utilización del espectro en 1979 (WARC-79 World Administrative Radio Conference), se ha reglamentado su utilización en todos los países del mundo, lo cual abarca comunicaciones de radio, radar y televisión. Los países del tercer mundo (como Guatemala) desean asegurarse de que ellos tendrán acceso a la porción geostacionaria de órbita que les corresponde (ya sea para uso de satélites o nó), para sus propios usos. Esto los llevará a controlar la transferencia de tecnología que los llevará a controlar el flujo de información (transferencia de tecnología incluye hardware y tecnología asociada para mantener una red de telecomunicaciones, así como los conocimientos necesarios para el desarrollo de software).

A partir de estas reglas, se llegaron a varios acuerdos, que permiten a los países del tercer mundo voz y voto al emitir opiniones acerca del uso del espectro de frecuencias. Una nueva reunión global está programada para 1,999, por lo que habrá que esperar algunas modificaciones a las reglas y prepararse para proponer mejores soluciones a la utilización del espectro de frecuencias.

Los sistemas de telefonía móvil son extremadamente complejos y obligan a las empresas operadoras a dedicar grandes esfuerzos a la operación y mantenimiento de las redes, especialmente por el hecho de que deben ampliarse continuamente. Deben incorporarse más y más facilidades de red en los sistemas existentes y debe exigirse también que la empresa operadora explote estas facilidades adecuadamente.

Los sistemas futuros tendrán con toda probabilidad funciones de gestión de red incorporadas en un grado mucho mayor que actualmente. Esto es cierto no solamente en lo que se refiere a los enlaces MSC-RBS, sino también a la red formada por las centrales MSC interconectadas.

Para el conjunto de empresas dedicadas a la telefonía móvil es desde luego importante el explotar al máximo el espectro de frecuencias de radio perfeccionando los sistemas y los métodos de planificación. Sin embargo, estos perfeccionamientos no serán la solución final ya que el potencial del mercado para la telefonía móvil es tan enorme. El "teléfono de bolsillo popular" es una realidad en términos de técnica y demandas de mercado, pero implica un aumento substancial de las frecuencias de radio asignadas. Una técnica de gran rendimiento en espectro y nuevos métodos de planificación contribuirán a solucionar los problemas, pero no lo suficiente para abastecer el potencial del mercado.

También será necesario en un futuro cercano que las distintas compañías involucradas en la telefonía celular se concentren en acordar líneas generales, en lugar de dedicarse a concretar todos los detalles. Posiblemente los detalles finales podrán usarse para estimular la competencia en la industria de las comunicaciones. Esto aceleraría el proceso de confección de estándares y permitiría que una mayor parte del nuevo desarrollo tenga lugar en un ambiente competitivo.

Los esfuerzos deberán dedicarse ahora a elevar el teléfono móvil a un grado de utilidad mas alto. Empleando como plataforma las redes de telefonía móvil de la actualidad pueden conseguirse servicios perfeccionados y una funcionalidad incrementada. El beneficio para los usuarios finales deberá ser también una productividad incrementada.

Una actividad a la que la industria de radio debe dedicarse con prioridad es la investigación y el desarrollo sobre la base de las plataformas existentes; en efecto, existe demasiado capital ya ligado a las redes existentes para que pueda considerarse racional continuar introduciendo nueva técnica en forma de nuevos sistemas. Las nuevas ideas y técnicas deberán aplicarse en cambio a las redes existentes, no solamente explotando con ello las inversiones previas sino aumentando incluso su valor.

Lo que debe hacerse es poner los mecanismos básicos de comunicación móvil en funcionamiento correcto, porque el teléfono en la actualidad continúa siendo simplemente un instrumento para hablar y escuchar.

Un cambio importante en el futuro será la cantidad de información facilitada a los usuarios. Un simple ejemplo de esto es que la persona llamada puede saber la procedencia de la llamada de modo que tenga la opción de contestar o no. Se facilitarán también funciones más automatizadas de expedición de llamadas.

Puede ocurrir también cambios importantes en la "interfaz de usuario" del teléfono. Los teléfonos de botones ya son una gran ventaja en comparación con los teléfonos marcadores de disco ya pasados de moda. Pero ya la gente prefiere generalmente palabras en lugar de números, sería un gran perfeccionamiento si un usuario pudiera simplemente pronunciar las instrucciones al teléfono y dejar que el mismo teléfono lleve a cabo las funciones tales como establecer o reencaminar llamadas. El usuario estaría entonces hablando no solamente a otros usuarios a través del teléfono sino hablando al mismo teléfono.

Se prevé que en el futuro aumentará la demanda sobre comunicaciones móviles de datos. Los fabricantes de computadoras portátiles están ya poniendo en el mercado máquinas con módems celulares incorporados. A largo plazo, estos órganos pueden resultar en "comunicaciones personales" que combinen elementos de la computadora de bolsillo, la agenda electrónica y el teléfono móvil.

El servidor de radiocomunicación móvil, mejor conocido como radioteléfono, proporciona un radio portátil a cada persona o unidad móvil para comunicarse ya sea a su compañía o a otra unidad móvil o incluso a la red pública telefónica. El servicio de localización (paging) de personas consiste en tener un pager (conocido como beeper o busca personas), el cual es un aparato de aproximadamente 8x5x1 cm. con una pequeña pantalla LCD en la que se reciben mensajes alfanuméricos. Para enviar un mensaje, se llama a la empresa proveedora del servicio y se indica el código del receptor y ésta envía el mensaje. Aunque es comunicación de una sola vía, su gran crecimiento ha dependido de su excelente relación costo beneficio y que requiere de muy poca inversión.

En un futuro, se espera un impulso muy grande en las ramas del campo de las telecomunicaciones, la localización de personas y la radiotelefonía. Uno de los factores claves que impulsarán este crecimiento es la introducción de sistemas digitales que reemplacen a los sistemas actuales. En el caso de la radiocomunicación, esto permitirá un mejor aprovechamiento del espectro, pues mientras hoy en día se manejan 100 señales por canal como máximo, con los sistemas digitales se llegará hasta 300 señales en un mismo canal. También se explotarán nuevas aplicaciones como la transmisión de datos y los sistemas de GPS (Global Positioning System, sistema global de posicionamiento). Este sistema permite conocer con un margen de error de 30 mts. la posición de una unidad en cualquier parte del mundo empleando 24 satélites que para tal fin fueron puestos en órbita por los E.E.U.U. y que son de uso gratuito. La forma de localización es a través de un aparato emisor/receptor que lleva cada unidad que calcula su posición mediante triangulación con las señales emitidas por los satélites antes mencionados. Podemos pensar que muchas empresas de transporte implementarán este tipo de localización para evitar que sus unidades sean robadas.

Podemos ver también que la transmisión de datos y archivos o incluso transacciones a nivel remoto sufrirán un impulso muy grande. Por ejemplo, un vendedor que llega al cliente y emite en forma remota el pedido a la empresa matriz para que sea procesado y preparado para su envío, e incluso, podría pensarse en la impresión remota de facturas de venta en la unidad móvil.

En lo que a beepers respecta, los esfuerzos van orientados a lograr aparatos cada vez más pequeños y confiables y que puedan transmitir en forma bidireccional en un futuro (en la actualidad existe ya una empresa que está prestando este servicio en EEUU y México, llamada EON Corp. y que presta servicio inalámbrico de video interactivo y datos [IVDS] que son una extensión de su servicio llamado "two way paging" ó localización de dos vías). Se prevé también que los sistemas del futuro incluirán aparatos digitales programables a control remoto, pudiendo comunicarse de aparato a persona, de persona a aparato y de aparato a aparato.

De todo esto, se puede deducir que todos estos servicios se integrarán en un futuro (pager, radiotelefonía y redes de computadoras) y se desarrollarán sistemas que cumplan las 4 funciones en un mismo aparato : radiocomunicación de voz, transmisión de datos, interconexión telefónica y paging. No es de extrañar que con el tiempo también se integrara la telefonía celular.

La implantación de este tipo de tecnologías dependerá de la creación de estándares y de la interoperabilidad entre los diversos proveedores, así como de los resultados que se obtengan de los monopolios en este ramo como Guatel y Comcel.

7.5. ANÁLISIS DEL FUTURO DE LAS COMUNICACIONES EN GUATEMALA.

El desarrollo de un país y su integración a la economía global está íntimamente ligado con su infraestructura de comunicaciones. Hoy en día ya no se habla de líneas telefónicas ni de televisores, sino de "redes de comunicación" y de "autopistas de información", que incluyen desde los teléfonos celulares hasta la conexión internacional de computadoras. Nos preguntamos ¿está

Guatemala en condiciones de incorporarse al proceso de globalización?, ¿es su sistema de telecomunicaciones lo suficientemente fuerte para afrontar este reto?

De las propias autoridades de Guatemala, se sabe que solamente 7 de cada 100 habitantes tenían teléfono en el área urbana para 1,994. En el área rural, 4 de cada mil habitantes tienen acceso a un teléfono. A nivel nacional, se estima que se cuentan con 1.6 teléfonos por cada cien habitantes, lo cual es uno de los niveles más bajos de Centro América. (Costa Rica, por ejemplo, cuenta con 14 teléfonos aproximadamente para cada 100 habitantes). Actualmente Guatel está instalando nuevas líneas, lo que tenderá a disminuir estos promedios; a mediados de 1,995 introdujeron 280,000 nuevas líneas en todo el país.

El alto costo al cual las personas del país deben incurrir para comunicarse con otros países, incide en el costo de su producto, y le resta competitividad (no importa el tipo de producto). Si comparamos los precios que Guatel cobra por una llamada internacional con los precios de otros países, rápidamente nos daríamos cuenta que fuera de Guatemala, una llamada internacional cuesta casi el 50% menos de lo que cuesta hacerla desde nuestro país.

Podemos imaginar fácilmente lo que ésto significa para el futuro de las telecomunicaciones en Guatemala. Si nuestro país no desarrolla infraestructuras de telecomunicaciones mejores y más eficientes, o permite desarrollar la libre competencia en estas áreas, seguirá atrasado respecto a la economía global, ya que el sistema de telecomunicaciones actual, lejos de ser un facilitador a la apertura comercial de nuestro país, es un obstáculo para la inclusión del país en el proceso de globalización. Tomemos el siguiente ejemplo: en 1,990 una empresa de prestigio mundial instaló un servicio de telepuerto en nuestro país a un costo de más de 20 millones de quetzales. Debido a las limitaciones legales que se imponen en nuestro país que no permiten la libre competencia en la prestación de servicio de telecomunicaciones, la empresa no pudo operar, y tuvo pérdidas en 1,994 de 15 millones de quetzales por depreciación de su equipo. Esta empresa ofrecía servicios de telecomunicación a un 99% de eficiencia los 365 días del año, y ofreció un máximo de 20 días para entrar en operación con la empresa que requiriera sus servicios a un costo casi 3 veces menor que Guatel.

Más que el concepto tradicional de telecomunicaciones, hoy la importancia de estos servicios es una condición necesaria para el desarrollo de un país. A través de una infraestructura sólida, podrá garantizarse la inversión en el país y la competitividad de los productos nacionales en el exterior.

7.5.1. Cuadro comparativo de ventajas y desventajas de las opciones propuestas.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo de las principales ventajas y desventajas de cada alternativa de comunicación propuesta, para que quien desee realizar un análisis para crear una red, pueda hacerlo comparando las distintas opciones que aquí se presentan.

Tomar en cuenta que una red puede estar constituida por componentes de varios tipos, por ejemplo, Guatel emplea comunicaciones vía satélite desde su central y para distribuir la señal emplea una sección con cable normal "twisted pair" y otra sección con fibra óptica.

En el siguiente cuadro, se presenta cada opción, así como las ventajas y desventajas de la red telefónica.

Alternativa	Ventajas	Desventajas
Cable Coaxial	<ul style="list-style-type: none"> -Fácil de instalar -Flexibilidad de configuración -Bajo costo -Baja razón de error (BER) -Alta capacidad -Ancho de banda hasta 500Mhz. -Permite transmisión en 2 vías. -Permite transmitir video y datos -Medio de transmisión resistente. -No necesita mucha experiencia. -Existen redes aprovechables (TV por cable). -Entre 5 a 10 km. de cobertura. 	<ul style="list-style-type: none"> -No es inmune a interferencia atmosférica. -Ancho de banda limitado. -Redes utilizables sólo a nivel local en distancia reducida. -Tiende a desaparecer.
Microondas	<ul style="list-style-type: none"> -No necesita medio físico -Permite transmitir voz, video y datos. -Mayor velocidad -Mayor ancho de banda (GHz). -Mayor cobertura (dependiendo de la ubicación, hasta 40 km. en tierra) 	<ul style="list-style-type: none"> -Necesita componentes caros. -Mantenimiento sólo por personal especializado. -Instalación inicial dificultosa. -No es inmune a interferencias. -Plantean problemas de seguridad.
Vía Satélite	<ul style="list-style-type: none"> -Similar a microondas -Mayor cobertura (casi la mitad de la Tierra). -Puede rentarse el servicio. -Red de conexión a nivel mundial. -Mayor capacidad de transmisión -Costo de transmisión independiente de la distancia. 	<ul style="list-style-type: none"> -Inversión inicial alta. -Existe retardo en la transmisión debido a la distancia (32,000 kms de ida y 32,000 de vuelta). -Espectro de frecuencia saturado. -Afectado por interferencias y transmisiones terrestres.
Fibra Óptica	<ul style="list-style-type: none"> -Muy bajo BER. -Medio confiable. -Muy poca pérdida de señal. -Fibra fina, liviana y durable, instalable en muy poco espacio. -Transmisión a altas velocidades -Inmune a interferencias 	<ul style="list-style-type: none"> -Costo de instalación elevado. (aprox. \$16 / mt de cable). -Costo de equipo alto. -Difícil de bifurcar y configurar. -Mantenimiento solo por personal especializado. -No existen redes utilizables.

	<p>electroatmosféricas, de temperatura, radiación, ruido o agentes químicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ancho de banda hasta 3.3 GHz. -Tecnología reciente con mucho futuro. 	
Celular	<ul style="list-style-type: none"> -Basado en radioondas. -Un mismo canal no puede ser utilizado por dos células contiguas. -La intensidad de la señal disminuye con la distancia a la estación base. 	<ul style="list-style-type: none"> -Sistema dependiente aun de la red telefónica pública. -Costo actual de utilización demasiado elevado.
Red Telefónica	<ul style="list-style-type: none"> -Existe una red instalada a nivel nacional en un buen porcentaje. -Facilidad de acceso. -Se está instalando fibra óptica. -Se tiene acceso ya a transmisión vía satélite, aunque limitado a la conexión en la red pública. 	<ul style="list-style-type: none"> -Utiliza en su mayor parte cable twisted pair con muy poco ancho de banda. -Limitado ancho de banda (solo soporta transmisión de datos y voz). -El servicio nacional es muy deficiente, especialmente si se utiliza para transmisión de datos. -Afectado por muchos tipos de interferencias.

CONCLUSIONES.

- 1.- Las nuevas tecnologías tienden a mejorar las ya existentes, en lugar de reemplazarlas, ya que las empresas prefieren invertir en modificación de equipo que invertir en reemplazo. Se ve por ejemplo la creación de nuevos cables como el 100BaseT que también se está utilizando en cable coaxial.
- 2.- Las redes de cable coaxial y par trenzado tienden a desaparecer del mercado conforme vaya disminuyendo el precio de la fibra óptica y se vaya haciendo más común su utilización; aunque este proceso requerirá bastante tiempo.
- 3.- Las redes que utilizan comunicación vía satélite, al igual que las que emplean radiofrecuencia y microondas, deberán utilizar en el futuro nuevas tecnologías que empleen de mejor forma el espectro de frecuencia que actualmente ya se encuentra saturado. Se crearán nuevos métodos y estándares para utilizar en mejor forma el espacio aéreo existente, tales como LEOs, que son satélites de órbita más baja y que proveen todos los servicios de un satélite normal y servicios de localización (two-way-paging).
- 4.- La tecnología de fibra óptica tiende a desarrollarse notablemente en los próximos años, ya que debido a sus ventajas y capacidades que ofrece, será bastante utilizada en el futuro, y tenderá a hacer desaparecer otros tipos de cable con menor capacidad.
- 5.- La tendencia en telecomunicaciones es hacia transmisión de datos y video interactivo, lo que requiere de grandes capacidades en velocidad y ancho de banda, que únicamente podrá ser ofrecido por tecnologías preparadas para afrontar esta tendencia.
- 6.- La 'Integración Tecnológica' nos llevará cada día más hacia las comunicaciones digitales en todos los aspectos de nuestra vida diaria. Vemos así que dentro de muy poco tiempo, con descubrimientos como la TV interactiva, entre otros, toda operación y transacción deberá llevarse a cabo en una red mundial, que será la integración de todas las redes de telecomunicaciones existentes actualmente, más los aportes que nos darán las nuevas tecnologías.

RECOMENDACIONES.

1.- Si una empresa desea crear una red o integrarse a alguna ya existente, se le recomienda analizar cada una de las opciones propuestas en esta tesis y desarrollar un sistema que cumpla con las necesidades actuales de transferencia de información y comunicación (que incluya voz, datos y video), y que permita actualizarse en caso necesario a tecnologías más modernas. Es importante tomar en cuenta que la solución óptima puede incluir varias opciones de las aquí propuestas.

2.- Con relación a la Integración Tecnológica, si nuestro país no se actualiza y se prepara para esta tendencia, nos quedaremos atrás en desarrollo e integración a la economía global, por lo que se recomienda dar libertad a la libre competencia (nacional e internacional dentro del país) para que la misma competencia provea mejores servicios a un menor costo.

REFERENCIAS.

LIBROS DE TEXTO.

- BLACK, UYLESS. Redes de Computadoras (Protocolos, Normas e Interfaces).
México : Editorial Macrobit. s.f.
- CHORAFAS, DIMITRIS N. Handbook of DATA COMMUNICATIONS and COMPUTER NETWORKS. Segunda Edición. s.l.i. s.p.i. s.f.
- FINK, DONALD G. Standard HandBook for ELECTRICAL ENGINEERS.
Décima Edición. México : Editorial McGraw-Hill. s.f.
- FITZGERALD, JERRY. et. al. Fundamentals of Data Communications.
s.l.i. s.p.i. s.f.
- GONZÁLEZ SAINZ, NÉSTOR. Comunicaciones (Y Redes de Procesamiento de Datos).
México : Editorial McGraw Hill. 1987. 379 pp.
- MARTELANE, TOMO. External Radio Broadcasting.
París, Francia : UNESCO. 1977. 51 pp.
- ORR, WILLIAM I. The Radio Handbook.
Décimo séptima edición. España : ediciones técnicas Marcombo, S.A. 1968. 842 pp.
- PLOMAN, EDWARD. Satélites de Comunicación. (Inicio de una nueva era).
Versión de José Mata. México : Gustavo Gili. 1985. 221 pp.
- SHARMA, ROSHAN LAL. et. al. Network Systems.
U.S.A.: Editorial Van Nostrand. s.f.
- TEMES, LLOYD. Comunicación Electrónica.
México : Serie Schaum. s.f.
- TANENBAUM, ANDREW. Computer Networks.
México : Editorial Prentice Hall. s.f.

REVISTAS Y FOLLETOS.

- Byte. Revista.
U.S.A. : Editorial McGraw Hill. Agosto 1,993.
- COMMUNICATIONS WEEK Latinoamérica. Revista.
U.S.A. : CMP Publications. Año 1, Número 3, Tercer trimestre de 1,994.
- COMMUNICATIONS WEEK Latinoamérica. Revista.
U.S.A. : CMP Publications. Año 1, Número 4, Cuarto trimestre de 1,994.
- COMPUDATA. Revista.
Guatemala : Ediciones Don Quijote. Agosto 1,995.
- Ericsson Review, Folleto.
Suecia : Telefonaktiebolaget LM Ericsson. 1,987 - 1,993.
- Gerencia. Revista. Suplemento de INFORMATICA.
Guatemala : Editorial Piedra Santa.. Agosto de 1,994.
- LAN (The Local Area Network Magazine). Revista.
Canadá : s.p.i. Junio 1,991.
- Network Computing. Revista.
U.S.A. : CMP Publications. Octubre 1,991 y enero 1,993.
- PC Magazine. Revista.
s.l.i. : s.p.i. Septiembre 1,991.
- Telecommunications. Revista.
s.l.i. : Horizon House. Noviembre 1,992, septiembre 1,991 y marzo 1,993.
- Unix World. Revista.
U.S.A. : McGraw Hill. Noviembre 1,992.
- Varbusiness. Revista.
U.S.A. : CMP Publications. Octubre 1,992.

ANEXO I.

INFRARROJO.

El uso de la luz infrarroja se puede considerar muy similar a la transmisión digital con microondas.

El infrarrojo puede ser producido por un láser o un LED. Los dispositivos emisores y receptores deben ser ubicados "a la vista" uno de el otro. Velocidades de transmisión de hasta 100 Kbps pueden ser soportadas a distancias de hasta 16 Kms. Reduciendo la distancia a 1.6 Km, se puede alcanzar 1.5 Mbps.

La conexión es punto a punto (a nivel experimental se practican otras posibilidades). El uso de esta técnica tiene ciertas desventajas. El haz infrarrojo es afectado por el clima, interferencia atmosférica y por obstáculos físicos. Como contrapartida, tiene inmunidad contra el ruido magnético o sea, interferencia eléctrica.

Si bien existen varias ofertas comerciales de esta técnica, su utilización no está muy difundida en redes locales, talvez por sus limitaciones en la capacidad de establecer ramificaciones en el enlace, entre otras razones.

Desde 1,985 que la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC por sus siglas en inglés), que gobierna la utilización del espectro de frecuencias en los E.E.U.U., autorizó que se utilizara una nueva forma de modulación llamada modulación SS (spread spectrum), a las que asignó bandas de frecuencia de 902 Mhz a 932 Mhz, 2400 Mhz a 2483 Mhz y 5725 Mhz a 5850 Mhz, se ha utilizado mucho para comunicaciones comerciales, aunque ya estaba siendo utilizada para comunicaciones militares. Las formas de onda son muy similares a las de AM y FM utilizadas en transmisiones de radio.

Se puede transmitir información utilizando frecuencias más altas que las utilizadas por los sistemas SS. Un ejemplo es un control remoto infrarrojo de TV; el mismo principio puede ser utilizado para enviar información de cualquier transmisor a cualquier receptor, no sólo de una unidad remota de control de TV. Los sistemas que utilizan luz son llamados "fotónicos", los cuales no son afectados por interferencias, excepto por otras emisiones de luz, pero empleando los sistemas SS de detección de error y corrección de error, se asegura que los datos llegarán correctamente a su destino.

Un sistema SS superpone varias señales dentro de la misma frecuencia, por lo que en el receptor se necesitará un decompresor de datos que tome sólo la señal original y lo demás lo deseché como ruido.