

2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

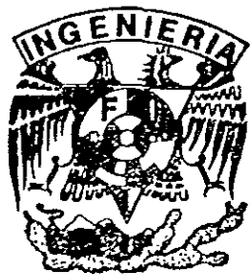
FACULTAD DE INGENIERIA

ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN REDES PARA TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN EN EL ÁREA DE COMUNICACIONES.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
(ÁREA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA)

P R E S E N T A N :

**JIMÉNEZ GARCÍA JULIO CESAR
RUIZ GONZÁLEZ GERARDO
VILLAVERDE MECALCO EDUARDO**



DIRECTOR: ING. ERNESTO SUÁREZ SPORT.

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F. SEPTIEMBRE DE 1999.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2012-40



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Con todo Respeto, Admiración y Cariño:

A Dios:

Por que sin él no estaría aquí agradeciendo a todos ustedes, por que sin él, nada de esto estaría sucediendo, le agradezco tenerme aquí para darle esta alegría a mis padres, esta alegría que se había tardado en llegar, pero que él me ayudo a conseguir. Gracias.

A mis padres:

Mamá Inés y Papá Max. A ustedes principalmente les dedico este esfuerzo y este sueño que hoy se hace realidad, les agradezco su amor y su ternura, su compañía y apoyo incondicional, esto, es la mejor herencia que me dejan, los recordaré por siempre como un ejemplo a seguir y como una imagen a alcanzar. Gracias.

A mi hermana Ale:

Por todos esos recuerdos felices y tristes que tenemos en común, por esas risas y esas lágrimas que nos unen cada día mas, por tu apoyo y buenos deseos hacia mí, por todas las metas que nos faltan y por las que juntos seguiremos luchando. Gracias.

A mis hermanos:

A Julián y Martín (†). Ausentes hoy en esta casa, pero no en mi corazón y mi mente, su recuerdo me ayudo a conseguir esto que desearía compartir hoy con ustedes en un fuerte abrazo, pero deseo y espero que algún día, en algún lugar, nos volvamos a ver y nos abracemos como desearía hacerlo hoy. Gracias por hacer de mi niñez y adolescencia un mar de recuerdos felices, donde jamás hubo tristeza hasta su partida.

A Edilberto, Elia, Georgina y Elena: A ustedes a quienes quiero y respeto tanto, gracias por permitirme entrar en sus vidas y dejarme ser parte de sus alegrías y tristezas, gracias por los consejos y apoyos que me brindan día con día, los llevare por siempre conmigo como lo que son y serán. Mis Queridos Hermanos. Gracias.

A mi Familia, Amigos, Compañeros y Maestros:

A todos ustedes, quienes con su experiencia, comentarios, cariño y apoyo, me ayudaron a cumplir una de mis metas en la vida. Gracias.

A ti que eres muy especial:

A ti, quien sin pensar ni saber, has sido gran parte del motivo para hacer este sueño realidad; hoy me he dado cuenta que los sueños se hacen realidad si uno lucha y se esfuerza por conseguirlos. Gracias por darme ese motivo y por ser parte de todo esto.

Julio César Jiménez García

A:

MI PADRE (†)

Tu que en tu presencia:

Me diste la vida, dedicaste tu tiempo para velar por mí, que con tus palabras me enseñaste el camino hacia mi destino, que por tus ideales serviste de ejemplo a seguir.

Tu que en tu ausencia:

Fuiste la imagen que motivó mi lucha, el símbolo sagrado que más fuerzas me dio, recibe una parte de lo que sembraste, de aquello que deseaste antes de morir.

MIS HERMANOS Y HERMANAS

Si las penas compartidas se dividen: las compartí, las comparto y las compartiré con ustedes.

Si la felicidad compartida se multiplica: la compartí, la comparto y la compartiré con ustedes

Gracias por todo...

A LA MUJER QUE AMO

En el desbarajuste de mis creencias; en busca de la descripción de mi amada; solo me atrevo a intervenir con tal certeza; de que detrás de ti está la nada.

MI MADRE

El esfuerzo, las sabias palabras, los desvelos, el sacrificio, los regaños, los correctivos, la motivación, los consejos, la ayuda, la capacidad, el trabajo, la comprensión, el entusiasmo, la inteligencia, la conducción, la destreza, la disciplina, la honestidad, la paciencia, el orgullo, la humildad, el honor, el respeto, la angustia, el dolor, el sufrimiento, la felicidad, el espíritu de lucha, la fe, el éxito, etc. etc. Todo!, todo es obra suya.

Mi labor. Interpretar y ejecutar su obra. Gracias por lo que hemos logrado.

MI TIO MAGO Y MI TIA LUPE

Por lo que siempre me dieron, por lo que jamás me negaron, por aquello que no me di cuenta que me dieron... y por todo lo que quisieron darme y no pudieron...

Muchas gracias....

MIS AMIGOS

Por su amistad.

MIS MAESTROS

Por sus enseñanzas.

Ing. Gerardo Ruiz González

- A mis padres, Francisco y Rebeca por su apoyo en cada instante de mi vida
- A Mariana por ser la mejor hermana que pude haber tenido.
- A mis abuelos Enrique y Toña.
- A mis Papis Rodolfo y Josefina por su ejemplo.
- A cada uno de mis tíos Villaverde, Enrique, Rafa, Manolo, Toño, Pepe, Hector y Hugo, todos son especiales y dejan siempre algo en mí.
- A mis tías Mecalco, Laura y Ceci, por su apoyo incondicional.
- A los demás tíos, Memo. Isa, Jorge, Esther, Clau, Luis (por ti estudié esto!), Alfredo, Chuy, Chata, Lupita, Beto. Lucero y obviamente a sus papás.
- A mis primos (todos y cada uno de ellos)
- A Carlos, primo, confidente, pero especialmente amigo (y pensar que no te gustaba el dominó)
- A Face, por ser mi hermano.
- A Lupe y Luis, por contar con ustedes siempre.
- A Gerardo y Cesar, por aguantarme, apoyarme, ayudarme, sin ustedes esto que se ha logrado, no sería lo mismo
- A Melón, por ayudarme en los proyectos y en mis tareas (siempre).
- A todos mis compañeros.
- A todos y cada uno de mis maestros
- A todas y cada una de las personas que han dejado para bien o para mal, huella en mi corazón y a todas las personas en quienes confío.
- A Dios.

Eduardo Villaverde Mecalco

PRÓLOGO:

Los sistemas computacionales durante las dos primeras décadas de existencia estaban altamente centralizados. El modelo antiguo (una sola computadora usada para satisfacer todas las necesidades de una organización) ha sido rápidamente reemplazado por el modelo en el cual un conjunto de computadoras interconectadas realizan el trabajo.

El incremento acelerado de la relación prestaciones/precio de los sistemas de tratamiento de la información, conjugado con los avances en las tecnologías de comunicación digital, ha motivado el éxito de los sistemas distribuidos constituidos por nodos situados a distancias relativamente cortas, intercomunicados mediante medios de soporte de la comunicación de media a alta capacidad.

En la historia de las redes locales podemos distinguir tres etapas:

- a) Los inicios experimentales, realizados en su mayoría en centros de investigación, desde la década de los sesenta y a mitad de los setenta. Destacan los esfuerzos de Bell Telephone Laboratories con un número elevado de redes en topología anillo. Xerox Corp donde se desarrolló el primer ETHERNET experimental, la Universidad de California, donde se investigó sobre una red llamada Distributed Computing System (DCS), el "Anillo de Cambridge" de la universidad inglesa del mismo nombre, por mencionar solo algunos desarrollos significativos.
- b) La segunda etapa coincide con la aparición de los primeros productos en el mercado y con el aumento de las prestaciones, tanto en capacidades de transmisión como en distancias máximas internodos. Coincide con los últimos años de la década de los setenta. En esta época se multiplican el número de empresas que ofrecen productos o servicios relacionados con redes locales.
- c) La tercera etapa se inicia en los primeros años de la década de los ochenta cuando el proyecto de futura Norma IEEE 802 comienza a tener influencia en los fabricantes y usuarios de redes locales, gracias a una amplia difusión de los documentos de las comisiones de trabajo. Se caracteriza por la consolidación de las topologías bus y anillo. Protocolos basados en CSMA/CD, similares al usado por la red de Xerox, Ethernet y el mecanismo de paso de testigo tanto en buses como en anillo.

OBJETIVO:

Este trabajo de tesis pretende desarrollar un compendio de información que ilustre a los estudiantes, ingenieros, investigadores y personas interesadas en la materia, el ¿Qué?, el ¿Cómo?, el ¿Cuándo?, el ¿Para qué?, el ¿Porqué? y el ¿Dónde? De las tecnologías emergentes y actuales de redes LAN, WAN y Sistemas de Transmisión Inalámbrica para este tipo de redes.

INDICE
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	3
1.2	Necesidades	8
1.3	Conceptos Básicos	9
1.3.1	Red Informática	9
1.3.2	Red de Area Local (Local Area Network, LAN)	9
1.3.3	Red de Area Metropolitana (Metropolitan Area Network, MAN)	10
1.3.4	Red de Area Amplia (Wide Area Network, WAN)	10
1.3.5	Medio Físico	10
1.3.6	Protocolos de Comunicación	10
1.3.7	Protocolos de Bajo Nivel	11
1.3.8	Protocolos de Red	11
1.3.9	Equipos de Red	12
1.3.10	Servicios de Red	12

CAPÍTULO 2: REDES LAN

2.1	Topologías	18
2.1.1	Topología Anillo	18
2.1.2	Topología Bus	20
	2.1.2.1 Bus Direccional	21
	2.1.2.2 Bus Unidireccional	21
2.1.3	Topología Estrella	22
2.1.4	Topología Arbol	22
2.1.5	Topología de Trama	23
2.1.6	Topología Combinada	23
	2.1.6.1 Anillo en Estrella	23
	2.1.6.2 Bus en Estrella	24
2.1.7	Estrella Jerárquica	24
2.2	Tecnología Token Ring	24
2.2.1	Sistema de Prioridad	27
2.2.2	Mecanismo de Detección de Fallas	27
2.3	Tecnología Ethernet	28
2.3.1	Sistemas a 10 Mbps	28
2.3.2	Sistemas Ethernet	29
2.3.3	Elementos del Sistema Ethernet	30
	2.3.3.1 Protocolo CSMA/CD	30
	2.3.3.2 Colisiones	31
	2.3.3.3 Entrega de Datos	31
2.3.4	Trama y Dirección de Ethernet	32
2.3.5	Direcciones Multicast y Broadcast	33
2.3.6	Protocolos de Alto Nivel y Direcciones Ethernet	33
	2.3.6.1 Funcionamiento ARP	33

2.4	Tecnología Fast Ethernet	34
2.4.1	Introducción a Fast Ethernet	35
2.4.2	Implementaciones de Fase Ethernet	36
2.4.2.1	Subcapa MAC	36
2.4.2.2	Interfaz Independiente al Medio	36
2.4.2.3	Capa Física	36
2.5	Tecnología FDDI	38
2.5.1	Nivel Físico PMD	40
2.5.2	Nivel Físico PHY	40
2.5.3	Nivel de Enlace MAC	41
2.6	Tecnología CDDI	42

CAPÍTULO 3: REDES WAN

3.1	Topologías	48
3.1.1	Enlaces de Area Extensa	48
3.1.2	Líneas Dedicadas	49
3.1.2.1	Circuitos Punto a Punto	49
3.1.3	Líneas Conmutadas	49
3.1.3.1	Servicio de Conmutación de Circuitos	50
3.1.3.2	Servicio de Conmutación de Paquetes	51
3.1.3.3	Redes Públicas	51
3.1.3.4	Compañías de Telecomunicaciones Locales	52
3.1.3.5	Compañías de Telecomunicaciones de Interconexión	52
3.1.3.6	Compañías de Telecomunicaciones de Valor Agregado	52
3.1.4	Redes Privadas	52
3.1.5	Líneas Analógicas	53
3.1.6	Líneas Digitales	53
3.2	Tecnologías	53
3.2.1	Equipos de Punteo	54
3.2.1.1	Transparent Bridge	54
3.2.1.2	Translating Bridge	55
3.2.1.3	Encapsulating Bridge	55
3.2.1.4	Source Routing Bridge	56
3.2.2	Equipo de Switcheo	56
3.2.3	Equipo de Ruteo	56
3.2.3.1	Ruteadores	56
3.2.3.2	Brouther	57
3.2.3.3	Gateways	58
3.2.4	Red WAN de Respaldo	59
3.2.5	Sistema de Monitoreo y Administración de la Red	59
3.3	Ruteo	60
3.3.1	Determinación de la Ruta	60
3.3.2	Algoritmos de Ruteo	61
3.4	Acceso Remoto	62
3.4.1	Métodos de Conexión para Acceso Remoto	62

3.4.1.1	Conexión Tipo Terminal	63
3.4.1.2	Conexión SLIP	63
3.4.1.3	Conexión PPP	63
3.4.2	Software de Comunicación Remota	64
3.4.2.1	Trumpet Winsock	64
3.4.2.2	PCNFSpro	64
3.4.2.3	Cheyenne	65
3.4.2.4	Internet in a Box – SPRY	65

CAPÍTULO 4: INFRAESTRUCTURA DE REDES LAN Y WAN

4.1	Cableado Estructurado	69
4.1.1	Normalización de los Sistemas	69
4.1.2	Ventajas del Cableado Estructurado	70
4.1.3	Cableado Estructurado Categoría 5	71
4.1.4	Componentes del Cableado Estructurado	72
4.1.5	Cableado Horizontal	75
4.1.6	Backbone	76
4.1.7	Patch Cord	77
4.1.8	Canalizaciones y Ductos	78
4.1.9	Peinado y Conectorizado del Cable	78
4.1.10	Escaneo	80
4.1.11	Documentación	80
4.2	RDSI - Red Integral de Servicios Integrados	81
4.2.1	RDI	82
4.2.2	RDSI-BE	83
4.2.2.1	Evolución Funcional en la RDSI-BE	83
4.2.3	Estructura RDSI	84
4.2.3.1	Canales RDSI	84
4.2.4	Estructura de Transmisión	86
4.2.5	Protocolos RDSI	87
4.2.6	Conexiones RDSI	87
4.2.7	Servicios RDSI	88
4.2.7.1	Servicios Portadores	89
4.2.7.2	Teleservicios	90
4.2.7.3	Servicios Suplementarios	91
4.3	Norma EIA/TIA	92
4.3.1	Alcance	93
4.3.2	Cableado Horizontal	94
4.3.2.1	Topología Horizontal	95
4.3.2.2	Distancias	95
4.3.2.3	Medios Reconocidos	95
4.3.2.4	Elección del Medio	96
4.3.2.5	Prácticas de Instalación	96
4.3.3	Backbone o Columna Vertebral	97
4.3.3.1	Topología	97

4.3.3.2	Cables Reconocidos	98
4.3.3.3	Selección del Medio	98
4.3.3.4	Distancias	99
4.3.3.5	Conexión Cruzado Principal y Punto de Entrada	99
4.3.4	Armario de Telecomunicaciones	100
4.3.4.1	Prácticas de Cableado	101
4.3.5	Cuarto de Equipos	101
4.3.5.1	Función del Cuarto de Equipos	102
4.3.6	Instalaciones de Entrada	102
4.3.6.1	Funciones de las Instalaciones de Entrada	102
4.4	Norma IEEE	102
4.4.1	Estándares Aprobados para Redes LAN	103
4.4.2	Estándares en Revisión	103

CAPÍTULO 5: PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

5.1	Modelo de Referencia OSI	107
5.1.1	Nivel Físico	109
5.1.2	Nivel de Enlace	109
5.1.3	Nivel de Red	111
5.1.4	Nivel de Transporte	112
5.1.5	Nivel de Sesión	114
5.1.6	Nivel de Presentación	115
5.1.7	Nivel de Aplicación	115
5.2	Módulo de Referencia	116
5.2.1	Capa Host-Red	117
5.2.2	Capa Internet	117
5.2.2.1	Datagrama IP	118
5.2.2.2	Enrutamiento de Diagramas	119
5.2.2.3	Tipos de Enrutamientos	119
5.2.3	Capa de Transporte	120
5.2.4	Capa de Aplicación	121
5.3	Protocolos de Ruteo	121
5.3.1	Protocolo PPP	121
5.3.2	Protocolo RIP	122
5.3.2.1	Formato de la Tabla de Ruteo	123
5.3.2.2	Formato del Paquete RIP	124
5.3.3	Protocolo EGP	125
5.3.3.1	Tecnologías Básicas	125
5.3.3.2	Formato del Paquete EGP	126
5.3.3.3	Mensajes EGP	127
5.3.4	Protocolo BGP	128
5.3.4.1	Operación del BGP	128
5.3.4.2	Ruteo BGP	129
5.3.4.3	Mensajes BGP	129
5.4	Protocolos Ruteables	130

5.4.1	Arquitectura IPX/SPX	130
5.4.1.1	Nivel de Transmisión al Medio	130
5.4.1.2	Nivel de Red	131
5.4.1.3	Nivel de Transporte	132
5.4.1.4	Nivel de Aplicación	133
5.4.2	Apple Talk	133
5.4.2.1	Tecnologías Básicas	133
5.4.2.2	Acceso al Medio	134
5.4.2.3	Nivel de Red	134
5.4.2.4	Nivel de Transporte	135
5.4.3	Redes X 25	136
5.4.3.1	Tecnología Básica	136
5.4.3.2	Formato del Macro	137
5.4.3.3	Nivel Físico	137
5.4.3.4	Nivel de Enlace	138
5.4.3.5	Nivel de Transporte	139
5.4.4	Frame Relay	140

CAPÍTULO 6: MEDIOS FÍSICOS DE COMUNICACIÓN PARA REDES LAN Y WAN

6.1	Adaptabilidad de los Medios de Comunicaciones	145
6.2	Localización en el Medio OSI	145
6.3	Medios Guiados	146
6.3.1	Pares Trenzados	146
6.3.1.1	UTP	147
6.3.1.2	STP	150
6.3.2	Cable Coaxial	151
6.3.2.1	Cable Coaxial de Banda Base	152
6.3.2.2	Cable Coaxial de Banda Ancha	152
6.3.3	Fibra Óptica	153
6.3.3.1	Longitud de Onda	154
6.3.3.2	Tipos de Fibra Óptica	154
6.3.3.3	Aplicaciones de Fibra Óptica	157
6.4	Medios No Guiados	157
6.4.1	Naturaleza de las Ondas de Radio	158
6.4.2	Propagación de las Ondas de Radio	158
6.4.2.1	Propagación por Onda Terrestre	158
6.4.2.2	Propagación en Línea Recta o Alcance Visual	159
6.4.2.3	Propagación por Onda Espacial	159
6.4.3	Comunicación Satelital	159
6.4.3.1	Satélites	159
6.4.3.2	Estructura de los Satélites	159
6.4.4	Estaciones Terrestres	160

CAPÍTULO 7: MODOS DE TRANSMISIÓN ACTUALES EN REDES LAN Y WAN

7.1	Tecnología ATM	163
7.1.1	Características Básicas de ATM	164
7.1.2	Formato de Celdas ATM y Circuitos Virtuales	164
7.1.2.1	Campos en Celdas ATM	165
7.1.3	Establecimiento de Conexión	166
7.1.4	Estructura de Niveles	167
7.1.4.1	Nivel Físico	167
7.1.4.2	Nivel de Convergencia	168
7.1.4.3	Nivel ATM	168
7.1.4.4	Nivel de Adaptación ATM (AAL)	169
7.1.5	Conmutación ATM	170
7.1.5.1	Canales Virtuales	170
7.1.5.2	Conmutación	171
7.1.6	Beneficios ATM	171
7.1.7	ATM Vía Inalámbrica	172
7.1.7.1	Redes Híbridas	172
7.1.7.2	ATM pro Radio: Conceptos	174
7.1.7.3	ATM Vía Satélite	174
7.2	Tecnología Gigabit Ethernet	176
7.2.1	Características de Gigabit Ethernet	177
7.2.2	Aplicaciones de Gigabit Ethernet	178
7.3	Redes Inalámbricas	182
7.3.1	Panorámica Global	182
7.3.2	Norma IEEE 802.11 para Redes LAN Inalámbricas	183
7.3.2.1	Control de Acceso al Medio	183
7.3.3	Nivel Físico	184
7.3.3.1	Tecnología de Espectro Disperso	184
7.3.4	Zonas de Fresnel	185
7.3.4.1	Espacio Libre Requerido	185
7.3.5	Homologación	186
7.3.6	Area de Cobertura	186
7.3.7	Compatibilidad	186
7.3.8	Velocidad	186
7.3.9	Interferencia	187
7.3.10	Seguridad	187
7.3.10.1	Código Identificador de Red de Cuatro Dígitos	187
7.3.10.2	Beacom Key Code and Domain ID	187
7.3.10.3	Encriptación DES/AES	187
7.3.10.4	Confiabilidad	188

CAPÍTULO 8: EQUIPOS Y APLICACIONES

8.1	Conectores al Medio de Transmisión	191
8.2	Plataformas de Interfase para Red	192

8.2.1	Transceivers	192
8.2.2	Tarjetas de Interfaz de Red	193
8.2.3	Modem	193
8.2.4	Adaptadores para Transmisión en el Medio	193
8.3	Equipos de Comunicaciones para Redes	193
8.3.1	Repetidores	193
8.3.2	Puentes	194
8.3.3	Multiplexores	195
	8.3.3.1 Multiplexaje por División de Frecuencia	195
	8.3.3.2 Multiplexaje por División de Tiempo	195
	8.3.3.3 Multiplexaje por División de Tiempo Estadístico	196
8.3.4	Ruteadores	196
8.3.5	Concentradores	197
	8.3.5.1 Apilamiento	197
	8.3.5.2 Cascadeo	197
8.3.6	Switches	198
8.4	Equipo para Redes Actuales	199
8.4.1	Equipo Fast Ethernet	199
8.4.2	Equipo Gigabit Ethernet	201
8.4.3	Equipo ATM	202
8.4.4	Equipo para Redes Inalámbricas	203
8.5	Ventajas y Desventajas	204
8.6	Aplicaciones	206
8.6.1	Red de Telecomunicaciones UNAM	207

CAPÍTULO 9: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES

9.1	Estado Actual	215
9.2	Tendencias	216
	9.2.1 Tendencia en Tecnologías	218
9.3	Perspectivas en la UNAM	222
	9.3.1 Internet 2	223
9.4	Perspectivas de el proveedor	224
	9.4.1 Internet Inalámbrico	225
9.5	Red Tecnológica Nacional	226
9.6	Perspectivas Internacionales	227

CAPÍTULO 10: CONCLUSIONES

APÉNDICE A: PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED

APÉNDICE B: GLOSARIO DE TÉRMINOS

APÉNDICE C: BIBLIOGRAFÍA

FALTAN PAGINAS

1

De la:

2

A la:

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Las potencias mundiales están desarrollando nuevas tecnologías en el área de redes de comunicación, las cuales por su rápido surgimiento y avance, están quedando fuera de los alcances de los cursos que se imparten en las universidades de gran parte del mundo, estas tecnologías son primordiales para los estudiantes e ingenieros que quieran complementar sus conocimientos y/o aprender este tipo de tecnologías, que, en todo el mundo, tienen gran aceptación tanto en el sector gobierno como en el sector corporativo. Este trabajo de tesis pretende desarrollar un compendio de información que ilustre a los estudiantes, ingenieros, investigadores y personas interesadas en la materia, todo lo relacionado a las tecnologías emergentes y actuales de Redes LAN, WAN y Sistemas de transmisión inalámbrica para este tipo de redes.

Se desarrollan puntos de carácter introductorio e histórico de los sistemas, para que el consultor pueda tener bases de estos temas desde su misma conceptualización; analizaremos los medios físicos de transmisión en redes tales como Fibra óptica, Pares Trenzados de Cobre (UTP, STP, FTP) y medio inalámbrico para redes de comunicación de alta velocidad, se analizarán equipos utilizados hoy en día en éstos sistemas y prototipos que en un tiempo se estarán implementando, plantaremos perspectivas nacionales e internacionales para estos sistemas de comunicación, además de un análisis detallado de lo que es el Cableado Estructurado certificado prioritario hoy, dentro de cualquier instalación para redes de alta velocidad certificadas.

En este capítulo hacemos referencia a los antecedentes históricos que dieron origen a las redes de comunicación entre estaciones de trabajo, se analizarán las causas que las originaron y mostraremos conceptos básicos que facilitarán el entendimiento de los capítulos posteriores.

1.1 Antecedentes

En la actualidad la comunicación entre estaciones de trabajo ha demostrado ser una herramienta muy poderosa, y, hoy en día, casi imprescindible para la realización de actividades en todo tipo de personas, en hogares, oficinas, industrias y empresas de cualquier ramo. Entre las múltiples funciones que se llevan a cabo encontramos la transferencia de información a cualquier lugar, ya sea en forma local o remota, función que cada día es más común en la sociedad. Esta popularidad está fundamentada no solo en las necesidades de las personas o compañías sino en el hecho de que los costos de adquisición son día con día más accesibles.

La tecnología primitiva para redes fue desarrollada en los años 1950 y 1960 para capacitar a usuarios múltiples compartir computadoras tipo "main frame" mediante el uso de terminales conectadas por cables a las computadoras centrales. En esta situación, no había conexiones entre computadoras, ni mecanismos avanzados para compartir información mediante ellas. A finales de la década de 1960 y a principios de los años de 1970, varias tecnologías y estándares fueron desarrollados para permitir la conexión y la comunicación entre verdaderas computadoras, así, el compartir información mediante redes de computadoras se hizo posible.

El experimento más importante en este proceso de compartir información mediante redes comenzó hace más de veinte años cuando el Departamento de los Estados Unidos empezó a financiar una serie de conexiones, basadas en líneas telefónicas entre las computadoras de varios laboratorios nacionales y universidades de los Estados Unidos con el fin de intercambiar información acerca de los proyectos de desarrollo e investigación financiados por el gobierno y a compartir el tiempo de procesamiento en las inmensas computadoras que se necesitaban para ciertos problemas científicos. Esta red resultó tan productiva que otras redes nacionales e internacionales de telecomunicaciones entre centros de cómputo académicos y gubernamentales empezaron a aparecer. La interconexión de computadoras en los negocios comenzó a pequeña escala en la década de 1980 con el enlace de computadoras personales mediante cables dentro de una oficina para compartir aparatos periféricos caros como discos duros grandes e impresoras de alta calidad. Estas primeras redes se hicieron más elaboradas rápidamente, con énfasis creciente en la capacidad de compartir información entre usuarios de una oficina. Rápidamente se hizo común en los negocios compartir información entre sucursales, enlazando redes locales entre sí utilizando canales de comunicaciones tales como líneas telefónicas, fibra óptica, microondas, satélites, etc. para los enlaces de larga distancia entre estas redes locales.

La tendencia a conectar redes de computadoras se hizo sumamente difícil debido a la incompatibilidad entre el hardware, el software y los estándares desarrollados para uso comercial. La conquista de estas incompatibilidades ha sido el logro sobresaliente en redes en los años 1990 y los estándares y servicios desarrollados originalmente para Internet han jugado un rol de liderazgo en la resolución de estos conflictos.

El crecimiento de las redes de computadoras en la década pasada nos ha llevado a modificar nuestros pensamientos acerca de las computadoras como "la computadora en sí" y enfocarnos más en la forma en que podemos comunicar las estaciones de trabajo y las razones para hacerlo.

De acuerdo a lo anterior, se presentan cronológicamente los avances más importantes que se fueron dando en el desarrollo de la tecnología y que hicieron posible la comunicación que hoy en día existe entre equipos de cómputo de todo el mundo.

1957

- La Unión Soviética envía al espacio el Sputnik, primer satélite artificial. Ese hecho da inicio a una cerrada competencia entre la URSS y los Estados Unidos por imponer su hegemonía en el espacio. En respuesta, la Unión Americana forma la Agencia de Proyectos e Investigaciones Avanzadas (ARPA), organismo que se dedicaría a impulsar el desarrollo científico y tecnológico de los Estados Unidos.

1962

- Paul Baran y el Personal de la corporación RAN (agencia del gobierno de los Estados Unidos) proponen el desarrollo de un sistema de redes de comunicación distribuida, el cual respondería a fines militares. Mediante el referido proyecto, Baran

intentaría incidir en el posible desarrollo que admitiera el intercambio de información entre computadoras

1964 - 1965

- La ARPA emprende sus primeras investigaciones en materia de redes cooperativas de comunicación mediada por computadoras. Además, los investigadores de la ARPA estudian la posibilidad de desarrollar redes de cooperación en la transmisión de datos e intercambio de información estratégica a través de computadoras. En este mismo periodo, la ARPA establece el proyecto ARPANET, primer antecedente inmediato de Internet.

1969

- Inicia el proyecto ARPANET. Las computadoras de cuatro universidades de los Estados Unidos (Stanford Research Institute, UCLA, UC Santa Bárbara y la Universidad de UTAH) integran la primera red, bajo el modelo de comunicación de ARPANET. Los equipos de cómputo se enlazan entre sí a través de una conexión de 50 Kbps.

1970

- La red ARPANET permite la colaboración a distancia entre investigadores de distintas Universidades a través de una de sus primeras herramientas: el correo electrónico

1971

- Con un total de 23 computadoras enlazadas, se establecen 15 nodos entre las siguientes instituciones: UCLA, SRI, UCSB, U de UTAH, BBN, MIT, RAND, SDC, Harvard, Lincoln Lab, Stanford, UIU, CWRU, CMU y NASA.

1972

- La agencia ARPA adopta un nuevo nombre: DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency).
- Se designa a Vinton Cerf como director del InterNet Working Group (INWG), asociación que regularía el crecimiento de la red. Se determinan las primeras especificaciones de Telnet.

1973

- Se establecen los primeros enlaces internacionales de ARPANET. Las primeras naciones en enlazarse son El reino Unido y Noruega.
- Se definen las primeras especificaciones para transferencia de archivos (FTP, File Transfer protocol).

- Se define el Protocolo de Control de Transmisión (TCP, Transfer Control Protocol).

1974 - 1976

- La empresa Telenet inicia operaciones comerciales con su propia red, la cual es muy similar a ARPA.
- Bill Gates y Paul Allen fundan la empresa Microsoft.
- Steve Jobs forma la empresa de computadoras Apple Computer Company.
- Empieza a operar la red SATNET, La cual comunica a Estados Unidos con Europa.

1977 - 1979

- Se establecen nuevas especificaciones para el correo electrónico.

1981 - 1982

- Importantes firmas de telecomunicaciones como Digital Equipment Corporation, Intel Corporation y Xerox Corporation desarrollan en estándar Ethernet.
- Surgen nuevas redes de computadoras: BITNET (red de Nueva York con conexiones hacia Yale, la cual adopta el protocolo de comunicación RSCS de IBM) y CSNET (red desarrollada por la National Science Foundation: NSF).
- Vinton Cerf propone se conecten entre sí las redes CSNET y ARPANET para formar una extensa red de redes.
- Se definen los protocolos TCP/IP. Bob Kahn y Vint Cerf coordinan el equipo que desarrolla los referidos protocolos.
- Se usa por primera vez el término "Internet" para definir la red de redes.

• 1983

- El primero de enero finalmente aparece Internet. A partir de esa fecha, toda máquina conectada a la red emplea, para tal efecto, el protocolo TCP/IP.
- Aparecen nuevas redes de computadoras como FIDONET y EARN.
- La firma Microsoft introduce al mercado el primer Mouse y el popular ambiente de ventanas conocido como Windows.

1984 - 1985

- Se introduce el Domain Name System o DNS.

1986 - 1989

- Se crea la red NSFNET y se establecen cinco centros de supercómputo
- Se reemplaza la columna principal de comunicaciones de la red NSFNET por una conexión tipo T1 (1.544 Mbps). Así se logra hacer 25 veces más rápida a la referida red ya que la conexión anterior era de solo 50 Kbps.
- Aparece la ampliación Internet Relax Chata (IRC) para permitir conversaciones en tiempo real.

1990

- Como consecuencia del derrumbe del bloque socialista, el gobierno de los Estados Unidos cancela el proyecto ARPANET.
- Internet alcanza 300 mil host.

1991

- Se reemplaza la conexión de tipo T1 en la NSFNET por una conexión de tipo T₃, la cual asciende a 44 mil 736 Mbps.
- Las compañías Apple e IBM firman un convenio para colaborar en el desarrollo de equipo de cómputo.

1992

- Comienzan a operar dos avanzados sistemas de transmisión de información vía Internet: Audio Multicast y Video Multicast.
- Internet alcanza un millón de host

1993 - 1994

- Aparece el primer Browser para el Web, llamado Mosaic, el cual permite al usuario revisar la información de manera sencilla y gráfica.

1995

- James Gosling, científico que labora en Sun Microsystems, desarrolla un lenguaje de programación denominado Java. Este poderoso lenguaje propicia el desarrollo de novedosas aplicaciones que revolucionan el proceso de programas en Internet.

1996

- Diez millones de computadoras en mas de 170 países se encuentran conectadas en Internet.

1997-Actualidad

- Millones de personas en el mundo ya trabajan a distancia (telecommute). Bill Gates expresa su intención de apoderarse del mercado de las telecomunicaciones mediante un poderoso proyecto de satélites de órbita baja e imponer su popular navegador Internet Explorer.
- Surge el concepto de Internet 2 que permite manejo de ancho de banda amplio para grandes aplicaciones entre universidades, institutos, hospitales, bibliotecas y grandes empresas a nivel mundial.
- Grandes avances en área inalámbrica para comunicación en redes LAN y WAN.

Por otra parte y para empezar a conocer cualquier tipo de nuevas tecnologías es necesario obtener desde un principio las bases que nos ayuden a digerir de una manera más rápida los conceptos y principios de funcionamiento de estas. De esta manera, empezaremos por dar los conceptos básicos que nos permitan el fácil entendimiento de lo que posteriormente se plantea.

1.2 Necesidades

Desde el principio de las comunicaciones el objetivo fue unir a través de un medio físico o inalámbrico áreas de trabajo, esta comunicación trajo como resultado mejores niveles de vida para un mundo comunicado por medio de teléfonos, telégrafos, radios etc. Con el surgimiento de equipos capaces de procesar volúmenes fuertes de información dentro del área de computo, la necesidad de comunicarlos entre si fue el paso siguiente a cubrir; esta necesidad llevo a investigadores de gran parte del mundo a desarrollar dispositivos que permitieran esta comunicación entre estaciones de trabajo. La comunicación entre equipos permitiría aprovechar los recursos propios de cada usuario además de que el compartir información y hacer las actividades que requirieran algún tipo de comunicación se verían mejoradas en tiempo y costo.

La principal razón por la cual se han desarrollado las redes de comunicaciones es que el costo de establecer un solo enlace entre dos usuarios de una red es muy elevado, sobre todo considerando que no todo el tiempo todos los usuarios se comunican entre sí. Es mucho mejor contar con una conexión dedicada para que cada usuario tenga acceso a la red a través de su equipo terminal, pero una vez dentro de la red los mensajes utilizan enlaces que son compartidos con otras comunicaciones de otros usuarios. Comparando con los transportes, a todas las casas llega una calle en la que puede circular un automóvil y a su vez conducirlo a una carretera, pero no todas las casas están ubicadas en una carretera dedicada a darle servicio exclusivamente a un solo vehículo. Las calles desempeñan el papel de los canales de acceso y las carreteras el de los canales compartidos.

La necesidad de ampliar las capacidades de comunicación entre estaciones de trabajo llámese computadoras, servidores, concentradores o cualquier equipo de conectividad o de computo, ha tenido como consecuencia la creación de este tipo de sistemas llamados

redes Entre las funciones mas importantes de estas se encuentran cubrir la necesidad de comunicación dentro del sistema, además de permitir un adecuado aprovechamiento de los recursos entre los usuarios

1.3 Conceptos básicos

1.3.1 Red Informática:

Una Red puede definirse como un conjunto de equipos conectados entre sí mediante un medio de comunicación con la finalidad de compartir información y recursos. Las redes informáticas se pueden clasificar según su extensión como Redes de Area Local (LAN), Redes Metropolitanas (MAN) y Redes de Area Amplia (WAN) o de acuerdo a su topología como Redes en Anillo, Estrella, Bus, Arbol, Trama y combinaciones de ellas.

1.3.2 Redes de Area Local (LAN, Local Area Network)

Una red de área local es un sistema de interconexión de equipos informáticos basado en líneas de alta velocidad (decenas o cientos de megabits por segundo) y que abarca hasta un campus pequeño.

Cuando se habla de una red de área local de computadoras, es necesario diferenciar entre la topología física y la topología lógica. La topología física es cómo se ve la red si se visualiza en un plano horizontal, mientras que la topología lógica hace referencia a la forma en que están en realidad conectadas las computadoras para intercambiar la información. Así, de acuerdo con lo anterior, las topologías física y lógica empleadas básicamente por las redes LAN son:

- Anillo
- Bus
- Estrella

De la misma manera, al hablar de una red de área local se hace referencia a una red que posee las características siguientes:

- Las computadoras se encuentran instaladas en un área geográficamente limitada, la cual puede tener un radio máximo de unos de 10 Km como por ejemplo el campus de una universidad.
- Está estructurada mediante la interconexión de un medio estructural continuo.
- Por lo general pertenece en su totalidad a una misma empresa.
- Le permite a todas las computadoras comunicarse entre sí, ya sea de una computadora a varias o de una a solo otra (uno a uno).

- Tolera velocidades tanto bajas como altas. Desde velocidades a 75 Kbps hasta cerca de 140 Mbps (redes LAN basadas en fibra óptica).
- Trabajan a una baja tasa de error ($10E-8$ a $10E-11$).
- Se caracterizan también porque de inmediato están disponibles comercialmente. Es tan rápido su desarrollo que no hay tiempo para esperar los estándares.

1.3.3 Redes de Area Metropolitana (MAN, Metropolitan Area Network)

Una red de área metropolitana es un sistema de interconexión de equipos informáticos distribuidos en una zona que abarca diversos edificios, por medios pertenecientes a la misma organización propietaria de los equipos. Habitualmente este tipo de redes se utiliza para interconectar redes de área local.

1.3.4 Redes de Area Amplia (WAN, Wide Area Network)

Una red de área amplia es un sistema de interconexión de equipos informáticos geográficamente dispersos, incluso en continentes distintos. Las líneas utilizadas para este tipo de interconexión suelen ser parte de las redes públicas de transmisión de datos.

1.3.5 Medio Físico

El medio físico es la vía mediante la cual se envían las señales eléctricas para poder llevar a cabo la transmisión de la información; dentro de los medios físicos más utilizados para realizar el transporte de información se pueden mencionar los siguientes:

- Cables de Cobre
- Fibra Optica
- Cable Coaxial
- Aire

1.3.6 Protocolo de comunicación

Es el elemento que permite lograr una buena comunicación entre los usuarios de una red, es el protocolo quien establece el conjunto de normas o reglas a seguir para realizar en forma optima los intercambios de información.

La mayoría de las redes y protocolos, se organizan en una serie de capas o niveles con el objeto de reducir la complejidad de su diseño. Cada una de ellas se construye sobre su predecesora. El numero de capas, nombre, contenido y función varían, sin embargo, en cualquier red o protocolo, el propósito de cada capa es ofrecer ciertos servicios a las capas superiores, liberándolas del conocimiento detallado sobre cómo se realizan dichos servicios.

La capa "n" en una estación de trabajo, conversa con la capa "n" de otra estación de trabajo. Las reglas y convenciones utilizadas en esta conversación, se conoce conjuntamente como Protocolo de la Capa "n".

Dentro del Capitulo V detallaremos mas claramente todo lo referente a los protocolos de comunicación en redes de comunicaciones.

1.3.7 Protocolos de Bajo Nivel

Los protocolos de bajo nivel son aquellos que controlan el acceso al medio físico, lo que se conoce como MAC (Media Acces Control) y, además, parte del nivel de transmisión de datos, ya que se encargan también de las señales de temporización de la transmisión. Los protocolos de bajo nivel mas conocidos en la actualidad se pueden listar de la siguiente manera:

- Ethernet
- 10base5
- 10base2
- 10baseT
- 10baseF Switched Ethernet
- Ethernet de 100 Mbps (100baseX)
- Token Ring
- Token Bus
- FDDI
- CDDI
- HDLC
- Frame Relay
- ATM

1.3.8 Protocolos de Red

Los protocolos de red son aquellos que se encargan de definir grupos de comandos con los cuales una máquina envía información a otra, es decir, comandos para especificar, quien es el que envía, quien el que recibe y que es lo que se envía. Así, los protocolos que son comúnmente utilizados y por lo tanto los mas conocidos son:

- IPX/SPX
- DECnet
- X.25
- TCP/IP
- Apple Talk
- NetBEUI

1.3.9 Equipos de Red

Los equipos de red son el Hardware que hace posible el funcionamiento adecuado y reglamentado de una red de computadoras. Una red debe contener entre otras cosas los equipos que permitan que esta funcione como una verdadera red, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Tarjeta de Red (NIC/MAU)
- Concentradores
- Repetidores
- Puentes (Bridges)
- Ruteadores (Routers)
- Compuertas (Gateways)
- Servidores

1.3.10 Servicios de Red

La finalidad de una red es que los usuarios de los sistemas informáticos de una organización puedan hacer un mejor uso de los mismos, mejorando de este modo el rendimiento global de la organización. Así, las organizaciones obtienen una serie de ventajas del uso de las redes en sus entornos de trabajo, como pueden ser:

- Mayor facilidad de comunicación
- Mejora de la competitividad
- Mejora de la dinámica de grupo
- Reducción del presupuesto para proceso de datos

- Reducción de los costos de proceso por usuario
- Mejora en la administración de los programas
- Mejora en la integridad de los datos
- Mejora en los tiempos de respuesta
- Flexibilidad en el proceso de datos
- Mayor variedad de programas
- Mayor facilidad de uso
- Mejor seguridad

Para que todo esto sea posible, la red debe prestar una serie de servicios a sus usuarios, como son:

- Acceso
- Archivos
- Impresión
- Correo
- Información
- Otros

Para la prestación de los servicios de red se requiere que existan sistemas en la red con capacidad para actuar como servidores. Los servidores y servicios de red se basan en los sistemas operativos de red.

Un sistema operativo de red es un conjunto de programas que permiten y controlan el uso de dispositivos de red por múltiples usuarios. Estos programas interceptan las peticiones de servicio de los usuarios y las dirigen a los equipos o servidores adecuados. Por ello, el sistema operativo de red, le permite a ésta ofrecer capacidades de multi proceso y multi usuario. Según la forma de interacción de los programas en la red, existen dos formas de arquitectura lógica:

- Cliente - Servidor.
- Redes de pares (peer to peer).

CAPÍTULO 2

REDES LAN

CAPÍTULO 2: REDES LAN

Ya sabemos que una red de área local ó LAN como comúnmente se le conoce, es un sistema de interconexión de equipos informáticos, el cual tiene como objetivo principal lograr la comunicación entre los mismos, que permita la transferencia de información, compartir recursos y tiempos de proceso.

Las redes son particularmente importantes por el hecho de que una gran cantidad de estaciones de trabajo están y estarán conectadas a una red LAN como un primer paso en su participación en un ambiente computacional distribuido. Es así como las redes LAN son la puerta de entrada de las organizaciones para tener acceso a un ambiente distribuido multiusuario. Puerta que puede comenzar de una manera sencilla y modesta, pero que es capaz de expandirse a medida que la organización crece.

Hasta hace muy poco tiempo, los fabricantes de redes locales competían en los siguientes aspectos:

- El método de acceso: CSMA/CD, Token Ring u otros.
- El Ancho de Banda: Qué tantos datos y a que velocidad pueden pasar.
- El Modo de transmisión: Banda Base, Banda Ancha.
- El Medio de Trasmisión: Par Trenzado, Fibra Optica, Cable Coaxial, Etc.

Esta competencia cambio hacia la interfaz del usuario y la facilidad de utilización de la red LAN, teniendo en cuenta la velocidad y el desempeño; pero sin que importe mucho la tecnología de base. Esto se debe, en buena parte, al trabajo realizado por los organismos de estandarización.

Ante la diversidad de computadoras y de las formas en que estas se pueden interconectar, surgió la necesidad de normalizar la interconexión. Es así como la IEEE elaboró las normas de la serie 802, las que recopilan las propuestas de normalización más serias y de mayor acogida; y la Organización Internacional de Normas (ISO) elaboró su modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection) para la interconexión de sistemas abiertos

Para entender mejor lo que es una red de área local, es importante conocer la diferencia entre esta y un sistema centralizado.

Una de las primeras concepciones de la sistematización fueron los sistemas centralizados multiusuario, en los que se tiene una máquina central (llámese mainframe o mini) a la que se conectan terminales de usuario, conocidas genéricamente con el nombre de terminales tontas. Las terminales tontas se caracterizan porque no efectúan ningún procesamiento de información y se limitan a desplegar la información y a recibir del usuario comandos a través del teclado. Todo el procesamiento es llevado a cabo por la máquina central, la que asigna recursos (memoria, tiempo de procesador, etc.) a cada

una de las terminales que tiene conectadas. Debido a que el procesador de la máquina central soporta a varios usuarios, a este tipo de sistema se le conoce con el nombre de sistema multiusuario.

Por otro lado están las terminales inteligentes. Las microcomputadoras que tenemos en las oficinas y en las casas pertenecen a esta categoría. Se caracterizan porque son capaces de efectuar procesamiento (cada una tiene su propio procesador) y por ende pueden funcionar de manera aislada e independiente. Sin embargo, se puede querer interconectarlas en una red local. Estas computadoras son capaces de ejecutar un cierto software de emulación que les permite convertirse en terminales tontas. Esta facilidad hace que en muchas partes se tenga un equipo multiusuario, sin terminales, al que se tiene acceso desde computadoras personales que emulan terminal. De esta forma, las computadoras son utilizadas en la modalidad independiente (stand-alone) para correr ciertas aplicaciones, y en la modalidad de emulación de terminal para acceder aplicaciones del servidor central (una base de datos, por ejemplo).

2.1 Topologías

Las redes de área local pueden clasificarse en varios tipos de acuerdo a su topología física o forma lógica. Si hablamos de su topología física nos referimos a la forma en que la red se vé si ésta se visualiza desde lo alto en un plano horizontal, mientras que la topología lógica hace referencia a la manera en que están realmente conectadas las computadoras para lograr el objetivo de intercambiar información. Esta diferenciación se hace evidente cuando se utiliza el cableado estructurado, muy común hoy en día.

El acierto en la elección de una u otra estructura dependerá de su adaptación en cada caso al tipo de tráfico que debe cursar y de una valoración de la importancia relativa de las prestaciones que de la red se pretende obtener.

De acuerdo con lo anterior, las topologías física y lógicas empleadas por las redes LAN son:

- Anillo
- Bus
- Estrella
- Árbol
- Trama
- Combinadas

2.1.1 Topología Anillo

Una red conectada en topología anillo es aquella en la que las estaciones están unidas una con otra formando un círculo por medio de un cable común. La información circula

alrededor del anillo en un solo sentido. Cada uno de los nodos lee la dirección en el encabezado de los mensajes y hace las veces de amplificador/repetidor de los mensajes.

Estas redes utilizan el token (testigo) en su funcionamiento (IEEE 802.5), por lo que debe haber un nodo que controle la presencia de este token.

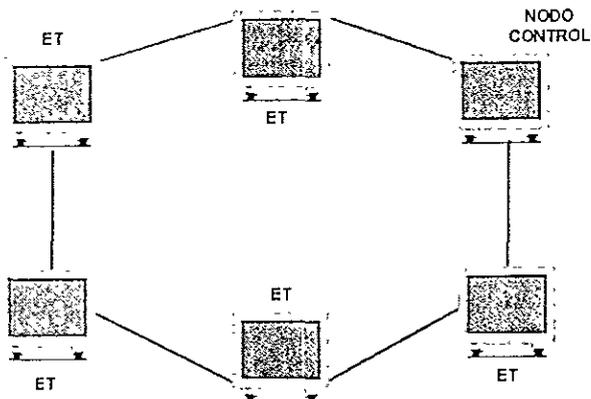


Figura 2.1 Red de área local conectada en topología anillo.

Los módulos de comunicaciones de las estaciones están interconectados formando un anillo, de forma que todas las informaciones pasan por todos los módulos y únicamente envían a la estación los paquetes a ella destinados.

Aunque mediante multiplexación de canales en frecuencia o transformadores híbridos, el anillo puede estar formado por un único medio de comunicación bidireccional, suele recurrirse a dos líneas separadas: una de transmisión y otra de conexión. La velocidad de transmisión puede ser así mayor, y el transceptor es mucho más sencillo.

El flujo que pueden cursar viene limitado por el ancho de banda del recurso de transmisión. Si el número de estaciones es elevado, el retardo total puede resultar excesivamente grande para determinadas aplicaciones en tiempo real, debido al retardo introducido por cada estación. Suelen utilizarse para conectar sistemas informáticos de capacidad media y alta, especialmente si están bastante separados geográficamente (decenas de kilómetros).

La relación costo - modularidad es buena así como la flexibilidad para incrementar el número de estaciones. La aparición de un fallo en el medio de comunicación bloquea totalmente la red sin posibilidad de reconfiguración. Para aminorar este problema se han estudiado y construido redes locales con dos o más anillos.

Por el mismo motivo son muy sensibles a averías en los módulos de comunicaciones de las estaciones, aunque no a las averías en la propia estación.

Al instalar una red en anillo suele dotarse de concentradores de conexiones lo que permite aislar y recuperar con rapidez las averías, cortocircuitando y separando el bucle averiado del resto.

2.1.2 Topología Bus

Una red de área local conectada en topología bus es aquella en la que las estaciones de trabajo están conectadas mediante un único segmento de cable; debido a esto se hace necesario que cada estación de trabajo tenga capacidad de reconocimiento de la dirección del mensaje, de tal manera que garantice que el mensaje que recibirá va dirigido precisamente a esta estación.

A diferencia del anillo, el bus es pasivo, por lo tanto no se produce regeneración de las señales en cada estación de trabajo y por otra parte esta topología optimiza el tiempo de propagación, permitiendo así altas velocidades de transmisión. Los módulos de comunicaciones están conectados de un único medio de comunicación (bus) que recorre todas las estaciones.

Al igual que en la estructura en anillo, no es necesario efectuar encaminamientos. Mientras allí los mensajes recorrían sucesivamente todas las estaciones siguiendo el orden de conexión, aquí la topología es de difusión y todas las estaciones reciben simultáneamente la información.

En aplicaciones a redes locales, el control de acceso al medio suele ser distribuido. Sin embargo, cuando forma parte de una red más compleja, la conexión suele efectuarse a través de un controlador que gestiona también el bus y la estructura se denomina multipunto.

Dentro de la topología en bus, distinguiremos entre bus bidireccional y bus unidireccional:

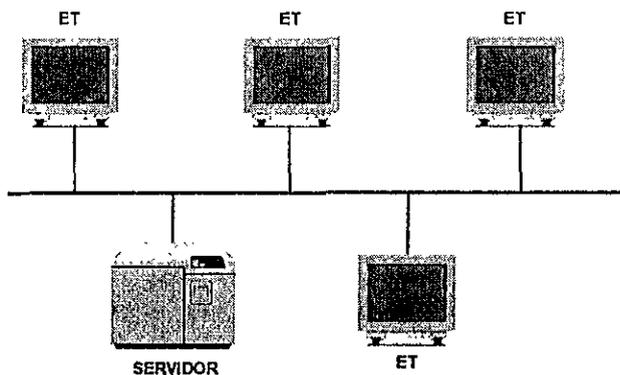


Figura 2.2: Red de área local conectada en topología bus.

2.1.2.1 Bus bidireccional

Se transmite en ambas direcciones por el mismo medio o medios conductores, transmitiendo igualmente el token, solo que en dos direcciones (bus paralelo).

2.1.2.2 Bus unidireccional

La transmisión se realiza en una sola dirección y, con amplificadores sencillos, permite alcanzar distancias mayores (decenas de kilómetros). A cambio requiere aumentar la longitud de cable utilizado.

Son tres las formas de conexión más utilizadas:

- 1 Lazo
- 2 Horquilla.
3. Espiral.

El lazo es un bus que se inicia y termina en un controlador que centraliza la gestión. A diferencia de la topología en anillo con controlador, los módulos de comunicación no están incluidos en el bucle sino que cuelgan de él.

La horquilla puede estar formada por una sola horquilla o dividirse en ramales para adaptarse a los distintos pisos y naves de un edificio.

En la espiral, el tiempo que una estación tarda en recibir su propio mensaje es constante e igual para todas las estaciones, uniformando los detectores de bus ocupado que ya no dependen, en su actuación, del lugar que la estación ocupa en la red.

Las topologías en bus son en general las más sencillas de instalar, adaptándose con facilidad a la distribución geográfica de estaciones y con un costo reducido, especialmente los buses bidireccionales para distancias no superiores a 1.5 km. Su gran modularidad de flexibilidad para variar el número de estaciones es una de sus principales ventajas

La conexión al bus debe efectuarse mediante adaptadores pasivos y aislados de forma que una avería en una estación no impida el correcto funcionamiento del resto de la red. Una avería, sin embargo, en el medio de comunicación inhabilita el funcionamiento de toda la red o la separa en dos redes independientes, no existiendo ninguna posibilidad de reconfiguración.

Mientras el retardo de propagación es más reducido que en otras topologías como el anillo, presenta mayores dificultades para una utilización eficiente de la capacidad del recurso, dando lugar a complejos algoritmos de control de acceso.

Las estructuras unidireccionales son más costosas que las bidireccionales y sólo suelen justificarse cuando la longitud de la red obligue a utilizar amplificadores, o cuando por

utilizar un medio de poca capacidad para la velocidad de transmisión, o para aumentar el número de servicios (voz, video, datos, etc.) que se quieren incluir resulta conveniente duplicar el medio de comunicación. Las redes de banda ancha (broad-band) responden a este último caso y suelen utilizar buses bidireccionales, frente a los buses unidireccionales más frecuentes en redes de banda base (base-band).

2.1.3 Topología Estrella

Una red de área local conectada en topología estrella es aquella en la que todas las estaciones de trabajo están conectadas a un nodo central, el cual se encarga de controlar todas las comunicaciones de red. Debido a que es fundamental el buen funcionamiento del nodo central o de control es importante que este nodo se encuentre duplicado para el caso en que se presente alguna falla.

En la figura 2.3 podemos observar la manera en que se encuentran conectados los equipo de computo utilizando topología estrella.

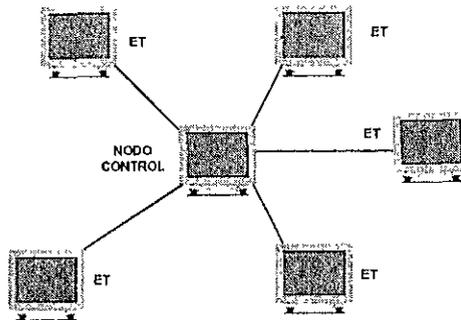


Figura 2.2: Topología estrella.

2.1.4 Topología Arbol

Esta estructura de red es utilizada en aplicaciones de televisión por cable, sobre la cual podría basarse las futuras estructuras de redes que alcancen los hogares. También se han utilizado en aplicaciones de redes analógicas de banda ancha.

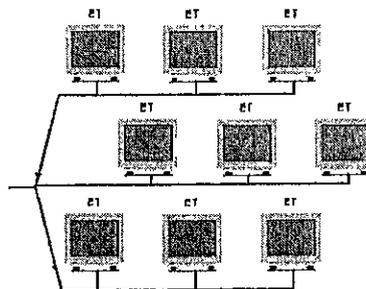


Figura 2.4: Red de área local conectada en topología árbol.

2.1.5 Topología Trama o Malla

La topología trama es aquella en la que las estaciones de trabajo están conectadas una con todas las demás. Esta estructura es típica de las redes WAN, pero también se puede utilizar en algunas aplicaciones de las redes de área local.

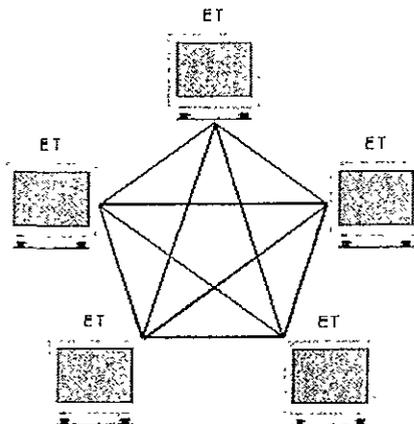


Figura 2.5: Red de área local conectada en topología trama.

2.1.6 Combinadas

Cuando se estudian las redes desde el punto de vista puramente físico, aparecen las topología combinadas:

2.1.6.1 Anillo en Estrella

Esta topología se utiliza con el fin de facilitar la administración de la red. Físicamente, la red es una estrella centralizada en un concentrador, mientras que a nivel lógico, la red es un anillo.

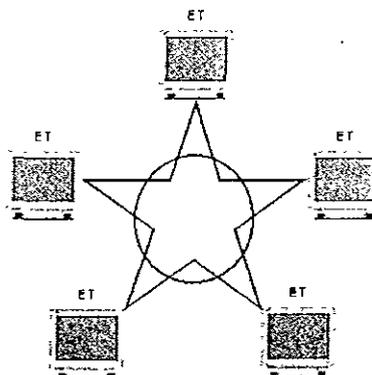


Figura 2.6: Red de área local conectada en topología anillo en estrella.

2.1.6.2 Bus en estrella

La finalidad de una red conectada bajo la estructura de bus en estrella es la de facilitar la administración de la red. En este caso la red es un bus que se cablea físicamente como una estrella por medio de concentradores.

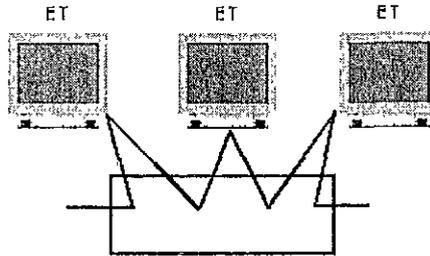


Figura 2.7: Red de área local conectada en topología bus en anillo.

2.1.7 Estrella Jerárquica

Esta estructura de cableado se utiliza en la mayor parte de las redes de área local actuales, por medio de Switches CORE y EDGE, concentradores y todo el equipo de red dispuestos en cascada o en pila para formar una red jerárquica.

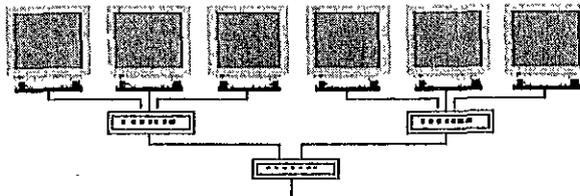


Figura 2.8: Red conectada en topología estrella jerárquica.

Después de ver y analizar cada una de las posibles topologías que se pueden implementar en una red, se procederá a analizar las tecnologías de red que se han usado desde sus principios, se hará mayor énfasis en las tecnologías que en México se implementan con mayor grado y que actualmente tienen mayor auge en nuestro país.

2.2 Tecnología Token Ring

La red token ring fue desarrollada originalmente por IBM en los años 1970's. Es la primer tecnología en redes de área local y es la segunda en popularidad general, solo después de ethernet/IEEE802.3. La especificación IEEE-802.5 es también idéntica y completamente compatible con la red token ring de IBM. En realidad, la especificación IEEE-802.5 fue modelada después de el token ring de IBM al parejo con los desarrollos del mismo concepto. Por lo tanto, el término *Token Ring* es usado para hacer referencia tanto al redes de IBM como a redes hechas bajo la especificación de IEEE.

Tomando en cuenta lo anterior, podemos asentar que las redes token ring y las redes regidas por la especificación IEEE-802.5, son poco compatibles a pesar de que las especificaciones difieren en la menor forma. La red token ring de IBM especifica una topología estrella, con todas las estaciones de trabajo organizadas de tal manera que tengan un punto central llamado *Multi Station Acces Unit* (MSAU); por su parte la especificación IEEE-802.5 no especifica una topología (aunque virtualmente todas la implementaciones basadas en esta especificación están basadas también en topología estrella). Otra diferencia existe en que la especificación IEEE-802.5 no especifica el medio de transmisión, mientras que las redes token ring de IBM utilizan par trenzado.

De manera general entendemos, entonces que una red token ring es un tipo de red de área local en la cual las computadoras pueden estar interconectadas físicamente mediante topología estrella, anillo o bus, pero lógicamente deben estar comunicadas mediante topología anillo; un mensaje llamado "token" se encuentra circulando continuamente en el anillo y es pasado de estación en estación en espera de que sea tomado por alguna de ellas, si es el caso, cuando desee enviar información a otra estación de trabajo. El token es usado para prevenir y evadir los conflictos de colisión entre dos estaciones que en determinado momento quisieran enviar mensajes al mismo tiempo.

Para entender un poco más este concepto de redes, se presenta brevemente la manera en que una red token ring trabaja:

- 1 Existen macros vacíos de información que continuamente están circulando sobre el anillo en espera de que sean tomados por alguna estación de la red (cada estación retiene al macro un tiempo determinado).
2. Cuando una estación de trabajo tiene posesión del macro y desea enviar un mensaje, ésta inserta un token en el macro vacío (este puede consistir de simplemente cambiar de un 0 a un 1 en la parte del bit de token del macro), además, inserta el mensaje a enviar y un identificador de destino, luego envía el macro.

Mientras el mensaje está siendo enviado, no existe ninguna señal de token circulando por la red, así que si alguna otra estación desea enviar un mensaje, debe esperar. Si se soporta una liberación de un nuevo token, este puede ser liberado cuando la transmisión del mensaje haya concluido.

3. El macro es entonces examinado por cada estación de trabajo sucesiva. Si la estación detecta que ésta es el destino para el mensaje, entonces copia el mensaje del macro y cambia el token a 0.
4. Cuando el macro regresa a la estación transmisora, ésta ve que el token ha sido cambiado a 0 y entiende que el mensaje ha sido copiado y recibido y por lo tanto elimina el mensaje del macro.
5. El macro continúa circulando como un macro vacío, listo para ser tomado por una estación de trabajo cuando esta tenga un mensaje a enviar.

Arquitectura de una red Token Ring

Topología Física:	Estrella, anillo o bus
Topología Lógica:	Anillo
Norma:	IEEE-802.5
Velocidad de transferencia:	4 o 16 Mbps.
Señal de transmisión:	Banda base
Codificación:	Manchester Diferencial
Método de acceso:	Token passing
Tipo de acceso:	Determinística (se calcula el tiempo total que pasará para que otra estación pueda iniciar su transmisión)
Tipo de Comunicación:	Solamente un nodo tiene el token a la vez y el token viaja en una sola dirección.
Macros:	Macro Token Ring
Dispositivo:	Activo (cada estación de trabajo actúa como un repetidor)
Equipo:	<ol style="list-style-type: none">1. Usa NIC token Ring.2. Cuando se utiliza topología física en estrella, deben conectarse concentradores (Hubs o MSAU), por lo tanto estos se convierte en parte del anillo.
Conexión a NIC:	RJ45
Tipo de cables:	STP, UTP, Tipos 1, 2, 3, de IBM; El Tipo 3 de IBM es muy común.
Impedancia:	100 Ω – 120 Ω en UTP, 150 Ω en STP

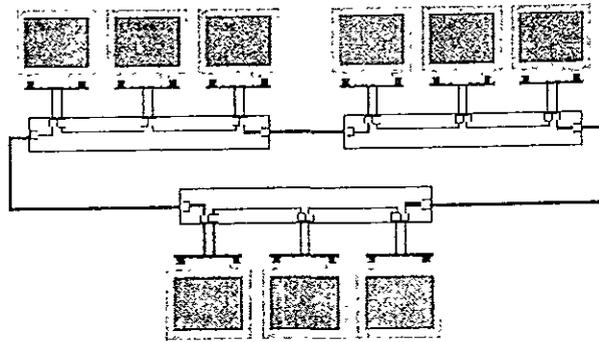


Figura 2.9 Forma de conexión clásica de una red Token Ring con topología en estrella.

2.2.1 Sistema de Prioridad

Las redes token ring utilizan un sistema de prioridad sofisticado que permite a ciertos usuarios designados, estaciones de alta prioridad usar la red con mayor frecuencia. El macro de Token Ring posee dos campos que controlan la prioridad. El campo de *prioridad* y el campo de *reservación*.

Solo las estaciones con una prioridad igual o mayor que el valor de prioridad contenido en un token puede tomar ese token. Una vez que el token es tomado y cambiado al formato de un macro de información, solo las estaciones con un valor de prioridad mayor al de la estación transmisora puede reservar el token para el siguiente paso alrededor de la red. Cuando el siguiente token es generado, este incluye la prioridad mas alta que la de la estación reservadora. Las estaciones que rebasan el nivel de prioridad de un token, deben restablecer la prioridad previa después de que su transmisión sea completada.

2.2.2 Mecanismo de detección de fallas

Las redes token ring utilizan varios mecanismos de detección y compensación de fallas dentro de la red. Por ejemplo, una estación de trabajo en la red Token Ring es seleccionada para ser un *monitor activo*. Esta estación, que potencialmente puede ser cualquier estación sobre la red, actúa como una fuente centralizada de coordinación de información para otras estaciones y desempeñan una variedad de funciones de mantenimiento en la red. Una de esas funciones es la de remover los macros que continuamente circulan por el anillo. Cuando un dispositivo enviado falla, este macro puede continuar circulando sobre el anillo, lo cual puede impedir a otras estaciones transmitir sus propios macros y esencialmente inhabilitar la red. El monitor activo puede detectar tales macros, los remueve del anillo y genera un nuevo token.

En la topología de redes estrella Token Ring de IBM toda la información en la red es vista por un equipo activo llamado " Unidad de Acceso Múltiple a Estaciones, *Multi station Acces Unit*". Estos dispositivos pueden ser programados para checar los problemas de red y selectivamente remover estaciones del anillo si es necesario.

Un algoritmo de Token Ring llamado *beaconing* detecta y trata de reparar ciertas fallas de red. Cuando una estación detecta un problema serio con la red (por ejemplo un cable roto), esta envía un *beacon*. El *beacon* define un dominio de la falla el cual incluye la estación que reporta la falla, el equipo activo vecino y todas las cosas que se encuentren entre ellos. *Beaconing* inicia un proceso denominado *autoreconfiguración* donde a los nodos contenidos dentro del dominio de falla se le diagnostica en un intento de reconfigurar la red alrededor de las áreas de falla. Físicamente, el MSAU puede realizar esto a través de reconfiguración eléctrica.

2.3 Tecnología Ethernet

El Dr. Robert M. Metcalfe, investigador del Centro de Investigación Palo Alto de Xerox, decidió hacer un sistema de acceso arbitrario a un canal compartido. Desarrolló un sistema en el que incluyó un mecanismo de detección cuando ocurriera una colisión (*collision detect*). El sistema también incluye la condición "listen before talk, escuchar antes de hablar", mediante la cual las estaciones de trabajo incluidas dentro de la red escuchan la actividad de la red (*carrier sense*) antes de iniciar cualquier transmisión y soportan acceso a canales compartidos por múltiples computadoras (*multiple access*). Por todos esos componentes juntos podemos darnos cuenta del porque el protocolo de acceso al medio Ethernet es llamado "Carrier Sense Multiple Acces with Collision Detect" (CSMA/CD).

A fines de 1972, Metcalfe y sus colegas de Xerox desarrollaron el primer sistema que fue llamado "Ethernet Experimental" para interconectar la Xerox Alto. La Alto fue una estación de trabajo personal con una interface gráfica de usuario y Ethernet fue usado para enlazar Alto con alguna otra estación, con los servidores e impresoras láser.

La señal de reloj para la interface Ethernet experimental fue derivada del sistema de reloj de Alto lo cual dio como resultado que la velocidad de transmisión de Ethernet experimental fuera de 2.94 Mbps.

La primera red experimental de Metcalfe fue llamada la "Alto Aloha Network". En 1973, Metcalfe cambió el nombre a "Ethernet", dando a conocer que el sistema podría soportar cualquier computadora y no solo a Altos. El escogió el nombre de la palabra "Ether" como una forma de describir una característica esencial del sistema, asimilando el hecho de que el medio físico (cable) transportaría bits a todas las estaciones a la muy parecida forma de que el Ether fue una vez pensado en ser utilizado para propagar ondas electromagnéticas en el espacio. Los físicos Michelson y Morley desaprobaban la existencia del nombre Ether en 1987, pero Metcalfe decidió que este nombre era adecuado para este sistema de red y Ethernet nació.

2.3.1 Sistemas a 10 Mbps

El protocolo de acceso al medio CSMA/CD y el formato del macro de Ethernet son idénticos para toda la variedad de Ethernet, sin importar a qué velocidad estén operando. Sin embargo, las variedades individuales de Ethernet a 10 Mbps y a 100 Mbps usan diferentes componentes y tienen muy diferente configuración.

El sistema original Ethernet opera a 10 Mbps y hay cuatro segmentos de medios banda base definidos en el estándar de 10 Mbps de Ethernet. Los cuatro tipos de medios son conocidos por el identificador del IEEE que incluye tres piezas de información. La primera es el "10", que establece la velocidad del medio de 10 Mbps. La palabra "BASE" establece que la información se transmite en banda base. La tercera parte del identificador indica acerca del tipo del medio físico o su longitud. Para coaxial grueso, el "5" indica los 500 metros de longitud máximos permitidos para un segmento individual. Para coaxial delgado, el "2" indica acerca de los 185 metros de longitud máximos para un segmento de coaxial delgado. La "T" y la "F" establecen el tipo de cable, ya sea "Par Trenzado" o "Fibra Óptica".

2.3.2 Los Sistemas Ethernet

Ethernet es una tecnología de redes de área local que transmite información entre computadoras a velocidades entre 10 y 100 Mbps. Actualmente, la versión mas usada de Ethernet es la variedad de 10 Mbps sobre par trenzado. La variedad del medio Ethernet incluye el sistema original de coaxial grueso, así como el coaxial delgado, par trenzado y sistemas de fibra óptica. El estándar más reciente de Ethernet define al nuevo sistema Fast Ethernet a 100 Mbps el cual opera sobre par trenzado y fibra óptica.

Hoy en día, existen varias tecnologías de redes de área local, pero Ethernet es por mucho el más popular. Lo anterior ha ocasionado que mas del 80 por ciento de las computadoras conectadas en todo el mundo estén utilizando ésta tecnología, aunado a que los equipos para este tipo de redes sean los más populares dentro del mercado de las comunicaciones.

La vasta mayoría de los vendedores de computadoras equipan sus productos con arreglos Ethernet a 10 Mbps, lo que hace posible enlazar todo tipo de computadoras a una red Ethernet. Debido a que el estándar a 100 Mbps ha sido adoptado, las computadoras están siendo equipadas con una interface Ethernet que opere tanto a 10 Mbps como a 100 Mbps.

Ethernet es uno de los protocolos mas usados en el mundo de las redes LAN. El principio de Ethernet es que todos los hosts, o nodos, comparten el mismo medio. En la operación, todas las estaciones de trabajo están viendo las transmisiones y solamente transmiten cuando ninguna otra estación está transmitiendo. Cuando una estación transmite, la información es radiada a todas las demás estaciones, todas las estaciones ven el mensaje, pero solamente la estación que identifica que el mensaje ha sido enviado para ella es la que lo recibe, ya que el mensaje tiene una sola dirección de destino

El transmisor continúa monitoreando la red mientras transmite con el objeto de detectar la posibilidad de que otro transmisor empiece a transmitir antes de que la transmisión anterior haya terminado. Cuando esto sucede, el dato es corrompido y entonces se dice que una colisión ha ocurrido. Este método de control de acceso y de transmisión es descrito en varios términos y la descripción técnica es "Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect (CSMA/CD)".

2.3.3 Elementos del Sistema Ethernet

El sistema Ethernet consiste de tres elementos básicos: 1.- El medio físico utilizado para transportar las señales entre las computadoras; 2.- Un set de reglas de control de acceso al medio clavado en cada interface Ethernet que permite a múltiples computadoras acceder en forma totalmente arbitraria al medio compartido Ethernet; y 3.- Un macro Ethernet que consiste de un set estandarizado de bits usado para transportar datos sobre el sistema.

Cada una de las computadoras equipadas con Ethernet, también saben operar como una computadora independiente a todas las demás estaciones de trabajo sobre la red; este tipo de equipos no son controladores centrales. Todas las computadoras arregladas para uso de Ethernet están conectadas a un sistema de señalización compartido, también llamado medio. Las señales de Ethernet son transmitidas serialmente, un bit a la vez, sobre el canal compartido a todas las estaciones de trabajo del arreglo. Para enviar información, una estación primero escucha al canal, y cuando el canal está desocupado, la estación transmite su mensaje en la forma de un macro Ethernet.

Después de cada transmisión de un macro, todas las estaciones sobre la red deben contender igualmente por la oportunidad de transmisión del siguiente macro. Esto asegura que el acceso al canal de la red sea equitativo. El acceso al canal compartido es determinado por el mecanismo de control de acceso al medio (MAC) clavado en la interface Ethernet localizada en cada estación. El mecanismo de control de acceso al medio es basado sobre un sistema llamado "Carrier Sense Multiple Acces with Collision Detection (CSMA/CD)".

2.3.3.1 El Protocolo CSMA/CD

El protocolo CSMA/CD funciona de manera que cada interface debe esperar hasta que no haya señal en el canal, y entonces iniciar la transmisión. Si alguna otra interface está transmitiendo habrá una señal sobre el canal, lo cual es llamado portadora. Todas las demás interfaces deben esperar hasta que la portadora cese antes de empezar a transmitir, y este proceso se le denomina Carrier Sense.

Todas la interfaces Ethernet tienen igualdad de posibilidades de enviar macros sobre la red. Ninguna de ellas tiene mayor prioridad sobre las demás, esto significa Multiple Access. Debido a que las señales toman un tiempo finito para viajar del final de un sistema Ethernet a otro, el primer bit de un macro transmitido no ocupa todas las partes de la red simultáneamente. Por lo tanto, es posible para dos interfaces pensar que la red está desocupada e iniciar su transmisión simultáneamente. Cuando esto ocurre, el sistema Ethernet tiene una forma de detectar la colisión de señales y detener la transmisión y reenviar los macros, esto es llamado Detección de Colisión.

El protocolo CSMA/CD está diseñado para dar acceso equitativo al canal compartido así que todas las estaciones tienen igual posibilidad de usar la red. Después de la transmisión de todos los paquetes, todas las estaciones usan el protocolo CSMA/CD para determinar quien es la estación siguiente que debe usar canal Ethernet.

2.3.3.2 Colisiones

Si sucede que más de una estación transmiten sobre el canal Ethernet en el mismo momento, entonces las señales chocarán. Las estaciones son notificadas de este evento e instantáneamente reprograman su transmisión usando un algoritmo de reinicio especialmente diseñado para corregir estos casos. Como parte de este algoritmo, cada una de las estaciones involucradas escogen de manera aleatoria un intervalo de tiempo para programar la retransmisión del macro, lo cual permite que la estación que está haciendo la transmisión contienda por el siguiente paso.

Desafortunadamente, el diseño del original Ethernet usó la palabra "colisión" para este aspecto del mecanismo de control de acceso al medio de Ethernet. Si este hecho hubiera sido llamado "evento arbitrario estocástico", entonces nadie se preocuparía acerca de la ocurrencia de este evento sobre Ethernet. Sin embargo, la palabra "colisión" suena como a que algo malo ha ocurrido, llevando a mucha gente a pensar que las colisiones son indicaciones de falla sobre la red.

La verdad de la materia es que las colisiones son eventos normales y esperados sobre una red Ethernet, y simplemente indica que el protocolo CSMA/CD está funcionando bien y para lo que fue diseñado. Debido a que más computadoras son agregadas a una red Ethernet dada, el tráfico se incrementa, por lo tanto el número de colisiones que ocurrirán se incrementa como parte de la operación normal de una red Ethernet.

El diseño del sistema asegura que la mayoría de las colisiones sobre una red Ethernet que no está sobrecargada será resuelto en microsegundos, o millonésima de segundo. Una colisión normal no ocasiona pérdida de datos. En el evento de una colisión, la interface Ethernet espera unos cuantos microsegundos y entonces retransmite el dato. Sobre una red con alta carga de tráfico, puede suceder que haya múltiples colisiones para un determinado intento de transmisión de un macro, esto también es un comportamiento normal. Si ocurren repetidas colisiones para un determinado intento de transmisión de un macro, entonces las estaciones involucradas empiezan a incrementar aleatoriamente el periodo de tiempo de espera para empezar la transmisión del macro.

Colisiones repetidas para la transmisión de un determinado paquete indica que la red está muy ocupada. El proceso de expansión del periodo de tiempo de espera, es una característica astuta del MAC de Ethernet que provee un método automático para que las estaciones se ajusten a las condiciones de tráfico sobre la red. Solo después de 16 colisiones en el intento de transmitir un determinado paquete, la interface finalmente descartará el paquete Ethernet. Esto puede suceder solo si el canal Ethernet está sobrecargado por un largo periodo de tiempo o si éste está roto en algún punto.

2.3.3.3 Entrega de datos

Esto nos lleva a un punto interesante, el cual es que el sistema Ethernet, en común con otras tecnologías LAN operan como un sistema en el que su mejor esfuerzo lo tienen en la entrega de datos. Para conservar la complejidad y el costo de una red LAN a un nivel razonable, no hay garantía de que la entrega segura del dato sea hecha. A pesar de que

la razón de bit de error de un canal LAN está cuidadosamente diseñada para producir un sistema que normalmente entregue los datos extremadamente bien, los errores pueden ocurrir.

Un destello de ruido eléctrico puede ocurrir en algún sitio sobre el sistema de cableado, por ejemplo, corrompiendo el dato en un macro y causándole a ser disminuido. O un canal LAN puede llegar a sobrecargarse por algún periodo de tiempo, lo cual en el caso de Ethernet puede causar 16 colisiones sobre el intento de transmisión de un determinado paquete de datos, llevando a un macro ser disminuido. No importa qué tecnología sea usada, ningún sistema LAN es perfecto, lo cual es una de las causas de que protocolos de etapas mas altas sean diseñados y de esta manera recubrir los errores.

Esto lleva a los protocolos de alto nivel que están enviando los datos sobre la red para tener seguridad de que el dato es recibido correctamente en la computadora destino. Los protocolos de redes de alto nivel pueden hacer esto estableciendo un servicio de transporte de datos disminuidos usando secuencias de números y mecanismos de reconocimiento en los paquetes que ellos envían sobre la red.

2.3.4 Trama y Dirección de Ethernet

El corazón de un sistema Ethernet es el macro Ethernet, el cual es usado para entregar los datos entre las computadoras. El macro consiste de un set de bits organizado en varios campos. Estos campos incluyen campos de dirección, un campo de datos de tamaño variable que puede contener de 46 a 1,500 bytes de datos, y un campo de chequeo de error que verifica la integridad de los bits en el macro para asegurar que el macro ha llegado intacto.

Los dos primeros campos en el macro llevan direccionados 48 bits de direcciones, llamadas direcciones de la fuente y del destino. El IEEE controla la asignación de estas direcciones, administrando una porción del campo de dirección. El IEEE hace esto entregando 24 bits identificadores llamados "Organizationally Unique Identifiers, OUIs", ya que un único identificador de 24 bits es asignado a cada organización que desea construir interfaces Ethernet. La organización en turno, crea 48 Bits de direcciones usando el OUI como los primeros 24 bits de la dirección. Esta dirección de 48 bits es también conocida como dirección física, dirección de Hardware ó dirección de MAC.

Una dirección de 48 bits es comúnmente preasignada a cada interface Ethernet cuando ésta es hecha, la cual simplifica inmensamente la instalación y operación de la red. Para una cosa, las direcciones preasignadas te liberan de ser involucrado en la administración de direcciones por grupos diferentes que usan la red. Y si alguna vez has tratado de formar un grupo de trabajo diferente en un gran sitio para cooperar y obedecer el mismo set de reglas, puedes apreciar que una ventaja puede ser esta.

Como cada macro Ethernet es enviado al canal compartido, todas las interfaces Ethernet miran en los primeros 48 bits del macro, el cual contiene la dirección del destino. Las interfaces comparan la dirección del destino del macro con su propia dirección. La

interface Ethernet que posee la misma dirección que la contenida en el macro leerá el título del macro y lo entregará al software de red corriendo sobre esta computadora. Todas las demás interfaces detendrán la lectura del macro cuando ellas descubran que la dirección de destino no coteja con su propia dirección.

2.3.5 Direcciones Multicast y Broadcast

Una dirección multicast permite a un solo macro Ethernet ser recibido por un grupo de estaciones. El software de red puede instalar una interface Ethernet de estación para escuchar una dirección multicast específica. Esto lo hace posible para un grupo de estaciones ser asignadas a un grupo multicast a las cuales le ha sido asignada una dirección multicast. Un solo paquete enviado a la dirección multicast asignada a ese grupo será, entonces, recibido por todas las estaciones pertenecientes a ese grupo.

Existe también el caso especial de la dirección multicast conocida como dirección broadcast, la cual es la dirección de 48 bits de todas las estaciones. Todas las interfaces Ethernet que ven el macro con esta dirección de destino leerán el macro y la entregarán al software de red sobre la computadora.

2.3.6 Protocolos de Alto Nivel y Direcciones Ethernet

Las computadoras arregladas a un sistema Ethernet pueden enviar datos a cualquier otra utilizando el protocolo de alto nivel, como por ejemplo el protocolo TCP/IP usado sobre la red mundial Internet. Los paquetes del protocolo de alto nivel son llevados entre las computadoras en el campo de dato de los macros Ethernet. Los sistemas de protocolos de alto nivel que llevan los datos y el sistema Ethernet son títulos independientes que cooperan para la entrega de los datos entre las computadoras.

Los protocolos de alto nivel tienen su propio sistema de direcciones, como por ejemplo la dirección de 32 bits usado en la actual versión de IP. El software de red basado en el protocolo IP en una estación dada conoce su dirección de IP de 32 bits y puede leer la dirección Ethernet de 48 bits de su interface de red, pero no identifica la dirección Ethernet de otras estaciones sobre la red.

Para realizar algún trabajo, necesita haber algunas formas de descubrir la dirección Ethernet de las otras estaciones basados en IP sobre la red. Para varios protocolos de alto nivel, incluyendo TCP/IP, esto se realiza utilizando ya otro protocolo llamado el "Address Resolution Protocol, ARP". Como un ejemplo de cómo Ethernet y una familia de protocolos interactúa, permítase un rápido vistazo a cómo funciona el protocolo ARP.

2.3.6.1 Funcionamiento de ARP

La operación de ARP es muy sencilla y clara. Permítanos llamar a una estación basada en IP como "estación A" con una dirección IP 192.0.2.1 y que desea enviar un mensaje sobre el canal Ethernet a una "estación B" basada en IP también y con una dirección 192.0.2.2. La estación A envía un paquete a la dirección broadcast conteniendo una solicitud ARP. La solicitud ARP dice básicamente "la estación sobre este canal Ethernet

que tiene la dirección IP 192.0.2.2 por favor dígame cual es la dirección de su interface Ethernet".

Debido a que la solicitud ARP es enviada en un macro broadcast, todas las interfaces Ethernet sobre la red lo leen y se dan cuenta de la solicitud ARP. Solamente la estación B con la dirección 192.0.2.2 contestará, enviando un paquete conteniendo la dirección Ethernet de la estación B a la estación que hizo la solicitud. Ahora la estación A tiene una dirección Ethernet a la cual puede enviar el mensaje destinado para la estación B y la comunicación del protocolo de alto nivel puede proceder.

Un sistema Ethernet dado puede llevar varios tipos de datos de protocolos de alto nivel. Por ejemplo, un solo Ethernet puede llevar datos entre computadoras en la forma de protocolos TCP/IP como protocolos Novell o Apple Talk; este no pone atención de lo que hay dentro de los paquetes.

Cuando nos empezamos a preguntar cómo fluyen las señales por el segmento de medio físico que compone un sistema Ethernet, ayuda a entender la topología del sistema. La topología de la señal es también conocida como la topología lógica, para distinguirla de la topología física que involucra a los cables o medio físico de transmisión. La topología lógica de un sistema Ethernet provee un solo canal que lleva señales Ethernet a todas las estaciones.

Múltiples segmentos Ethernet pueden ser enlazados juntos para formar una gran LAN Ethernet usando un dispositivo que amplifica y actualiza las señales llamado repetidor. A través del uso de repetidores, un sistema Ethernet dado de múltiples segmentos puede crecer como un árbol ramificado sin raíces. Esto significa que cada segmento del medio es una rama individual del sistema de señal completo. A pesar de que los segmentos pueden estar físicamente conectados en una estrella con múltiples segmentos arreglados a un repetidor, la topología lógica todavía es la de que un solo canal Ethernet que lleva señales a todas las estaciones.

2.4 Tecnología Fast Ethernet

En 1993, un grupo de 60 compañías fabricantes de productos para redes se unieron y formaron la alianza de Fast Ethernet, entre ellas podemos nombrar Asante, Bay Network, Chipton, Digital, IBM entre otras. El objetivo de este grupo fue promover la estandarización de Fast Ethernet que llamaron 802.3u 100Base-T de la IEEE. El esfuerzo técnico de esta alianza aceleró el proceso de desarrollo del estándar y su posterior aprobación en junio de 1995 por la IEEE. Dentro de los objetivos específicos perseguidos por este grupo podemos citar:

1. Mantener el CSMA/CD (Protocolo de transmisión Ethernet, "Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection"), que consiste en que las estaciones detectan si la línea está libre antes de empezar a transmitir, si el canal está desocupado comienzan a transmitir. Si hay alguna colisión (choque de dos o mas paquetes de información) debido a que dos estaciones comenzaron a transmitir al mismo tiempo, las estaciones esperan un tiempo aleatorio y vuelven a intentar la transmisión.

- 2 Soportar los esquemas populares de cableado.
- 3 Asegurar que la tecnología Fast Ethernet no requiriera cambios en los protocolos de las capas superiores, ni en el software que corre en las estaciones de trabajo de la red.

"Velocidad Limite: 100 Mbps"

El completo movimiento de video en los sistemas de videoconferencias requieren típicamente, al menos, 25Mbps. Esto significa que un sistema Ethernet a 10Mbps, solo puede entregar pobre calidad de video en tiempo real. Con 100Mbps, sin embargo, puede observarse una presentación en una ventana mientras se está en conferencia con tres personas en otras tres ventanas, para un total de 100Mbps de ancho de banda.

Si se considera un servidor que requiere 6Mbps, o sea el 60% de la capacidad de un sistema Ethernet. Con una velocidad Ethernet a 100Mbps este servidor puede ahora utilizar interfaces que puedan bombear datos sobre el ducto a una razón notablemente incrementada.

Esto clarifica que la evolución de la industria está fuera del alcance de Ethernet a 10Mbps y se direcciona a la razón de transferencia de datos de 100Mbps o mayor.

2.4.1 Introducción a Fast Ethernet

Virtualmente cualquier persona que utiliza Ethernet tiene deseo de vez en cuando que su red tenga un mayor ancho de banda. Cuando Ethernet estaba siendo diseñada a finales de los años 70's, 10Mbps fueron vistos como una velocidad inmensa. Con las aplicaciones de multimedia de hoy, o en ocasiones con tan solo el servidor departamental ese número es inadecuado. Hubo tecnologías de redes más rápidas disponibles, pero estas fueron muy complicadas y muy caras. Entonces llegó Fast Ethernet.

Cualquier persona que entienda los sistemas Ethernet clásicos, ya entiende mucho acerca de Fast Ethernet. Fast Ethernet utiliza el mismo tipo de cable y el mismo método de acceso que 10Base-T. Con ciertas excepciones, Fast Ethernet es un Ethernet clásico, solamente 10 veces mas rápido. Cuando es posible, los mismos números usados para el diseño de una red 10Base-T son usados en Fast Ethernet, solamente multiplicados o divididos por 10.

Cabe mencionar que Fast Ethernet es también llamado 100Base-T, principalmente porque es 10 veces mas rápido que 10Base-T. 100Base-T no se refiere al tipo de cable sino a la velocidad que puede llegar a alcanzar la información que viaja por el cable. Debido a que Fast Ethernet emplea el mismo protocolo (CSMA/CD) y método de acceso al medio (MAC) permite que los datos puedan moverse fácilmente de nodos 10Base-T a nodos 100Base-T sin la necesidad de protocolos de traducción; esta característica permite introducir en las redes Ethernet existentes tecnología Fast Ethernet sin la necesidad de cambiar el cableado actual, sino solo utilizando concentradores mixtos 10/100 y tarjetas adaptadoras de red Fast Ethernet (NICs).

2.4.2 Las Implementaciones de Fast Ethernet

El estándar 100Base-T (IEEE 802.3u) está compuesto de cinco especificaciones de componentes: estos definen la subcapa MAC (Media Access Control), el MII (Media Independent Interface), y tres capas físicas (100Base-T4, 100Base-TX y 100Base-FX).

2.4.2.1 SubCapa MAC

La subcapa 100Base-T MAC está basada en el protocolo CSMA/CD como lo está Ethernet a 10Mbps. CSMA/CD tiene un retraso máximo de 50 microsegundos y un tamaño mínimo de trama de 512 bits. Para longitudes cortas de cable, Fast Ethernet puede alcanzar rangos de datos de 100Mbps. Fast Ethernet reduce el tiempo de duración de cada bit que es lo que es transmitido en un factor de 10, permitiendo que la velocidad del paquete se incremente de 10Mbps a 100Mbps; el formato de la trama y la longitud es igual al caso de 10Base-T. El intervalo de frame es de 0.96 microsegundos. Además, esta subcapa mantiene las funciones de control de errores de Ethernet y no requiere de traducción de protocolo para moverse entre Ethernet y Fast Ethernet.

2.4.2.2 Interfaz Independiente al Medio (Media Independent Interface MII)

Es un especificación nueva que define una interface estándar entre la subcapa MAC y cualquiera de las tres capas físicas (100Base-T4, 100Base-TX y 100Base-FX). Su función principal es la de capa convergente; hacer uso del rango de bit mas alto y diferentes tipos de medios transparentes a la capa MAC. Es capaz de soportar 10Mbps y 100Mbps. Puede ser implementado en un dispositivo de la red tanto interna como externamente. Internamente conecta la subcapa MAC directamente a la capa física, usualmente con adaptadores de red (NICs).

2.4.2.3 Capa Física

Fast Ethernet puede correr a través de la misma variedad de medios que Ethernet clásica (UTP, STP y Fibra Óptica) pero no soporta cable coaxial. Las especificaciones definen tres tipos de medios como una subcapa física separadas para cada tipo de medio.

- 100BASE-TX: Categoría 5

Probablemente la forma mas popular de Fast Ethernet es 100BASE-TX. 100BASE-TX corre sobre par trenzado sin malla categoría 5, algunas veces llamado UTP-5. Este utiliza el mismo par y configuración de pin que 10Base-T, y es topológicamente de similar desempeño de un número de estaciones a un concentrador central.

Capa Física 100Base-TX: Esta posee un sistema similar al de 10Base-T donde un par es usado para transmitir y el otro par lo utiliza para detección de colisiones y recibir. 4B/5B ó codificación cuatro binario/cinco binario en códigos es un esquema que usa 5 bits de la señal para cargar cuatro bits de datos. Tiene 16 valores de datos, 4 códigos de control y un código ocioso que no utiliza.

- 100BASE-FX: Fibra Multimodo

Como un grado mayor a Ethernet 10Mbps sobre fibra multimodo (10Base-F), 100BASE-FX es Fast Ethernet sobre fibra óptica. Corridas dúplex simple son soportadas hasta 400 metros, y corridas full dúplex son soportadas para hasta 20 Km.

Capa Física 100Base-FX: Define la especificación para 100Base-T a través de dos hilos de fibra, utilizando uno para transmitir y el otro para detección de colisiones y recibir. Su canal de señalización está basado en las capas físicas FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

Opciones de Subcapa Física	Cable	Longitud
100Base-TX	Categoría 5 UTP y STP	100 mts
100Base-T4	Categoría 3 y 4 UTP	400 mts
100 Base-FX	Fibra multimodo 52.5/125	400 mts

- 100BASE-T4: Categoría 3

Fast Ethernet es posible sobre UTP categoría 5 con 100BASE-T4. Hay un popular concepto falso que Fast Ethernet solo correrá sobre cable categoría 5. Esto es verdad solo para 100BASE-TX. Si tienes cable categoría 3 con sus cuatro pares conectados entre estación y hub, ya puedes utilizarlo para Fast Ethernet corriendo 100BASE-T4. 100BASE-T4 envía 100Mbps sobre el relativamente lento alambre UTP-3 repartiendo la señal a tres pares de alambre. Esta demultiplexación alenta cada byte lo suficiente que la señal no sobrecargará el cable. El cable UTP-3 tiene cuatro pares de alambre, ocho alambres en total, corriendo de punto a punto. 10Base-T solamente utiliza cuatro alambres, o sea dos pares. Algunos cables solo tienen esos dos pares conectados en el plug RJ-45.

Capa Física 100Base-T4: Esta capa física define la especificación para 100Base-T como cuatro pares de UTP categoría 3, 4 o 5. 100Base-T4 es Half Dúplex que usa tres pares para transmisión de 100Mbps y el cuarto par para detección de colisiones y recibir. Además, se utiliza un código ternario de tres niveles conocido como 8B6T (8 binario - 6 ternario) para codificación binaria; este reduce el rango de reloj a 25 Mhz con el cual cumple con los límites de UTP ya que si no se aplica este método de corrección el rango de reloj puede ser mayor generando ruido en el medio físico.

100Base-T Repetidores: Los repetidores son parte esencial en las redes; su función principal es la de conectar los dispositivos que conforman la red. Dentro del estándar 100Base-T existen dos tipos de repetidores de acuerdo a sus clases:

Clase I: Solo un repetidor de esta clase puede estar entre dos DTE (Estación Terminal de Datos) dentro de un dominio de colisión.

Clase II: Dentro de un dominio de colisión uniendo dos estaciones (DTE) pueden estar conectados en cascada dos repetidores de esta clase como máximo, no más.

2.5 Tecnología FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) es una evolución de Ethernet, token bus, etc. a protocolos de mayores prestaciones, propuesto por ANSI (estándar X3T9.5).

Hacia 1980 comenzaron a necesitarse redes que transmitan datos a alta velocidad. También se necesitaba transmitir datos en tiempos cortos y acotados. En respuesta a estas necesidades, se desarrolla FDDI. Fiber Distributed Data Interface ofrece 100Mbps con hasta 500 estaciones conectadas y un máximo de 100 Km. entre ellas. Las estaciones se conectan en un doble anillo de fibra óptica por seguridad. Por su alta velocidad de transmisión también puede usarse como una red de conexión entre redes mas pequeñas.

Los nodos no pueden transmitir datos hasta que toman el testigo. Este testigo es realmente una trama especial que se usa para indicar que un nodo libera el canal. Cuando un nodo detecta esa trama y tiene datos que transmitir, captura la trama eliminándola del anillo, y la libera cuando termina o cuando finaliza su tiempo de posesión del testigo.

FDDI proporciona interconexión a alta velocidad entre redes de área local (LAN) y entre éstas y las redes de área amplia (WAN). Las principales aplicaciones se han centrado en la interconexión de redes LAN Ethernet y de éstas con redes WAN X.25. Tanto en la conexión de éstas tecnologías de redes como con otras, todas se conectan a la red principal FDDI (backbone). Otra aplicación es la interconexión de periféricos remotos de alta velocidad a ordenadores tipo mainframe.

Para garantizar el funcionamiento, cuando un ordenador está desconectado, averiado o apagado, un conmutador óptico de funcionamiento mecánico realiza un puenteo del nodo, eliminándolo del anillo. Esta seguridad unida al hecho de compatibilizar velocidades de 100Mbps con distancias de 100 Km. hacen de la FDDI una tecnología óptima para gran número de aplicaciones.

El cable dúplex de fibra óptica consiste en dos cables idénticos, que implementan en realidad dos anillos con sentidos de rotación opuestos, como se indica en la figura que sigue:

En esta configuración, todas las estaciones están conectadas a ambos anillos, el primario y el secundario. Este tipo de nodo se conoce como estación dual (Dual Attached Station, DAS).

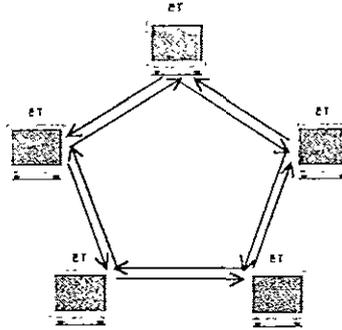


Figura 2.10 Esquema de una red FDDI.

Como alternativa, está la configuración de estación simple o única (Single Attached Station, SAS), donde el nodo solo requiere un cable de fibra óptica. El inconveniente es que un fallo en uno de los cables o nodos, desconectará totalmente el nodo de la red.

Las funciones de FDDI se definen en el SMT (Station Management). Abarcan la capa física (PDM y PHY) y parte de la capa de enlace (MAC). Por ello, FDDI se instala en los niveles más bajos de la torre OSI. No habría problemas en usar otros protocolos para las capas superiores, en principio. Por el contrario, las implementaciones solo han conseguido encapsular correctamente ARP e IP sobre FDDI.

Una red FDDI provee un ancho de banda de 100Mbps, suficientes para el manejo de información multimedia. En el modo sincronizado, FDDI presenta bajos tiempos de retardo tanto en la transmisión misma como en la llegada de los distintos paquetes de información, lo cual le permite la transmisión de datos sensibles al tiempo (como la voz), sin embargo, debido a los altos costos, las redes FDDI no son utilizadas como redes de estaciones de trabajo. Adicionalmente FDDI presenta otra desventaja para el manejo de datos multimedia. Los nodos que hacen parte de la red deben compartir los 100Mbps, lo cual hace que la capacidad de la red se decremente en proporción a su tamaño.

El ambiente ideal de FDDI está en las redes de área metropolitana como backbone de alta velocidad para la transferencia de datos a los distintos servidores y PC's. De igual manera para aquellas aplicaciones de misión crítica que requieran de máximo control. El uso de fibra óptica permite una mejor medida en cuanto a la tolerancia de fallas, mayor cubrimiento y más control.

Una red FDDI contiene dos token rings, uno para el posible backup en caso de que el anillo primario falle. El anillo primario ofrece una capacidad de hasta 100Mbps. Si el anillo secundario no es necesitado para un backup, este puede también transportar

datos, extendiendo la capacidad a 200Mbps. El anillo simple puede extenderse a máximas distancias; un anillo dual puede alcanzar hasta los 100 Km.

Los equipos de comunicación principal están conectados en un anillo físico, con el puerto transmisor sobre una estación generando una señal tenue que es llevada sobre la fibra óptica al puerto receptor en la siguiente estación. Las estaciones de trabajo están interconectadas en una configuración estrella usando un dispositivo llamado concentrador o switch.

La arquitectura fundamental de red en anillo es implementada conectando un grupo de concentradores juntos en un círculo. Para proveer una trayectoria óptica redundante (en el evento de una falla sobre la trayectoria primaria) un segundo set de cables de fibra óptica está conectado, así que cada concentrador es actualmente ligado a dos anillos concéntricos. Estos son referidos como Dual Attached Concentrators o DACs. Este arreglo de anillo doble es referido como el Anillo Primario. Colgando de este anillo primario pueden estar dispositivos adicionales que no son arreglos dual. Estos usan un dispositivo de interconexión llamado Single Attached Concentrator o SAC.

Las redes departamentales en las compañías se ligan al backbone FDDI para la transferencia de datos a alta velocidad entre edificios, pisos de edificios o departamentos. En cualquier evento, FDDI esencialmente sirve como una alternativa de alta velocidad de soluciones de interconectividad de redes de área local Ethernet, Token Ring y demás.

2.5.1 Nivel Físico PMD

En el nivel dependiente del medio (PMD), FDDI no impone restricciones al tipo de fibra que debe usarse. Puede usarse fibra multimodo (MMF) o fibra monomodo (SMF). Las fibras serán de dimensiones 62.5/125 o 85/125 (diámetro del núcleo/diámetro de la fibra). MMF necesita mejores emisores y receptores que SMF para mantener las mismas longitudes de enlace. En cualquier caso la potencia de transmisión mínima es de -16 dBm y la potencia recibida mínima es de -26 dBm, lo que deja un margen de 11 dBs para pérdidas. Los transmisores pueden ser LEDs o Láser y los receptores pueden ser diodos PIN o de avalancha; se trabaja en la ventana de 1300 nanómetros. En una misma red puede haber enlaces con fibras MMF y SMF, aunque deben examinarse con cuidado. Se recomienda usar conectores SC preferentemente aunque también pueden usarse conectores ST.

Cuando se usa fibra monomodo entre las estaciones, éstas deben estar separadas a lo mas a 60 Km. una de la otra. Con fibra multimodo, las estaciones deben estar a no mas de 2 Km. de separación.

2.5.2 Nivel Físico PHY

El otro subnivel físico, PHY, define el protocolo de introducción de datos en la fibra. FDDI introduce redundancia en los datos en transmisión. Usa código 4B/5B, transmite 5 bits por cada 4 bits que le envía el nivel superior. La elección de los códigos se hizo para

equilibrar la potencia en continua del código y evitar secuencias de 0's o 1's demasiado largas. El régimen binario efectivo que soporta la fibra son 125 Mbps.

MAC define la longitud máxima de trama en 4500 bytes para evitar problemas de desincronización. No hay longitud de trama mínima. El formato de trama es:

PA = Preámbulo: 30 caracteres IDLE, para sincronismo.

SD = Delimitador de inicio. No se repite en el campo de datos.

FC = Control de trama: Tipo de trama (sincronía).

DA = Dirección de destino.

SA = Dirección de destino.

INFORMACION: Datos transmitidos.

FCS = Redundancia de la trama con CRC-32.

ED = Delimitador de fin de trama. No se puede repetir en el campo de datos.

FS = Frame status. Receptor informa a origen del resultado de la trama (trama errónea, bien recibida, etc.)

Una estación que está transmitiendo debe retirarla completamente sus tramas del anillo; mientras lo hace, puede introducir nuevas tramas o transmitir caracteres IDLE, hasta retirarlas completamente. Dado que protocolos superiores (UDP, por ejemplo) define longitudes de trama diferentes, las estaciones deben estar preparadas para fragmentar/ensamblar paquetes cuando sea necesario.

2.5.3 Nivel de enlace MAC

MAC aporta las mayores novedades de FDDI. FDDI soporta dos tipos de tráfico:

1. Tráfico Síncrono: Voz, imágenes, información que debe ser transmitida antes de un determinado tiempo; podría decirse que es tráfico de datos en tiempo real.
2. Tráfico Asíncrono: E-mail, FTP,..., información para la cual el tiempo que tarda en llegar al destino no es el factor decisivo.

La filosofía que persigue FDDI es atender primero el tráfico síncrono y después el tráfico asíncrono; para ello, cada estación tiene varios temporizadores:

- Token Rotation Time (TRT): Tiempo transcurrido desde que llegó el último testigo.

- Token Hold Time (THT): Tiempo máximo que una estación puede poseer el testigo.

Todas las estaciones tienen un parámetro fijo, el Target Token Rotation Time (TTRT), que fija el tiempo que tarda el testigo en dar una vuelta al anillo, y cada una tiene un parámetro propio, Synchronous Time (ST o Ci, dependiendo de autores). Este parámetro fija el tiempo máximo que una estación está transmitiendo tráfico síncrono.

El mecanismo que se sigue es el que a continuación se muestra:

Cuando llega el testigo, comprobamos que ha llegado a tiempo; para ello vemos si $TRT > 0$. Si es cierto, la estación captura el testigo. Si es falso, la estación lo deja pasar a la siguiente estación. En cualquier caso, TRT se reinicializa a TTRT.

Una vez que la estación posee el testigo, el valor de TRT se carga en THT. Se comienzan a transmitir tramas síncronas.

THT llega a cero. En ese caso, se termina el turno de la estación y se pasa el testigo a la siguiente.

Antes de que THT llegue a cero se acaban las tramas síncronas que tenía la estación preparada para transmitir. Se transmiten ahora todas aquellas tramas asíncronas de que se disponen, hasta que THT llegue a cero.

Si acabamos también las tramas asíncronas, pasamos el testigo.

Se plantea un problema cuando se acaba THT mientras se está transmitiendo una trama. Este fenómeno se llama overrun.

El intervalo máximo entre dos testigos en una estación ronda en $2 \cdot TTRT$.

Las estaciones se conectan mediante un doble anillo de fibra óptica. En cada anillo, la información circula en una dirección. En caso de que se caiga un enlace entre dos estaciones, las fibras se puentean internamente en las estaciones, de modo que el anillo no se para. Esta configuración clasifica las estaciones en dos clases:

- DAS: Dual Attachment Station. Estación conectada al doble anillo. Capaces de configurarse. Mas caras.
- SAS: Single Attachment Station. Estación conectada a uno de los anillos solamente. Mas baratas.

2.6 Tecnología CDDI (Copper Distributed Data Interface)

CDDI (Copper Distributed Data Interface, Interface de Datos Distribuidos sobre Cobre) no es otra cosa que FDDI utilizando cobre en lugar de fibra óptica como medio de transmisión. Solo afecta al PDM, ya que para seguir cumpliendo los requerimientos de ruido y velocidad de transmisión se reduce la distancia máxima de enlace a 100m. Para

evitar también la radiación que produce el par trenzado sin blindaje (UTP), cuando se utilice este medio de transmisión se utiliza un código diferente, NRZ-III. Básicamente es NRZ con tres niveles, subiendo y bajando niveles hasta llegar a los extremos. De este modo, baja la frecuencia máxima que soporta el par trenzado, reduciendo así las radiaciones.

La mayor ventaja que aporta CDDI es la reducción de los costos de implantación de FDDI, sobre todo cuando se quiere hacer llegar FDDI hasta las estaciones terminales de los usuarios (FDDI on desk). Las terminales suelen ya estar cableadas, por lo que sustituir el cobre por fibra óptica aparece como un costo innecesario en muchos casos. Además, los receptores y transmisores ópticos que emplea FDDI resultan demasiado caros frente a los dispositivos electrónicos que utiliza CDDI. Por lo demás, los cambios en el código no son relevantes y la reducción en la distancia máxima no es importante, puesto que CDDI se utilizaría dentro de los edificios, donde las distancias suelen ser inferiores a los 100 metros críticos.

CAPÍTULO 3
REDES WAN

CAPÍTULO 3: REDES WAN

En muchas organizaciones, hay una división de las responsabilidades entre la *administración de la red* y la *administración de telecomunicaciones*. Los administradores de red gestionan todos los aspectos de la red de área local hasta las paredes del edificio o la puerta del centro de trabajo. Todas las comunicaciones de datos con el exterior de la red de área local son administradas por los administradores de telecomunicaciones. En ambos casos se necesita tener conocimientos sobre redes de área extensa, ya sea para asumir o deslindar la responsabilidad.

Una red WAN (Wide Area Network, Red de Area Extensa) es una interconexión de equipos de cómputo que abarca desde dos o mas Redes de Area Local, usualmente muy distantes, como por ejemplo entre ciudades o entre continentes.

Las redes de área extensa se utilizan cuando no es factible tender redes locales, bien porque la distancia no lo permite por el costo de la infraestructura o simplemente porque es preciso atravesar terrenos públicos en los que no es posible tender infraestructura propia. En todos estos casos lo normal es utilizar, para la transmisión de los datos, los servicios de una empresa portadora. Hasta hace poco este tipo de servicios eran ofrecidos en régimen de monopolio por las compañías telefónicas en la mayoría de los países.

Una red de área extensa utiliza conexiones *dedicadas* o *conmutadas* para enlazar computadoras de ubicaciones geográficamente remotas que están demasiado dispersas como para estar enlazadas directamente a la red de área local. Estas conexiones de área extensa se pueden realizar a través de la red pública o a través de una red privada construida por la organización a la que sirve.

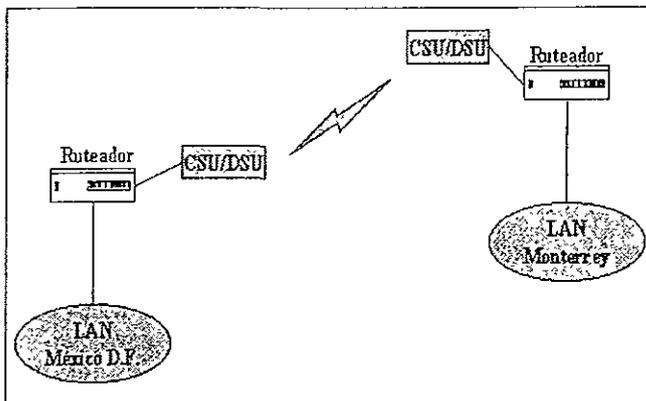


Figura 3.1: Una red de área extensa típica

La figura 3.1 muestra una WAN típica y el equipo que se necesita para las conexiones de WAN. Un ruteador (router) envía el tráfico dirigido a una ubicación remota desde la red de área local a través de la conexión de área extensa hacia el destino remoto. El

ruteador está conectado a una línea analógica o una línea digital por medio modem ó de una *unidad de servicio de canal/unidad de servicio de datos* (CSU/DSU, channel service unit/data service unit) respectivamente; el tipo de servicio de la compañía de telecomunicaciones determina el tipo exacto de equipo que necesitará el área extensa para funcionar.

Hasta tiempos recientes las conexiones WAN se caracterizaban por su lentitud, costo y tasa de errores relativamente elevada. Con la paulatina introducción de fibras ópticas y líneas digitales en las infraestructuras de las compañías portadoras, las líneas WAN han reducido apreciablemente su tasa de errores; también se han mejorado las capacidades y reducido los costos. A pesar del inconveniente que en ocasiones pueda suponer el uso de líneas telefónicas tienen la gran virtud de llegar prácticamente a todas partes, que no es poco.

Con la excepción de los enlaces vía satélite, que utilizan transmisión broadcast, las redes WAN se implementan casi siempre con enlaces punto a punto, por lo que prácticamente todo lo que se diga referente a redes punto a punto es aplicable a las redes WAN.

El crecimiento de las redes LAN trajo consigo la necesidad de conectarlas entre si remotamente, creando así las redes WAN, esto trajo otro gran reto, ya que la investigación de redes significa también la integración de múltiples tecnologías, protocolos, topologías y sistemas operativos.

Una red local LAN, se convierte en parte de una red WAN cuando se establece un enlace a un mainframe, a una red pública de datos o incluso a otra red, esto a través del uso de modems, líneas telefónicas, satélites o conexiones directas.

3.1 Topologías

Hablar de topologías en redes de área extensa es referirse a las conexiones físicas y lógicas que para redes LAN se han descrito; esto debido a que una red WAN puede estar compuesta por redes LAN interconectadas entre sí, en tal caso, la topología la determina la red de área local. En vez de topologías, se hará notar la forma en que se lleva a cabo la integración de una WAN, los tipos de enlaces y los componentes típicos necesarios en este empeño.

3.1.1 Enlaces de Area Extensa

La información que se necesita para tomar las decisiones correctas en la implementación de una WAN viene implícita en los demás capítulos que complementan este trabajo, y aunque, debido al crecimiento tecnológico en este renglón, los detalles son dados por los proveedores y fabricantes de los equipos, aquí daremos las bases que permiten obtener conciencia en el diseño de una WAN.

Cuando se desea implementar una WAN, es necesario tener en cuenta muchos factores importantes que intervienen en su desempeño. Se puede seleccionar entre los enlaces telefónicos y los enlaces satelitales; los enlaces telefónicos son mas comunes ya que los

enlaces satelitales son mas lentos Dentro de los puntos a los que hay que poner atención en la implementación de una WAN podemos señalar los siguientes:

- Se puede elegir una WAN privada, donde la administración y manejo sea el dueño de la misma
- Se puede elegir un portador que tenga la responsabilidad de enlazar las LAN.
- Es necesario seleccionar el tipo de circuito, ya sea circuitos punto a punto, servicio de circuitos conmutados o servicio de paquetes conmutados. Esta selección se hace en base a que tan frecuente será el uso de la línea, si será ocasional o permanente.
- Finalmente se necesita seleccionar el ancho de banda: 56 Kbps, 1.544 Mbps o 45 Mbps.

3.1.2 Líneas dedicadas

Las redes de área extensa pueden incluir líneas *dedicadas* o *conmutadas*. Una línea dedicada es una conexión permanente entre dos puntos que habitualmente se alquila mensualmente, un ejemplo de este servicio es el de *circuitos punto a punto*.

3.1.2.1 Circuitos Punto a Punto

A pesar de un substancial decremento en su uso, una de las formas mas comunes para implementar una WAN es por medio de *circuitos punto a punto*. Un circuito punto a punto es un circuito dedicado permanente entre dos puntos finales. Los equipos del portador que construyen los circuitos no manipulan el tráfico de datos sobre la red en ninguna forma. Por lo tanto, el circuito punto a punto utiliza el esquema de las LAN que formen la WAN.

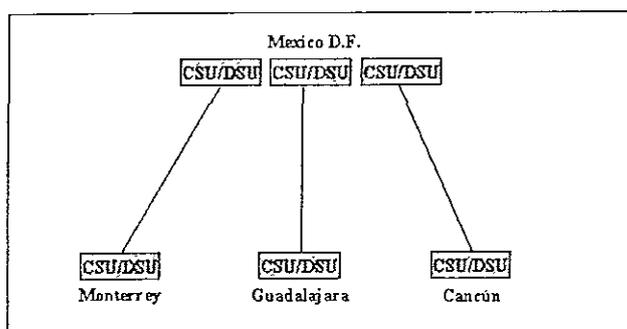


Figura 3 2: Diagrama ilustrativo de un servicio de línea dedicada o circuito punto a punto.

3.1.3 Líneas conmutadas

Un servicio de línea conmutada no requiere conexiones permanentes entre dos puntos fijos. En su lugar, permite que los usuarios establezcan conexiones temporales entre puntos múltiples que solo duran hasta la terminación de la transmisión de los datos.

Hay dos tipos de conmutación disponibles: servicios de conmutación de circuitos y servicios de conmutación de paquete.

3.1.3.1 Servicio de Conmutación de Circuitos

En una conexión con conmutación de circuitos, se establece un canal dedicado, llamado *circuito*, entre dos puntos durante toda la llamada. Proporciona una cantidad fija de ancho de banda durante la llamada, y los usuarios pagan solo por dicha cantidad y por el tiempo de la llamada. En ocasiones hay un retraso al comienzo de estas llamadas mientras se establece la conexión, aunque las técnicas de conmutación y los equipos nuevos han hecho que dichos retrasos sean despreciables en la mayoría de los casos.

Las conexiones de conmutación de circuitos tienen un par de ventajas serias. En primer lugar, el ancho de banda es fijo en estas conexiones, por lo que no pueden manejar ráfagas de tráfico, necesiéndose retransmisiones frecuentes. Dado que las conexiones WAN son de por sí relativamente lentas, las retransmisiones pueden ocasionar que el rendimiento sea mínimo. La segunda ventaja es que estos circuitos virtuales solo tienen un ruta, sin trayectos alternativos especificados. Por lo tanto, cuando se desconecta una línea, se para la transmisión o uno de los usuarios tiene que intervenir manualmente para reencaminar el tráfico.

Esta llamada para establecer la conexión puede ser hecha automáticamente por medio de un software o manualmente utilizando el dispositivo telefónico. El servicio *Dial up*, otro nombre con el que se le conoce al servicio de conmutación de circuitos, es apropiado cuando se necesita establecer una conectividad de LAN a LAN solo por periodos de tiempos cortos.

Los servicios de conmutación de circuitos son muy recomendados ya que pueden tener mayor utilidad y ser mas rentables que sus primos, los circuitos punto a punto. Obviamente, este tipo de servicio es conveniente cuando no se necesita mantener el enlace permanentemente, solo para aplicaciones esporádicas o temporales.

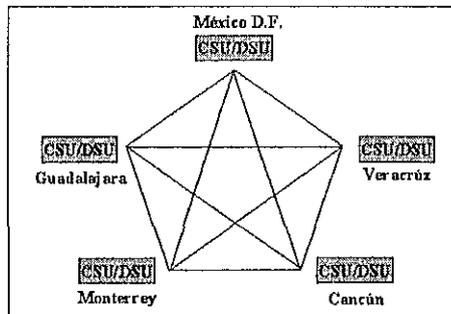


Figura 3.3: Diagrama de un servicio de línea conmutada.

3.1.3.2 Servicio de Conmutación de Paquetes

Los circuitos de conmutación de paquetes eliminan el concepto de circuito virtual fijo. Los datos se transmiten de paquete en paquete a través de una malla de red o *nube*, y cada paquete tiene la capacidad de tomar una ruta diferente a través de la nube de red. Dado que no hay ningún circuito virtual predefinido, la conmutación de paquetes puede incrementar o disminuir el ancho de banda cuando se necesite, y, por lo tanto, gestiona ráfagas de paquetes elegantemente.

Para redes con conmutación de paquetes, es necesario un protocolo de red, como X.25, Frame Relay, etc. (descritos en el capítulo 5), que permita a los ruteadores para circuitos virtuales hacer una conexión solo cuando haya datos a transmitir.

Una red de conmutación de paquetes se puede habilitar como una red *multipunto*; con un puerto sobre el ruteador exterior de una LAN es posible conectarse a múltiples puntos terminales o destinos. Sin embargo en estas redes existe un retardo en la transmisión, esto debido a que los datos son almacenados en cada conmutador y luego son pasados a sus destinos

Elegir entre servicios de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes depende de dos cosas:

- El tipo de tráfico que genere la red.
- El presupuesto.

Si el tráfico que genere la red es sensible al retardo, como el generado por la aplicaciones de vídeo, necesitará el ancho de banda fijo y garantizado de un servicio de conmutación de circuitos. Desgraciadamente, estos servicios son muy caros. Por otra parte, si el tráfico puede soportar retrasos, especialmente si es de tipo ráfaga por naturaleza, los servicios de conmutación de paquetes son fiables y también mas económicos que los de conmutación de circuitos.

3.1.4 Redes Públicas

Las redes públicas son las instalaciones de telecomunicaciones de área extensa poseídas por las compañías telefónicas habituales y que se venden a los usuarios por suscripción. Estas compañías habituales son:

- Compañías de telecomunicaciones locales.
- Compañías de telecomunicaciones de interconexión.
- Compañías de telecomunicaciones de valor agregado.

Cada tipo de compañía puede ofrecer servicios de datos de área extensa, y a menudo compiten entre ellas en el mercado. Por lo tanto, es una buena idea comprobar la disponibilidad y el precio de todas ellas.

3.1.4.1 Compañías de Telecomunicaciones Locales, Local Exchange Carriers

Las compañías de telecomunicaciones locales son compañías que gestionan conexiones telefónicas y de telecomunicaciones locales. Hasta hace poco, la ley federal restringía a estas compañías a gestionar comunicaciones locales, proporcionando instalaciones de punto de presencia (POP) para compañías de larga distancia, y ofreciendo comunicaciones de área extensa únicamente dentro de sus áreas de servicio locales, conocidas como áreas locales para acceso y transporte (LATA), sin embargo, la legislación reciente les ha permitido competir con las compañías de larga distancia y finalmente dejar de proporcionar instalaciones de POP a sus competidores en los mercados de larga distancia.

3.1.4.2 Compañías de Telecomunicaciones de Interconexión, Interexchange Carriers

Una compañía de telecomunicaciones de interconexión es una compañía que gestiona conexiones telefónicas y de comunicaciones a larga distancia. Aunque muchas compañías de telecomunicaciones de interconexión utilizan las instalaciones de punto de presencia que debía proporcionar la compañías de telecomunicaciones locales, algunas de ellas construyeron su propio POP, permitiendo que los clientes prescindieran de las compañías de telecomunicaciones locales y se conectaran directamente a los servicios de larga distancia.

De la misma forma en la legislación ha permitido que las compañías de telecomunicaciones locales entrasen en el negocio de larga distancia, también ha permitido que las compañías de larga distancia compitan en el mercado de los servicios de las compañías locales.

3.1.4.3 Compañías de Telecomunicaciones de Valor Agregado, Value Added Carrier

Las compañías de telecomunicaciones de valor agregado son aquellas que proporcionan a menudo servicios de WAN como una línea secundaria a su negocio principal. Habitualmente este tipo de compañías tiene una *red de datos privada* nacional que ha establecido para su uso particular, y revende la capacidad que le sobra en esa red a sus clientes. El utilizar una red privada le ahorra el problema de adquirir los diversos servicios de compañía y establecer su propio equipo de conmutación, porque la conmutación se realiza en la red de la compañía. La misma compañía maneja la gestión y mantenimiento de los servicios de WAN, y puede que incluso sea capaz de realizar alguna conversión de protocolo.

3.1.5 Redes privadas

Una red privada es solo eso: una red de comunicaciones privada construida, mantenida y controlada por la organización a la que sirve. Como mínimo, una red privada requiere su propio equipo de conmutación y comunicaciones. Puede que también utilice sus

propios servicios de compañía, o puede alquilarlos a redes públicas o a otras redes privadas que hayan construido sus propias líneas de comunicación.

Una red privada es tremendamente cara. La empresa que construye una debe estar preparada para mantener y gestionar su propio equipo de conmutación y comunicaciones, además de construir su propio servicio de microondas u otro servicio de compañía de largo recorrido, o negociar el alquiler de dicho servicio a un precio razonable. Sin embargo, en las empresas donde son primordiales la seguridad estricta y el control sobre el tráfico de datos, las líneas privadas son la única garantía de un nivel de servicio elevado. Además, en las situaciones donde el tráfico de datos entre dos puntos remotos es superior a seis horas al día, el emplear una red privada puede ser realmente más rentable que utilizar la pública

3.1.6 Líneas Analógicas

Las líneas analógicas son una variedad de líneas de voz que se desarrollaron originalmente para el transporte de tráfico de voz. Son parte del servicio telefónico antiguo y simple y por lo tanto están en todas partes. Aunque el tráfico de datos digitales no es compatible con las señales de portadora analógica, se puede transmitir tráfico digital sobre líneas analógicas utilizando un módem, que modula señales digitales sobre servicios de portadora analógicos

Dentro de estas líneas podemos encontrar a las líneas por marcación, donde la conexión solo se establece cuando hay datos que transmitir, y las líneas dedicadas, en donde el cliente tiene un contrato con la compañía que estipula que la línea siempre estará disponible para su utilización inmediata.

3.1.7 Líneas Digitales

Las líneas digitales están diseñadas para transportar tráfico de datos, que es digital por naturaleza. Por lo tanto, el equipo de la computadora no necesitará un módem para cargar los datos en la señal de portadora digital. En su lugar, utilizará una unidad de servicio de canal / unidad de servicio de datos (CSU/DSU), que simplemente proporciona una interfaz con la línea digital.

Dentro de los servicios digitales que podemos mencionar están el canal T1, que proporciona velocidades de transmisión de 1.544 Mbps y puede transportar tanto voz como datos. En ancho de banda es de 1.544 Mbps y se divide generalmente en 24 canales de 64 Kbps. Esto se debe a que una conversación digitalizada requiere 64 Kbps de ancho de banda; de esta forma se puede transportar voz y datos sobre el mismo canal T1. Otro canal muy utilizado es el T3, que es equivalente a 28 líneas T1, lo que significa una velocidad de 45 Mbps.

3.2 Tecnologías

Hasta hace poco tiempo para establecer comunicación en una red privada WAN existían dos alternativas: comunicación vía satélite, lo cual era muy costoso por la infraestructura

que había que adquirir, y la comunicación por medio de líneas telefónicas privadas (DS0, E0 y E1), lo cual resultaba una alternativa con mas ventajas que desventajas.

Es importante mencionar que el servicio que brinda la industria telefónica en México en cuanto a líneas privadas y conmutadas aún deja mucho que desear, a parte de la gestoría y del tiempo que se lleva la contratación y la puesta a punto de las líneas privadas hay que sumar la frecuente interferencia de ruido en las líneas y las fallas que terminan por inhabilitarlas por periodos largos.

Los medios de comunicación han evolucionado notablemente en los últimos años, y es que tecnológicamente se ha migrado de un mundo analógico a uno digital y en cuanto a medios de comunicación se refiere han surgido los enlaces digitales de fibra óptica, que ofrecen una mayor calidad en las transmisiones, confiable, altas velocidades y ancho de banda mayor, y una serie de servicios de valor agregado que se integran a una red de voz, datos y video con redes digitales integradas.

Dentro de una red WAN existen nodos de Backbone y nodos secundarios; los nodos de backbone son los puntos centrales de la red los cuales funcionan como puntos de enlace y de distribución por lo general si la red WAN es una red grande; este tipo de nodos se forma con enlaces digitales E1 los cuales son de fibra óptica y manejan velocidades de hasta 2.048 Mbps, por lo general son de tipo punto – multipunto cuya cualidad es transmitir información de un punto a diferentes puntos de la red; los nodos secundarios se forman con enlaces digitales DS0 que son de par de cobre y que transmiten a una velocidad de 64 Kbps.

Existen varios elementos que nos permiten integrar una red de área amplia, dependiendo de las necesidades específicas. Sin embargo, muchos de estos elementos se han visto como cajas negras, sin entender adecuadamente su funcionamiento y aplicación. Estos elementos son básicamente: Repetidores, puentes, ruteadores, gateways y multiplexores. Cada uno de estos equipos están explicados en forma detallada en el Capítulo VIII de este trabajo, aquí analizaremos los equipos específicos para redes WAN.

3.2.1 Equipo de Punteo: Existen cuatro tipos básicos de puentes.

3.2.1.1 Transparent Bridge

Estos equipos permiten la conexión entre dos redes que utilizan los mismos protocolos tanto en la capa física como en la capa de enlace de datos. En caso de tener dos redes conectadas por medio de un puente de este tipo, su funcionamiento consta de los pasos descritos a continuación:

- El puente recibe todas las señales enviadas por el segmento A.
- Descarta señales direccionadas a otros nodos sobre el segmento A (Filtro).
- Retransmite todas las otras señales fuera del puerto apropiado.

- Realiza las mismas funciones para datos sobre otros segmentos conectados

Para que esto se lleve a cabo se requiere que el puente conozca la ubicación de los dispositivos, esto se puede hacer por configuración manual o por una configuración directa del equipo. Esta última lee las direcciones origen de cada mensaje recibido y actualiza una base de datos que lista cada dirección y datos adicionales. Se lee la dirección de cada paquete de información que se transmite y se compara con las existentes en la base de datos decidiendo si se ignora o se manda a otra red.

Los puentes llevan a cabo estas tareas para determinar la localización física de la fuente y del destino dentro de la red, esta localización la realiza identificando lo conocido como direcciones; las direcciones son etiquetas con las que los equipos se configuran, esto permite hacer las estaciones de trabajo "visibles" dentro de la red con un nombre único que la identificará.

3.2.1.2 Translating Bridge

Este puente es una versión del transparent bridge, ya que también realiza conexiones a redes que utilizan distintos protocolos en las capas físicas y enlaces de datos, como ejemplo se menciona el enlace de una red Ethernet con una Token Ring, el cual se basaría en los siguientes pasos:

- El puente utiliza los protocolos de la red TR para leer la dirección destino de todos los mensajes transmitidos por los dispositivos ubicados en la red TR.
- El puente ignora todos los mensajes dirigidos a dispositivos ubicados en la red TR.
- El puente acepta todos los mensajes dirigidos a dispositivos ubicados en la red Et y utilizando los protocolos de esta red transforma el mensaje para poderlo transmitir a la red Et.
- El puente hace lo mismo con los mensajes transmitidos en la red Et.

3.2.1.3 Encapsulating Bridge

A diferencia del translating bridge, este puente encapsula los mensajes en un nuevo formato, viajan por un backbone y se desencapsulan hasta llegar a su destino. Los pasos a seguir si quisiéramos mandar un mensaje de una red A hacia una red B son los siguientes:

- El puente usando los protocolos de la red A, lee la dirección destino de todos los mensajes transmitidos por dispositivos ubicados en la red A.
- El puente ignora todos los mensajes dirigidos a dispositivos ubicados en la red A.
- El puente acepta todos los mensajes dirigidos a otras redes, coloca el mensaje en una envoltura de la tecnología con la que se implemento el backbone (ATM), Gigabit, FDDI) y lo envía a través de este.

- Los demás puentes en el backbone reciben el mensaje, quitan la envoltura y revisan la dirección destino, si no le pertenece lo ignoran, si el paquete sí le pertenece, utiliza los protocolos de la tecnología (Ethernet, Fast Ethernet, etc.), para obtener el paquete.

3.2.1.4 Source Routing Bridge

Este término fue introducido por IBM para describir un método de puenteo en redes Token Ring, el cual requiere que un paquete exploratorio proporcione la información necesaria para hacer llegar un mensaje a su destino. Aquí los puentes no requieren almacenar una base de datos con direcciones ya que se basan en la información contenida en la envoltura del mensaje, por lo que deben descubrirse las rutas más convenientes.

3.2.2 Equipo de Switcheo

El equipo de switcheo dentro de una red WAN se encarga de seccionar paquetes de datos en redes LAN y los entregan al equipo de ruteo para su transporte. Una característica que distingue a estos equipos es que manejan anchos de banda dedicados y dinámicos, es decir, que de forma automática y según prioridades asignadas, se podrá dar preferencia o mayor ancho de banda para la transmisión de paquetes de datos, dejando un mínimo para la comunicación de voz. El equipo de switcheo que se utiliza dentro de las redes WAN son los conocidos como switches CORE o switches de alto desempeño, estos pueden tener interfaces para cobre o fibra óptica.

3.2.3 Equipo de Ruteo

El equipo de ruteo contendrá grabadas las direcciones asignadas a cada nodo de la red y se encargará de elegir la ruta óptima por medio de la cual se establecerá la comunicación entre las redes, considerando el tráfico de datos y posibles fallas en los enlaces. Además el equipo de ruteo tiene integrado un módulo de encriptación por lo que la comunicación es segura.

3.2.3.1 Ruteadores

Estos dispositivos también se describen en el capítulo ocho, aquí nos enfocaremos a la aplicación de éstos en redes WAN; éste dispositivo también puede extender el tamaño de la red, las redes a interconectar pueden tener diferentes protocolos en la capa física y de enlace de datos. Además leen la dirección de los paquetes de información y deciden la ruta que éstos deben seguir tomando en cuenta el costo de transmisión, retraso, distancia, congestión; pero sólo examinan los paquetes dirigidos a ellos. Una desventaja que tienen respecto a los puentes es que no cuentan con tablas que describen cada nodo asociado a un segmento de red, sino que sólo conocen a los demás ruteadores de la red identificados por una dirección.

Los ruteadores juegan un papel crucial en la determinación de la eficiencia de una conexión de WAN. Los ruteadores conectan la LAN a la WAN, aprendiendo el destino de

los dispositivos que están entre las redes y determinando el mejor trayecto a tomar para que el tráfico de datos alcance su destino.

Para los usuarios de aplicaciones sensibles a los retrasos, el ruteador puede hacer que la conexión de área extensa sea completamente transparente o un pantano frustrante. Para clientes de servicios conmutados, que solo pagan por el ancho de banda que utilizan, un ruteador eficiente puede ahorrar grandes cantidades de dinero en tarifas de servicio de la compañía.

En un ruteador no es importante el formato del paquete, ya que solo lee su dirección y decide la ruta, aunque también puede envolver el paquete en algún protocolo, pudiendo así rutear paquetes en diversos protocolos simultáneamente.

Características de un ruteador

- Se les conoce como enrutadores de protocolo.
- La conexión se realiza en la capa de red.
- No es transparente al tráfico.
- Deja pasar los mensajes según el protocolo.
- Puede ser un cuello de botella.
- *Puede seleccionar la ruta de menor tráfico según el puerto.*
- Capacidad de balanceo de cargas.
- Los modelos más recientes pueden manejar múltiples protocolos.
- Se utilizan para conectar redes distantes (WAN)

3.2.3.2 Brouther

El brouther es un dispositivo que combina las características de un puente y de un ruteador. Puede rutear determinados protocolos manejando los demás como puente; siendo esto de mucha utilidad cuando se desean integrar diversas redes con diferentes topologías y protocolos.

Cuando se tienen redes con diferentes protocolos conectadas mediante un ruteador, se identifica cada red con una dirección y cada dispositivo que se encuentra dentro de alguna de ellas es identificado con otra dirección. Suponiendo que las direcciones de las redes son múltiplos de 1000 y las direcciones de los dispositivos varían de la 1 a la 500, la dirección completa de cada dispositivo se forma sumando ambas direcciones, así que la dirección 1100 identifica al dispositivo 100 de la red 1000.

En el caso de querer mandar información del dispositivo 1100 al 3400, el origen compara la dirección de la red origen 1000 con la red destino 3000, al ver que son diferentes el dispositivo sabe que el destino está en otra red y que no se puede enviar directamente sino que tiene que ser ruteado. Todos los dispositivos mantienen tablas de ruteo, las cuales contienen las direcciones de las redes adyacentes. Para el caso anterior la tabla de ruteo del dispositivo 1100 consta de un solo dato, la dirección del ruteador 1. Al leer esta dirección de su tabla, el dispositivo envía el mensaje con una envoltura especial al ruteador.

Al recibir el mensaje, el ruteador elimina la envoltura, lee la dirección destino y la compara con los datos de su tabla, que para nuestro ejemplo, el ruteador tendrá las siguientes direcciones en su tabla:

- 1500 para su conexión con la red 1000
- 2500 para su conexión con la red 2000
- 3500 para su conexión con la red 3000

Teniendo estos datos el ruteador compara las direcciones de red con la de destino.

3.2.3.3 Gateways

Estos dispositivos de interconexión son los mas complejos ya que permiten la comunicación entre redes que utilizan protocolos totalmente diferentes; por ejemplo, ISO, TCP/IP o DECnet. Para lograrlo, los gateways realizan la conversión completa de una arquitectura a otra sin modificar los datos transmitidos, de modo que los protocolos utilizados en la red fuente puedan ser atendidos en la red destino.

A nivel más alto, los gateways permiten que ciertas aplicaciones se comuniquen entre sí. Por ejemplo, diferentes correos electrónicos como MHS y SMTP, o diferentes aplicaciones de transferencias de archivos como FTAM y FTP.

Los gateways son generalmente mas costosos y lentos que los puentes o ruteadores ya que efectúan más procesamiento para llevar a cabo la conversión de protocolos. Sin embargo, hay que pensar que estos dispositivos ofrecen un servicio muy importante y específico al permitir la comunicación entre dispositivos que utilizan protocolos totalmente distintos en todas sus capas. En este sentido, la gran aceptación del concepto de sistemas abiertos y la adopción de normas universales deberán facilitar en el futuro la interconexión de dispositivos conectados en diferentes redes.

Con el fin de interconectar estaciones de trabajo en áreas geográficamente muy alejadas o redes LAN, se requiere contar con mecanismos de acceso especiales que caen dentro del concepto "internetworking". La intercomunicación remota requiere emplear enlaces de microondas, fibra óptica, cable submarino y satélites. Las redes WAN emplean conmutación de paquetes, inicialmente a baja velocidad, sin embargo con el advenimiento de tecnologías de alta velocidad y los requerimientos de las nuevas

aplicaciones (multimedia), impulsan el empleo de nuevos protocolos y tecnologías tales como Frame Relay y ATM, con los que se alcanzan velocidades de transmisión del orden de megabits/seg.

Algunas de las aplicaciones de las redes WAN son las siguientes.

- Acceso a programas remotos.
- Acceso a bases de datos remotas
- Facilidades de comunicación de valor agregado
- **Utilidad de los Protocolos**

Entre las funciones del protocolo de comunicaciones están la creación de conexiones de servicio, obtener direcciones de estación de red y otras tareas asociadas a la transferencia de datos desde una estación de una red hasta otra estación de otra red. El protocolo de comunicación funciona en la capa de red del modelo de referencia OSI, y dentro de ellos destacan el Protocolo Internet (IP) y el Protocolo de Intercambio de Paquetes (IPX).

Algunos protocolos de comunicación generan mucho tráfico ya que para cada solicitud de servicio que envían, piden una respuesta de la estación que ofrece los servicios. IPX es un ejemplo clásico de este tipo de protocolos y a menudo éstas solicitudes y respuestas ocupan mas de un paquete que ocasiona tráfico alto dentro de la red.

Por otro lado, TCP/IP es un protocolo que en vez de enviar una solicitud de servicio, esperar la respuesta y enviar la siguiente, TCP/IP envía todas las solicitudes de servicio en una sola ráfaga, lo que a veces se le denomina ráfaga de paquetes. Después recibe múltiples respuestas del que concede los servicios.

3.2.4 Red WAN de respaldo

Es importante mencionar que hoy en día se busca generar redes WAN que permitan tener además de la red de enlaces digitales tener en forma paralela una red redundante para la comunicación de datos, la cual enlazará de forma automática al nodo en el que se haya perdido el enlace digital; ésta red se comunica por medio de líneas conmutadas, por un módem contenido en los ruteadores y un servidor de comunicaciones de modem's en el nodo central.

3.2.5 Sistema de monitoreo y administración de la red

En este tipo de redes al igual que en las redes LAN grandes se cuenta con estaciones de monitoreo que permiten configurar, programar, monitorear y administrar de forma total y centralizada a la red de enlaces y al equipo que la forman.

Los equipos de la red a instalar requieren un estricto control centralizado del sistema, esto se logra mediante un sistema de monitoreo y administración. Para esto se requiere

que todos los equipos de la red puedan ser controlados centralmente y esto se logra si todos, independientemente de la marca del equipo deberá "hablar" un lenguaje común SNMP (Simple Network Manage Protocol).

3.3 Ruteo

El ruteo es la parte fundamental de una red WAN actual, la infraestructura física de lo que actualmente conocemos como Internet se basa en esto, en el ruteo, de ahí su análisis siguiente: El ruteo es mover información a través de una red de trabajo desde un origen hasta un destino. Durante el recorrido del camino, al menos un nodo inmediato es típicamente encontrado. El ruteo es frecuentemente el contraste del puente, el cual parece llevar a cabo la misma función. La primera diferencia entre los dos es que el puenteo funciona en la capa 2 (capa de enlace) del modelo de referencia OSI, mientras que el ruteo ocurre en la capa tres del mismo modelo, o sea en la capa de red. De donde se desprende que el ruteo y puenteo realizan su función de forma diferente.

El ruteo involucra dos actividades básicas: la determinación de caminos óptimos de ruteo y el transporte de los paquetes de información a través de la red.

3.3.1 Determinación de la ruta

Un métrico es una medida estándar utilizado por muchos algoritmos de ruteo para determinar el camino óptimo hacia un destino. Para facilitar el proceso de determinación de ruta, los algoritmos de ruteo inicializan y mantienen tablas de ruteo, las cuales contienen la información de la ruta. Esta información varía dependiendo del algoritmo utilizado.

Los algoritmos de ruteo llenan las tablas de ruteo con una variedad de información. La asociación de destino/siguiente salto, dicen a un ruteador que un destino particular puede ser alcanzado de forma óptima enviando el paquete a un ruteador particular representando el siguiente salto sobre el camino hacia el destino final. Cuando un ruteador recibe un paquete, este checa la dirección de destino y procede a asociar esta dirección con el siguiente salto. Esta tabla de ruteo puede contener también información acerca de la conveniencia de un camino. Los ruteadores comparan los métricos a determinadas rutas óptimas. Los métricos difieren dependiendo del algoritmo de ruteo que esté siendo usado.

Los ruteadores se comunican con sus semejantes a través de una variedad de mensajes. El *mensaje de actualización de ruteo* es uno de ellos. La actualización de ruteo generalmente consiste de toda o una porción de la tabla de ruteo. Analizando la actualización de ruteo de todos los ruteadores, un ruteador puede construir una imagen detallada de la topología de la red. *Aviso del estado de enlace* es otro ejemplo de los mensajes entre ruteadores; este informa a los otros ruteadores del estado de enlace del emisor. También puede ser usado para construir una imagen completa de la topología de la red. Una vez que la topología de la red es entendida, los ruteadores pueden determinar las rutas óptimas.

3.3.2 Algoritmos de ruteo

Los algoritmos de ruteo pueden ser diferenciados basándose en varias características claves. Primero, las metas particulares del diseñador del algoritmo afectan la operación del protocolo de ruteo resultante. Segundo, hay varios tipos de algoritmos de ruteo.

Cada algoritmo tiene un impacto diferente sobre la red. Finalmente, los algoritmos de ruteo usan una variedad de métricos que afectan el cálculo de las rutas óptimas. Las siguientes secciones describen los atributos de los algoritmos de ruteo, las cuales son algunas metas que se persiguen al diseñar un algoritmo de ruteo.

- Optimización

La optimización se refiere a la habilidad del algoritmo de ruteo de seleccionar la mejor ruta. La mejor ruta depende de los métricos utilizados para el cálculo y su peso que se le da dentro del propio algoritmo.

- Simplicidad

Los algoritmos de ruteo también son diseñados pensando en que sean lo más simple posible. En otras palabras, el algoritmo de ruteo debe ofrecer una funcionalidad eficiente con un mínimo de software y alta utilización. La eficiencia es particularmente importante cuando implementando el software el algoritmo debe correr sobre una computadora con recursos físicos limitados.

- Robustez

Los algoritmos de ruteo deben ser robustos. En otras palabras, ellos deben funcionar correctamente a pesar de circunstancias especiales o inusuales, como en fallas de hardware o condiciones de sobrecarga.

- Convergencia rápida

Los algoritmos de ruteo deben converger rápidamente. La convergencia es el proceso de llegar a un acuerdo, por todos los ruteadores, sobre la mejor ruta. Cuando un evento en la red causa que un ruteador salga de servicio, los otros ruteadores distribuyen mensajes de actualización de ruteo. Estos mensajes permiten a los otros ruteadores calcular nuevas rutas y la convergencia rápida permite que estos lleguen a un acuerdo rápido de cual es la ruta óptima.

- Flexibilidad

Estos algoritmos de ruteo deben ser flexibles. En otras palabras, los algoritmos de ruteo se deben adaptar rápida y precisamente a una variedad de circunstancias de la red. Tal es el caso de cuando un segmento de red deja de funcionar, el algoritmo de ruteo debe ser capaz de adaptarse y seleccionar rápidamente el siguiente mejor camino a seguir.

3.4 Acceso Remoto

El Acceso Remoto es una de las formas para lograr la comunicación entre computadoras situadas en localidades distintas. Esto se obtiene mediante el uso de la línea telefónica como medio de comunicación.

Sabemos que mediante las líneas telefónicas es posible interconectar dos puntos cualesquiera del planeta, sin importar que tan distante estén uno del otro, lo cual las hace un buen medio para las comunicaciones, sin embargo, este medio, por estar diseñado exclusivamente para la transmisión de voz, presenta problemas al momento de ser utilizado para la transmisión de señales digitales. De hecho, si se trata de transmitir una señal digital, ésta llegaría tan distorsionada al otro extremo que sería imposible reconocerla.

Entonces, para aprovechar ésta capacidad instalada para la transmisión de señales digitales, la solución fue el uso de un dispositivo que convirtiera esas señales digitales generadas por el computador en señales analógicas que puedan ser enviadas por la línea telefónica, y luego, en el otro extremo, convertir esas señales analógicas e introducirlas al computador receptor.

El dispositivo capaz de efectuar esta conversión es el MODEM (MOdulador y DEModulador). Estos dispositivos no sólo facilitan el proceso de transmisión, sino que además proporciona una serie de características adicionales que ayudan en la comunicación. Entre estas características está el remarcado cuando el número está ocupado, contestar llamadas, corrección y detección de errores, selección automática de la velocidad de conexión, etc.

Así el servicio de acceso remoto a una red de datos situada en un lugar muy distante consta de un conjunto de modems conectados a un servidor de acceso o servidor de comunicaciones, el cual gestiona los accesos ofreciendo los servicios de red y controlando las conexiones y los usuarios.

3.4.1 Métodos de Conexión para Acceso Remoto

La elección del método para lograr el acceso, depende del software de comunicación que se tenga disponible, así como también del tipo de servicios que el sitio remoto provea.

Los métodos más usuales son:

- Conexión tipo terminal.
- Uso del Protocolo SLIP.
- Uso del Protocolo PPP.

Existen también otros métodos como es el TERM y, en caso de desear conexión a un servidor www, el SLNot.

3.4.1.1 Conexión Tipo Terminal

Esta conexión es la más simple de todas. Para acceder en este modo se requiere tener conectado al módem una terminal o una computadora con un programa de emulación de terminal como por ejemplo ProComm, Telix, Telemate, Terminate, Kermit, Terminal de Windows, HyperTerminal de Windows 95, etc.), porque en este tipo de conexión la computadora local se convierte en una simple terminal de la computadora remota o host; es decir, la computadora local hará las veces de teclado y monitor de la computadora remota. También se requiere de la línea telefónica y del software de comunicaciones.

3.4.1.2 Conexión SLIP

El significado de estas siglas es Serial Line IP, es decir, IP sobre líneas seriales, que implica la capacidad para transmitir paquetes IP por una línea serial.

SLIP, en algunos casos, es empleado para el acceso del equipo del usuario a la red como un nodo más, aunque debido a la complejidad de su puesta en funcionamiento no es el más recomendado.

Básicamente es un protocolo de tipo caracter muy simple, cuyas conexiones de red se inician tecleando slip en la línea de comandos del servidor de acceso. A continuación se mostrará la dirección IP asignada al usuario y se procederá al inicio de la sesión. El usuario deberá configurar su equipo con la dirección IP asignada bien automáticamente mediante un fichero de comandos que realice el proceso de login y lea la dirección o bien a mano; porque en este tipo de conexión la máquina local se convierte en parte de la red a la cual está conectada, por lo tanto hace que deba tener una dirección IP asignada. Esto es un gran adelanto con respecto a la conexión tipo terminal, ya que ahora la máquina local no es un simple terminal de otra máquina, sino que se convierte en un nodo de la red a la cual se conecte. *Esto implica una serie de ventajas como poder usar las aplicaciones de red directamente (lectores de WEB, mail, etc.), ya que la máquina local forma parte de INTERNET.*

Para lograr esta conexión, se necesita en el lado local software para la conexión SLIP, este puede ser el Trumpet Winsock en caso de Windows, un packet driver de SLIP si se usa KA9Q desde DOS o en caso de UNIX configurar la máquina apropiadamente. Del lado remoto, la máquina debe estar configurada apropiadamente para enrutar los paquetes.

3.4.1.3 Conexión PPP

El significado de estas siglas es Point to Point Protocol. Este es un protocolo avanzado para las transmisiones de red sobre conexiones entre dos puntos. Soporta la configuración automática de los parámetros de la red, por lo que es el más sencillo de configurar y por lo tanto el más recomendado para el acceso remoto a la red.

Esta es la razón de que PPP sea el estándar oficial de INTERNET para transmisión de paquetes IP por una línea serial síncrona o asíncrona.

Este protocolo está diseñado para enlaces simples que transportan paquetes entre dos máquinas. Se permite transmisión full-duplex y los paquetes se envían en orden.

PPP incluye una serie de características como son: Marcar bajo demanda, remarcar si está ocupado, negociación de opciones, compartir carga entre varias líneas seriales, comprensión de encabezados, uso de más de un protocolo de capa de red, etc.

Se deberán instalar las rutas necesarias para que se pueda conectar a cualquier equipo. Se recomienda la instalación de una ruta por defecto a través de la interfaz PPP.

Sólo se soporta como protocolo de conexión sobre el PPP el TCP/IP. Para evitar problemas de conexión se recomienda desconectar cualquier otro protocolo (IPX/SPX, Apple Talk, DECnet, VINES, XNS, etc.).

3.4.2 Software de Comunicación Remota

Son programas que le permiten hacer uso de todos los recursos disponibles en el servicio de Acceso Remoto y que están disponibles en la sede de la Red de Datos distante.

Estos programas requieren de una configuración particular al momento de ser instalados y son de fácil uso. Entre ellos se encuentran:

- Trumpet Winsock
- PCNFSpro
- Cheyenne
- Internet in a Box
- MacPPP

3.4.2.1 Trumpet Winsock

Una implementación de Winsock es un programa de comunicación remota llamado Trumpet Winsock, el cual posee internamente el soporte para SLIP o PPP; y mediante el cual se puede acceder a cualquier red remota mediante el uso de la línea telefónica.

3.4.2.2 PCNFSpro

El PCNFSpro es un programa para realizar tareas como emulación de terminales en una red de área local, manejo de correo electrónico, transferencia de archivos, compartimento de resultados, etc.

3.4.2.3 Cheyenne

Cheyenne es un software de comunicación remota desarrollado con aplicaciones para la transmisión y recepción de faxes, agenda de teléfonos, emulación de terminal, contestadora telefónica (Mailbox), además de la capacidad de cambiar las funciones de las teclas, crear nuevos scripts y transferir archivos.

3.4.2.4 Internet in a Box - SPRY

Internet in a Box es un software de comunicación que posee su propia interfaz y dispone de los servicios básicos de: Mosaic, Gopher, Telnet, News, Mail, Network File Manager y otros.

CAPÍTULO 4
INFRAESTRUCTURA DE REDES LAN Y WAN

CAPÍTULO 4: INFRAESTRUCTURA DE REDES LAN Y WAN

En este capítulo se desarrollan dos temas de gran importancia en cuanto a la infraestructura física para redes LAN y WAN, para redes LAN se desarrollará a detalle lo referente al Cableado Estructurado y en redes WAN se analizará la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN), aunado a esto se verán la norma EIA/TIA y los estándares IEEE, información que permite el desarrollo e implementación óptima de este tipo de sistemas

4.1 Cableado Estructurado

En este punto se desarrollarán las bases para que el interesado sea capaz de fundamentar el desarrollo de un proyecto con infraestructura física de cableado estructurado, para redes LAN.

Los sistemas telefónicos y de computación se desarrollaron por vías totalmente separadas, las empresas superponían instalaciones en forma anárquica en función de la demanda de nuevos usuarios y la incorporación de nuevos equipamientos, cada proveedor de equipos realizaba la instalación de cables que más le convenía y este no podía ser usado por los otros fabricantes, lo cual dificultaba al cliente el cambio de proveedor, dado que el nuevo equipamiento no era compatible con el cableado existente y lo obligaba a comprar al anterior o recambiar toda la red.

Las redes telefónicas tenían, por lo general, topología en estrella y las redes informáticas se realizaban, por lo general, basándose en redes de cable coaxial con topología "bus" o "anillo" las cuales tenían baja confiabilidad real en campo, si se "caía" una terminal o se cortaba el cable en un sitio, TODA la red se "caía".

4.1.1 Normalización de los sistemas

El profundo avance de la tecnología ha hecho que hoy sea posible disponer de servicios que eran inimaginables pocos años atrás.

Sin embargo, para poder disponer de estos servicios desde todos los puestos de trabajo ubicados en un edificio de oficinas se hace necesario disponer, además del equipamiento (hardware y software), de las instalaciones físicas (sistemas de cableado) necesarias.

Los diversos servicios plantean diferentes requerimientos del cableado. Si a ello le sumamos que permanentemente aparecen nuevos productos y servicios, con requerimientos muchas veces diferentes, resulta claro que realizar el diseño de un sistema de cableado para un edificio de oficinas, pretendiendo que dicho cableado tenga una vida útil de varios años y soporte la mayor cantidad posible de servicios existentes y futuros, no es una tarea fácil.

Para intentar una solución a todas estas consideraciones (que reflejan una problemática mundial) surge el concepto de lo que se ha dado en llamar "**cableado estructurado**".

Dos asociaciones empresarias, la Electronics Industries Association (**EIA**) y la Telecommunications Industries Association (**TIA**), que agrupan a las industrias de electrónica y de telecomunicaciones de los Estados Unidos, han dado a conocer, en forma conjunta, la norma EIA/TIA 568 (1991), donde se establecen las pautas a seguir para la ejecución del cableado estructurado.

La norma garantiza que los sistemas que se ejecuten de acuerdo a ella soportarán todas las aplicaciones de telecomunicaciones presentes y futuras por un lapso de al menos diez años.

Esto es, que los fabricantes del país más desarrollado del mundo en lo referente a telecomunicaciones y donde se desarrollan los sistemas que se usarán en el futuro, son quienes aseguran que al menos durante los próximos diez años desde que se emitió la norma (hasta el 2001), todos los nuevos productos a aparecer podrán soportarse en los sistemas de cableado que se diseñen hoy de acuerdo a la referida norma.

Posteriormente, la ISO (International Standard Organization) y la IEC (International Electrotechnical Commission) la adoptan bajo el nombre de ISO/IEC DIS 11801 (1994), haciéndola extensiva a Europa (que ya había adoptado una versión modificada, la CENELEC TC115) y el resto del mundo.

4.1.2 Ventajas del cableado estructurado

Un sistema de cableado estructurado se define por oposición a los problemas del cableado no estructurado, no estándar o cerrado, o propietario de un determinado fabricante.

Un "sistema de cableado abierto" por otro lado, es un sistema de cableado estructurado que está diseñado para ser independiente del proveedor y de la aplicación a la vez.

Las características claves de un sistema de cableado abierto son que todos los outlets (salidas para conexión) del área de trabajo son idénticamente conectados en estrella a algún punto de distribución central, usando una combinación de medio y hardware que acepte cualquier necesidad de aplicación que pueda ocurrir a lo largo de la vida del cableado (10 años).

Estas características del sistema de cableado abierto ofrecen tres ventajas principales al dueño o usuario:

- Debido a que el sistema de cableado es independiente de la aplicación y del proveedor, los cambios en la red y en el equipamiento pueden realizarse por los mismos cables existentes.
- Debido a que los outlets están cableados de igual forma, los movimientos de personal pueden hacerse sin modificar la base de cableado.
- La localización de los hubs y concentradores de la red en un punto central de distribución, en general un closet de telecomunicaciones, permite que los problemas

de cableado o de red sean detectados y aislados fácilmente sin tener que parar el resto de la red.

- En un solo punto central del cableado se administran los servicios de datos, voz y video sin necesidad de trasladarse a diversos puntos en el inmueble cableado, esto por la calidad del cable que se instala y que permite la transmisión de cualquiera de estas aplicaciones.

4.1.3 Cableado estructurado de categoría 5

El cableado estructurado en categoría 5 es el tipo de cableado más solicitado hoy en día, aunque se habla ya de categoría 5+, categoría 6 y hasta categoría 7, estas aun no se estandarizan ni regulan, se han hecho mejoras a los materiales y componentes que darán origen muy pronto a otra categoría aceptada mundialmente, pero por el momento lo mejor que se tiene en forma normalizada es la categoría 5.

Esta se refiere a la especificación de las características eléctricas de transmisión de los componentes de un cableado basado en UTP.

Es la más alta especificación en cuanto a niveles de ancho de banda y ejecución en campo de los materiales.

Los elementos certificados bajo esta categoría permiten mantener las especificaciones de los parámetros eléctricos dentro de los límites fijados por la norma hasta una frecuencia de 100 Mhz en todos sus pares.

Como comparación en la figura 4.1 se detalla los anchos de banda (B.W.) de las otras categorías:

UTP	B.W.
Categoría 1y 2	No están especificadas
Categoría 3:	Hasta 16 Mhz
Categoría 4	Hasta 20 Mhz
Categoría 5	Hasta 100 Mhz

Figura 4.1: Cuadro que muestra los anchos de banda de las diferentes categorías de UTP.

No se refiere a la posibilidad de transmitir 100 Mbps sobre una sola combinación de pares elegida. El elemento que pasa la prueba lo debe hacer sobre "todos" los pares.

No es para garantizar el funcionamiento de una aplicación específica. Es el equipo que se le conecte el que puede usar o no todo el BW permitido por el cable.

Infraestructura de redes LAN y WAN

Se aplica a los cables UTP de 4 pares y su uso como cables de distribución, parcheo y cables de equipos a:

- La interconexión de UTP de cualquier configuración
- Los terminales de conexión (jack)
- Los patch panels
- Los elementos usados en los puntos de transición

Cuando se certifica una instalación en base a la especificación de "Categoría 5" se le hace de Punta a Punta y el fabricante (AT&T, ALCATEL, Belden, Panduit, Nortel, etc.) lo garantiza por escrito.

Los parámetros eléctricos que se miden son:

- Atenuación en función de la frecuencia (db)
- Impedancia característica del cable (Ohms)
- Acoplamiento del punto más cercano (NEXT- db)
- Relación entre Atenuación y Crosstalk (ACR- db)
- Capacitancia (pf/m)
- Resistencia en DC (Ohms/m)
- Velocidad de propagación nominal (% en relación C)

Para la realización de estas pruebas existen en el mercado diversos equipos de diferente capacidad y precio que ayudan a los ingenieros a supervisar y proceder a una certificación del sistema; estos equipos deben cumplir también con estándares internacionales que les permitan corroborar en forma gráfica y visual la aprobación de cada uno de los nodos de la red.

4.1.4 Componentes del cableado estructurado

En la normativa se especifican los siguientes elementos:

- Distribuidor de piso (Floor Distributor)
- Rosetas (Telecommunication Outlets)
- Área de trabajo (Work Area)
- Punto de Transición (Transition Point)

- Armario de Telecomunicaciones (Telecommunication Closet)
- Sala de Equipos (Equipment Room)
- Interfaz de red (Network Interface)

Es aconsejable ser constante con el uso de las definiciones de las partes componentes de un cableado (el vocabulario), pues suelen utilizarse varios nombres para el mismo elemento como consecuencia de las traducciones.

El diagrama de distribución del cableado, nos permite colocar más de un distribuidor de piso si la densidad o las distancias de las áreas de trabajo así lo exigen, y en forma inversa si la densidad y las distancias son bajas, puede concentrarse los cables de más de un piso en un solo distribuidor, típicamente 3 pisos.

Los distribuidores pueden cumplir funciones combinadas, excepto la utilización de un solo distribuidor para 2 o más edificios.

En la figura 4.2 se puede apreciar un esquema del cableado de un edificio en base a la norma EIA/TIA 568:

Distancias permitidas:

- El total de distancia especificado por norma es de 99 metros
- El límite para el cableado fijo es 90 m y no está permitido excederse de esta distancia, especulando con menores distancias de patch cords.
- El límite para los patch cord en el patch panel es de 6 m.
- El límite para los patch cord en la conexión de la terminal es de 3 m.

A continuación se detallarán los elementos más usuales en instalaciones de pequeño porte.

Jack

Se trata de un dispositivo modular de conexión monolínea, hembra, apto para conectar plug RJ45, que permite su inserción en rosetas y frentes de patch panels especiales mediante un sistema de encastre.

Roseta para Jack

Se trata de una pieza plástica de soporte que se amura a la pared y permite encastrar hasta 2 Jacks, formando una roseta de hasta 2 bocas.

Face Plate

Se trata de una pieza plástica plana de soporte que es tapa de una caja estándar de electricidad embutida de 5x10 cm y permite encastrar hasta 2 Jack, formando un conjunto de conexión de hasta 2 bocas. La boca que quede libre en caso que se desee colocar un solo Jack se obtura con un inserto ciego que también se provee por separado.

Rosetas Integradas

Usualmente de 2 bocas, aunque existe también la versión reducida de 1 boca. Posee un circuito impreso que soporta conectores RJ45 y conectores IDC (Insulation Displacement Connector) de tipo 110 para conectar los cables UTP sólidos con la herramienta de impacto. Se proveen usualmente con almohadilla autoadhesiva para fijar a la pared y/o perforación para tornillo.

Cable UTP Sólido

El cable UTP (Unshielded Twisted Pair) posee 4 pares bien trenzados entre sí (paso mucho más torsionado que el Vaina Gris de la norma ENTeL 755), sin foil de aluminio de blindaje, envuelto dentro de una cubierta de PVC. Existen tipos especiales (mucho más caros) realizados en materiales especiales para instalaciones que exigen normas estrictas de seguridad contra incendio.

Se presenta en cajas de 1000 pies (305 mts) para su fácil manipulación, no se enrosca, y viene marcado con números que representan la distancia en pies de cada tramo en forma correlativa, con lo que se puede saber la longitud utilizada y la distancia que aun queda disponible en la caja con solo registrar estos números y realizar una simple resta.

Patch Panel

Están formados por un soporte, usualmente metálico y de medidas compatibles con rack de 19", que sostiene placas de circuito impreso sobre la que se montan: de un lado los conectores RJ45 y del otro los conectores IDC para block tipo 110.

Se proveen en capacidades de 12 a 96 puertos (múltiplos de 12) y se pueden apilar para formar capacidades mayores.

Patch Cord

Están contruidos con cable UTP de 4 pares flexible terminado en un plug 8P8C en cada punta de modo de permitir la conexión de los 4 pares en un conector RJ45. A menudo se proveen de distintos colores y con un dispositivo plástico que impide que se curven en la zona donde el cable se aplana al acometer al plug.

Es muy importante utilizar patch cords certificados puesto que hacerlos en obra no garantiza en modo alguno la certificación a Nivel 5.

Plug 8P-8C

Plug de 8 contactos, similar al plug americano RJ11 utilizado en telefonía, pero de mas capacidad. Posee contactos bañados en oro.

Cable UTP Flexible

Igual al sólido, pero sus hilos interiores están constituidos por cables flexibles en lugar de alambres.

Herramienta de Impacto

Es la misma que se utiliza con block de tipo 110 de la ATT. Posee un resorte que se puede graduar para dar distintas presiones de trabajo y sus puntas pueden ser cambiadas para permitir la conexión de otros blocks, tal como los 88 y S66 (Krone). En el caso del block 110, la herramienta es de doble acción: inserta y corta el cable.

Herramienta de Crimpear

Es muy similar a la crimpeadora de los plugs americanos RJ11 pero permite plugs de mayor tamaño (8 posiciones). Al igual que ella permite: cortar el cable, pelarlo y apretar el conector para fijar los hilos flexibles del cable a los contactos.

Probador rápido de cableado

Ideal para controlar los cableados (no para certificar) por parte del técnico instalador. De bajo costo y fácil manejo.

Permite detectar fácilmente: cables cortados o en corto circuito, cables corridos de posición, pares invertidos, etc.

Además viene provisto de accesorios para controlar cable coaxial (BNC) y Patch Cords (RJ45).

4.1.5 Cableado Horizontal

En la visita de obra uno de los puntos a definir es el Cableado Horizontal, este como ramal secundario o primario dependiendo esto de la existencia de un Backbone, debe quedar definido en varios puntos que se mencionan a continuación:

- El cableado horizontal es siempre de RJ45 hembra a RJ45 hembra.
- Definir la cantidad de puestos de trabajo (WA) por piso.
- De no existir planos acotados calcular un puesto de trabajo cada 10 m² (2.5m x 4m).
- Definir la cantidad de salidas (RJ45) por puesto de trabajo "previsto" (típico: 2 bocas). Si hoy no está el escritorio puesto pero se prevé que se puede "dejar

cableado" ya que el costo de hacerlo después es altísimo. Recuerde que es para 10 años.

- Definir el accesorio a utilizar (Caja 5x10, Roseta).

Lo más común en instalaciones chicas es la roseta, recomendar siempre la de 2 bocas, pero si el cliente ya tiene telefonía instalada y no lo único que quiere es la nueva red LAN sobre 10 base T, no pierda la obra y use rosetas de 1 boca (pero aclare al cliente que no es lo recomendado).

- Definir la canalización a usar en la llegada al área de trabajo: Tipo de canaleta, cañería empotrada, pisoducto, charola, etc.

Este es un tema fundamental, deben dejar el presupuesto abierto para modificaciones que el cliente pida sobre la marcha, ya que cambia mucho el costo según por donde pasen los cables. El cable UTP no es bueno para pegar con pistola de plástico pues se deben respetar radios de curvatura amplios y debe quedar protegido de aplastamientos.

- Definir la ubicación del Floor Distribuidor (armario de piso).
- Definir la cantidad de UTP por piso. "Ningún puesto debe exceder los 90 mts".

Se calcula un promedio de distancia entre la patchera y la roseta (40 m típico para área mayor a 400 m² por piso, para menos de 400 m² usar 32 m) para estimar si no se tiene un croquis detallado. Cada caja tiene 305 mts de cable y van 2 cables por cada puesto de trabajo (2 RJ45), luego: $10 \text{ WA} = 10 \times 2 \text{ RJ45} = 20 \times 40 \text{ m} = 800 \text{ m} / 300 = 3 \text{ cajas}$.

- Definir la patchera a utilizar. Es el número de puertos más el 15 ó el 20 % de vacante.

Si tengo 10 WA x 2 bocas c/u = 20 RJ45 x 1.20 = 24 RJ45. Como esto lo divido típicamente entre TE y Datos, conviene usar 2 patcheras de 12 c/u para que quede mejor separado. Si el precio es crítico, se puede usar una sola de 24 puertos.

- Repetir para cada piso.

4.1.6 Backbone

El Backbone es una interfaz de alta velocidad que se instala en cableados estructurados grandes, este será la "columna vertebral" del sistema ya que por él correrá la información mas rápido que en un cableado horizontal normal, de ahí que se tenga que definir en forma óptima dentro de una instalación, por lo general se instala en verticales naturales en el inmueble, de no existir verticales o ductos por los que este se pueda instalar se ve la posibilidad de generar la vertical o se ve la opción óptima para la buena ejecución del sistema, los puntos a considerar para su definición se listan a continuación:

- Definir la cantidad de servicios: Telefonía, Datos, Vídeo, CCTV, Alarmas, Control, etc.

- Definir el vínculo físico del Backbone: UTP, Coaxial, Fibra Óptica. Para instalaciones chicas se utiliza cable UTP con 100 % de vacantes entre piso y piso.
- Definir la terminación del Backbone: Paneles UTP, Bloques IDC, Paneles de Fibra Óptica.

Conviene terminarlo todos en RJ45, se podría terminar la parte TE en block 110 pero esto le resta compatibilidad hacia futuro (no es Nivel 5). Otra alternativa es utilizar cable UTP multipar de 25 pares a nivel 5, pero es mas caro que su equivalente en 4 pares

Para el caso de telefonía, es usado el disponer una montante de cable multipar norma ENTeL 755 con todos las salidas de la central en paralelo en todos los pisos cableados a block 110 y de allí se seleccionan/conectan los destinados a ese piso en particular a RJ45/patchera mediante cruzadas desde el block 110 de ese piso. Esto da mas flexibilidad y baja costos.

- Definir el distribuidor de piso (Floor Distribuidor), Patcheras de piso + Patcheras de Backbones + Organizadores verticales + Organizadores Horizontales (guía de Patch Cords) + Espacio libre para equipos (Hubs) + espacio vacante. Generalmente se pone un Rack de 19" con bandejas para apoyar los Hub's que no tienen tornillos. Los mismos conviene que sean accesibles por atrás y por adelante. Para obras chicas se prevé el uso de soportes de patchera en "U" para pared, es mas barato.
- Definición del punto central del cableado, por lo general es en el SITE.
- Repetir para cada piso.

4.1.7 Patch Cord

En la parte terminal del cableado para cada usuario será necesario instalar un Patch Cord (cordón de parcheo), de lado del equipo que se conectará a la Red y del lado del panel o Rack, este cable alimentará la señal, permitirá del lado del usuario movilidad y flexibilidad y del lado del panel la administración del nodo como datos, voz o video, estos cables se definen siguiendo lo puntos siguientes:.

- Definir el número de equipos a conectar en los puestos de trabajo y su largo (<3m).
Especificarlo bien en el presupuesto, hay muchos que no los incluyen pues es el punto donde el cliente se puede ahorrar mucho si no usa nivel 5 (las redes 10baseT andan con cable no certificado y en caso de poner una mas veloz se cambia el Patch Cord).
- Definir el largo de los Patch Cords para los Floor Distributor, la cantidad es igual al número de equipos (<6m)

- Definir los Patch Cords entre Backbones y equipos de Floor Distributor y BD: si se usa UTP o FO, qué conector usar en caso de usar FO, etc.

4.1.8 Canalizaciones y Ductos

Para las canalizaciones y ductos de un cableado estructurado se utilizan canaletas plásticas o metálicas, tubos conduit galvanizados o de PVC, de diversos tipos; estos pueden ser de pared delgada o gruesa según su uso, así como la medida; los cables UTP no deben circular junto a cables de energía dentro de la misma cañería por más corto que sea el trayecto, las recomendaciones más importantes se mencionan a continuación:

- Debe evitarse el cruce de cables UTP con cables de energía. De ser necesario, estos deben realizarse a 90°.
- Los cables UTP pueden circular por bandeja compartida con cables de energía respetando el paralelismo a una distancia mínima de 10 cm. En el caso de existir una división metálica puesta a tierra, esta distancia se reduce a 7 cm.
- En el caso de pisoductos o caños metálicos, la circulación puede ser en conductos contiguos.
- Si es inevitable cruzar un gabinete de distribución con energía, no debe circularse paralelamente a más de un lateral.
- De usarse cañerías plásticas, lubricar los cables (talco industrial, vaselina, etc.) para reducir la fricción entre los cables y las paredes de los caños ya que esta genera un incremento de la temperatura que aumenta la adherencia.
- El radio de las curvas no debe ser inferior a 2".
- Las canalizaciones no deben superar los 20 metros o tener más de 2 cambios de dirección sin cajas de paso .
- En tendidos verticales se deben fijar los cables a intervalos regulares para evitar el efecto del peso en el acceso superior.
- Al utilizar fijaciones (grapas, precintos o cinchos) no excederse en la presión aplicada (no arrugar la cubierta), pues puede afectar a los conductores internos.

4.1.9 Peinado y conectorizado del cable

El cable posee un hilo de desgarró que permite cortar la vaina tirando en sentido perpendicular y hacia atrás. Se recomienda pelar 1 metro de cable para separar bien los pares y eliminar la zona del cable que podría estar dañada por aplastamiento al manipularlo con la cinta. En la zona de la patchera podrá desperdiciarse menos cable.

Una vez peinado el cable, se le hace pasar con vaina y todo entre los conectores IDC de 4 y luego se vuelve hacia atrás los pares separados conectándolos mediante la herramienta de impacto en los mismos conectores IDC, haciendo coincidir los colores de los pares con las pintas de colore pintadas en el conector IDC.

La herramienta de impacto posesiona el cable dentro de la "V" del conector IDC, la cual le rasga el aislamiento del alambre y hace el contacto, cortando luego el excedente.

Es importante mantener el trenzado del cable hasta el borde de la "V", recuerde siempre que si está enroscada de mas no molesta, el problema es que estén los alambres paralelos, en cuyo caso no da la medición del "Next" y no pasa la certificación.

Luego se colocan las cápsulas protectoras de plástico sobre los conectores IDC de modo de fijar la conexión y evitar que los alambres se salgan por tirones en los cables.

Nota Cada conexión de roseta demora aproximadamente 1.5 minutos por cada RJ45.

Se procede de forma similar a la roseta. Es importante fijar los cables a las guías provistas a tal fin y asegurarlos con un precinto de modo de inmovilizarlos. Recuerde que son alambres y que si usted los tironea pueden salirse y dejar de hacer contacto.

Demora: 1.5 minutos por cada RJ45. En el circuito impreso de la patchera se encuentran marcados los números de contacto de cada RJ45 y los contactos IDC se encuentran marcados con pintas de colores para más fácil identificación con los pares del cable UTP

La figura 4.3 provee la secuencia para la norma 568A.

CODIGO DE COLORES PARA ARMADO DE CONECTORES			
Norma 568-B		Norma 568-A	
Pos. 1	BN	Pos. 1	BV
Pos. 2	N	Pos. 2	V
Pos. 3	BV	Pos. 3	BN
Pos. 4	A	Pos. 4	A
Pos. 5	BA	Pos. 5	BA
Pos. 6	V	Pos. 6	N
Pos. 7	BC	Pos. 7	BC
Pos. 8	C	Pos. 8	C

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

4.1.10 Escaneo

- A medida que se avanza en el conectorizado es conveniente ejecutar un escaneo de red, con un probador rápido (tal como el CAT5CUT de Starligh), verificar continuidad, corto circuito, apareo y la correcta identificación de los cables.
- Una vez finalizado el conectorizado y la identificación del cableado, se debe ejecutar la prueba de la performance, esto es, lo comúnmente llamado "verificación" o "certificación".
- Estas mediciones se ejecutan con instrumentos específicos para este fin de diversas marcas y procedencias.
- Debido a lo preciso y costoso del instrumental es conveniente que esta tarea la ejecute siempre la misma persona; además, con la experiencia podrá diagnosticar con bastante exactitud las causas de una eventual falla.
- Estos equipos permiten elegir a voluntad el parámetro a medir (longitud, wire map, atenuación, impedancia, next, etc.) o ejecutar un test general (autotest) que ejecuta todas las mediciones arrojando un resultado general de falla o aceptación. Así mismo estos resultados pueden grabarse en una memoria con identificación de cliente, número de puesto, nombre del ejecutante y norma de medición. Esta memoria almacena entre 100 o 500 resultados según la marca del equipo, no obstante se aconseja copiar diariamente esta memoria para evitar la saturación de la misma o el borrado accidental de los datos.
- Para la tarea de medición es muy útil el uso de walkie talkies ya que debe variarse sucesivamente la ubicación del terminador o loop-back de puesto a puesto.
- Finalmente, debido al tiempo que consume la medición y a la disponibilidad relativa del instrumento, la experiencia indica la conveniencia de realizar las mediciones en forma ininterrumpida entre puesto y puesto sin detenerse en los resultados. Luego efectuar las reparaciones que fuesen necesarias y posteriormente volver a probar estos puestos fallados.

4.1.11 Documentación

Al terminar una instalación se debe entregar un documento llamado comúnmente memoria técnica, la cual contendrá toda la información para la operación y el mantenimiento óptimo de los sistemas de telecomunicaciones.

Resulta importante poder disponer, en todo momento, de la documentación actualizada, y fácilmente actualizable, dada la gran variabilidad de las instalaciones debido a mudanzas, incorporación de nuevos servicios, expansión de los existentes, etc.

En particular, es muy importante proveerlos de planos de todos los pisos, en los que se detallen:

- Ubicación exacta de salidas numeradas.
- Trayectoria de ductería y canalización señalizada.
- Ubicación de los gabinetes de telecomunicaciones.
- Ubicación de ductos a utilizar para cableado vertical.
- Disposición detallada de los puestos eléctricos en caso de ser requeridos.
- Ubicación de pisoductos, si existen y pueden ser utilizados.

4.2 Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

La red digital de servicios integrados (RDSI) es una extensión de la red pública telefónica, diseñada para transmitir llamadas de voz o datos digitalizados, desde un abonado a otro, en su acceso básico, provee al usuario de 2 canales de comunicación digitales de 64 Kbps (canales B) y uno de control de 16 Kbps (canal D) sobre las líneas telefónicas convencionales (el par de cobre que soporta actualmente la línea pública de telefonía). La RDSI se encuentra integrada en la red telefónica convencional, de tal forma que soporta de forma nativa el establecimiento de llamadas hacia/desde cualquier abonado que disponga de línea telefónica. Sus principales ventajas sobre la red de telefonía convencional son una mayor calidad de voz, mayores velocidades, menor tasa de error, mayor rapidez en el establecimiento de llamadas y mayor flexibilidad.

Los costos de RDSI son similares a una llamada de teléfono convencional lo que, combinado con la velocidad disponible, hacen de la RDSI una buena elección para interconexión de LAN's, sobre todo cuando las comunicaciones entre ellas son constantes.

Los objetivos de la RDSI son, fundamentalmente, proporcionar una capacidad de interoperatividad en red que permita a los usuarios acceder fácilmente, integrar/compartir información de todo tipo: datos, audio, texto, imagen y vídeo, con independencia de las fronteras geográficas, organizativas y tecnológicas. La RDSI, así pues, es una consecuencia evidente de la convergencia de la informática y las telecomunicaciones.

La UIT-T (cuando se denominaba CCITT) define la RDSI como una red evolucionada de la red de telefonía integrada digital, que proporciona una conectividad digital extremo a extremo para dar soporte a una amplia gama de servicios, a los cuales los usuarios tienen acceso a través de un conjunto limitado de interfaces estándar multipropósito.

El concepto extremo a extremo significa que RDSI es una tecnología diseñada para digitalizar hasta el último metro, es decir, llevar la red digital hasta el abonado, fábrica u oficina.

Se pueden distinguir tres grandes etapas en la evolución antes de llegar a la RDSI como tal

- Red Digital Integrada (RDI).
- Red Digital de Servicios Integrados de Banda Estrecha (RDSI-BE).
- Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA).

A continuación se desarrollarán las características tecnológicas básicas en cada una de estas etapas:

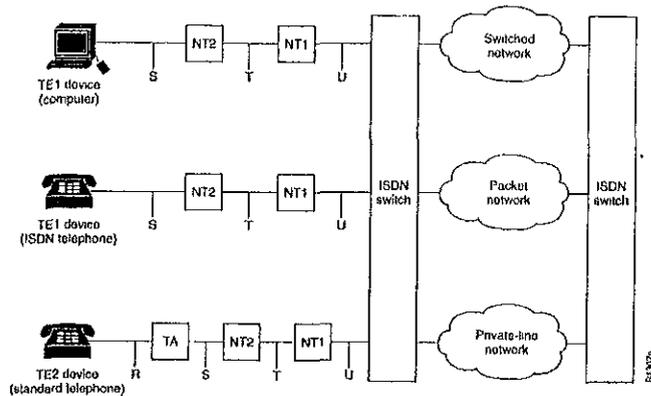


Figura 4.3 Diagrama de configuración para ISDN.

4.2.1 RDI

El soporte básico de RDSI es la RDI (Red Digital Integrada) a la que se llega desde la red analógica por la digitalización paulatina de los medios de transmisión, de las centrales de conmutación y por último de los sistemas de señalización. La digitalización comienza por los medios de transmisión a larga distancia y las centrales de tránsito extendiéndose posteriormente a las centrales locales y medios de transmisión de corta distancia.

La digitalización acelerada de la transmisión y conmutación es una de las claves del éxito de la RDSI, así como la extensión del sistema de señalización digital CCITT N°7 que concede a la red la potencialidad necesaria para el intercambio de información entre centrales RDSI.

La digitalización de la red y la introducción de nuevas tecnologías como la fibra óptica, con una mayor capacidad de transporte, producen un cambio en las estructuras de costos de transmisión y conmutación. Este hecho, junto con los mayores requerimientos de seguridad en la red y de simplicidad en la gestión marca la tendencia hacia nuevas arquitecturas de red para la RDI, cuyas premisas son las siguientes:

- Disminución del número de niveles jerárquicos.
- Dobles conexiones entre los nodos de la red.
- Nodos de conmutación de mayor capacidad.

En esta arquitectura básica de RDI deberán integrarse las funciones de la RDSI-BE.

4.2.2 RDSI-BE

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) está definida por el CCITT como una red que proporciona conectividad digital extremo a extremo para soportar un amplio rango de servicios, incluyendo servicios vocales y no vocales, a los cuales tienen acceso los usuarios por un conjunto limitado de interfaces usuario - red normalizados.

El ancho de banda ofrecido al usuario es uno de los factores básicos que marcan la diferencia entre la RDSI-BE y la RDSI-BA.

En la RDSI-BE se ha definido un acceso básico de 144 Kbps y un acceso primario de 1.5 ó 2 Mbps. Además de la velocidad de los accesos se han definido una serie de servicios a proporcionar en la RDSI-BE, algunos de ellos soportados en modo circuito y otros en modo paquete.

La estrategia de evolución en la RDSI-BE se puede considerar bajo dos aspectos: la evolución funcional y la estrategia de introducción a partir de redes actuales.

4.2.2.1 Evolución funcional en la RDSI-BE

La evolución funcional en la RDSI-BE puede contemplarse en tres fases diferenciadas básicamente por el nivel de integración del tráfico en modo paquete y en modo circuito.

Las fases son las siguientes:

1 Integración en el acceso del usuario.

Las implicaciones de integrar varios servicios en un acceso único de usuario son las siguientes:

- El uso de la misma línea de acceso para varios servicios produce ventajas en los costos para el operador de red y para el usuario.
- El ancho de banda proporcionada en la línea de acceso (144 Kbps en la RDSI-BE) permitirá al usuario acceder a varios servicios simultáneamente sin interferir en ellos.
- La integración de servicios en una línea única se realizará con una interfaz estándar independiente del servicio, permitiendo disponer de un amplio rango de

capacidades en las terminales y mejorar las prestaciones de la terminal sin cambiar la interfaz de la línea de acceso.

En esta fase de conmutación del tráfico de paquetes que generen los abonados RDSI se realiza en las redes públicas de paquetes preexistentes, estableciéndose conexiones conmutadas o semipersistentes en las centrales RDSI para el tráfico de paquetes que se encamina a dichas redes a través de la RDSI.

2. Integración en la propia red

La característica básica de esta fase es la integración del tráfico de circuitos y de paquetes en la RDSI, bien sea en las propias centrales de conmutación RDSI que integran conmutadores de paquetes o mediante la utilización de conmutadores de paquetes externos asociados a centrales RDSI.

En esta fase no solo se comparten los medios de transmisión entre el tráfico de paquetes y el de circuitos, sino que se dispone de una estructura de control unificado que permite la conmutación integrada de ambos tráficos.

3. Integración de nuevos modos de transferencia de paquetes.

En esta fase se consigue una integración amplia de tratamiento de llamadas en modo circuito y en modo paquete al utilizar una señalización única, fuera de banda, independiente de ambos servicios portadores, modo circuito y modo paquete.

Adicionalmente, se utilizan procedimientos simplificados de transferencia de paquetes que aumentan la eficiencia en el tratamiento de fuertes tráficos de paquetes, basándose en una mayor necesidad de proceso en la red, dada la mayor fiabilidad de la fibra óptica y de los sistemas de conmutación digitales.

4.2.3 Estructura RDSI

RDSI fue diseñado sobre la noción de canales separados a 64 Kbps. Este número apareció por la velocidad a la cual se muestrea la señal analógica (8000 muestras por segundo, 8 bits por muestreo) en la RDI. La RDSI es básicamente combinación de estos canales, además de canales más lentos a 16 Kbps usados para señalización.

4.2.3.1 Canales RDSI

La conexión digital entre abonado y central puede transportar un conjunto de canales, definidos en la siguiente recomendación:

- Canal B: 64 Kbps
- Canal D: 16 ó 64 Kbps
- Canal H0: 384 Kbps

- Canal H11: 1.536 Mbps
- Canal H12: 1.92 Mbps

El Canal B es el canal de usuario básico. Se puede utilizar para transmitir datos digitales, voz digitalizada o una mezcla de tráfico a baja velocidad, incluyendo datos digitales y voz digitalizada codificada como una fracción de 64 Kbps. En el caso del tráfico mixto, todo el tráfico del canal B debe tener por destino el mismo punto final; esto quiere decir que la unidad elemental de conmutación de circuito es el canal B. Si el canal B está formado por dos o más subcanales, todos ellos deben ir por el mismo circuito entre los mismos usuarios.

Sobre el canal B se pueden establecer tres tipos de conexiones:

- Conmutación de circuitos: Es equivalente al servicio de conmutación digital, disponible hoy en día.

El usuario realiza una llamada, y se establece una conexión de conmutación de circuito con otro usuario de la red.
- Conmutación de paquetes: El usuario se conecta a un nodo de conmutación de circuitos, e intercambia datos con otros usuarios vía X.25 o Frame Relay
- Semipermanente: es una conexión con otro usuario fijada mediante un acuerdo anterior y que no requiere un protocolo de establecimiento de llamada. Es equivalente a una línea dedicada. Se establece mediante procedimientos del plano de gestión.

La elección de 64 Kbps como velocidad estándar para el canal de usuario pone de manifiesto la desventaja fundamental de la estandarización. Esta velocidad se eligió en su día, como la más efectiva para la voz digitalizada; hoy en día, la tecnología ha progresado hasta el punto de que 32 Kbps proporcionan una reproducción de voz igualmente satisfactoria. Incluso hay técnicas de compresión que permiten la transmisión de voz a velocidades inferiores, como 8 Kbps o 4 Kbps.

El Canal D sirve para dos propósitos principales. El primero, transmitir información de señalización para controlar las llamadas de conmutación de circuitos asociadas con los canales B en la interfaz de usuario. Si el usuario quiere llevar a cabo una llamada en el canal B, por el canal D se envía un mensaje de control a la central RDSI pidiendo la conexión. El canal D se utiliza para establecer las llamadas de todos los canales B en la interfaz del usuario. Esta técnica se llama señalización de canal común, del inglés common channel signaling, ya que el canal D se utiliza como un canal común que proporciona señales de control para todos los demás canales, permitiendo que estos se utilicen de manera más eficiente.

Además, el Canal D puede utilizarse para conmutación de paquetes o telemetría a baja velocidad. Estos tres tipos de tráfico comparten el canal D utilizando multiplexación

estadística; es decir la suma de las velocidades de pico de todas las comunicaciones puede ser superior a la capacidad del canal.

Los Canales H (H0, H11, H12) se utilizan para transmisión de información de usuario a alta velocidad. El usuario puede utilizar el canal como una línea de alta velocidad o subdividirlo de acuerdo al propio esquema TDM (Multiplexación por División en el Tiempo) del usuario. Como ejemplos de aplicaciones tenemos facsímil rápido, video, datos a alta velocidad, audio a alta velocidad y flujos de información multiplexados a velocidades bajas.

4.2.4 Estructuras de transmisión

Estos canales se agrupan en estructuras de transmisión que se ofrecen como un paquete al usuario. Las estructuras más significativas son la estructura de canal básico (acceso básico) y la estructura de canal primario (acceso primario). La interfaz de acceso básico se suele usar para los hogares, mientras que el acceso primario es usado en aplicaciones de negocios.

El acceso básico (BRI) proporciona dos canales B dúplex a 64 Kbps y un canal D dúplex a 16 Kbps. En las instalaciones de usuario la velocidad de transmisión de información total es de 192 Kbps que se obtiene de la suma de los dos canales B, el canal D y los bits de control, sincronismo y mantenimiento.

El acceso primario (PRI) está pensado para usuarios que necesiten mayor capacidad de transmisión, como pueden ser oficinas con una Central de Conmutación, PBX digital o una Red de Area Local. Debido a las diferentes jerarquías de transmisión digital utilizadas en diferentes países, no fue posible elegir una única velocidad de transmisión. Los EE.UU., Canadá y Japón utilizan estructuras de transmisión basadas en 1.544 Mbps que se corresponden con el servicio de transmisión T1. En Europa, 2.048 Mbps es la velocidad estándar (servicio E1). Ambas velocidades se proporcionan como un servicio de acceso primario. La estructura de canales para la velocidad de 1544 Mbps es de 23 canales B y un canal D de 64 Kbps; y para la velocidad de 2.048 Mbps es de 30 canales B mas uno D de 64 Kbps y el sincronismo también a 64 Kbps. La velocidad de 1.544 Mbps proviene de una estructura de 24 canales de 8 bits mas 1 bit de control por trama; es decir, 193 bits que deben transmitirse en 125 ms. Los bits de control se consolidan en una estructura de jerarquía superior denominada supertrama.

Estructuras de canal H0: soporta múltiples canales H0 a 384 Kbps. Las estructuras son 3H0+D y 4H0 para el acceso a 1.544 Mbps, y 5H0+D para el acceso a 2.048 Mbps.

Estructuras de canal H11 y H12: la estructura de canal H11 consiste en un canal H11 a 1536 Kbps es decir, 24 canales B, y la de canal H12 está formada por un canal H12 a 1920 Kbps (30 canales B) y un canal D.

Estructuras de canal formadas por canales B y H0. Esta interfaz está formada por uno o ningún canal D mas cualquier combinación posible de los canales B y H0 dentro de la

capacidad de la interfaz física. Por ejemplo: 3H0+5B+D y 3H0+6B para la interfaz de 1.544 Mbps.

Estructuras de canal H21: proporcionan 32 Mbps (512 canales B).

Estructuras de canal H22: Proporcionan 44 Mbps (690 canales B).

Estructuras de canal H4: Proporcionan 135 Mbps (2112 canales B), diseñado para usarlo con HDTV comprimido.

El equipo terminal en la RDSI se refiere al equipo del abonado que hace uso de la red y se definen dos tipos:

Equipo terminal tipo 1 (ET1). Son terminales diseñadas para conectarse directamente a la RDSI, es decir, terminales que cumplen la interface de RDSI.

Equipo terminal tipo 2 (ET2). Abarca los dispositivos no compatibles con RDSI: teléfonos analógicos, ordenadores personales, terminales con interfaz V.35, etc. Estos equipos necesitan un adaptador de terminal para conectarse a la red RDSI.

Adaptador de terminales (AT). Proporciona compatibilidad RDSI a los equipos no RDSI. Por ejemplo, los adaptadores para acoplar terminales V.35 y V.24 a RDSI.

4.2.5 Protocolos RDSI

Las recomendaciones RDSI incluyen, como es natural, los protocolos que definen la interacción entre los distintos usuarios RDSI y entre esto y la red. En el capítulo V de este trabajo se desarrollará cada uno de los protocolos que se utilizan en RDSI.

4.2.6 Conexiones RDSI

RDSI proporciona 4 tipos de conexiones para comunicaciones extremo a extremo:

- 1 Llamadas de conmutación de circuitos sobre un canal B. La configuración de la red y los protocolos para la conmutación de circuitos comprenden tanto el canal B como el D. El canal B se utiliza para la transmisión transparente de los datos de usuario. Estos usuarios pueden utilizar cualquier protocolo que deseen en la comunicación extremo a extremo. En el canal D se realiza el intercambio de información de control entre el usuario y la red, para el establecimiento y terminación de las llamadas, así como el acceso a las facilidades de la red.

El canal B se proporciona por una TR1 o las funciones de nivel de una TR2. Los usuarios finales pueden utilizar cualquier protocolo. En el canal D se utiliza un protocolo de acceso a red de nivel 3. El establecimiento de un circuito a través de RDSI implica la cooperación de conmutadores internos que realicen la conexión.

2. Conexiones Semipermanentes. Una conexión semipermanente se puede proporcionar para un periodo indefinido de tiempo, para un periodo fijo o para

periodos acordados durante un intervalo de tiempo (día, mes, etc.). Igual que en las conexiones por conmutación de circuitos, se proporcionan solo funcionalidades de nivel 1. Como la conexión ya existe, no se necesita un protocolo de control de llamada.

RDSI debe permitir a los usuarios acceder a los servicios de conmutación de paquetes para el tráfico de datos.

Hay dos posibilidades de implementación de este servicio: la capacidad de conmutación de paquetes puede ser proporcionada por una red independiente o puede estar integrada en RDSI. En el primer caso, el servicio es proporcionado por un canal B, mientras que en el segundo puede utilizarse un canal B o bien un canal D.

3. Llamadas de Conmutación de paquetes sobre un canal B. Como se ha expuesto anteriormente, cuando se proporciona un servicio de conmutación de paquetes por medio de una red independiente, el acceso a este servicio se realiza por medio de un canal B. Tanto el usuario como la red de paquetes deben primeramente conectarse como abonados a la RDSI. En el caso de la red de conmutación de paquetes, se conectarán uno o más nodos de conmutación de paquetes, que llamaremos manejadores de paquetes. Puede imaginarse cada uno de estos nodos como un equipo de terminación del circuito de datos (ETCD) de X.25 tradicional, con la lógica necesaria para acceder a RDSI. En resumen, el abonado a RDSI asume el papel de un equipo terminal de datos (ETD) de X.25, el nodo de la red de conmutación de paquetes al que está conectado trabaja como un ETCD de X.25, y la RDSI solamente proporciona la conexión desde el TED al ETCD. De esta manera, cualquier abonado a RDSI puede comunicarse vía X.25 con cualquier otro usuario conectado a la red de paquetes, ya sea un usuario con una conexión permanente o un usuario que dispone de una conexión a través de RDSI. La conexión entre el usuario (vía el canal B) y el manejador de paquetes con el que se comunica puede ser semipermanente o mediante conmutación de circuitos. En el primer caso, la conexión siempre existe y el usuario puede libremente utilizar X.25 para establecer un circuito virtual con otro usuario.

4.2.7 Servicios RDSI

Las recomendaciones UIT-T de la serie I,200, conocidas como capacidades del servicio, proporcionan una clasificación y un método de descripción de los servicios de telecomunicaciones soportados por RDSI. Estas recomendaciones recogen servicios existentes y definen algunos adicionales. Su propósito es proporcionar un marco común para examinar estos servicios y exponer los requisitos de usuario para RDSI. Estas recomendaciones, sin embargo, no imponen guías de implementación o configuración, es decir, no definen el modo en que el servicio debe ser proporcionado.

UIT-T define tres tipos de servicios: servicios portadores, teleservicios y servicios suplementarios.

- Los servicios portadores proporcionan los medios para transmitir información (voz, datos, video, etc.) entre usuarios en tiempo real y sin alteración del contenido del mensaje. Son los que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre puntos de terminación de red definidos. Entre ellos podemos citar la telefonía digital y la transmisión digital de datos.
- Los teleservicios combinan la función de transporte con la de procesamiento de la información. Emplean servicios portadores para transmitir los datos y, además, proporcionan un conjunto de funciones de alto nivel. Ejemplos de teleservicios son telefonía, teletexto, facsímil o correo electrónico.
- Tanto los servicios portadores como los teleservicios pueden ser ampliados mediante los servicios suplementarios. Por definición, los servicios suplementarios se ofrecen como complemento a los anteriores, no independientemente. Comprenden funciones como llamada abreviada, identificación de llamada entrante, conferencia entre varios usuarios, etc. IBERCOM y otras redes ofrecen en la actualidad este tipo de servicios.

En cada una de las tres categorías (portador, teleservicio o suplementario), hay un número de servicios especificados. Para definir y diferenciar con mayor precisión estos servicios se ha definido un conjunto de atributos.

4.2.7.1 Servicios portadores

UIT-T ha definido hasta ahora 11 tipos distintos de servicios portadores que se resumen a continuación. Los cuatro primeros proporcionan la capacidad de transferencia de información a 64 Kbps. Esta velocidad de transmisión es el bloque básico de construcción para los servicios RDSI. El primero de ellos, conocido como 64 Kbps, no restringido, estructurado a 8 Khz, es el servicio de propósito más general a esta velocidad. El término no restringido significa que la información se transmite sin alteración; es lo que se conoce como servicio portador transparente. Los usuarios pueden utilizar este servicio para cualquier aplicación que necesite una velocidad de transmisión de 64 Kbps.

El término estructurado a 8 Khz significa que, además de los bits, se transmite una estructura entre los usuarios. Cuando un usuario transmite información a otro usuario, se pasa también una información de reloj a 8 Khz que delimita los datos en unidades de 8 bits. Esto asegura que un octeto nunca se divide dentro de los límites de un intervalo de tiempo y se aplica especialmente a la transmisión de voz, que requiere una estructura de 8 Khz además de un flujo de información de 64 Kbps, para que los octetos formados por codificación de voz sean reconocidos por el receptor.

El segundo servicio de la lista, 64 Kbps, estructurado a 8 Khz, utilizable para transmisión de voz, define una estructura específica para la señal digital, cuyo nombre es MIC - modulación por impulsos codificados - o, en inglés, Pulse Code Modulation (PCM). Como la red asume que los datos codificados son voz utiliza técnicas de procesamiento apropiadas tales como cancelación de eco o compresión. Como, además, estas

transformaciones pueden no ser reversibles, la integridad de los bits no está garantizada. Sin embargo, la señal recibida debe producir la señal de voz transmitida con una alta calidad. Por lo demás, este servicio es el mismo que el anterior.

El servicio de 64 Kbps, estructurado a 8 Khz, utilizable para transferencia de información de audio a 3.1 Khz, asume que se transmite información de audio digitalizada. Esto permite encaminamiento en circuitos analógicos como el servicio anterior, pero no permiten otras formas de procesamiento propias de las señales de voz.

El siguiente servicio Alternativo voz / 64 Kbps, no restringido, estructurado 8 Khz, proporciona al usuario dos canales de 64 Kbps que mantienen alguna relación entre ambos. Los detalles de este servicio están todavía por desarrollarse.

Los siguientes tres servicios proporcionan transmisión digital de alta velocidad a 384, 1526 y 1920 Kbps. Estos servicios se pueden utilizar en numerosas aplicaciones como video, conexión privada entre PBX's y enlaces entre otras redes.

Entre los servicios de conmutación de paquetes, el primero: llamada virtual y circuito virtual permanente es el clásico servicio que permite ambos tipos de circuitos virtuales; los usuarios se conectan a RDSI como si lo hicieran a una red de conmutación de paquetes, utilizando X.25. El servicio no orientado a conexión proporciona conmutación de paquetes a través de datagramas. Este servicio puede utilizarse para soportar aplicaciones como telemetría, alarma y servicios de transacción que no necesiten orientación a conexión. El protocolo de acceso puede ser diferente al X.25. El último servicio, señalización de usuario, proporciona señalización de control entre usuarios.

4.2.7.2 Teleservicios

Los teleservicios pretenden cubrir lo que normalmente se denominan Servicios de Valor Añadido o SVA. El problema está en definir la frontera entre Servicios de Valor Añadido y los Servicios Portadores. Además, esta frontera varía considerablemente en el tiempo, dadas a las tendencias de liberalización existentes. Por ello, en este apartado se incluyen solamente los definidos en la Recomendación UIT-T I.212.

Los teleservicios definidos son:

Telefonía: proporciona comunicación de voz de 3.1 Khz de ancho de banda (derivada del espectro 300-3400 Khz). La codificación es estándar y la red puede proporcionar funciones adicionales como compresión o cancelación de eco.

Teletex: su objetivo es proporcionar una comunicación extremo a extremo de caracteres codificados. Tuvo algunas expectativas en los años 80 si bien no ha llegado a desarrollarse.

Telefax: proporciona comunicación de facsímil extremo a extremo utilizando protocolos de comunicación, resolución y codificación de gráficos. Se basa en la recomendación de la UIT-T grupo 4 (facsímil digital).

Mixto combina los dos servicios anteriores.

Videotext mejora el servicio videotex existente proporcionando mayor capacidad y funciones de buzón para información textual y gráfica. Es difícil predecir su evolución ante el extraordinario desarrollo de los servidores Internet.

Telex Proporciona una comunicación interactiva de texto, siguiendo las recomendaciones para telex para la Capa Física RDSI.

4.2.7.3 Servicios suplementarios.

Como se ha indicado anteriormente, los servicios suplementarios están siempre asociados con un servicio portador o un teleservicio. Cada servicio se define y puede implementarse de manera independiente del servicio portador o teleservicio en el que puede ser utilizado. Esto permite que cada servicio suplementario se utilice de modo uniforme y sin tener en cuenta el servicio portador o teleservicio que lo soporta.

A continuación, se listan todos los servicios suplementarios definidos hasta el momento. Todos ellos se han originado en el ámbito telefónico, pero pueden aplicarse a los servicios portadores modo paquete y a algunos teleservicios.

- **Servicios Suplementarios RDSI (I.250)**

Número de Identificación, Marcación Directa, Número de Descripción Múltiple, Presentación de la identificación del que llama, Restricción de la identificación del que llama, Presentación de la identificación del llamado, Restricción de la identificación del llamado, Identificación de llamadas maliciosas, Subdireccionamiento, Oferta de llamada, Transferencia de llamadas, Redireccionar llamada ocupada, Redireccionar llamada no respondida, Redireccionar llamada incondicionalmente, Desviación de llamada, Busca de línea, Conclusión de llamada, Llamada a la espera, Llamada retenida, Conclusión de llamadas a subscriptores ocupados, Participación Múltiple, Llamada en conferencia, Servicio a tres partes, Sociedad de interés, Grupo de usuarios cerrado, Plan de numeración privado, Facturación, Llamada a crédito, Informe de costo, Facturación reservada, Transferencia de información adicional, Señalización de usuario a usuario.

Es necesario señalar que, debido a los procesos de liberación que se están produciendo, las fronteras entre las categorías de servicios se están desplazando muy rápidamente. Concretamente, los servicios de conmutación de datos, tanto de paquetes como de circuitos aparecen como servicios portadores en las primeras clasificaciones del UIT-T. En la actualidad, sin embargo, la situación se ha modificado. Así, por ejemplo, en los acuerdos de la Unión Europea, la directiva ONP (Open Network Provision) establece la liberación de la conmutación de datos; por ello aparece como un servicio de valor añadido en los reglamentos correspondientes de los países europeos, incluido España.

A continuación se representan los servicios RDSI, teniendo presente el criterio expuesto:

- **Ancho de Banda bajo demanda.**

La principal ventaja de la RDSI es que el ancho de banda está disponible cuando se necesite y solo pagado cuando se usa. Cuando se envían datos la conexión se abre y cuando se termina, la conexión es automáticamente cerrada.

Si se necesita un acceso a un punto remoto durante menos de, digamos 20 minutos cada hora, entonces en la mayoría de los países europeos la RDSI es más barata que una línea alquilada.

- **Aumento del Ancho de Banda**

La RDSI se puede usar para "aumentar" otros servicios, tales como líneas alquiladas, donde el costo de tener otra línea alquilada no estaría justificado. Cuando la línea alquilada alcanza su capacidad máxima, se realiza la conexión RDSI. Cuando los requerimientos bajan por debajo de la capacidad de la línea alquilada se cierra la conexión de RDSI. El proceso es automático. Los puentes RDSI son ideales para esta aplicación.

- **Agregación de Ancho de Banda**

Los routers RDSI pueden asignar directamente canales B extras para aplicaciones que requieran un gran ancho de banda. Conforme aumenta el ancho de banda, los canales B pueden abrirse, dando una mayor velocidad a la línea. El router (1) de arriba puede agregar canales B extras al router(2) según vaya necesitando. Este proceso es conocido como multiplexación inversa.

- **Acceso de PCs Remotos a una LAN**

RDSI proporciona una manera efectiva, de bajo costo, de conectar usuarios de PC con estaciones de trabajo individuales a una LAN de trabajo. La PC requiere una tarjeta RDSI y el apropiado protocolo. Si el router soporta un canal primario, entonces hasta 30 PCs pueden acceder simultáneamente a la LAN.

4.3 Norma EIA/TIA

Surge a partir de la necesidad de normalizar y estandarizar la infraestructura física de redes de alto desempeño, garantizando con esto el cumplimiento de estándares internacionales que permitan a los sistemas generados bajo esta norma proporcionar un desempeño óptimo en los sistemas de telecomunicaciones por varios años.

El propósito de la norma EIA/TIA 568-A se describe en el documento de la siguiente forma:

"Esta norma especifica un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que soportará un ambiente multiproducto y multifabricante.

También proporciona directivas para el diseño de productos de telecomunicaciones para empresas comerciales.

El propósito de esta norma es permitir la planeación e instalación de cableado de edificios comerciales con muy poco conocimiento de los productos de telecomunicaciones que serán instalados con posterioridad. La instalación de sistemas de cableado durante la construcción o renovación de edificios es significativamente menos costosa y desorganizadora que cuando el edificio está ocupado."

4.3.1 Alcance

La norma EIA/TIA 568-A especifica los requerimientos mínimos para el cableado de establecimientos comerciales de oficinas.

Se hacen recomendaciones para:

- Las topologías
- La distancia máxima de los cables
- El rendimiento de los componentes
- Las tomas y los conectores de telecomunicaciones

Se pretende que el cableado de telecomunicaciones especificado soporte varios tipos de edificios y aplicaciones de usuario.

Se asume que los edificios tienen las siguientes características:

- Una distancia entre ellos de hasta 3 Km
- Un espacio de oficinas de hasta 1,000,000 m².
- Una población de hasta 50,000 usuarios individuales.

Las aplicaciones que emplea el sistema de cableado de telecomunicaciones incluyen, pero no están limitadas a:

- Voz
- Datos
- Texto
- Video
- Imágenes

La vida útil de los sistemas de cableado de telecomunicaciones especificados por esta norma debe ser mayor de 10 años.

• **Definición de la estructura de los sistemas de cableado**

La norma EIA/TIA 568-A divide los sistemas de cableado de telecomunicaciones en los siguientes elementos:

- Cableado horizontal
- Vertebral
- Área de trabajo
- Armario de telecomunicaciones
- Cuarto de equipos
- Instalaciones de entrada
- Administración

4.3.2 Cableado horizontal

Se emplea el término horizontal pues esta parte del sistema de cableado corre de manera horizontal entre los pisos y techos de un edificio.

La norma EIA/TIA 568-A define el cableado horizontal de la siguiente forma:

"El sistema de cableado horizontal es la porción del sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende del área de trabajo al armario de telecomunicaciones. El cableado horizontal incluye los cables horizontales, las tomas/conectores de telecomunicaciones en el área de trabajo, la terminación mecánica y las interconexiones horizontales localizadas en el armario de telecomunicaciones".

Se deben hacer ciertas consideraciones a la hora de seleccionar el cableado horizontal:

- Contiene la mayor cantidad de cables individuales en el edificio.
- No es muy accesible; el tiempo, esfuerzo y habilidades requeridas para hacerle cambios son muy grandes.
- Debe acomodar varias aplicaciones de usuario para minimizar los cambios requeridos cuando las necesidades evolucionan.
- Es necesario evitar colocar los cables de cobre muy cerca de fuentes potenciales de emisiones electromagnéticas.

4.3.2.1 Topología horizontal

La norma EIA/TIA 568-A hace las siguientes recomendaciones en cuanto a la topología del cableado horizontal.

- El cableado horizontal debe seguir una topología estrella.
- Cada toma/conector de telecomunicaciones del área de trabajo debe conectarse a una interconexión en el armario de telecomunicaciones.
- El cableado horizontal en una oficina debe terminar en un armario de telecomunicaciones ubicado en el mismo piso que el área de trabajo servida.
- Los componentes eléctricos específicos de la aplicación (como dispositivos acopladores de impedancia) no se instalarán como parte del cableado horizontal; cuando se necesiten, estos componentes se deben poner fuera de la toma/conector de telecomunicaciones.
- El cableado horizontal no debe contener más de un punto de transición entre cable horizontal y cable plano.
- No se permiten empalmes de ningún tipo en el cableado horizontal.

4.3.2.2 Distancias

- Sin importar el medio físico, la distancia horizontal máxima no debe exceder 90 m.
- La distancia se mide desde la terminación mecánica del medio en la interconexión horizontal en el armario de telecomunicaciones hasta la toma/conector de telecomunicaciones en el área de trabajo.
- Además se recomiendan las siguientes distancias:
- Se separan 10 m para los cables del área de trabajo y los cables del armario de telecomunicaciones (cordones de parcheo, jumpers y cables de equipo).
- Los cables de interconexión y los cordones de parcheo que conectan el cableado horizontal con los equipos o los cables del vertebral en las instalaciones de interconexión no deben tener más de 6 m de longitud.
- En el área de trabajo, se recomienda una distancia máxima de 3 m desde el equipo hasta la toma/conector de telecomunicaciones.

4.3.2.3 Medios reconocidos

Se reconocen tres tipos de cables para el sistema de cableado horizontal:

- Cables de par trenzado sin blindar (UTP) de 100 ohm y cuatro pares

- Cables de par trenzado blindados (STP) de 150 ohm y dos pares
- Cables de fibra óptica multimodo de 62.5/125 um y dos fibras

El cable coaxial de 50 ohms aún está reconocido como un cable que se puede encontrar en instalaciones existentes; no se recomienda para las nuevas instalaciones de cableado y se espera que sea eliminado en la próxima revisión de esta norma.

Se pueden emplear cables híbridos formados de más de uno de los cables anteriormente reconocidos dentro de un mismo forro, siempre que cumplan con las especificaciones.

4.3.2.4 Elección del medio

- Se deben proveer un mínimo de dos tomas/conectores de telecomunicaciones para cada área de trabajo individual. Una se debe asociar con un servicio de voz y la otra con un servicio de datos.
- Las dos tomas/conectores de telecomunicaciones se deben configurar de la siguiente forma:
- Una toma/conector de telecomunicaciones debe estar soportada por un cable UTP de 100 ohm y cuatro pares de categoría 3 o superior.

La segunda toma/conector de telecomunicaciones debe estar soportada por uno de los siguientes medios como mínimo:

- Cable UTP de 100 ohms y cuatro pares (se recomienda categoría 5)
- Cable STP-A de 150 ohms y dos pares
- Cable de fibra óptica multimodo de 62.5/125 um y dos fibras

4.3.2.5 Prácticas de instalación

Se deben observar prácticas de instalación para garantizar el rendimiento inicial y continuo del sistema de cableado a través de su ciclo de vida.

• Consideraciones de aterrizaje

El aterrizaje debe cumplir los requerimientos y prácticas aplicables en cada caso.

Además, el aterrizaje de telecomunicaciones debe estar de acuerdo a los requerimientos de la norma EIA/TIA 607.

4.3.3 Backbone o Columna Vertebral

El término columna vertebral se emplea en lugar de vertical o riser ya que a veces este cable no corre de manera vertical (como es el caso de un campus donde el cable corre entre edificios).

La norma EIA/TIA 568-A define el vertebral de la siguiente forma:

"La función del cableado vertebral es la de proporcionar interconexiones entre los armarios de telecomunicaciones, los cuartos de equipos y las instalaciones de entrada en un sistema de cableado estructurado de telecomunicaciones. El cableado vertebral consta de los cables vertebral, las interconexiones principales e intermedias, las terminaciones mecánicas y los cordones de parcheo o jumpers empleados en la interconexión de vertebrales. El vertebral incluye también el cableado entre edificios."

Se deben hacer ciertas consideraciones a la hora de seleccionar un cableado vertebral:

- La vida útil del sistema de cableado vertebral se planifica en varios periodos (típicamente, entre 3 y 10 años); esto es menor que la vida de todo el sistema de cableado de telecomunicaciones (típicamente varias décadas).
- Antes de iniciar un periodo de planificación, se debe proyectar la cantidad máxima de cable vertebral para el periodo; el crecimiento y los cambios durante ese periodo se deben acomodar sin necesidad de instalar cable vertebral adicional.
- Se debe planear que la ruta y la estructura de soporte del cable vertebral de cobre evite las áreas donde existan fuentes potenciales de emisiones electromagnéticas (EMI).

4.3.3.1 Topología

La norma EIA/TIA 568-A hace las siguientes recomendaciones en cuanto a la topología del vertebral:

- El cableado vertebral deberá seguir la topología estrella convencional.

Cada interconexión horizontal en un armario de telecomunicaciones está cableada a una interconexión principal o a una interconexión intermedia y de ahí a una interconexión principal con la siguiente excepción:

- Si se anticipan requerimientos para una topología de red bus o anillo, entonces se permite el cableado de conexiones directas entre los armarios de telecomunicaciones.
- No deben haber más de dos niveles jerárquicos de interconexiones en el cableado vertebral (para limitar la degradación de la señal debido a los sistemas pasivos y para simplificar los movimientos, aumentos o cambios).

- Las instalaciones que tienen un gran número de edificios o que cubren una gran extensión geográfica pueden elegir subdividir la instalación completa en áreas menores dentro del alcance de la norma EIA/TIA 568-A.
- En este caso, se excederá el número total de niveles de interconexiones.
- Las conexiones entre dos armarios de telecomunicaciones pasarán a través de tres o menos interconexiones.
- Sólo se debe pasar por una conexión cruzada para llegar a la conexión cruzada principal.
- En ciertas instalaciones, la conexión cruzada del vertebral (conexión cruzada principal) bastará para cubrir los requerimientos de conexiones cruzadas.
- Las conexiones cruzadas del vertebral pueden estar ubicadas en los armarios de telecomunicaciones, los cuartos de equipos, o las instalaciones de entrada.
- No se permiten empalmes como parte del vertebral.

4.3.3.2 Cables reconocidos

La norma EIA/TIA 568-A reconoce cuatro medios físicos de transmisión que pueden usarse de forma individual o en combinación:

- Cable vertebral UTP de 100 ohms.
- Cable STP de 150 ohms.
- Cable de fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm
- Cable de fibra óptica monomodo

El cable coaxial de 50 ohms aún está reconocido como un vertebral que se puede encontrar en instalaciones existentes; no se recomienda para las nuevas instalaciones de cableado y se espera que sea eliminado en la próxima revisión de esta norma.

4.3.3.3 Selección del medio

Los factores que deben tomarse en cuenta cuando se hace la elección son:

- Flexibilidad respecto a los servicios soportados
- Vida útil requerida para el vertebral
- Tamaño del lugar y población de usuarios

4.3.3.4 Distancias

Las distancias máximas dependen de la aplicación. Las que proporciona la norma están basadas en aplicaciones típicas para cada medio específico.

Para minimizar la distancia de cableado, la conexión cruzada principal debe estar localizada cerca del centro de un lugar. Las instalaciones que exceden los límites de distancia deben dividirse en áreas, cada una de las cuales pueda ser soportada por el vertebral dentro del alcance de la norma EIA/TIA 568-A. Las interconexiones entre las áreas individuales (que están fuera del alcance de esta norma) se pueden llevar a cabo utilizando equipos y tecnologías normalmente empleadas para aplicaciones de área amplia

4.3.3.5 Conexión cruzada principal y punto de entrada

La distancia entre la conexión cruzada principal y el punto de entrada debe ser incluida en los cálculos de distancia total cuando se requiera.

- **Conexiones cruzadas**

En las conexiones cruzadas principal e intermedia, la longitud de los jumpers y los cordones de parcheo no deben exceder los 20 m.

- **Cableado y equipo de telecomunicaciones**

Los equipos de telecomunicaciones que se conectan directamente a las conexiones cruzadas o intermedia deben hacerlo a través de cables de 30 m o menos.

- **Prácticas de instalación**

Se deben observar prácticas de instalación para garantizar el rendimiento inicial y continuo del sistema de cableado a través de su ciclo de vida.

- **Consideraciones de aterrizaje**

El aterrizaje debe cumplir los requerimientos y prácticas aplicables en cada caso.

Además, el aterrizaje de telecomunicaciones debe estar de acuerdo a los requerimientos de la norma EIA/TIA 607.

- **Área de trabajo**

El área de trabajo se extiende de la toma/conector de telecomunicaciones o el final del sistema de cableado horizontal, hasta el equipo de la estación y está fuera del alcance de la norma EIA/TIA 568-A. El equipo de la estación puede incluir, pero no se limita a teléfonos, terminales de datos y computadoras.

Se deben hacer ciertas consideraciones cuando se diseña el cableado de las áreas de trabajo:

- El cableado de las áreas de trabajo generalmente no es permanente y debe ser fácil de cambiar.
- La longitud máxima del cable horizontal se ha especificado con el supuesto que el cable de parcheo empleado en el área de trabajo tiene una longitud máxima de 3 m.
- Comúnmente se emplean cordones con conectores idénticos en ambos extremos.
- Cuando se requieran adaptaciones específicas a una aplicación en el área de trabajo, estas deben ser externas a la toma/conector de telecomunicaciones.

NOTA: Es importante tomar en cuenta los efectos de los adaptadores y los equipos empleados en el área de trabajo antes de diseñar el cableado para evitar una degradación del rendimiento del sistema de cableado de telecomunicaciones.

4.3.4 Armario de telecomunicaciones

Los armarios de telecomunicaciones proporcionan varias funciones diferentes a los sistemas de cableado y a menudo son tratados como subsistemas diferentes dentro de la jerarquía de estos.

Los armarios de telecomunicaciones deben ser diseñados y aprovisionados de acuerdo a los requerimientos de la norma EIA/TIA 569-A.

Un armario de telecomunicaciones tiene las siguientes funciones:

- La función principal de un armario de telecomunicaciones es la terminación del cableado horizontal en hardware de conexión compatible con el tipo de cable empleado.
- El vertebral también se termina en un armario de telecomunicaciones en hardware de conexión compatible con el tipo de cable empleado.
- La conexión cruzada de las terminaciones de los cables horizontales y vertebral mediante jumpers o cordones de parcheo permite una conectividad flexible cuando se extienden varios servicios a las tomas/conectores de telecomunicaciones de las áreas de trabajo. El hardware de conexión, los jumpers y los cordones de parcheo empleados para este propósito son llamados colectivamente conexión cruzada horizontal.

Un armario de telecomunicaciones puede contener también las conexiones cruzadas intermedias o principales para diferentes porciones del sistema de cableado vertebral.

En ocasiones, las conexiones cruzadas de vertebral a vertebral en el armario de telecomunicaciones se emplean para unir diferentes armarios de telecomunicaciones en una configuración anillo, bus o árbol.

Un armario de telecomunicaciones proporciona también un medio controlado para colocar los equipos de telecomunicaciones, hardware de conexión o cajas de uniones que sirven a una porción del edificio.

En ocasiones, el punto de demarcación y los aparatos de protección asociados pueden estar ubicados en el armario de telecomunicaciones.

4.3.4.1 Prácticas de cableado

Se deben tomar precauciones en el manejo de los cables para prevenir una tensión exagerada.

Conexiones cruzadas e interconexiones

La norma EIA/TIA 568-A hace las siguientes recomendaciones:

- Los cableados horizontal y vertebral deben estar terminados en hardware de conexión que cumpla los requerimientos de la norma EIA/TIA 568-A.
- Todas las conexiones entre los cables horizontal y vertebral deben ser conexiones cruzadas.
- Los cables de equipo que consolidan varios puertos en un solo conector deben terminarse en hardware de conexión dedicado.
- Los cables de equipo que extienden un solo puerto deben ser terminados permanentemente o interconectados directamente a las terminaciones del horizontal o del vertebral.
- Las interconexiones directas reducen el número de conexiones requeridas para configurar un enlace y esto puede reducir la flexibilidad.

4.3.5 Cuarto de equipos

Los cuartos de equipos son considerados de manera diferente que los armarios de telecomunicaciones debido a la naturaleza o complejidad de los equipos que ellos contienen.

Todas la funciones de los armarios de telecomunicaciones deben ser proveídas por los cuartos de equipos.

Los cuartos de equipos deben ser diseñados y aprovisionados de acuerdo a los requerimientos de la norma EIA/TIA 569.

4.3.5.1 Función del cuarto de equipos

Un cuarto de equipos debe proveer las siguientes funciones:

- Un ambiente controlado para los contenedores de los equipos de telecomunicaciones, el hardware de conexión, las cajas de uniones, las instalaciones de aterrizaje y sujeción y los aparatos de protección, donde se necesiten.
- Desde una perspectiva del cableado, o la conexión cruzada principal o la intermedia usada en la jerarquía del cableado vertebral.
- Puede contener las terminaciones de los equipos (y puede contener las terminaciones horizontales para una porción del edificio).
- A menudo contiene las terminaciones de la red troncal/auxiliar bajo el control del administrador del cableado local.

4.3.6 Instalaciones de entrada

La instalación de entrada consta de los cables, hardware de conexión, dispositivos de protección, hardware de transición, y otro equipo necesario para conectar las instalaciones de los servicios externos con el cableado local.

El punto de demarcación entre las portadoras reguladas o los proveedores de servicio y el cableado local del cliente debe ser parte de la instalación de entrada.

Las vías y espacios de la instalación de entrada deben ser diseñados e instalados de acuerdo a los requerimientos de la norma EIA/TIA 569.

4.3.6.1 Función de las instalaciones de entrada

Una instalación de entrada debe proporcionar:

- Un punto de demarcación de red entre los proveedores de servicio y el cableado local del cliente.
- Ubicación de la protección eléctrica gobernada por los códigos eléctricos aplicables.
- Una transición entre el cableado empleado en planta externa y el cableado aprobado para distribución en interiores.
- Esto implica a menudo una transición a un cable con especificaciones contra la propagación de fuego.

4.4 Norma IEEE

La IEEE es una asociación internacional la cual a través de sus miembros canaliza las innovaciones tecnológicas como autoridad mundial en diversas áreas técnicas como

ingeniería computacional, tecnología biomédica y telecomunicaciones, tecnología de potencia, aerospacial y consumibles electrónicos; en el área de redes de comunicación la IEEE a generado estándares a partir del apartado 802, en esta sección nombraremos los estándares más importantes ya que en otros puntos de este trabajo se han desglosado en forma detallada cada una de las tecnologías que comprenden cada uno de estos estándares.

4.4.1 Estándares aprobados para redes LAN

Arquitectura y procedimientos para redes LAN.

- 802.1Q-1998 Puenteo virtual para redes LAN.
- 802.3-802.3ac-1998 Requerimientos específicos para la especificación Ethernet que opera a 10 Mbps sobre cable coaxial y UTP, así como especificaciones para CSMA/CD en VLAN's.

Método de acceso para el Token-Passing Bus y especificaciones de la capa física.

- 8802-5.1998 Método de acceso para Token Ring.
- 8802-5b:1998 Operación dedicada para Token Ring y medio de Fibra Óptica.
- 802 5c-1991 Práctica recomendada para anillos duales con reconfiguración Wrapback
- 802.7-1989(R1997) Práctica recomendada para LAN de banda angosta.

Redes inalámbricas.

- 802.11, D10.0 Requerimientos aprobados para control de acceso al medio en redes inalámbricas.

4.4.2 Estándares en revisión

- P802.3ab, D5.0 Especificaciones de la Capa física para 1000 Mbps en 4 pares categoría 5 o UTP con mejor balance (1000BASE-T)
- P802.5t, D2.5 100 Mbits Dedicados para operación en Token Ring.
- P802.8, D3.1 Practica recomendada para Fibra Óptica en LAN.

- P802.11a/D3.0 Wireless MAC y especificaciones para la capa física de alta velocidad en la banda de 5 Ghz band.
- P802.11b/D3.0 Wireless LAN MAC y especificaciones en capa física de alta velocidad en la extensión de la banda de 2.4 Ghz.

CAPÍTULO 5
PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

CAPÍTULO 5: PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Los protocolos de comunicación son las reglas y procedimientos utilizados en una red para comunicarse entre los nodos que tienen acceso al sistema de cables. Los protocolos de nivel superior definen cómo se comunican las aplicaciones y los protocolos de nivel inferior cómo se transmiten las señales por un medio. Hay protocolos entre estos niveles que establecen y mantienen sesiones de comunicación entre computadoras y controlan el tráfico de errores.

Para poder entablar comunicación entre computadoras, tanto del mismo como de diferente fabricante y poder así compartir los recursos e intercambiar la información entre ellas, era necesario establecer una serie de reglas que rigieran estos intercambios.

En un principio, cada compañía, de acuerdo a sus necesidades y etapas de crecimiento elaborarían sus propias especificaciones bajo las cuales operarían sus propios sistemas.

Posteriormente surgieron organismos internacionales que vendrían a elaborar una serie de especificaciones que todos los fabricantes acatarían con el fin de homogeneizar la fabricación de productos de comunicaciones y computacionales.

La conexión entre equipos electrónicos se ha ido estandarizando paulatinamente, siendo las redes telefónicas las pioneras en este campo. Por ejemplo la histórica CCITT definió los estándares de telefonía: PSTN, PSDN e ISDN.

Otros organismos internacionales que generan normas relativas a las telecomunicaciones son: ITU-TSS (antes CCITT), ANSI, IEEE e ISO.

Después de la especificación de SNA por parte de IBM, cada fabricante importante definió su propia arquitectura de redes; así la evolución de los productos de comunicaciones estaba garantizada, pero no se había resuelto el problema de la interoperabilidad entre diferentes fabricantes. Debido a la posición de hegemonía que IBM disfrutaba en los años 70's y principios de los 80's la compatibilidad con IBM era un requisito necesario, por lo que la mayoría de los fabricantes tenían implementaciones de los protocolos SNA para sus productos, o estas estaban disponibles a través de terceros. Así, la forma más sencilla de interconectar dos equipos cualesquiera era conseguir que ambos hablaran SNA.

A continuación se presenta una serie de especificaciones, normas, reglas y protocolos que hoy en día rigen y regulan la fabricación y operación de los dispositivos, equipos y sistemas de comunicación.

5.1 El Modelo de Referencia OSI

Una de las necesidades más importantes de un sistema de comunicaciones ha sido el establecimiento de estándares, sin ellos sólo podrían comunicarse entre sí equipos del mismo fabricante y que usaran la misma tecnología.

En 1977 la ISO (International Standard Organization) consideró que había que regular la fabricación y operación de los sistemas de comunicación, por lo que entre 1977 y 1983 definió la arquitectura de redes OSI con el fin de promover la creación de una serie de estándares que especificaran un conjunto de protocolos independientes de cualquier fabricante. Se pretendía con ello no favorecer a ninguno a la hora de desarrollar implementaciones de los protocolos correspondientes, cosa que inevitablemente habría ocurrido si se hubiera adoptado alguna de las arquitecturas existentes, como la SNA de IBM o la DNA (Digital Network Architecture) de Digital. Se esperaba llegar a convertir los protocolos OSI en el auténtico.

Seguramente la aportación más importante de la iniciativa OSI ha sido precisamente su arquitectura, la cual no favorece los intereses de ningún fabricante, por lo que a esta arquitectura se le ha denominado Modelo de Referencia OSI.

El modelo OSI consta de 7 capas o niveles. La ISO ha especificado protocolos para todas las capas, aunque algunos son poco utilizados.

La comunicación, según el modelo OSI, siempre se realizará entre dos sistemas. Supongamos que la información se genera en el nivel 7 de uno de ellos, y desciende por el resto de los niveles hasta llegar al nivel 1, que es el correspondiente al medio de transmisión (por ejemplo el cable de red) y llega hasta el nivel 1 del otro sistema, donde va ascendiendo hasta alcanzar el nivel 7. En este proceso, cada uno de los niveles va añadiendo a los datos a transmitir la información de control relativa a su nivel, de forma que los datos originales van siendo recubiertos por capas de datos de control.

De forma análoga, al ser recibido dicho paquete en el otro sistema, según va ascendiendo del nivel 1 al 7, va dejando en cada nivel los datos añadidos por el nivel equivalente del otro sistema, hasta quedar únicamente los datos a transmitir.

Los niveles OSI se entienden entre ellos, es decir, el nivel 5 enviará información al nivel 5 del otro sistema (lógicamente, para alcanzar el nivel 5 del otro sistema debe recorrer los niveles 4 al 1 de su propio sistema y el 1 al 4 del otro), de manera que la comunicación siempre se establece entre niveles iguales, a las normas de comunicación entre niveles iguales es a lo que llamaremos protocolos. Este mecanismo asegura la modularidad del conjunto, ya que cada nivel es independiente de las funciones del resto, lo cual garantiza que a la hora de modificar las funciones de un determinado nivel no sea necesario reescribir todo el conjunto.

El modelo OSI no garantiza la comunicación entre equipos pero pone las bases para una mejor estructuración de los protocolos de comunicación. Tampoco existe ningún sistema de comunicaciones que los siga estrictamente, siendo la familia de protocolos TCP/IP la que más se acerca.

Los niveles definen simplemente las reglas que usan las aplicaciones, los controladores de red y el hardware de red para comunicarse en la red. Los programadores trabajan sin las limitaciones que traen consigo las reglas para crear distintos tipos de programas de red.

Enseguida se describe cada uno de los niveles que conforman el modelo de referencia OSI:

5.1.1 Nivel Físico.

Es el nivel encargado de la interconexión mecánica y eléctrica con la red. Los niveles superiores usan el nivel físico para comunicarse. Cables pares, cables RS-232C, Fibra óptica y cable coaxial son parte de este nivel. El nivel Físico lleva las señales de todos los niveles superiores. Sin él no puede haber comunicación.

En resumen:

- Especifica cables, conectores y componentes de interfaz con el medio de transmisión.
- Transmisión de bits por el canal de comunicaciones.
- Especifica el medio físico de transmisión (Coaxial, FO, Par trenzado, etc.).
- Niveles de voltaje o corriente para representar 1's ó 0's.
- Características eléctricas.
- Conectores.
- Aspectos mecánicos y eléctricos de la interfaz de red.
- Multiplexación.
- Transmisión Análoga vs. Digital.
- Transmisión Asíncrona vs. Sincrónica
- Ej: RS-232, RS-449, X.21, Transceivers, MAUs, V.35, SONET, E1, T1, etc.

5.1.2 Nivel de enlace

Este nivel define las reglas para enviar o recibir información a través de la conexión física entre dos sistemas; por supuesto que el nivel físico ya ha establecido su conexión. El nivel de enlace de datos controla un flujo de datos paquetizados. Si el flujo de datos es muy rápido, la estación receptora deberá indicar que es necesario una pausa para poder extraer la información. Si un paquete llega defectuoso o no llega, se le deberá decir a la estación que manda los datos que los envíe otra vez.

La función del nivel de enlace se realiza tomando los mensajes y separándolos en frames o tramas. Básicamente los componentes de cada trama los podríamos enmarcar dentro de lo que se denomina caracteres de control de enlace. Estos son:

- Sincronismo Ej: SYN, ACK, NAK.
- Encabezamiento Ej: Start of Text (STX), Start of Header (SOH).
- Texto Información.
- Error Ej: CRC, LRC, VRC.

Por lo general las configuraciones de redes poseen un medio de transmisión y diferentes nodos que desean hacer uso de este. Otra de las funciones de nivel de enlace son las de definir el protocolo de acceso al medio para solucionar colisiones entre los nodos.

El acceso al medio puede ser aleatorio o regulado. En el primer caso los protocolos se denominan PROTOCOLOS DE CONTIENDA (CSMA/CD el mas representativo) y en el segundo se denominan PROTOCOLOS DE ENCUESTA (TOKEN, el mas tradicional)

El nivel de enlace de datos se divide en dos subniveles. El nivel MAC (Media Acces Control, control de acceso al medio), que se encarga de enviar los paquetes a sus destinos y el nivel LCC(Logical Link Control, control de enlace lógico) que recibe paquetes de niveles superiores y los envía al nivel MAC.

En resumen:

- Estructura el flujo de bits bajo un formato predefinido llamado trama.
- Para formar una trama, el nivel de enlace agrega una secuencia especial de bits al principio y al final del flujo inicial de bits.
- Transfiere tramas de una forma confiable libre de errores (utiliza reconocimientos y retransmisión de tramas).
- Provee control de flujo.
- Utiliza la técnica de "piggybacking".
- Controla el acceso al medio fisico.
- Ensambla y reensambla mensajes provenientes del nivel de red y los envía en tramas o frames a través del medio físico.
- Detecta y corrige errores provenientes del medio físico.
- Posee mecanismos de control de congestión.
- Sincronización de frames.
- Puede ser orientado o no a la conexión (connection-oriented vs connectionsless).

- Protocolos orientados a bit u orientados a caracter.
- Algunas arquitecturas de redes dividen este nivel en dos subniveles: LLC (Logical Link Control) y MAC (Medium Access Control).
- Ej: HDLC, SDLC, LAPB, 802.2 (LLC), 802.3 (Ethernet), 802.5 (Token Ring), 802.6 (DQDB), etc.

5.1.3 Nivel de Red.

El nivel de red define protocolos para abrir y mantener un camino entre equipos de la red. Se ocupa del modo en que se mueven los paquetes. El nivel de red puede mirar la información sobre la dirección y determinar el mejor camino para transferir los datos a su destino.

Otras funciones de este nivel son controlar el congestionamiento y el tarifado de la comunicación. Existen 2 métodos para manejar el flujo a través de la red:

1. Datagramas.
2. Circuitos Virtuales.

Datagrama:

- Un datagrama es un paquete.
- Un mensaje consiste en varios datagramas que puede seguir distintas rutas para llegar a destino.
- La secuencia de llegada de los paquetes puede ser distinta a la enviada.
- Los paquetes contienen la dirección del destino.
- La elección de ruta puede ser tomada secuencialmente a medida que avanza el paquete.

Circuito Virtual:

- Es una conexión lógica punto a punto entre emisor y receptor.
- La elección de la ruta se toma al entrar al primer nodo.
- La red tiene la responsabilidad de recuperar paquetes perdidos y de no despachar paquetes duplicados.
- Los paquetes son despachados en el mismo orden en que son recibidos, por lo que se requiere reordenar o detectar paquetes duplicados.

- Si un mensaje está formado por múltiples paquetes, estos no necesariamente siguen la misma ruta física, sin embargo mantienen la secuencia.

En resumen:

- Divide los mensajes de la capa de transporte en paquetes y los ensambla al final.
- Utiliza el nivel de enlace para el envío de paquetes: un paquete es encapsulado en una trama.
- Enruta paquetes del origen al destino.
- Envía los paquetes de nodo a nodo usando ya sea un circuito virtual o como datagramas.
- Control de Congestión.
- Provee el medio para establecer, mantener y liberar conexiones entre sistemas.
- Su servicio básico es proveer transferencia de datos transparente entre entidades de transporte.
- Control de operaciones de la subred de comunicaciones.
- Maneja rutas estáticas o dinámicas.
- Algunas veces se introducen funciones de contabilidad.
- Es una capa clave en la integración de redes heterogéneas.
- En redes Broadcast este nivel es muy liviano o inclusive no existe.
- Control de errores.
- Secuenciamiento de paquetes de red a través de la subred.
- Provee servicios orientados y no orientados a la conexión.
- Ej: X.25, TCP/IP, IPX, XNS, etc.

5.1.4 Nivel de Transporte.

El nivel de transporte tiene por función la de suministrar a la capa superior (Nivel de Sesión) la transferencia transparente de los mensajes de los usuarios. Esta capa se ocupa de todos los detalles de la ejecución de una transferencia de datos. En particular, debe asegurar la correcta llegada de los mensajes desde los usuarios conectados a las redes hasta los destinatarios respectivos.

La capa de transporte debe optimizar el empleo de los recursos de transmisión disponibles, a fin de asegurar lo más económicamente posible el nivel de rendimiento requerido por cada usuario del servicio de transporte. Esta optimización se realizará por la toma en consideración del conjunto de peticiones formuladas por todos los usuarios simultáneos, en los límites de los recursos puestos a disposición de la capa de transporte. En particular, para optimizar el uso de conexiones de redes, la capa de transporte podría ser dedicada a efectuar un multiplexado, es decir, a utilizar una conexión de red para soportar varias conexiones de transporte.

Por el contrario, la capa de TRANSPORTE podría utilizar varias conexiones de red para soportar una conexión de transporte. Es el caso cuando existe mucho flujo de información entre dos terminales.

En resumen.

- Establece conexiones punto a punto sin errores para el envío de mensajes.
- Permite multiplexar una conexión punto a punto entre diferentes procesos del usuario (puntos extremos de una conexión).
- Provee la función de difusión de mensajes (broadcast) a múltiples destinos.
- Control de Flujo.
- Es el primer nivel de comunicación entre usuarios o sistemas, conocido con primer nivel extremo a extremo
- Es el nivel que aísla todas las funciones del sistema final de la tecnología de intercambio de datos a través de la subred.
- Aísla el nivel de sesión de los cambios inevitables de la tecnología del Hardware.
- Provee flujo de datos TRANSPARENTE entre entidades de sesión.
- Maneja la contabilidad a través de la red.
- Ejecuta recuperación de errores.
- Control de congestión.
- No le importa como llegan los datos al otro lado, sino como manejarlos cuando llegan.
- Puede crear tantas conexiones en el nivel de red como crea necesario por requerimiento del nivel de sesión o puede multiplexar varios requerimientos del nivel de sesión en solo una conexión de red.
- Determina la calidad del servicio.

- Se puede manejar orientado a conexión o no.
- Los protocolos de los niveles inferiores son entre máquinas adyacentes, el nivel de transporte es extremo a extremo.
- Ej: TCP/IP, TP0-TP4, SPX, etc.

5.1.5 Nivel de Sesión.

El nivel de sesión es la interfaz de usuario a la red. El usuario debe negociar con este nivel para establecer una conexión con un proceso en otra máquina. Una vez que la conexión ha sido establecida, el nivel de sesión puede manejar el diálogo de un modo ordenado.

Un ejemplo simple lo forman 2 usuarios que trabajan sobre la misma información de una base de datos conectada a una red. La capa de sesión debe asegurar coherencia en la información que es transmitida a los usuarios. En particular, el problema de actualizaciones hechas de manera coherente, debe ser regulado por esta capa.

Otra de las funciones de este nivel es la recuperación transparente ante un corte en la conexión de transporte.

En resumen:

- Una sesión puede ser usada para efectuar un login a un sistema de tiempo compartido remoto, para transferir un archivo entre 2 máquinas, etc.
- Función de sincronización.
- Permite la comunicación coordinada de entidades para organizar y sincronizar su diálogo y administrar el intercambio de mensajes.
- Gestiona el control del diálogo (uni o bidireccional).
- Controla el diálogo (quién habla, cuándo, cuánto tiempo, half dúplex o full dúplex).
- Maneja la sincronización en la administración de mensajes, es decir, si aborta un mensaje no lo retransmite completo sino la parte que hace falta.
- Reporte de excepciones.
- Es aquí donde se definen las APIs (Application Program Interfase) base para el desarrollo de aplicaciones Cliente/Servidor.
- Ej: RPC, Sockets, Streams, TLI, Named Pipes, Netbios, APPC.

5.1.6 Nivel de Presentación.

La capa de presentación tiene como finalidad la interpretación del significado de los datos intercambiados entre los usuarios. Se ocupa principalmente de la gestión de entrada y salida.

En resumen, podemos decir que el nivel de presentación controla las funciones que permiten transformar la información transmitida de acuerdo a lo que solicita el usuario:

- Compactación.
- Criptografía.
- Conversión de códigos (EBCDIC-ASCII).
- Traducción de lenguajes.
- Compatibilizar terminales.
- Otros.

En resumen:

- Establece una sintaxis y semántica de la información transmitida.
- Se define la estructura de los datos a transmitir (v.g. define los campos de un registro: nombre, dirección, teléfono, etc.).
- Define el código a usar para representar una cadena de caracteres (ASCII, EBCDIC, etc.)
- Compresión de datos.
- Encriptación de datos.
- Interpretación de formatos de números (complemento uno o complemento dos).
- Notación Big Indians, Little Indians.
- Es el nivel clave para el sistema de seguridad del modelo OSI.
- Ej: ASN 1 (Abstract Syntax Notation), XDR (eXternal Data Representation).

5.1.7 Nivel de Aplicación.

La capa de aplicación permite la compresión y ejecución de los mandatos relativos a los procesos de aplicación. Se utilizan 3 categorías de procesos de aplicación:

- Los procesos de aplicación de gestión del sistema, tales como gestión de actividades, la vigilancia, el control de errores, etc.
- Los procesos de aplicación de gestión de la aplicación, como la contabilidad, los rearranques de errores, los controles de acceso.
- Los procesos de aplicación del usuario, que son propios de la empresa que los pone en práctica.

Las principales funciones de la capa de aplicación conciernen a las peticiones de conexión entre varios procesos de aplicación distantes. Los problemas que se presentan provienen del direccionamiento, la activación y desactivación de procesos, la vigilancia que efectúa el control de errores y los rearranques en caso de bloqueo.

En resumen:

- Es el nivel superior, que provee el medio para que los procesos o usuarios accedan al ambiente OSI, por ejemplo:
 - Transferencia de archivos (ftp).
 - Login remoto (rlogin, telnet).
 - Correo electrónico (mail).
 - Acceso a bases de datos.
 - Terminales virtuales.
 - Trabajo Remoto, Servicios de directorio.
 - Sistemas Operativos de Red (NOS).
 - Aplicaciones Cliente/servidor.

5.2 El modelo de referencia TCP/IP

En 1969 la agencia ARPA (Advanced Research Projects Agency) del Departamento de Defensa (DoD, Department of Defense) de los Estados Unidos inició un proyecto de interconexión de ordenadores mediante redes telefónicas. Al ser un proyecto desarrollado por militares en plena guerra fría un principio básico de diseño era que la red debía poder resistir la destrucción de parte de su infraestructura (por ejemplo a causa de un ataque nuclear), de forma que dos nodos cualesquiera pudieran seguir comunicados siempre que hubiera alguna ruta que los uniera. Esto se consiguió en 1972 creando una red de conmutación de paquetes denominada ARPAnet, la primera de este tipo que operó en el mundo. La conmutación de paquetes unida al uso de topologías malladas mediante múltiples líneas punto a punto dio como resultado una red altamente fiable y robusta.

La ARPAnet fue creciendo paulatinamente, y pronto se hicieron experimentos utilizando otros medios de transmisión de datos, en particular enlaces por radio y vía satélite; los protocolos existentes tuvieron problemas para interoperar con estas redes, por lo que se diseñó un nuevo conjunto o pila de protocolos, y con ellos una arquitectura. Este nuevo conjunto se denominó TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) nombre que provenía de los dos protocolos más importantes que componían la pila; la nueva arquitectura se llamó sencillamente modelo TCP/IP.

En el modelo TCP/IP se pueden distinguir cuatro capas:

- 1 La capa host - red
- 2 La capa Internet
- 3 La capa de transporte
- 4 La capa de aplicación

Pasemos a describirlas brevemente.

5.2.1 La capa host - red

Esta capa engloba realmente las funciones de la capa física y la capa de enlace del modelo OSI. El modelo TCP/IP no dice gran cosa respecto a ella, salvo que debe ser capaz de conectar el host a la red por medio de algún protocolo que permita enviar paquetes IP. Podríamos decir que para el modelo TCP/IP esta capa se comporta como una "caja negra" Cuando surge una nueva tecnología de red (por ejemplo ATM) una de las primeras cosas que aparece es un estándar que especifica de qué forma se pueden enviar sobre ella paquetes IP; a partir de ahí la capa Internet ya puede utilizar esa tecnología de manera transparente.

5.2.2 La capa Internet

Esta capa es el "corazón" de la red. Su papel equivale al desempeñado por la capa de red en el modelo OSI, es decir, se ocupa de encaminar los paquetes de la forma más conveniente para que lleguen a su destino, y de evitar que se produzcan situaciones de congestión en los nodos intermedios. Debido a los requisitos de robustez impuestos en el diseño, la capa Internet da únicamente un servicio de conmutación de paquetes no orientado a conexión. Los paquetes pueden llegar desordenados a su destino, en cuyo caso es responsabilidad de las capas superiores en el nodo receptor la reordenación para que sean presentados al usuario de forma adecuada.

Este nivel controla la comunicación entre un equipo y otro, decide qué rutas deben seguir los paquetes de información para alcanzar su destino, conforma los paquetes que serán enviados por la capa inferior, desencapsula los paquetes recibidos pasando a la capa superior la información dirigida a una aplicación.

A diferencia de lo que ocurre en el modelo OSI, donde los protocolos para nada intervienen en la descripción del modelo, la capa Internet define aquí un formato de paquete y un protocolo, llamado IP (Internet Protocol), que se considera el protocolo "oficial" de la arquitectura.

El protocolo IP es el elemento que permite integrar varias redes entre sí. Cada máquina de una red tiene una dirección IP única. Una dirección IP es un número de 32 bits que normalmente se escribe como cuatro enteros entre 0 y 255 separados por puntos; la dirección IP permite el encaminamiento de la información a través de la red. De esta manera cada paquete lleva la dirección IP de la computadora a quien va dirigido. TCP envía cada uno de los datagramas a IP. Por supuesto, tiene que decirle a IP la dirección de la computadora destino. El trabajo de IP es simplemente encontrar una ruta para el datagrama y llevarlo a su destino. Sin embargo, para poder hacer este trabajo y poder mover el datagrama por la red, el IP añade su propio "header". Los principales datos que IP pone en él son las direcciones de los equipos origen y destino, el número de protocolo y un checksum.

5.2.2.1 Datagrama IP

El datagrama IP consta de los siguientes campos:

- **Campo Versión:** Identifica la versión de IP que está en uso. La mayoría de protocolos tienen este campo porque algunos nodos de red no tienen la soltura disponible que el protocolo requiere.
- **Campo Header Length:** Contiene un conjunto de cuatro bits para un valor que indica la longitud de la cabecera del datagrama. La longitud es medida en palabras de 32 bits. Una cabecera sin opciones quality of service (QOS) contiene 20 octetos, por eso usualmente el valor en el campo length es 5.
- **Campo Type Of service (TOS):** Puede ser usado para identificar muchas funciones QOS provistas en una red. Con este campo se puede solicitar la deora, precedencia y confiabilidad del tránsito. Este campo contiene 5 entradas de 8 bits.
- **Campo Total Length:** Especifica la longitud del datagrama IP. Se mide en octetos e incluye la longitud de cabecera y los datos. La longitud máxima de un datagrama es 65,535 octetos.
- **Campo Identifier:** Es usado únicamente para identificar todos los fragmentos de un datagrama original. Es usado con la dirección de origen en el host receptor para identificar cada fragmento.
- **Campo Flag:** Contiene bits para determinar si el datagrama puede ser fragmentado. En caso de que pueda serlo, uno de los bits puede ser colocado para determinar si este fragmento es el último del datagrama.

- Campo Fragmentation OffSet: Contiene un valor que especifica la posición relativa del fragmento en el datagrama original. El valor es inicializado con cero y subsecuentemente es colocado el número apropiado si el ruteador (router) fragmenta los datos. El valor es medido en unidades de 8 octetos.
- Campo Time To Live (TTL): Este parámetro es usado para medir el tiempo que el datagrama ha estado en la red. Cada ruteador (router) en una red checa este campo y lo descarta si el valor TTL es igual a cero.
- Campo Protocol: Es usado para identificar el protocolo del próximo nivel sobre el IP.
- Campo Header Checksum: Es usado para detectar cualquier distorsión que pudiera ocurrir en el encabezado
- Campo Source Address and Destination Address: El IP carga dos direcciones en el datagrama, los que se etiquetan como dirección de destino y origen y mantienen el mismo valor a través de la vida del datagrama.
- Campo Options: Es usado para identificar varios servicios adicionales. Este campo no es usado en todos los datagramas, la mayoría de implementaciones usan este campo para administrar redes y diagnósticos. La longitud de este campo es variable debido a que algunas opciones son de longitud variable.
- Campo Padding: Este campo puede ser usado para asegurar que la cabecera del datagrama alinee el límite exacto de 32 bits.
- Campo Data: Contiene datos del usuario. El IP estipula que la combinación del campo de datos y la cabecera no puede exceder a los 65,535 octetos.

IP provee un servicio de entrega de datagramas "sin conexión", llamado así porque no se lleva a cabo una coordinación entre el punto transmisor y el punto receptor. Cada paquete es tratado independientemente, los cuales pueden llegar en desorden y hasta podrían no llegar.

5.2.2.2 Enrutamiento de datagramas

El enrutamiento se refiere al proceso de determinar la trayectoria que un datagrama debe seguir para alcanzar su destino. A los dispositivos que pueden elegir las trayectorias se les denominan ruteadores o routers. En el proceso de enrutamiento intervienen tanto los equipos como los enrutadores que conectan las redes.

5.2.2.3 Tipos de enrutamientos

Existen dos tipos de enrutamientos el directo e indirecto en donde la transmisión de información se hace en equipos de la misma red y en redes diferentes respectivamente.

5.2.3 La capa de transporte

Esta capa recibe el mismo nombre y desarrolla la misma función que la cuarta capa del modelo OSI, consistente en permitir la comunicación extremo a extremo (host a host) en la red. Aquí se definen dos protocolos: el TCP (Transmission Control Protocol) ofrece un servicio confiable, con lo que los paquetes (aquí llamados mensajes) llegan ordenados y sin errores. TCP se ocupa también del control de flujo extremo a extremo, para evitar que, por ejemplo, un host rápido saturase a un receptor más lento.

En su tránsito por distintas redes y equipos encaminadores puede ocurrir que haya paquetes IP que se pierdan, lleguen duplicados o con errores en la información que contienen. El protocolo TCP se encarga de subsanar estas posibles deficiencias para conseguir un servicio de transporte de información fiable.

TCP fragmenta la información a transmitir, de la misma forma que la hace el protocolo IP. TCP numera cada uno de estos paquetes de tal manera que el receptor pueda ordenarlos al recibirlos. Para pasar esta información a través de la red, TCP utiliza un sobre identificado con el número de secuencia de cada paquete. Los paquetes TCP se envían a su destino independientemente unos de otros, utilizando el protocolo IP.

El TCP es el responsable de dividir el mensaje en datagramas, reunirlos en su destino, reenviar cualquier dato que haya podido perderse y traer cosas de vuelta en el orden correcto. IP (Internet Protocol, Protocolo Internet) es el responsable de transportar los datagramas individuales. De este modo parece que TCP hace todo el trabajo, y de hecho es verdad en redes pequeñas, sin embargo en Internet, llevar un datagrama a su destino puede significar un trabajo complejo.

El TCP provee de los siguientes servicios a las capas superiores:

- Conexión orientada al manejo de datos.
- Transferencia de datos confiables.
- Transferencia de datos orientado al flujo.
- Funciones push.
- Resecuenciación.
- Control de flujo.
- Multiplexamiento.
- Transmisión full dúplex.
- Precedencia y seguridad.

- Cierre limpio.

TCP provee un servicio confiable de entrega de paquetes orientado a conexión, es decir, TCP se encarga de dar la ilusión de que la comunicación entre dos computadoras es punto a punto con un flujo continuo de información, a diferencia de IP, donde se sabe que la información fluye en paquetes y que dicha información puede ser retransmitida varias veces antes de alcanzar su destino.

5.2.4 La capa de aplicación

Esta capa desarrolla las funciones de las capas de sesión, presentación y aplicación del modelo OSI. La experiencia ha demostrado que las capas de sesión y presentación son de poca utilidad, debido a su escaso contenido, por lo que la aproximación adoptada por el modelo TCP/IP parece mas acertada.

La capa de aplicaciones es la capa más alta de la pila; esta provee servicios de alto nivel a los usuarios como transferencia de archivos, entrega de correo electrónico y acceso a terminales remotas. Los programas de aplicación escogen entre diferentes protocolos de transporte dependiendo del tipo de servicio de transporte que requieran.

Invoca programas que acceden servicios en la red. Interactúan con uno o más protocolos en forma de mensajes o bien en forma de flujo de bytes.

5.3 Protocolos de ruteo

Los protocolos de ruteo son lenguajes que utilizan los equipos para intercambiar tablas entre los ruteadores de las redes (PPP, RIP, EGP, BGP), sirven para checar la compatibilidad entre ruteadores, se ocupan cuando se tiene más de una ruta disponible.

5.3.1 El Protocolo PPP (Point to Point Protocol)

Este protocolo llamado PPP (Protocolo Punto a Punto); le permite a una computadora establecer la comunicación con una red de datos remota y así convirtiéndose en un host o nodo de dicha red, esto le permitirá a dicho host tener la posibilidad de hacer uso de todos los servicios tal cual lo haría si esa computadora estuviese conectada a la Ethernet directamente en su red interna. Lo que se requiere para realizar este tipo de conexión es tener disponible algún puerto de comunicación o serial en su computadora, un módem y una línea telefónica convencional que servirá como medio físico de transmisión de datos.

El protocolo PPP solamente establece la comunicación de transferencia de datos pero requerirá dicha computadora establecer el Protocolo TCP/IP, el cual en muchos casos está relacionado directamente con el software de conexión de PPP. Una vez establecida la conexión usted requerirá un software que interactúe con la red de datos, es decir programas que conviertan la información de las aplicaciones de alto nivel en tramas que puedan viajar por la red; programas que controlen el flujo de las tramas de información, que verifiquen su arribo a la computadora de destino y controlen la cantidad de tramas que pueden ser enviadas a la red, tomando en cuenta el tráfico en ella, dispositivos electrónicos que transformen las tramas de información a señales eléctricas,

electromagnéticas u ópticas que puedan viajar por algún medio físico determinado. Los programas que permitan que una computadora interactúe con la red implantan lo que se denomina Protocolos, y estos pueden catalogarse de acuerdo a su función específica en el mecanismo de comunicación.

El protocolo PPP está definido dentro de la familia de protocolos denominados TCP/IP que es la utilizada en muchas redes locales y en toda la Internet. El PPP se ubica en los niveles bajos de la familia TCP/IP y permite que la computadora se comunique a la red utilizando líneas de comunicación seriales de baja velocidad.

En el caso de los dispositivos electrónicos de comunicación, cuando se utiliza PPP, se requiere utilizar uno de los puertos seriales de la computadora, a la cual se conectará un módem que se encargará de convertir las señales digitales en señales que puedan viajar a través de la línea telefónica. Estas señales serán recibidas por otro módem que se encargará de convertirlas nuevamente a señales digitales que pueden ser procesadas dentro de una red de datos.

Una vez que se ha establecido el PPP en la computadora, aunado a los programas relacionados es posible:

- Navegar en Internet con un visualizador www.
- Abrir una sesión de Telnet.
- Acceder a Grupos de Discusión.
- Usar el Correo Electrónico.
- Transferir un archivo.
- Realizar una videoconferencia.
- etc.

5.3.2 Protocolo RIP (Routing Information Protocol)

RIP (Routing Information Protocol) es un protocolo de ruteo de información diseñado originalmente para el Protocolo Universal PARC de Xerox (donde fue llamado GWINFO) y usado en los sistemas de red de Xerox (XNS), y hasta hoy ha sido adoptado ampliamente por los fabricantes de computadoras personales para su uso en los productos de redes computacionales.

RIP es un protocolo de ruteo vector - distancia, lo que significa que este protocolo usa la distancia (contador de saltos) como su unidad métrica para seleccionar una ruta. La cantidad de saltos es el número de ruteadores que un paquete debe atravesar para alcanzar su destino. Por ejemplo, si una ruta en particular tiene un contador de saltos de 2, entonces el paquete debe atravesar dos ruteadores para alcanzar su destino. RIP selecciona rutas basándose en el contador de saltos mas bajo. Por ejemplo, si existen

dos ruteadores al mismo destino y uno tiene 3 saltos y el otro tiene 2, RIP selecciona la ruta con 2 saltos. En el caso de que múltiples ruteadores tengan el mismo número de saltos, RIP seleccionará una ruta al azar.

RIP es uno de los protocolos de gateway más usados en el mundo de las redes locales. Este clasifica a los ruteadores como activos o pasivos. Los ruteadores activos anuncian su ruta a los otros; los ruteadores pasivos escuchan y corrigen su ruta basado en anuncios pero no hacen ningún anuncio. Típicamente, los ruteadores corren RIP en modo activo mientras que los host's utilizan el modo pasivo.

Un ruteador que corre RIP en modo activo transmite los datos en intervalos. Cada dato contiene valores en pares donde cada par consiste de una dirección de red IP y una distancia íntegra a esa red. RIP utiliza el contador de salto métrico para medir la distancia a un destino. Usando contadores de saltos para calcular el camino mas corto no siempre se obtiene el óptimo resultado. Por ejemplo, un camino con tres saltos que cruza tres Ethernet's puede ser sustancialmente más rápido que un camino que tenga dos saltos pero que cruza una línea serial de baja velocidad. Para compensar las diferencias entre tecnologías, muchos ruteadores anuncian artificialmente con contadores rápidos de saltos para enlaces lentos.

5.3.2.1 Formato de la Tabla de Ruteo

Cada entrada en una tabla de ruteo RIP provee una variedad de información, incluyendo el último destino, el siguiente salto sobre el camino a ese destino y un *métrico*. El *métrico* indica la distancia en números de saltos al destino. Una tabla de ruteo típica se muestra en la siguiente figura:

Destino	Próximo Salto	Distancia	Timer	Bandera
Red A	Ruteador 1	3	f1, f2, f3	x, y
Red B	Ruteador 2	5	f1, f2, f3	x, y
Red C	Ruteador 3	2	f1, f2, f3	x, y

Figura 51: Tabla de ruteo RIP típica.

RIP mantiene solo la mejor ruta al destino. Cuando una nueva información proporciona una mejor ruta, esta información reemplaza la información de la ruta vieja. Los cambios en la topología de la red pueden provocar cambios de rutas, causando, por ejemplo, que una nueva ruta se convierta en el mejor camino a un determinado destino. Cuando hay cambios en la topología de la red, estos se reflejan en los mensajes de actualización de ruteo. Cada ruteador que recibe un mensaje de actualización de ruteo que incluye un cambio, actualiza sus tablas y propaga el cambio.

5.3.2.2 Formato del Paquete RIP

La siguiente figura muestra el formato del paquete RIP para implementaciones IP como lo especifica el estándar RFC 1058.

Longitud	1	1	2	2	2	4	4	4	4
Campo	A	B	C	D	C	E	C	C	F

Figura 5.2: Formato del paquete RIP.

A = Comando (solicitud o respuesta).

B = Número de versión.

C = Cero.

D = Identificador de dirección de Familia.

E = Dirección.

F = Métrico.

Los campos del paquete RIP están como sigue:

- **Command (comando)**
Indica si el paquete es una solicitud o una respuesta
- **Version Number (número de versión)**
Especifica la versión RIP que está siendo implementada. Con el potencial para muchas implementaciones RIP en una red, este campo puede ser usado para señalar diferentes, potencialmente incompatibles, implementaciones.
- **Address Family Identifier (identificador de dirección de familia)**
Especifica la dirección particular de la familia que está siendo usada. Sobre la internet, esta dirección es típicamente IP pero en otros tipos de redes, también puede ser representada.
- **Address (dirección)**

Es la dirección de la terminal. En implementaciones RIP de Internet, este campo típicamente contiene una dirección IP.

- **Metric (métrico)**

Especifica el contador de saltos. El contador de saltos indica cuantos ruteadores deben ser atravesados antes que el destino pueda ser alcanzado.

Pueden ser listados hasta 25 destinos en cualquier paquete sencillo RIP. Los paquetes multiples RIP son usados para transportar información de tablas de ruteo más grandes.

- **Límite del contador de saltos.**

RIP permite un valor máximo de 15 en el contador de saltos. Cualquier destino a mas de 15 saltos es rechazado. El contador de saltos de RIP restringe enormemente su uso en redes muy grandes, pero prevé un problema llamado *contar* al infinito que causan ciclos de ruteo sin fin dentro de las redes.

- **Hold - Downs**

Hold - Downs son usados para cuando una ruta se cae, entonces los ruteadores vecinos lo detectarán. Estos ruteadores entonces calculan nuevas rutas y envían mensajes de actualización de ruteo para informar a sus vecinos del cambio de ruta.

5.3.3 Protocolo EGP (Exterior Gateway Protocol, Protocolo Exterior de Gateway).

El protocolo EGP (Exterior Gateway Protocol, Protocolo Exterior de Gateway) es un protocolo de dominio interno utilizado en Internet.

Como el primer protocolo exterior de gateway para ganar amplia cobertura y aceptación en Internet, EGP cumplió con su propósito. Desafortunadamente, la debilidad de EGP se ha hecho más aparente conforme Internet ha crecido y madurado. Debido a esa debilidad, EGP está siendo actualmente reemplazado en Internet por otros protocolos exteriores de gateway como por ejemplo, el Border Gateway Protocol (BGP).

5.3.3.1 Tecnologías Básicas

EGP fue diseñado originalmente para comunicar desde y hacia los núcleos de los ruteadores de la Red de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada (ARPANET). La información fue pasada de nodos individuales en distintos dominios administrativos de Internet llamados sistemas autónomos (AS's) al núcleo del ruteador, el cual pasó la información a través del backbone hasta que esta pudo pasar a la red destino con otro sistema autónomo.

A pesar de que EGP es un protocolo de ruteo dinámico, este usa un diseño muy simple. EGP no usa métrico, y por lo tanto no puede tomar decisiones de ruteo inteligentes. La actualización de ruteo de EGP contiene información de redes accesibles. En otras

palabras, estas especifican que ciertas redes son accesibles a través de ciertos ruteadores.

EGP tiene tres funciones primarias. Primero, los ruteadores que corren EGP establecen un grupo de vecinos. Estos vecinos son simples ruteadores con los cuales un ruteador EGP desea intercambiar información. Segundo, los ruteadores EGP sondean a sus vecinos para ver si ellos están vivos. Tercero, los ruteadores EGP envían mensajes de actualización conteniendo información a cerca de la accesibilidad de redes con sus Sistemas Autónomos.

5.3.3.2 Formato del Paquete

Los campos del paquete EGP están como sigue:

- Número de versión EGP

Identifica la versión EGP actual y es checado por los receptores para determinar si existe una relación entre los números de versión del emisor y receptor.

- Tipo

Identifica el tipo de mensaje. EGP define cinco tipos de mensajes diferentes en la siguiente figura:

Mensaje	Función
Adquisición de Vecino	Enlaza/Desenlaza los vecinos
Accesibilidad de Vecino	Determina si los vecinos están vivos
Sondeo	Determina la accesibilidad de una red en particular
Routing Update	Proporciona rutas actualizadas
Error	Indica las condiciones de error

Figura 5.3: Mensajes EGP.

- Código

Distingue la cantidad de subtipos de mensajes.

- Estado

Contiene información del estado de mensaje dependiente. El código estado incluye fuentes insuficientes, problemas de parámetros, violación del protocolo y otros.

- **Checksum**

Usado para detectar posibles problemas que pudieran haberse desarrollado con el paquete en tránsito.

- **Número de Sistema Autónomo.**

Identifica el sistema autónomo al cual pertenece el ruteador emisor.

- **Numero de secuencia.**

Permite que dos ruteadores EGP intercambien mensajes para combinar solicitudes y respuestas. El número de secuencia es inicializado en cero cuando un vecino es contactado e incrementado en uno con cada transacción solicitud-respuesta.

5.3.3.3 Mensajes

Los campos adicionales siguen al encabezado EGP. El contenido de esos campos varían dependiendo del tipo de mensaje.

- **Adquisición de vecino**

El mensaje de adquisición de vecino incluye un campo de intervalo de saludo y un campo de intervalo de sondeo. El campo de intervalo de saludo especifica el periodo para probar si los vecinos están vivos. El campo de intervalo de sondeo especifica la frecuencia de la actualización de ruteo.

- **Accesibilidad de vecino**

El mensaje de accesibilidad de vecino no suma campos extras al encabezado EGP. Estos mensajes usan el campo *código* para indicar si el mensaje es de saludo o una respuesta a un mensaje de saludo.

- **Sondeo**

Para proporcionar ruteo correcto entre los sistemas autónomos, EGP debe conocer la posición relativa de los host's remotos. El mensaje de sondeo permite a los ruteadores EGP adquirir información de accesibilidad a cerca de las redes sobre las cuales estos host's residen.

- **Routing Update**

El mensaje routing update proporciona un camino a los ruteadores EGP para indicar la localización de varias redes con sus sistemas autónomos.

Con el bloque de gateways, EGP lista las redes por distancias; y en el caso de que haya varias redes a la misma distancia, estas son listadas por dirección.

EGP no interpreta la distancia métrica que está contenida en los mensajes de routing update. En esencia, EGP usa el campo distancia para indicar si un camino existe; el valor distancia solo puede ser usado para comparar caminos si esos caminos existen completamente en un sistema autónomo particular. Por esta razón, EGP es más un protocolo de accesibilidad que un protocolo de ruteo. Esta restricción también pone limitaciones de topología sobre la estructura de Internet. Específicamente, una porción EGP de Internet debe ser una estructura en árbol en la cual una gateway núcleo es la raíz, y no hay lazos entre otros sistemas autónomos con el árbol. Esta restricción es una limitación primaria de EGP y es una causa para que sea desplazado por otros protocolos de gateway exterior más capaces.

- **Error**

En mensaje de error identifica varias condiciones de error EGP. Además del encabezado EGP común, el mensaje de error EGP proporciona un campo de razón, seguido por un encabezado de mensaje de error. Los errores EGP típicos incluyen formatos de encabezado EGP malos, formatos del campo de dato EGP malos, excesiva razón de sondeo, la insuficiente información de accesibilidad.

5.3.4 Protocolo BGP (Border Gateway Protocol)

El ruteo involucra dos actividades básicas: la determinación de la óptima ruta y el transporte de grupos de información a través de una red. El transporte de paquetes a través de una red interna es relativamente sencillo. La determinación de caminos, por otro lado, puede ser muy compleja. Uno de los protocolos que direcciona la prueba de la determinación de caminos en las redes de hoy es el *Border Gateway Protocol (BGP)*. BGP es un protocolo exterior de gateway (EGP), lo cual significa que este realiza el ruteo entre múltiples sistemas autónomos e intercambia información de ruteo y accesibilidad con otros sistemas BGP.

5.3.4.1 Operación del BGP

BGP desarrolla tres tipos de ruteo: Ruteo intersistemas autónomos, ruteo intrasistemas autónomos y ruteo de paso a *través de sistemas autónomos*.

Ruteo intersistemas autónomos (Inter-autonomous System Routing) ocurre entre dos o más ruteadores en diferentes sistemas autónomos. Ruteadores semejantes en estos sistemas usan BGP para mantener una vista consistente de la topología interna de la red. Los vecinos BGP que se comunican entre sistemas autónomos deben residir sobre la misma red física.

Ruteo Intrasistema autónomo (Intra-autonomous System Routing) ocurre entre dos o más ruteadores localizados dentro del mismo sistema autónomo. Ruteadores semejantes en el mismo sistema autónomo usan BGP para mantener una vista consistente de la topología del sistema. BGP también es usado para determinar qué ruteador servirá como el punto de conexión para un sistema autónomo específico.

Ruteo de paso a través de sistemas autónomos (*Pass-through autonomous system routing*) ocurre entre dos o más ruteadores BGP semejantes que intercambian tráfico a través de un sistema autónomo que no corre BGP. En un ambiente de paso a través de sistemas autónomos, el tráfico BGP no se originó dentro del sistema autónomo en cuestión y no está destinado para un nodo dentro de este sistema. BGP debe interactuar con cualquiera de los protocolos de ruteo Intrasistemas autónomos que esté siendo usado para transportar satisfactoriamente el tráfico BGP a través de este sistema autónomo.

5.3.4.2 Ruteo BGP

Como con cualquier protocolo de ruteo, BGP mantiene tablas de ruteo, transmite routing updates y basa las decisiones de ruteo sobre métricos de ruteo. La función primaria de un sistema BGP es la de intercambiar información de accesibilidad de redes, incluyendo información referente a la lista de caminos hacia otros sistemas autónomos BGP. Esta información puede ser usada para construir un panorama gráfico de conectividad de sistemas autónomos de los cuales los lazos de ruteo pueden estar trozados y con los cuales las decisiones son reforzadas.

Cada ruteador BGP mantiene una tabla de ruteo que lista todos los caminos factibles hacia una red particular. El ruteador no actualiza la tabla. En su lugar, la información de ruteo recibida de ruteadores semejantes es retenida hasta que un update incremental sea recibido.

Cuando un ruteador se conecta primero a una red, los ruteadores BGP cambian su tabla de ruteo BGP completa. Similarmente, cuando la tabla de ruteo se cambia, los ruteadores envían la porción de la tabla que ha sido cambiada.

BGP usa un métrico de ruteo simple para determinar el mejor camino hacia una red dada. Este métrico consiste de un número unitario arbitrario que especifica el grado de preferencia de un enlace particular. El métrico BGP típicamente es asignado para cada enlace por el administrador de red.

5.3.4.3 Mensajes BGP

El mensaje de apertura (open message) abre una sesión de comunicación BGP entre pares y es enviado el primer mensaje por cada lado después es establecida una conexión de protocolo de transporte.

Un mensaje de actualización (update message) es usado para dar actualizaciones de ruteo a otros sistemas BGP, permitiendo a los ruteadores construir una vista consistente de la topología de la red. Las actualizaciones son enviadas usando el Protocolo de Control de Transmisión (TCP) para asegurar una entrega confiable.

El mensaje de notificación (notification message) es enviado cuando es detectada una condición de error. Las notificaciones son usadas para cesar una sesión activa e informar a cualquier ruteador conectado de porqué la sesión está siendo cerrada.

El mensaje de subsistencia (*keep-alive message*) notifica a los semejantes BGP que un dispositivo está activo. Los mensajes de subsistencia son enviados lo suficientemente frecuentes como para permitir las sesiones antes de que expiren.

5.4 Protocolos Ruteables

Los protocolos ruteables o enrutables son lenguajes que pueden ser ruteados y que pueden encontrar mucho tráfico (IPX, APPLE TALK), uno establece el camino a seguir pues es solo uno (Ruteo Estático).

5.4.1 Arquitectura IPX/SPX

El protocolo Internet Packed eXchange / Sequenced Packed eXchange (IPX/SPX) es el protocolo nativo usado por Novell Netware. Es un derivado de la jerarquía de protocolos de servicio de red Xerox (Xerox Network Services, XNS).

IPX (Internet Packed Exchange) o Intercambio de paquetes entre redes es un protocolo de comunicaciones de Novell Netware que se utiliza para encaminar mensajes de un nodo a otro. Los programas de aplicación que manipulan sus propias comunicaciones Cliente/Servidor o de igual a igual en una red novell pueden acceder directamente al IPX o al protocolo SPX de Netware. El IPX no garantiza la entrega del mensaje como lo hace el SPX.

SPX (Sequenced Packed Exchange) o Intercambio secuencial de paquetes es un protocolo de comunicaciones de Novell Netware que se utiliza para comunicaciones entre procesos, garantiza que un mensaje completo llegue intacto, y emplea el protocolo Netware IPX como mecanismo de distribución.

El protocolo de intercambio de paquetes secuenciados (SPX) no encamina los paquetes ni ofrece información de servicios pero garantiza la entrega del paquete a su destino.

5.4.1.1 Nivel de transmisión al medio

Se asocia con los niveles físico y enlace en el modelo OSI. Los productos Netware soportan una amplia variedad de tecnologías LAN en el nivel de transmisión al medio incluyendo Ethernet y Token Ring.

- **MAC**

Los protocolos MAC operan en el nivel de enlace de datos del modelo OSI. Su tarea principal consiste en transportar paquetes de un nodo a otro en un segmento de la red. Se han definido varios protocolos MAC, muchos de los cuales pueden utilizarse con Netware.

Los protocolos MAC definen la dirección que identifica cada nodo en un segmento de red; también proporcionan comprobación de error a nivel de bit en forma de CRC (Prueba de Redundancia Cíclica).

Para recibir un paquete en el nodo destino, los protocolos MAC colocan las direcciones de nodo y otra información en una cabecera MAC al principio de los paquetes que se han de enviar y la CRC en el final MAC.

- **Cabecera MAC**

La cabecera MAC contiene campos de dirección de nodos de origen y destino. Estos campos contienen las direcciones físicas que indican donde se ha originado el paquete y cuál es su destino.

5.4.1.2 Nivel de Red

El nivel de red en Netware es análogo al nivel de red en el modelo OSI. IPX es un protocolo que opera en esta capa.

- **IPX (Internet Packet eXchange Protocol)**

IPX es un protocolo de datagramas sin conexión. Sin conexión significa que cuando un proceso que está ejecutando un nodo particular, utiliza IPX para comunicar con un proceso en otro nodo, no se establece ninguna conexión entre los dos nodos. Por lo tanto los paquetes IPX que contienen datos se direccionan y envían a sus destinos pero no se garantiza ni verifica que el paquete efectivamente haya llegado. Cualquier reconocimiento de paquete o control de conexión lo proporcionan los protocolos sobre IPX, tales como el SPX. Datagrama significa que cada paquete se trata como una entidad individual, sin ninguna relación lógica o secuencial con ningún otro paquete.

IPX opera al nivel de red del modelo OSI. Del mismo modo que un protocolo de nivel de red, IPX direcciona y encamina paquetes desde una ubicación a otra en una interred IPX.

- **Estructura del paquete IPX.**

Cabecera IPX de 30 Bytes: Este incluye las direcciones de red, nodo y zócalo tanto para el destino como para el origen. La cabecera es el tamaño mínimo de un paquete IPX.

Datos: Incluye la cabecera de un protocolo de un nivel superior, tal como el SPX.

- **Campos de paquetes IPX.**

Suma de Comprobación: Comprobación de integridad de paquete.

Longitud del paquete: Longitud, en bytes, del paquete entero constituida por la longitud de la cabecera IPX más la longitud de los datos.

Control de transporte: Número de ruteadores que un paquete ha recorrido hasta su destino.

Tipo de paquete: El tipo de servicio ofrecido o requerido por el paquete.

Red de destino: El número de la red al que el nodo de destino se conecta.

Cuando un nodo de envío establece este campo en cero, se asume que el nodo de destino se encuentra en el mismo segmento de la red que el nodo de envío.

Nodo de destino: La dirección física del nodo de destino.

Zócalo de destino: La dirección de zócalo del proceso de destinación del paquete.

Los zócalos encaminan paquetes a distintos procesos dentro de un nodo único. Novell reserva varios zócalos para su uso en el entorno del Netware. IPX no tiene un número de zócalo de difusión.

Red de Origen: El número de la red al que el nodo de origen se encuentra conectado. Si un nodo de envío establece este campo en cero, la red local a la que el origen se conecta es desconocida. Para los ruteadores, las reglas que se aplican al campo de la Red de destino también lo son para el campo Red de origen, excepto si los ruteadores pueden propagar paquetes que se recibieron con este campo establecido en cero.

Nodo de origen: La dirección física del nodo de origen. No se permiten direcciones de difusión.

Zócalo de origen: La dirección del zócalo del proceso que transmite el paquete. Los procesos que se comunican de un modo de igual a igual no necesitan enviar ni recibir en el mismo número de zócalo.

Cabeceras de protocolo de nivel superior: Las cabeceras de protocolos Netware de nivel superior, tales como NCP o SPX. Estas cabeceras ocupan la porción de datos del paquete IPX.

5.4.1.3 Nivel de Transporte

Es análoga a la capa de transporte del modelo OSI y soporta servicios de transporte extremo a extremo para proveer el servicio de comunicación de los sistemas cliente/servidor.

- **SPX (Sequenced Packet eXchange Protocol)**

El SPX es un protocolo orientado a la conexión que opera en nivel de transporte del modelo OSI. Orientado a la conexión significa, que cuando un nodo utiliza el protocolo SPX para comunicarse con otro nodo, se establece una conexión dedicada entre los dos. Esta conexión debe establecerse antes de que los nodos puedan intercambiar los paquetes. Además SPX garantiza la entrega de paquetes a sus destinatarios y que la entrega se realice en la secuencia apropiada.

5.4.1.4 Nivel de Aplicación

Está asociado con las capas de Sesión, Presentación y Aplicación del modelo OSI. Los servidores Netware proveen alta variedad de servicios de aplicación incluyendo compartir recursos de impresión, archivos, aplicación, procesamiento de directorios, manejo y administración de la red.

Los programas de aplicaciones de usuario también operan en este nivel.

- **Netware Core Protocol NCP**

Manipula todos los requerimientos que los sistemas cliente hacen a los servidores y proveen los servicios para soportar el compartir los recursos de impresión, almacenamiento, aplicaciones y acceso a directorios.

NCP utiliza IPX para transmitir sus paquetes a través de la red y provee sus propios mecanismos para control de la conexión y numeración de la secuencia para proporcionar un servicio confiable de transporte de datos. Al contrario de otros protocolos en la familia Netware, Novell no tiene especificaciones públicamente disponibles de NCP, pues lo considera propietario y lo pone a disposición de desarrolladores sólo bajo adquisición de licencias.

Novell ha definido un amplio conjunto de interfaces de programación (APIs) que pueden acceder los servicios.

5.4.2 Apple Talk

A principio de los 80's, la compañía Apple Computer, Inc. estaba preparándose para introducir la computadora Macintosh, la ingeniería Apple sabía que las redes se convertirían en una necesidad crítica. Ellos buscaron asegurar que una red basada en Macintosh fuera un complemento de la interfaz de usuario Macintosh.

Con estas dos metas en mente, Apple decidió construir una interfaz de red en cada Macintosh e integrar esa interfaz en cada computadora. Esa nueva arquitectura de red de Apple fue llamada *Apple Talk*

A pesar de que Apple Talk es una red privada, Apple ha publicado sus especificaciones, así que hoy en día, muchas compañías están comercializando productos basados en Apple Talk, incluyendo a Novell Inc. y Microsoft Corporation.

5.4.2.1 Tecnologías básicas

Apple Talk fue diseñado como un sistema distribuido cliente-servidor. En otras palabras, los usuarios comparten recursos de red con otros usuarios. Las computadoras que ofrecen esos recursos de red son llamadas servidores; las computadoras que usan esos recursos de red de los servidores son llamadas clientes.

La interacción con los servidores es esencialmente transparente para los usuarios porque la computadora por sí misma determina la localización del material solicitado y lo accesa sin más información del usuario en suma a la facilidad de uso, los sistemas distribuidos también gozan de una ventaja económica sobre los sistemas peer-to-peer ya que los materiales importantes pueden ser localizados rápidamente.

5.4.2.1 Acceso al Medio

Apple diseñó Apple Talk para poder enlazar capas independientes. En otras palabras, este puede correr teóricamente sobre cualquier tipo de implementaciones, soportando aquellas como Ethernet, Token Ring, FDDI y Local Talk. Apple se refiere a Apple Talk sobre Ethernet como Ethertalk, a Apple Talk sobre Token Ring como Token Talk y a Apple Talk sobre FDDI como FDDI talk. Los protocolos de enlace de capas (link-layer) que soportan Apple Talk son EtherTalk Link Acces Protocol (ELAP), LocalTalk Link Access Protocol (LLAP), TokenTalk Link Access Protocol (TLAP) y FDDITalk Link Access protocol (FLAP).

LocalTalk es el sistema de acceso al medio propiedad de Apple. Este está basado sobre acceso en contienda (contention access), topología bus, y la señalización en banda base, y corre sobre STP a 230.4 Kbps.

5.4.2.3 Nivel de Red

- Asignación de Dirección de protocolo.

Para asegurar la mínima desviación en la red, las direcciones de los nodos Apple Talk son asignadas dinámicamente. Cuando una Macintosh está corriendo Apple Talk y empieza a saturarse, elige una dirección de protocolo y chequea para ver si esa dirección está en ese momento en uso. Si no, el nuevo nodo se ha asignado por sí solo una dirección. Si la dirección está en uso, el nodo con el conflicto de dirección envía un mensaje indicando el problema y el nuevo nodo elige otra dirección y repite el proceso.

El mecanismo actual de selección de dirección Apple Talk son medios dependientes. El AARP (protocolo de resolución de dirección Apple Talk, Apple Talk Resolution Protocol) es usado para asociar las direcciones Apple Talk con direcciones de medios particulares. Cuando Apple Talk u otro protocolo lleno debe enviar un paquete a otro nodo de la red la dirección de protocolo es pasada a AARP. AARP chequea primero una dirección oculta (cache) para ver si la relación entre el protocolo y la dirección de hardware ya es conocida. Si es así, la relación es pasada al montón de protocolos cuestionables (inquiring protocol stack). Si no, AARP empieza a enviar un mensaje de búsqueda de la dirección de hardware para la dirección de protocolo en cuestión. Si el envío del mensaje llega a un nodo con la dirección de protocolo especificado, ese nodo contesta con su dirección de hardware. Esta dirección es pasada al montón de protocolo cuestionables (inquiring protocol stack), el cual usa la dirección de hardware en comunicaciones con ese nodo.

- Entidades de redes

Apple Talk identifica varias entidades de redes. Lo más elemental es un *nodo*, el cual es simplemente cualquier dispositivo conectado a una red Apple Talk. Los nodos más comunes son las computadoras Macintosh e impresoras láser, pero muchos otros tipos de computadoras son capaces también de entablar comunicaciones Apple Talk, incluyendo la PCs IBM.

La siguiente entidad definida por Apple Talk es la *Red*. Una red Apple Talk es simplemente un solo cable lógico. A pesar de que el cable lógico es frecuentemente un solo cable físico, algunos sites usan puentes (bridges) para interconectar varios cables físicos. Finalmente, una *Zona* Apple Talk es un grupo lógico de redes.

- Protocolo de entrega de datagramas (Datagram Delivery Protocol, DDP)

El protocolo de capas de red de Apple Talk es el DDP, el cuál proporciona menos conexión entre conectores de red, los conectores pueden ser asignados ya sea estáticamente o dinámicamente.

Direcciones Apple Talk, las cuales son administradas por el DDP, consisten de dos componentes: *un número de red de 16 bits* y *un número de nodo de 8 bits*. Los dos componentes son usualmente escritos en decimales, separados por un punto (por ejemplo, 10.1 significa red 10, nodo 1). Cuando un socket de 8 bits identificando un proceso particular es sumado al número de red y al número de nodo, un proceso único sobre la red es especificado.

La fase dos de Apple Talk hace diferencias entre redes extendidas y redes no extendidas. En una red no extendida, por ejemplo Local Talk, cada número de nodo Apple Talk es único. Las redes no extendidas fueron el único tipo de redes definidas en la fase 1. En una red extendida como por ejemplo EtherTalk y Token Talk, cada combinación de número de red/número de nodo es única.

Las *Zonas* son definidas por el manejador de red Apple Talk durante el proceso de configuración del ruteador. Cada nodo en una red Apple Talk pertenece a una sola zona específica. Las redes extendidas pueden tener múltiples zonas asociadas a ellas. Los nodos sobre redes extendidas pueden pertenecer a cualquier zona asociada a la red extendida.

5.4.2.4 Nivel de Transporte

La capa de transporte de Apple Talk es implementada por varios protocolos: RTMP (Routing Table Maintenance Protocol), AURP (Apple Talk Update-Based Routing Protocol), AEP (Apple Talk Echo Protocol), ATP (Apple Talk Transaction Protocol) y NBP (Name Binding Protocol). Estos protocolos se encargan de proporcionar la información de envío y recepción de los paquetes a través de las diferentes redes ya sean del mismo tipo o no.

• Protocolos de Capas Superiores

Apple Talk soporta varios protocolos de capas superiores:

- ADSP (Apple Talk Data Protocol) establece y mantiene un flujo de datos full dúplex entre dos conectores (sockets) en una red interna Apple Talk. ADSP es un protocolo confiable que garantiza que los datos serán entregados en el mismo orden que se hayan enviado y no serán duplicados.
- ASP (Apple Talk Session Protocol) establece y mantiene sesiones entre un cliente y un servidor Apple Talk.
- PAP (Apple Talk's Printer Access Protocol) es un protocolo orientado a conexión que establece y mantiene conexiones entre un cliente y un servidor (el uso del término Printer es puramente histórico).
- AFP (Apple Talk Filing Protocol) ayuda a los clientes a compartir archivos a través de una red.

5.4.3 Redes X.25

En los años 70's, una serie de protocolos era necesaria para proporcionar a los usuarios de redes de área amplia (WAN) conectividad a través de redes públicas de datos (PDNs). Las redes públicas como TELENET y TYMNET habían conseguido ramar cable aceptación, pero se pensó que la estandarización de los protocolos incrementaría la suscripción a las redes públicas proporcionando compatibilidad de equipos mejorados y a bajo costo. El resultado de este esfuerzo fue un grupo de protocolos, el mas popular es el X.25.

X.25 fue desarrollado esencialmente por compañías telefónicas, mejor dicho, por ninguna empresa comercial. Las especificaciones, por lo tanto, fueron diseñadas para trabajar bien independientemente del tipo de sistema de un usuario o fabricante.

Uno de los atributos únicos de X.25 es su naturaleza internacional. X.25 y los protocolos relacionados son administrados por una agencia de las naciones unidas llamada la ITU (International Telecommunications Union, Unión Internacional de Telecomunicaciones). La ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector, Sector de Estandarización de Telecomunicaciones de la ITU) es el comité responsable para las comunicaciones de voz y datos.

5.4.3.1 Tecnologías Básicas

X.25 define una red telefónica para comunicaciones de datos. Para iniciar la comunicación, una computadora solicita una sesión de comunicación. La computadora a quien llaman puede aceptar o negar la conexión. Si la llamada es aceptada, los dos sistemas pueden iniciar una sesión de transferencia de información full-dúplex. Cada una de las computadoras puede terminar la sesión al tiempo que lo desee.

La especificación X.25 define una interacción punto a punto entre los Equipos Terminales de Datos (DTE) y los Equipos de Circuitos Terminales de Datos (DCE).

Una DTE puede ser una terminal que no implementa la funcionalidad X.25 completa. Una DTE es conectada a una DCE a través de un dispositivo de traslación llamado *paquete ensamblador/desensamblador* (PAD). La operación de la terminal a la interfaz PAD, los servicios ofrecidos por PAD y la interacción entre el PAD y los hosts está definida por las recomendaciones X.28, X.3 y X.29 respectivamente de la ITU.

La especificación X.25 comprende de la capa 1 a la capa 3 del modelo de referencia OSI. La capa 3 de X.25 describe los formatos de los paquetes y los procedimientos de intercambio de paquetes entre las capas 3 de entidades semejantes. La capa 2 de X.25 define la estructuración en macros de los paquetes para el enlace DTC/DCE. La capa 1 de X.25 define los procedimientos mecánicos y eléctricos para la activación y desactivación de la conexión de las DTE y DCE.

La comunicación extremo a extremo entre las DTEs es completada a través de una asociación bidireccional llamada *circuito virtual*. Los circuitos virtuales permiten la comunicación entre distintos elementos de red a través de cualquier número de nodos intermedios sin la dedicación de porciones del medio físico que caracteriza los circuitos físicos. Los circuitos virtuales pueden ser tanto permanentes o conmutados (temporales). Los *circuitos virtuales permanentes* son comúnmente llamados PVCs; los *circuitos virtuales conmutados* son comúnmente llamados SVCs. Los PVCs típicamente utilizados para la transferencia de datos más frecuentes, mientras que los SVCs para transferencia de datos esporádicos.

Una vez que un circuito virtual está establecido, la DTE envía un paquete al otro extremo de la conexión enviándolo a la DCE utilizando el propio circuito virtual. La DCE mira el número del circuito virtual y determina de qué manera rutear el paquete a través de la red X.25. La capa 3 del protocolo X.25 multiplexa entre todas las DTEs servidas por la DCE sobre el lado destino de la red y el paquete es entregado a la DTE destino.

5.4.3.2 Formato del Macro

Un macro X.25 está compuesto de una serie de campos. Los campos de la capa 3 de X.25 definen un paquete e incluyen un dato de usuario y encabezado. Los campos de la capa 2 de X.25 incluyen campos de nivel de macro y dirección, el paquete clavado en la capa tres y la secuencia de chequeo de macro.

5.4.3.3 Nivel Físico

La recomendación X.25 para el nivel de paquetes coincide con una de las recomendaciones del tercer nivel de OSI. X.25 abarca el tercer nivel y también los dos niveles más bajos.

La capa 1 de X.25 identifica las características eléctricas y los circuitos de intercambio de una interfaz DTE a DCE. Soporta conexiones punto a punto, velocidades hasta de 19.2

Kbps y transmisión full dúplex asíncrona sobre dos pares de alambre con 15 metros de distancia máxima entre DTE y DCE.

El nivel físico de X.25 no desempeña funciones de control significativas. Se trata mas bien de un conducto pasivo, de cuyo control se encargan los niveles de enlace y de red.

5.4.3.4 Nivel de Enlace

X.25 trabaja sobre servicios basados en circuitos virtuales. Un circuito virtual o canal lógico es aquel en el cuál el usuario percibe la existencia de un circuito físico dedicado exclusivamente al ordenador 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. Las prestaciones del canal son lo bastante buenas como para que el usuario no advierta ninguna degradación en la calidad del servicio como consecuencia del tráfico que le acompaña en el mismo canal. Para identificar las conexiones en la red de los distintos ETD, en X.25 se emplean números de canal lógico (LCN).

En X.25, antes de empezar la sesión es preciso que se haya establecido un circuito virtual permanente. Por lo tanto, antes de reservarse un circuito virtual permanente, ambos usuarios han de llegar a un acuerdo con la compañía explotadora de la red. Una vez hecho esto, cada vez que un ETD emisor envía un paquete a la red, la información identificativa de ese paquete (el número del canal lógico) indicará a la red que el ETD solicitante posee un enlace virtual permanente con el ETD receptor. En consecuencia, la red establecerá una conexión con el ETD receptor, sin ningún otro arbitraje o negociación de la sesión.

La capa 2 de X.25 está implementada por LAPB. LAPB permite a ambos lados (la DTE y la DCE) iniciar comunicación con la otra. Durante la transferencia de información, LAPB checa que los macros lleguen al receptor en la secuencia correcta y libres de errores.

- Macro de Información:

Estos macros llevan a capas superiores la información y algunos datos de control. Envían y reciben secuencias de números y el bit final de sondeo realiza el control de flujo y corrección de error. El *número de secuencia de envío* se refiere al número del macro actual. El *número de secuencia de recepción* graba el número del macro para que reciba el siguiente. En la conversación full dúplex, tanto el emisor como el receptor permanecen enviando y recibiendo números de secuencia.

- Macro Supervisor

Estos macros proporcionan información de control, ellos solicitan y suspenden la transmisión, reportan el estado y toman conocimiento de la recepción de un macro.

- **Macros No Numerados**

Estos macros no son secuenciados. Ellos son usados para propósitos de control. Por ejemplo, ellos pueden iniciar una conexión usando ventanas estándar o extendidas, desconectan el enlace, reportan un error del protocolo o funciones similares.

- **Formatos de paquetes**

En un paquete de datos, la longitud por omisión del campo de datos de usuario es de 128 octetos, aunque X.25 ofrece opciones para distintas longitudes. Otros tamaños autorizados son: 16, 32, 64, 256, 512, 1024, 2048 y 4096 octetos. Los dos últimos valores fueron añadidos en la revisión de 1984. Si el campo de datos de un paquete supera la longitud máxima permitida el ETD receptor liberará la llamada virtual generando un paquete de reinicialización.

Todo paquete que atraviesa la interfaz ETD/ETCD con la red debe incluir al menos tres octetos, los de la cabecera del paquete, aunque esta puede incluir también otros octetos adicionales.

Los 4 primeros bits del primer octeto contienen el número de grupo del canal lógico. Los 4 últimos bits del primer octeto contienen el identificador general de formato. Los bits 5 y 6 del identificador general de formato(SS) sirven para indicar el tipo de secuenciamiento empleado en las sesiones de paquetes. X.25 admite dos modalidades de secuenciamiento: módulo 8 (con números entre 0 y 7) y módulo 128(con números entre 0 y 127). El bit D, séptimo bit del identificador general de formato solo se utiliza en determinados paquetes. El octavo bit es el bit O, y solo se emplea para paquetes de datos destinados al usuario final. Sirve para establecer dos niveles de datos de usuario dentro de la red.

El segundo octeto de la cabecera del paquete contiene el número de canal lógico(LCN). Este campo de 8 bits, en combinación con el número de grupo del canal lógico, proporciona los doce bits que constituyen la identificación completa del canal lógico; por tanto, son 4095 los canales lógicos posibles. El LCN 0 está reservado para las funciones de control(paquetes de diagnóstico y de reinicialización). Las redes utilizan estos dos campos de diversas formas. En algunas se emplean combinados, mientras que en otras se consideran de forma independiente

5.4.3.5 Nivel de Transporte

El encabezado de la capa 3 de X.25 está compuesto de un *identificador de formato general (GFI)*, un *identificador de canal lógico (LCI)* y un *identificador de tipo de paquete (PTI)*. El GFI es un campo de 4 bits que indica el formato general del encabezado del paquete. El LCI es un campo de 12 bits que identifica el circuito virtual. El LCI es el que identifica a la interfaz DTE/DCE. En otras palabras, el PDN conecta dos canales lógicos, cada uno con un LCI independiente, sobre dos interfaces DTE/DCE para establecer un circuito virtual. El campo PTI identifica uno de los 17 tipos de paquetes de X.25.

Los campos de direccionamiento proporcionan las direcciones de las DTEs origen y destino. Estos son usados para establecer los circuitos virtuales que constituyen una comunicación X.25.

Los campos de direccionamiento que componen la dirección de X.25 son necesarios solamente cuando es usado un SVC, y entonces solo durante el proceso de llamado. Una vez que la llamada está establecida, el PSN usa el campo LCI del encabezado del paquete de datos para especificar el circuito virtual particular a la DTE remota.

La capa 3 de X.25 usa tres procedimientos operacionales del circuito virtual:

1. Establecimiento de llamada.
2. Transferencia de datos.
3. Limpieza de llamada.

La ejecución de esos procedimientos depende del tipo de circuito virtual que esté siendo usado. Para un PVC, la capa 3 de X.25 siempre está en modo de transferencia de datos ya que el circuito está permanentemente establecido. Si es usado un SVC, son usados los tres procedimientos.

- **Comunicación entre niveles**

El nivel de transporte envía una solicitud de conexión al nivel de red. Este responde enviando una solicitud de conexión al nivel de enlace el cual entrega al nivel físico una solicitud de activación.

5.4.4 FRAME RELAY

Frame Relay es un protocolo de transmisión de paquetes de datos en ráfagas de alta velocidad a través de una red digital, fragmentados en unidades de transmisión llamadas frame. Frame Relay requiere una conexión exclusiva durante el período de transmisión. Esto no es válido para transmisiones de video y audio ya que requieren un flujo constante de transmisiones. Frame Relay es una tecnología de "paquete rápido" ya que el chequeo de errores no ocurre en ningún nodo de la transmisión. Los extremos son los responsables del chequeo de errores.

Un paquete rápido es transferido en modo asíncrono (ATM) con cada Frame Relay o elemento de transmisión. Frame Relay transmite paquetes en el nivel de envío de datos del modelo OSI antes que en el nivel de red. A diferencia de un paquete, que es de tamaño fijo, un frame es variable en tamaño.

Una conexión frame relay es conocida como una conexión virtual. Una conexión virtual permanente es exclusiva al par origen-destino y puede transmitir por encima de 1.544 Mbps, dependiendo de las capacidades del par origen-destino. Una conexión virtual de intercambio es también posible usando la red pública y puede proporcionar elevados anchos de banda.

En Frame Relay, los nodos intermedios (conmutadores) simplemente realizan una retransmisión de tramas a través de un trayecto predefinido. Si se produce la corrupción o pérdida de un paquete debido a la congestión en una red Frame Relay, el sistema receptor detectará la pérdida de la trama y solicitará una retransmisión.

Las redes Frame Relay ponen toda su energía en el movimiento de los paquetes. Los nodos de conmutación de la subred no realizan ningún tipo de corrección de errores, aunque pueden detectar paquetes corruptos. Los paquetes se descartan tras su detección. Frame Relay surgió como un avance o actualización a las nuevas necesidades de X.25. Se hizo un estudio de las necesidades reales en retransmisión de datos a alta velocidad.

Frame Relay es una tecnología nacida de la necesidad de incrementar el ancho de banda, la aparición de impredecibles modelos de tráfico, y de un crecimiento de usuarios que demandan un servicio eficaz. La ubicación de Frame Relay dentro del modelo OSI nos dice que abarca los niveles uno y dos de este modelo.

Nivel 1, el nivel físico, define la conexión actual entre el terminal y el primer nodo de la red. Este nivel especifica los estándares con la transmisión y recepción de datos mecánica y eléctricamente.

Nivel 2, el nivel de conexión, contiene el protocolo que define el "troceado" de los datos para la transmisión, y establece la ruta que los datos deben seguir a través de la red. Esto significa que los datos son colocados en un frame (secuencia específica de bits), que es la unidad fundamental del intercambio de datos.

Con Frame Relay, basado en redes des congestionadas, la detección de errores es llevada a cabo, pero no la corrección. La red Frame Relay simplemente coge cada frame de información y lo retransmite (relay) al siguiente nodo. Si, en raras ocasiones, se detecta un error, Frame Relay simplemente descarta el frame de datos erróneo y depende del nivel superior usado por controladores inteligentes en cada extremo de la red para pedir una retransmisión.

- **Estructura OSI Frame Relay**

Las tramas y cabeceras de Frame Relay pueden tener diferentes longitudes, ya que hay una gran variedad de opciones disponibles en la implementación, conocidos como anexos a las definiciones del estándar básico.

La información transmitida en una trama Frame Relay puede oscilar entre 1 y 8,250 bytes, aunque por defecto es de 1,600 bytes.

Lo más increíble de todo, es que, a pesar del gran número de formas y tamaños, Frame Relay funciona perfectamente, y ha demostrado un muy alto grado de interoperabilidad entre diferentes fabricantes de equipos y redes. Ello es debido a que, sean las que sean las opciones empleadas por una determinada implementación de red o equipamiento,

siempre existe la posibilidad de "convertir" los formatos de Frame Relay a uno común, intercambiando así las tramas en dicho formato.

- **Parámetros Importantes**

A la hora de contratar un enlace Frame Relay, hay que tener en cuenta varios parámetros. Por supuesto, el primero de ellos es la velocidad máxima del acceso (V_t), que dependerá de la calidad o tipo de línea empleada.

Pero hay un parámetro más importante: se trata del CIR (velocidad media de transmisión o Committed Information Rate). Es la velocidad que la red se compromete a servir como mínimo. Se contrata un CIR para cada PVC o bien se negocia dinámicamente en el caso de SVC's.

El Committed Burst Size (B_c) es el volumen de tráfico alcanzable transmitiendo a la velocidad media (CIR).

Por último, la ráfaga máxima o Excess Burst Size (B_e) es el volumen de tráfico adicional sobre el volumen alcanzable.

Para el control de todos estos parámetros se fija un intervalo de referencia (t_c). Así, cuando el usuario transmite tramas, dentro del intervalo t_c , a la velocidad máxima (V_t), el volumen de tráfico se acumula y la red lo acepta siempre que esté por debajo de B_c . Pero si se continúa transmitiendo hasta superar B_c , las tramas empezarán a ser marcadas mediante el bit DE (serán consideradas como desechables).

- **Comportamiento de Frame Relay según el nivel de carga**

Por ello, si se continúa transmitiendo superando el nivel marcado por B_c+B_e , la red no admitirá ninguna trama más.

Por supuesto, la tarificación dentro de cada volumen (B_c/B_e) no es igual, puesto que en el caso de B_e , existe la posibilidad de que las tramas sean descartadas.

CAPÍTULO 6

**MEDIOS FÍSICOS DE COMUNICACIÓN PARA
REDES LAN Y WAN**

CAPÍTULO 6: MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Hoy en día, prácticamente cualquier producto relacionado a la computación se ha diversificado tan ampliamente que existe en el mercado una gran variedad de la cual elegir, sea cualquiera el producto: microprocesadores, software, dispositivos periféricos, etc. Dentro de todos estos, los productos relacionados a comunicaciones han proliferado de una manera asombrosa, particularmente para todo lo que se refiere a redes locales, redes MAN, WAN y redes remotas. Adicionalmente a esto, existen protocolos, estándares, interfaces, etc. disponibles para elaborar una red. Es una labor importante de todo administrador de sistemas o redes, conocer plenamente todos los detalles de cada uno de los medios de comunicaciones empleados en redes, ya que no es nada difícil perderse dentro de esta maraña de términos y productos relacionados.

Así que, durante este capítulo, revisaremos todos los medios físicos de transmisión de datos que existen en el mercado para todo tipo de redes, como también las aplicaciones prácticas, ventajas y otros aspectos inherentes a cada uno de los mismos.

6.1 Adaptabilidad de los medios de comunicaciones

Considerar a la computadora en la actualidad como una unidad independiente de su entorno inmediato y mediato, ha pasado a ser una idea de la década de los años 50, cuando el avance tecnológico no permitía la posibilidad ni mucho menos la facilidad de interconectar computadoras entre sí. Muchos factores se han presentado para que este hecho sea factible, particularmente el desarrollo de modelos y protocolos comunes a cualquier plataforma de computación, de tal forma que más allá del fabricante del equipo, este pueda comunicarse con otros a través de un conjunto de normas estandarizadas.

Adicionalmente, los investigadores de redes han permitido adecuar prácticamente cualquier medio de comunicaciones hacia la computación, desde los más cercanos como el telefónico, hasta los más avanzados como la fibra óptica. Sin embargo, intentar entender complejos sistemas de redes donde actúan diversos elementos, es una tarea imposible si no queda claro el funcionamiento en sus mismas bases constituidas en todos los casos por algún medio de comunicación.

6.2 Localización en el modelo OSI

El modelo OSI se ha constituido en la llave maestra que ha posibilitado la pronta expansión de las redes hacia todos los rincones del mundo. Este modelo de manera estratificada muestra las diversas funciones altamente modularizadas y estructuradas en capas, cada una de las cuales con un objetivo claramente específico. Dentro del modelo OSI podemos encontrar cómo el nivel más bajo es el constituido por los medios de transmisión de datos, también llamados canales de comunicación. Son estos los que fundamentalmente se hallan dentro de todo tipo de red, y por cierto, en todos los nodos o computadoras por las cuales una determinada comunicación es establecida.

La primera capa o la más baja dentro del modelo, tiene la función específica de interconectar físicamente a los equipos participantes en la red ya sea que se encuentren

uno al lado de otro o al otro lado del mundo, cabe entonces decir que por los medios de transmisión de datos se mueve absolutamente toda la información de las capas superiores del modelo OSI, trátase de una red LAN, MAN o WAN, conexiones remotas, aplicaciones en redes, etc. Adicionalmente en esta capa se contemplan las interfaces, forma de los conectores, voltajes, tarjetas de red, duración de los mismos, velocidad de transmisión, etc., en resumen, todo lo que tiene que ver con hardware y electrónica de comunicaciones.

Por cierto que la adecuada elección de un medio de comunicación permite no solamente mover los caudales de información actuales de una empresa, sino tener perspectivas para proyecciones futuras. Dentro de estos medios está el UTP, coaxial de banda base, de banda ancha, fibra óptica, radioenlace, etc. Estos medios de comunicaciones serán el motivo de nuestra revisión.

Junto con ellos revisaremos los tipos de redes que soportan, las velocidades que alcanzan y todas las características peculiares a su fabricación.

Los medios físicos se han diversificado de tal forma que existe una amplia variedad para poder diseñar e implementar todo tipo de redes al nivel de hardware, sean estas redes de alta velocidad, de baja, con UTP, coaxial, fibra, etc. Es conveniente conocer plenamente las características físicas de estos elementos con el objeto de poder elegir adecuadamente una determinada red, siempre con la firme seguridad de que no solamente podrá dar suficiente abasto para las demandas actuales de manipulación de información de la red, sino también para las futuras.

Debemos entender los medios de transmisión como el canal por el que irá la información que nosotros deseamos enviar de un sitio a otro, por tanto, la capa física encargada de hacer llegar la información a su destino mediante algún soporte físico.

Aunque en una transmisión, los medios por los que pueden "correr" los bits pueden ser varios, intentaremos ir uno a uno para entender su funcionamiento y sus características. Los medios de transmisión que se usan en la actualidad se pueden clasificar como: *Medios Guiados* y *Medios no Guiados*.

6.3 Medios Guiados

Se trata de aquellos medios en los cuales se produce un confinamiento de la señal. En estos casos la velocidad de transmisión depende de la longitud. Nos encontramos básicamente con tres tipos: Pares Trenzados, Cable Coaxial y Fibra Óptica.

6.3.1 Pares Trenzados

Se trata de dos hilos de cobre envueltos cada uno de ellos de un material aislante y trenzado el uno alrededor del otro. Generalmente se tienen varios pares trenzados que se encapsulan con una cubierta protectora en un mismo cable. El aislante tiene dos finalidades: protegen de la humedad al cable y aíslan al cable eléctricamente unos de los otros. Comúnmente se emplea PVC como material aislante.

Los hilos empleados son de cobre sólido de entre 0.2 y 0.4 mm de diámetro. El par trenzado que llevan protege de las interferencias y la diafonía. El paso de torsión de cada cable puede variar entre una torsión por cada 7 cm en los de peor calidad y dos vueltas por cm en los de mejor calidad.

Dentro de los pares trenzados podemos citar dos tipos: UTP y STP.

6.3.1.1 UTP: Unshielded Twisted Pair (Par Trenzado sin Blindaje)

El cable par trenzado, más conocido como UTP, es uno de los más comunes y difundidos debido a la alta expansión de las redes telefónicas en todo el mundo. Es por ahora y hasta que la fibra le vaya arrebatando su sitio, uno de los medios más empleados para la transmisión de señales inteligentes de rango vocal en redes de conmutación de circuitos o las llamadas redes telefónicas. Este tipo de redes propiciaron precisamente el ingreso de UTP a los mercados de redes de computadoras. Actualmente tiene una amplia difusión no solamente en telefonía, sino también dentro de las redes LAN de computadoras. Esta adaptabilidad responde a que el mismo es fabricado en diversas categorías, cada una de las cuales tiene un objetivo específico de aplicación.

Muy sensible a las interferencias, tanto exteriores como a las provenientes de pares adyacentes. Es muy flexible y se suele utilizar habitualmente en telefonía. Su impedancia característica típicamente es de 100 ohms. La norma EIA/TIA 568 los divide en varias categorías.

- **Categoría del cable UTP**

Existen hasta el día de hoy 5 categorías del cable UTP y una en proyecto, es decir la sexta. La primera categoría responde al cable UTP Categoría 1, especialmente diseñado para redes telefónicas, el clásico cable empleado en teléfonos y dentro de las compañías telefónicas; el cable UTP Categoría 2 es también empleado para transmisión de voz y datos hasta 4Mbps; el cable UTP Categoría 3 es empleado en redes de computadoras con velocidades de hasta 16Mbps; el cable UTP Categoría 4 tiene la capacidad de soportar comunicaciones en redes de computadoras a velocidades de 20Mbps. Finalmente cabe presentar al cable UTP categoría 5, un verdadero estándar actual dentro de las redes LAN particularmente, con la capacidad de sostener comunicaciones a 100Mbps. Lo interesante de este último modelo es la capacidad de compatibilidad que tiene contra los tipos anteriores. Sintéticamente los cables UTP se pueden catalogar en una de dos clases básicas: los destinados a comunicaciones de voz, y los dedicados a comunicaciones de datos en redes de computadoras.

- **El cable UTP para comunicaciones de rango vocal**

Por lo general, la estructura de todos los cables UTP no difieren significativamente, aunque es cierto que cada fabricante introduce algunas tecnologías adicionales mientras los estándares de fabricación se lo permitan. Así, la estructura de este cable es por lo general la que se muestra en la figura 6.1.

El cable está compuesto internamente por un conductor que es de alambre electrolítico recocido, de tipo circular, aislado por una capa de polietileno coloreado. Debajo del aislamiento coloreado existe otra capa de aislamiento también de polietileno, que contiene en su composición una sustancia antioxidante para evitar la corrosión del cable. El conductor solo tiene un diámetro de aproximadamente medio milímetro y más el aislamiento el diámetro puede superar el milímetro.

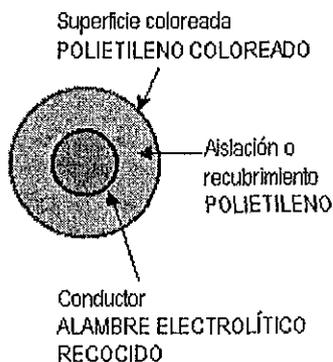


Figura 6.1: Estructura del cable de cobre.

Sin embargo es importante aclarar que habitualmente este tipo de cable no se maneja por unidades, sino por pares y grupos de pares, paquete conocido como cable multipar. Todos los cables del multipar están trenzados entre sí con el objeto de mejorar la resistencia de todo el grupo hacia diferentes tipos de interferencia electromagnética externa. Por esta razón surge la necesidad de poder definir colores para los mismos que permitan al final de cada grupo de cables conocer cuál cable va con cual otro. Los colores del aislamiento están normalizados a fin de su manipulación por grandes cantidades.

En telefonía, es común encontrar dentro de las conexiones grandes, cables telefónicos compuestos por cantidades de pares trenzados, aunque perfectamente identificables unos de otros a partir de la normalización de los mismos según se muestra en la figura siguiente:

Nº PAR	Color Conductor Nº 1	Color Conductor Nº 2
1	Blanco	Azul
2	Blanco	Anaranjado
3	Blanco	Verde
4	Blanco	Marrón
5	Blanco	Gris Oscuro
6	Rojo	Azul

Figura 6.2: Estandarización de colores.

Los cables una vez fabricados unitariamente y aislados, se trenzan de a pares de acuerdo al color de cada uno de ellos, aún así estos se vuelven a unir a otros formando estructuras mayores: los pares se agrupan en subgrupos, los subgrupos se agrupan en grupos, los grupos se agrupan en superunidades, y las superunidades se agrupan en el denominado cable.

De esta forma se van uniendo los cables hasta llegar a capacidades de 2200 pares; un cable normalmente está compuesto por 22 superunidades; cada subunidad está compuesta por 12 pares aproximadamente; este valor es el mismo para las unidades menores. Los cables telefónicos pueden ser armados de 6, 10, 18, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, 1800 ó 2200 pares.

- **Pares de reserva**

Para el reemplazo de eventuales pares defectuosos se colocan pares de reserva en cables que tengan 100 o más pares. Se ubican en la parte más externa del cable y su número no puede ser mayor al 1% de la cantidad total de pares del cable.

- **Blindaje exterior**

Todo el conjunto o cable se recubre con una cinta de material aislante, resistente a la humedad. Se aplica la cinta al cable de forma helicoidal o longitudinal. Adicionalmente, el cable es cubierto por polietileno laminado (compuesto por una parte de aluminio).

- **Presurización**

La presurización es un proceso por el cual se introduce al interior de los cables un gas seco, a efecto de eliminar la humedad del interior. Esto tan solo para los cables que poseen más de 50 pares.

- **Pruebas sobre cables**

Los cables antes de ser lanzados al mercado son probados de diversas formas: pruebas eléctricas; con el objeto de probar los cables, se emplea una corriente continua aplicada sobre un tramo del cable de longitud determinada, a una temperatura de 20 grados. El cable deberá presentar una resistencia que no sobrepase los 143 Ohms/Km. Un cable de mayor resistencia ocasionaría demasiada atenuación, por ende, disminuye el alcance de las señales enviadas por el mismo. Las pruebas físicas se efectúan para medir valores de Tracción, Alargamiento y Ruptura, empleando porciones del cable denominadas probetas. La probeta es sometida a una tracción, determinándose el punto para el cual comienza el alargamiento, valor que se denomina Tracción Mínima. La fuerza sigue siendo aplicada hasta que se produce la ruptura del cable, valor que determina el denominado Alargamiento de Ruptura Mínima. Se realiza otra prueba para determinar el nivel de Contracción Del Cable, para ello, se toma una muestra de 150mm de cable, se la somete a un calentamiento de entre 115 y 130 grados, por 4 horas, luego se retira la muestra y se mide el nivel de contracción a temperatura ambiente hasta el equilibrio.

- **UTP Categoría 5**

Hoy en día, debido a las exigencias de la interconexión de computadoras existen cables que se han ganado un lugar dentro de las preferencias de los integradores de sistemas de comunicaciones. Precisamente es el UTP Categoría 5 el que ocupa aproximadamente el 60% de todas las redes LAN del mundo, sustituyendo a su predecesor el cable coaxial y antecediendo a medio más rápido de transmisión de datos: la fibra óptica.

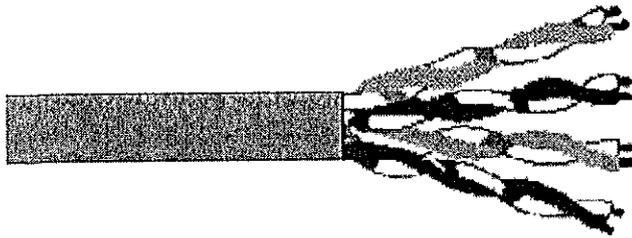


Figura 6.3: Identificación del cable UTP.

- **Estructura del Cable**

El cable UTP para redes actualmente empleado es el de 8 hilos categoría 5, es decir cuatro pares trenzados formando una sola unidad. Estos cuatro pares vienen recubiertos por una vaina plástica que mantiene el grupo unido, mejorando la resistencia ante interferencias externas. Es importante notar que cada uno de los cuatro pares tiene un color diferente, pero a su vez, cada par tiene un cable de un color específico y otro blanco con algunas franjas del color de su par, tal como se muestra en la figura 6.3.

Esta disposición de los cables permite una adecuada y fácil identificación de los mismos con el objeto de proceder a su instalación.

6.3.1.2 STP: Shielded Twisted Pair (Par Trenzado con Blindaje)

Cada par individual va envuelto por una malla metálica y a su vez el conjunto de cables se recubre por una malla, haciendo de jaula de Faraday, lo que provoca que halla mucho menos diafonía, interferencias y atenuación. Se trata de cables más rígidos y caros que el UTP. El STP que estandariza EIA/TIA 568 es un cable de impedancia característica de 50 ohms y que actúa a una frecuencia de 300 Mhz.

Los pares trenzados básicamente se utilizan en Redes de Área Local y en sistemas de telefonía analógica y digital.

6.3.2 Cable Coaxial

Uno de los medios más difundidos en el mundo, de hecho en su momento ha ocupado un porcentaje realmente alto de todas las redes de computadoras del mundo, es el cable coaxial

Se trata de un conductor interno cilíndrico y otro concéntrico externo que lo rodea totalmente. Esta disposición provee de un excelente blindaje entre los dos conductores del mismo. Lleva una cubierta protectora que lo aísla eléctricamente y de la humedad. Los dos conductores del coaxial se mantienen concéntricos mediante unos pequeños discos y su separación se realiza con un material *dieléctrico de polietileno compacto o espumoso*. La funcionalidad del conductor externo es hacer de pantalla para que el coaxial sea muy poco sensible a las interferencias y a la diafonía. El conductor interno está fabricado generalmente de alambre de cobre rojo recocido, mientras que el revestimiento en forma de malla está fabricado de un alambre muy delgado, trenzado de forma helicoidal sobre el dieléctrico o aislador. Finalmente, y de forma externa, existe una capa aislante compuesta por PVC o Policloruro de Vinilo.

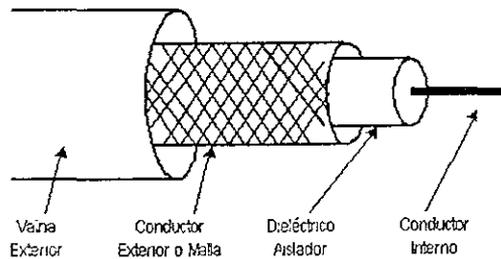


Figura 6.4: Estructura del cable coaxial.

El material dieléctrico define de forma importante la capacidad del cable coaxial en cuanto a velocidad de transmisión. Siempre haciendo referencia a la velocidad de la luz. La figura siguiente muestra la velocidad que las señales pueden alcanzar en su interior.

Lo interesante del cable coaxial es su amplia difusión en diferentes tipos de redes de transmisión de datos, no solamente en computación, sino también en telefonía y especialmente en televisión por cable.

Material Dieléctrico	% Velocidad	Velocidad Km/Seg.
Polietileno Sólido	65.9	197700
Polietileno Espumoso	80.0	240000
Polietileno	88.0	264000
Teflón Sólido	69.4	208200
Elastipas	66.0	198000
Teflón	85.0	255000

Figura 6.5: Velocidad de transmisión en función del material dieléctrico.

Existen básicamente dos tipos de cable coaxial. El primero de los mismos denominado de Banda Base, es el normalmente empleado en redes de computadoras, con una resistencia de 50 Ohm, por el que fluyen señales digitales, al contrario que su pariente más cercano, el cable coaxial de banda ancha. El cable de banda ancha normalmente mueve señales analógicas, posibilitando la transmisión de gran cantidad de información por varias frecuencias, y su uso más común es la televisión por cable. Por cierto que en muchos países del mundo, esta red tendida sobre las ciudades ha permitido a muchos usuarios de Internet tener un nuevo tipo de acceso a la red, para lo cual existe en el mercado una gran cantidad de dispositivos, incluyendo modems para CATV.

6.3.2.1 Cable Coaxial de Banda Base (baseband)

Este cable se usa para transmisiones digitales puesto que su resistencia de 50 ohms así lo permite. Está formado por cuatro partes: el núcleo, que es un alambre de cobre duro. Este alambre va recubierto por un material aislante que constituye la segunda parte del cable. A su vez el aislante está dentro de un conductor exterior que es de forma cilíndrica y normalmente tiene una forma de malla trenzada. La cuarta y última parte del conductor está formada por una cubierta de plástico que protege todo su interior de las condiciones adversas. El cable coaxial combina perfectamente un buen ancho de banda con un nivel de ruido mínimo.

Estas características determinaron que fuera uno de los cables más usados en redes de área local y en comunicaciones telefónicas de larga distancia.

Hay que pensar que la velocidad de transmisión es proporcional con la longitud del cable, velocidades de 10 Mbps es factible obtenerlas con un cable de un kilómetro de longitud, por lo que con tramos más cortos, la velocidad aumentará y viceversa.

Los conectores de estos cables son básicamente dos, el conector en T y el conector tipo vampiro.

Existe una discusión abierta entre estos dos tipos de conectores ya que el conector en T precisa cortar el cable para poder ser insertado y esto provoca en redes que diariamente se están instalando nuevos usuarios cortes en la misma para poder conectar a los nuevos. En cambio con el conector tipo vampiro, basta con perforar en el cable para que este quede insertado en el núcleo, pero una mala conexión o un pequeño desvío en esta operación, puede hacer que tengamos errores en toda la red.

La información que pasa a través del cable coaxial, normalmente viene expresada en codificación manchester, que lo que hace es asignar a un bit con valor 1, un voltaje alto durante el primer intervalo y bajo en el segundo y para el bit 0, lo contrario. De esta manera todos los bits tienen un cambio en su parte media asegurando así el sincronismo entre el receptor y el transmisor, aunque esto requiera el doble de ancho de banda.

6.3.2.2 Cable Coaxial de Banda Ancha (broadband)

Este cable, de 75 ohms de resistencia, normalmente empleado para la transmisión analógica de información (comúnmente señales de televisión por cable), también se

emplea para interconectar ordenadores, aunque esto requiera el uso de dispositivos para convertir la señal analógica a digital o viceversa. En función de estos dispositivos, con un cable típico de 300 Mhz podemos tener velocidades de 150 Mbps.

En este tipo de cable, se asignan canales para la transmisión de información con un ancho de banda determinado, así podemos usar la capacidad del cable para varias transmisiones.

6.3.3 Fibra Óptica

Sin duda, todos los tipos de redes que emplean algún tipo de cableado, apuntan hacia la fibra óptica, en cualquiera de sus aplicaciones prácticas, llámese FDDI, ATM, o inclusive en redes LAN con el estándar 100BaseF, que emplea un par de fibras ópticas para mover información a lo largo de toda la red. En la actualidad ya existe gran cantidad de redes en todo el mundo que emplean la fibra óptica como un elemento importante dentro de la red, particularmente cubriendo el papel del backbone o medio de transmisión vertebral, uniendo dos edificios, oficinas de un campus, poblaciones cercanas, etc.

Este es el medio de transmisión de datos inmune a las interferencias por excelencia, con seguridad debido a que por su interior dejan de moverse impulsos eléctricos, propensos a los ruidos del entorno que alteren la información. Al conducir luz por su interior, la fibra óptica no es propensa a ningún tipo de interferencia electromagnética o electrostática.

La fibra óptica es una fibra flexible, extremadamente fina, capaz de conducir energía óptica (luz). La modulación de esta luz permite transmitir información tal como lo hacen los *medios eléctricos*. Para su construcción se pueden usar diversos tipos de cristal o plástico. Las de mayor calidad son las de silicio, con una disposición de capas concéntricas donde se pueden distinguir tres partes básicas: el núcleo, la cubierta y el revestimiento. El diámetro de la cubierta suele ser de centenas de micrómetros (valor típico: 125 micrómetros), el núcleo suele medir entre 2 y 10 micrómetros, mientras que el revestimiento es algo mayor: decenas de milímetros. La relación de diámetros que se guarda entre el núcleo y el revestimiento es de uno de revestimiento por cada tres de núcleo. Para darle mayor protección a la fibra se emplean fibras de kevlar.

- **Principios de la propagación de la luz**

La fibra óptica está compuesta por dos capas de vidrio, cada una con distinto índice de refracción. El índice de refracción del núcleo es mayor que el del revestimiento, razón por la cual, y debido a la diferencia de índices la luz introducida al interior de la fibra se mantiene y propaga a través del núcleo. Se produce por ende el efecto denominado de Refracción Total, tal como se ilustra en la figura siguiente.

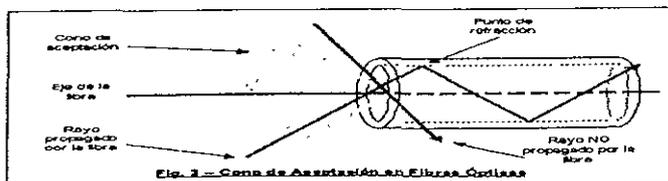


Fig. 3 - Cono de Aceptación en Fibras Ópticas

Figura 6.6: Cono de aceptación en fibras ópticas.

- **Cono de aceptación**

Los rayos de luz pueden entrar a la fibra óptica si el rayo se halla contenido dentro de un cierto ángulo denominado **CONO DE ACEPTACIÓN**. Un rayo de luz puede perfectamente no ser transportado por la fibra óptica si no cumple con el requisito del cono de aceptación. El cono de aceptación está directamente asociado a los materiales con los cuales la fibra óptica ha sido construida. La figura anterior ilustra todo lo dicho.

Respecto a atenuaciones producidas dentro de otros medios de transmisión, la fibra óptica presenta niveles de atenuación realmente bajos que permiten transmitir luz por varios kilómetros sin necesidad de reconstruir la señal.

6.3.3.1 Longitud de onda

Todo rayo de luz se halla dentro de un espectro posible. El espectro incluye en la parte más izquierda, los rayos de luz de menor longitud de onda, pero que poseen más energía, denominados ultravioletas. En el otro extremo, se halla las luces de mayores longitudes de onda, pero que poseen menor energía, a las que se denomina infrarrojas. Un intervalo relativamente pequeño de todo este espectro, que se halla entre los colores violeta y rojo, es el que el ojo humano puede apreciar. Son precisamente las luces que se hallan dentro del espectro correspondiente a los infrarrojos los que se emplean para transmitir información por el interior de las fibras ópticas.

La transmisión por fibra óptica se basa en la diferencia de índice de refracción entre el núcleo y la cubierta. Se emplea en el rango de 10^{14} a 10^{15} (luz visible y parte de infrarrojo). Presenta una serie de ventajas muy importantes:

- Puede transmitir varios Gbps a decenas de Km sin necesidad de repetidor.
- Tiene un menor tamaño y peso.
- Es muy inmune a las interferencias electromagnéticas.
- Tiene una menor atenuación que otros medios de transmisión.

6.3.3.2 Tipos de fibra óptica

Las fibras ópticas se clasifican de acuerdo al modo de propagación que dentro de ellas describen los rayos de luz emitidos. Existen tres tipos fundamentales de cables de fibra óptica en uso. Estos son llamados como monomodo, Multimodo de Índice Gradual y Multimodo de Salto de Índice o Índice Escalonado. De manera general, estos están agrupados por sus características generales y simplemente son llamados como Fibra Multimodo (MMF) y Fibra Monomodo (SMF).

Fibra Multimodo

Un concepto erróneo con respecto a la propagación de la luz es que un rayo dispersado de luz se divide en un número infinito de ángulos y se propaga a través de un número infinito de caminos como si viajaran de un punto a otro. Se podría concluir erróneamente que cuando un LED produce un pulso de luz, esta entra por el cable de fibra óptica en un número infinito de ángulos y se propaga por el cable utilizando un número infinito de caminos. Esto no es verdad. Cuando una fuente de luz es dispersada, hay un número finito de rayos de luz producidos. La luz viaja a través de un número finito de caminos. Estos caminos son llamados modos.

Cuando se construye un cable de fibra óptica con un núcleo de diámetro lo suficientemente grande de tal manera que la luz que entre por un extremo sea capaz de encontrar múltiples caminos a través del cable, se dice que el cable es MULTIMODO. Hay múltiples caminos o modos por los cuales un rayo de luz puede ser propagado. Para una fibra con un diámetro de núcleo de 62.5 micrones, un rayo de luz con una longitud de onda de 1300 nanómetros encontrará aproximadamente 228 modos para su propagación.

Este núcleo será cubierto con otras capas de cristal, llamada revestimiento. El revestimiento tiene un índice refractivo menor que el del núcleo. Consecuentemente, la luz proveniente del núcleo choca con el revestimiento y se reflejará en el núcleo. Este efecto de reflexión de una superficie con un índice refractivo diferente puede ser visto cuando se observa una reflexión en un cuerpo liso de agua. El mismo principio es usado para hacer desviar la luz y hacerla rebotar dentro del cable.

El problema con el cable multimodo es que algunos de los modos son de mayor longitud que otros. Esto significa que un pulso de luz será esparcido debido a la dispersión modal. Esto causa un efecto conocido como "interferencia intersímbolos", la cual restringe la distancia a la que un pulso puede ser enviado satisfactoriamente sobre una fibra multimodo. Tomando en cuenta que conforme la longitud del cable de fibra óptica crece, el grado de dispersión de la señal se incrementa. La luz sobre la trayectoria más larga se atenúa más que la que viaja sobre el camino más corto de cable.

Una manera de reducir la dispersión modal en las fibras multimodo es cambiando las características ópticas de la fibra para compensar el problema. Modificando el índice refractivo del cristal a través de técnicas de manufactura muy precisas, la luz puede hacerse viajar más lentamente que la luz que está chocando y rebotando alrededor de los modos cerca de la superficie del núcleo. Las trayectorias más cortas son recorridas más lentamente, esperando el paso de las señales que viajan por el camino más largo. La luz que viaja más lejos, viaja más rápido y la luz que viaja menos, viaja más lentamente. El efecto neto es que los pulsos de luz permanecen juntos y no se dispersan a la superficie del camino como lo harían sin un índice gradual de la fibra. Una fibra con índice gradual típicamente transmite un aproximado de 800 modos. El núcleo de la fibra tiene un índice refractivo variable. El núcleo está revestido de un cristal con un índice refractivo más bajo.

- **Fibra Óptica Multimodo con Índice Gradual**

Este tipo de fibra son más costosas, y tienen una capacidad realmente amplia. La tecnología de fabricación de las mismas es realmente importante. Sus costos son elevados ya que el índice de refracción del núcleo varía de más alto, hacia más bajo en el recubrimiento. Este hecho produce un efecto espiral en todo rayo introducido en la fibra óptica, ya que todo rayo describe una forma helicoidal a medida que va avanzando por la fibra

- **Fibra Óptica Multimodo de Salto de Índice o Índice Escalonado**

Este tipo de fibra, se denomina de índice escalonado. La producción de las mismas resulta adecuado en cuanto a tecnología y precio se refiere. No tiene una capacidad tan grande, pero la calidad final es alta. El índice de refracción del núcleo es uniforme para todo el mismo, en realidad describe la forma general de la fibra óptica.

- **Fibra Monomodo**

En este diseño, el núcleo de la fibra es muy estrecho comparado a la longitud de onda de la luz que se transmite. En vez de los 62.5 micrones usados en una fibra multimodo, el cable monomodo puede usar solamente 8 micrones de diámetro.

En el mundo real hay algunas características adicionales a ser consideradas por quien diseña el cable. Un tanto como del 20% de la luz en un cable monomodo actualmente viaja bajo el revestimiento. El diámetro efectivo del cable es una combinación del núcleo del monomodo y el grado al cual el revestimiento transporta luz. Este es referido como "mode field diameter" y este puede ser mayor que el diámetro físico del núcleo. El diámetro del campo modo es determinado por los índices refractivos del núcleo y del revestimiento.

El diámetro del núcleo es un compromiso. Si el núcleo es muy estrecho, entonces el grado de pérdida de señal que ocurre cuando el cable se dobla se eleva demasiado. Si el núcleo se hace más pequeño que la longitud de onda de la luz a transmitir, entonces la razón de diámetro a longitud de onda se hace más pequeña. En razones muy pequeñas, un doblez muy marcado en el cable causará una luz muy tenue.

La Fibra Monomodo permite comunicaciones a distancias entre 40Km y 200Km comparada con las distancias que alcanza la Fibra Multimodo que son de 2Km. Las capacidades superiores de la Fibra Monomodo resultan de las muy precisas técnicas de fabricación. Debido a que las compañías telefónicas usan Fibra Monomodo en grandes cantidades, el costo por pie de este tipo de cables está actualmente por debajo de los costos que alcanza la Fibra Multimodo.

El rayo de luz usado con Fibra Monomodo debe ser de una fuente de luz láser de alta calidad. La Fibra multimodo, a pesar de su corta distancia de alcance, es mucho más manejable para transportar luz menos enfocada proveniente de fuentes emisoras de luz (LEDs). En realidad, el LED no tiene la potencia que el láser tiene, y la Fibra Multimodo

es potencialmente más cara que la Fibra Monomodo usada con láser, aunque el LED puede clasificarse como mucho más barato que un transmisor láser.

6.3.3.3 Aplicaciones de Fibra Óptica

Dentro de las múltiples aplicaciones que tiene la fibra óptica, podemos resaltar las siguientes:

- Transmisión a larga distancia. En telefonía, una fibra puede contener 60,000 canales.
- Transmisión metropolitana para enlaces cortos de entornos de 10 Km sin necesidad de repetidores y con capacidad de unas 100,000 conversaciones por cada fibra.
- Acceso a áreas rurales, se usan para una longitud de 50 a 150 Km con un transporte del orden de 5,000 conversaciones por fibra.
- Bucles de abonados.
- Redes de área local de alta velocidad

6.4 Medios no Guiados

Se trata de aquellos medios que permiten transmitir ondas electromagnéticas sin necesidad de encausar por un medio físico. La transmisión es por lo tanto inalámbrica gracias a la ayuda de antenas. El transmisor radia la energía al medio que le rodea y el receptor recoge la energía de la señal. Existen dos tipos de transmisión inalámbrica:

- **Omnidireccionales:** la antena transmisora emite en todas direcciones espaciales y la receptora recibe igualmente en toda dirección.
- **Direccionales:** la energía emitida se concentra en un haz, para lo cual se requiere que la antena receptora y transmisora estén alineadas. Cuanto mayor sea la frecuencia de transmisión, es más factible confinar la energía en una dirección.

Básicamente se emplean tres tipos de ondas en el espectro electromagnético para comunicaciones:

- Microondas: 2 Ghz. - 40 Ghz. Muy direccionales. Pueden ser terrestres o por satélites.
- Ondas radio: 30 Mhz. - 1 Ghz. Omnidireccionales.
- Infrarrojos: $3 \cdot 10^{11}$ - $2 \cdot 10^{14}$ Hz.

- **Radioenlaces**

Un medio de transmisión al que estamos habituados es el radioenlace, por cierto que es uno de los medios más empleados en las formas de interconexión de redes más modernas, las redes inalámbricas que emplean parte del espectro para mover información entre los equipos.

Por definición, la radiocomunicación es la técnica que permite el intercambio de información entre dos puntos geográficos distantes mediante la transmisión y recepción de ondas electromagnéticas. Estas tienen una velocidad de propagación muy cercana a la velocidad de la luz, es decir 300000Km/seg, lo que representa una velocidad por demás aceptable. En todo sistema de transmisión por radio, debe existir un transmisor y una antena asociada al mismo. El transmisor emite entre su potencia de salida a la antena, la que genera una señal hacia el exterior. El proceso contrario se da cuando una antena receptora captura las señales y las deriva a un equipo capaz de extraer la información contenida en la misma. Entre ambas antenas se propagan las señales electromagnéticas.

6.4.1 Naturaleza de las ondas de radio.

El proceso de transmisión es el siguiente: Se aplica una potencia de radiofrecuencia a una antena (una potencia eléctrica modulada). Los electrones contenidos en el metal de la antena, comienzan a oscilar instantáneamente. El movimiento de estos electrones genera una corriente eléctrica que se manifiesta de dos formas sobre la antena. Mediante un campo magnético concéntrico al conductor de la antena, con líneas de fuerza concéntricas al conductor, y un campo electrostático cuyas líneas de fuerza son perpendiculares a las líneas de fuerza del campo anterior, es decir centrífugas. La fuerza o potencia eléctrica que se aplica a la antena tiene una forma senoidal, forma que fielmente reproducen tanto las ondas magnéticas como las electrostáticas. La longitud de onda está directamente relacionada al tamaño de la antena, aspecto que debe ser considerado al momento de instalar la misma.

6.4.2 Propagación de las ondas de radio.

Las ondas de radio tienen tres formas de propagarse. La primera es la denominada propagación por onda terrestre, la segunda es la propagación por línea recta o alcance visual, y la tercera es la propagación por onda espacial

6.4.2.1 Propagación por onda terrestre

En este tipo de propagación, las ondas mantienen un contacto constante con la superficie de la tierra, desde la antena transmisora a la receptora. Este fenómeno suscita la aparición de corrientes eléctricas al nivel de la tierra que llegan a interferir la onda original, introduciéndose a la misma en la forma de ruido. Adicionalmente, la onda se va debilitando hasta prácticamente desaparecer del alcance de cualquier radioreceptor.

6.4.2.2 Propagación en línea recta o alcance visual

Este tipo de propagación se caracteriza porque la onda emitida desde la antena transmisora, viaja en forma directa hacia la antena receptora, sin tocar la superficie del terreno. Este tipo de transmisión es empleado particularmente para las frecuencias más altas como VHF y UHF. Típicamente los servicios de TV y FM emplean este tipo de transmisión. Bajo esta modalidad de propagación, la altura de las antenas es fundamental para lograr una comunicación eficaz entre ambas antenas.

6.4.2.3 Propagación por onda espacial

La mayoría de las ondas que están dentro de la frecuencia de 3 a 30Mhz se realizan mediante onda espacial, excepto las de radioaficionados. Este tipo de onda es lanzada por la antena transmisora hacia la ionosfera, y rebota retornando a la tierra. Lamentablemente este tipo de comunicaciones es delicada ya que dependen del estado climatológico, como del estado mismo de esta, susceptible a la radiación ultravioleta del sol, impurezas, etc. La ionosfera está formada por ondas electromagnéticas provenientes del mismo sol, y está formada por: la región D (59 Km), la capa E (100Km. desde la tierra), la capa F1 (200Km. desde la tierra), y la capa F2 (340Km. desde la tierra). Como con todo fenómeno de refracción es conveniente tener la precaución de lograr el ángulo de incidencia adecuado a fin de que las ondas "reboten" hacia otra posición de la superficie de la tierra.

6.4.3 Comunicación Satelital

El satélite es uno de los tipos de canales de transmisión de datos más sofisticados, como también es de los más caros. Afortunadamente su socialización ha logrado abaratar sus costos de accesibilidad. El elemento central de este tipo de comunicaciones de datos, es el satélite, complejos artefactos en órbitas geosincroestacionarias, cuyo lanzamiento es científicamente calculado a fin de que siempre se halle cubriendo una misma porción de suelo terráqueo. La altitud promedio de un satélite es de 35000Km desde la superficie terrestre, con órbitas regulares de 24 horas en la mayoría de los casos, al igual que nuestro planeta.

6.4.3.1 Satélites

Los satélites varían abundantemente en características como en funciones. Su peso varía entre los 50 kilos y los 2000 kilos. Tienen capacidades para manipular de forma simultánea, de 250 a 40000 comunicaciones. Su tiempo de vida útil varía de 1.5 años a 10 años. Uno de los aspectos más interesantes de los satélites es la increíble cantidad de estos que giran alrededor de la tierra.

6.4.3.2 Estructura de los satélites

Un satélite está compuesto fundamentalmente por un cuerpo o cilindro, donde se albergan todos sus equipos de control no solo de comunicaciones, sino también de control de navegación. A forma de brazos, se hallan a los lados del cilindro, los paneles

solares, siempre dirigidos hacia la luz del sol, fuente de energía para el satélite y todas las funciones que debe cumplir. Tiene la asombrosa capacidad de general 2000Watts o más de potencia, según las dimensiones y consumo eléctrico del satélite.

Apuntando siempre hacia la tierra pueden hallarse una o más antenas de transmisión - recepción de señales. Ya que la posición del satélite en el espacio puede dejar de ser la correcta, el mismo cuenta con motores cohetes propulsores que le permiten recobrar linealidad y posición correcta con respecto a la tierra.

6.4.4 Estaciones terrestres

Son la parte del sistema que se halla en tierra, y realmente existe una amplia gama de las mismas. Por lo general se clasifican de acuerdo al tamaño de su antena, en tres tipos: A de 30m de diámetro de reflector parabólico, B de 20m de diámetro de reflector parabólico y C de 11m de diámetro de reflector parabólico. Es evidente que mientras mayor sea el diámetro de la antena, tanto mejor es la capacidad de transmisión y recepción de la estación terrena. La mayor parte de las comunicaciones a través de las estaciones terrenas tienen que ver con transmisiones de voz y video, aunque últimamente las comunicaciones de datos computacionales están tomando la vanguardia en todas partes del mundo.

CAPÍTULO 7

**MODOS DE TRANSMISIÓN ACTUALES PARA
REDES LAN Y WAN**

CAPÍTULO 7: MODOS DE TRANSMISIÓN ACTUALES EN REDES LAN Y WAN

7.1 Tecnología ATM

En los años recientes, la diversidad de las redes de comunicaciones se ha incrementado rápidamente. Cada nueva tecnología ha necesitado la creación de una nueva red para permitir su servicio, muchos de los usuarios de esos nuevos servicios provienen de redes de áreas locales (LAN). La proliferación de nuevos servicios sumados a la alta velocidad de bit y la rápida respuesta en el tiempo necesarias en esas redes locales han desarrollado una demanda cada vez mayor por ancho de banda e interconexión de redes públicas

ATM es entonces la tecnología que los usuarios han venido demandando. ATM (Asynchronous Transfer Mode, o Modo de Transferencia Asíncrona) es un estándar para transporte de paquetes, diseñado con la idea de soportar tráfico de naturaleza diversa, tal como el de redes RDSI-BA (Red Digital de Servicios Integrados para Banda Ancha) que incluyen voz, datos, video, etc.

Antes de entrar de lleno a estudiar el ATM, es preciso conocer algo sobre STM. ATM es el complemento de STM cuyo significado es Modo de Transmisión Síncrona. El STM es usado en las redes de telecomunicaciones para transmitir paquetes de datos y voz a lo largo de grandes distancias. La red está basada en la tecnología de conmutadores donde una conexión es establecida entre dos puntos antes de que la transmisión de datos comience. De esta forma, los puntos finales localizan y reservan un ancho de banda para toda la conexión. El ancho de banda de la red STM es dividido para las distintas conexiones y estas a su vez se dividen en unidades mínimas de transmisión llamadas celdas. El Modo de Transferencia Síncrono (STM), utiliza el mismo tipo de transmisión por paquetes encontrado en servicios como X.25 y Frame Relay, ello incorpora los beneficios inherentes de este tipo de transmisión, conocido como multiplexación estadística, la cual usa circuitos virtuales. ATM se diferencia de las dos tecnologías anteriores en que el largo de los paquetes es pequeño y además fijo, estos paquetes son conocidos como celdas, mientras las demás tecnologías usan largos de paquetes o tramas (frames) variables. Las celdas de ATM fueron estandarizadas en 53 bytes, 5 bytes de información de encabezado y los 48 restantes de payload o información de cliente.

El estándar fue propuesto por Bellcore (la parte de ATT que se dedica a la investigación) en USA y en Europa por varias compañías de telecomunicaciones lo que dará dos posibles estándares para ATM. La principal idea fue decir que en vez de identificar una conexión por un número de cubos, identificar la conexión en cada cubo reduciendo la longitud de estos. Al reducir su longitud, si un cubo es perdido en un momento de congestión, los datos perdidos no son muchos y en algunos casos podrán ser fácilmente recuperados. Esto se parecía mucho a la conmutación de paquetes y se llamó conmutación de paquetes de longitud fija a alta velocidad. Después fue diseñado por un comité abierto llamado ATM Forum, integrado por representantes de la industria de telecomunicaciones y de computación.

Desde el punto de vista de los modelos estudiados, el tipo de servicio ofrecido por ATM se ubica entre red y transporte.

7.1.1 Características básicas de ATM

- Una red ATM provee un servicio orientado a conexión (WAN).
- Los paquetes son de tamaño fijo (53 bytes) y se denominan celdas. La tasa de transmisión básica de las celdas es de 155 Mbps.
- Una red ATM se especifica usando un modelo en capas, pero con tres planos diferentes, a diferencia de los modelos OSI y TCP/IP, que son un solo plano. La razón es que las redes ATM deben servir también para el manejo de la compleja red de telecomunicaciones.
- La capa física está compuesta por dos sub-capas, y se encarga del acople al medio físico (incluyendo tasa de transmisión, sincronización y codificación en niveles de voltaje o de potencia de luz) y del chequeo de errores en la celda. Además, se encarga del reconocimiento de la celda en el tren de bits que recibe. Para ello puede usar capacidades ofrecidas por la red física (como los apuntadores, en el caso de SONET), o basarse en la baja probabilidad de error en fibra óptica para deducir la ubicación del campo de CRC.
- La capa ATM se encarga del multiplexaje/demultiplexaje de celdas sobre la línea de salida, el manejo de circuitos virtuales y generación/extracción del encabezado de la celda.
- La capa AAL (adaptación a ATM) está dividida en dos subcapas. Provee los servicios de segmentación y ensamblaje de paquetes en celdas, y de proveer una interfaz homogénea a las aplicaciones.

7.1.2 Formato de celdas ATM y circuitos virtuales

La primera decisión que se debía tomar para el desarrollo de ATM era si las celdas (paquetes en terminología ATM) debían ser de tamaño fijo o variable. La decisión final fue celdas de tamaño fijo puesto que esto permite mayor velocidad de conmutación y hace más predecible la variación del retardo lo cual es muy importante para servicios que requieren transmisión constante de bits (CBR) como por ejemplo el video. Una de las desventajas del tamaño fijo de las celdas es el incremento del overhead necesario para adaptar paquetes de tamaño variable en celdas de tamaño fijo, sin embargo esta desventaja se vería absorbida por la alta capacidad de la red.

La segunda decisión que se debía tomar era la longitud de las celdas ATM. Esta decisión era muy importante puesto que el llegar a un acuerdo en el tamaño de las celdas tenía que permitir el desarrollo de servicios de banda ancha de ámbito mundial. La razón principal por la que había diferentes puntos de vista respecto al tamaño de las celdas era que existían diferentes filosofías entre varios países en la aplicación inicial del ATM.

En USA se pensaba que las aplicaciones para ATM debían soportar celdas relativamente grandes de 64 bytes para datos y una cabecera de 6 bytes. Sin embargo algunos países en Europa eran partidarios de cabeceras entre 2 y 4 bytes y 16 ó 32 bytes para datos, dado que estos tamaños son más apropiados para tráfico de voz.

Finalmente se llegó a un acuerdo de compromiso en junio de 1989, consistente en definir el tamaño de la celda en 53 bytes, de los cuales 5 (la media entre 6 y 4) son para la cabecera y 48 (la media entre 64 y 32) para los datos.

Las celdas ATM están constituidas por dos partes, una cabecera de 5 bytes y un payload (área de datos) de 48 bytes. La cabecera contiene información sobre el canal virtual, el camino virtual, el tipo de payload y la prioridad de pérdida de la celda, mientras que en el payload se encuentran los datos de usuario.

7.1.2.1 Campos en celdas ATM

Dependiendo de la interfaz, la cabecera de la celda consta de 5 ó 6 campos manteniendo siempre el tamaño de 5 bytes.

La diferencia entre las dos versiones consiste en la utilización del campo de control de flujo genérico (GFC) existente en la versión UNI (UNI: User - Network Interface) y no en la versión NNI (NNI: Network - Network Interface). Este campo es utilizado por los protocolos de control de flujo en redes cuyo medio es compartido, tal como se usa el protocolo MAC en redes de tipo Ethernet o Token Ring. Además de este campo, en ambas versiones se utilizan los campos siguientes:

- Identificador de camino virtual (VPI): es un campo de 8 ó 12 bits dependiendo del tipo de interfaz, que se utiliza para funciones de routing. Un camino virtual puede consistir de múltiples canales virtuales. Este campo se utiliza para conmutar paquetes de canales virtuales desde una entrada a una salida.
- Identificador de canal virtual (VCI): es un campo de 16 bits también relacionado con funciones de routing. Este campo identifica un único canal virtual, al contrario que un camino virtual identifica un conjunto de canales virtuales.
- Tipo de payload (PT): es un campo de 3 bits y su uso es muy variado. De las 8 combinaciones posibles, se utilizan las 7 primeras. El código 8 se reserva para usos futuros.
- Prioridad de pérdida de celdas (CLP): es un campo de 1 bit que se utiliza para funciones de gestión y control de la congestión. Si el bit está seleccionado (normalmente a 1) indica que la celda puede ser descartada en caso de congestión o de violación de las características de la conexión.
- Control de error de la cabecera (HEC): es un campo de 8 bits usado para el control de la cabecera. Otro uso de este campo es para determinar el inicio de la celda (proceso de alineación). El proceso de alineación se realiza haciendo un check en la

llegada de cada bit hasta que se encuentra un check válido. A continuación se realiza un check de las cinco celdas siguientes. Cuando se consiguen las cinco celdas correctas, se asume que se ha encontrado la sincronización de las celdas.

La celda posee dos formatos diferentes, según se trate de una celda transmitida entre un nodo y un enrutador (UNI: User - Network Interface) o entre dos enrutadores (NNI: Network - Network Interface). Posee dos campos para la identificación de la conexión: VPI y VCI, por Virtual Circuit Identifier. En conjunto son utilizados para el enrutamiento.

La idea, aunque no es obligatorio, es usarlo como identificadores jerárquicos, con el VPI identificando una ruta compartida por VCI's. De esta manera, los enrutadores en la red solo usan el VPI para conmutación, mientras que en el enrutador fuente/destino se usa el VCI.

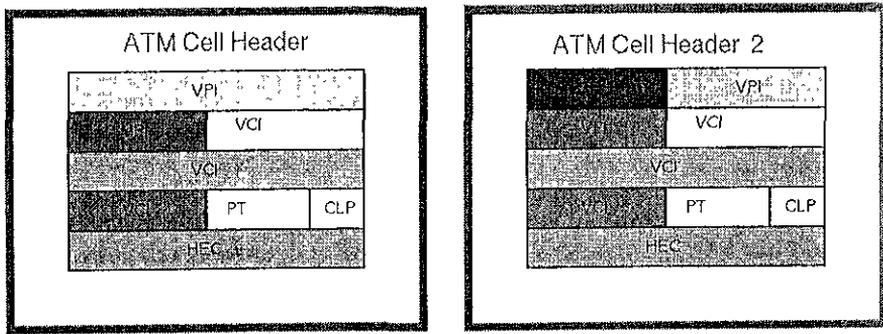


Figura 7.1 Formatos de celda ATM

Existen dos tipos de circuitos: los permanentes (Permanents VC) y los conmutados (Switched VC). Los primeros son equivalentes a líneas muertas o reservadas entre dos puntos de la red, mientras que los segundos son establecidos dinámicamente como una llamada telefónica.

7.1.3 Establecimiento de conexión

El establecimiento de la conexión (para SVC) es parte de la capa de control, y está especificada por el estándar separado Q.2931.

Existen dos formas esencialmente de establecer una conexión:

1. Si existe un PVP (Permanent VP), los VC pueden ser establecidos dinámicamente sin intervención de los enrutadores intermedios.
2. Si no hay un PVP, se envían celdas con la solicitud por el VP=0, y VC=5 (equivalente de well-known addresses).

Si fue exitoso, se establece un nuevo VC para manejar esa solicitud de conexión (el objetivo es mantener el ancho de banda usado por VP0, VC5 bajo).

7.1.4 Estructura de niveles

Como en el modelo de referencia OSI, el proceso de envío de información de una aplicación a otra comprende el paso a través de varios niveles. Las funciones específicas de ATM, se enmarcan en los tres primeros niveles de la torre OSI. Estos niveles se identifican como:

- Nivel físico
- Nivel de convergencia
- Nivel ATM
- Nivel de adaptación a ATM (AAL)

7.1.4.1 Nivel físico

La tarea del nivel físico es transportar las celdas ATM de un sistema al siguiente. El estándar del nivel físico define el esquema básico para la transmisión digital de ATM incluyendo señalización, codificación, formatos y capacidades de operación y mantenimiento.

En estos momentos existe un amplio rango de opciones para el nivel físico. Se han acordado estándares para el transporte de ATM sobre SDH y sobre SONET (red óptica síncrona)

Para SDH, las velocidades de transporte de ATM son:

- STM-1 a 155 Mbps
- STM-4 a 622 Mbps
- STM-16 a 2.4 Gbps

Para SONET, las velocidades de transporte de ATM son:

- STS-1 a 53 Mbps
- STS-3C a 155 Mbps
- STS-12C a 622 Mbps

7.1.4.2 Nivel de convergencia

El nivel de convergencia mapea las celdas en el medio de transmisión que se está utilizando. Es el nivel responsable de identificar el principio de las celdas y de algunas funciones simples de gestión correspondientes al mapeo de las celdas. Este nivel también se encarga de acoplar la velocidad de transmisión de las celdas a la velocidad del medio, añadiendo, si fuera necesario, celdas vacías.

7.1.4.3 Nivel ATM

Es el nivel que unifica todos los medios de transmisión. Este nivel se mantiene a través de todos los accesos y medios de transmisión, por este motivo, también se le llama tecnología de cell-relay.

El estándar del nivel ATM (CCITT Rec. Y.361) define las capacidades requeridas para la transmisión de información en este nivel en el modelo para RDSI-BA. El estándar define los mecanismos para identificar las características del flujo de información del usuario:

- El camino asignado al usuario a través de la red, camino virtual de conexión (VPC).
- El canal virtual de conexión (VCC) dentro del VPC.
- El mecanismo que asegura que el usuario no utilizará más del ancho de banda asignado.

Adicionalmente se proporcionan capacidades para interpretar las celdas según su tipo (PT), así como los tipos de información de usuario o los mensajes de operación o gestión.

El nivel ATM se refiere únicamente a cómo se ha de interpretar la cabecera de las celdas, con la única excepción de las celdas OAM usadas para la transmisión de información de gestión.

- **Control de tráfico**

Una de las funciones importantes del nivel ATM es el control de tráfico. En ATM es posible que el usuario pueda enviar más datos de los permitidos en las características iniciales del ancho de banda contratado. Esto puede llevar, en algunos casos, a descartar celdas de otro usuario.

Durante el establecimiento de la conexión, se realiza un acuerdo entre el usuario y la red sobre los parámetros de calidad del servicio. Uno de estos parámetros es el ancho de banda requerido por el usuario para la conexión que se está estableciendo.

Los dispositivos de la red disponen de una función que está permanentemente monitoreando el tráfico generado por cada una de las conexiones. Si una de ellas viola

las características del acuerdo inicial entre el usuario y la red, la función de control de tráfico puede llegar a descartar celdas de dicha conexión.

En el nivel ATM no se realiza ningún tipo de retransmisión de celdas, en todo caso, se avisa a los niveles superiores que se han descartado celdas por aplicación de la función de control de tráfico.

7.1.4.4 Nivel de adaptación de ATM (AAL)

El objetivo de este nivel es enmascarar las características del nivel de transporte de ATM a las aplicaciones de usuario, permitiendo de esta forma ofrecer el mejor servicio posible a los niveles superiores (aplicaciones).

Los diferentes niveles de adaptación, se derivan de la existencia de aplicaciones con diferentes requerimientos de red. Estas aplicaciones se pueden agrupar en clases, en función de los criterios siguientes:

- Si existe una relación temporal entre origen y destino.
- Si el tráfico es constante o variable.
- Si el servicio está orientado a la conexión o no.

Esta clasificación, permite tener cuatro tipos de servicios:

Tipo A: CBR (tráfico constante de bits), orientado a la conexión y con relación temporal.

Tipo B: VBR (tráfico variable de bits), orientado a la conexión y con relación temporal.

Tipo C: VBR, orientado a la conexión y sin relación temporal

Tipo D: VBR, no orientado a la conexión y sin relación temporal.

Cada tipo de servicio dio origen a un tipo de AAL propio (desde el 1 al 4), con la particularidad que los trabajos de estandarización acabaron fusionando los tipos 3 y 4 dando como resultado el tipo 3/4 y una versión simplificada del mismo, el tipo 5.

Cada uno de los tipos de servicios existentes, se utilizan para los siguientes tipos de aplicaciones de usuario:

AAL 0: es el tipo más sencillo. Se utiliza para el reenvío de celdas, de hecho es un AAL vacío

AAL 1: se utiliza para transportar tráfico en el que es muy importante la relación temporal entre origen y destino. Ejemplos de aplicaciones de este tipo son el transporte de voz codificada en PCM (servicios telefónicos), transmisión de video y la emulación de enlaces punto a punto sobre ATM.

AAL 2: se utiliza para transportar tráfico en el que es muy importante la relación temporal entre origen y destino pero que el tráfico puede ser variable. Ejemplos de este tipo son el transporte de voz y video comprimidos, por ejemplo en MPEG.

AAL 3/4: es el tipo más complejo puesto que puede transportar tráfico variable tanto con como sin establecimiento de la conexión ATM. Con establecimiento de la conexión estarían aplicaciones que transfieren grandes ficheros de CAD, mientras que sin establecimiento de la conexión se pueden encontrar las aplicaciones de conexión de redes locales a través de ATM.

AAL 5: es una versión simplificada del tipo anterior. Es un tipo adaptado para la conexión de redes locales a través de ATM.

El nivel de adaptación a ATM (AAL) es realmente el encargado de adaptar los diferentes tipos de información (paquetes de tamaño fijo o variable, tráfico constante o variable, etc.) procedentes de las aplicaciones de usuario a celdas ATM de tamaño fijo. En el origen, el nivel AAL correspondiente se encarga de "segmentar" la información en celdas, mientras que en el destino el nivel AAL se encarga de "reensamblar" las celdas en el formato adecuado.

7.1.5 Conmutación ATM

Para entender la conmutación ATM hay que tener presente el concepto de canal virtual: El concepto de canal virtual es importante para analizar cómo se realiza la conexión extremo a extremo entre origen y destino, existe también un termino conocido como la traducción e interpretación de la cabecera el cual es importante para la implementación actual de la conmutación, analizaremos adelante el concepto de canales virtuales a detalle.

7.1.5.1 Canales virtuales

La conexión entre un origen y un destino en ATM, se realiza siempre a través de un canal virtual de conexión (VCC).

No hay que olvidar que ATM es una tecnología orientada a la conexión, por tanto, el establecimiento de una conexión se realiza mediante señalización (marcación en términos de una red de voz) enviando una petición de conexión que avanza a través de los elementos de la red estableciendo canales virtuales entre ellos y consecuentemente construyendo el camino entre el origen y el destino. Si el destino acepta la conexión, entonces se construye el VCC entre origen y destino.

Durante el proceso de establecimiento de la conexión se realiza un mapeo entre canales y caminos virtuales (VCI y VPI) y entre los enlaces de entrada y de salida de cada uno de los conmutadores intermedios.

Un VCC es el conjunto de canales virtuales (VCI) y caminos virtuales (VPI) necesarios para establecer una conexión entre dos elementos de la red. La comunicación a través de un mismo VCC preserva la secuencialidad de las celdas y la calidad de servicio

negociado al principio del establecimiento de la conexión. Hay que hacer notar que el identificador de canal virtual (VCI) de la cabecera de las celdas puede cambiar a través de los diferentes conmutadores de la red, dentro del mismo VCC.

7.1.5.2 Conmutación

Existen dos formas de proceder con la conmutación entre los elementos de una red de ATM: conmutación de caminos virtuales o conmutación de canales virtuales.

Una vez realizadas las operaciones relacionadas con el nivel físico y eliminadas las celdas de relleno, las celdas entrantes se envían a la matriz de conmutación la cual permite reencaminar las celdas en función del VPI y VCI de entrada hacia el VPI y VCI correspondiente a la salida. Tanto el VPI como el VCI se analizan y se utilizan para las funciones de encaminamiento de las celdas.

En general, la cabecera de las celdas se interpreta usando una tabla de mapeo. Para cada VC válido existe una entrada en esta tabla, en cada entrada existen al menos dos valores: el número de puerto (conexión) de destino de la celda y los nuevos valores de VCI y VPI.

Cada puerto entrante tiene asociado una tabla de mapeo. Los campos VCI y VPI de la cabecera de la celda entrante son remplazados por los nuevos valores de VCI y VPI existente en la tabla asociada al puerto; finalmente, la celda se reencamina hacia el puerto de salida correspondiente.

Cuando el conmutador utiliza la técnica de conmutación de caminos virtuales, el único valor que se usa de la cabecera de la celda para su encaminamiento es el campo VPI. Sin embargo, cuando se utiliza la técnica de conmutación de canales virtuales, entonces se usan los campos VCI y VPI para el encaminamiento.

7.1.6 Beneficios de ATM

- Una única red ATM dará cabida a todo tipo de tráfico (voz, datos y video). ATM mejora la eficiencia y manejabilidad de la red.
- Capacita nuevas aplicaciones debido a su alta velocidad y a la integración de los tipos de tráfico, ATM capacitará la creación y la expansión de nuevas aplicaciones como la multimedia.
- Compatibilidad porque ATM no está basado en un tipo específico de transporte físico, es compatible con las actuales redes físicas que han sido desplegadas. ATM puede ser implementado sobre par trenzado, cable coaxial y fibra óptica.
- Simplifica el control de la red ATM, está evolucionando hacia una tecnología estándar para todo tipo de comunicaciones. Esta uniformidad intenta simplificar el control de la red usando la misma tecnología para todos los niveles de la red.

- Largo periodo de vida de la arquitectura. Los sistemas de información y las industrias de telecomunicaciones se están centrando y están estandarizando el ATM.
- ATM ha sido diseñado desde el comienzo para ser flexible en acceso y ancho de banda.

7.1.7 ATM por vía inalámbrica

Tanto para entornos LAN como WAN, para redes privadas como públicas, la tecnología ATM, cuyos orígenes están vinculados a la fibra óptica, se está extendiendo ahora también a los entornos basados en radio. Esta nueva posibilidad proporciona una solución inalámbrica para transmisiones multimedia de gran capacidad y de extremo a extremo: una consecuencia más de la convergencia entre el cable y la radio.

Tradicionalmente, los sistemas de comunicaciones basados en transmisión vía radio se han desarrollado completamente aparte de los sistemas basados en transmisión por cable, debido a razones de carácter tanto tecnológico como regulatorio. El paso del concepto de inteligencia de red (un concepto basado en técnicas de conmutación y señalización avanzadas) del ámbito de las redes basadas en cable al de las redes basadas en radio constituye el punto crucial de arranque a partir del cuál se inicia la convergencia entre ambos medios.

La inteligencia en las redes de radio permite moverse entre diferentes redes, es decir, los usuarios pueden pasar de un sistema a otro con independencia del factor de ubicación geográfica. En este contexto, se están estudiando, entre otros temas, aspectos como la interconexión y compartición de bases de datos y de procesadores, así como la señalización de canal común, con objeto de conseguir una interconexión y compartición de recursos sin discontinuidades en el paso de un sistema a otro, o lo que es lo mismo, seamless.

Esto permitirá, a su vez, disponer de nuevos y potentes servicios que producirán un profundo impacto tanto a nivel personal como de negocios.

La unión de factores como una mayor oferta de servicios, la movilidad y la posibilidad de alcanzar puntos geográficos remotos hacen que las comunicaciones por radio aparezcan hoy como la tecnología con más futuro, con unas perspectivas de mercado que se sitúan en torno a 200 millones de abonados en el año 2000.

Actualmente se tiende a obtener un esquema que permita que un individuo pueda desplazarse por cualquier lugar del mundo, así como servicios de comunicación (voz, datos e imagen) en cualquier lugar mediante un equipo terminal manual (handset) con capacidad para seleccionar, de forma automática, el servicio que, a menor costo, proporciona la calidad deseada. De esta forma, el individuo conecta con un satélite cuando se encuentra en una zona remota, con un sistema PCS (Personal Communications Systems) cuando está en zona de cobertura por sistema terrestre, celular, o con un sistema de telefonía sin hilos cuando se mueve en entornos reducidos del orden de 300 metros de radio.

7.1.7.1 Redes híbridas

El objetivo final es, por tanto, conseguir una red híbrida satélite/terrestre sin discontinuidades que proporcione servicios independientemente de la ubicación geográfica del usuario, de modo que el hecho de utilizar en un momento dado una red satelital o una red terrestre o un híbrido de ambas sea algo transparente para el usuario. Es en este contexto donde convergen conceptos como banda ancha/integración de servicios (RDSI-BA), técnicas avanzadas de inteligencia de red, gestión integrada de red y PCS, conceptos en los que se necesita una intensa investigación para conseguir los objetivos deseados.

La gestión del espectro constituye uno de los aspectos cruciales para conseguir un desarrollo eficaz de la tecnología radio. El mercado presenta un comportamiento explosivo, ya que está aumentando constantemente, de forma no lineal, con cada vez más demanda de nuevos y mejores servicios; se está generando consecuentemente un proceso de market pull, un concepto del ámbito de la economía que se describe como el proceso en el que el desarrollo tecnológico se produce como consecuencia de la demanda del mercado.

Esta fuerte demanda de nuevos y mejores servicios está provocando una intensa actividad tecnológica en el ya mencionado aspecto de la inteligencia de red y, en particular, en el tema relativo a aumentar la capacidad de transmisión, uno de los factores más cruciales para conseguir estos servicios, tanto en radio como en cable (causa de la migración hacia la fibra óptica), mediante el aumento de los recursos en espectro de radio frecuencia. Por otra parte, la mejora en la eficacia del espectro proporciona no sólo una mayor capacidad de transmisión sino también de reducción de costos, ya que el costo de la red radio está mediatizado por el de las estaciones base de las células, es decir, como son estas estaciones base las que generan la mayor parte del costo de la red, la creación de nuevas células para aumentar la cobertura aumenta aún más las inversiones totales. Una solución consiste en mejorar la eficacia del espectro para que, al aumentar la velocidad de transmisión, sea posible transmitir más información y mejorar, de esta forma, la eficacia de las células ya instaladas. Entre las técnicas utilizadas para mejorar la eficacia del espectro cabe citar la utilización de antenas inteligentes que captan y siguen a unidades de abonado móviles individuales con resultado de interferencia nulos, lo que permite una mayor reutilización de frecuencia o una mayor velocidad de transmisión a través de técnicas de modulación avanzadas.

Otros recursos empleados con este objetivo son las técnicas de asignación de canal dinámicas, que permiten que las células al límite de su capacidad utilicen canales de otras células, al mismo tiempo que proporcionan capacidad de inteligencia en la utilización del ancho de banda.

Finalmente, cabe citar en este contexto de consideraciones generales que la implementación efectiva de la tecnología de comunicaciones por radio es fuertemente dependiente no sólo de aspectos puramente tecnológicos, sino también del desarrollo de los temas relativos a política pública tecnológica, como normas o políticas de gestión de espectro.

7.1.7.2 ATM por radio: conceptos

La tecnología ATM por radio aparece como una consecuencia natural de la ya comentada convergencia entre el cable y la radio: la filosofía ATM, que se ha generado en torno a la fibra óptica como el medio natural que la sustenta, se extiende ahora al ámbito de la radio para satisfacer las necesidades de los usuarios que requieren una infraestructura de red de extremo a extremo, de altas prestaciones y unificada, todo ello unido a las necesidades, los requerimientos en movilidad y acceso global.

Esta extensión de la tecnología ATM se produce tanto en el contexto de las LAN (LAN inalámbricas o wireless LANs) como de las redes troncales (backbones), incluyendo redes públicas. ATM por radio encuentra su campo de aplicación en infraestructuras sin hilos donde la mayor parte de la comunicación es de carácter multimedia, en particular en el ámbito de la telemedicina, la enseñanza a distancia y la telerobótica, entre otros. En resumen, ATM por radio se basa en transportar células ATM sobre un enlace radio en lugar de sobre una fibra óptica, como ocurre en el ATM tradicional. Se trata, pues, de adaptar la filosofía ATM al nuevo medio, de forma que se obtenga el mismo nivel de prestaciones que en la fibra.

7.1.7.3 ATM vía satélite.

En las comunicaciones por satélite los errores se producen en forma de ráfagas, debido a las técnicas de codificación convolucional utilizadas en los enlaces de satélite. Esta forma de generar los errores constituye uno de los problemas a resolver para conseguir el funcionamiento de ATM en el entorno satelital con los niveles de prestaciones y calidad de servicios propios del ATM convencional en fibra óptica.

En la fibra óptica los errores se producen aleatoriamente y además la tasa de error de bit o BER (Bit Error Rate) es muy baja.

Consecuentemente, cuando se empezó a generar la tecnología ATM, la célula ATM se diseñó en base a las características de la fibra y, por lo tanto, el mecanismo corrector de errores es excesivamente simple como para acoger el carácter de ráfaga de los errores del enlace satelital. La célula ATM tiene un solo bit en su cabecera para corregir errores, ya que la existencia de más de un error de bit y, por tanto el descarte de la célula ATM, es muy poco probable. Sin embargo, en el entorno satelital, al aparecer los errores en forma de ráfaga, la probabilidad de la existencia de más de un error de bit es lo suficientemente elevada como para provocar que el número de células ATM descartadas a causa del error haga que la calidad de servicio disminuya hasta niveles insostenibles. Este es, precisamente, uno de los factores clave para conseguir una tecnología ATM por radio verdaderamente eficaz. En este sentido, se está trabajando activamente para tratar de obtener soluciones; cabe citar en este sentido a Comsat Laboratories, firma norteamericana que ha desarrollado una técnica denominada ALE (ATM Link Enhancement). Esta técnica se basa en un mecanismo de intercalado selectivo que se introduce de forma transparente en el enlace de satélite: ALE intercala células ATM para distribuir los errores en ráfaga en los bits de error de las células ATM. Este concepto se puede extender al payload para eliminar el impacto del error burst en la capa de

protocolo AAL (ATM Adaptation Layer). Cabe citar, además, a la empresa canadiense Telesat y a Eutelsat, entre otras entidades.

- **Técnicas de acceso.**

Otro aspecto importante para conseguir resultados en ATM vía satélite viene dado por las infraestructuras de satélite, que deben alcanzar mayores niveles de flexibilidad. Los esquemas de acceso convencionales como SCPC (Single Channel Per Carrier) y TDMA (Time Division Multiple Access) deben evolucionar hacia esquemas que optimicen el funcionamiento de ATM. Entre los nuevos desarrollos, dentro de este contexto, cabe citar MF-TDMA (MultiFrequency-TDMA), en el que el acceso al satélite se hace en modo ráfaga por diferentes estaciones terrestres y secuencialmente por los usuarios. Esta técnica presenta la posibilidad de reducir los tamaños de las antenas, al mismo tiempo que se aumenta la velocidad del enlace, lo cual redundaría en el nivel de prestaciones de ATM. El control de la congestión, un tema de especial relevancia en el contexto de la filosofía ATM, constituye un aspecto en el que aparecen problemas en el entorno satelital, ya que los relativamente elevados retardos de propagación asociados al satélite pueden aumentar de forma significativa la latencia de los mecanismos de realimentación asociados al control de la congestión y en consecuencia se reducen las prestaciones de la red ATM, al no poder controlar la congestión, se pierden células ATM y, por lo tanto, también calidad de servicio.

En las redes por satélite es necesario generar mecanismos de control de la congestión que presenten baja sensibilidad al retardo, más elaborados y eficaces que los que se utilizan en fibra óptica. En efecto, debido a que el ancho de banda de la fibra óptica es elevado, la probabilidad de niveles de congestión (la red no puede ofrecer la calidad de servicio negociada) que afecten seriamente las prestaciones de la red no es elevada; es decir, la fibra proporciona, por su propia idiosincrasia, un nivel de ancho de banda que permite asegurar el cumplimiento de las condiciones especificadas durante el proceso de negociación en la mayor parte de los casos. Sin embargo, el ancho de banda del enlace satelital es limitado en comparación con el de la fibra. Por tanto, la probabilidad de que se produzcan niveles de congestión lo suficientemente elevados como para degradar el funcionamiento de la red aumenta hasta niveles que se pueden considerar preocupantes y, en consecuencia, aparece la necesidad de desarrollar mecanismos de control de la congestión más sofisticados y eficaces que los que se utilizan en la fibra óptica.

La posibilidad de obtener ancho de banda a petición (bandwidth 'on demand), una característica consustancial al ATM en fibra, se consigue en el entorno de satélite mediante el método DAMA (Demand Assigned Multiple Access Method), basado en la asignación de la capacidad del satélite sólo cuando es necesario mediante técnicas de asignación/release dinámicas.

- **La red terrestre celular.**

Los sistemas de comunicación por radio basados en técnicas celulares consisten en la división de un área geográfica dada en porciones relativamente reducidas, estando cada una de ellas servida por una estación de base multicanal de baja potencia. Las pequeñas

porciones de territorio en que se divide el área geográfica que se pretende cubrir se llama célula de cobertura.

Mediante la técnica celular, cuando un móvil se desplaza desde una célula a otra, se envía la información a la estación base de la célula origen para enviarla seguidamente a la célula de destino.

En definitiva, en una estructura celular un controlador central o punto de acceso controla el canal y asigna su utilización a los móviles que están bajo su control, con lo que se genera un flujo de información entre móviles y punto de acceso; flujo en el que se pueden incluir datos relativos al tráfico para que el punto de acceso pueda tomar decisiones en cuanto a asignación de capacidad a los móviles. En una estructura radio basada en ATM, los puntos de acceso radio, repartidos por las premisas que van a requerir servicio, están conectados a un sistema ATM. El diseño de la red celular radio ATM considerado más eficaz actualmente es el basado en la filosofía TDMA. La forma concreta del mecanismo TDMA no presenta un impacto especial, siempre que se cuente con los medios requeridos para que los móviles puedan indicar al punto de acceso las necesidades de tráfico de forma eficaz e instantánea.

Existen diferentes posibilidades en cuanto a arquitectura para transportar células ATM sobre un enlace radio.

Una de estas arquitecturas es la que emplea ATM encapsulado, que se basa en el envío de las células ATM en paquetes. Para ello, un nodo mantiene las células ATM hasta que consigue un número suficiente para enviarlas todas juntas. De esta forma se logra mejorar la eficacia del enlace pero se producen retardos indeseables. En el contexto de la norma IEEE 802.11, creada para proporcionar especificaciones para entornos LAN de radio, el turnaround del enlace es del orden de 100 microsegundos, considerablemente mayor que la duración de una célula ATM, lo que hace que el ATM encapsulado no resulte especialmente eficaz en 802.11. Además, los protocolos existentes en la actualidad, como el citado 802.11 y el europeo HiperLAN, no soportan transferencia de información relativa a carga y velocidad desde los nodos a los puntos de acceso.

Otra arquitectura es la conocida como modo de acceso nativo según un enfoque de integración. En este caso, la unidad de información que se transfiere es la propia célula ATM. El punto de acceso trabaja como una extensión del conmutador que proporciona servicio a los nodos manteniendo una secuencia adaptable a las necesidades de tráfico. Mediante esta arquitectura, por su enfoque integrado, se simplifica la gestión de los recursos de red.

7.2 Gigabit Ethernet (GE)

Como respuesta a las necesidades de las redes de área local (LAN), de la transmisión de alto volumen de voz, vídeo y datos y baja latencia, ha surgido una extensión del método de acceso conocido como Ethernet, el cual permite alcanzar velocidades de hasta 1000 Mbps.

Gigabit Ethernet (GE) se incorpora con mayor facilidad en las organizaciones actuales que otras tecnologías como ATM (Asynchronous Transfer Mode; Modo de Transferencia Asíncrona), por su compatibilidad con la infraestructura disponible, como lo es 10/100 Ethernet, con un incremento mucho mayor en su desempeño que en su costo.

7.2.1 Características de Gigabit Ethernet

- Estándar IEEE 802.3z
- En un principio está disponible solo para fibra óptica y para cable corto de cobre blindado, mas adelante para UTP categoría 5
- Velocidad de portadora: 1000 Mbps
- Acceso al medio CSMA/CD con frame Bursting
- Pensada para Backbones, mientras no esté disponible 1000 Base-T
- Interoperable con Ethernet de 10 y 100 Mbps

Las redes de hoy pueden actuar con mayor facilidad como redes integrales, es decir, son capaces de transportar en conjunto datos, voz, video y, en algunos casos, señales de control, ya no solamente como servicios aislados sino todos manejados en una computadora.

El problema básico de las redes Ethernet es que la red se comparte por todos los usuarios. Una primera solución sería segmentarla en subredes e interconectarlas con dispositivos (puente o ruteador) que las separen en dominios de colisión independientes

Al necesitar más ancho de banda para conectar servidores e interconectar ruteadores surge la red Ethernet de alta velocidad, que proporciona 100 Mbps. Esto origina que la red vaya más rápido y por lo tanto que las colisiones disminuyan, aunque a un costo poco accesible para pequeñas o medianas empresas. Es entonces cuando aparece un nuevo actor: El Switch.

Con el switcheo decimos adiós a la red compartida. A diferencia del concentrador que difunde los paquetes a toda la red y solo permite que haya una terminal enviando/recibiendo datos, el Switch o conmutador es más inteligente y envía el paquete solo a su destinatario, y por lo tanto pueden existir varios usuarios enviándose paquetes, siempre y cuando el destinatario (no la red) este libre. Así, con el switch se consiguen 10 Mbps dedicados entre origen y destino.

Gigabit Ethernet es una solución que pretende utilizar el mismo estándar que 10 Base-T (Ethernet sobre el par trenzado), pero trabajando a 1000 Mbps o 2000 Mbps. Lógicamente podrá soportar cualquier tipo de tráfico, pero su principal problema es la relación velocidad - distancia pues con cable UTP permite distancias hasta de 100 metros y con fibra óptica oscila entre los 500 y los 200 metros.

GE es una extensión de los estándares 10 y 100 Mbps del Ethernet IEEE 802.3, ofreciendo un rango de datos de 1000 Mbps. Asimismo, mantiene una completa compatibilidad con toda la base instalada de nodos Ethernet, gracias al nuevo estándar IEEE 802.3z.

No olvidemos que al desarrollar la nueva tecnología de Gigabit, una de las premisas básicas es la compatibilidad con los estándares Ethernet para propiciar una migración sencilla. No obstante, esta velocidad de proceso impone ciertas restricciones o variaciones respecto a la norma 802.3.

En julio de 1996 se creó el grupo 802.3z para crear la norma que regirá al estándar Gigabit Ethernet. Los objetivos iniciales fueron:

- Permitir operaciones half-dúplex y full-dúplex a una velocidad de 1000 Mbps.
- Usar el formato de trama 802.3
- Usar el método de acceso CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection, Acceso Múltiple Sensible a la Portadora con Detección de Colisiones).
- Compatibilidad con las tecnologías Ethernet 10 Base-T y 100Base-T.

Los objetivos iniciales de este grupo fueron desarrollar enlaces de diferentes distancias: un enlace con fibra óptica multimodo de 550 metros de longitud máxima, un enlace con fibra óptica monomodo de 3 kilómetros de longitud máxima, un enlace con par trenzado con blindaje STP a 25 metros y por último, un objetivo a largo plazo para desarrollar enlaces con UTP categoría 5.

Con el objetivo de mantener la compatibilidad con CSMA/CD y conseguir un diámetro de colisión de 200 metros a velocidades de Gigabit, se tuvo que modificar la longitud mínima de los paquetes Ethernet, pasando de los 64 bytes a los 512 bytes. De manera que los paquetes con tamaño menor a 512 bytes tendrán una extensión de portadora. Estos cambios no afectarán a las redes que funcionan en modo full-dúplex (conmutadores o distribuidores con buffers), manteniendo los 64 bytes.

7.2.2 Aplicaciones de Gigabit Ethernet (GE)

- Espinas dorsales de servidor a servidor. Es necesario que los servidores procesen más datos y permitan la sustitución de una espina dorsal lenta.
- Agrupación de servidores. Se requiere un aumento generalizado del rendimiento de los servidores y también una mayor eficiencia del bus PCI.
- Aplicaciones de sobremesa de la gama alta. El ancho de banda para multimedia y la capacidad de descarga mucho más rápida son las prioridades de este grupo.

En estos momentos se pueden describir escenarios donde Gigabit Ethernet tendrá grandes posibilidades:

- 1- De switch a switch. Las grandes instalaciones de red se basan en switches que proporcionan gran ancho de banda dedicado a bajo costo, pero esto a su vez trae consigo ciertos problemas:

Tener docenas de enlaces de 10 Mbps conectados a un switch dotado de un solo enlace Fast Ethernet hacia otro switch, lo cual supone un riesgo de que aparezca congestión en el enlace entre switch.

Si disponemos de servidores conectados a un switch a 100 Mbps y este es objeto de conexiones provenientes de otros switches, la congestión esta prácticamente asegurada.

La solución a la necesidad de mayor ancho de banda es utilizar un enlace punto a punto GE. Esta actualización es relativamente simple ya que solo se deberá añadir un módulo GE a cada switch y conectarlos mediante cualquiera de los medios de transmisión recomendados.

- 2 De servidor a switch. Cuando se quieren eliminar situaciones de congestión, los servidores suelen estar en el punto de mira.

Los enlaces de servidor GE pueden ser considerados como una evolución natural de la tendencia a dedicar a los servidores un ancho de banda determinado.

Cuando aparecieron los switches Ethernet un objetivo clave de su implementación fue el conseguir conexiones directas a los servidores. De ese modo, eliminando las posibilidades de que surgieran colisiones, se obtenían mejoras inmediatas de la capacidad de proceso.

Después vinieron las conexiones Ethernet full-dúplex en dos sentidos, las cuales proporcionaron velocidades de 20 Mbps en total; permitiendo el tráfico viajar a y desde el servidor, simultáneamente, se eliminaba el cuello de botella que suelen crear las transmisiones half-dúplex en un solo sentido, propias del Ethernet Convencional.

3. De estación a switch para aquellas estaciones de alto rendimiento o que utilicen aplicaciones de gran ancho de banda, la actualización de sus enlaces FDDI, o Fast Ethernet a Gigabit Ethernet les supondrá el fin de largas esperas.

Es posible pensar que con la llegada de GE las soluciones de ATM entrarán en declive, pero de acuerdo con algunos comentarios de expertos en Networking, más que competir se complementan.

Gigabit Ethernet ha ganado el sector de troncales de alta velocidad con contenido de datos, mientras que ATM es la mejor solución para troncales con información multimedia.

Se podría pensar que con 1 GB hay suficiente capacidad para enviar video sin ningún problema, pero recordemos que para las señales de voz y video lo más importante no es el ancho de banda disponible sino la latencia, el retardo.

Ethernet ahora escalable de 10 a 100 y a 1000 Mbps, puede ser desarrollado en el Backbone para una conexión de alta velocidad a grupos de servidores, grupos de trabajo robustos, o simplemente clientes normales o regulares en el escritorio.

Gigabit Ethernet es una tecnología que permite a Ethernet tener una red dorsal nativa por primera vez y le permite ir de un escritorio a una red dorsal con absoluta facilidad.

ATM es ideal para ser utilizado en conexiones WAN, en donde la necesidad de soporte de servicios integrados (voz, video, imagen, datos y texto) y las aplicaciones en tiempo real son especialmente fuertes y robustas. ATM puede también ser usado dentro de una LAN donde la integración a una WAN es crucial y el costo y complejidad están garantizados.

GE complementa a Ethernet proveyendo conexiones de alta velocidad para servidores y una extensión natural de la red dorsal por la total base de Ethernet y Fast Ethernet ya instalada.

Por su parte ATM es una de las tecnologías que por sus características se torna sumamente atractiva, pues soporta velocidades de 1.54, 6.3, 25.6, 51.8, 100, 155.2 y 622 Mbps. Estos anchos de banda permiten manejar sin problema alguno cualquier tipo de aplicación que sea incluso sensible al tiempo como el video y el audio, además de que a excepción de la opción de 622 Mbps, todos pueden llevarse a cabo con base en un cableado de par trenzado, lo que representa una gran ventaja, ya que la mayoría de las redes locales están basadas en este tipo de cable.

Indudablemente esta es una solución en pocos casos reales y en muchos otros una promesa, pues debido a sus altos costos de implementación muy pocas organizaciones han logrado hacerlo.

Sin embargo existen soluciones no tan rápidas pero si bastante accesibles, Fast Ethernet y 100 GV AnyLAN son dos de ellas, ya que ambas trabajan a 100 Mbps y son buenas alternativas para el manejo de aplicaciones sensibles al tiempo y tienen un bajo costo, pues no se requiere de una inversión tan elevada en comparación con FDDI o ATM; 100 VG AnyLAN es una solución que no está muy popularizada en su uso, por lo que no hay un muy buen soporte de parte de los fabricantes. Fast Ethernet es muy utilizada y se ha extendido mucho en los últimos dos años, pero aún así no tiene un desempeño tan bueno como FDDI ni mucho menos como ATM.

El costo de GE de propiedad es un factor importante a considerar cuando se evalúa una nueva tecnología de red. Los factores para el costo de propiedad incluyen no solo el precio de compra de equipo, sino también el costo de entrenamiento, mantenimiento y resolución de problemas.

La competencia y la economía de escala han bajado significativamente el precio de compra de las conexiones Ethernet, pensando que los productos Fast Ethernet se han vendido apenas de 1994, incluso han experimentado un decline en los precios pasados dos años.

GE seguirá las tendencias de precio igual que Fast Ethernet. Los primeros productos incluirán conexiones costo - efectivas para los rangos de transmisión Gigabit. La meta de IEEE es proveer conexiones de GE a 2 ó 3 veces el costo de la interfaz 100 Base-Fx.

Así mismo se espera que las conexiones conmutadas de GE sean mas bajas en costo que las interfaces ATM de 622 Mbps, asumiendo interfaces de medios físicos idénticos.

Lo anterior se debe a la simplicidad de Ethernet y al resultado de la reducción de funcionalidad requerida. Los repetidores de Gigabit Ethernet significativamente menores en costo que las conexiones de ATM a 622 Mbps, dada la simple naturaleza de los sistemas full-dúplex, proveyendo a los usuarios de alternativas de costo efectiva para conexiones de datos de red, Backbone y servidor.

Consideraciones finales:

- Es la última extensión que se ha hecho al estándar de la IEEE (IEEE 802.3), el cual define las tecnologías aplicadas al uso de Ethernet a velocidades de 10 y 100 Mbps.
- El estándar de Gigabit Ethernet establece velocidades de transmisión de 1 Gigabit por segundo (1000 Megabits por segundo) sobre un medio físico de cable coaxial de hasta 25 metros; ya se desarrolla la tecnología para que se pueda usar par trenzado (UTP) categoría 5. A continuación se muestra una comparación de ambas tecnologías:

Gigabit Ethernet Vs ATM		
Tecnología	Pros	Contras
Gigabit Ethernet	<ul style="list-style-type: none"> • Relativamente más barato. • Fácil migración. • Se administra de la misma forma que el Ethernet y el Fast Ethernet. 	<p>Las estaciones de trabajo y los servidores actuales no podrían sacar provecho del gran ancho de banda que proporciona.</p> <p>Requiere nuevo hardware (hubs y routers).</p> <p>Grandes limitaciones de distancia sobre cobre y medios compartidos (coaxial).</p> <p>No garantiza "Calidad de servicio"</p> <p>Se oficializó el estándar en 1998.</p>

<p>ATM</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los productos que incorporan ATM están disponibles en el mercado. • Garantiza calidad de servicio. • Ancho de banda confiable y escalable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere un nuevo periodo de aprendizaje. • Es relativamente más caro. • El estándar como tal no ha sido terminado, lo que impide la interoperabilidad total entre equipos de diferentes fabricantes.
-------------------	--	---

7.3 Redes Inalámbricas

El mundo de las comunicaciones está recibiendo una serie de cambios en su base muy importantes. Los equipos que hasta ahora tenían una conexión a través de una frecuencia de propagación por el aire, han pasado o pasarán a tener unas conexiones cableadas. Este sería el caso de la televisión doméstica que pasa de la conexión con las antenas, a la fibra óptica. Por otro lado, las comunicaciones que tenían un medio físico cableado, están pasando y pasarán en un porcentaje elevado a ser definitivamente de conexión inalámbrica.

La causa de este cambio de mentalidad en las comunicaciones se debe encontrar en que los aparatos como el televisor son fijos y que por lo tanto pueden estar conectados permanentemente. De esta manera se deja libre el espacio de radiofrecuencia que se ocupa, con tal de dejarlo a otros servicios futuros móviles

7.3.1 Panorámica global

Hasta hace poco las redes inalámbricas no se regían por ninguna norma que las obligase a seguir unas pautas de funcionamiento. Este hecho comportaba que cada fabricante utilizara métodos distintos, los cuales tenían sus ventajas y sus inconvenientes, que hacían difícil escoger alguno de los métodos.

En estos inicios existían una serie de tecnologías propietarias realizadas por las principales compañías de telecomunicaciones y específicamente del sector de redes. La evolución de las tecnologías originó el desarrollo de la concepción celular para realizar una reutilización de frecuencias en una banda asignada.

Los estándares inalámbricos como el de las LAN's inalámbricas 802.11, el de DECT, y el de Hiperlan suponen un gran avance, ya que fijan unas bases necesarias para los futuros servicios que trabajen en este ámbito. Las ventajas que proporciona el estándar 802.11 son la flexibilidad de los equipos, la robustez y el ahorro del cableado, pero tiene el inconveniente de la baja velocidad en que puede trabajar. Este inconveniente es solucionado en Hiperlan, ya que las características propias del sistema posibilitan velocidades de 20 Mbps.

Los cuatro principales factores que diferencian los productos inalámbricos en el mercado son.

- Las prestaciones de la red para los usuarios.
- El tipo de tecnología de transmisión utilizada en los productos.
- La topología de red en los productos.
- El tipo de interfaz del sistema utilizado.

Las comunicaciones inalámbricas se pueden usar en dos tipos de comunicaciones:

Las aplicaciones de acceso en las que se permite a los usuarios de PCs portátiles, PDAs, y otros aparatos inalámbricos, explotar las LANs corporativas desde cualquier lugar, siempre dentro del radio de cobertura.

Las aplicaciones de trunking se utilizan inalámbricamente como parte del backbone de la estructura de las redes de una empresa. Es decir, que forman parte de la estructura principal de la red. En este caso el ejemplo más típico viene dado por las transmisiones de datos entre dos o más edificios, formando lo que se llama un campus.

7.3.2 Norma IEEE 802.11 Redes inalámbricas de área local

La norma IEEE 802.11 fue aprobada en junio de 1997 y especifica un subnivel de Control de Acceso al Medio (MAC) y 3 especificaciones para el nivel físico

7.3.2.1 Control de Acceso al Medio

El MAC proporciona los siguientes servicios: autenticación, deautenticación, privacidad, envío MSDU (servicios de estación), asociación, desasociación, distribución, integración y reasociación (servicios del sistema de distribución).

Las estaciones pueden operar en dos configuraciones:

1. Configuración independiente, las estaciones se comunican directamente entre sí. No se requiere instalar infraestructura.

Estas redes, llamadas "ad-hoc", son fáciles de operar pero su desventaja es un área de cobertura limitada. Las estaciones en este tipo de configuración se llaman BSS (Basic Service Set). Sin el ESS (ver abajo) las estaciones operan en un BSS independiente (IBSS).

2. Configuración de infraestructura; las estaciones se comunican a puntos de acceso (Accesspoint) que son parte del Sistema de Distribución. Un punto de acceso sirve a las estaciones en un BSS. El conjunto de BSSs se llama ESS (Extended Service Set). La norma sólo especifica la interfaz inalámbrica, es decir, entre estaciones y

entre estaciones y puntos de acceso. Con un sistema de distribución, el área de cobertura se puede extender tanto como lo permitan las características del sistema.

La norma proporciona los servicios mencionados arriba con la siguiente funcionalidad: roaming dentro de un ESS, múltiples velocidades en BSSs y Administración de Energía (las estaciones pueden apagar sus transceptores para ahorrar energía). El protocolo MAC es CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance).

7.3.3 Nivel Físico

La norma proporciona 2 especificaciones para Nivel Físico a través de radio de espectro disperso operando en la banda de 2400 - 2483.5 Mhz y una para transmisión infrarroja.

7.3.3.1 Tecnología de espectro disperso

La tecnología de espectro disperso (Spread-Spectrum) ofrece una combinación de rendimiento y características que la han hecho la norma en redes inalámbricas.

Esta tecnología fue desarrollada para evitar que las transmisiones de información militar y de inteligencia fueran interferidas y descifradas. Los mensajes transmitidos se dispersan en una gama de frecuencias que emplean más espacio en el espectro para evitar la interceptación. Para algunas aplicaciones los beneficios inherentes a esta tecnología son mayores que los costos de ancho de banda.

Los sistemas de espectro disperso, a diferencia de los sistemas de banda estrecha, no requieren un permiso especial. La Comisión Federal de Comunicaciones de los EE.UU. (FCC) limita la potencia de transmisión de estos sistemas a 1 W o menos. Esta restricción limita el alcance permitiendo más usuarios en un área geográfica determinada.

Existen dos tipos de tecnología de espectro disperso:

- Salto de frecuencia (Frequency hopping)
- Secuencia directa (Direct-Sequence)
- **Salto de frecuencia**

Con salto de frecuencia, los mensajes se transmiten en división de tiempo en bloques de longitud fija o variable empleando diferentes frecuencias predeterminadas en orden secuencial o pseudoaleatorio. Adicionalmente el ancho de banda está disponible para saltos simultáneos entre múltiples bandas de transmisión, por lo cual todas las frecuencias en la banda pueden ser usadas para transmisión de datos. El receptor conoce de antemano estas frecuencias y ensambla los bloques en el orden correcto.

- **Secuencia directa**

La secuencia directa, o seudoruido, es la técnica más empleada en los sistemas de redes inalámbricas. La modulación de secuencia directa ofrece un medio que garantiza la integridad y seguridad de los datos. Los mensajes se rellenan con información de redundancia y corrección de errores. También es posible utilizar encriptación.

Con secuencia directa, los mensajes se codifican digitalizando cada bit con un patrón multi-bit llamado "chip" los cuales pueden contener señales espurias. La secuencia directa emplea el ancho de banda de forma ineficiente.

Las transmisiones con secuencia directa tienen una relación señal a ruido mejorada con respecto a las transmisiones de banda estrecha y se prestan mucho mejor para compartir el ancho de banda. Este punto es crítico al utilizar un recurso limitado como es el espectro de radio.

7.3.4 Las zonas de Fresnel

Se llaman zonas de Fresnel a una serie de elipsoides concéntricos que rodean la ruta por la que viajan las microondas.

La primera zona de Fresnel (F_1) es la superficie que contiene cada punto para el cual la suma de las distancias desde ese punto hasta los dos extremos de la ruta es exactamente media longitud de onda mayor que la ruta directa entre los dos extremos.

Cada una de las otras zonas de Fresnel (enésima zona de Fresnel, F_n) se define del mismo modo, dando como resultado una diferencia de n medias longitudes de onda ($n/2$).

La primera zona de Fresnel es una especie de unidad de medida para ciertas distancias (como el espacio libre requerido) en términos de su efecto en la frecuencia especificada.

Las otras zonas de Fresnel son importantes sólo bajo ciertas condiciones (como rutas altamente reflectivas).

Es importante señalar que los requerimientos de espacio libre expresados a través de las zonas de Fresnel se aplican tanto a los lados y la parte superior, como a la parte inferior de la ruta. Un corte transversal de las zonas en cualquier punto de la ruta mostraría una serie de círculos concéntricos que rodean totalmente la ruta.

7.3.4.1 Espacio libre requerido

Para garantizar la propagación en espacio libre, todos los obstáculos potenciales en la ruta deben estar al menos a una distancia de $0.6 F_1$ del centro de la ruta directa. F_1 es el radio de la primera zona de Fresnel en el punto de obstrucción. Debido a estos requerimientos, el espacio libre de la ruta sobre los obstáculos intermedios debe ser mayor que la línea de vista.

7.3.5 Homologación

La mayoría de los equipos para redes inalámbricas cuentan con Certificado de Homologación Provisional de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (RCPATWA96-410 para la frecuencia de 915 Mhz y RCPATWA96-411 para la frecuencia de 2.4 Ghz) vigente hasta el 30 de agosto de 1997 y actualmente se esperan noticias del nuevo certificado.

7.3.6 Area de cobertura

La potencia de transmisión de los equipos está limitada a 1 W por las normas de las bandas ISM. El área de cobertura puede extenderse hasta 250 m (915 Mhz) y 180 m (2.4 Ghz) en espacio abierto y 40 m (915 Mhz) y 30 m (2.4 Ghz) en oficinas totalmente cerradas, pero puede ampliarse con repetidores según se necesite. También es posible utilizar antenas y amplificadores para conectar redes LAN remotas mediante enlaces exteriores a distancias de hasta 50 Km dependiendo esto del fabricante del equipo y qué puede alcanzar hasta 50 Km

7.3.7 Compatibilidad

Los equipos tienen soporte para las normas ODI, NDIS v2.0 y v3.0 y DLPI I/II entre otros, siendo compatible con los principales sistemas operativos de redes existentes en el mercado: NetWare 3.x y 4.x, LAN Manager, Windows NT, Windows 95 y Windows para Grupos de Trabajo, UNIX y UnixWare y Lantastic 4.1.

Los controladores de los equipos están certificados por Novell, Microsoft, NSTL y Artisoft.

7.3.8 Velocidad

La capacidad de transmisión del canal utilizado por los equipos depende también de la marca del fabricante del equipo, mientras que existen empresas dedicadas cien por ciento al desarrollo de equipos inalámbricos, existen también fabricantes que el área inalámbrica es solo una rama dentro del desarrollo de la empresa, de ahí la diferencia en avances de un fabricante a otro; para unos casos está limitada a 2 Mbps por las normas de las bandas ISM (Industry Science Medical) y las regulaciones de la FCC. Esto es suficiente para la mayoría de aplicaciones usadas hoy en día; aunque algunos fabricantes hablan ya de equipos que desarrollan velocidades arriba de un Ethernet (cerca de 11 Mbps).

El acceso CSMA/CA utilizados en los equipos garantiza un uso cercano al 100 % de ancho de banda del canal.

El número de usuarios que pueden hacer uso de la capacidad del canal depende del tipo de trabajo que estén realizando y puede variar entre 80 y 20 usuarios aproximadamente.

7.3.9 Interferencia

Todos los sistemas de radio están sujetos a la interferencia. Sin embargo, la tecnología inalámbrica para redes proporciona herramientas que ayudan a minimizar su efecto.

La mayoría de los equipos emplean tecnología de espectro disperso que minimiza los efectos de la interferencia de otras fuentes de emisiones electromagnéticas en la misma banda de funcionamiento. Los equipos proporcionan herramientas que permiten verificar estas emisiones antes de hacer la instalación final y ofrece dos frecuencias de trabajo para elegir la que mejor se ajuste a las características del lugar.

7.3.10 Seguridad

Las redes inalámbricas proporcionan varios niveles de seguridad, se describen a continuación estos niveles.

7.3.10.1 Código identificador de red de 4 dígitos

Cada estación de trabajo puede comunicarse únicamente con otras estaciones que tengan el mismo identificador de red (NWID).

7.3.10.2 Beacon Key Code and Domain ID

Al activarse el roaming, cada equipo central en este tipo de redes envía sistemáticamente su NWID para que las estaciones móviles que entran en su área de cobertura puedan comunicarse con las demás. Si se activa el Beacon Key Code, únicamente las estaciones que tengan el mismo código pueden interpretar correctamente esta información. El Domain ID permite definir redes diferentes dentro de una misma área de trabajo.

Únicamente las estaciones en redes del mismo dominio pueden comunicarse entre sí.

7.3.10.3 Encriptación DES/AES

Estos esquemas protegen la información transmitida encriptándola a través de normas de 16 dígitos definidos y ampliamente utilizados por el gobierno y la industria en los EE.UU. (La encriptación DES sólo está disponible para instituciones financieras.)

- Control de acceso

El equipo central puede mantener una lista de las direcciones MAC de las estaciones autorizadas a conectarse en la red.

- Control de acceso del sistema operativo de red

El control de acceso a la red permite la autenticación de los usuarios antes de garantizarles el uso de los recursos y está definido por el sistema operativo de red.

7.3.10.4 Confiabilidad

La tecnología para redes inalámbricas ofrece una comunicación muy confiable a través de dos antenas en cada estación que seleccionan de forma automática la mejor señal recibida.

Además, los equipos cuentan con circuitos de corrección de errores y la tecnología CSMA/CA evita las colisiones de paquetes.

Realizando una profunda comparación de la gama de redes inalámbricas con las LANs cableadas, se llega a la conclusión que ambos sistemas de telecomunicación no son en absoluto excluyentes sino complementarios, ya que es el sistema cableado el que funciona con el usuario final, pero este sistema se basa en los sistemas alámbricos.

Con las redes inalámbricas se ofrece como gran prestación el ahorro del costoso cableado del edificio. Como punto negativo se tiene que comentar el inconveniente de transmitir por un medio que cuenta con interferencias y otros factores no propicios, lo que dificulta poder alcanzar velocidades comparables con las de las redes cableadas.

En un futuro se puede prever la integración de las dos tecnologías, es decir la tecnología alámbrica y la inalámbrica, de manera que se aplique la que mejor resultado tenga en cada uno de los casos que se presenten.

El sector de las redes inalámbricas necesita de un acuerdo entre las principales empresas de telecomunicaciones para que se unifique un estándar que fructifique en un mercado necesitado de estándares en la materia. Aunque se haya definido el borrador del estándar de redes inalámbricas 802.11, el de DECT y el aún no definido estándar Hiperlan, las inversiones que han realizado las compañías para desarrollar la tecnología inalámbrica, no han fructificado hasta la fecha, y sólo lo harán cuando se cree un estándar potente para entrar en el mercado de forma convincente para conseguir una buena acogida, y así fomentar el uso de este tipo de telecomunicaciones que da a las redes más flexibilidad.

Las redes inalámbricas tomarán buena parte del mercado en un futuro próximo, ya que proporcionan unas ventajas de movilidad y flexibilidad tales, que los usuarios las aceptarán cuando llegue la tecnología estandarizada al mercado, teniendo en cuenta los precios, porque el usuario siempre cuida sus intereses económicos. Por lo tanto, la mayoría de comunicaciones telefónicas o informáticas de un futuro próximo se realizarán en algún punto de forma inalámbrica.

CAPÍTULO 8
EQUIPOS Y APLICACIONES

CAPÍTULO 8: EQUIPOS Y APLICACIONES

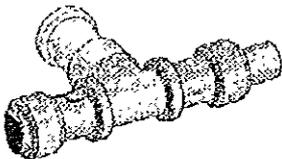
Para la realización de una red de comunicación entre equipos de computo se deben de considerar los equipos de conectividad necesarios para el buen funcionamiento del sistema esto dependerá del tipo de red que se instale, la topología usada, la velocidad de transmisión, numero de usuarios, distancias entre ellos, aplicaciones, medio fisico utilizado, etc

En esta sección se detallaran los diversos tipos de equipo para redes LAN y WAN enfocándonos en los que actualmente se están ocupando en las industrias y empresas nacionales e internacionales, se nombraran los fabricantes más importantes en México, los avances que están teniendo en cuanto al desarrollo de equipos y los modelos que se estan implementando en las diversas tecnologías que se describieron anteriormente en este trabajo, este capitulo se basará principalmente en las tecnologías Fast Ethernet, ATM Gigabit Ethernet y Redes Inalámbricas, tecnologías que actualmente son las que se están instalando en nuestro país y en el resto del mundo.

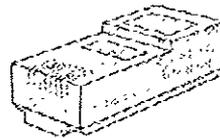
Para lograr la conectividad efectiva entre los equipos que se deseen enlazar, se debe tener capacidad de diferenciar e identificar los dispositivos de hardware que permitirán la conexión de cada uno de los equipos dependiendo el medio de enlace; los dispositivos que permiten comunicar estaciones de trabajo pueden ser de varios tipos, uno de ellos son los conectores al medio de transmisión, las plataformas de interfaz de red y los equipos de comunicación para redes, a continuación se explicaran cada uno de estos tipos.

8.1 Conectores al Medio de Transmisión (Transmission Media Connectors)

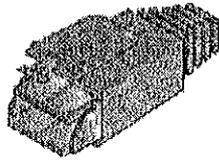
Cada medio de transmisión sea coaxial, cobre (UTP), fibra óptica o aire, tiene uno o más conectores físicos, con los cuales se podrán conectar varios dispositivos para lograr comunicarse, este tipo de conectores se debe de reconocer ya que será el primer paso para usar hardware de conectividad y conectar apropiadamente cada segmento del medio de transmisión, para ilustrar esto se muestran los conectores para los diversos tipos de medio



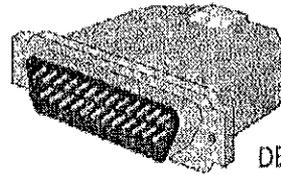
T-connector (with BNC connector)



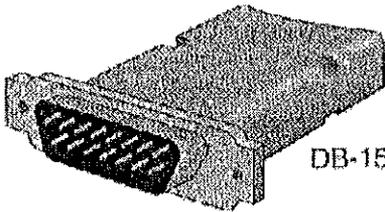
RJ-45



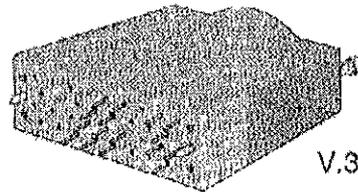
IBM Data connector



DB-25 (RS-232)



DB-15



V.35 (

8.2 Plataformas de Interfaz para red (Network Interfaz Boards).

Este es el siguiente dispositivo que se necesita conocer, técnicamente este dispositivo incluye todas las conexiones lógicas y físicas para enlazar equipos y medios de transmisión, típicamente es una tarjeta lógica que se instala en el equipo y permite tener acceso a un conector externo, sin embargo estos dispositivos pueden ser también de varios tipos: Transceivers, Network Interfaz Cards (NIC) y Transmission Media Adapters.

8.2.1 Transceivers

Todas las plataformas de interfaz para red incluyen algún tipo de transceiver, estos son dispositivos que pueden transmitir y recibir señales eléctricas o electromagnéticas sobre el medio de transmisión al que estén conectados, existen diversos tipos pero todos ellos emiten y/o perciben pulsos eléctricos, luz u ondas electromagnéticas.

Los transceivers se ubican en el rango de espectro electromagnético dependiendo del medio en el que operen, estos dispositivos mecánicos son capaces de crear o detectar luz y señales infrarrojas.

Cuando se utilizan cables para alimentar a estos dispositivos los transceivers son comparados con conectores, los cuales son de genero opuesto al que directamente están conectados (macho o hembra). Usando medio inalámbrico, los transceivers son precisamente dispositivos que están transmitiendo y recibiendo puesto que no se requieren conectores mecánicos para esta comunicación.

8.2.2 Tarjeta Interfaz de red (NIC: Network Interface Card)

Dispositivo que se instala físicamente en los equipos que se interconectarán en la red (PC's, Work Stations, Servers, Impresoras, Ploters, etc.), el cual incluye toda la circuitería y conexiones mecánicas para convertir las señales de la computadora que viajara por el medio, esta tarjeta incluye un transceiver sencillo pero puede contener uno o mas tipos de medio (RJ-45, AUI, Coaxial).

8.2.3 Módem (Modulador/Demodulador)

Convierte las señales digitales en señales analógicas para transmitir las por líneas telefónicas o transceivers de microondas; los módems son necesarios pues la red publica telefónica y las microondas utilizan ondas electromagnéticas pero los equipos de computo utilizan pulsos eléctricos de ahí la necesidad de tener que adaptarlos al medio.

8.2.4 Adaptadores para transmisión en el medio (Transmission Media Adapter)

Cuando una interfaz de red usa un conector diferente al que esta conectado al medio de transmisión, un adaptador para transmisión en el medio es usado, el propósito de estos adaptadores es recibir señales de un tipo de conector y convertirlas para su uso con otros tipos de conectores (RJ-45-Coaxial, RJ-45 - Fibra Optica, etc.), estos dispositivos pueden ser internos en el equipo o externos dependiendo del tipo y modelo del mismo.

8.3 Equipos de Comunicaciones para Redes

Para comunicar los segmentos de transmisión en la red es necesario instalar dispositivos que permitan la comunicación entre un número determinado de equipos; estos dispositivos permitirán no solo comunicar o enlazar estaciones de trabajo, permitirán también comunicar redes diferentes, extender el alcance de las redes que hoy en día están normalizadas en cuanto a las distancias entre segmentos dependiendo el medio físico para enlazar y ampliar las capacidades de transmisión y recepción de información en estos sistemas; estos dispositivos son los principales en las redes, es en ellos donde se basa el avance de estos sistemas de comunicación.

8.3.1 Repetidores

El paso de una señal a través de un medio de transmisión trae problemas tales como atenuación, esto resulta por las distancias entre dispositivos que se comunican y que en ocasiones son más grandes que las que el equipo puede cubrir, cuando estas distancias de cobertura se exceden, se usa un dispositivo de amplificación llamado repetidor; unos tipos de repetidores llamados simplemente amplificadores, amplifican todo lo que traiga

la señal que reciban incluyendo el indeseable ruido, otro tipo de repetidores conocidos como regeneradores de señal extrae solo la zona de datos de la señal recibida, la regenera y la retransmite, la nueva señal transmitida es un duplicado exacto de la señal original.

La regeneración de señal es usualmente preferible, sin embargo esta requiere mas tiempo y circuitería que una simple amplificación, lo que afecta también en el costo de este tipo de equipo.

8.3.2 Puentes (Bridges)

Un puente extiende el alcance máximo de la red interconectando segmentos separados de red. Los puentes seleccionan el paso de señal de uno de los segmentos a otro.

En el siguiente esquema se ven las acciones que sigue un puente:

- El puente recibe todas las señales enviadas por el segmento A.
- Descarta señales direccionadas a otros nodos sobre el segmento A (Filtro).
- Retransmite todas las otras señales fuera del puerto apropiado.
- Realiza las mismas funciones para datos sobre otros segmentos conectados.

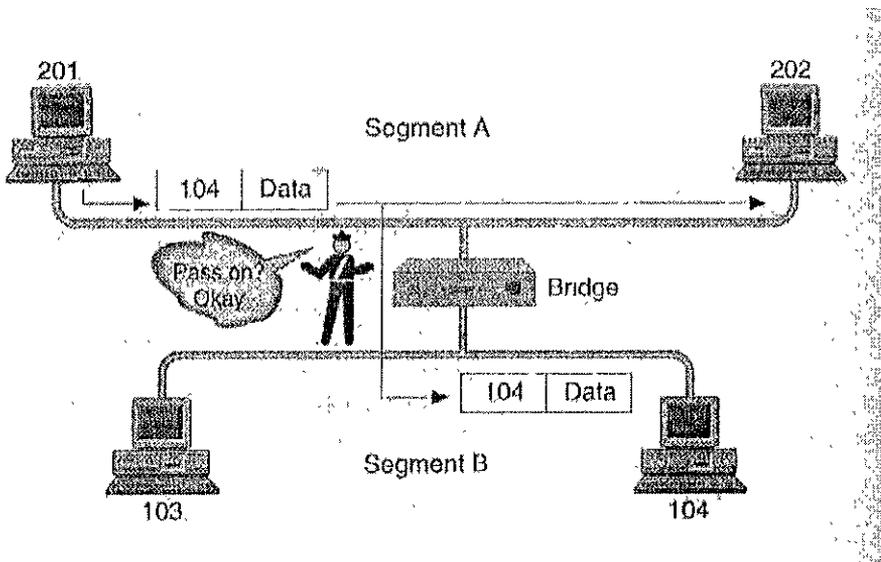


Figura 8.7: Esquema de aplicación de un puente

Los puentes llevan a cabo estas tareas para determinar la localización física de la fuente y del destino dentro de la red, esta localización la realiza identificando lo conocido como

direcciones, las direcciones son etiquetas con las que los equipos se configuran, esto permite hacer las estaciones de trabajo "visibles" dentro de la red con un nombre único que la identificará

Los puentes pueden filtrar señales por medio de identificación de direcciones, por esta razón los puentes son usados para dividir segmentos de una red y evitar sobrecarga en la misma, el puente previene la carga de tráfico en los segmentos.

8.3.3 Multiplexores

En las redes WAN, ocasionalmente se usan medios de transmisión que proveen mas capacidad del que una señal sencilla puede ocupar (DS0, E1, E0). Para hacer eficiente el uso del ancho de banda del medio de transmisión, se instalan multiplexores; un multiplexor, combina dos o más señales separadas sobre un medio sencillo de transmisión, los multiplexores son capaces de integrar voz, fax, datos y video sobre un solo canal de comunicación.

El multiplexaje de canales puede ser creado sobre un segmento de medio sencillo, el multiplexaje hace posible usar nuevos canales sin tener que instalar un nuevo medio. Por ejemplo se pueden agrupar muchos canales de bajo tráfico para ocupar el ancho de banda del medio al máximo, además se puede multiplexar para transmitir un canal digital de alta velocidad en varios canales de baja velocidad.

Los multiplexores usan los siguientes métodos para permitir a múltiples dispositivos comunicarse continuamente:

- Multiplexaje por División de Frecuencia (FDM).
- Multiplexaje por División de Tiempo (TDM).
- Multiplexaje por División de Tiempo Estadístico (StatTDM).

8.3.3.1 Multiplexaje por División de Frecuencia FDM

El Multiplexaje por División de Frecuencia usa frecuencias separadas para establecer múltiples canales dentro de un medio de banda ancha, para hacer esto el multiplexor crea señales portadoras especiales de banda ancha que operan en diferentes frecuencias, las señales de datos son adheridas a las señales portadoras y son recuperadas en la parte final del segmento por otro multiplexor

FDM es usado en LANs de banda ancha para separar diferentes direcciones de tráfico sobre el cable y así proveer servicios especiales como conexiones dedicadas entre equipos

8.3.3.2 Multiplexaje por División de Tiempo TDM

El Multiplexaje por División de Tiempo divide un canal sencillo en pequeños periodos de tiempo; bloques de bits, bytes o tramas de información pueden ser puestas dentro de

cada periodo de tiempo y pueden ser tan grandes como sea necesario siempre y cuando no se exceda el intervalo de tiempo ocupado.

La división de tiempo es una técnica de multiplexaje que puede ser usada en sistemas que transmiten en Banda Base, convencionalmente los sistemas TDM son algunas veces llamados síncronos TDM, esto por que las divisiones de tiempo son arregladas cuando el multiplexor está arriba, los periodos de tiempo son siempre de la misma longitud y son asignados en el mismo orden.

8.3.3.3 Multiplexaje por División de Tiempo Estadístico StatTDM 8

Los sistemas convencionales síncronos TDM desaprovechan el ancho de banda si muchos de los periodos de tiempo no son usados, el Multiplexaje por División de Tiempo Estadístico (StatTDM) resuelve este problema, por medio de asignación dinámica de los periodos de tiempo para activar dispositivos en una primera llegada, o prioridad básica. Un campo de control identifica el propietario de cada periodo de datos así la recepción en el multiplexor puede segmentar apropiadamente todas las señales individuales a su usuario correspondiente sin desperdiciar ancho de banda.

8.3.4 Ruteadores (Routers)

Los ruteadores son dispositivos que conectan 2 o más redes lógicas separadas. Las subdivisiones en redes lógicas son frecuentemente llamadas subnetworks, o subnets. Una subnet puede o no mapear directamente a un segmento físico sencillo, pero siempre representa una red discreta, la separación entre estas subredes se puede eliminar con el uso adecuado de ruteadores que comunicarán estas redes locales anteriormente separadas físicamente y con dominio de colisiones independientes, su funcionalidad esta basada en el envío de información dependiente de la capa 3; estos equipos aprenden redes no estaciones de trabajo generan su tabla de ruteo basandose en los siguientes pasos: quita la trama, se queda con el paquete de red y sabe a que red va y de cual viene, encamina el paquete de origen al destino sobre el enlace que no es un cable físico sino una red.

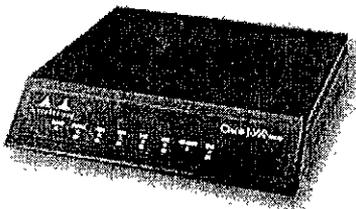


Figura 8.8 Router Cisco Serie 1000

Los ruteadores manejan protocolos ruteables y de ruteo, los protocolos de ruteo son lenguajes que utiliza el equipo para intercambiar tablas entre ruteadores, sirven también para checar la compatibilidad entre ruteadores, estos protocolos se utilizan cuando se tiene mas de una ruta disponible (Ruteo Dinámico); los protocolos ruteables se utilizan cuando el equipo establece el camino a seguir pues este es solo uno (Ruteo Estático).

8.3.5 Concentradores (HUB)

Los concentradores son dispositivos activos dentro de una red LAN disponibles desde 4 hasta 24 puertos, los cuales permiten compartir información entre diversos usuarios replicando los datos a todos los equipos conectados al concentrador.

Estos equipos son conocidos como hubs, manejan lo que se conoce como ancho de banda compartido; el ancho de banda se comparte entre todos los usuarios y la información que transmite un equipo lo reciben todos, solo el equipo al que va dirigido es quien captura el mensaje, el resto de los usuarios lo eliminan (comparten el medio), dependiendo el tipo y modelo, las velocidades que actualmente están manejando estos equipos van de los 10 a los 1000 Mbps, pueden o no, ser administrables, al igual que la capacidad de apilación; estos equipos permiten extender su capacidad de comunicación con dos técnicas de interconexión entre estos equipos conocidas como apilamiento y cascadeo.

Este dispositivo de red genera tráfico si los usuarios son muy recurrentes, el ancho de banda se reduce y por el algoritmo de detección de colisiones jamás se alcanzan las velocidades esperadas, actualmente su uso es en redes pequeñas cuyas aplicaciones no requieren ancho de banda dedicado, también se implementan en segmentos de redes grandes con grupos de trabajo de baja recurrencia al sistema.

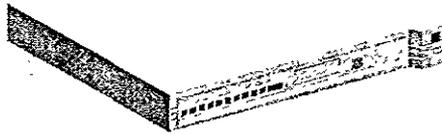


Figura 8.9 HUB 100 SSII 3Com

8.3.5.1 Apilamiento

El apilamiento permite conectar hasta ocho o diez equipos a través de un puerto down-up a una distancia no mayor a 30 cm entre hubs, la administración se realiza por toda la pila de concentradores; esta técnica se realiza cuando hay que comunicar varios usuarios en una misma área y el número de puertos en un solo equipo no es suficiente por lo que hay que extender el número de usuarios en un mismo sitio el cual puede llegar a ser muy elevado dependiendo el tipo de empresa donde se instalen estos sistemas.

8.3.5.2 Cascadeo

El cascadeo es una técnica que permite conectar hasta cuatro equipos a través de sus puertos frontales, esta técnica está normalizada para evitar degradamiento de señal para una distancia máxima de 100 metros entre hubs, la administración en este caso es individual en cada hub.

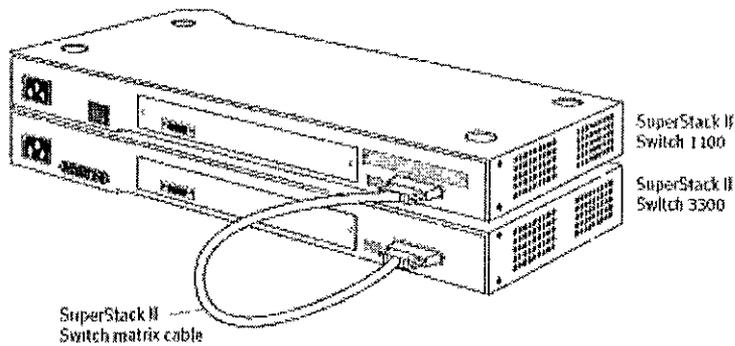


Figura 8.10 Técnica de apilamiento

8.3.6 Switches

Los switches son dispositivos inteligentes, se les asocia a un puente (bridge) mejorado; este tipo de dispositivo sabe quien transmite y quien va a recibir la información, con lo que mejora la distribución de esta entre punto y punto logrando así que la latencia se reduzca, el ancho de banda es dedicado lo que permite crear varios segmentos de colisión.

Los switches se clasifican en EDGE y CORE:

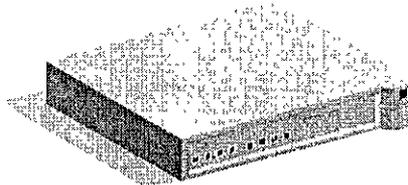


Figura 8.11 Switch 3000 3Com "EDGE"

Los switches EDGE (Capa 2) son equipos no muy robustos en su arquitectura física y lógica diseñados especialmente para grupos de trabajo, se usan en interconexión de pisos hacia el Backbone, traen módulos de fibra o de UTP para enlaces, dependiendo en que esté basada la infraestructura física de la red, la cual puede ser Fibra, UTP, o ambas; la transmisión de datos en estos dispositivos se realiza en base a direcciones MAC origen - destino, crean una tabla de dirección al momento de encenderlos y detectar los equipos conectados a sus puertos, estos equipos solo pueden comunicar equipos que pertenecen a una misma red lógica (misma dirección IP).

Los switches CORE (Capa 2 y Capa 3) son equipos de alto desempeño muy robustos en su arquitectura tanto física como lógica los cuales se localizan en el centro de la red y que actúan como enlaces centrales de comunicación dentro del sistema, por lo general están unidos al Backbone y se interconectan con switches EDGE, para la interconexión

en pisos y así tener los anchos de banda en rangos aceptables para la transmisión de la información; estos equipos a diferencia de los switches EDGE pueden hacer ruteo e interconectar redes diferentes a través de su dirección IP, permiten la creación de hasta 16 VLAN, soportan nuevas tecnologías tales como Gigabit Ethernet y ATM.

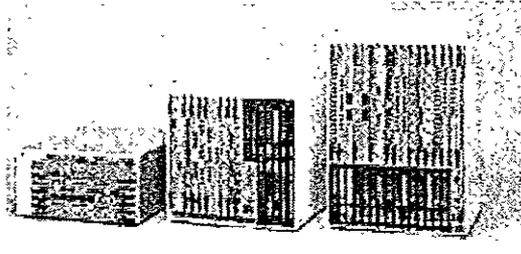


Figura 8.12 Switch CoreBuilder 5000 3Com "CORE"

8.4 Equipos para redes actuales

En esta sección se verán los equipos que actualmente se están instalando en redes de todo el mundo, nos enfocaremos en las marcas y modelos más recientes de Concentradores, Switches y Ruteadores para redes LAN y WAN, tanto para redes cableadas como para redes inalámbricas las cuales por su gran avance y desarrollo irán poco a poco ganando terreno con respecto a las redes cableadas; no se puede presentar el mejor equipo por que este no existe, mejor dicho, es el usuario de la red el que definirá cual es el mejor para su empresa o dependencia, dependiendo esto de las necesidades que desee cubrir, existen equipos muy robustos que estarían sobrados en redes pequeñas o medianas.

Los equipos que se presentan son solo en tecnologías actuales tales como Gigabit Ethernet, ATM y Redes inalámbricas, en algunos casos se indica el equipo para otras tecnologías cuando estos se presenten.

8.4.1 Equipo Fast Ethernet

Hoy en día las redes están requiriendo equipos que transmitan en forma combinada a 10 o 100 Mbps. los usuarios no siempre requieren tener 10 o 100 Mbps dedicados en sus equipos; dependiendo la carga de trabajo o de comunicación los requerimientos del usuario fluctuarán entre una u otra velocidad, que se puede presentar dependiendo del tipo de usuario ya sea Fast Ethernet, Gigabit Ethernet o ATM, esto para usuarios de alta recurrencia o para conexiones de servidor al Backbone. Es por esta razón que el diseño de redes se está basando en Switches EDGE y CORE y los hubs están quedando para usuarios poco recurrentes o que demandan poca información dentro de una red, además de que los hubs están entrando ya dentro de una nueva etapa de desarrollo

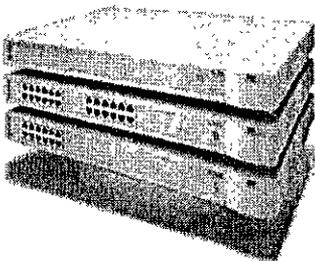
conociéndose este equipo como Switch/Hub el cual permite un medio dedicado, switchear velocidades y el costo no es alto como podría ser un Switch CORE.

Para las tecnologías que con mas frecuencia se implementan en redes LAN como Ethernet y Fast Ethernet, actualmente los equipos están ofreciendo anchos de banda que pueden ser compartidos por varios usuarios si se usan hubs o tecnología dedicada a estaciones de trabajo usando switches, el bajo costo en switches Ethernet y su entrega dedicada a 10 Mbps a traído preferencia de estos equipos sobre un hub Ethernet, además de que el switch, dará máximo performance, alta funcionalidad y alta administración en la red.

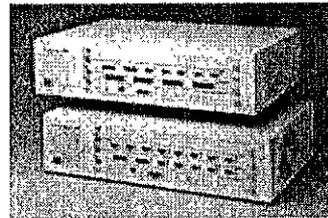
Fast Ethernet es una de las tecnologías más populares en alta velocidad aquí en México, por su costo efectivo, estabilidad y compatibilidad con tecnologías de ambiente LAN Ethernet, los equipos transmiten en 100BASE-FX en fibra y 100BASE-TX en cobre.

Soportan transmisión full-duplex para 10/100 Mbps Ethernet/Fast Ethernet con capacidad de auto-sensing, son una de las más económicas y flexibles formas de adherir ancho de banda mientras se emigra a otras tecnologías en el futuro.

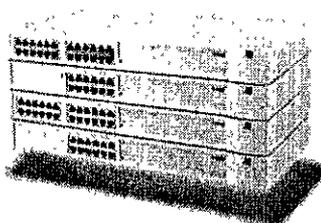
Esta tecnología de switcheo conocida como 10/100 combina la convencional 10BASE-T y la alta velocidad 100BASE-TX soportada en un solo dispositivo entregando de esta forma gran ancho de banda a escritorio; si se agregan hubs 10/100 se pueden generar grupos de trabajo de consumo mínimo de ancho de banda y el medio no se desperdicia, los switches automáticamente sensan la velocidad del dispositivo que se conectan a sus puertos (algunos a 10 Mbps o 100 Mbps) y los canales lo comunican con la velocidad apropiada. Ejemplos de equipos Ethernet Fast-Ethernet (10, 100 y 10/100 auto sensing).



HUB100 Super Stack II 3COM.



HUB Link Builder FDDI 3COM.



Dual Speed Hub 500 3Com.



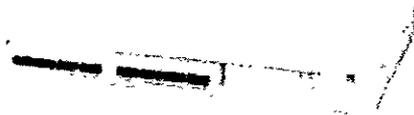
Switch Fast Ethernet 924TX.

8.4.2 Equipo Gigabit Ethernet

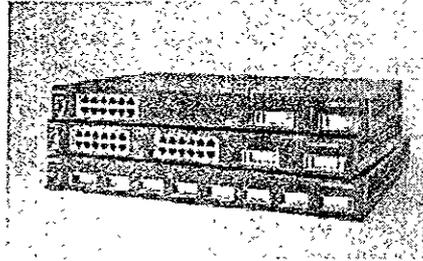
La tecnología Gigabit Ethernet (1000 Mbps) continua la simplicidad tradicional y manejabilidad de Ethernet y Fast Ethernet haciendo fácil la integración con equipo LAN existente. Este tipo de equipos permiten un incremento diez veces mayor en el ancho de banda que se maneja en el Backbone de los sistemas, arriba de lo que ofrecería Fast Ethernet con un impacto mínimo en la capacitación para el manejo de estos equipos. El ancho de banda extra ayuda a facilitar cambios y adiciones a la red, además de liberar la constante afinación de la red. Gigabit Ethernet es una poderosa solución para la comunicación entre backbone y server ya que entrega gran ancho de banda a costo efectivo preservando el formato de tramas Ethernet además de trabajar con el sistema de administración de tráfico, el número de puertos disponibles en estos equipos cambia dependiendo de las necesidades del sistema, de igual manera si los puertos son de fibra o de UTP.

Al igual que en otras tecnologías, en Gigabit Ethernet existe el switcheo a otras velocidades (10 ó 100 Mbps), lo que ayuda a los diseñadores a construir segmentos con diferentes tecnologías variadas dependiendo esto del tipo de área en que se distribuya la señal.

Ejemplos de equipos Gigabit Ethernet (100 y 100/GB Autosensing)

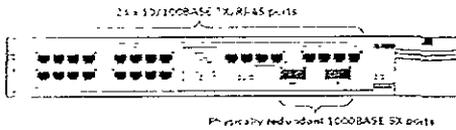


HUB 1000 SX SSII 3COM

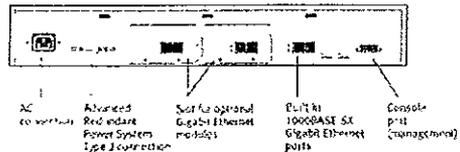


SWITCH CATALYST 3500 10-100-1000

CISCO



Switch 3800 SSII 3COM

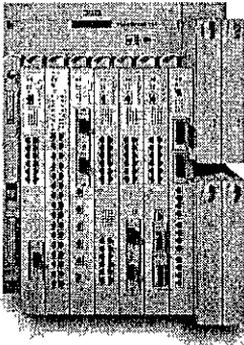


Switch 3900 SSII 3Com

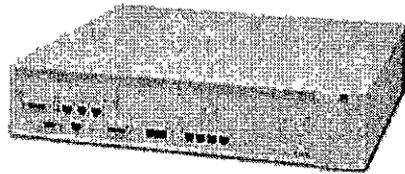
8.4.3 Equipo ATM

ATM es una tecnología establecida para Backbone en redes LAN o para enlaces dedicados WAN, por su gran capacidad de manejo en multimedia esta tecnología ofrece grandes beneficios a todas las organizaciones que la implementen ya que les permitirá gran integración entre ambiente de redes LAN Y WAN, además de ofrecer altos niveles de resistencia y redundancia. Para ambientes LAN los equipos actualmente ofrecen conexiones OC-3c (155 Mbps) y OC-12c (622 Mbps) para comunicación a través de la red. Estas conexiones no entregarán jamás el ancho de banda de un Gigabit Ethernet, pero ATM provee métodos alternativos para entregar anchos de banda muy aceptables dentro de un Backbone, garantizando el ancho de banda requerido por las aplicaciones de todo tipo así sea multimedia para redes LAN o WAN.

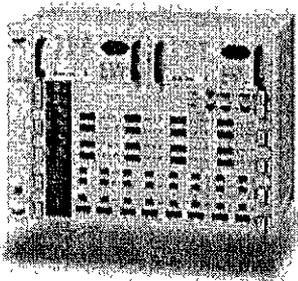
Ejemplos de equipos para redes ATM:



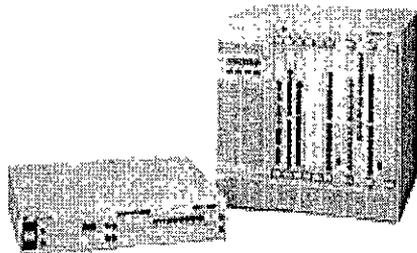
MultiSwitch 900 Digital



Path Builder 9300 3COM



Switch Core Builder 7000



Switch Core Builder 2500-6000

8.4.4 Equipo para Redes Inalámbricas

Los equipos para redes inalámbricas que fueron diseñados y creados para expandir la cobertura y la capacidad de las actuales redes Ethernet más allá de las capacidades del cableado tradicional, tienen aún la limitante de la velocidad, aunque día con día se dan avances en esta área, estos dispositivos extienden el alcance de las redes LAN proporcionando fácil acceso a la red para los usuarios móviles y localidades difíciles de cablear, para redes WAN se pueden implementar con módulos para antenas externas que tienen alcances de 20 a 40 Km. con línea de vista, estos equipos pueden trabajar en redes puramente inalámbricas o en combinación con redes cableadas, traen un puerto para generar un cascadeo con equipo concentrador que permitiría enlazarlos a una red cableada y así generar una red híbrida (cableada e inalámbrica), con esto, algunos usuarios estarían accediendo a la red en forma normal por medio físico en cobre o fibra y otros usuarios estarían accediendo en forma inalámbrica.

El equipo de una red inalámbrica consiste en 3 tipos de dispositivos. El punto de acceso, que sería el equivalente a un Hub o Concentrador dentro de una red cableada, este equipo realizara el enlace entre las estaciones de trabajo, los servers y los módulos de expansión, La tarjeta de interfaz para redes inalámbricas (incluye antena), equivalente al NIC de la red cableada y el Modulo para antena externa que permite generar enlaces entre edificios con alcance máximo de 40 Km. (antena aparte y de varios tipos), en un lapso de tiempo muy corto.

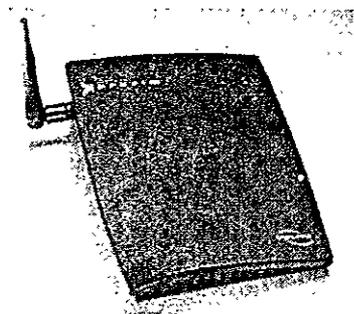
Las velocidades de transmisión en estos dispositivos varia dependiendo de marcas y modelos, actualmente se están desarrollando sistemas inalámbricos con la capacidad de transmitir a velocidades que van de 2 Mbps hasta poco más de 10 Mbps, su frecuencia de operación es de 2.4 Ghz (ISM) y todos los equipos están basados en el estándar del IEEE 802.11.

Ejemplos de equipos para redes inalámbricas:



Punto de acceso WavePOINT II
de Lucent Technologies

(De 2 a 10 Mbps, enlace ext. Hasta 20 millas).



Punto de Acceso PXII
de Proxim

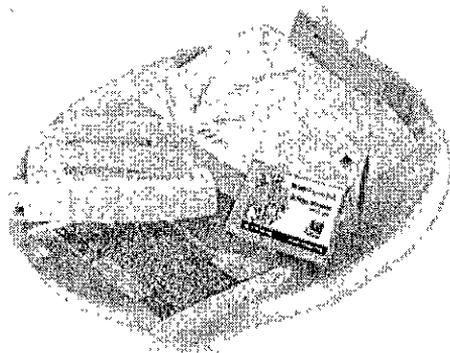
(Hasta 2 Mbps).



SmartSwitch

de Cabletron Systems

(10 Mbps, enlace externo hasta 10 millas)



RoamAbout Tecnología 3Com

Hasta 11 Mbps

(Disponible Otoño 1999)

8.5 Ventajas y Desventajas

Más que enumerar las ventajas y desventajas de un equipo a otro esta sección indica el por qué del uso de cierto equipo o no, se analizan sus características y se da una visión apropiada de cuando usar un equipo determinado.

El diseño de una red ya sea LAN o WAN debe tener en primer punto cubrir las necesidades detectadas en el usuario final; detectar estas necesidades permitirá al ingeniero diseñar un sistema que permita comunicar las estaciones de trabajo con el ancho de banda requerido y sin grandes problemas de tráfico o colisiones, así como que deba permitir crecimiento, compatibilidad, funcionalidad y facilidades de migración hacia nuevas tecnologías si es que se llegara a requerir.

Los diseños de las redes actuales están basados en su mayoría con topología en estrella, dada la gran aceptación que está teniendo el cableado estructurado hoy en día; el cableado estructurado maneja esta topología física, por lo que las redes tratan de alguna forma basarse en una estrella jerárquica, aunque hay equipos que permiten cambiar la topología lógica por medio de configuración, en estos diseños de red ya no se busca el manejo de una sola tecnología como podría ser Token Ring o Ethernet, hoy en día se busca cuidar el ancho de banda que permita el medio, de ahí la necesidad de tener que combinar tecnologías para poder aprovechar el ancho de banda al máximo, se busca hoy en día generar backbones de tecnologías de alta velocidad como lo podrían ser ATM o Gigabit y en los ramales secundarios distribuir la señal con Fast Ethernet o Ethernet.

Los equipo que se utilizan son dependiendo de las necesidades a cubrir, los hubs o concentradores tienen muchos usos en una red; en México se implementan aun redes Ethernet por el bajo costo que representan, algo que ya no sucede en E.U.A. o Europa, estos dispositivos, como ya se vio, manejan el ancho de banda compartido, por lo que este se desperdicia, el hecho que se comparta el ancho de banda entre usuarios, genera tráfico, colisiones y por los algoritmos de detección de errores que manejan los equipos, nunca se tendrán anchos de banda aceptables, a menos claro, que las velocidades que manejen los hubs sean arriba de 10 Mbps, de lo contrario el poco ancho de banda disponible en el canal, se desperdicia, por eso los hubs en el diseño de redes están quedando en segmentos de comunicación destinados a usuarios de baja recurrencia o que su demanda de ancho de banda en el sistema sea mínimo; hoy en día existen los equipos Switch/Hub los cuales permiten a través de lo que se conoce como autosensig detectar la velocidad de transmisión que está requiriendo el equipo conectado a sus puertos, de esta forma se generan segmentos de colisión diferentes, lo cual ayuda para la distribución de información dentro de los sistemas, en redes grandes (arriba de 150 estaciones de trabajo); por lo general los hubs son alimentados de señal por Switches EDGE

Cuando la red maneja alto promedio en cuanto a recurrencia y uso de esta, el ancho de banda debe ser dedicado por lo que se trata de mantener anchos de banda aceptables con switches EDGE para grupos de trabajo, además, si la red tiene un backbone de distribución grande y el número de usuarios es elevado, aparte de requerir enlaces externos, se implementan switches CORE o de capa 3, los cuales permiten mantener el canal realmente aprovechado, cosa que no sucedería si la red se basa en equipo concentrador. El uso de switches debe ser bien planeado, pues en redes pequeñas podría verse como un gasto excesivo el poner este tipo de equipo, amenos que los usuarios de la red realmente necesiten el ancho de banda que les entregaría un switch, es por esto que para el diseño de redes uno de los puntos a considerar es el número de usuarios y el tipo de aplicaciones que tendrá el sistema, así el ingeniero tendrá una visión del tráfico que se generará en esta y podrá proponer uno u otro equipo.

En redes empresariales o de grandes dependencias gubernamentales, las redes se basan en tecnologías híbridas, esto quiere decir que combinan tecnologías dependiendo de las necesidades del área o del segmento de red utilizado; por ejemplo, en una red donde existe una área de desarrollo de ingeniería la cual utiliza aplicaciones de desarrollo y de diseño requerirá un buen ancho de banda para que las aplicaciones que necesita viajen por un ancho de banda dedicado y no generen tráfico ni colisiones con otros paquetes de información que viajen por el canal, entonces el segmento de esta sección de la red se basará en tecnología switchheada a alta velocidad (Fast Ethernet, ATM, Gigabit) con equipo EDGE que a su vez se conectaría, tal vez, al backbone con equipo CORE; pero si en esta red también se encuentra un área de secretarías cuyas aplicaciones se basan en el uso de procesadores de texto y hojas de cálculo las cuales ya son residentes en sus equipos y la recurrencia a la red es solo para checar correos y bajar información al final del día, entonces el colocar switches aparte de ser gasto excesivo desperdiciaría el equipo, en este segmento la red se puede basar en concentradores Etherhet o Fast Ethernet a lo mucho, los cuales les darán el ancho de

banda que requieren y no serán afectados en ninguna forma el performance de la red; estos equipos se apilan o cascadean con un switch para darles un ancho de banda dedicado que proporcionará el switch dependiendo de la demanda que esté teniendo el concentrador.

En redes que requieren comunicación externa para enlace a Internet o para enlazarse con redes remotas se utilizan equipos ruteadores, los cuales a partir de enlaces privados como pueden ser DS0, E0 y E1 contratados con un "carrier" (proveedor de interconexión) se interconectan y comunican con otras redes, en base a estos equipos es como se ha desarrollado el principio de operación de lo que es Internet, el equipo comunica y enlaza redes diferentes en todo el mundo y a través de los equipos servidores de las redes comparten información y aplicaciones. El comprar el ruteador no abarca todo lo necesario para poder conectarse a Internet o a otra red, a parte del equipo se requieren como ya se menciono enlaces dedicados para poder hacerlo.

Actualmente existe una opción para redes pequeñas que requieren comunicación externa para enlace a Internet por medio de un equipo LAN módem y una sola línea telefónica convencional. Este equipo permite conectar hasta 25 estaciones de trabajo con una sola cuenta contratada con un ISP. El tipo de red sobre la cual puede operar el equipo es Punto a Punto o NT.

8.6 Aplicaciones

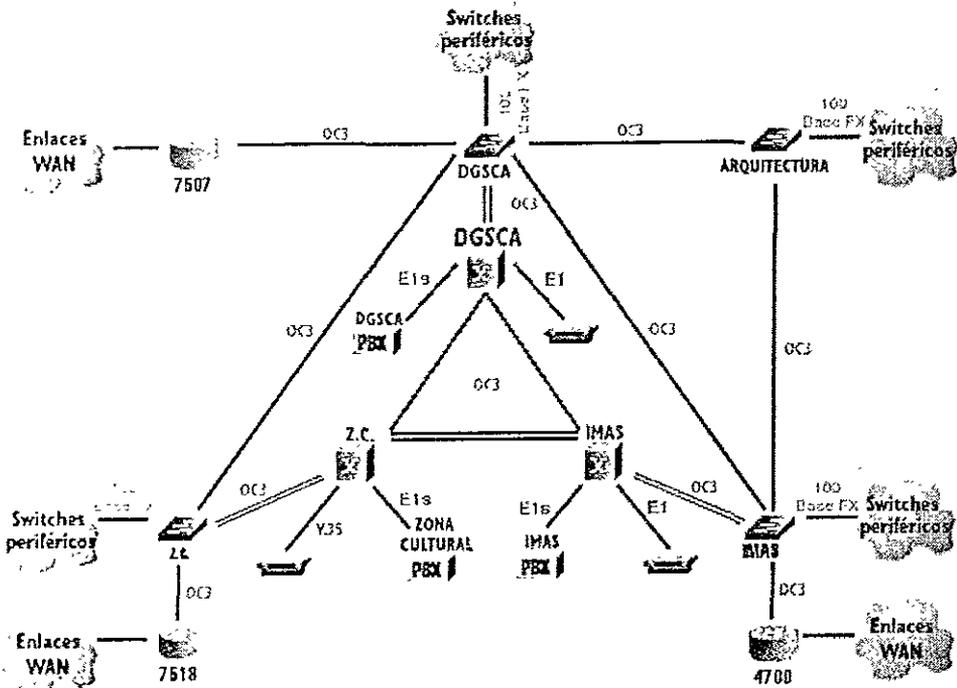
Cualquier lugar que requiera comunicar estaciones de trabajo será un usuario potencial de una red, las redes en México han tenido gran aceptación y demanda día con día tanto en el sector gubernamental como en el sector corporativo, a nivel mundial sería difícil enumerar qué empresa no cuenta o no necesita comunicarse por medio de una red ya sea LAN o WAN; si bien es cierto que aquí en México el empuje fuerte en redes lo da el gobierno y las grandes transnacionales dado el volumen de capital que manejan, poco a poco las empresas medianas están migrando hacia tecnologías de vanguardia, llámese ATM, Gigabit o redes inalámbricas o Frame Relay.

Las redes cableadas pueden tener aplicaciones en cualquier empresa, pero qué pasa con aquellas donde el cableado representaría una limitante o un problema?, las redes inalámbricas cada vez están teniendo más uso en hospitales, entre doctores y enfermeras para consultar equipos y monitorear pacientes a distancia y en cualquier momento, en exposiciones o en ferias donde no sería costeable generar una red cableada donde su uso será solo temporal también se están usando cada vez más, en entornos cambiantes o difíciles de cablear tales como bancos, edificios históricos, oficinas remotas o usuarios móviles; además de la posibilidad de enlazarse externamente entre edificios con alcances mayores a 30 Km, con un enlace dedicado de alta velocidad libre de licencias.

Como tema principal de aplicación de redes en México se explica la forma, arquitectura, tecnología y todo lo referente a la red de telecomunicaciones que actualmente está instalada en la Universidad Nacional Autónoma de México y que por su fortaleza a nivel internacional requiere del análisis de esta.

8.6.1 Red de Telecomunicaciones UNAM

En 1990 la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) dio a conocer seis proyectos prioritarios, entre los que destacaba uno enfocado al área de cómputo y las telecomunicaciones. Su finalidad era mantener en comunicación a sus investigadores, académicos, estudiantes y administrativos universitarios sin que afectara su ubicación geográfica, para el reconocimiento de la importancia de la comunicación eficiente e inmediata que llevara al mejoramiento tanto de la educación como de las funciones administrativas



La red de Telecomunicaciones de la UNAM.

Gracias a esta red de telecomunicaciones se puede obtener conocimiento y acceder a grandes volúmenes de información para ponerlos a disposición de la comunidad universitaria.

Dentro de la primera etapa de la red UNAM se instaló una red nacional privada satelital conformada por siete estaciones terrenas para la transmisión de voz y datos. Al mismo

tiempo, se sustituyó todo el sistema telefónico de ciudad universitaria por una red de conmutadores telefónicos digitales.

Para 1994, contando ya con una infraestructura tecnológica de punta tanto para la red telefónica como de datos, se incorporó una nueva red cuyo objetivo era educar a distancia a través de videoconferencias.

En junio de 1997 estaban ya conectadas 15 mil computadoras a la red de datos, además de 10 mil líneas del sistema telefónico digital, 20 salas de videoconferencia y siete enlaces internacionales, con una capacidad de transmisión de 10 Mbps a Estados Unidos para la conexión a Internet.

- **ATM, tecnología base de la red de Telecomunicaciones de la UNAM**

Un grupo especializado del personal de la Dirección de Telecomunicaciones diseñó la red integral basada en tecnología ATM (Modo de Transferencia Asíncrono), que presenta como característica fundamental el tener un gran ancho de banda.

Con la tecnología ATM se conmutan celdas que permiten de manera multiplexada llevar servicios de voz, datos y video.

El usar esta tecnología en el Backbone permite consolidar estas tres redes, aprovechando la inversión de la infraestructura. Este tipo de tecnología se caracteriza, ya desde el punto de vista del usuario, por garantizar calidad en el servicio, además de integrar las redes de voz, datos y video, hechos que tradicionalmente se manejaban en forma separada. Se tenía una red telefónica, una red de videoconferencia y una red de datos.

Otra característica importante de la red de telecomunicaciones de la UNAM es que no cuenta con tecnología de un solo fabricante. Es una red heterogénea, conformada con productos de diferentes proveedores, lo que en un principio generó algunos problemas superados gracias al Laboratorio de Interoperabilidad de Telecomunicaciones, donde se llevaron a cabo pruebas de comunicación entre los productos de las diferentes marcas. Y donde personal especializado actualmente investiga nuevas tecnologías.

Hoy en día se puede afirmar que, para las demandas de la UNAM se requiere ATM a nivel Backbone. Eso no quiere decir que a lo largo del tiempo no se implementen tecnologías emergentes, tales como Gigabit Ethernet.

Aparte de tener Interoperabilidad - lo que implica garantizar la comunicación con productos de otros fabricantes -, la red cuenta con otras dos características importantes. Una es la modularidad, lo que permite escalarlas con los switches, sin la necesidad de realizar una inversión muy fuerte. Lo que se hace es prácticamente comprar módulos o tarjetas adicionales que permitan expandir la planta instalada.

Otra particularidad es la escalabilidad, es decir, la facultad de implementar nuevos recursos tecnológicos de acuerdo con las necesidades que vayan surgiendo con el paso del tiempo, sin la necesidad de sustituir la tecnología ya instalada en el backbone.

Básicamente la tecnología de esta red está integrada por un Backbone con switches ATM Passport modelo 160 de Nortel. Para soportar el transporte de datos se utilizan ruteadores Cisco de la serie 7500, así como los switches 3Com Corebuilder 7000, los cuales se conectan con otros switches Corebuilder 3500 o 2500.

La parte de voz de la red se sustenta a través de tarjetas E1 conectadas directamente en los switches Passport con enlaces de voz E1 a los conmutadores NEC.

En la videoconferencia, existen enlaces de tarjetas E1 con una conexión directa hacia los MCU's que, en este caso son conmutadores de video de las marcas Videoserver y Vtel.

- Estructura de la red

Este tipo de servicio es una topología distribuida, lo cual significa que no se mantiene el concepto clásico de mainframes.

En esta red se utiliza un backbone con altas capacidades de procesamiento y de tráfico para que curse por ahí la información; lo que permite canalizar el tráfico de los diferentes puntos ubicados en cualquier parte de la república a través de enlaces externos.

La red esta conformada como una topología estrella, donde su centro es el backbone que conecta sus dependencias a través de enlaces con redes LAN y WAN.

A los diferentes institutos y centros se les asigna uno o varios segmentos de red, donde tienen una capacidad de 255 maquinas conectadas por segmento para comunicarse internamente y, si tienen relación con otras universidades o instituciones a nivel nacional o internacional, realizan un acceso a Internet para llegar a su destino final.

Para la correcta operación de la red están involucrados alrededor de 100 trabajadores, entre personal administrativo y técnico académico especializado.

Para que la red sea funcional debe permitir la conexión transparente entre las diferentes clases de computadoras en la universidad, como lo son PC's, mainframes, sistemas UNIX, Macintosh, además de poder convivir con los sistemas operativos de red utilizados en las redes locales. Por supuesto, ha de ser altamente confiable bajo cualquier condición operativa, y en caso necesario, contar con herramientas para la corrección de errores, para lo cual brinda al administrador facilidades de monitoreo y mantenimiento preventivo del funcionamiento de la red.

Características de la red de telecomunicaciones de la UNAM
<ul style="list-style-type: none"> • Transmisión indistinta de voz, datos y video, mediante sistemas digitales basados en normas internacionales que rigen actualmente.

- Integración a la red de las principales instalaciones de la Universidad a nivel local y foráneo.
- El sistema se conforma por 32 nodos operacionales de telefonía enlazados entre sí mediante fibra óptica, seis enlaces satelitales y microondas.
- Infraestructura para 13 mil servicios telefónicos alimentados por 2,400 troncales digitales conectadas vía fibra óptica con las centrales telefónicas publicas.
- Se cuenta con una red complementaria de respaldo de mas de mil servicios, basada en telefonía celular y líneas analógicas directas.
- Base de más de 22 mil computadoras comunicadas en la UNAM.
- 90 instituciones externas conectadas a la red UNAM.
- 15 millones de consultas mensuales promedio en diversos servicios.
- Más de 1,400 kilómetros de fibra óptica tendida en los campus.

El proyecto de ATM en la UNAM se dividió en tres etapas. La primera es la que se consolida a nivel backbone. La segunda llevarlo a algunas dependencias que ya están justificando grandes cantidades de tráfico, volúmenes de información y bases de datos. De esta forma la UNAM estará saliendo del backbone para llevar ATM también a algunos equipos servidores centrales sobre todo de determinadas dependencias y determinadas aplicaciones que justifiquen esta aplicación. La tercera etapa consistiría en llevar ATM al escritorio de los investigadores que justifiquen que necesitan este tipo de ancho de banda y gran capacidad de tráfico para sus aplicaciones substanciales.

Fundamentalmente la red cubre las necesidades de la comunidad universitaria, conformada por investigadores, personal académico, estudiantes y administrativos.

Adicionalmente, brinda el servicio de Internet, la UNAM es un ISP que brinda servicio de conexión y de enlace dedicado para otras universidades y dependencias gubernamentales, también ofrece claves de correo electrónico y de acceso por módem para conexión a la red.

Al buscar una mayor rentabilidad de la red, debido a la fuerte inversión realizada, se está tratando de definir una nueva política en relación a los cargos por servicio. Sin embargo, los investigadores y académicos de tiempo completo tienen acceso al servicio de manera gratuita.

Actualmente la red ofrece servicio a más de 30 instituciones internas y a más de 80 externas, para lo cual sólo se utiliza un 30 por ciento del total de la capacidad que puede soportar el backbone ATM, lo que permite tener un 70 por ciento libre para seguir trabajando

Para conectar a todas estas instituciones se utilizan seis enlaces satelitales, de los 11 iniciales del proyecto. Además de enlaces de tipo RDI, microondas, módem, radio módem, Ethernet vía microondas, Ethernet vía fibra óptica y spread spectrum.

Actualmente la red de telecomunicaciones de la UNAM cuenta con más de 22 mil computadoras conectadas, lo que representa un poco más de 110 mil usuarios potenciales, hablando exclusivamente de usuarios UNAM.

Además se tienen 19 mil 200 claves de correo electrónico trabajando en el servidor central de la UNAM, aunque existen muchos otros servidores de tamaño mediano y pequeño. En términos generales se estima que la UNAM cuenta con alrededor de 80 mil usuarios de correo electrónico.

A estas cifras se le suman unos 12 mil usuarios con acceso conmutado, es decir, a través de módems, para lo cual se utilizan 310 módems. Actualmente están saturados, aunque se esperaban módems adicionales para atender esta necesidad.

Hablando de aplicaciones de servicios de red que pueden ser el acceso a un correo electrónico o a una base de datos, y a la navegación en Internet, se tiene detectado que mensualmente el número de hits o consultas es de 15 millones promedio.

En los campus están instalados, más de 1400 kilómetros de fibra óptica; el total de conmutadores telefónicos interconectados para esta red llega a 33. Lo que permite abatir costos en conceptos de larga distancia, traduciéndose en una red privada a nivel nacional con más de 12,500 números o servicios telefónicos operando.

Igualmente, existen más de 30 salas de videoconferencia de la UNAM, con aplicaciones específicas de educación a distancia y la posibilidad de conectarse a 80 salas más, que forman parte de la Red Nacional de Videoconferencias.

Esta red se encuentra dentro de las mejores del mundo y no tiene comparación, en cuanto a magnitud, en México; sin duda es una de las mejores redes académicas de América Latina en su tipo.

Servicios disponibles en la dirección de Telecomunicaciones UNAM

- Consultoría y diseño de redes integrales de telecomunicaciones o redes multimedia.
- Asesoría en tecnologías emergentes de computo y telecomunicaciones
- Asesoría en sistemas y plataformas de gestión, administración y monitoreo de

redes.

- Asesoría en sistemas de seguridad y control de acceso para centros de cómputo y telecomunicaciones.
- Asesorías para configuración de equipos y sistemas a través de enlaces dedicados para el acceso a Internet.
- Asesoría para el acceso a Internet a través de líneas telefónicas (enlaces conmutados) vía módem y corrección de fallas.
- TeraByte en línea (almacenamiento masivo).
- Alojamiento de servidores.
- NICunam (Centro de información de la red).
- NOCunam (Centro de operación de la red).
- TACunam (Centro de asistencia técnica).
- Páginas de www.
- Impresión masiva.

- La red en el futuro

La UNAM, desde sus inicios con el proyecto de ATM, vislumbró que lo anterior era trabajado fuertemente por los diferentes fabricantes. Hoy en día la convergencia tecnológica es la tendencia en el sector de las telecomunicaciones y ya es una realidad y seguramente seguirá avanzando hasta el momento en que los servicios sean manejados a través de diferentes redes superpuestas y se puedan conducir por medio de una caja universal.

En el corto plazo se entrevé la implementación de servicios completos de voz, datos y video en las redes IP, pero mientras no se garantice el nivel de servicio y de confiabilidad que hoy en día una red pública brinda, no se va a hacer una realidad, el reto ya no consistirá en tecnología adecuada, pues la UNAM ya cuenta con ella, sino en el desarrollo de aplicaciones que lo permitan.

Gracias a las aplicaciones ya disponibles y a las que están por incorporarse, la red de telecomunicaciones de la UNAM es una posibilidad real de abastecimiento de información, pero también es una oportunidad de culturizar a estudiantes e investigadores en el uso de las redes, que a fin de cuentas, son una herramienta importante en el desarrollo personal y por lo tanto, social.

CAPÍTULO 9

**SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS
NACIONALES E INTERNACIONALES**

CAPÍTULO 9: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES

Desde un inicio, las tecnologías de redes han buscado transmitir información de la mejor manera posible, desde el dato más sencillo hasta movimientos financieros de millones de dólares entre varias naciones alrededor del mundo. Las perspectivas nacionales difieren en demasía de las internacionales, ya que la infraestructura de México es mucho menor que la de los países del primer mundo.

En México se tiene en lo que respecta a las redes una prioridad en cuanto a la manutención de las que ya se tienen, mientras que en países con más recursos tienen como prioridad hacer que sus equipos crezcan y evolucionen.

Partiendo del hecho de que las redes de computadoras en el mundo han crecido significativamente en los últimos años, seguramente una de las principales preocupaciones de las personas encargadas de la tecnología de redes en cada empresa de nuestro país, es la rápida actualización que necesita su infraestructura de redes y comunicaciones.

9.1 Estado actual

En los años recientes, la diversidad de las redes de comunicaciones se ha incrementado rápidamente en Latinoamérica. Cada nueva tecnología ha necesitado la creación de una nueva red para permitir su servicio, muchos de los usuarios de esos nuevos servicios provienen de redes de áreas locales (LAN). La proliferación de nuevos servicios sumado a la alta velocidad de bit y la rápida respuesta en el tiempo necesarias en esas redes locales, han desarrollado una demanda cada vez mayor por ancho de banda, e interconexión de redes públicas.

Tanto para entornos LAN como WAN, para redes privadas como públicas, la tecnología de conmutación de paquetes a alta velocidad, cuyos orígenes están vinculados a la fibra óptica, se está extendiendo ahora también a los entornos basados en cobre y en radio. Esta nueva posibilidad proporciona una solución inalámbrica para transmisiones multimedia de gran capacidad y de extremo a extremo, siendo esto una consecuencia más de la convergencia entre el cable y la radio.

Hoy en día a inteligencia en las redes inalámbricas permite moverse entre diferentes redes, es decir, los usuarios pueden pasar de un sistema a otro con independencia del factor de ubicación geográfica. En este contexto, se están estudiando, entre otros temas, aspectos como la interconexión y compartición de bases de datos y de procesadores, así como la señalización de canal común, con objeto de conseguir una interconexión y compartición de recursos sin discontinuidades en el paso de un sistema a otro, o lo que es lo mismo, seamless.

La administración efectiva de la información de red, así como la ubicación rápida y precisa de fallas, son elementos claves para ofrecer un servicio veloz. Este tipo de software es proporcionado por cada fabricante de equipo dependiendo de la dimensión

del sistema, los cuales modelan la red de manera gráfica y almacenan toda la información en la locación central, incluyendo los datos de evaluación, comisión, calidad y el historial de la red; este tipo de redes son las que se están haciendo comunes tanto en México como en América Latina.

Los protocolos como TCP/IP son un ejemplo de las tecnologías diseñadas para hacer más eficiente la transferencia de información.

Sin embargo, en México, éstas no han sido suficientes, ya que cada vez es más necesario contar con tecnologías que permitan que todo tipo de empresas cuenten con una red estable que les permita la transmisión confiable de datos, asimismo se requiere *de un conocimiento exacto de la metodología para planear una nueva red o los cambios que se deban realizar.*

Hoy en día, en las empresas de nuestro país están tendiendo a renovar su infraestructura de comunicaciones basando sus redes en cableado estructurado categoría 5, lo que les permitirá mayor confiabilidad y flexibilidad para nuevas y futuras aplicaciones. Debido a los altos costos de implementación de estos sistemas, en México se continúan implementando sistemas de comunicación mediante cableado provisional, lo anterior puede traer problemas a los usuarios de este tipo de sistemas.

El empuje fuerte en México para implementación de redes de comunicaciones lo dan las grandes dependencias de gobierno (PEMEX, IMSS, SSP, SEGOB, CFE, etc.) y las grandes empresas transnacionales asentadas aquí. En todas estas organizaciones se implementa tecnología de punta para la transmisión de datos como por ejemplo ATM, Frame Relay, Gigabit Ethernet basados en cobre o fibra óptica; mientras que para las empresas medianas y pequeñas están quedando los sistemas de 10 y 100 Mbps basados en cobre, mercado que actualmente ocupa gran porcentaje de implementación en nuestro país.

Además de las tecnologías anteriores también se está abriendo el mercado para redes inalámbricas locales y de enlaces externos; debido a la flexibilidad que da el hecho de no tener que cablear o depender de un cable para estar conectado a un sistema de red, este tipo de redes está teniendo gran aceptación en entornos muy cambiantes como por ejemplo en bancos, constructoras, edificios históricos, etc.

9.2 Tendencias

En cuanto a tecnologías en redes locales, la tendencia apunta hacia tecnologías fáciles de instalar y administrar, tales como el Fast Ethernet y Gigabit Ethernet, mezclando esquemas compartidos para estaciones de trabajo estándares y esquemas dedicados o conmutados (LAN switching), para servidores y estaciones de trabajo de alta demanda. Existe también la posibilidad de utilizar mayores anchos de banda, tal como sucede con el Gigabit Ethernet.

En redes de área amplia (WAN), la tendencia marca el uso de esquemas de conmutación de celdas y paquetes que permitan la interacción de voz, video y datos a

través de la misma infraestructura, tal es el caso del Frame Relay y ATM (Asynchronous Transfer Mode). En el campo de los protocolos definitivamente la tendencia es TCP/IP.

Los proveedores de interconexión (carriers), para enlazar oficinas en diferentes localidades, continúan evolucionando hacia nuevos servicios de valor agregado, mediante aprovechamiento de las características de tecnologías como ATM o Frame Relay

En este sentido, existe una preocupación latente por la seguridad, la cual se resuelve con la creación de una red virtual privada (Virtual Private Network). Esta red utiliza circuitos conmutados y crea una línea dedicada con facilidades de encriptación, asegurando la confidencialidad de la información al viajar por la infraestructura de un tercero.

Cada vez será más importante el contar con procedimientos y herramientas que contribuyan a mantener la operación continua de la red, debido a que facilitan considerablemente la administración de la infraestructura de comunicaciones. En este rubro, es posible utilizar los servicios del proveedor de interconexión, estableciendo un contrato con acuerdos de niveles de servicio. Al respecto, el proveedor del servicio, deberá entregar información sobre el comportamiento de la red. Esta información debe especificar los anchos de banda, protocolos, sistema de nombres de dominio, qué equipos se deben utilizar, entre otros puntos.

No se puede negar que conforme avanza la tecnología existen más parámetros para configurar, con el objeto de lograr un comportamiento óptimo con la infraestructura existente, por lo tanto, es importante apoyarse en proveedores externos especialistas en diferentes tecnologías para optimizar la red.

La interacción con Internet deberá ser cada vez mayor, por lo tanto es vital incrementar los esfuerzos para integrar la operación de las empresas hacia este medio que en nuestros días es de los más importantes, por lo que se deberán manejar los siguientes servicios

- Publicidad en Internet.
- Correos electrónicos
- Comercio Electrónico.
- Aplicaciones Internet/Intranet.

Al Planear la infraestructura de las redes, es importante tomar en cuenta en mayor o menor medida todos los puntos antes mencionados.

9.2.1 Tendencia en tecnologías

- **Gigabit Ethernet sobre categoría 5**

El IEEE aprobará previsiblemente el próximo otoño un estándar que permitirá el soporte de Gigabit Ethernet sobre cable de par trenzado de Categoría 5, evitando así la necesidad de instalar cable de fibra óptica, mucho más caro. El estándar propuesto tiene un amplio soporte y podría disponer de productos acordes con él para finales de año. Si el estándar recibe finalmente la aprobación del IEEE en el mes de septiembre, las empresas que dispongan de Categoría 5 podrán soportar Gigabit Ethernet donde sea necesario, con una distancia máxima de 100 metros. Según Colin Mick, miembro del grupo de IEEE que desarrolló el estándar, considera que en torno al 90 por ciento del cableado de Categoría 5 puede soportar Gigabit Ethernet, aunque los usuarios deberían comprobar dicha capacidad para determinar si puede hacerlo sin interferencias ni ecos.

3Com, Nortel Networks y Cabletron Systems ya tienen planes para soportar el nuevo estándar, aunque ninguna de ellas ha develado detalles al respecto. Adicionalmente, Cisco Systems ha anunciado que soportará la especificación cuando exista demanda suficiente por parte de los usuarios. Mientras, los expertos prevén que los productos de conectividad que se desarrollen para este estándar serán previsiblemente conmutadores, tarjetas adaptadoras de servidor con autodetección y módulos de enlace que permitan a los conmutadores existentes soportar Gigabit Ethernet y otras tecnologías simultáneamente.

Algunos usuarios necesitan mayor desempeño en las oficinas que las que puede proporcionar Fast Ethernet. Por lo tanto, para alcanzar un desempeño a alta velocidad basada en Gigabit Ethernet es necesario convertir desde las computadoras hasta el hardware de interconexión. Como en el caso de *Fast Ethernet*, las tarjetas multivelocidad operando a 10, 100 ó 1,000 Mbps concederán tecnología de información a los usuarios una vez más probando a muy alta velocidad. En algunos casos, los usuarios serán capaces de elevar sus conexiones de 10 Mbps o 100 Mbps hasta 1,000 Mbps con tan solo girar un Switch.

Realmente esto será un poco más difícil que tan solo girar un switch. Gigabit Ethernet tiene diferencias resaltadas con respecto a Fast Ethernet. La primera diferencia es el número de alambres necesarios para transmitir y recibir los datos. Mientras que 10Base-T y 100Base-TX ambos requieren solo dos pares para transmisión y recepción de información, 1000Base-T requiere los cuatro pares. Gigabit Ethernet sobre cobre opera en modo Full Dúplex. Esto es, transmite y recibe simultáneamente sobre los cuatro pares de alambre de un cable categoría 5. Los usuarios de esta tecnología podrán tener que recablear la conexión en sus cubículos para utilizar los pares extras de alambre, pero este precio es muy bajo comparado con la ganancia que se obtendrá en ancho de banda.

Debido a que el Control de Acceso al Medio (MAC) ha permanecido virtualmente sin cambios, excepto por el hecho de que ahora opere 10 veces más rápido, el corazón del problema radica en el diseño del dispositivo de interfaz de la capa física. Este

planteamiento combina el procesamiento analógico y digital con el objeto de llevar a cabo la transmisión y recepción simultánea de 125 Mbaud sobre cuatro pares de cable UTP-5.

Uno de los problemas de procesamiento más interesantes involucran la transmisión y recepción de señales de cinco niveles que la capa física transmite sobre el cable. Modulación por amplitud de pulso de cinco niveles (PAM-5) es utilizada para la transmisión sobre cada par para reducir el ancho de banda y mejorar la eficiencia espectral. Dos bits de datos son codificados en una señal de cuatro niveles con el quinto nivel para control. Esto se traduce a 250 Mbps de datos transmitidos sobre cada par de alambres.

La diferencia es que ahora tenemos 8 señales operando a 125 Mhz contra dos señales operando a 25 Mhz de Fast Ethernet. Por lo tanto debemos poner más cuidado en detalles como los campos magnéticos, la vulnerabilidad al ruido y acoplar correctamente impedancias entre la interfaz y los cables para minimizar los efectos tales como pérdidas y atenuación de la señal.

- **Transporte de circuitos E1 sobre troncales IP**

El operador sueco Telia, el fabricante de soluciones de acceso de voz y datos RAD Data Communications y la compañía Toledo Communications están realizando pruebas de campo conjuntas para transportar circuitos E1 transparentemente sobre redes IP basadas en Ethernet.

Las pruebas tratan de determinar la viabilidad de ubicar los muchos enlaces E1 con los que cuenta Telia en Estocolmo a través de MAN (Metropolitan Area Networks) privadas IP/Ethernet basadas en fibra.

Un elemento clave de esta arquitectura de red es IPmux de RAD, que convierte circuitos E1 en paquetes IP de forma transparente, transmitiéndolos sobre troncales IP basadas en Gigabit Ethernet, lo que evita utilizar pasarelas de Voz sobre IP. La línea de productos SEAM (SDH Ethernet Access Multiplexer) de Toledo Communications, una pequeña firma de alta tecnología de capital sueco y estadounidense, ofrece una solución escalable para el transporte E1 utilizando circuitos de calidad de datos IP estándares.

Las tres compañías que participan en el proyecto tienen previsto establecer un foro abierto que incluya a operadores y fabricantes de todo el mundo para estandarizar la interoperatividad de las topologías E1/T1 sobre IP, así como compartir información sobre aplicaciones y proyectos.

- **Home Networking de Intel**

Con la esperanza de liderar el emergente mercado del networking doméstico, Intel ha anunciado en Estados Unidos una nueva línea de productos diseñados para facilitar a las familias con más de un ordenador compartir accesos a Internet, impresoras, ficheros

o juegos informáticos. En Europa tendrán que esperar hasta el próximo año antes de poder disfrutar de esta nueva oferta .

La gama de soluciones, denominada AnyPoint Home Networks, integra un conjunto de productos que hacen uso de las líneas telefónicas existentes para conectar PC dentro del hogar sin la necesidad de añadir cableado adicional. Utilizando este sistema, los usuarios pueden compartir una única conexión a Internet y periféricos como impresoras o dispositivos de almacenamiento externos, incluidas unidades de back-up. Los usuarios de la red pueden enviar ficheros y mensajes de un PC a otro, así como participar en juegos informáticos desde habitaciones distantes. "Tenemos en mente la idea de que en la próxima década existirán 1,000 millones de ordenadores conectados en red. La construcción de redes domésticas simples y accesibles es un paso imprescindible para que esta previsión llegue a convertirse en realidad", asegura Mark Christensen, vicepresidente y director general del Network Communication Group de Intel .

Según los expertos, este lanzamiento ayudará a Intel en un momento en que los precios de PC y chips, segmentos liderados por la compañía, están cayendo . La simplicidad de su oferta, apuntan, constituye un factor a favor del éxito de la compañía en esta nueva área de negocio, ya que los productos resultan atractivos para los potenciales usuarios.

- **Router basado en Linux**

NBase-Xyplex acaba de anunciar lo que los analistas consideran que será el primer router basado en el sistema operativo Linux. La compañía lanzará el equipo OSR8040, un chasis de 18 ranuras y 40 Gbps con módulos Ethernet a 10/100 Mbps y Gigabit Ethernet, al que Linux proporcionará niveles de programabilidad y flexibilidad superiores a los que aportan sistemas operativos propietarios como IOS de Cisco o BayRS de Nortel, según los expertos.

Sobre routers basados en Linux, además de los protocolos y algoritmos de encaminamiento, los usuarios pueden escribir aplicaciones especializadas de calidad de servicio, seguridad mejorada o servicios de cache Web, según NBase-Xyplex. Sin embargo –asegura Sage Research– estas ventajas tendrán un atractivo limitado para los usuarios corporativos, "porque las corporaciones quieren productos que puedan configurar y olvidarse de ellos". Para Sage, estas compañías no apreciarán el valor de Linux, porque no suelen escribir sus propios módulos de software. No obstante, los operadores y proveedores de servicios Internet (PSI) sí están acostumbrados a desarrollar sus propias aplicaciones y Linux les proporciona una flexibilidad a la que no están acostumbrados.

El equipo de NBase-Xyplex puede albergar hasta 128 puertos a 10/100, 32 Gigabit Ethernet y 64 ATM o de paquetes sobre SONET OC-12 . Los módulos futuros permitirán al router soportar 128 puertos ATM o POS OC-3, y multiplexación por división de onda, además de otras interfaces ópticas de largo alcance.

- **Redes de banda ancha: ADSL**

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) es la tecnología que puede hacer posible el sueño de muchos, navegar por Internet sin esperas, olvidando cifras como 28,8 k o 56k de los módem tradicionales.

La tecnología ADSL fue desarrollada en 1989 por Bellcore. En la actualidad, el ADSL Forum, asociación que agrupa a los distintos fabricantes, se encarga de la estandarización de esta nueva tecnología.

ADSL se basa en conectar dos módems a ambos extremos de una línea telefónica tradicional (el par de hilos de cobre). Las velocidades de transmisión son distintas según el sentido: Hacia el usuario final hasta 9 Mbps y hacia el proveedor de acceso hasta 800 Kbps. Esto supone una velocidad de transmisión 140 veces mayor que la de un enlace RDSI, acercándose a la velocidad de una red Ethernet convencional (10 Mbps). Los módems ADSL utilizan un tipo de modulación avanzada: DMT (Discrete Multitone). Este tipo de modulación se basa en dividir en sub-bandas el rango de frecuencias disponibles. En cada banda se utiliza la modulación QAM, simulándose así la función de varios módems QAM tradicionales trabajando en paralelo.

El ancho de banda en ADSL depende en gran medida de la distancia existente entre los dos módems. Por ejemplo, para la transmisión de TV digital se necesita un ancho de banda de 6 Mbps. En este caso, la central local no debe encontrarse a más de 1.5 Km del lugar donde se encuentra el usuario conectado. En el caso de vídeo a la carta (o demanda) basta con un ancho de banda de 1.5 Mbps. En este segundo caso, la central local puede estar situada a 5.5 Km. Las distancias entre nodos de la red de transporte no son importantes puesto que se trata de líneas de alta velocidad y fiabilidad.

Durante mucho tiempo se ha considerado la red telefónica como una red inadecuada para la transmisión de datos a alta velocidad. Sin embargo, esto no es totalmente cierto. El ancho de banda disponible de la red telefónica es de 3.1 Khz (rango de frecuencias entre 300 y 3400 Hz). Por lo tanto, queda todo un rango de frecuencias inutilizado (toda componente frecuencial situado en un rango no comprendido entre los 300 y 3400 Hz es eliminada por filtros). Por lo tanto, el ancho de banda no viene limitado por el par de hilos de cobre, sino por la tecnología aplicada en la red telefónica.

ADSL utiliza el resto de frecuencias disponibles (de 4 Khz a 2.2 Mhz), siempre y cuando a ambos lados de la línea se encuentren módems ADSL. La diferencia respecto a los módem tradicionales es que no pueden comprarse y conectarse directamente a la red telefónica. Es necesario que la compañía telefónica instale el módem en la central local. Por lo tanto, ADSL puede entenderse como un servicio que ofrecerán las compañías telefónicas.

Con ADSL es posible hablar por teléfono mientras se transmiten datos, gracias a filtros que distinguen entre voz y datos. En el rango de bajas frecuencias, poco se ha mejorado desde tiempos de Graham Bell (1876). En cambio, gracias a ADSL, la zona de altas

frecuencias, abre un nuevo mundo de posibilidades, principalmente un acceso rápido a Internet.

Se espera que el próximo año sea el despegue definitivo de ADSL. En la actualidad únicamente se encuentra funcionando en proyectos piloto. En Nürnberg (Alemania), unos 100 usuarios disfrutan ya de ADSL, gracias a un proyecto de Deutsche Telekom. En Suecia, Alcatel suministrará el hardware necesario para 2000 accesos ADSL a la operadora Telia en Estocolmo.

Si realmente el 2000 resulta ser el año de ADSL puede poner las cosas muy difíciles a los módem de 56k y a la RDSI. ADSL también puede afectar a las redes de cable. Las razones son:

Se calcula que en el mundo existen unos 760 Millones de accesos telefónicos. Sustituir estas líneas por fibra óptica o cualquier otro tipo de medio de transmisión tiene un costo altísimo, prácticamente inviable. La red de televisión por cable todavía está muy poco extendida en comparación con el teléfono. Además supone un cableado adicional (mayor costo). ADSL no reparte el ancho de banda. Los módem de cable soportan hasta 30 Mbps. Sin embargo el aumento del tráfico en una línea significa una reducción del ancho de banda por usuario. Esto no sucede con ADSL.

Uno de los principales inconvenientes de ADSL es que deba contratarse el servicio a la operadora telefónica correspondiente. Esto no sucede con los módem habituales, puesto que basta con conectarlos a la red, sin tener que dar aviso a la operadora.

Otro inconveniente importante es la saturación de los servidores al conectarse muchos usuarios con ADSL. Si, en la actualidad, muchos servidores ya se saturan con 100 usuarios concurrentes, si estos mismos 100 usuarios se conectan simultáneamente para correr una aplicación de multimedia, deberán esperar.

9.3 Perspectivas en la UNAM

En lo que se refiere a la red existente en la UNAM, las perspectivas a nivel local desde que inició su funcionamiento, han sido el promover el intercambio de ideas, pensamientos y opiniones que enriquezcan a los pueblos, instituciones e individuos.

Además de apoyar el crecimiento de la UNAM y de México, brindando una opción tangible para el libre tránsito de información entre las diversas instituciones generadoras y transformadoras de conocimientos en el país y el mundo.

También tiene como objetivo el acercar los bancos de información y otras fuentes de conocimiento a todo estudiante, personal académico, administrativo, y en general, a todo aquel que así lo requiera.

La tecnología base de esta red, es de Modo de Transferencia Asíncrona (ATM), que presenta como una característica fundamental tener un gran ancho de banda. Es una red heterogénea ya que no cuenta con tecnología de un solo fabricante, esto generó problemas en un principio, pero han sido superados gracias al Laboratorio de

Interoperatividad de Telecomunicaciones, que es donde se realizan investigaciones con equipos actuales y con nuevas tecnologías que pudiese aplicarse en la red.

A lo largo de los últimos años, se ha visto que la tendencia en el sector de las telecomunicaciones es la convergencia tecnológica, la UNAM desde los inicios de la red con el proyecto ATM, vislumbró que lo anterior era trabajando fuertemente por los diferentes fabricantes. Hoy en día esta convergencia ya es una realidad y REDUNAM seguirá avanzando hasta el momento en que los servicios, de ser manejados a través de diferentes redes superpuestas, se puedan conducir por medio de una caja universal en donde a través de una misma infraestructura de telecomunicaciones, se podrán utilizar las aplicaciones de voz, datos y video, lo cual ya podría manejarse con Frame Relay.

En el corto plazo se entrevé la implementación de estos servicios en la redes IP, pero será una realidad en el momento que se tengan servicios telefónicos confiables, el gran reto es, ya no con la tecnología o en la infraestructura, sino en el desarrollo de aplicaciones.

9.3.1 Internet 2

Según el director de telecomunicaciones de DGSCA, en la actualidad lo más importante no es contar con información sino contar con ella en el momento preciso en que esta se genera.

En este mundo globalizado e informatizado, las instituciones académicas que no cuenten con esta infraestructura, la cual es una herramienta de la educación, constituirían el equivalente aun país carente de carreteras.

Con la red de telecomunicaciones se abre acceso al conocimiento y se ponen a disposición grandes volúmenes de información, para lo cual ya se está probando en la UNAM Internet 2, la siguiente generación del Internet académico y de investigación.

La principal característica de Internet 2 es que requiere de infraestructura de hardware y software que soporte gran ancho de banda como enlaces OC-3, OC-12, OC-48 y superiores para poder soportar aplicaciones tales como bibliotecas digitales, learningware, telemedicina y laboratorios virtuales, además de garantizar altos niveles de calidad en la transmisión de los diferentes servicios.

En el caso de las bibliotecas digitales, se requerirá de servidores de altas capacidades para la transmisión de servicios multimedia.

Learningware permite recibir instrucción distribuida a través de la red, en donde conectándose a un punto de esta, se pueden tomar clases grabadas en video; la Telemedicina ofrecerá la posibilidad de que los pasantes vean de manera remota y en tiempo real una cirugía de corazón abierto. Investigadores y doctores podrán, asimismo, aprovechar, esta aplicación para asesorar remotamente a sus colegas.

El Internet actual ya no permite a investigadores y académicos intercambiar información de manera efectiva, debido a su comercialización. Por esa razón es que se están probando nuevas aplicaciones y servicios, con mayor ancho de banda y en tiempo real, que les permita, nuevamente, desempeñar sus funciones con un alto nivel de calidad.

Además de Internet 2, que está siendo probado por varias universidades de los Estados Unidos y la UNAM, existe una iniciativa de la administración del presidente de E.U.A. conocida como Next Generation Internet, que es muy similar a Internet 2 en cuanto a las capacidades y servicios que ofrecerá, enfocándose a aplicaciones comerciales.

9.4 Perspectivas en el proveedor para redes

En cuanto a la tecnología más reciente que es la transmisión inalámbrica de datos, las perspectivas para nuestro país son las siguientes:

La comunicación inalámbrica utiliza una tecnología llamada Servicio de Distribución Multicanal Multipunto (MMDS, Multi-channel Multi-point Distribution Service) que transmite señales a través del aire a una frecuencia de 2.5GHz, lo que permite una transmisión superior de señal digital a altas velocidades que con otras tecnologías inalámbricas. Ya que no se involucra ningún tipo de transmisión por satélite, los típicos problemas de latencia y restricciones de velocidad no aplican. La red fija e inalámbrica de los proveedores, es un medio altamente confiable, rentable, veloz y seguro para la transmisión de datos.

La seguridad en la transmisión inalámbrica, es lograda de cuatro formas principales.

- Primero, el servicio puede ser recibido únicamente en la banda de frecuencia asignada, la cual está bajo control exclusivo del proveedor. El canal (o banda) no se comparte con ningún otro servicio.
- Segundo, para obtener la información que viaja por la señal inalámbrica, un cliente debe tener un receptor digital exclusivo de cada distribuidor del servicio, el cual no está disponible al público en general.
- Tercero, el equipo (módem por cable) instalado por el proveedor en el sitio del cliente utiliza una "arquitectura ruteada", esto significa que el módem únicamente recibirá los paquetes de datos que están específicamente destinados a él. Muchos otros módem por cables emplean una "arquitectura puenteada" (bridging) que pasa y acepta todos los paquetes de datos. Los módem por cable instalados por los proveedores tienen una gran ventaja de seguridad al contar con un router integrado.
- Cuarto, el Centro de Operaciones de los proveedores debe utilizar varias formas de validación de usuarios. Además, el servicio es compatible y soporta cualquier herramienta de seguridad basada en el protocolo IP, incluyendo firewalls y servidores proxy. La red segura de los proveedores, en conjunto con su firewall o servidor proxy, puede asegurar codificación (encriptamiento) punto a punto, creando

una Red Privada Virtual (VPN, Virtual Private Network) para su compañía, con lo que obtiene una transmisión segura de datos sobre Internet.

9.4.1 Internet inalámbrico

Con el auge que ha tenido la supercarretera de la información, en la actualidad existe una opción de interconexión mediante sistemas inalámbricos. Esta red inalámbrica funciona de la siguiente manera, el suscriptor realiza una petición o envío de información, la cual llega al centro de operaciones del proveedor del servicio por medio de una línea telefónica o una línea dedicada en el servicio 1-Way (unidireccional inalámbrico) o por un enlace inalámbrico en el servicio 2-Way (bidireccional inalámbrico). Los datos son enviados al ruteador principal del proveedor, el cual los dirige hacia los enlaces de acceso a Internet, a los servidores locales o a otros suscriptores de acuerdo a la dirección IP destino. La información solicitada o la respuesta es entonces enviada al cliente desde el punto de transmisión del proveedor a través de frecuencias dedicadas, en donde es recibida por medio de la antena para servicio digital instalada en/o cerca de la azotea o en un lugar alto.

El receptor digital envía la señal hasta el módem por cable del proveedor que se encuentra conectado a la PC o a la red del cliente. El módem por cable procesa la señal y la transmite hacia el equipo que realizó la petición de información.

Para saber la velocidad a la que se recibe la información, el navegador o browser de Internet (usualmente Netscape Navigator o Microsoft Internet Explorer) tiene un indicador cerca de la parte baja de la pantalla. El browser mide la velocidad a la que esta recibiendo bytes. Por lo tanto, si su browser indica una velocidad de recepción de 125 Kbps (Kilobytes por segundo), esto es igual a un millón de bits por segundo o un Megabit por segundo (Mbps).

Existen otros factores que pueden influir en la velocidad a la que recibe, tales como características de la PC, la capacidad o saturación de la red de área local del cliente, y el tipo de conexión a Internet del sitio visitado.

Este es un enlace inalámbrico especial, que utiliza frecuencias concesionadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que son controladas en forma exclusiva por los proveedores del servicio, por lo que no se requiere de un enlace telefónico.

La red inalámbrica esta disponible únicamente para empresas en su fase de lanzamiento. El servicio comercial es el siguiente paso para todos los proveedores de este servicio. En México el proveedor principal es la MVS Net, que provee de conectividad a alta velocidad para las empresas que lo soliciten.

La tecnología utilizada es el Servicio de Distribución Multicanal Multipunto (MMDS) es una tecnología inalámbrica probada, que ha sido usada para la transmisión de señal de televisión por más de 30 años. El servicio de los proveedores será distribuido usando transmisores de radio localizados en el punto factible más alto en el área metropolitana a servir.

Cada cliente recibirá la señal MMDS con un pequeño receptor digital instalado en sus instalaciones con línea de vista a los transmisores. Algunos proveedores, tienen la concesión exclusiva de casi 200 Mhz de espectro de radio en el rango de frecuencia de 2.5 a 2.7 Ghz. Las frecuencias MMDS nos permiten obtener una cobertura de señal precisa, clara y amplia. Los clientes están protegidos de interferencias de otros usuarios, lo cual es improbable en otras frecuencias no concesionadas. La lluvia, niebla y otros factores climáticos nunca interfieren con la señal de MMDS, y por lo tanto, con el rendimiento de los enlaces de este tipo de transmisión, el área de servicio cubre un radio de aproximadamente 50 Km desde el punto de transmisión.

La capacidad de este tipo de transmisión está garantizada ya que es completamente expandible, por medio de "sectorización de antenas", que es usar la misma frecuencia en diferentes lugares, y por la celularización, que permite utilizar las frecuencias por medio de la construcción de sitios de transmisión múltiples. Conforme la base de clientes de este tipo de redes crezca y los requerimientos de ancho de banda aumenten, el incremento en tráfico en la red de los proveedores, puede ser atendido sin problema alguno.

Algunos de los beneficios que puede aportar una solución inalámbrica de este tipo son:

- **Velocidad.** Los enlaces inalámbricos soportan hasta 2.048 Mbps, además de ser completamente full-duplex, ya que cada canal es usado en una sola dirección, para transmisión o para recepción.
- **Puntualidad.** La instalación es realizada en un tiempo muy corto y no hay pérdida de tiempo.
- **Flexibilidad.** La velocidad de los enlaces se adapta a las necesidades reales del cliente, actuales y del futuro, en incrementos de 64 Kbps y de manera inmediata, gracias a que el ancho de banda se puede cambiar desde el centro de operaciones del proveedor en cuestión de minutos.
- **Economía.** No es necesario adquirir ruteadores o equipo adicional de comunicaciones, ni tramitar licencias para cada usuario, tampoco invertir en fibra óptica para obtener enlaces mayores a 128 Kbps.
- **Servicio.** Si desea cambiarse de oficina, el proveedor, instala en su nueva dirección en un tiempo corto, sin el problema de requerimientos de líneas digitales terrestres.

9.5 Red Tecnológica Nacional

En cuanto a las instituciones encargadas de regular las comunicaciones en nuestro país, la Red Tecnológica Nacional (RTN) tiene contemplado distribuir sus servicios mediante redes regionales que permitan agilizar el soporte técnico, intercambio de tecnologías de vanguardia y conocer las necesidades reales de cada uno de los nodos que la forman.

La RTN inició una campaña para dar a conocer los servicios que se empezaron a ofrecer a partir del mes de enero de 1999, servicios tales como:

- Servicios Estadísticos, que tendrán como finalidad proporcionar información detallada del comportamiento de los accesos y servicios que ofrece el nodo en tiempo real y de manera inmediata.
- Asesoría y Consultoría en materia de seguridad en redes.

Otra perspectiva de desarrollo importante es la referente a alianzas estratégicas con proveedores de equipo de telecomunicaciones, con el propósito de:

- Crear un laboratorio de pruebas de tecnologías con aplicaciones reales.
- Capacitación en nuevas tecnologías.
- Evaluación de nuevas tecnologías que propicien su aplicación inmediata en los proyectos más importantes de cada cliente.

En estos momentos, la evolución de los equipos es con una velocidad tan vertiginosa, que la gran mayoría de las instituciones nacionales que no tienen un presupuesto única y exclusivamente para la actualización de equipos, que en el momento en el que se pueden realizar dichas actualizaciones, se observa que casi siempre ya han pasado más de una actualización del equipo que se está ocupando.

Para que esto suceda en menor cantidad, se requiere de personal altamente capacitado para poder hacer uso de los recursos que se tengan en el momento sin necesidad de una actualización y en el caso de que se tengan los recursos suficientes para tener los equipos al día, que el personal sea altamente capaz para absorber todos los nuevos conocimientos en cuanto a las actualizaciones de dichos equipos.

9.6 Perspectivas Internacionales

Las perspectivas de desarrollo a nivel internacional dependen de varios puntos, el más importante, por supuesto es el económico, ya que los países en América Latina no cuentan con los recursos suficientes para implementar los últimos avances en tecnología, salvo las empresas transnacionales que tienen la capacidad suficiente para actualizar sus equipos.

En Asia, existen instituciones gubernamentales que rigen a las empresas fabricantes de equipos de comunicación y estas instituciones son las que imponen las escalas de precios a los que se deben poner a la venta comercial estos equipos. En Europa algo semejante sucede pero cambia en cada país y la economía está permitiendo que todo tipo de actualizaciones y avances tecnológicos con respecto a redes de transmisión se encuentren en estos momentos en un punto bastante favorable para el crecimiento rápido en cuanto a comunicaciones de los usuarios.

En los países de América Latina, la prioridad en estos momentos es mejorar el medio de transmisión, por lo que la implementación de fibra óptica como medio de transmisión es la solución en estos momentos a las necesidades de la gran mayoría de estos países.

Las perspectivas de las comunicaciones en el ámbito de estos países deben enfocarse al objetivo de unir a través de un medio físico o inalámbrico áreas de trabajo, sabemos que esta comunicación traerá como resultado mejores instalaciones para la realización de trabajos, niveles de vida para un mundo comunicado por medio de teléfonos, telégrafos, radio etc.

CAPÍTULO 10
CONCLUSIONES

CAPÍTULO 10: CONCLUSIONES

Una red es un sistema basado en interconexión de equipos que permiten la comunicación entre ellos así como la compartición de recursos; existen diversos tipos, topologías, modelos y formas, así como técnicas y tecnologías de implementación. Una red debe ser descrita basándose en normas, estándares, en el rango de cobertura del sistema, el tipo de infraestructura física utilizado, la velocidad requerida, la tecnología implementada, así como los alcances y límites que el sistema pudiera presentar.

Hoy en día, en el ámbito mundial, las nuevas tecnologías en el área de redes están alcanzando velocidades y calidad en transmisión que hace poco no se hubieran siquiera imaginado, estas tecnologías son el resultado de varios años de investigación y avance en el área de hardware y software, varias tecnologías que hoy se toman como nuevas en su mayoría están basadas en estándares y tecnologías que tienen varios años de estarse utilizando en todo el mundo, otras tecnologías son innovaciones o diseños mejorados de un estándar ya trabajado. El decir nuevas tecnologías aquí en México nos debe hacer referencia a lo que actualmente se está implementando en esta área en nuestro país, aunque depende mucho el país donde se esté para usar este término de "nuevas tecnologías", tal vez lo que aquí es nuevo, en Europa o Estados Unidos ya no lo sea o existan ya equipos o tecnología nueva que desplaza fácilmente lo que en un país puede aparecer como actualizado, aunque los tiempos de aparición en este tipo de avances es realmente corto; el actualizarse constantemente ayudará al ingeniero a estar al corriente en cuanto a equipos e innovaciones en esta área.

Dada la posición de México dentro de la implementación y desarrollo tecnológico a nivel mundial, se recomienda el estudio y dominio de los temas de redes Ethernet y Fast Ethernet muy a detalle, la mayoría de las redes en México están basadas en este tipo de estándares y aunque corporativos grandes y dependencias gubernamentales ya están migrando a tecnologías de vanguardia como ATM, Frame Relay o Gigabit Ethernet (1000 Mbps en fibra óptica), con infraestructura física en cobre (UTP), fibra óptica o sistemas inalámbricos, también existen en México por ejemplo, redes basadas en cable coaxial con una topología Token Ring (entre 4-16 Mbps).

Por esta disparidad en cuanto a las tecnologías usadas en México el ingeniero en comunicaciones enfocado en el área de redes de comunicación, concluimos que los realizadores de este trabajo deben estar preparados para el tipo de red que se necesite o que se le solicite diseñar e implementar, así sea Ethernet (10 Mbps), Gigabit Ethernet (1000 Mbps) o ATM (hasta OC-12c 622 Mbps). A veces el usuario quisiera la mejor red, la mayor velocidad en su sistema, el más alto performance, pero dada también la situación económica que prevalece en la mayor parte de México en muchas ocasiones se implementan redes que en otros países hace tiempo dejaron de usarse; es por esta razón que debemos prepararnos para poder afrontar y cubrir cualquier tipo de necesidad que se detecte, ofreciendo siempre conocimientos de todos los tipos de redes, ventajas de usar una tecnología sobre de otra y principalmente conocimiento de nuevas tecnologías que poco a poco irán cubriendo la infraestructura de comunicaciones en nuestro país y en el resto del mundo.

Para las nuevas tecnologías en redes que se analizaron en este trabajo y que fue el tema principal del mismo, no se puede hacer una comparación para ver cual es mejor o peor, cada una de ellas (ATM, Gigabit Ethernet, ISDN, Frame Relay, Redes Inalámbricas, etc.) tiene una aplicación y un motivo para lo cual fue desarrollada y que ya se menciono en su momento, cada una de ellas juega un papel muy importante en cuanto al desarrollo tecnológico en esta área de la ingeniería, más hoy en que México a pesar de los problemas económicos, sociales y educacionales, se intenta generar un avance tecnológico primeramente en el área gubernamental, viéndose esto en cada licitación pública que emite para la adquisición de sistemas de este tipo; al igual que el gobierno, empresas transnacionales y nacionales en área competitiva, no se quieren rezagar e invierten fuertes capitales que les den mayor fuerza a nivel nacional y mundial, todas ellas necesitan comunicarse, transferir archivos, monitorear áreas remotas o locales, extender alcances de cableados normales, instalar fibra óptica, todo esto para poderse comunicar cada vez a mayor velocidad y con mejor calidad, de ahí la capacidad que se requiere en los ingenieros interesados en esta área para poder ofrecer soluciones acordes a la necesidad del usuario.

La aplicación de cualquiera de las nuevas tecnologías, queda para ser elegida para el ingeniero que diseñe la red, las tecnologías "fuertes" están quedando para backbones y en ramales secundarios las redes se implementan con otras tecnologías; en una sola red se pueden combinar diversas tecnologías tales como Frame Relay, ATM, Fast Ethernet, infraestructura con cobre (UTP), fibra óptica, inalámbrica, dependiendo todo esto del tipo de necesidad que se requiera cubrir.

Aún queda bastante trabajo por hacer en cuanto a investigación de redes de comunicación en México, ya existen programas de apoyo en la UNAM y en otras universidades para desarrollar ingenieros actualizados en esta área por medio de un plan de becas, teniendo el respaldo de fabricantes de reconocimiento a nivel mundial.

Por último podemos decir que este trabajo resultó ser de mucho interés para sus realizadores ya que se ampliaron los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria y laboral, se realizaron buenas relaciones con fabricantes de materiales y equipos para redes y se generaron las bases para un desarrollo profesional basado en la actualización permanente.

APÉNDICE A

**COMENTARIOS, PASOS PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED**

APÉNDICE A: PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED

En el mundo de las redes de comunicación sean LAN o WAN toda persona interesada o estudiosa de este tema u otras áreas de la ingeniería, debe estar consiente de la constante actualización que debe tener, día con día aparecen nuevos cambios tecnológicos en todas las áreas y el ingeniero que se estanque o no se actualice en su área, simplemente quedará fuera de toda posibilidad de progreso tanto personal, como profesionalmente.

En la mayoría de las redes se busca hoy en día que estén certificadas o normalizadas, el cableado estructurado nos permite eso, lograr una certificación del sistema de cableado de la red, aunque el cableado de una red puede o no ser estructurado, lo que buscan muchas empresas y dependencias por estándares de calidad y certificaciones, es que sus sistemas estén garantizados y respaldados por los fabricantes de los componentes del sistema; el llevar a cabo esto dependerá en mucho del usuario de la red, el tener un cableado estructurado le permitirá entre otras garantías, un performance alto en el sistema, generación del sistema basándose en normas internacionales (EIA/TIA), un buen funcionamiento de las aplicaciones que se utilicen, la velocidad esperada en la red, fácil administración y flexibilidad así como la protección de su sistema contra perturbaciones electromagnéticas, inducción de ruidos externos, humedad, rupturas mecánicas, etc. Una red que no cuente con esto claro que saldrá más económica en un principio, pero a la larga pudiera representar más gastos de los pensados.

En estos comentarios finales se plasmarán los pasos a seguir para la implementación de una red desde su misma conceptualización, estos pasos mostrados no son tomados de algún libro, manual, folleto o curso tomado, estos pasos se generaron a partir de la experiencia laboral que se ha tenido, estos son los pasos que se siguen en las empresas que se dedican a instalar redes, aunque claro habrá diferentes formas en atacar un problema, pero mostramos lo que nosotros aprendimos y que esperamos sea de utilidad para quien lo requiera:

Paso 1: (Conceptualización)

Detectar la necesidad de instalar o implementar una red surge a partir de que alguien, llámese empresa, dependencia gubernamental, usuarios particulares, universidades, etc. requieren comunicar equipos entre sí por alguna razón, los equipos que se pueden conectar en una red son variados: PC's, servidores, Work Stations, impresoras, ploters, etc. Cada uno de estos equipos representará un nodo (puerto) de la red que se instalará, cuando se detecta que realmente existe esta necesidad de instalar una red a nivel local (LAN) o con estaciones remotas (WAN) se procede a lo siguiente.

Paso 2: (Visita física)

Cuando ya se detectó la necesidad de instalar una red en algún lugar, lo que procede es realizar una visita física al (los) inmueble (s) donde se instalará el sistema, esta visita proporcionará al ingeniero de redes las bases para diseñar la red, checar el equipo óptimo que utilizará, escoger los materiales necesarios para el sistema de cableado,

verificar rutas de trayectoria y cotizar el proyecto; el ingeniero debe ir preparado con una serie de preguntas que le permitan recabar los datos que él necesita para realizar su trabajo de la mejor manera; en ocasiones el solicitante del sistema no tiene conocimiento alguno de esto, es ahí cuando el ingeniero debe sacar sus conocimientos y explicar detalladamente pero en forma sintetizada las características de lo que realizará o implementará, se debe recordar que lo primero en que debe pensar el ingeniero de redes es en cubrir las necesidades del solicitante, dentro de las que se encuentra la satisfacción por el trato y por el trabajo realizado, algunas de las preguntas necesarias en esta visita son las siguientes:

- Quien es el responsable del proyecto?.
- Tiene conocimiento previo de redes o es su primer contacto con este tipo de sistemas?.
- Que alcance se requiere en el proyecto?, solo cableado?, solo equipo?, solo puesta a punto?, o integración total?.
- Cual será el número de usuarios finales en la red, considerando todos los equipos antes mencionados?.
- Velocidad deseada en el sistema.
- Se tiene preferencia por alguna tecnología (Ethernet, Fast Ethernet, ATM, Gigabit, etc.) o permitir al ingeniero proponer la mejor para su sistema.
- Preferencia por alguna marca en cuanto al cableado estructurado o equipo activo.
- Prefiere una solución basada en concentradores (HUB's) o una solución switchheada.
- Se tienen planos del inmueble o se tienen que generar croquis de este.
- En caso de requerir Backbone el sistema, ubicación física de la vertical o si se requiere generarla.
- En caso de existir, ubicación física del MDF y numero de usuarios por piso o por área, si el inmueble es nave industrial.
- En caso de existir, cantidad de IDF's y ubicación física en el (los) inmueble (s).
- Trayectorias disponibles para usar, en los nodos de la red y forma de distribución de los servicios, canaleta o tubería aparente, oculta o perimetral, por plafón, por tablaroca, por pared, por piso, por columna, por soco, vía inalámbrica, etc.
- Verificar: tipos de plafón (reticular, corrido, armado, acrílico, etc.), paredes (tablaroca, tabique, block etc.), lozas, columnas, escaleras, trayectorias de energía eléctrica, trayectorias de aire acondicionado, ubicación de motores o subestaciones eléctricas.

En caso de redes inalámbricas verificar zona de cristales y de espejos así como todas las distancias y medidas posibles en caso de no contar con planos acotados.

- Cubicación del área donde se cableará para obtener cantidades promedio del cable o fibra a utilizar.
- Indicar preferencia por Gabinetes o Rack's para las acometidas principales y secundarias del sistema de cableado y para el equipo de comunicaciones.
- Requiere que el sistema de cableado esté certificado y garantizado?.
- Distancia máxima del nodo más lejano.
- Requiere que los nodos remotos se enlacen con fibra óptica, por medio de cobre (UTP) y repetidores o por medio inalámbrico?.
- En caso de instalarse fibra óptica verificar en base a la forma en que se llegará a este nodo (vía aérea, subterránea, colganteada) el tipo de fibra que se utilizará.
- En caso de existir en el proyecto, contabilizar el número de trayectorias de fibra, pues esto nos dará la cantidad de LIU's a utilizar, jumpers de fibra, paneles de fibra, conectores SC y ST, así como la cantidad de módulos para nuestro equipo de comunicaciones.
- Distancia máxima para nodos remotos, tipo de aplicación que manejarán, tipo y grado de recurrencia que tendrán con el resto del sistema.
- Se requiere enlazar el nuevo sistema con redes externas, oficinas remotas, servicio de Internet, u otras empresas?.
- En caso de requerirlo, de qué forma se ha pensado y con qué tecnología enlazarían las áreas remotas, se debe analizar si son canales privados (DS0, E1, E0) o vía módem, vía inalámbrica, etc.
- Qué tipo de plataforma prefiere (sistema operativo para redes. NT, Novell, Unix).
- Espera crecimiento a futuro y en que porcentaje?.
- Se manejarán bases de datos grandes en la red?.
- Qué tipo de aplicaciones correrán en el sistema y en los equipos?.
- Qué tipo de servidor y de qué tamaño se ha pensado para cubrir los requerimientos del proyecto.

Cada red es diferente una de la otra, pues las necesidades varían de un usuario a otro, de ahí la diversidad de opciones que se pueden tener en varios proyectos a la vez, las

preguntas y datos anteriores, permitirán al ingeniero de redes tener una base para diseñar y preparar el proyecto.

Paso 3: (Diseño y cuantificación)

En base a los datos recogidos durante la primer visita se puede proceder a diseñar la red, asumiendo que el tipo de red es una red grande, son dos diseños los que se deben realizar:

- Diseño de red con equipo activo
- Diseño del cableado estructurado para la red

El diseño de la red con equipo activo se genera en base a un diagrama de flujo donde los módulos del diagrama son los equipos activos de red (Routers, Switches, HUB's, Puentes, Repetidores, Transceivers, Módulos, Tarjetas, etc.) que se utilizarán en el sistema, el tipo de equipo a utilizar al igual que el número de puertos que requerirá tener este, será en base a:

- El numero de usuarios en el segmento
- Velocidad requerida
- Tipo de aplicaciones a usar en la red
- Jerarquía en la red
- Segmento asignado (backbone, distribución primaria, secundaria, puente, repetidor).
- Si serán equipos de alto desempeño o para grupos de trabajo.

Este diseño es importante pues se genera un esquema a partir de la ubicación jerárquica del equipo central del MDF, SITE o Backbone; el segmento creado va abriendo a cada uno de los IDF que distribuirán la señal a los diversos grupos de trabajo, en este diseño es donde entra todo el equipo posible para mantener la señal en un nivel óptimo de transmisión, en cada segmento de colisión se apuntan las velocidades y se anota la capacidad de ancho de banda si es compartido o dedicado, se deben cuidar reglas y normas para que la señal no se degrade, se deben considerar equipos capaces de soportar la topología, tecnología y aplicaciones que se instalen en el sistema, también se deben tomar en cuenta los módulos de fibra óptica, transceivers externos e internos, se debe considerar los equipos EDGE y CORE necesarios para el buen performance de la red; este diseño es el que nos indicará el flujo real de la señal a lo largo del sistema, en el se ve el número de equipos por los que la señal pasará antes de llegar al usuario final y en base a los grupos de trabajo generados se asignarán equipos para que mantengan el ancho de banda de pendiente del requerimiento del grupo de trabajo.

El diseño del cableado estructurado para la red es el otro diseño que complementa el sistema, cada diseño como ya se mencionó es diferente, tomando como base lo visto en

los capítulos de este trabajo el ingeniero debe ser capaz de proponer la mejor topología y de ahí partir para proponer el mejor sistema de cableado para la red, se debe tomar en consideración que el cableado estructurado se genera en base a una topología estrella y se basa en par trenzado sin protección (UTP), y en enlaces de fibra óptica para nodos no mayores a 300 metros.

Con los datos recabados en la visita se procede a obtener todas las cantidades de los elementos que necesitará el proyecto, se necesitan obtener cantidades de cable, fibra, conectores, rack's, jacks, jumpers, LIU's, gabinetes, paneles de parcheo, organizadores, cantidades de canaleta, de tubería galvanizada de pared gruesa y delgada, cajas metálicas, registros, condulets, etc.

Para realizar esto se realiza una cubicación completa de todo el proyecto de cableado marcando sobre plano o croquis (debe ser lo más acotado y exacto posible) las trayectorias de tubería, indicando en estas el tipo de tubería (galvanizada, plástica, gusano, pared delgada, pared gruesa, media pulgada, pulgada, dos pulgadas, etc.) y el número de cables de UTP que contendrá cada trayectoria; esto nos dará la cantidad aproximada de cable UTP que se necesitará en el proyecto. Sobre plano se indicarán también los rack's y/o gabinetes que se incluyan en el sistema, se indica también el número de paneles de parcheo dependiendo del número de usuarios, y se contabilizan cantidades totales de ductería, canalización y soportería junto con misceláneos.

Los accesorios del cableado deben de ser categoría 5 en su totalidad, existen diversas marcas que manejan esta línea que garantizan la capacidad de los componentes para poder transmitir hasta 100 Mbps (Lucent Technologies, Belden, Nordx, Alcatel, Panduit, etc.), todo cable debe de estar protegido con tubería, canaleta, gusano plástico o metálico, etc., pero no debe quedar ningún segmento de cable al exterior o al descubierto en la trayectoria de panel a jack, solo se permite cable libre en el patch cord de roseta a tarjeta de equipo y de panel a equipo activo; el cable UTP se escoge en base a la velocidad que se requiera soporte la instalación; existen UTP categoría 5, 5+ y aunque se mencionan ya las categorías 6 y 7 estas aun no se aprueban por la EIA/TIA aunque las características físicas de estos cables ya permiten transmitir a velocidades mayores que un simple categoría 5.

Paso 4: Cotización

Teniendo las cantidades y tipos de equipos, accesorios, cables y materiales, se procede a cotizar la red. El término cotizar se refiere a indicar al usuario cuanto costará su proyecto, los beneficios que este tendrá y las garantías que puede alcanzar; para esto se prepara una propuesta que le permita entender y comprender el proyecto, el ingeniero incluirá diagramas, folletos de todo lo utilizado en el proyecto y la cotización y tiempo de entrega que requerirá el proyecto.

Paso 5: Implementación

Para implementar un proyecto de red se debe proceder en forma conjunta con gente de obra especializada; lo primero que se debe hacer es asignar un coordinador de proyecto

que se encargue del mismo y lo termine; lo primero que se hace es implementar el cableado estructurado, para esto se giran memorandos a las personas encargadas en el inmueble donde se instalará el sistema, se solicitan horarios de trabajo, accesos a las instalaciones, se solicita un área para habilitarla como almacén con llave para guardar herramienta, ropa y materiales, lista de gente involucrada en el proyecto, lista de automóviles y camionetas que tendrán que ingresar al inmueble a supervisión y a suministrar material y equipo y se pide una junta de trabajo lo antes posible para detallar, corregir, modificar, explicar el proyecto y entregar el plan de trabajo que se seguirá para implementar el proyecto, donde se indican los tiempos esperados de ejecución del mismo.

Cuando se concerta la fecha de arranque de proyecto, el coordinador del proyecto debe suministrar parte del material de ductería y canalización para que la gente de obra empiece a instalarla sobre las trayectorias que en el diseño del cableado se aprobaron el día de arranque de proyecto, este día se debe citar a la gente de obra especializada donde se le informa al jefe de cuadrillas lo que tiene que realizar, cómo lo debe realizar, en qué tiempo lo debe hacer; él coordinará, revisará y supervisará diariamente el avance, los pendientes y las soluciones a seguir para los problemas que se presenten, de esta forma también podrá ir suministrando el material que se requiera y que tendrá que ir contabilizando para cotejar con la cuantificación hecha en el diseño del cableado. Cuando se termine la instalación de ductería, canalización, soportería y solo después que el resultado de la supervisión autorice el procedimiento de la segunda etapa que será el suministro e instalación de todos los componentes activos del cableado: Cable, Fibra, Jack's, Paneles, Rack's, Gabinetes, Organizadores, LIU's etc. Al cablear todos los servicios de la red, las puntas de cable UTP se identifican para después organizarlos en los paneles de parcheo, a estas puntas se les dejan entre 3 y 5 metros de "stack", esto le permitirá flexibilidad al servicio por si algún día hay un movimiento o un cambio en el área que requiera cambiarlo de posición; los rack's se arman al igual que las rosetas y se procede a la tercera etapa consistente en hacer pruebas al cableado de la red, con el apoyo del área de redes se procede a verificar la funcionalidad y calidad del sistema, para esto se utilizan equipos llamados scanners, estos equipos realizan en cuestión de minutos un chequeo del servicio con varias pruebas, las más importantes son las siguientes:

- Inversión de Polaridad
- Transposición de Pares
- Continuidad
- Resistencia Ohmica
- Corto Circuito
- Atenuación
- Fugas o Corto Circuito a Tierra

- Longitud del segmento de cable
- Next (cross talk)
- Verificación de conector y categoría del cable usado

En los nodos que tengan algún problema, el equipo lo indica y se procede a corregirlo; si los servicios están bien y no hubo ningún problema se procede entonces a la próxima etapa que es la del suministro del equipo activo de la red, en el área de Rack's o Gabinetes se procede a colocar el equipo que se consideró para el sistema y se habilitan cada equipo de usuario final con la tarjeta de red que le permitirá enlazar los nodos, se configura el equipo y tarjetas si estos lo requieren y se procede a observar la comunicación del sistema y si este lo permite monitorear y hacer pruebas de transmisión – recepción con la red, se hacen pruebas de posibles tráficos, colisiones, cuellos de botella y se procede a dejar en forma óptima el sistema para proceder a dejar a punto todo el sistema integrado.

Paso 6: Puesta a punto del sistema

La puesta a punto del sistema se lleva a cabo con la participación de una parte complementaria del sistema y que es "la plataforma de administración de la red", puede ser de varios tipos y es el sistema operativo que permitirá la administración del sistema, permitirá asignar recursos y marcar restricciones a los usuarios; esta plataforma corresponde a las áreas de sistemas su instalación y su puesta a punto, estas plataformas pueden ser Windows NT, Novell, UNIX, Redes Punto a Punto, etc.

De esta forma se termina la implementación de la red y lo único que resta es entregar pólizas de garantías, certificaciones del sistema y la memoria técnica; la memoria técnica es de suma importancia; una vez concluida la instalación, finalizadas las pruebas de aceptación y concluido el proceso de certificación, se entregará un "libro de características y especificaciones del sistema integral de cómputo" (memoria técnica) que deberá contener la siguiente información:

En esta Memoria Técnica se incluirá:

- Diagramas de la instalación detallando la localización de los servicios instalados, trayectoria del cable, ubicación final de servicios de datos.
- Esquemas de los IDF'S y MDF, sus tablas de conexión de equipos, así como una lista de los servicios soportados por el sistema de cableado.
- Resultados impresos de las pruebas efectuadas: longitud de cables de los distintos nodos (horizontales y verticales), su impedancia, mapeo, transposición de pares, atenuaciones del cobre, resistencia, capacitancia, etc.
- Instructivo de operación, que sirva de guía al administrador de comunicaciones sobre como proceder en caso de modificaciones adiciones y cambios.

- Guía de instalación de Aplicaciones, que sirva como referencia para ampliar la infraestructura de redes.

Los puntos antes mencionados son propuestos, la dependencia o empresa podrá darle el orden y actualizar la relación en común acuerdo con el instalador.

APÉNDICE B
GLOSARIO DE TÉRMINOS

APÉNDICE B: GLOSARIO DE TÉRMINOS

ADN (Advanced Digital Network)

Se refiere por lo general, a líneas dedicadas de 56 Kbps muy extendidas en Estados Unidos. En Europa el equivalente serían las líneas de 64 Kbps.

ADSL (Asymmetric Bit Rate DSL)

Formato de transmisión por cable de cobre de par trenzado (DSL) que dedica más ancho de banda a la recepción (8 Mbps) que en la transmisión (640 Kbps).

Ancho de Banda (BandWidth)

La capacidad de un medio para transmitir la señal. Generalmente se mide en bits por segundo (bps). Es uno de los recursos más caros de toda red y es uno de los temas principales hoy en día pues el ancho de banda es una limitante para el desarrollo de aplicaciones que requieren transferir grandes cantidades de información a muchos puntos diferentes (multimedia, por ejemplo).

ANSI (American National Standards Institute)

1. Es el organismo responsable de la fijación y difusión de los estándares en Estados Unidos. Depende del ISO, el organismo internacional.
2. En comunicaciones, es un método que indica cómo se pone la información en pantalla y cómo se interactúa con el teclado, denominándose el protocolo "terminal ANSI".

Apple

Compañía informática destacada por su carácter innovador, conocida por el popular Macintosh.

AppleTalk

Serie de protocolos de comunicación diseñado por Apple Computer para intercambiar información entre computadoras.

ARPA (Advanced Research Projects Agency)

La agencia que fundó ARPAnet y más tarde DARPA Internet, base de la actual Internet. Hoy está desvinculada de la evolución de Internet.

ARPAnet

Una red pionera fundada por ARPA en 1969. Sirvió como red de investigación de funcionamiento de la tecnología de redes. Predecesora de la actual Internet, ya no existe como entidad y está diluida en Internet.

ASCII

1. Estándar para codificar letras y caracteres anglosajones en 7 bits. Hoy es la base de varios ASCII extendidos sobre 8 bits.
2. También puede referirse a un protocolo de copia entre computadores de una red, sin verificación de errores.

Asíncrono

Transmisión de información por unidades separadas que no llevan una cadencia fija en el tiempo y se separan por tanto mediante códigos separadores de control.

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Nuevo protocolo de comunicación de alta velocidad (según la versión de decenas a más de 100 Mbps) basado en paquetes de tamaño fijo (5 bytes de cabecera y 48 bytes de datos).

Autopista de la información

Proyecto futuro alentado por el vicepresidente de los EE.UU. Al Gore para "dotar de una red de altísima velocidad para el progreso económico de América" (refiriéndose a Estados Unidos, evidentemente). Hoy en día se ha extendido para referirse a todas las redes de comunicación modernas, entre ellas Internet.

Backbones (espinas dorsales)

Conexiones de alta velocidad que constituyen la parte central de una red grande. A él se conectan los nodos principales de los que luego cuelgan conexiones más lentas para nodos secundarios. En EE.UU. se refería generalmente a la NSFNet que conectaba a los mayores supercomputadores del país.

Baud

Unidad de medida que indica el número de veces que una señal portadora cambia de valor. Su uso más común es en la industria de los módems y las comunicaciones seriales. No debe ser confundido con la velocidad en bps pues, aunque en los primeros módems el número de bauds correspondía a los bps, actualmente los módems de alta velocidad logran transferencias de hasta 56,600 bps sin que ello signifique que trabajan a 56,600 bauds.

BIT (Binary digIT)

Unidad de medida de información equivalente a la elección entre dos posibilidades igualmente probables (Real Academia Española).

bps (Bits Por Segundo)

Unidad para medir la velocidad a que se transfieren los bits por un medio.

Broadcasting

Sistema de difusión de uno a muchos, usado en radio y televisión.

Browser (Examinador)

Programa o sistema que permite recorrer una jerarquía o red de información. Referido a Internet, se conoce en castellano como navegador.

Byte (Octeto)

Serie de ocho bits que se utiliza como celda básica en memorias y procesadores y que se utiliza para medir la memoria o cantidad de información. Un byte puede contener un valor decimal entre 0 y 255.

Cabecera o Encabezado

Parte de un paquete de datos que precede a los datos mismos y que contiene el origen, el destino, el formato, campos de corrección y otros códigos.

Cable Coaxial

Cable consistente en un conductor cilíndrico externo hueco que cubre a un alambre conductor único. Suelen emplearse dos tipos de cable coaxial para las redes locales: cable de 50 Ohms, para señales digitales, y cable de 75 Ohms, para señales analógicas y para señales de alta velocidad.

Caché (antememoria)

Memoria intermedia ultrarrápida en la que se almacena la información más utilizada para así minimizar los accesos a memoria lenta u otros dispositivos de almacenamiento, con la consiguiente mejora de rendimientos de todo el sistema.

CCITT (Comité Consultativo Internacional de la Telegrafía y la Telefonía)

Comité dependiente de la ITU dedicado a la telefonía.

CD-ROM

Disco físicamente igual que un compacto de música pero donde se almacena información digital, ya sean datos, imágenes, música o vídeo.

CHAT (Conversational Hypertext Access Technology)

Sistema para poder conversar a modo de teléfono pero textualmente.

Ciberespacio

Nombre que se da al lugar virtual formado por el conjunto de las redes electrónicas de comunicación. El nombre proviene de la novela de William Gibson "Neuromante".

Cliente

Programa, persona o dispositivo que realiza peticiones a un servidor para que le suministre ciertos servicios.

Cliente - Servidor

Protocolo o filosofía que se basa en la petición de un servicio por parte de un cliente, realización del mismo por parte del servidor y eventual respuesta de los resultados. Esta filosofía es una de las más extendidas actualmente en informática y telecomunicaciones.

Compresión

Proceso de codificación por el cual se reduce el volumen de datos a transmitir o almacenar.

Computadora

Se aplicará en este libro a las máquinas más genéricas o especialmente dedicadas al cálculo o proceso de datos, en contraposición a ordenador, con un sentido más específico a la gestión de documentos.

Conexión conmutada

Aquella que no es continua y se realiza según la necesidad.

Correo electrónico (e-mail)

Servicio que permite el intercambio de mensajes (con elementos diversos: imágenes, sonidos, archivos, etc.) entre usuarios.

CPU (Central Process Unit)

El cerebro de un ordenador. Estrictamente, la unidad central de proceso de un computador.

CSMA/CD (Carrier Sensing Múltiple Access/Colition Detection.

(Acceso múltiple del sentido de transporte/Detección de colisiones). En este protocolo de acceso, que se utiliza en redes Ethernet, un mensaje se transmite por cualquier estación o nodo de la red en cualquier momento, mientras la línea de comunicación se encuentra sin tráfico. Es decir, antes que ese nodo transmita, toma un tiempo para verificar que ningún otro lo esté haciendo. Por lo tanto, el primer mensaje que se envía es el primero en atenderse.

DARPA (Defense Advanced Research Project Agency)

Agencia que financia muchos proyectos de investigación, generalmente para el ejército.

Datagrama

La unidad básica de comunicación del protocolo IP y por tanto de Internet.

DCE (Data Communications Equipment)

Nombre genérico para aparatos como el módem o la interfaz entre una máquina y un medio de transmisión.

DES (Data Encryption Standard)

Algoritmo de encriptación estandarizado por la administración estadounidense.

Dirección

Conjunto de símbolos que identifican unívocamente un lugar, según cierto formato o convenio.

Dirección Física

Cualquier dirección que identifica una tarjeta Hardware, un código de red o algo dependiente del fabricante o del equipo físico.

Dirección IP

Valor de cuatro bytes para identificar los nodos de una red bajo el protocolo IP y que generalmente se representa en forma de dotted quads, como por ejemplo 144.108.1.23. Es diferente de la dirección física.

Dirección Lógica o de Dominio

Cadena de caracteres, agrupados en subcadenas y puntos que con cierto significado mnemotécnico pretenden corresponderse a una persona, sistema u organización independientemente de que cambie su dirección IP.

DLL (Dynamic Link Library)

Librerías para la compartición de código, muy populares en Windows.

DNS (Domain Name System)

Sistema para la correspondencia entre las direcciones de dominio (formadas por caracteres con cierto significado mnemotécnico) y las direcciones IP (dotted quad).

Dominio

Secuencia de nombres separados por puntos que sirven como mnemotécnico a las direcciones IP. En las direcciones de correo se refiere sólo a la parte que está a la derecha de la arroba (@).

DOS (Disk Operating System)

Sistema Operativo hegemónico en los ordenadores personales en la década de los ochenta y primera mitad de los noventa, inicialmente realizado por Microsoft y que hoy tiene distintas versiones según fabricantes.

Driver

Código residente que utiliza el Sistema Operativo como interfaz entre las aplicaciones y los dispositivos.

DSL (Digital Subscriber Line)

Nueva tecnología de transmisión mediante par trenzado (los que se usan en cables de cobre telefónicos) que alcanza anchos de banda muy altos.

DTCE

Data Terminal-Circuit Equipment; Equipo terminal del circuito de datos)

DTE (Data Terminal Equipment)

Nombre genérico para el dispositivo conectado al DCE, es decir la máquina o terminal.

EARN (European Academic & Research Network)

Red europea integrada en BITNET que se dedica a la investigación y la docencia, en el ámbito universitario mayoritariamente.

E-mail o email (Electronic Mail)

Nombre abreviado usualmente utilizado en inglés y muchas veces en castellano. Pronunciado [imeil]. Véase Correo Electrónico.

Emulación de Terminal

Cuando nos conectamos a un computador remoto, el nuestro puede actuar como si fuera un terminal suyo. Hay varios estándares de emulación (VT100 por ejemplo) que indican de qué forma la entrada por el teclado se interpreta en el computador remoto y sus caracteres de salida se transforman en nuestra pantalla.

Encaminador o Router

Mecanismo Hardware o Software para direccionar mensajes entre nodos y subredes que, atendiendo a su estado, pretende hacerlo de la forma más eficiente posible. En inglés, router.

Encriptamiento o Encriptación

Proceso de cifrado de datos que una vez realizado no permite reconocer la información (leería) a no ser que se sepa una clave para poder descifrarla o descifrarla.

Entorno

En informática se refiere al conjunto del Hardware y el Sistema Operativo que constituyen la apariencia y forma de interaccionar de un sistema.

Estación de Trabajo

Término que engloba a cualquier computador de gama media, es decir, más potente que un computador personal pero sin llegar a ser un gran computador (*mainframe*). Generalmente suelen correr un Sistema Operativo multiproceso y multitarea como UNIX.

Ethernet

Protocolo del nivel de enlace originalmente desarrollado por Xerox y que está muy difundido en las LAN y muchas otras redes, permitiendo la transmisión a 10 millones de bits por segundo. Está siendo sustituida poco a poco por la Fast-Ethernet, unas diez veces más rápida.

FAQ (Frequent Asked Questions)

Documento de texto donde aparecen las respuestas a las cuestiones más frecuentes sobre un tema específico.

FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

Un estándar de ANSI para la conexión de redes token-ring por fibra óptica a 100 millones de bits por segundo.

Fibra óptica

Un filamento de vidrio sumamente delgado diseñado para la transmisión de la luz. Las fibras ópticas poseen capacidades de transmisión enormes, del orden de miles de millones de bits por segundo.

FRAD (Frame relay access device; también conocido como frame relay assembler/dissembler)

Es un dispositivo que encapsula paquetes de datos de salida y decapsula paquetes de datos de entrada.

Frame (vista)

Aunque se traduce en general como marco, en el HTML produce vistas de distintas partes de los documentos.

Frame Relay

Servicio de transmisión sobre líneas de alta velocidad.

FTP (File Transfer Protocol)

Protocolo (o programa que lo implementa) que especifica cómo transferir ficheros entre dos máquinas conectadas en Internet.

Full - Dúplex

Comunicación bidireccional simultánea, Ejemplo cable de impresora.

Gateways (Puerta de acceso)

Los gateways son una compuerta de intercomunicación que operan en las tres capas superiores del modelo OSI (sesión, presentación y aplicación). Ofrecen el mejor método para conectar segmentos de red y redes a mainframes. Se selecciona un gateway cuando se tienen que interconectar sistemas que se construyeron totalmente con base en diferentes arquitecturas de comunicación.

Gigabyte (Gb)

Medida de cantidad de información equivalente a 1.024 Megabytes, alrededor de mil millones de bytes.

Gopher

Herramienta para organización de información en Internet. Puede verse como un precursor del Web y, aunque lentamente está desapareciendo, aún quedan miles de servidores Gopher en servicio. De hecho, muchos navegadores como Netscape tienen un cliente Gopher por si usted se topa con alguno.

Groupware

Software para trabajo en grupo.

Half - Duplex

Comunicación alternativamente bidireccional. Ejemplo: Teléfono.

Handshake

Parte inicial del protocolo en el que dos máquinas se ponen de acuerdo sobre el formato, velocidad y secuencia que seguirán en el resto de la comunicación.

Hardware

Referente a la parte física material (fija e invariable) de un dispositivo electrónico.

HDSL (High bit rate DSL)

Versión del DSL bidireccional a 2 Mbps.

Host (anfitrión)

Máquina en Internet o en una red en general, usualmente accesible desde las demás. El número de hosts servía para medir el crecimiento de Internet, pero hoy la mayoría de usuarios lo hacen por conexiones eventuales (ad hoc) por teléfono por lo que no se contabilizan como hosts.

HTML (HyperText Markup Language)

Implementación concreta del SGML, que define un formato hipermedia utilizado en el WWW que permite incluir hiperenlaces a otros documentos en la Red. Es un tipo de SGML. Existen las versiones HTML 1.0, HTML 2.0, HTML+ y HTML 3.0, aparte de las extensiones propias de algunos navegadores.

HTTP (HyperText Transfer Protocol)

Protocolo utilizado para conectar los recursos WWW entre los servidores y los clientes. Es el característico http:// que aparece en los URL del WWW.

Hz (Hercio)

Medida de frecuencia equivalente a un ciclo por segundo. Hoy en día los avances en comunicaciones e informática han hecho que se utilicen más sus múltiplos: kHz, MHz, GHz.

Icono

Símbolo gráfico que representa un programa, objeto o aplicación, que se suele poder pinchar por el ratón y que generalmente se usa en los Sistemas Operativos de ventanas.

Interfaz

Sistema, dispositivo o protocolo intermedio que sirve para comunicar dos sistemas físicamente diferentes.

internet (con minúsculas)

Cualquier red conectada bajo el protocolo TCP/IP.

Internet

La interconexión de un número ingente de redes diversas y computadores bajo el protocolo TCP/IP. Constituye con mucho la mayor red de la historia y comunica a millones de personas y proporciona multitud de servicios.

Intranet

Atributo que se refiere a todo aquello relacionado con la red que está conectado a Internet pero mantiene su separación, para distinguirlo de aquellas completamente integradas.

IP (Internet Protocol; Protocolo Internet)

Protocolo que provee las funciones básicas de direccionamiento en Internet y en cualquier red TCP/IP.

IPX (Internetworking Packet Exchange; Intercambio de paquetes entre redes).

Protocolo de comunicaciones de NetWare de Novell utilizado para la transferencia de datos entre los nodos de una red.

ISDN (Integrated Services Digital Network; Red digital de servicios integrados)

Tecnología en plena evolución que está empezando a ser ofrecida por las compañías telefónicas más importantes. ISDN combina servicios de voz y digitales a través de la red en un solo medio, haciendo posible ofrecer a los clientes servicios digitales de datos así como conexiones de voz a través de un solo "cable". Los estándares de la ISDN los especifica la CCITT.

ISO (International Organization for Standardization)

Coordinador de los organismos nacionales sobre estándares.

ISP (Internet Service Provider; Proveedor de servicios Internet)

Compañía dedicada a revender el acceso a Internet. Puede proveer desde enlaces dial up hasta enlaces dedicados de muy alta velocidad. También suele ofrecer servicios adicionales como desarrollo y mantenimiento de web sites, de servidores de correo electrónico, etc.

ITU (International Telecommunication Union)

Unión de los organismos y compañías más importantes de telecomunicación en el mundo.

Kbps (kilobits por segundo)

Unidad de medida de ancho de banda.

Kilobyte (kb)

Unidad de información equivalente a 1.024 bytes.

LAN (Local Area Network)

Red de área local. Aproximadamente, la que no excede los límites de una planta o edificio.

Línea conmutada

Línea telefónica habitual.

Línea dedicada (Leased Line)

Línea telefónica alquilada que une permanentemente dos puntos geográficos.

Link (Enlace)

Conexión entre dos puntos. En Internet suele referirse al conjunto de sistemas físicos y lógicos que permiten interconectar dos o más redes.

Mainframes (Macrocomputadoras)

Se refiere a un sistema computacional de grandes dimensiones.

MAN (Metropolitan Area Network)

Red de área metropolitana. La que se extiende en un área de varios Kilómetros.

Medio de transmisión

Material o espacio utilizado para la transmisión de datos.

Megabyte (Mb)

Unidad de información equivalente a 1.024 kilobytes, aproximadamente un millón de bytes.

Microsoft

Primera empresa mundial de Software y Sistemas Operativos, creadora de los populares sistemas MS-DOS y Windows y del paquete de Aplicaciones Microsoft Office.

Módem (MODulator / DEModulator device)

Dispositivo que permite la comunicación entre dos o más ordenadores a través de la red telefónica.

MSN (Microsoft Network)

Red promovida por Microsoft que pretendía ser la red por excelencia de los usuarios de Windows.

Multicasting

Distribución de uno a muchos selectiva (a diferencia de broadcasting).

Navegador

Programa o sitio que permite buscar información ya sea introduciendo palabras relacionadas o descendiendo por una jerarquía temática.

Navegar

Recorrer sitios de Internet, yendo de enlace en enlace.

Netscape

Empresa de Software que se ha convertido en una de las más influyentes en Internet gracias a su popular navegador.

NetWare

Sistema Operativo de red de Novell muy popular en redes locales basadas en PC.

NFS (Network File System)

Conjunto de protocolos que permiten usar ficheros de otras máquinas como si fueran locales. Es una forma más cómoda que el FTP para acceder a ficheros.

NIC (Network Information Center)

Centro de una subred en Internet, donde se puede encontrar información sobre la misma o sobre toda Internet.

Nivel de red

Capas jerárquicas en las que se organizan los protocolos de comunicación para facilitar su estudio e implementación.

Nodo

Cualquier máquina (un computador generalmente) conectado a una red.

NREN (National Research and Education Network)

Un esfuerzo estadounidense para construir las superautopistas de la información.

NSF (National Science Foundation)

Entidad que gestiona la investigación pública en EE.UU. Se encargaba también de la NSFNet

NSFNet

Desmantelada en 1995, fue una red de alta velocidad que constituía la espina dorsal (backbone) de Internet en EE.UU.

NT

Sistema Operativo orientado a servidor de Microsoft, basado en su interfaz gráfico Windows.

On-Line

Cuando sí estamos conectados.

Ordenador

Máquinas especialmente dedicadas a la creación, modificación, gestión y uso de documentos electrónicos, en contraposición a computador, de sentido más tradicional y genérico.

OSI (Open Systems Interconnect)

Un conjunto de protocolos y terminología estándar sobre redes desarrollada por el ISO, con el propósito de convertirse en estándares internacionales de arquitectura de redes de ordenadores.

Paquete

Unidad de información o serie de datos, que pueden ser de tamaño variado y que viajan en una red.

PCI

Arquitectura Hardware de altas prestaciones que se ha popularizado en los ordenadores personales.

PCM (Pulse Code Modulation)

Codificación del sonido utilizado generalmente en telefonía.

PC (Personal Computer)

Se refiere en general a cualquier ordenador personal, aunque desde el mundo Macintosh se suele aplicar sólo a aquellos basados en procesadores Intel.

PING

Protocolo de alto nivel que permite seguir la ruta de los paquetes TCP/IP, comprobar si llegan o no a su destino y en cuánto tiempo lo hacen.

Plug & Play (enchufa y va)

Término que designa aquellos periféricos que se conectan al computador y funcionan instantáneamente sin necesidad de configuración o instalación de Software adicional.

Plug-In

Módulo que se puede añadir a un navegador (como el de Netscape) para gestionar un nuevo formato de archivo o para cualquier otra facilidad.

PPP (Point-to-Point Protocol)

Protocolo para acceso por módem a Internet. Muy similar al SLIP pero sólo uno de los dos se puede utilizar al mismo tiempo.

Protocolo

Compendio de normas que permiten la comunicación. En el caso concreto de la informática, se aplica a una serie de especificaciones o estándares del formato de los mensajes que describe para todos los niveles cómo se debe realizar la comunicación de dos dispositivos físicos (computadores) o lógicos.

Protocolo por poleo

Este método de acceso se caracteriza por contar con un dispositivo controlador central, que es una computadora inteligente, como un servidor. Pasa lista a cada nodo en una secuencia predefinida solicitando a la red. Si tal solicitud se realiza, el mensaje se transmite, de lo contrario, el dispositivo central se mueve a pasar lista al siguiente nodo.

Proxy

Máquina o sistema intermedio que almacena los URI de las últimas peticiones de recursos y las proporciona de su memoria en sucesivas peticiones, minimizando el acceso a los recursos remotos y, por tanto, optimizando el rendimiento del conjunto.

Puerto

- 1 Uno de los canales físicos de E/S de un computador, que pueden ser serie (COMs) o paralelos
- 2 Punto de entrada de una aplicación o llamada cuando se hacen telnets.

QAM (Quadrature Amplitude Modulation; Cuadratura de amplitud modulada)

Debería traducirse como 'modulación de cuadratura y amplitud'. Una de las fórmulas de modulación de los módems que más se utiliza en módems a partir de los 9600 bps.

RAM (Random Access Memory)

Memoria que permite la lectura y la escritura y el acceso aleatorio.

RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)

Más que una red es un tipo de líneas que permite la transmisión de voz y datos de forma digital y con un ancho de banda mayor que las líneas telefónicas convencionales

RDSI-BE (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Estrecha)

En inglés es conocido genéricamente como ISDN.

Recursos

Cualquier dirección, documento o persona que puede proporcionar información.

Red de computadores

Un sistema de comunicación formado por un conjunto de máquinas con el fin de transmitirse información.

Remoto

En la terminología de redes, al otro lado de la conexión.

RIP

Protocolo de Ruteo de Información (Routing Information Protocol) que utiliza un contador de saltos para determinar la ruta o camino por el cual enviará la información a otra estación.

Router

Mecanismo Hardware o Software para direccionar mensajes entre nodos y subredes que, atendiendo a su estado, pretende hacerlo de la forma más eficiente posible.

RS-232

(Recommended Standard 232; Estándar recomendado 232) Se trata del principal medio por el cual se conecta un ordenador a un periférico (sobretudo el modem). La interfase tiene 25 conexiones denominadas DB25, aunque existe otro de sólo nueve, denominado DB9. Es un estándar de Electronic Industry Association (EIA). Es también conocido como: IEEE-448.

RS-232-C

(Recommended Standard 232-C; Estándar recomendado 232-C) Se trata del medio más adoptado en la actualidad por el cual se conecta un ordenador a un periférico (sobretudo el modem). Es la revisión C, la más utilizada, del estándar RS-232 de la Electronic Industry Association (EIA).

RTB (Red Telefónica Básica)

El entramado de líneas telefónicas convencionales que utilizamos todos los días.

RX (Reception)

Abreviatura utilizada para referirse a la recepción.

Servicio

Un conjunto de sistemas relacionados que trabajan conjuntamente para proporcionar una funcionalidad.

Servidor

Computador o sistema que comparte sus recursos con otras máquinas, denominadas clientes, que se los solicitan.

Simplex

Comunicación unidireccional (en contraposición a Duplex).

Síncrono

Comunicación que se realiza a una cadencia fija, lo que permite separar las unidades de información

Sistema Operativo

Programa o conjunto de programas que actúan como intermediarios entre las aplicaciones de los usuarios (Software) y el equipo físico (Hardware) de la máquina, ocultando las características particulares de este último.

SLIP (Serial Line Internet Protocol; Protocolo Internet de Línea Serial)

Se trata de un protocolo de bajo nivel que permite transferir paquetes de octetos (IP) a través de una línea asíncrona, aunque originalmente fuese concebido para líneas dedicadas sin posibilidad de marcaje. Sus características más destacadas son: transmisión exclusivamente asíncrona; Protocolo Internet (IP) exclusivamente; no tiene detección de errores de datagramas; uso de línea exclusivo. Este protocolo ha sido superado por PPP y se presume su paulatina desaparición.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

Extensión del TCP/IP que describe cómo se intercambia el correo electrónico.

SNMP (Simple Network Management Protocol)

Protocolo que distribuye información entre los computadores que configuran Internet sobre el estado de la red.

Sockets

Librería de programación que permite interactuar a las aplicaciones con el protocolo TCP/IP.

Software

Referente a la parte lógica (flexible y programable) de un dispositivo electrónico, incluyendo la microprogramación, el Sistema Operativo y todas las aplicaciones que puedan albergar sus memorias, ya sean volátiles o no.

TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internetworking Protocol)

Protocolo de control de comunicaciones/Protocolo Internet).

Conjunto de protocolos de comunicaciones desarrollado por la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency; Agencia de proyectos avanzados de investigación de defensa) a finales de la década de los 1970.

TCP corresponde a la capa de transporte del modelo OSI (Modelo de referencia OSI) y ofrece la transmisión de datos, e IP corresponde a la capa de red y ofrece servicios de datagramas sin conexión. Su principal función es comunicar sistemas diferentes. Fueron diseñados inicialmente para ambientes Unix por Vinton G. Cerf y Robert E. Kahn

Conjunto de protocolos utilizado en Internet. Incluye los protocolos IP, TCP, UDP, ICP.

Telnet

Protocolo (o el programa que lo implementa) de emulación de terminal y que permite la sesión remota entre computadores.

Terminal

1. Sistema de entrada y salida (generalmente pantalla y teclado) que permite la conexión (remota o no) con un computador.
2. Computador que actúa como terminal.

Time-Out

Límite de tiempo que los protocolos utilizan como protección para poder salir de un bloqueo cuando el otro interlocutor no responde.

Token Ring

Tecnología de conexión de redes en anillo por pase de testigo.

TX (Transmission)

Abreviatura usada para referirse a la transmisión.

UDP (User Datagram Protocol)

Otro de los protocolos de la familia TCP/IP para la transmisión de información. En este se envían paquetes sueltos sin mantener una conexión continua.

UNIX

Sistema Operativo muy popular y potente proveniente del ámbito académico y hoy usado por la mayoría de estaciones de trabajo y mainframes.

URL (Uniform Resource Locator)

Un puntero a una dirección de cualquier recurso Internet, ya sea correo electrónico, FTP, Telnet, o, más comúnmente, una página Web.

Veronica

(Very Easy Rodent-Oriented Netwide Index to Computerized Archives)

Sistema de búsqueda de textos que se encuentren en algún Gopher de Internet.

Videoconferencia

Sistema por el cual dos o más interlocutores pueden comunicarse sonoramente como el teléfono pero que además se pueden ver en un monitor o parte de él.

Virtual

Que emula la realidad, que se asemeja mucho a ella o la suplanta.

WAN (Wide Area Network)

Redes de Área Ampla. Se extienden en una gran ciudad, país o a nivel mundial.

Windows

Entorno gráfico sobre DOS (en sus versiones 3.x) y Sistema Operativo completo (en sus versiones 95, 98 y NT) orientado a ventanas de Microsoft.

Winsock (Windows Socket)

Es una DLL para utilizar el protocolo TCP/IP bajo Windows.

Workstation

Véase Estación de Trabajo.

World Wide Web (Red mundial amplia, conocido también como: WWW, W3 ó el web)

Sistema de arquitectura cliente/servidor para distribución y obtención de información en Internet basado en hipertexto e hipermedia. Fue creado en el Laboratorio de Física de Alta Energía del CERN (Génova) en 1991 y ha sido una de las piezas fundamentales para la comercialización y masificación de Internet.

X.25

Norma de conexión de computadores, estándar internacional adoptado por la UIT que aunque se llegó a utilizar mucho, cada día está en más desuso.

APÉNDICE C
BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICE C: BIBLIOGRAFÍA**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

- Parnell, Teré.
LAN Times: Guía de redes de alta velocidad.
1997.
México.
Páginas: 63 – 79, 169 – 235.

- Stallings, Willian.
Data and Computer Communications
Prentice Hall.
Estados Unidos.
1998.
Páginas: 233 – 265, 272 – 235, 342 – 414, 421 – 466, 471 – 530, 751 - 825.

- Kosiur, David.
Computer and Technical Books
IDG Books Worldwide, inc.
United States.
1998
Páginas: 240 – 247, 278 – 292.

- Piscitello, D., and J. Lawrence.
IP and ARP over the SMDS Service.
RFC 1209, Bell Communications Research,
1991.
United States
Páginas: 23 – 207.

- Heenanen, J.
Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5
1993.
United States.
Páginas: Todas.

- Plummer, D.
An Ethernet Address Resolution Protocol
1992.
United States.
Páginas: Todas.

- Reynolds, J., and J. Postel.
Assigned Numbers.
1992.
United States.
Páginas: 101 – 157.

- Redes de Ordenadores.
Andrew S. Tanenbaum
Prentice-Hall International
España.
Páginas: Todas.

- Goldstein, Fred R.
ISDN in Perspective.
1992.
United States.
Páginas: 65 – 113, 133 – 156.

- Hallsall, Fred.
Data Communications, Computer Networks and OSI
1995
United States
Páginas: 65 – 95, 106 – 150.
- García Torres, Jesús; Ferrando, Santiago y Piattini, Mario.
Redes de Alta Velocidad
1997.
Páginas: Todas.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS.

<http://atenea.lasalle.edu.co/~dsoler/redes>

Diego Humberto Soler Sierra

Centro de Gestión Internet, Universidad de la Salle

Procedencia Colombiana

Conceptos básicos sobre redes, definiciones y clasificación de las redes de comunicación, protocolos y equipos de comunicación para redes.

<http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/telematica/servidor/apuntes/tema03>

José Ignacio Moreno

Universidad Carlos III de Madrid

Procedencia Española.

22 de Enero de 1998.

Algunos medios de transmisión de datos existentes, su descripción física, sus aplicaciones y su clasificación de acuerdo a su desempeño.

<http://fundacionbuendia.org.mx/rmc/rmc51/grafia.html>

Fernando Gutiérrez, Octavio Islas y Mario Tenorio.

Revista Mexicana de Comunicación.

Enero de 1999.

Procedencia Mexicana.

Una aproximación historiográfica del surgimiento de la tecnología de redes.

<http://www.nuia.com.ar/NUIA16/PRIDEF.HTM>

Marcelo Santamaría, Arcnet.

12 de Marzo de 1998.

Procedencia Argentina.

Principios y definiciones sobre topología, métodos de acceso al medio y tipos de acceso de redes.

http://www.novell.com/text/corp/int1/spain/press/02_04_98.html

Manuel Gallo, Novell de España.

02 de abril de 1998.

Procedencia española.

Artículo sobre la incorporación del estándar ManageWise para redes de fibra óptica como solución a la gestión y control de redes.

<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No1/FEVSL.htm>

H. Briseño, Universidad Central de Venezuela

Procedencia Venezolana.

Tecnología Ethernet y Fast Ethernet; el funcionamiento de cada una de sus capas y los estándares por los que está regido. Introducción a las LANs conmutadas y su arquitectura.

<http://wwwhost.ots.utexas.edu/ethernet/>

Charles Spurgeon, Universidad de Texas.

Procedencia Estadounidense.

12 de Marzo de 1999.

Guía de referencias de los estándares IEEE para la tecnología de redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.

<http://www.cs.smsu.edu/~pete/csc465/notes/>

Peter Sanderson, Southwest Missouri State University

Procedencia Estadounidense.

Marzo de 1999.

Redes Token Ring, su funcionamiento, velocidad de transmisión, topología y formatos de los paquetes mínimos de transmisión en estas redes.

<http://www.ics.muni.cz/cisco/data/doc/cintrnet/ito/55031.htm>

Cisco Systems Inc.

Masaryk University Brno

Procedencia Checoslovaca

1995

Una comparación entre las redes Token Ring con las redes regidas por el estándar IEEE 802.5.

<http://www.blackbox.nl/techweb/lan/tokenring/>

Black Box Datacom.

Procedencia Holandesa.

19 de Enero de 1998.

Apuntes sobre redes Token Ring, su velocidad de transmisión, tipos de token utilizados en estas redes, equipos utilizados y medios físicos con los cuales podemos implementarlas.

<http://oz.nthu.edu.tw/~u851849/work/hw7.html>

Procedencia Taiwanesea.

13 de Enero de 1998.

Una comparación entre Ethernet y Token Ring.

<http://info.telecom-co.net/capacita/agenda/lan/doc>

Telecom de Colombia.

Procedencia Colombiana.

13 de Agosto de 1998.

Topología de redes, detalles del método de acceso al medio CSMA/CD, estándares que rigen a cada tipo de red, el modelo de referencia OSI, normas IEEE, distancias entre nodos dependiendo del medio de transmisión de datos, etc.

<http://gatsby.lit.tas.edu.au/tibs/lans/intro/>

David Beech.

Tasmanian Institute of Business Information Technology

Procedencia Australiana.

14 de Diciembre de 1998.

Introducción a las redes LAN, sus topologías físicas y lógicas y los servicios que las mismas proveen.

<http://www.3com.es/espanol/main/products/>

3Com de España.

05 de Junio de 1999.

Procedencia Española.

Funcionamiento de los equipos de red ofrecidos por la empresa de comunicaciones 3Com.

<http://www.nuia.com.ar/nuia15/MANUAL.HTM>

Néstor Camilo, Arcnet.

12 de Marzo de 1998.

Procedencia Argentina.

Pequeño manual sobre redes; bosquejo sobre las diferentes tecnologías de redes como Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring, FDDI así como una breve introducción a los medios de transmisión de datos como UTP, STP y Fibra Óptica.

<http://www.redescomm.com/thvrln.htm>

REDESCOMM, C.A.

Enero de 1999.

Procedencia Venezolana.

Diseño, suministro, instalación y mantenimiento de sistemas integrados de comunicación Voz/Datos y LAN sobre redes Frame Relay y ATM (públicas y privadas), enlaces y servicios digitales.

<http://www.tcti.es/Comunic/redes>

Technical Consulting Tecnologías de la Información.

Procedencia Española.

1999

Conceptos de área local, protocolos de comunicación en redes, topologías y cableado de redes.

<http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/vlan.html>

Jordi Palet, Unix Systems.

Junio 1998.

Procedencia Española.

Breve curso sobre Redes Virtuales, las soluciones que las redes virtuales nos ofrecen y sus ventajas respecto a redes físicamente cableadas.

http://www.sul.com.br/~mig/link_f/fddi.htm

SIL ! BBS Internet.

Procedencia Brasileña.

04 de Mayo de 1998.

Conceptos básicos sobre redes FDDI.

http://www.sul.com.br/~mig/link_f/fddi.htm

Ing. Junior Paulo, SULIBBS.

03 de Marzo de 1997.

Procedencia Brasileña

Redes FDDI.

http://gama.inesc.pt/public/Info/cisco/univerCD/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/

CISCO Corp.

Enero de 1999.

Procedencia Estadounidense.

Protocolo BGP.

<http://tallan.unp.edu.pe/ingindustrial/daiinfo/seminario/protocolos03.html>

Sadowsky Smith Mark, Marco Alvarado y Gerardo Cherre

Universidad Nacional de Piura-Perú

Marzo de 1999.

Procedencia Peruana.

Conjunto de protocolos TCP/IP y relación con el modelo OSI

<http://docs.msstate.edu/cisco/data/doc/cintrnet/ito/55146.htm>

CISCO Co.

Enero 1999.

Procedencia Estadounidense.

Protocolo EGP.

http://dali.ualm.es/~jamartin/html/c1_apun/node48.html

García Fernández Inmaculada y Martínez José A.

Universidad de Almería España

Octubre de 1999.

Procedencia Española.

Conceptos Redes LAN

http://dali.ualm.es/~jamartin/html/c1_apun/node42.html

Martínez José A., Universidad de Almería España

Octubre de 1998.

Procedencia Española.

Conceptos Redes WAN.

<http://www.forpas.us.es/enete2000/redes/osi.asp>

Martínez José A., Universidad de Sevilla España

Agosto 1998.

Procedencia Española.

Modelo OSI

<http://www.fact.cl/fact/articulos/Art15.htm>

Valdez P. Hernan, Factores de Ingeniería (FACTING)

Febrero 1998.

Procedencia Chilena.

Conceptos Frame Relay

http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/tutorial_fr.html

Jordi Palet, CONSULINTEL.

Mayo de 1997.

Procedencia Española.

Tutorial Frame Relay

http://dali.ualm.es/~jamartin/html/c1_apun/node26.html

Martínez José A., Universidad de Almería España

Octubre 1999.

Procedencia Española.

Equipo de Switcheo

<http://www.argo.es/~jcea/proyecto/ip.htm>

Cea Avion Jesus, ARGO Redes y Servicios Telemáticos.

Septiembre de 1998.

Procedencia Española.

Acceso a Redes TCP/IP.

<http://www.linux.org.ar/info/COMOs/PPP-Como/PPP-Como-2.html>

LUGAR , Linux User Group Argentina.

Junio de 1998.

Procedencia Argentina.

Protocolo Punto a Punto (PPP).

<http://www.comunnet.com.mx/Pages/Documentacion/Protocolos/PPP.html>

ComUnNET

Noviembre de 1998.

Procedencia Mexicana.

Protocolo Punto a Punto.

<http://olivo.usal.es/~nines/d.alumnos/frame-relay/frame/htm/estandar.htm>

Theron Roberto, Universidad De Salamanca España.

Julio de 1998.

Procedencia Española.

Proceso de estandarización de Frame Relay

<http://tallan.unp.edu.pe/ingindustrial/daiinfo/seminario/protocolos01.html>

Sadowsky Smith Mark , Universidad Nacional de Piura-Perú.

Febrero de 1999.

Procedencia Peruana.

Protocolos de Comunicación.

<http://penta.ufrgs.br/Marco/rip/homerip.html>

Rockenbach Tarouco Liane Margarida, UFRGS.

Marzo 1998.

Procedencia Brasileña.

Protocolos de Ruteo de Información (RIP).

<http://www.cs.up.ac.za/courses/cos332/articles/cisco/55024/55024.htm>

CISCO

Enero de 1999.

Procedencia Estadounidense.

Protocolo de Ruteo de Información (RIP).

<http://www.iniche.com/rip.htm>

Interniche Technologies Inc.

Julio 1999.

Procedencia Estadounidense.

Portable Routing Information Protocol.

<http://www.golder.com/rip/intro.htm>

Golder Associates.

1999.

Procedencia Estadounidense.

Portable Routing Information Protocol.

http://www.inf.enst.fr/docs/gated/config_guide/rip_stmt.html

Telecomm Paris.

Junio 1999.

Procedencia Francesa.

Portable Routing Information Protocol.

<http://centauro.eafit.edu.co/telematica/tele1/nos.htm>

Instituto de Telecomunicaciones de Colombia.

1999.

Procedencia Colombiana.

Protocolos de comunicación.

<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/97.reports/97sr009/>

Software Engineering Institute.

1998.

Procedencia Estadounidense.

Documentos Técnicos.

<http://aries.dif.um.es/typc/redes/tema4/x25.htm>

Telecom Madrid.

1999.

Procedencia Española.

Redes.

<http://www.disc.ua.es/asignaturas/rc/trabajos/X253/cap1.html>

Universidad de Alicante.

1999.

Procedencia Española.

Tipos de Redes.

www.bolnet.bo/eldiario/

El Diario Ciencia y Cómputo.

Junio 1999.

Procedencia Boliviana

Documentos Técnicos.

<http://200.21.203.130/redes/utp/79710031.htm>

Politécnico Colombo Andino.

1999.

Procedencia Colombiana.

Tipos de Redes.

<http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/rdsi.html>

Consultores Integrados en Comunicaciones

Julio 1999.

Procedencia Española.

RDSI.

<http://www.inf.unitru.edu.pe/~maaa/fddi.htm>

Informática Profesional.

1999.

Procedencia Peruana.

FDDI.

<http://www.mmcicom.com/mmcicom/tutorial/fddi.html>

MMCICOM

1998.

Procedencia Estadounidense.

Telecomunicaciones, FDDI.

<http://www.disc.ua.es/asignaturas/rc/trabajos/fibraoptica3/seis.html>

Universidad Alicante.

1998.

Procedencia Española.

Redes Fibra Optica.

http://www.tmo.hp.com/tmo/pia/internetadvisor/PIAApp/tutorials/English/IntAdvisor_WAN_NAT.html

Hewlett Packard Test & Measurement.

1999.

Procedencia Estadounidense.

Redes WAN

<http://www.starburstcom.com/mcast.htm>

Starburst Software.

1999.

Procedencia Estadounidense.

Multicast WAN services.

http://delta.eafit.edu.co/~ecco019/gigaeth/articulo_gigabit.htm

Enterprise Services.

1999.

Procedencia Estadounidense.

Gigabit Ethernet.

<http://www.uiqv.edu.pe/facesc/ingsi/investig/>

Universidad Garcilazo de la Vega.

1998.

Procedencia Peruana.

Tutoriales.

<http://info.telecom-co.net/capacita/agenda/lan/doc/>

Telecom Colombia.

1999.

Procedencia Colombiana.

Redes LAN

<http://atenea.lasalle.edu.co/~dsoler/redes/>

Universidad de la Salle Colombia.

1999.

Procedencia Colombiana

Tipo de Redes.

www.ziplink.net/~ralphb/ISDN

Ziplink

1999.

Procedencia Estadounidense.

ISDN.

www.alumni.caltech.edu/~dank/isdn

California Tech.

Autor. Dan Kegel's

1998.

Procedencia Estadounidense.

ISDN.

www.interforce.com/technology/isdnprimer.html

Interforce Information Inc.

Diciembre 1998.

Procedencia Estadounidense.

ISDN.

<http://www ldc.usb.ve/~figueira/Cursos/redes/atm.html>

Carlos Figueira, Universidad Simón Bolívar de Venezuela.

Noviembre 1998.

Procedencia Venezolana.

Asynchronous Transfer Mode.

<http://www.ictnet.es/noticias/privinfo/privinfo-www.ictnet.es195.77.176.12-97-8-1-10-15-49-19130.htm>

Instituto Catalán de Tecnología.

Agosto 1999.

Procedencia Española.

Asynchronous Transfer Mode Wireless.

<http://a01-unix.gsync.inf.uc3m.es/~bluff/cell/atmncell.html>

Laboratorio Unix

Grupo de Sistemas y Comunicaciones

16 de Enero de 1996

Información referente al desempeño de redes ATM y la estructura de sus mensajes y la manera en que viajan a través de los medios de transmisión de datos.

<http://a01-unix.gsync.inf.uc3m.es/~bluff/int/introduc5.html>

Laboratorio Unix

Grupo de Sistemas y Comunicaciones

16 de Enero de 1996

Beneficios que una red ATM puede proporcionar a los usuarios de la misma.

<http://cipres.cec.uchile.cl/~lmachuca/>

Universidad de Chile.

06 de mayo de 1997.

Procedencia Chilena.

Funcionamiento de la Red ATM implementada en la Universidad de Chile.

www.dtd.unam.mx/redatm.html

Ing José Luis Legorreta García

Director de Telecomunicaciones DGSCA, UNAM.

02 de Octubre de 1997.

Procedencia Mexicana.

Información sobre la infraestructura de la red ATM que ha sido instalada dentro de las instalaciones de Ciudad Universitaria y sus aplicaciones.

www.mac.com.mx

MAC CONECTIVIDAD S A DE C.V.

04 de Octubre de 1999.

Procedencia Mexicana.

La información actualizada sobre las normas que rigen al cableado estructurado y aplicaciones emitidas por instituciones como EIA/TIA, NYCE, IEEE.

REVISTAS Y PUBLICACIONES.

- Revista RED.
Aldaco Yolanda.
Gigabit Ethernet ¿Un serio competidor de ATM?.
Diciembre 1998.
México D.F.
Páginas: 14 – 23.
- Revista VOCES Datos e Imágenes
Tavera Parra J. Fernando
Perspectivas de Frame Relay y ATM en Redes Públicas.
Septiembre 1998.
México D.F.
Páginas: 28 – 31.

- LANTIMES
Shok Glen y Parnell Teré.
Comparación de Productos GBE.
Febrero 1999.
México D.F.
Páginas: 24 – 31.

- Revista RED
Fossas, Pedro.
MVS Net: Internet con enlace inalámbrico.
Enero 1999
México D.F.
Páginas: 30 – 31.

- Revista RED
Garza, Mariano.
Red de telecomunicaciones UNAM.
Enero 1999.
México D.F.
Páginas: 44 – 51.

- Revista RED.
Cerezo, Claudia.
Protocolos X.25, ATM, Frame Relay e ISDN.
Abril 1998.
México D.F.
Páginas: 6 – 13.

- Revista RED
Cruz, Norma.
Switches Ethernet.
Marzo 1999.
México D.F.
Páginas. 6 – 16.

- Computer ResellerNews
Piedragil, Andrés.
Redes convergentes hacia el futuro.
Septiembre 1998.
México D.F.
Páginas: 1 y 27.

- Revista Wireless Week
Smith, Brad.
IP Networking.
Diciembre 1998.
E.U.A.
Páginas 4 – 19.

- Manual de Especificaciones de Productos.
Allied Telesyn.
Databook 1998-1999.
E.U.A.
Páginas: 1 – 168.

- Manual de Equipos CABLETRON Switching.
CABLETRON Systems.
1998-1999.
E.U.A.
Páginas: 1 – 88.
- Installation and Operation Guide.
AT&T.
Wave Point.
1998.
E.U.A.
Páginas: 1 – 1 a 9 – 4.
- Cisco Training Course.
CISCO.
NETEC (Capacitación Especializada en Redes y Telecomunicaciones).
1998.
México - E.U.A.
Páginas: 1 – 132.
- Buyers Guide.
3Com.
Especificaciones de Productos.
1999.
E.U.A.
Páginas: 1 – 158.