

34



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

**"REESTRUCTURACIÓN DE LA RED INTERNA DE LA
SECRETARÍA DE CONTRALORÍA Y DESARROLLO
ADMINISTRATIVO"**

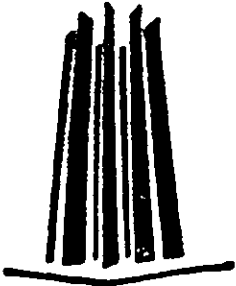
T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN COMPUTACIÓN
P R E S E N T A :
JULIO HORACIO / SALDAÑA RODRÍGUEZ

ASESOR: LIC. ISRAEL JUÁREZ ORTEGA

28/06/00

MÉXICO

2000





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA LE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CAMPUS ARAGÓN

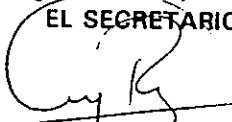
SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. JESÚS DÍAZ BARRIGA ARCEO
Jefe de la Carrera de Ingeniería en Computación,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 9 de mayo del año en curso, por la que se comunica que el alumno JULIO HORACIO SALDAÑA RODRIGUEZ, de la carrera de Ingeniero en Computación, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "REESTRUCTURACIÓN DE LA RED INTERNA DE LA SECRETARÍA DE CONTRALORÍA Y DESARROLLO ADMINISTRATIVO", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 10 de mayo del 2000
EL SECRETARIO


LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesjís.
C p Interesado. ✓

AIR/VSR/vr


*Recibido
Glorio
23-V-00*

**A mi Madre, María de Lourdes Rodríguez Moreno
Y a mi Padre, Julio Horacio Saldaña**

Por todo su apoyo, comprensión y amor.
Por su ejemplo y sus enseñanzas.
Pero sobre todo, por su sacrificio.
Gracias a ustedes he podido cumplir esta meta.

A mi Tía

María Concepción Rodríguez Moreno
Por todas tus atenciones y cuidados.

A mi Hermana

Luz María Saldaña Rodríguez
Por ser tu misma. Gracias por estar siempre conmigo.
Lleva a cabo todo lo que te propongas, no hay límites.

A mi Asesor de Tesis

Lic. Israel Juárez Ortega.
Por su colaboración para la elaboración de este trabajo.

A mis amigos

Por compartir parte de ustedes conmigo.

Junio del 2000

REESTRUCTURACIÓN
DE LA RED INTERNA
DE LA SECRETARÍA
DE CONTRALORÍA Y
DESARROLLO
ADMINISTRATIVO.

CAPITULADO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
MARCO TEÓRICO	3
METODOLOGÍA	3
CAPÍTULO I. "CONCEPTOS GENERALES"	4
I.1. El Concepto de Comunicación	5
I.1.1. Orígenes	5
I.1.2. Comunicación a distancia	6
Telégrafo	7
Teléfono	8
Radio	8
Transmisión de imágenes	9
Televisión	9
Computadoras	10
Tecnología láser	10
Comunicaciones y educación	10
Comunicaciones y cambio cultural	10
I.2. Las Redes de Transmisión de Datos	12
I.2.1. El concepto de redes	12
I.2.2. Antecedentes Históricos	12
I.3. Redes LAN y WAN	15
I.3.1. Características de las Redes LAN	15
I.3.2. Características de las Redes WAN	15
Hardware de WAN	17
Tecnologías WAN.	18
I.4. Modelo de Referencia OSI	29
I.4.1. La capa de enlace de datos	30
I.4.2. La capa de enlace de datos	31
I.4.3. La capa de red	31
I.4.4. La capa de transporte	32
I.4.5. La capa de sesión	33
I.4.6. La capa de presentación	33
I.4.7. La capa de aplicación	34
I.4.8. Transmisión de datos en el modelo OSI	34

CAPÍTULO II. “REDES LAN”	36
II.1. Componentes Físicos	37
II.1.1. Tarjetas de Red (NIC)	37
Tarjetas LANtastic	39
Tarjetas ARCnet	39
Tarjetas Ethernet	39
Tarjetas Token Ring	40
II.1.2. Servidores	40
II.1.3. Cableado	41
Problemas principales en las líneas de transmisión.	42
Cable Coaxial	43
Tipos de Cable Coaxial	43
Par trenzado	45
Fibra Óptica	46
Comparación de la fibra óptica y el alambre de cobre	48
Microondas	49
II.1.4. Equipo Activo de Comunicaciones	50
Concentrador	50
Switch	51
II.2. Topologías	52
II.2.1. Topología de estrella	52
II.2.2. Topología de anillo	53
II.2.3. Topología de bus	54
II.3. Protocolos de Comunicación	55
II.3.1. NetBIOS	56
II.3.2. IPX/SPX	56
II.3.3. TCP/IP	57
II.4. Sistemas Operativos	60
II.4.1. Novell NetWare	60
II.4.2. OS/2 LAN Server y LAN Manager	60
II.4.3. Windows NT	61
II.4.4. LANtastic	61
II.4.5. Windows para trabajo en grupo, 95 y 98	62
II.4.6. UNIX	62
II.5. Tipos de Redes	64
II.5.1. Ethernet	64
Detección de portadora en redes multiacceso (CSMA)	65
Detección de colisión y retroceso (CSMA/CD)	65
Tipos de alambrado de Ethernet.	66
Ventajas y desventajas de los esquemas de alambrado	70
II.5.2. Fast Ethernet	72
Paradoja de la topología.	74
II.5.3. LocalTalk	75
II.5.4. Token Ring IBM	75
II.5.5. FDDI	75
II.5.6. ATM	78
II.6. Cableado Estructurado	80
II.6.1. Manual de usuario de cableado estructurado IBDN	80
Introducción	80
Presentación del IBDN	80
Conceptos de administración	86

II.6.2. Subsistemas del cableado estructurado	93
Infraestructura del cableado estructurado	93
Instalación de acometida	93
Cuarto de equipo	94
Backbone	94
Clóset de telecomunicaciones	96
Canalizaciones horizontales	97
Área de trabajo	99
II.6.3. Conexiones del cableado estructurado	100
Acometida	100
Conexión cruzada principal	100
Distribución backbone	101
Conexión cruzada horizontal	101
Distribución horizontal	102
Área de trabajo	104
II.6.3. Infraestructura de aterrizaje y conexión.	105
Terminología	105
Componentes de aterrizamiento	107

CAPÍTULO III. "REESTRUCTURACIÓN DE LA RED INTERNA DE LA SECODAM"	110
III.1. Evolución de la Red Interna	111
III.1.1. 1995 – 1996	111
III.1.2. 1997 – 1998	113
III.2. Problemática Actual	116
III.2.1. Conectividad	116
III.2.2. Protocolos	116
III.2.3. Hardware	116
III.2.4. Administración	117
III.2.5. Recursos Humanos	117
III.3. Propuesta de reestructura	118
III.3.1. Objetivos para la reestructuración.	118
III.3.2. Modificaciones propuestas	118
CONECTIVIDAD	118
PROTOCOLO	119
HARDWARE	125
ADMINISTRACIÓN	126
III.4. Fases de implementación	127
III.4.1. Matriz de Actividades	127
III.4.2. Calendario de Implementación	130
III.5. Matriz de Resultados	134
III.5.1. Hardware y Conectividad	138
III.5.2. Administración	143

CONCLUSIONES	145
APÉNDICE	147
A. Subredes	148
A.1. Direccionamiento IP	148
A.2. Clases de direcciones	148
A.3. Subredes	149
Máscara de Subred	149
B. Direcciones Privadas	151
BIBLIOGRAFÍA	152

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la tecnología informática ha sufrido un gran desarrollo, particularmente en lo que respecta a computadoras personales y a su interconexión, las redes, surgidas por la necesidad de compartir recursos. El volumen de información generada por una organización es cada mayor, y a la vez más usuarios tienen acceso a la misma. Esto, aunado al crecimiento de usuarios de Internet, la red más grande de computadoras, ha causado que cada vez más organizaciones utilicen la arquitectura de red para el desarrollo de sus funciones, incrementando el uso de este recurso y trayendo consigo tiempos de espera cada vez más elevados, lo que se traduce en desperdicio de recursos. Es por ello que es indispensable garantizar una operación libre de fallas y proporcionar el soporte necesario para absorber el aumento en la demanda de servicios, minimizando los costos de operación y de mantenimiento.

Este es el caso de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, cuya red interna ha sufrido una disminución considerable de su rapidez y eficiencia debido al aumento en el número de usuarios y a la utilización de sistemas que demandan un mayor ancho de banda para su funcionamiento. La intención de este documento es analizar las diferentes opciones que existen en el mercado para diseñar un esquema que proporcione a la Contraloría una red confiable, segura y rápida, que sea fácil de administrar y que se ajuste al presupuesto destinado para tal fin.

En el primer capítulo, se abordará el tema de las comunicaciones, desde sus orígenes hasta nuestros días. También se exponen los principales conceptos de las redes de transmisión de datos, dando una definición, exponiendo los diferentes tipos de redes que existen y enunciando sus principales, características.

En el segundo capítulo, se expondrán los componentes principales de una red LAN, así como las distintas arquitecturas, protocolos, sistemas operativos y tipos de redes, con el fin de tener un panorama de posibilidades bastante amplio y así poder diseñar una solución completa.

Por último, en el tercer capítulo se analizará la situación actual de la red de la Secretaría de Contraloría para elaborar una propuesta de reestructura acorde con los objetivos.

A continuación se exponen los objetivos y lineamientos que serán la guía de esta propuesta.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un esquema de reestructuración de la red de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo aplicando las tecnologías disponibles, con el fin de proporcionar un servicio confiable y permitir un crecimiento organizado.

Evaluar el desempeño de la red actual de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo y diseñar e implementar un nuevo esquema aplicando las tecnologías disponibles, con el fin de garantizar un funcionamiento óptimo acorde con el incremento en la demanda de servicios.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir las diferentes tecnologías utilizadas actualmente en las redes de computadoras.

Evaluar la situación actual de la red interna de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo.

Diseñar un esquema que satisfaga las necesidades de los usuarios y permita un crecimiento organizado en el futuro.

DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

En el presente documento se describirán las diferentes tecnologías que son empleadas para la construcción de redes de computadoras, se analizará la estructura actual de la red interna de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, y se propondrá un esquema de reestructura, tomando en cuenta los recursos financieros y técnicos que influyen directamente en su operación y mantenimiento. Con ello se busca proporcionar un mayor ancho de banda y de esta manera aumentar la rapidez de la red, para poder absorber el incremento de usuarios y permitir una operación confiable.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo cuenta con una red interna con 1100 computadoras conectadas a 15 servidores de archivos, 10 servidores de base de datos y un servidor Web. La red es de arquitectura ethernet a 10 Mbps, utilizando los protocolos TCP/IP y NetBeui para la comunicación entre computadoras ubicadas en un dominio único. Esto causa que a plena carga, el tiempo de respuesta disminuya considerablemente y aumenten las colisiones y los errores debido a cuellos de botella en el backbone.

Se pretende encontrar una solución que permita disminuir el tiempo de respuesta y aumentar la confiabilidad, minimizando los costos asociados con la reestructuración que derive de los resultados arrojados por la presente investigación.

MARCO TEÓRICO

La Contraloría no ha sufrido una modificación considerable en la estructura de la red desde que esta se puso en marcha en el año de 1995, sólo se fueron incorporando más usuarios y equipo de comunicaciones, sin tener en mente un crecimiento organizado ni contar con un plan de acción. Esta investigación es la primera aplicada a la red interna con el fin de desarrollar un modelo nuevo y servirá de experiencia en la planeación de futuras reestructuras.

METODOLOGÍA

La primer fase de la investigación será documental. Durante la cual se reunirá la información necesaria para poder analizar y proponer la mejor solución posible al problema. Posteriormente se procederá al diseño y la implementación de la solución, para concluir con una evaluación de los resultados y de esta forma conocer si se cumplió con el objetivo propuesto.

Capítulo I. “Conceptos Generales”

1.1. El Concepto de Comunicación

La comunicación es el proceso de transmisión y recepción de ideas, información y mensajes. El desarrollo de los medios de comunicación es un factor fundamental en el progreso de la civilización. Como tantas otras conquistas del hombre, las comunicaciones son causa y efecto del progreso social. En los últimos 150 años, y en especial en las dos últimas décadas, la reducción de los tiempos de transmisión de la información a distancia y de acceso a la información es uno de los retos esenciales de nuestra sociedad.

1.1.1- Orígenes

La comunicación actual entre dos personas es el resultado de múltiples métodos de expresión desarrollados durante siglos. Los gestos, el desarrollo del lenguaje y la necesidad de interactuar juegan aquí un papel importante.

Muy poco sabemos sobre los orígenes del factor más importante de comunicación: el lenguaje. El origen del lenguaje es un gran tema de controversia. Algunas palabras parecen imitar sonidos naturales, mientras que otras pueden proceder de expresiones de emoción como la risa o el llanto. Ciertos investigadores opinan que el lenguaje es el resultado de actividades de grupo como el trabajo o el baile. Otra teoría sostiene que el lenguaje se ha desarrollado a partir de sonidos básicos que acompañaban a los gestos.

En el mundo se hablan hoy unas 3.000 lenguas y dialectos agrupados en familias. A medida que unas lenguas se desarrollan, otras van desapareciendo. Las modificaciones del lenguaje reflejan las diferentes clases, géneros, profesiones o grupos de edad, así como otras características sociales (influencia de la tecnología en la vida cotidiana, etc.).

Los pueblos antiguos buscaban un medio para registrar el lenguaje. Pintaban en las paredes de las cuevas para enviar mensajes y utilizaban signos y símbolos para designar una tribu o pertenencia. A medida que fue desarrollándose el conocimiento humano, se hizo necesaria la escritura para transmitir información. La primera escritura, que era pictográfica con símbolos que representaban objetos, fue la cuneiforme, es decir, con rasgos en forma de cuña grabados con determinado estilo en una tabla de arcilla. Posteriormente se desarrollaron elementos ideográficos, en donde el símbolo no sólo representaba el objeto, sino también ideas y cualidades asociadas a él.

Sin embargo, la escritura seguía conteniendo el significado pero no el sonido de las palabras. Más tarde la escritura cuneiforme incorporó elementos fonéticos, es decir, signos que representaban determinados sonidos. Los jeroglíficos egipcios pasaron por un proceso similar (de pictogramas a ideogramas) e incorporaron signos para las consonantes, aunque no llegaron nunca a constituir un verdadero alfabeto. El alfabeto se originó en el Oriente Medio y lo introdujeron los fenicios en Grecia, donde le añadieron los sonidos de las vocales. El alfabeto cirílico es una adaptación del griego. El alfabeto latino se desarrolló en los países más occidentales, donde dominaba la cultura romana. En la Tabla 1 se puede observar la evolución del alfabeto.

NOMBRE SEMÍTICO DE LAS LETRAS	SEMÍTICO SEPTENTRIONAL	HEBREO RECTANGULAR	NOMBRE GRIEGO DE LAS LETRAS	GRIEGO	CIRÍLICO	ROMANO
'alef	א	א	alfa	Α	А, Я, А	А
bet	ב	ב	beta	Β	В, Б	В
gimel	ג	ג	gamma	Γ	Г, Г	С, G
dálet	ד	ד	délta	Δ	А	Д
he	ה	ה	épsilon	Ε	Е, Ё, Э	Е
waw	ו	ו	dígama	Ϝ	—	Ф
			ipsilon	Υ	У, У	У, U, Y, W
zayn	ז	ז	zeta o seta	Ζ	З	З
het	ח	ח	eta	Η	И, Й	И
jet	ט	ט	theta o zeta	Θ	Θ	—
yod	י	י	iota	Ι	І, Ј	І, Ј
kaf	כ	כ	cappa	Κ	К	К
lámed	ל	ל	lambda	Λ	Л, Љ	Л
mem	מ	מ	my	Μ	М	М
nun	נ	נ	ny	Ν	Н, Њ	Н
sámek	ס	ס	xi	Ξ	—	—
'ayn	ע	ע	ómicron	Ο	О, Ю	О
pe	פ	פ	pi	Π	П	Р
fade	ף	ף			Ч, Ц, Ъ	—
qof	ק	ק	koppa	Ϙ	—	Q
res	ר	ר	ro	Ρ	Р	Р
šin	ש	ש	sigma	Σ	С, Ш, Щ	С
taw	ת	ת	tau	Τ	Т	Т
			fi	Ϝ	Ф	—
			ji	Υ	У	У
			psi	Ψ	Ψ, А	
			omega	Ω		
					Ь *	(nj)
					Ь *	(lj o l)
					Ѣ *	(dz o dzh)
					Ѥ *	(ie)
					Ѧ *	(ts)
					Ѩ *	(dz)

*(Corresponde el dígrafo siguiente)

Tabla I - 1. Evolución del Alfabeto

1.1.2. Comunicación a distancia

Con el desarrollo de la civilización y de las lenguas escritas surgió también la necesidad de comunicarse a distancia de forma regular, con el fin de facilitar el comercio entre las diferentes naciones e imperios.

Los egipcios descubrieron un tipo de material para escribir que se extraía de la médula de los tallos de una planta llamada papiro. Posteriormente se inventó el pergamino, que se obtenía preparando las dos caras de una tira de piel animal. Entretanto, en China, hacia el año 105 d.C. se descubrió el papel. Mil años después, al llegar esta técnica a Europa, provocó una gran demanda de libros. A mediados del siglo XV el inventor alemán Johann Gutenberg utilizó tipos móviles por primera vez en Europa para imprimir la Biblia. Esta

técnica amplió las posibilidades de estudio y condujo a cambios radicales en la forma de vivir de los pueblos. Contribuyó a la aparición de un mayor individualismo, del racionalismo, de la investigación científica y de las literaturas nacionales. En el siglo XVII surgieron en Europa unas hojas informativas denominadas *corantos*, que en un principio contenían noticias comerciales y que fueron evolucionando hasta convertirse en los primeros periódicos y revistas que ponían la actualidad al alcance del gran público.

Las técnicas y aplicaciones de impresión se desarrollaron, por lo general, con gran rapidez en los siglos siguientes. Esto se debió sobre todo a la introducción de las máquinas de vapor en las imprentas a principios del siglo XIX y, posteriormente, a la invención de las máquinas tipográficas (véase Sistemas de edición). La primera de estas máquinas, denominada linotipia, fue patentada en 1884 por el inventor germano-norteamericano Ottmar Mergenthaler. En las décadas siguientes fueron apareciendo una serie de técnicas de impresión a gran escala, cada vez más rápidas.

De los diferentes tipos de servicios de comunicación de la antigüedad, el más notable fue el sistema de relevos del imperio persa. Jinetes a caballo transportaban mensajes escritos de una estación de relevos a otra. Basándose en este sistema, los romanos desarrollaron su propio sistema de postas (del latín, *positus*, 'puesto'), de donde procede el término "servicio postal". En Extremo Oriente también se emplearon sistemas similares.

A pesar de que en la Europa medieval los servicios postales eran en su mayor parte privados, el auge del nacionalismo posterior al Renacimiento propició la aparición de sistemas postales gubernamentales. A finales del siglo XVIII había desaparecido gran parte de los servicios privados.

Los sistemas postales modernos siguieron creciendo con la aparición del ferrocarril, los vehículos de motor, los aviones y otros medios de transporte. Últimamente ha surgido el correo electrónico. Sin embargo, a lo largo de los siglos siempre se han buscado medios de comunicación a larga distancia que fueran más rápidos que los convencionales. Entre los métodos más primitivos se encuentran los golpes de tambor, el fuego, las señales de humo o sonido del cuerno. En su tiempo, los cuernos de caza y los tambores jugaron un papel importante en los ejércitos. En la edad media se utilizaban palomas mensajeras para transmitir mensajes. Hacia 1790, Claude Chappe, científico e ingeniero francés, inventó un sistema de estaciones de semáforos capaz de enviar mensajes a muchos kilómetros de distancia en algunos minutos. La distancia entre estas grandes torres (similares a las utilizadas posteriormente en el ferrocarril) podía alcanzar los 32 Km. Este sistema de semáforos con telescopios y espejos reflectantes (adoptado por Gran Bretaña y Estados Unidos) era lento, pues era necesario repetir las señales en cada estación con el fin de verificar la exactitud de la transmisión.

Telégrafo

Con el descubrimiento de la electricidad en el siglo XVIII, se comenzó a buscar la forma de utilizar las señales eléctricas en la transmisión rápida de mensajes a distancia. Sin embargo, no se lograría el primer sistema eficaz de telegrafía hasta el siglo XIX, cuando en 1837 se hicieron públicos dos inventos: uno de Charles Wheatstone y William F. Cooke, en Inglaterra, y otro de Samuel F. B. Morse, en Estados Unidos. Morse también desarrolló un código de puntos y rayas —alfabeto Morse— que fue adoptado en todo el mundo. Estos inventos fueron mejorados a lo largo de los años. Así, por ejemplo, en 1874 Thomas Edison desarrolló la telegrafía cuádruple, que permitía transmitir dos mensajes simultáneamente en ambas direcciones. Algunos de los productos actuales de la telegrafía son el teletipo, el telex y el fax. En la Figura I-1 se puede observar un aparato telegráfico.

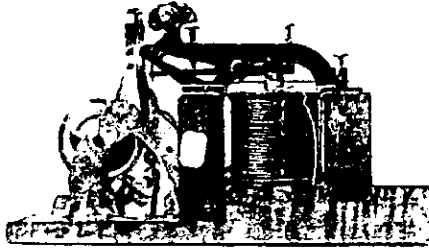


Figura 1 - 1. Telégrafo. La figura muestra un equipo construido en 1844 por Samuel Morse para recibir mensajes telegráficos. El telégrafo fue inventado al mismo tiempo por Morse y Charles Wheatstone en 1837. Poco después se inició la construcción de una red de comunicación telegráfica. El primer mensaje telegráfico público se transmitió en 1844

Teléfono

A pesar de que la telegrafía supuso un gran avance en la comunicación a distancia, los primeros sistemas telegráficos sólo permitían enviar mensajes letra a letra. Por esta razón se seguía buscando algún medio de comunicación eléctrica de voz. Los primeros aparatos, que aparecieron entre 1850 y 1860, podían transmitir vibraciones sonoras, aunque no la voz humana. La primera persona que patentó un teléfono eléctrico, en el sentido moderno de la palabra, fue el inventor norteamericano Alexander Graham Bell, en 1876. En aquellos años Edison investigaba la forma de poder registrar y reproducir ondas acústicas, abriendo así el camino a la aparición del gramófono.

Radio

Los primeros sistemas telegráficos y telefónicos utilizaban el cable como soporte físico para la transmisión de los mensajes, pero las investigaciones científicas indicaban que podían existir otras posibilidades. La teoría de la naturaleza electromagnética de la luz fue enunciada por el físico británico James Clerk Maxwell en 1873, en su *Tratado de la Electricidad y el Magnetismo*. Las teorías de Maxwell fueron corroboradas por el físico alemán Heinrich Hertz. En 1887 Hertz descubrió las ondas electromagnéticas, estableciendo la base técnica para la telegrafía sin hilos.

En la década siguiente se realizaron gran número de experimentos para la transmisión de señales sin hilos. En 1896, el inventor italiano Guglielmo Marconi logró enviar una señal sin hilos desde Penarth a Weston-super-Mare (Inglaterra), y en 1901 repitió el experimento desde Cornwall a través del Océano Atlántico. En 1904, el físico británico John Ambrose Fleming inventó el tubo de vacío con dos elementos. Un par de años después el inventor norteamericano Lee de Forest consiguió un tubo de vacío con tres elementos, invento en el que se basarían muchos dispositivos electrónicos posteriores. La primera emisión de radio tuvo lugar en 1906 en los Estados Unidos. En 1910, De Forest transmitió por primera vez una ópera desde el Metropolitan Opera House de Nueva York. En 1920 se crearon varias emisoras o estaciones de radio en los Estados Unidos, y en 1923 se fundó en el Reino Unido la *British Broadcasting Corporation* (BBC). En 1925 ya funcionaban 600 emisoras de radio en todo el mundo. En la actualidad casi todos los hogares de los países desarrollados disponen de radio.

Transmisión de imágenes

Los primeros manuscritos estaban iluminados con dibujos muy elaborados. A finales del siglo XV se empezaron a utilizar grabados en madera para realizar las ilustraciones de los libros impresos. A finales del siglo XVIII se inventó la litografía, que permitió la reproducción masiva de obras de arte. En 1826, el físico francés Nicéphore Niepce, utilizando una plancha metálica con betún, expuesta durante ocho horas, consiguió la primera fotografía. Perfeccionando este procedimiento, el pintor e inventor francés Louis Jacques Mandé Daguerre descubrió un proceso químico de revelado que permitía tiempos de exposición mucho menores, consiguiendo el tipo de fotografía conocido como daguerrotipo.

A finales del siglo XIX se descubrieron diferentes métodos que conferían a la fotografía la ilusión de movimiento. En 1891, Edison patentó el cinetoscopio, máquina para proyectar imágenes en movimiento, que presentó en 1889. En 1895, el químico e industrial francés Louis Lumière y su hermano Auguste Lumière, también químico, presentaron y patentaron el cinematógrafo, máquina que lograba proyectar imágenes en movimiento. A finales de la década de 1920, se añadió el sonido a estas imágenes en movimiento.

Televisión

El sistema de transmisión de imágenes en movimiento está basado en varios descubrimientos, entre los que se encuentra el disco perforado explorador, inventado en 1884 por el pionero de la televisión, el alemán Paul Gottlieb Nipkow. Otros de los hitos en el desarrollo de la televisión son el iconoscopio y el cinescopio, para transmitir y recibir, respectivamente, imágenes a distancia, inventados ambos en 1923 por el ingeniero electrónico ruso-norteamericano Vladimir Kosma Zworykin. En 1926, John Logie Baird utilizó este sistema para demostrar la transmisión eléctrica de imágenes en movimiento. Estos inventos propiciaron nuevos progresos en Estados Unidos, Gran Bretaña y Alemania. En Gran Bretaña la BBC inició la emisión de sus programas de televisión en 1927 con el sistema de Baird y en 1937 se inauguró el primer servicio público de televisión de calidad.

A finales de la II Guerra Mundial la televisión se adueñó de los hogares norteamericanos. El número de emisoras de televisión pasó de 6 en 1946 a 1.362 en 1988. En Gran Bretaña, a finales de la década de 1980, el pasatiempo más popular era ver la televisión, y el 94% de los hogares disponía de una televisión en color. En España, el 98% de los hogares tiene hoy un televisor.

La televisión se ha extendido por todo el mundo; los satélites de comunicaciones permiten transmitir programas de un continente a otro y enviar acontecimientos en vivo a casi cualquier parte del mundo. Los circuitos cerrados de televisión se utilizan, entre otras aplicaciones, en los bancos para identificar cheques, en las compañías aéreas para mostrar información de vuelo y en medicina para estudiar las técnicas a utilizar en el quirófano. La grabación en vídeo también ha revolucionado la capacidad de almacenamiento, recuperación y transmisión de la información.

Computadoras

Uno de los avances más espectaculares dentro de las comunicaciones —transmisión de datos— se ha producido en el campo de la tecnología de las computadoras. Desde la aparición de las computadoras digitales en la década de 1940, éstas se han introducido en los países desarrollados en prácticamente todas las áreas de la sociedad (industrias, negocios, hospitales, escuelas, transportes, hogares o comercios). Mediante la utilización de las redes informáticas y los dispositivos auxiliares, el usuario de un ordenador puede transmitir datos con gran rapidez. Estos sistemas pueden acceder a multitud de bases de datos. A través de la línea telefónica se puede acceder a toda esta información y visualizarla en pantalla o en un televisor convenientemente adaptado.

Tecnología láser

El láser ocupa un lugar importante en el futuro de las comunicaciones. Los rayos modulados de luz producida por láser presentan una capacidad de transmisión de mensajes simultáneos muy superior a la de los sistemas telefónicos convencionales. Los prototipos de redes de comunicación por láser ya son operativos y puede que en el futuro sustituyan en gran medida a las ondas de radio en telefonía. Los rayos láser también se utilizan en el espacio en los sistemas de comunicación por satélite.

Comunicaciones y educación

Las películas culturales sobre diferentes temas y otros procedimientos de educación audiovisual pueden convertirse pronto en elementos indispensables en la instrucción escolar. En muchas escuelas de los países desarrollados ya se utilizan equipos audiovisuales para presentar fotos, posters, mapas, diapositivas, transparencias, vídeos y otros materiales. El magnetófono o grabadora se utiliza de forma generalizada para la enseñanza de idiomas.

Los programas radiofónicos educativos han permitido ampliar considerablemente el acceso a la educación. Las escuelas han comenzado a conectarse a Internet y a utilizar datos recibidos vía satélite o en CD-ROM. Los rápidos avances de la tecnología informática van a tener probablemente una gran repercusión en la educación.

Comunicaciones y cambio cultural

A lo largo de la historia los medios de comunicación han ido avanzando en paralelo con la creciente capacidad de los pueblos para configurar su mundo físico y con su creciente grado de interdependencia. La revolución de las telecomunicaciones y de la transmisión de datos ha empujado al mundo hacia el concepto de "aldea global". Los efectos de estos nuevos medios de comunicación sobre la sociedad han sido muy estudiados. Hay quienes sostienen que los medios de comunicación tienden a reforzar los puntos de vista personales más que a modificarlos, y otros creen que, según quién los controle, pueden modificar decisivamente la opinión política de la audiencia. En cualquier caso, ha quedado demostrado que los medios de comunicación influyen a largo plazo, de forma sutil pero decisiva, sobre los puntos de vista y el criterio de la audiencia.ⁱⁱ

I.2. Las Redes de Transmisión de Datos

I.2.1. El concepto de redes

En el campo de la informática, una red es un conjunto de computadoras conectadas entre sí y/o con otros equipos mediante una o más vías de transmisión con el propósito de compartir recursos y transferir información.

Las redes surgen por la necesidad de compartir ciertos recursos costosos como impresoras y unidades de almacenamiento entre varios usuarios con el objetivo de disminuir los costos de operación. El intercambio de datos es la base de muchos servicios basados en computadores que se utilizan en la vida diaria, como cajeros automáticos, terminales de puntos de venta, realización de transferencias, etc.

Entre las principales ventajas que las redes proporcionan se pueden mencionar las siguientes:

- **Compartir archivos:** Las redes permiten a muchos usuarios compartir una copia de un archivo almacenado en un servidor de archivos central.
- **Transferir archivos:** Una red permite copiar archivos rápidamente desde una máquina a otra sin intercambio de discos flexibles.
- **Acceder a información y archivos:** Una red permite que cualquier usuario ejecute aplicaciones desde cualquier computadora de dicha red.
- **Compartir aplicaciones:** Las redes permiten que dos o más personas utilicen la misma copia de una aplicación.
- **Compartir impresoras.** Al utilizar una red, se puede compartir una impresora entre varias computadoras para minimizar costos.
- **Usar el correo electrónico:** Se puede utilizar una red para el intercambio de información entre personas y entre departamentos, para minimizar el papeleo.
- **Tolerancia ante fallos.** En el caso de que una computadora falle, otra puede asumir sus funciones y su carga.
- **Entorno flexible.** Los empleados pueden trabajar en casa utilizando terminales conectadas mediante redes a la computadora de sus oficinas. Muchos usuarios utilizan computadoras portátiles en sus viajes y se conectan mediante las líneas telefónicas de sus hoteles.

I.2.2. Antecedentes Históricos

La evolución de las redes se puede seguir a través del desarrollo de los recursos computacionales en una organización. Las primeras computadoras se caracterizaban por ser muy costosas y tener un software muy limitado. Por consiguiente, la organización contaba con un sistema centralizado que constaba de una unidad central de procesamiento (*CPU Central Processing Unit*) con una cantidad limitada de memoria, algún tipo de almacenamiento secundario, una impresora, un lector de tarjeta perforadas y un operador. Los usuarios generalmente preparaban sus programas y datos "fuera de línea" en una perforadora de tarjetas localizada en otra habitación, posteriormente el operador cargaría y ejecutaría los programas secuencialmente.

A medida que la tecnología informática y sus sistemas operativos avanzaron, se desarrollaron dispositivos de almacenamiento secundario más veloces y sistemas operativos de multiprogramación. Esto hizo posible compartir el tiempo de la unidad central de procesamiento entre un cierto número de programas o procesos, permitiendo por consiguiente, que múltiples usuarios ejecutaran sus programas interactivamente y accedieran a datos almacenados simultáneamente vía su propia terminal. Las terminales eran normalmente máquinas teletexto (TTY *teletypewriter*), diseñadas para transmitir y recibir datos a través de distancias largas y operar en modo serie, tal y como se muestra en la figura 1-2.

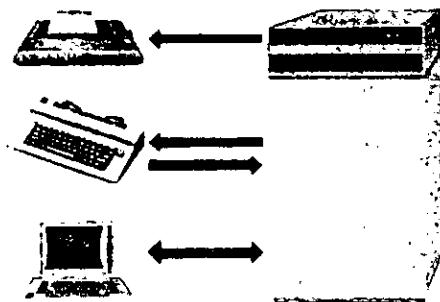


Figura 1 - 2. Diferentes tipos de máquinas teletexto (tty).ⁱⁱⁱ

Para explotar estos desarrollos, las computadoras usadas dentro de una organización se actualizaron, para poder soportar cinco o más terminales. Las computadoras se comenzaron a conocer como sistemas multiusuario, proveyendo acceso en línea a los datos almacenados. Inicialmente, las terminales se localizaban cerca de la computadora principal, pero posteriormente se fueron localizando en oficinas distantes, y con el desarrollo de módems y de la red telefónica conmutada, en otras ciudades. La figura 1-3, muestra el concepto de conexión vía módem.

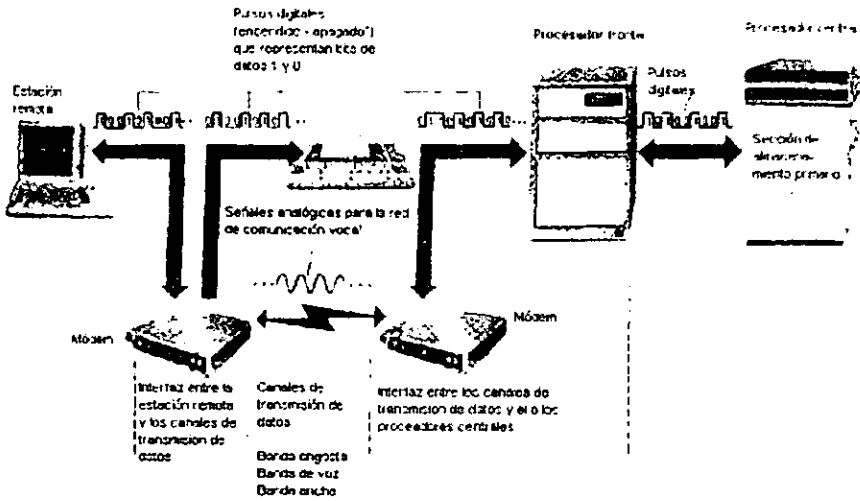


Figura I - 3. Representación de una conexión vía módemTM

El uso de la red telefónica conmutada como el principal medio de comunicación significó que los costos de la línea de comunicación pasaran a constituir un porcentaje considerable de los costos de operación del sistema. Para minimizar estos costos, se introdujeron dispositivos tales como los multiplexores, cuyo principio de operación se muestra en la figura I-4. Esto permitió que una sola línea de comunicación fuera compartida entre cierto número de usuarios simultáneos localizados en el mismo lugar. Este fue el inicio de las redes de área amplia (WAN Wide Area Network).

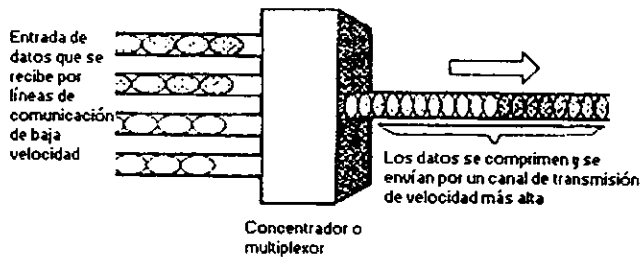


Figura I - 4. Esquema en el que se ilustra el principio de la multiplexiónTM

El advenimiento del microprocesador y los avances asociados con el equipo de cómputo provocó que cada vez existieran más dispositivos basados en computadoras localizados en el mismo edificio. Y aunque cada sistema llevaba a cabo sus procesos localmente, se volvió necesario que estos sistemas se comunicaran entre sí. Dado que dichos dispositivos se encuentran cerca unos de otros, la red que los une generalmente pertenece a la organización. Esto se le conoce como red de área local (LAN Local Area Network).

I.3. Redes LAN y WAN

I.3.1. Características de las Redes LAN

Una red LAN es una combinación de computadoras, cables de red, tarjetas de red, sistema operativo y aplicaciones. A cada computadora se le llama estación de trabajo (*workstation*), y existen además uno o más servidores. Cada computadora y servidor contienen una tarjeta de red. Los cables de red conectan todas las estaciones de trabajo y servidores. Además del sistema operativo local, cada estación de trabajo ejecuta software de red que permite la comunicación con los servidores, en contraste, cada servidor ejecuta software de red para comunicarse con las estaciones de trabajo, todo esto dentro de un edificio o un espacio geográfico similar.

Las tecnologías LAN se han convertido en la forma más común de red. Las LAN conectan ahora más computadoras que ningún otro tipo de red. Una de las razones de que existan tantas LAN es de índole económica. Las tecnologías LAN son baratas y están a la mano. Sin embargo, la razón principal de la gran demanda de las LAN puede atribuirse a un principio fundamental de la conectividad conocido como localidad de referencia, que establece que la comunicación entre un grupo de computadoras no es aleatoria, sino que sigue dos patrones. Primero, si un par de computadoras se comunica una vez, es probable que se comuniquen nuevamente en el futuro cercano, y luego lo hagan periódicamente. Segundo, cada computadora tiende a comunicarse con mayor frecuencia con las computadoras cercanas.

Debido al gran número de LANs existentes, las redes se clasifican en categorías de acuerdo a su topología o forma general. Las principales topologías son bus, estrella y anillo. Los componentes principales de una red LAN son el cableado, el equipo de comunicaciones, los servidores, las estaciones de trabajo y las tarjetas de red. En el siguiente capítulo se abordarán los componentes principales de las redes LAN, explicándolos con mayor detalle. También se explicarán los diferentes protocolos de comunicación como TCP/IP, IPXSPX y NetBEUI; sistemas operativos como Unix, Windows NT, Novell Netware y Lantastic; y diferentes tipos de redes, como ethernet, token ring, ATM y FDDI.

I.3.2. Características de las Redes WAN

Una red de área amplia abarca instalaciones o sitios de varias ciudades, países y continentes. Aunque las tecnologías LAN se diseñan para usarse en un solo sitio, existen técnicas que pueden ampliar la distancia que cubren. En particular, un puente satelital puede conectar dos segmentos de LAN a distancias arbitrarias. Sin embargo, una LAN en puente no se considera tecnología de área amplia debido a que las limitaciones de ancho de banda evitan que sirva a una cantidad cualquiera de computadoras y de sitios.

El asunto clave que separa a las tecnologías WAN de las LAN es la capacidad de crecimiento: las WAN deben crecer según se necesite para conectar muchos sitios distribuidos en grandes distancias geográficas, con muchas computadoras en cada uno. Además, una tecnología no se clasifica como WAN a menos que pueda ofrecer un rendimiento razonable en una red grande. Esto es, las WAN no conectan simplemente

muchas computadoras de muchos sitios, sino que deben tener la capacidad suficiente para permitir que las computadoras se comuniquen simultáneamente.

El hardware de las WAN consiste de ruteadores, puentes (*bridges*), y gateways. Básicamente el hardware de WAN proporciona un camino entre LANs sobre el cual dos o más LANs pueden compartir paquetes y tramas. Esta comunicación de tramas y paquetes permite a una estación de trabajo en una LAN acceder a un servidor de archivos o a un servidor de impresión localizado en otra LAN.

Para formar una WAN, se interconecta un grupo de conmutadores de paquete. En general, los conmutadores tienen varios conectores de Entrada/Salida, lo que permite establecer diferentes topologías. Por ejemplo, la figura I-5 muestra una manera de formar una WAN con la conexión de cuatro conmutadores de paquetes y ocho computadoras.

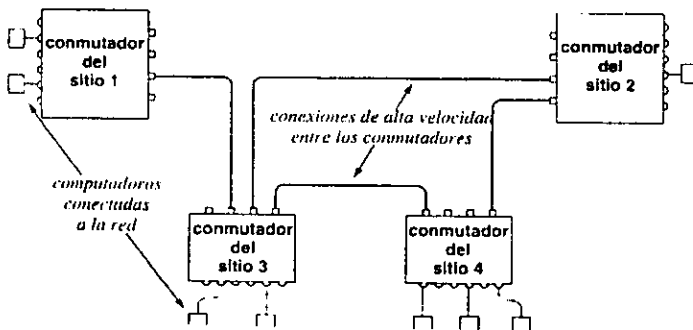


Figura I - 5. WAN pequeña formada con la conexión de conmutadores de paquetes. Por lo común, las conexiones entre conmutadores de paquetes operan a mayor velocidad que las conexiones a las computadoras.

El conmutador electrónico básico de las WAN se llama conmutador de paquetes porque mueve paquetes completos de una conexión a otra. Cada conmutador de paquetes es una pequeña computadora con procesador, memoria y dispositivos de Entrada/Salida que se usa para enviar y recibir paquetes. Para construir las WAN, se han usado casi todas las formas de comunicación punto a punto, incluyendo circuitos seriales arrendados, fibra óptica, microondas y canales satelitales. Además se pueden agregar conmutadores e interconexiones para aumentar la capacidad de la WAN.

Los sistemas de área amplia por conmutación de paquetes usan la técnica de almacenamiento y reenvío en la que los paquetes que llegan por un conmutador se colocan en una cola hasta que el conmutador puede reenviarlos a su destino. La técnica, que se esquematiza en la figura I-6, permite que un conmutador de paquetes maneje en búfer descargas cortas de paquetes que llegan simultáneamente.

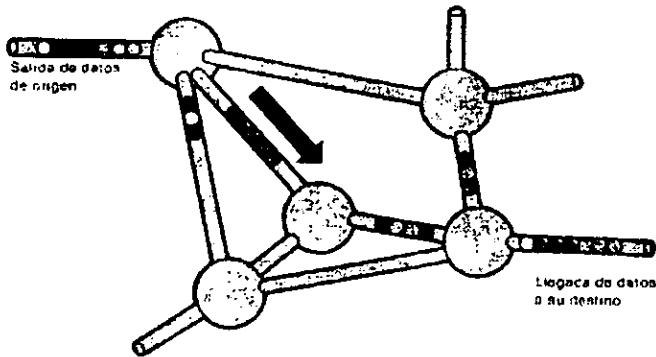


Figura 1 - 6. Cuando se utiliza la conmutación de paquetes, los paquetes de datos que se originan en un punto se pueden canalizar (enrutar) de manera eficiente a través de diferentes líneas de la red. Cuando los paquetes llegan a su destino se vuelven a ensamblar en el orden original.^{vi}

Hardware de WAN

Puentes (Bridges)

Los puentes operan a un nivel alto y permiten unir LANs sin importar las limitaciones de distancia. Los puentes pueden interconectar segmentos de red que utilizan distintos medios físicos. Es común, por ejemplo, ver un puente que usa fibra óptica y cable coaxial: dicho puente tiene un conector de fibra óptica en un lado y un conector coaxial por el otro. Internamente, el puente traduce entre los dos esquemas de cableado. Además, los puentes pueden unir protocolos diferentes de bajo nivel (Capa física y de Datos). Se pueden utilizar puentes para conectar segmentos similares de LAN, como dos segmentos de ethernet, o mezclar segmentos diferentes, como un segmento Token Ring y un segmento Ethernet.

Los puentes ofrecen transparencia a protocolos de alto nivel. Los puentes pueden mover tráfico entre dos segmentos sobre un tercer segmento entre ellos que no puede entender los datos que pasan a través de él. Finalmente, permiten la comunicación entre dispositivos y segmentos usando el mismo protocolo de alto nivel (TCP/IP o NetBIOS), sin importar la capa física que cada LAN utilice.

Los puentes son inteligentes. Aprenden las direcciones de destino del tráfico que pasa a través de ellos y direccionan el tráfico a su destino. Esto explica la importancia de los puentes en la segmentación de una red. Cuando un segmento físico de red tiene tráfico excesivo y su desempeño comienza a degradarse, se puede utilizar un puente para romperlo en dos segmentos físicos. El puente dirige el tráfico a su destino en el otro segmento de LAN, limitando el tráfico que no se dirige a ese segmento. Los puentes usan un proceso de aprendizaje, filtrado y envío para mantener el tráfico dentro del segmento físico al cual pertenece.

Debido a que los puentes deben aprender las direcciones, examinar paquetes y tomar las decisiones de envío, son lentos; sin embargo, ofrecen una ventajas especiales de conectividad y opciones que los hacen útiles en ambientes multiprotocolo.

Ruteadores.

Los ruteadores son en cierto modo, más inteligentes que los puentes. No tienen la misma capacidad para aprender que los puentes, pero pueden tomar decisiones de ruteo que determinan el camino más eficiente entre dos segmentos de red.

Los ruteadores no necesitan saber la topología o los protocolos que utiliza la red. Debido a que los ruteadores operan una capa arriba que los puentes, no son afectados por el medio o los protocolos. Frecuentemente son usados entre segmentos que utilizan el mismo protocolo.

Los puentes toman una decisión de envío o descarte en cada paquete de datos, dependiendo si el paquete está dirigido a una dirección en el otro segmento del puente. Los ruteadores escogen la mejor ruta para el paquete al revisar una tabla de ruteo. Sólo ven los paquetes dirigidos a ellos por el ruteador anterior, mientras los puentes examinan todos los paquetes que pasan por la red.

Gateways

Los gateways operan en las últimas capas del modelo OSI. Proveen el método más sofisticado para conectar segmentos de red y redes a los hosts. Se puede usar un gateway cuando se conectan sistemas construidos en arquitecturas de comunicación completamente diferentes. Como las arquitecturas no tienen nada en común, los gateways deben traducir completamente los datos que pasan entre los dos sistemas.

Tecnologías WAN.

ARPANET

Las WAN de conmutación de paquetes tienen menos de 30 años. A finales de los años sesenta, la Agencia de Investigación Avanzada de Proyectos (ARPA) patrocinó la investigación de conectividad para el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Uno de los principales proyectos de investigación de la ARPA produjo una WAN para determinar si podía usarse la tecnología de conmutación de paquetes en condiciones de campo de batalla. Conocida como ARPANET, la red fue una de las primeras WAN de conmutación de paquetes. Aunque según las normas actuales la ARPANET era lenta (líneas de datos seriales arrendadas que conectaban conmutadores de paquetes de tan sólo 56 Kbps), el proyecto dejó un legado de conceptos, algoritmos y terminología aún en uso.

X.25

La organización que establece las normas telefónicas internacionales, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), desarrolló durante la década de 1970 una de las primeras normas para tecnología WAN, y los portadores públicos, como las compañías telefónicas, han ofrecido el servicio desde hace muchos años. Antes, la ITU se conocía como Comité Consultivo de Telefonía y Telegrafía Internacional (CCITT), y la norma aún se conoce como CCITT X.25.

Las redes X.25 son más comunes en Europa que en los Estados Unidos. Cada red X.25 consta de dos o más conmutadores de paquetes X.25 interconectados mediante líneas arrendadas. Las computadoras conectadas a los conmutadores pueden enviar y recibir paquetes.

Debido a que X.25 se inventó antes de que fueran comunes las computadoras personales, muchas redes X.25 se diseñaron para conectar terminales ASCII a computadoras remotas de tiempo compartido. La red da una comunicación de dos vías. Cuando el usuario ingresa datos con el teclado, una interfaz X.25 los captura, los coloca en paquetes X.25 y los transmite por la red. Cuando el programa que se ejecuta en la computadora genera una salida, la pasa a la interfaz X.25, que la coloca en un paquete X.25 y lo transmite a la pantalla del usuario. Aunque el X.25 puede usarse para comunicación entre computadoras, la tecnología es cara para el desempeño que ofrece y tiene límites de velocidad.

El protocolo de la capa física, llamado X.21, especifica la interfaz física, eléctrica y de procedimientos entre el host y la red. En realidad, muy pocas redes públicas manejan este estándar, pues requiere señalamiento digital en lugar de analógico en las líneas telefónicas. Como medida provisional, se definió una interfaz analógica similar al estándar RS-232, tan conocido.

El estándar de la capa de enlace de datos tiene algunas variaciones (ligeramente incompatibles), todas las cuales se diseñaron para manejar los errores de transmisión en la línea telefónica entre el equipo del usuario (host o terminal) y la red pública (enrutador).

El protocolo de la capa de red se ocupa de la asignación de direcciones, el control de flujo, la confirmación de entrega, las interrupciones y otras consideraciones relacionadas. Básicamente este protocolo permite al usuario establecer circuitos virtuales y después enviar paquetes de hasta 128 bytes a través de ellos. Estos paquetes se entregan en forma confiable y en orden. La mayor parte de las redes X.25 trabajan a velocidades de hasta 64 kbps, lo cual las hace obsoletas para muchos propósitos. No obstante, su uso aún es extenso.

X.25 está orientado a la conexión y trabaja con circuitos virtuales tanto conmutados como permanentes. Un circuito virtual conmutado se crea cuando una computadora envía un paquete a la red y pide que se haga una llamada a una computadora remota. Una vez establecida la conexión los paquetes se pueden enviar por ella y siempre llegarán en orden. X.25 proporciona control de flujo para asegurar que un emisor rápido no pueda abrumar a un receptor lento u ocupado.

Un circuito virtual permanente se usa de la misma forma que uno conmutado pero se establece previamente por un acuerdo entre el cliente y la portadora; siempre está presente y no se requiere una llamada que lo establezca para poder usarlo. Un circuito de este tipo es semejante a una línea rentada.

Puesto que el mundo todavía está lleno de terminales que no hablan X.25, se definió otro grupo de normas que describen cómo una terminal ordinaria (no inteligente) se comunica

con una red pública X.25. En efecto, el usuario o el operador de la red instala una "caja negra" a la que se pueden conectar estas terminales. La caja negra se llama PAD (*packet assembler disassembler*, ensamblador - desensamblador de paquetes) y su función se describe en un documento denominado X.3. Se definió un protocolo estándar entre la terminal y el PAD, el X.28, y existe otro protocolo estándar entre el PAD y la red, el X.29. Estas tres recomendaciones juntas se conocen como triple X.

ISDN

Más recientemente, las compañías telefónicas y otros proveedores de red definieron una serie de tecnologías modernas que ofrecen servicio de área amplia. Por ejemplo, las compañías telefónicas ofrecen el servicio de red digital de servicios integrados (ISDN). Como está implícito en el nombre, el servicio ISDN es un intento de integrar el servicio de red de datos de área amplia con el servicio telefónico de voz. Las compañías telefónicas que ofrecen ISDN permiten que individuos y empresas se suscriban de la misma manera que lo harían con el servicio telefónico. La ISDN ofrece dos clases de servicios. La interfaz de razón básica (BRI) es adecuada para negocios pequeños o clientes residenciales, mientras que la interfaz de razón primaria (PRI) está dirigida a las grandes empresas. La compañía telefónica proporciona una conexión a la instalación del suscriptor, parecida a la conexión física de voz (por ejemplo, se puede emplear par trenzado ordinario para la BRI). Entonces, el cliente conecta el equipo electrónico a los alambres para permitir la comunicación con otros suscriptores.

La ISDN divide el ancho de banda del suscriptor en varios canales por los que pueden comunicarse las computadoras. Por ejemplo, la interfaz de razón básica da un ancho de banda de conjunto de 144 Kbps dividido en tres canales. En la terminología ISDN, la interfaz da un par de canales B (de portador) que operan a 64 Kbps y un canal D (delta) que opera a 16 Kbps. Informalmente, a veces se conoce el servicio de razón básica de la ISDN como servicio 2B+D. El canal D se usa como el equivalente digital del marcaje telefónico: el suscriptor envía solicitudes por el canal D para establecer o terminar conexiones con otros suscriptores. El canal B lleva datos de computadora o voz digitalizada. En particular, se escogió la razón del canal B para poder llevar voz digitalizada por medio de una técnica conocida como modulación por codificación de pulso (PCM). Para digitalizar audio mediante PCM, el hardware hace un muestreo la señal de audio cada 125 microsegundos y produce un número de ocho bits. El resultado es un flujo de 8 000 muestras por segundo, en la que cada muestra es de ocho bits.

La ISDN permite que los suscriptores seleccionen la manera de usar los canales B y puedan cambiarla en cualquier momento. Un suscriptor podría usar un canal B para conexión de voz y otro para conexión de datos: otro más podría tener dos conexiones de datos y, por último, alguno podría usar hardware para multiplexar varios flujos de comunicación por el mismo canal. Por ejemplo, un suscriptor podría comprar hardware para transformar audio en secuencias de 32 Kbps (con menos fidelidad que la versión de 64 Kbps). Tal compresión permite al suscriptor usar un canal B para enviar datos y el otro para enviar dos conversaciones de voz comprimidas.

Aunque la ISDN resultó muy interesante cuando se propuso, pasaron muchos años antes de que las compañías telefónicas ofrecieran el servicio. Como resultado, la velocidad básica de 64 Kbps es baja según las normas modernas, y resultó menor el interés en la ISDN de razón básica de lo que se había predicho.

Frame Relay

Los portadores de larga distancia ofrecen varios servicios de red de área amplia de alta velocidad. Uno de estos servicios, el Frame Relay (relé de trama), se diseñó para aceptar y entregar bloques de datos, cada uno de hasta 8K octetos de datos. Parte de las razones del gran tamaño de datos (y del nombre) viene de que los inventores diseñaron el servicio de frame relay para usarlo en puentes entre segmentos de LAN. Una organización con oficinas en dos ciudades puede instalar una conexión de relé de trama en cada oficina y luego emplearla para reenviar paquetes del segmento LAN de una de ellas al segmento LAN de otra.

El frame relay es un servicio para personas que quieren una forma lo más austera posible, orientada a la conexión, para mover bits de A a B a una velocidad razonable y bajo costo. Su existencia se debe a cambios en la tecnología en las últimas dos décadas. Hace 20 años, la comunicación a través de líneas telefónicas era lenta, analógica y no confiable, y las computadoras eran lentas y caras. En consecuencia, se requirieron protocolos complejos para enmascarar los errores, pero las computadoras de los usuarios eran demasiado caras para ponerlas a hacer este trabajo.

La situación ha cambiado en forma radical. Ahora, las líneas telefónicas rentadas son rápidas, digitales y confiables, y las computadoras son rápidas y baratas. Esto sugiere el uso de protocolos simples, con la mayor parte del trabajo realizada por las computadoras de los usuarios en vez de la red. Éste es el ambiente para el que está pensado el frame relay.

Se puede pensar en el frame relay como una línea virtual rentada. El cliente renta un circuito virtual permanente entre dos puntos y entonces puede enviar marcos o frames (es decir, paquetes) de hasta 1600 bytes entre ellos. También es posible rentar circuitos virtuales permanentes entre un lugar determinado y muchas otras localidades, de modo que cada marco lleve un número de 10 bits que le diga cuál circuito virtual usar.

La diferencia entre una línea rentada real y una virtual es que, con una real, el usuario puede enviar tráfico durante todo el día a máxima velocidad. Con una línea virtual se pueden enviar ráfagas de datos a toda velocidad, pero el uso promedio a largo plazo deberá ser inferior a un nivel predeterminado. A cambio, la portadora cobra mucho menos por una línea virtual que por una física. Además de competir con las líneas rentadas, el frame relay también compite con los circuitos virtuales permanentes de X.25, excepto que opera a altas velocidades, usualmente a 1.5 Mbps, y ofrece menos funciones.

El frame relay proporciona un servicio mínimo que básicamente es una forma de determinar el inicio y el fin de cada marco y de detectar errores de transmisión. Si se recibe un marco defectuoso, el frame relay simplemente lo descarta. Corresponde al usuario descubrir que se perdió un bloque y emprender la acción necesaria para recuperarlo. A diferencia de X.25, frame relay no proporciona acuses de recibo ni control de flujo normal. Sin embargo, tiene un bit en el encabezado que un extremo de la conexión puede encender para indicar al otro que hay problemas. El uso de este bit es opción de los usuarios.

SMDS

El servicio de datos conmutado multimegabit (SMDS) es otro servicio de datos de área amplia de alta velocidad ofrecido por los portadores de larga distancia. Se diseñó para conectar entre sí múltiples LAN, en muchos casos en las sucursales y en las fábricas de una sola compañía. SMDS fue diseñado por Bellcore en la década de 1980 y fue puesto en

funciones a principios de la década de 1990 por portadoras regionales y algunas de larga distancia. La meta era producir un servicio de datos de alta velocidad e inaugurarlo con un mínimo de escándalo. SMDS fue el primer servicio conmutado de banda ancha (esto es, de alta velocidad) que se ofreció al público.

Por ejemplo, la información de cabecera de los paquetes puede requerir de una parte significativa del ancho de banda disponible. Para minimizar la sobrecarga de las cabeceras, el SMDS usa una cabecera pequeña y permite que cada paquete contenga hasta 9 188 octetos de datos. El SMDS también define una interfaz de hardware especial para conectar computadoras a la red. El hardware especial de interfaz hace posible la entrega de datos a la velocidad que los pueda manejar la computadora.

De hecho, como implica el nombre, las redes SMDS operan con frecuencia a velocidades mayores que el relé de trama; sin embargo, el uso de los dos servicios difiere.

Como ejemplo de situación en la que es útil el SMDS, considérese una compañía con cuatro oficinas en cuatro ciudades diferentes, cada una con su propia LAN. A la compañía le gustaría conectar todas las LAN, de modo que los paquetes puedan ir de una LAN a otra. Una solución sería rentar seis líneas de alta velocidad y conectar por completo las LAN, según se muestra en la figura I-7(a). Ciertamente, tal solución es posible pero cara.

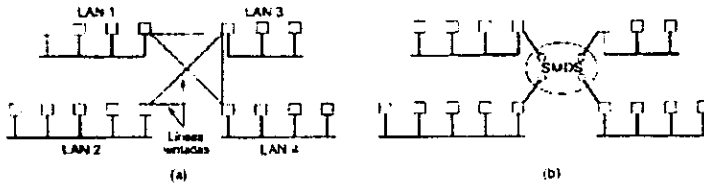


Figura I - 7. Comparación de interconexión de 4 LAN utilizando (a) 6 líneas telefónicas rentadas y (b) SMDS.⁴⁴

Una solución alterna es usar SMDS, como se muestra en la figura I-7(b). La red SMDS actúa como un backbone de LAN de alta velocidad que permite que fluyan los paquetes de una LAN a cualquier otra. Entre las LAN de las oficinas del cliente y la red SMDS en las oficinas de la compañía de teléfonos está una línea de acceso (corta) rentada a la compañía de teléfonos.

Mientras que la mayoría de los servicios de las compañías de teléfonos se diseñan para tráfico continuo, SMDS está diseñado para manejar tráfico en ráfagas. En otras palabras, muy de vez en cuando se tiene que transportar con rapidez un paquete de una LAN a otra, pero gran parte del tiempo no hay tráfico de LAN a LAN. La solución de la línea rentada de la figura 1-6(a) tiene el problema de las altas cuentas mensuales; una vez instaladas, el cliente debe pagar las líneas, se usen o no en forma continua. Para tráfico intermitente, las líneas rentadas son una solución cara, y SMDS tiene un precio muy competitivo. Con n LAN, una red de líneas rentadas completa requiere rentar $n(n - 1) / 2$ líneas que podrían ser largas (es decir, caras), mientras que SMDS requiere rentar solamente n líneas cortas de acceso al ruteador de SMDS más cercano.

Puesto que el objetivo de SMDS es transportar tráfico de LAN a LAN, debe tener la suficiente rapidez para efectuar el trabajo. La velocidad estándar es de 45 Mbps, aunque a veces se puede optar por velocidades más bajas. Las MANs también pueden operar a 45 Mbps pero no son conmutadas; esto es, para conectar cuatro LAN mediante una MAN, la compañía de teléfonos tendría que operar un solo cable de la LAN 1 a la LAN 2 a la LAN 3 a la LAN 4, lo que sólo es posible si están en la misma ciudad. Con SMDS, cada LAN se

conecta con el conmutador de una compañía de teléfonos que encamina paquetes por conducto de la red SMDS según se necesite para alcanzar el destino, posiblemente atravesando múltiples conmutadores en el proceso.

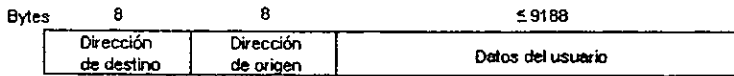


Figura I - 8. Formato del paquete SMDS

El servicio básico de SMDS es un simple servicio de entrega de paquetes sin conexión. El formato del paquete se muestra en la ilustración I-8 y tiene tres campos: el destino (a dónde va el paquete), la fuente (quién lo envía) y un campo de longitud variable que es la carga útil de hasta 9188 bytes de datos de usuario. En la LAN que envía, la máquina conectada a la línea de acceso pone el paquete en dicha línea, y SMDS hace su mejor esfuerzo por entregarlo en el destino correcto. No se da garantía.

Las direcciones de origen y de destino consisten en un código de 4 bits seguido de un número telefónico de hasta 15 dígitos decimales. Cada dígito se codifica en un campo de 4 bits. Los números telefónicos contienen el código del país, el código de área y el número de suscriptor de modo que el servicio podría llegar a ofrecerse a escala internacional. Se pensó que tener números telefónicos decimales como direcciones de red haría que el nuevo servicio pareciera familiar a los usuarios recelosos.

Cuando un paquete llega a la red SMDS, el primer ruteador verifica que la dirección de origen corresponda a la línea entrante, para prevenir fraudes de facturación. Si la dirección es incorrecta el paquete simplemente se descarta; si es correcta, el paquete se envía hacia su destino.

La difusión es una característica útil de SMDS. El cliente puede especificar una lista de números telefónicos de SMDS y pedir que se asigne un número especial a la lista completa. Cualquier paquete que se envíe a ese número se entregará a todos los miembros de la lista. La Asociación Nacional de Comerciantes en Valores de Estados Unidos usa esta característica del servicio SMDS de MCI para difundir los precios de acciones nuevas a todos sus 5000 miembros.

Una función de usuario adicional es la preselección de direcciones de los paquetes tanto salientes como entrantes. Con la preselección saliente, el cliente puede dar una lista de números de teléfono y especificar que no se envíen paquetes a ninguna otra dirección. Con preselección entrante, sólo se aceptarán los paquetes de ciertos números de teléfono especificados con anterioridad. Cuando se habilitan ambas funciones, el usuario puede construir efectivamente una red privada sin conexiones SMDS al mundo exterior. Para las compañías con datos confidenciales, esta función es muy valiosa.

La carga útil puede contener cualquier secuencia de bytes que desee el usuario, hasta 9188 bytes; SMDS no la ve. La carga puede contener un paquete Ethernet, un paquete token ring de IBM, un paquete IP o cualquier otro. Cualquier cosa presente en el campo de carga útil se transferirá sin modificaciones de la LAN de origen a la de destino.

SMDS maneja el tráfico por ráfagas de la manera siguiente. El ruteador conectado a cada línea de acceso contiene un contador que se incrementa a velocidad constante, digamos una vez cada 10 mseg. Cuando llega un paquete al ruteador, se verifica si el contador es

mayor que la longitud del paquete en bytes. Si lo es, el paquete se envía sin retardo y el contador disminuye en un número igual a la longitud del paquete. Si la longitud del paquete es mayor que el contador, el paquete se descarta.

En efecto, con un pulso cada 10 μ seg, el usuario puede enviar a una velocidad promedio de 100,000 bytes/seg, pero la velocidad de ráfaga puede ser mucho mayor. Por ejemplo, si la línea ha estado desocupada durante 10 mseg, el contador estará en 1000 y se permitirá al usuario que envíe una ráfaga de 1 KB a la velocidad máxima de 45 Mbps, de modo que se transmitirá en aproximadamente 180 μ seg. Con una línea rentada de 100,000 bytes/seg, el mismo kilobyte tardaría 10 mseg. Así, SMDS ofrece retardos cortos para ráfagas de datos independientes muy espaciadas, mientras que la velocidad promedio permanece por debajo del valor acordado. Este mecanismo proporciona respuesta rápida cuando se necesita pero evita que los usuarios utilicen más ancho de banda del que han acordado pagar.

ISDN de banda ancha y ATM

El POTS o plain old telephone service (el antiguo servicio telefónico ordinario) y Telex utilizan la red antigua de circuitos conmutados. Todos los nuevos servicios de datos, como SMDS y frame relay, emplean sus propias redes de conmutación de paquetes. Por ello, la administración de tantas redes diferentes es complicada.

La solución que se percibe es inventar una nueva red única para el futuro que reemplazará a todo el sistema telefónico y a todas las redes especializadas por una sola red integrada para todos los tipos de transferencia de información. Esta nueva red tendrá una velocidad de transmisión muy elevada en comparación con todos servicios y redes existentes y hará posible ofrecer una gran variedad de servicios nuevos.

El nuevo servicio de área amplia se llama B-ISDN (*broadband integrated services digital network*, red digital de servicios integrados de banda ancha); ofrecerá vídeo sobre pedido, televisión en vivo de muchas fuentes, correo electrónico en multimedia de movimiento total, música con calidad de disco compacto, interconexión de LAN, transporte de alta velocidad para datos científicos e industriales y muchos otros servicios en los que ni siquiera se ha pensado, todo por la línea telefónica.

La tecnología subyacente que hace posible la B-ISDN se llama ATM (*asynchronous transfer mode*, modo de transferencia asíncrono) debido a que no es síncrono (atado a un reloj maestro), como lo está la mayor parte de las líneas telefónicas de larga distancia.

La idea en que se basa la ATM consiste en transmitir toda la información en paquetes pequeños de tamaño fijo llamados células. Las celdas tienen una longitud de 53 bytes, de los cuales cinco son de encabezado y 48 de carga útil, según se muestra en la figura I-9. ATM es tanto una tecnología (oculta a los usuarios) como un servicio potencial (visible a los usuarios). A veces se llama al servicio cell relay, como analogía con frame relay.

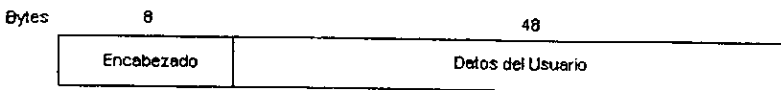


Figura I - 9. Formato del paquete ATM.

El uso de una tecnología de conmutación de celdas es un rompimiento drástico con la tradición centenaria de la conmutación de circuitos (estableciendo una trayectoria de cobre) dentro del sistema de teléfonos. Son muchas las razones por las que se escogió la conmutación de celdas, entre ellas están las siguientes. Primero, la conmutación de celdas es altamente flexible y puede manejar con facilidad tanto tráfico de velocidad constante (audio, vídeo) como variable (datos). Segundo, a las velocidades tan altas que se contemplan (los gigabits por segundo están al alcance de la mano), la conmutación digital de las celdas es más fácil que el empleo de las técnicas tradicionales de multiplexión, en especial si se usa fibra óptica. Tercero, para la distribución de televisión es esencial la difusión: esto, lo puede proporcionar la conmutación de celdas pero no la de circuitos.

Las redes ATM son orientadas a la conexión. Para hacer una llamada primero se debe enviar un mensaje para establecer la conexión. Después, todas las celdas subsecuentes siguen la misma trayectoria al destino. La entrega de celdas no está garantizada, pero sí su orden. Si las celdas 1 y 2 se envían en ese orden, y ambas llegan, lo harán en ese orden, nunca la 2 primero y después la 1.

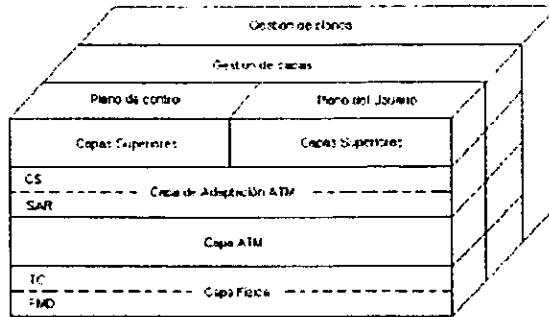
Las redes ATM se organizan como las WAN tradicionales, con líneas y conmutadores (ruteadores). Las velocidades pretendidas para las redes ATM son de 155 Mbps y 622 Mbps, con la posibilidad de tener velocidades de gigabits más adelante. La velocidad de 155 Mbps se escogió porque es cercana a lo que se necesita para transmitir televisión de alta definición. La elección exacta de 155.52 Mbps se hizo por compatibilidad con el sistema de transmisión SONET de AT&T. La velocidad de 622 Mbps se eligió para que se pudieran mandar por ella cuatro canales de 155 Mbps.

Cuando se propuso ATM, virtualmente toda la discusión (esto es, la propaganda) era acerca del vídeo sobre pedido en cada hogar y el reemplazo del sistema de telefonía, según se describió antes. Desde entonces se han vuelto importantes otros avances. Muchas organizaciones han agotado el ancho de banda en las LAN de sus campus o edificios y se están viendo forzadas a recurrir a alguna clase de sistema de conmutación que tenga más ancho de banda que una sola LAN. También, en la computación cliente-servidor algunas aplicaciones necesitan hablar con ciertos servidores a velocidad elevada. Ciertamente, ATM es un candidato importante para ambos tipos de aplicación. Sin embargo, resulta un poco frustrante pasar de la meta de reemplazar todo el sistema telefónico de baja velocidad por uno digital de alta velocidad, a la meta de tratar de conectar todas las Ethernets de una universidad.

También vale la pena señalar que las diferentes organizaciones comprometidas con ATM tienen diversos intereses (financieros). Las portadoras de telefonía de larga distancia y las PTT se interesan principalmente en usar ATM para elevar el nivel del sistema telefónico y competir con las compañías de televisión por cable en la distribución electrónica de vídeo. Los vendedores de computadoras ven las LAN de ATM para universidades como el gran negocio (para ellos). Todos estos intereses opuestos no hacen más fácil, rápido ni coherente el proceso de estandarización actual. También, la política y el poder dentro de la organización que estandariza ATM (el ATM Forum) tienen una influencia considerable sobre la dirección que seguirá ATM.

El modelo de referencia B-ISDN ATM

La ISDN de banda ancha con ATM tiene su propio modelo de referencia, diferente del modelo OSI y también del modelo TCP/IP. Este modelo se muestra en la figura I-10 y consiste en tres capas: la capa física, la capa ATM y la capa de adaptación de ATM, más cualquier cosa que los usuarios quieran poner encima.



- CS: Subcapa de convergencia
- SAR: Subcapa de segmentación y reensamblado
- TC: Subcapa de convergencia de transmisión
- PMD: Subcapa dependiente del medio físico

Figura 1 - 10. Modelo de referencia ATM

La capa física tiene que ver con el medio físico: voltajes, temporización de bits y varias consideraciones más. ATM no prescribe un conjunto de reglas en particular, pero en cambio dice que las celdas ATM se pueden enviar por sí solas por un cable o fibra o bien se pueden empacar dentro de la carga útil de otros sistemas portadores. En otras palabras, ATM se diseñó para que fuera independiente del medio de transmisión.

La capa ATM tiene que ver con las celdas y su transporte; define la organización de las celdas y dice lo que significan los campos del encabezado. Esta capa también tiene que ver con el establecimiento y la liberación de circuitos virtuales y aquí es donde se localiza el control de la congestión.

Se ha definido una capa sobre la capa ATM que permita a los usuarios enviar paquetes mayores que una celda porque la mayor parte de las aplicaciones no quieren trabajar de manera directa con celdas (aunque algunas puedan hacerlo). La interfaz ATM segmenta estos paquetes, transmite las celdas en forma individual y las reensambla en el otro extremo. Esta capa es la AAL (*ATM adaptation layer*, capa de adaptación de ATM).

A diferencia de los antiguos modelos de referencia bidimensionales, el modelo ATM se define en tres dimensiones, como se muestra en la figura 1-10. El plano de usuario se encarga del transporte de los datos, el control de flujo, la corrección de errores y otras funciones de usuario. En contraste, el plano de control tiene que ver con la administración de la conexión. Las funciones de gestión de capas y planos se relacionan con la administración de recursos y la coordinación entre capas.

Las capas física y AAL se dividen, cada una, en dos subcapas, una en el fondo que hace el trabajo y una subcapa de convergencia en la parte superior que proporciona la interfaz adecuada con la capa de arriba. En tabla 1-2 se indican las funciones de las capas y subcapas.

Capa OSI	Capa ATM	Subcapa ATM	Funcionalidad
3/4	AAL	CS	Proporciona la interfaz estándar (convergencia)
		SAR	Segmentación y reensamblado
2/3	ATM		Control de flujo Generación/extracción de encabezados de la celda Gestión de circuitos/trayectorias virtuales Multiplexión/desmultiplexión de celdas
2	Física	TC	Desacoplamiento de la velocidad de envío de celdas Generación y comprobación de la suma de verificación del encabezado Generación de celdas Empacado/desempacado de celdas de la envoltura que las encierra Generación de marcos
		PMD	Temporización de bits Acceso físico a la red
1			

Tabla I - 2. Funciones de las capas y subcapas del modelo ATM

La subcapa PMD (*physical medium dependent*, dependiente del medio físico) establece la interfaz con el cable real; transfiere los bits y controla su temporización. Esta capa es diferente para diferentes portadoras y cables.

La otra subcapa de la capa física es la subcapa TC (transmission convergence, convergencia de transmisión). Cuando se transmiten las celdas, la capa TC las envía como una corriente de bits a la capa PMD, lo cual es fácil de hacer. En el otro extremo, la subcapa TC obtiene una corriente entrante de puros bits de la subcapa PMD; su trabajo es convertir esta corriente de bits en una corriente de celdas para la capa ATM. La subcapa TC se encarga de todas las consideraciones que se relacionan con determinar dónde empiezan y dónde terminan las celdas en la corriente de bits. En el modelo ATM, esta funcionalidad pertenece a la capa física. En el modelo OSI y en casi todas las demás redes, el trabajo de enmarcar, esto es, de convertir una corriente de bits en bruto en una secuencia de marcos o celdas, es tarea de la capa de enlace de datos. Por esa razón la estudiaremos en este libro junto con la capa de enlace de datos, no con la capa física.

Como se mencionó al principio, la capa ATM maneja celdas, lo que incluye su generación y transporte. Aquí se localiza la mayor parte de los aspectos interesantes de ATM. La capa ATM es una mezcla de las capas de enlace de datos y de red de OSI, pero no se divide en subcapas.

La capa AAL se divide en la subcapa SAR (*segmentation and reassembly*, segmentación y reensamblado) y la CS (*convergence sublayer*, subcapa de convergencia). La subcapa inferior divide los paquetes en celdas en el lado de la transmisión y los vuelve a armar de nuevo en el destino. La subcapa superior hace posible tener sistemas ATM que ofrezcan diferentes clases de servicios a diferentes aplicaciones (por ejemplo, la transferencia de archivos y el vídeo sobre pedido tienen diferentes necesidades en lo concerniente a manejo de errores, temporización, etcétera).

I.4. Modelo de Referencia OSI

El hardware de comunicación básico consta de mecanismos para transferir bits de un lugar a otro. Sin embargo, el uso de hardware para comunicación se parece a la programación con unos y ceros: es complicado e inconveniente. Para ayudar a los programadores, las computadoras conectadas a una red usan un software complejo que es una conveniente interfaz de alto nivel para las aplicaciones. El software maneja de manera automática casi todos los detalles y problemas de la comunicación de bajo nivel, lo que permite que las aplicaciones se comuniquen con facilidad. Por lo tanto, los programas de aplicación, en su mayor parte, se apoyan en software de red para comunicarse y no interactúan directamente con el hardware de la red.

Todas las partes que participan en una comunicación deben acordar las reglas que seguirán durante el intercambio de mensajes (por ejemplo, el lenguaje y las normas para enviarlos). Los diplomáticos llaman protocolos a tales acuerdos. El término se aplica también a la comunicación entre computadoras: las reglas que especifica el formato de los mensajes y las acciones adecuadas ante cada mensaje se conocen como protocolo de red o protocolo de comunicación de computadoras. El software que implanta tales reglas se denomina software de protocolo. El protocolo de red puede ser sencillo (por ejemplo, un acuerdo para usar ASCII al transferir archivos de texto) o resultar complicado (un acuerdo para usar una función matemática compleja para cifrar datos).

Se han desarrollado varias herramientas para ayudar a los diseñadores de protocolos a entender las partes del problema de comunicación y planear la familia de protocolos. Una de las herramientas más importantes se llama modelo de capas. En esencia, es una manera de dividir el problema de la comunicación en partes llamadas capas. La familia de protocolos puede diseñarse especificando un protocolo que corresponda a cada capa; por ejemplo, en los albores de la historia de la conectividad, la Organización Internacional de Normalización (ISO) definió un modelo de referencia de siete capas, el cual se muestra en la figura 1-10 (menos el medio físico). Este modelo se basa en una propuesta que desarrolló como primer paso hacia la estandarización internacional de los protocolos que se usan en las diversas capas. El modelo se llama modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection, interconexión de sistemas abiertos) de la ISO puesto que se ocupa de la conexión de sistemas abiertos, esto es, sistemas que están abiertos a la comunicación con otros sistemas.

El modelo OSI tiene siete capas. Los principios que se aplicaron para llegar a las siete capas son los siguientes:

Se debe crear una capa siempre que se necesite un nivel diferente de abstracción.

Cada capa debe realizar una función bien definida.

La función de cada capa se debe elegir pensando en la definición de protocolos estandarizados internacionalmente.

Los límites de las capas deben elegirse a modo de minimizar el flujo de información a través de las interfaces.

La cantidad de capas debe ser suficiente para no tener que agrupar funciones distintas en la misma capa y lo bastante pequeña para que la arquitectura no se vuelva inmanejable.

El modelo de OSI en sí no es una arquitectura de red porque no especifica los servicios y protocolos exactos que se han de usar en cada capa; sólo dice lo que debe hacer cada capa. Sin embargo, la ISO también ha elaborado estándares para todas las capas, aunque no sean parte del modelo de referencia mismo. Cada uno se ha publicado por separado como norma internacional. Este modelo se muestra en la figura 1-11.

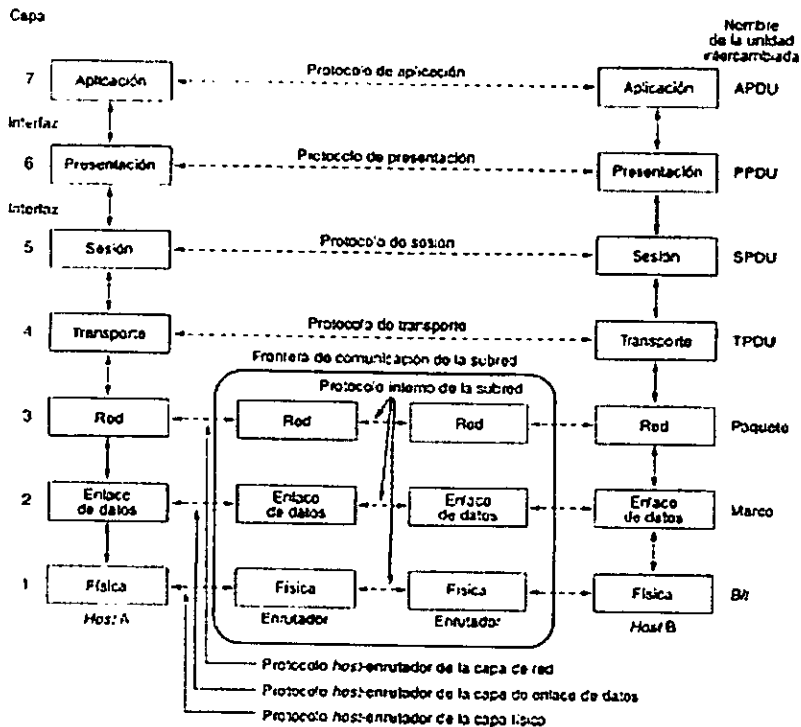


Figura I - 11. Modelo de Referencia OSITM

I.4.1. La capa de enlace de datos

La capa física tiene que ver con la transmisión de bits por un canal de comunicación. Las consideraciones de diseño tienen que ver con la acción de asegurarse de que cuando un lado envíe un bit 1, se reciba en el otro lado como bit 1, no como bit 0. Las preguntas típicas aquí son: cuántos volts deberán usarse para representar un 1 y cuántos para un 0; cuántos microsegundos dura un bit; si la transmisión se puede efectuar simultáneamente en ambas direcciones o no; cómo se establece la conexión inicial y cómo se interrumpe cuando ambos lados han terminado; y cuántas puntas tiene el conector de la red y para qué sirve cada una. Aquí las consideraciones de diseño tienen mucho que ver con las interfaces mecánica, eléctrica y de procedimientos, y con el medio de transmisión físico que está bajo la capa física.

1.4.2. La capa de enlace de datos

La tarea principal de la capa de enlace de datos es tomar un medio de transmisión en bruto y transformarlo en una línea que parezca libre de errores de transmisión no detectados a la capa de red. Esta tarea la cumple al hacer que el emisor divida los datos de entrada en marcos de datos (unos cientos o miles de bytes, normalmente), que transmita los marcos en forma secuencial y procese los marcos de acuse de recibo que devuelve el receptor. Puesto que la capa física solamente acepta y transmite una corriente de bits sin preocuparse por su significado o su estructura, corresponde a la capa de enlace de datos crear y reconocer los límites de los marcos. Esto se puede lograr añadiendo patrones especiales de bits al principio y al final del marco. Si estos patrones de bits ocurrieran en los datos por accidente, se debe tener cuidado especial para asegurar que estos patrones no se interpreten incorrectamente como delimitadores de marcos.

Una ráfaga de ruido en la línea puede destruir por completo un marco. En este caso, el software de la capa de enlace de datos de la máquina fuente puede retransmitir el marco. Sin embargo, las transmisiones repetidas del mismo marco introducen la posibilidad de duplicar marcos. Se podría enviar un marco duplicado si se perdiera el marco del acuse de recibo que el receptor devuelve al emisor. Corresponde a esta capa resolver el problema provocado por los marcos dañados, perdidos y duplicados. La capa de enlace de datos puede ofrecer varias clases de servicio distintas a la capa de la red, cada una con diferente calidad y precio.

Otra consideración que surge en la capa de enlace de datos (y también de la mayor parte de las capas más altas) es cómo evitar que un transmisor veloz sature de datos a un receptor lento. Se debe emplear algún mecanismo de regulación de tráfico para que el transmisor sepa cuánto espacio de almacenamiento temporal (buffer) tiene el receptor en ese momento. Con frecuencia esta regulación de flujo y el manejo de errores están integrados.

Si se puede usar la línea para transmitir datos en ambas direcciones, esto introduce una nueva complicación que el software de la capa de enlace de datos debe considerar. El problema es que los marcos de acuse de recibo para el tráfico de A a B compiten por el uso de la línea con marcos de datos para el tráfico de B a A.

Las redes de difusión tienen una consideración adicional en la capa de enlace de datos: cómo controlar el acceso al canal compartido. Una subcapa especial de la capa de enlace de datos se encarga de este problema, la subcapa de acceso al medio.

1.4.3. La capa de red

La capa de red se ocupa de controlar el funcionamiento de la subred. Una consideración clave de diseño es determinar cómo se encaminan los paquetes de la fuente a su destino. Las rutas se pueden basar en tablas estáticas que se "alambran" en la red y rara vez cambian. También se pueden determinar al inicio de cada conversación, por ejemplo en una sesión de terminal. Por último, pueden ser altamente dinámicas, determinándose de nuevo con cada paquete para reflejar la carga actual de la red.

Si en la subred se encuentran presentes demasiados paquetes a la vez, se estorbarán mutuamente, formando cuellos de botella. El control de tal congestión pertenece también a la capa de red.

En vista de que los operadores de la subred podrían esperar remuneración por su labor, con frecuencia hay una función de contabilidad integrada a la capa de red. Cuando menos, el software debe contar cuántos paquetes o caracteres o bits envía cada cliente para producir información de facturación. Cuando un paquete cruza una frontera nacional, con tarifas diferentes de cada lado, la contabilidad se puede complicar.

Cuando un paquete debe viajar de una red a otra para alcanzar su destino, pueden surgir muchos problemas. El tipo de direcciones que usa la segunda red puede ser diferente del de la primera; puede ser que la segunda no acepte en absoluto el paquete por ser demasiado grande; los protocolos pueden diferir y otras cosas. La capa de red debe resolver todos estos problemas para lograr que se interconecten redes heterogéneas.

En las redes de difusión el problema del ruteo es simple y la capa de red con frecuencia es delgada o incluso inexistente.

1.4.4. La capa de transporte

La función básica de la capa de transporte, es aceptar datos de la capa de sesión, dividirlos en unidades más pequeñas si es necesario, pasarlos a la capa de red y asegurar que todos los pedazos lleguen correctamente al otro extremo. Además, todo esto se debe hacer de manera eficiente y en forma que aisle a las capas superiores de los cambios inevitables en la tecnología del hardware.

En condiciones normales, la capa de transporte crea una conexión de red distinta para cada conexión de transporte que requiera la capa de sesión. Sin embargo, si la conexión de transporte requiere un volumen de transmisión alto, la capa de transporte podría crear múltiples conexiones de red, dividiendo los datos entre las conexiones para aumentar el volumen. Por otro lado, si es costoso crear o mantener una conexión de red, la capa de transporte puede multiplexar varias conexiones de transporte en la misma conexión de red para reducir el costo. En todos los casos, la capa de transporte debe lograr que la multiplexión sea transparente para la capa de sesión.

La capa de transporte determina también qué tipo de servicio proporcionará a la capa de sesión y, finalmente, a los usuarios de la red. El tipo más popular de conexión de transporte es un canal de punto a punto libre de errores que entrega mensajes o bytes en el orden en que se enviaron. Sin embargo, otras posibles clases de servicio de transporte son el transporte de mensajes aislados sin garantía respecto al orden de entrega y la difusión de mensajes a múltiples destinos. El tipo de servicio se determina al establecer la sesión.

La capa de transporte es una verdadera capa de extremo a extremo, del origen al destino. En otras palabras, un programa en la máquina fuente sostiene una conversación con un programa similar en la máquina de destino, haciendo uso de los encabezados de mensajes y de los mensajes de control. En las capas bajas, los protocolos se usan entre cada máquina y sus vecinas inmediatas, y no entre las máquinas de origen y destino, que pueden estar separadas por muchos ruteadores. La diferencia entre las capas 1 a la 3, que están encadenadas, y las capas 4 a la 7, que son de extremo a extremo, se ilustra en la figura 1-1 6. Muchos nodos están multiprogramados, lo que implica que múltiples conexiones entran y salen de cada nodo. En este caso se necesita una manera de saber cuál mensaje pertenece a cuál conexión. El encabezado de transporte es una opción para colocar esta información.

Además de multiplexar varias corrientes de mensajes por un canal, la capa de transporte debe cuidar de establecer y liberar conexiones a través de la red. Esto requiere alguna clase de mecanismo de asignación de nombres, de modo que un proceso en una máquina pueda describir con quién quiere conversar. También debe haber un mecanismo para regular el flujo de información, a fin de que un nodo rápido no pueda saturar a uno lento. Tal mecanismo se llama control de flujo y desempeña un papel clave en la capa de transporte (también en otras capas). El control de flujo entre nodos es distinto del control de flujo entre ruteadores.

1.4.5. La capa de sesión

La capa de sesión permite a los usuarios de máquinas diferentes establecer sesiones entre ellos. Una sesión permite el transporte ordinario de datos, como lo hace la capa de transporte, pero también proporciona servicios mejorados que son útiles en algunas aplicaciones. Se podría usar una sesión para que el usuario se conecte a un sistema remoto de tiempo compartido o para transferir un archivo entre dos máquinas.

Uno de los servicios de la capa de sesión es manejar el control del diálogo. Las sesiones pueden permitir que el tráfico vaya en ambas direcciones al mismo tiempo, o sólo en una dirección a la vez. Si el tráfico puede ir únicamente en un sentido a la vez (en analogía con una sola vía de ferrocarril), la capa de sesión puede ayudar a llevar el control de los turnos.

Un servicio de sesión relacionado es el manejo de fichas. Para algunos protocolos es esencial que ambos lados no intenten la misma operación al mismo tiempo. A fin de controlar estas actividades, la capa de sesión proporciona fichas que se pueden intercambiar. Solamente el lado que posea la ficha podrá efectuar la operación crítica.

Otro servicio de sesión es la sincronización. Considere los problemas que pueden ocurrir cuando se trata de efectuar una transferencia de archivos de 2 horas de duración entre dos máquinas que tienen un tiempo medio entre rupturas de 1 hora. Cada transferencia, después de abortar, tendría que empezar de nuevo desde el principio y probablemente fallaría también la siguiente vez. Para eliminar este problema, la capa de sesión ofrece una forma de insertar puntos de verificación en la corriente de datos, de modo que después de cada interrupción sólo se deban repetir los datos que se transfirieron después del último punto de verificación.

1.4.6. La capa de presentación

La capa de presentación realiza ciertas funciones que se piden con suficiente frecuencia para justificar la búsqueda de una solución general, en lugar de dejar que cada usuario resuelva los problemas. En particular, y a diferencia de todas las capas inferiores que se interesan sólo en mover bits de manera confiable de acá para allá, la capa de presentación se ocupa de la sintaxis y la semántica de la información que se transmite.

Un ejemplo típico de servicio de presentación es la codificación de datos en una forma estándar acordada. La mayor parte de los programas de usuario no intercambian cadenas de bits al azar; intercambian cosas como nombres de personas, fechas, cantidades de dinero y cuentas. Estos elementos se representan como cadenas de caracteres, enteros, cantidades de punto flotante y estructuras de datos compuestas de varios elementos más simples. Las diferentes computadoras tienen códigos diferentes para representar cadenas de caracteres (por ejemplo, ASCII y Unicode), enteros (por ejemplo, en complemento a uno y en complemento a dos), y demás. Con el fin de hacer posible la comunicación entre

computadoras con representaciones diferentes, las estructuras de datos por intercambiar se pueden definir en forma abstracta, junto con un código estándar que se use "en el cable". La capa de presentación maneja estas estructuras de datos abstractas y las convierte de la representación que se usa dentro de la computadora a la representación estándar de la red y viceversa.

I.4.7. La capa de aplicación

La capa de aplicación contiene varios protocolos que se necesitan con frecuencia. Por ejemplo, existen cientos de tipos de terminales incompatibles en el mundo. Considere la situación de un editor de pantalla completa que debe trabajar en una red con muchos tipos diferentes de terminal, cada uno con formatos diferentes de pantalla, secuencias de escape para insertar y eliminar texto, mover el cursor, etcétera.

Una forma de resolver este problema es definir una terminal virtual de red abstracta que los editores y otros programas puedan manejar. Para cada tipo de terminal, se debe escribir un programa para establecer la correspondencia entre las funciones de la terminal virtual de red y las de la terminal real. Por ejemplo, cuando el editor mueva el cursor de la terminal virtual a la esquina superior izquierda de la pantalla, este software debe emitir la secuencia apropiada de órdenes a la terminal real para poner su cursor en ese lugar. Todo el software de terminal virtual está en la capa de aplicación.

Otra función de la capa de aplicación es la transferencia de archivos. Los diferentes sistemas de archivos tienen convenciones diferentes para nombrar los archivos, formas diferentes de representar líneas de texto, etc. La transferencia de un archivo entre dos sistemas diferentes requiere la resolución de éstas y otras incompatibilidades. Este trabajo también pertenece a la capa de aplicación, lo mismo que el correo electrónico, la carga remota de trabajos, la búsqueda en directorios y otros recursos de uso general y especial.

I.4.8. Transmisión de datos en el modelo OSI

La figura I-12 muestra un ejemplo de cómo se pueden transmitir datos empleando el modelo OSI. El proceso remitente tiene algunos datos que quiere enviar al proceso receptor, así que entrega los datos a la capa de aplicación, la cual añade entonces al principio el encabezado de aplicación AH (que puede ser nulo) y entrega el elemento resultante a la capa de presentación.

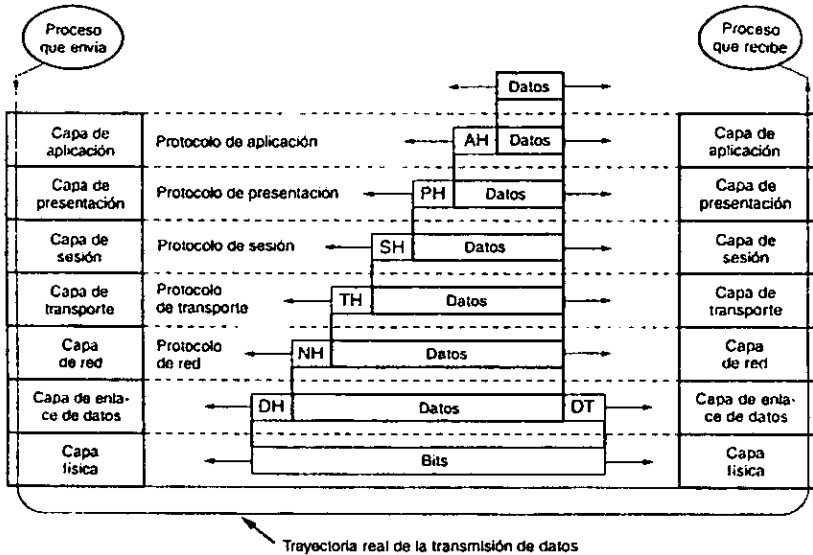


Figura I - 12. . Ejemplo de uso del modelo OSI. Algunos de los encabezados pueden ser nulos.^{ix}

La capa de presentación puede transformar este elemento de diferentes maneras y posiblemente añadir al principio un encabezado, entregando el resultado a la capa de sesión. Es importante darse cuenta que la capa de presentación no sabe cuál porción de los datos entregados a ella por la capa de aplicación es la AH, si existe, y cuáles son en verdad los datos del usuario.

Este proceso se repite hasta que los datos alcanzan la capa física, donde son transmitidos realmente a la máquina receptora. En esa máquina se retiran los distintos encabezados, uno por uno, conforme el mensaje se propaga hacia arriba por las capas hasta que por fin llega al proceso receptor.

La idea clave en todo este proceso es que aunque la transmisión real de los datos es vertical en la figura 1-11, cada capa se programa como si fuera horizontal. Por ejemplo, cuando la capa de transporte emisora recibe un mensaje de la capa de sesión, le añade un encabezado de transporte y lo envía a la capa de transporte receptora. Desde su punto de vista, el hecho de que en realidad debe dirigir el mensaje a la capa de red de su propia máquina es un tecnicismo sin importancia.

ⁱ "Evolución del alfabeto", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98* © 1993-1997 Microsoft Corporation.
ⁱⁱ "Comunicación", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98* © 1993-1997 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
ⁱⁱⁱ "Informática, Presente y Futuro" Sanders, Douglas H. Ed. McGraw-Hill 1990.
^{iv} *Informática, Presente y Futuro*. Sanders, Douglas H. Ed. McGraw-Hill 1990.
^v *Informática, Presente y Futuro*. Sanders, Douglas H. Ed. McGraw-Hill 1990.
^{vi} *Informática, Presente y Futuro*. Sanders, Douglas H. Ed. McGraw-Hill 1990.
^{vii} *Redes de Computadoras*. Tanenbaum, Andrew S. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
^{viii} *Redes de Computadoras*. Tanenbaum, Andrew S. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
^{ix} *Redes de Computadoras*. Tanenbaum, Andrew S. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.

Capítulo II. “Redes LAN”

II.1. Componentes Físicos

II.1.1. Tarjetas de Red (NIC)

El CPU no maneja la transmisión y recepción de los bits, sino que se conecta la computadora a la red mediante hardware de propósito especial maneja la transmisión y recepción de paquetes. Físicamente, el hardware de propósito especial consta por lo general de una tarjeta de circuito impreso con componentes electrónicos. Conocida como "tarjeta adaptadora de red" o "tarjeta de interfaz de red" (NIC *Network Interface Card*), la tarjeta de circuito impreso se enchufa al bus de la computadora y se conecta al medio de red mediante un cable.

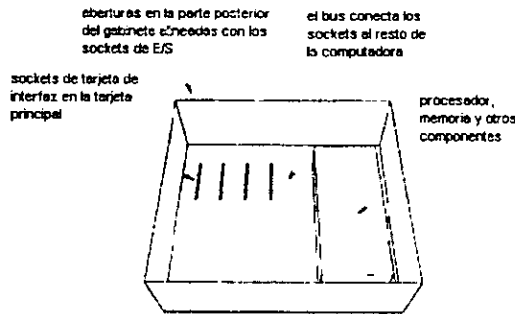


Figura II - 1. Ubicación de los sockets de E/S en una computadora característica. Cada socket se alinea con una abertura en la parte posterior del gabinete y el bus de la computadora conecta el socket a los otros componentes principales, como el procesador y la memoria.

Como muestra en la figura II-1, por lo común los sockets de las tarjetas de interfaz están localizados cerca de la parte posterior del gabinete. Cada NIC se instala verticalmente en un socket, y queda expuesto un lado de la NIC por una ranura de la parte posterior del gabinete. El lado expuesto contiene un conector, que se conecta a la red mediante un cable. En la figura II-2 se ilustra la apariencia de la conexión en la parte posterior de una NIC.

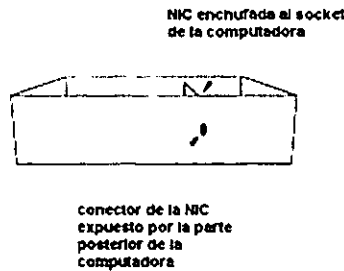


Figura II - 2. Parte posterior de una computadora con una NIC instalada en uno de los sockets. Mediante un cable se conecta el conector expuesto a la red.*

La NIC entiende las señales eléctricas usadas en la red, la razón a la que deben enviarse o recibirse los datos y el formato de cuadro de la red. Por ejemplo, una NIC diseñada para Ethernet no puede utilizarse en una red Token Ring y una NIC diseñada para Token Ring no puede usarse en un anillo FDDI.

Las tarjetas LANtastic tienen dos conectores en la parte trasera para fijar los cables de entrada y salida. Las tarjetas ethernet tienen un conector en T simple (cable coaxial), un conector con forma de D de 15 pines, o un conector con forma de enchufe telefónico (UTP). Las tarjetas Token Ring tienen un conector de 9 pines y algunas veces un conector telefónico. La figura II-3 muestra una tarjeta Token Ring con dos tipos de conectores.

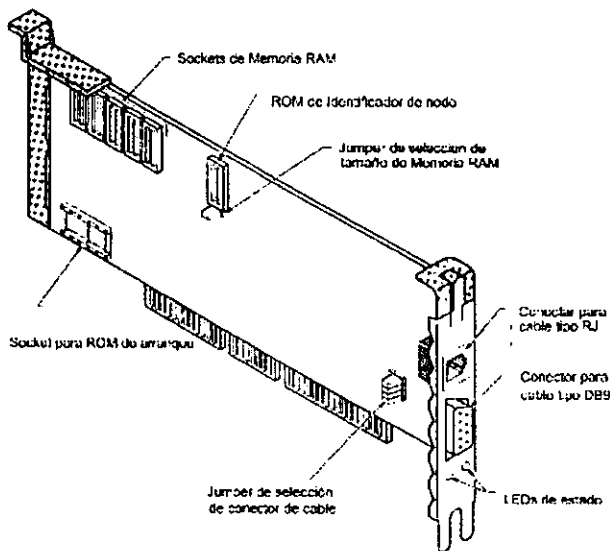


Figura II - 3. Tarjeta adaptadora de red Token Ring.

Las tarjetas con dos o más conectores permiten escoger de una amplia variedad de cables de LAN. Una tarjeta Token Ring con dos conectores, por ejemplo, permite usar par trenzado blindado (STP) o par trenzado sin blindaje (UTP o alambre telefónico).

La NIC contiene suficientes circuitos electrónicos para permitir su operación independiente del CPU; puede transmitir o recibir bits sin usar el CPU de la computadora para manejarlos. Desde el punto de vista del CPU, la NIC parece operar como cualquier otro dispositivo de E/S (por ejemplo, como disco). Para transmitir por la red, el CPU forma un paquete en su memoria y luego instruye a la NIC para que comience la transmisión. El CPU puede seguir con otras tareas mientras la NIC maneja el acceso al medio y la transmisión de bits (de la misma manera que el CPU puede continuar otras tareas mientras la interfaz de disco escribe datos en él). Al terminar la transmisión de un paquete, la NIC usa el mecanismo de interrupción de la computadora para informar al CPU.

De la misma manera, la NIC puede recibir paquetes de entrada sin requerir el uso del CPU. Para recibir paquetes, el CPU asigna espacio de búfer en la memoria e instruye a la NIC para que lea el siguiente paquete de entrada y lo coloque en el búfer. La NIC espera que pase un paquete por la red, hace una copia del cuadro, verifica la cifra de comprobación del cuadro y revisa la dirección destino. Si la dirección destino es igual a la dirección de la computadora o a la dirección de difusión, guarda una copia del cuadro en la memoria e interrumpe al CPU. Si la dirección destino del cuadro no es igual a la de la computadora, descarta el cuadro y espera otro. Así, la NIC sólo interrumpe al CPU cuando llega un cuadro destinado a la computadora. En resumen:

La mayor parte de las redes transfiere datos por un medio a una razón fija, con frecuencia más rápido que la velocidad a la que las computadoras pueden procesar los bits. Para compensar la desigualdad de velocidades, las computadoras conectadas a una red tienen hardware de propósito especial conocido como tarjeta de interfaz de red (NIC). La NIC funciona como dispositivo de E/S: se construye para una tecnología de red específica y maneja la transmisión y recepción de cuadros sin requerir que el CPU procese cada bit.

Tarjetas LANtastic

Artisoft fabrica tarjetas Ethernet y sus propias tarjetas de red, las cuales son tarjetas LANtastic. Estas tarjetas operan a una velocidad de 2 megabits por segundo (2 Mbps), y usan un cable de 4 hilos en un patrón de serpiente que conecta todas las estaciones de trabajo. La instalación es muy sencilla si no se tiene que poner el cable en paredes o techo.

Tarjetas ARCnet

ARCnet es uno de los tipos más antiguos de hardware de LAN. Fue originalmente propiedad de la Corporación Datapoint, pero hoy en día muchas compañías fabrican tarjetas compatibles con ARCnet. ARCnet es un poco lenta, pero permite errores menores en su instalación. Arcnet se distingue por su confiabilidad y por la facilidad de diagnóstico de los problemas. ARCnet es más barata que Ethernet, y opera de manera similar a Token Ring, pero a una velocidad menor de 2.5 megabits por segundo (2.5 Mbps).

Tarjetas Ethernet

Las redes Ethernet permiten conectar una amplia variedad de equipo, incluyendo computadoras UNIX, computadoras Apple y computadoras personales. Se pueden adquirir tarjetas Ethernet de varios fabricantes y viene en tres variedades (Ethernet Delgada, UTP y

Ethernet Gruesa) dependiendo del grosor del cable que se utilice. Los cables de Ethernet Gruesa (ThickNet) se pueden extender a distancias más grandes, pero son más caros. Ethernet opera a razón de 10 o 100 megabits por segundo (10 o 100 Mbps).

Entre las transferencias de datos (peticiones y respuestas de y hacia el servidor de archivos), las redes Ethernet permanecen calladas. Después de que una estación de trabajo envía una petición a través del cable, el cable queda silencioso de nuevo. Si una estación de trabajo envía una petición al servidor de archivos mientras el servidor está enviando una respuesta a otra estación de trabajo ocurre una colisión. Ambas computadoras (el servidor de archivos y la estación de trabajo) intentan de nuevo la conexión, pero esperan un tiempo aleatorio para transmitir. Para detectar la colisión se utiliza un protocolo CSMA/CD ("*Carrier Sense, Multiple Access/Collision Detection*" Sistema de Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Colisiones). Este método permite que una computadora transmita primero. Entre más cantidad de tráfico, la frecuencia de las colisiones aumenta y los tiempos de respuesta disminuyen. Una red Ethernet puede pasar más tiempo recuperándose de las colisiones que enviando datos.

Tarjetas Token Ring

Exceptuando los adaptadores de fibra óptica, Token Ring es el tipo más caro de LAN. Utiliza par trenzado con o sin blindaje, y su costo se justifica si se tiene una gran cantidad de tráfico de muchas estaciones de trabajo. Token Ring opera en un rango de 4 o 16 megabits por segundo (4 o 16 Mbps).

En una red Token Ring, aún cuando no hay tráfico, todas las estaciones pasan una estafeta electrónica entre ellas. Esta estafeta es un pequeño mensaje indicando que la red no se está utilizando.

Si una estación de trabajo no tiene nada que enviar, tan pronto como recibe la estafeta la pasa a la siguiente estación de trabajo. Sólo cuando una estación recibe la estafeta puede enviar un mensaje a la LAN. Si la LAN se encuentra ocupada, y se necesita que una estación de trabajo envíe un mensaje a otra, se debe esperar a que la estafeta regrese, y sólo entonces se puede enviar el mensaje. Este mensaje circula por todas las computadoras de la LAN hasta el emisor, el cual envía una estafeta para indicar que la LAN está inactiva de nuevo. Durante la circulación del mensaje, una de las computadoras reconoce que el mensaje está dirigido a ella y comienza a procesarlo.

La estafeta casi no tarda en circular a través de la LAN, aún con 100 o 200 estaciones de trabajo. Es posible asignar prioridades a ciertas computadoras o servidores para que puedan tener un acceso frecuente a la LAN.

II.1.2. Servidores

El concepto de servidor se refiere al uso de una o más computadoras personales para realizar tareas específicas de servicio para otros PC. Los servidores más comunes son los servidores de archivos y de impresoras. Algunos fabricantes incluyen en la clasificación de servidor a los dispositivos que proporcionan enlaces (pasarelas) con otras redes.

Un servidor de archivos es un mecanismo de soporte de alto nivel que realiza muchas funciones, como, por ejemplo, el bloqueo o la asignación dinámica de espacio en disco.

Como su propio nombre indica, el servidor de impresora da soporte a las tareas de impresión de los PC conectados al sistema.

Dependiendo del uso al que estén destinados, los servidores pueden ser dedicados o compartidos, y centralizados o distribuidos.. Un servidor dedicado tiene mejores prestaciones que uno compartido, ya que se dedica a una, o a pocas tareas específicas. Un servidor distribuido tiene peores prestaciones debido a las múltiples interrupciones del sistema operativo, para dar servicio a los múltiples usuarios y aplicaciones de usuarios. Además, un servidor compartido comparte su disco entre múltiples usuarios, con lo que disminuye la capacidad total disponible para la comunidad. Un servidor dedicado es habitualmente más seguro que uno compartido, ya que las medidas de seguridad deben concentrarse en una sola máquina. Por otra parte, un servidor dedicado es habitualmente más costoso, ya que está dedicado a una única tarea. Este inconveniente se pone de manifiesto especialmente cuando el volumen de tráfico no justifica la instalación de una computadora como servidor dedicado. En este caso, compartir el servidor con otras aplicaciones puede reducir el costo para el usuario.

Las estaciones de trabajo que utilizan un servidor de archivos no necesitan disco duro propio. Por ejemplo, es posible cargar tareas (software) en un PC sin disco, que podrá incluir, opcionalmente, memoria (de sólo lectura) en la tarjeta de interfaz para realizar las funciones de apoyo necesarias.

En resumen, si la carga y el volumen de tráfico justifican un procesador dedicado, se debe instalar. Pero en redes o sistemas con volúmenes de tráfico no demasiado elevados puede ser más conveniente compartir el servidor con otras aplicaciones de usuario.

La selección de servidores implica también realizar la elección entre un servidor centralizado y uno distribuido. Un servidor centralizado significa que sólo un PC realiza la función de servidor. En cambio, en el caso de servidores distribuidos, habrá más de un PC dedicado a las tareas de servidor.

Los sistemas con servidores distribuidos pueden ser muy complejos. Los servidores con grandes bases de datos, copias múltiples de los datos y tiempos de respuesta de actualizaciones pequeños requieren entornos distribuidos complejos. No obstante, las complejidades deben evitarse si es posible, debido al incremento en el riesgo de fallos del sistema, de inconsistencia de datos y al incremento en el costo. Las ofertas comerciales deben ser cuidadosamente evaluadas.

Es importante que el servidor disponga de una gran cantidad de memoria RAM para poder llevar a cabo su tarea de la forma más eficiente posible, sobre todo si el servidor es además estación de trabajo.

II.1.3. Cableado

Al nivel más bajo, todas las comunicaciones de computadora comprenden la codificación de datos en una forma de energía y el envío de esa energía por un medio de transmisión. Por ejemplo, puede usarse corriente eléctrica para transferir datos por un alambre, u ondas magnéticas para transportar datos por el aire, además, la transmisión también se lleva a cabo al pasar un haz de luz a través de una fibra de vidrio. El tipo de medio de transmisión usado determina la razón máxima de transmisión de datos binarios por segundo (bps) que se pueden transmitir. Dado que los dispositivos de hardware conectados a una computadora se encargan de la codificación y la decodificación de datos, los programadores y usuarios no necesitan conocer los detalles de la transmisión. Sin embargo, ya que una función importante del software de comunicación es el manejo de

errores y de fallas que se presentan en el hardware, entender tal software requiere del conocimiento de algunos conceptos básicos de transmisión de datos.

Las redes de cómputo convencionales usan alambres como medio primario de conexión de computadoras, dado que es un material barato y fácil de instalar. Aunque los alambres pueden fabricarse de varios metales, muchas redes utilizan cobre, debido a que su baja resistencia a la corriente eléctrica significa que las señales pueden viajar más lejos. Por lo tanto, los profesionales de las redes a veces emplean el término cobre como sinónimo de alambre.

El alambreado usado en las redes de cómputo se selecciona para reducir al mínimo la interferencia que se presenta porque una señal eléctrica que viaja por un alambre actúa como estación de radio en miniatura -el alambre emite una pequeña cantidad de energía electromagnética que puede viajar por el aire-. Es más, cuando encuentra otro alambre, la onda electromagnética genera una pequeña corriente eléctrica. La cantidad de corriente generada depende de la fuerza de la onda electromagnética y de la posición física del alambre. Por lo general, los alambres no se acercan lo suficiente como para generar un problema de interferencia. Por ejemplo, si dos alambres se acercan a un ángulo recto y pasa una señal por uno de ellos, la corriente generada en el otro casi es indetectable. Sin embargo, al colocarse dos alambres cercanos y en paralelo, una señal intensa enviada por uno de ellos generará una señal similar en el otro. Ya que las computadoras no pueden distinguir entre las señales generadas de manera accidental y las de la transmisión normal, la comunicación generada puede ser lo bastante intensa como para alterar o evitar la comunicación normal. Por desgracia, el problema de la interferencia es grave, pues los alambres que comprenden una red de datos con frecuencia se colocan paralelos a muchos otros alambres. Por ejemplo, los alambres de una computadora pueden estar junto a los de otras computadoras o de otras redes.

Problemas principales en las líneas de transmisión.

Las líneas de transmisión tienen tres problemas principales: atenuación, distorsión por retardo y ruido.

La atenuación es la pérdida de energía conforme la señal se propaga hacia su destino. En los medios guiados (por ejemplo, cables y fibra óptica), la señal decae en forma logarítmica con la distancia. La pérdida se expresa en decibeles por kilómetro. La cantidad de energía perdida depende de la frecuencia. Para ver el efecto de esta dependencia de la frecuencia se debe considerar a una señal no como una simple forma de onda, sino como una serie de componentes de Fourier. Cada componente es atenuado en diferente medida, lo que resulta en un espectro de Fourier distinto en el receptor y, por ende, en una señal diferente.

Si la atenuación es mucha, puede ser que el receptor no sea capaz de detectar un absoluto la señal, o la señal puede caer por debajo del nivel de ruido. En muchos casos se conocen las propiedades de atenuación de un medio y se pueden insertar amplificadores para tratar de compensar la atenuación dependiente de la frecuencia. Esta medida ayuda pero nunca puede restaurar la señal en su forma original exacta.

El segundo deterioro de la transmisión es la distorsión por retardo causada por el hecho de que los diferentes componentes de Fourier viajan a diferentes velocidades. En el caso de los datos digitales, los componentes rápidos de un bit pueden alcanzar y rebasar a los componentes lentos del bit de adelante, mezclando los dos bits e incrementando la probabilidad de una recepción incorrecta.

El tercer deterioro es el ruido, que es energía no deseada de fuentes distintas del transmisor. El movimiento al azar de los electrones en un cable causa el ruido térmico y es inevitable. La diafonía se debe al acoplamiento inductivo entre dos cables que están cerca uno de otro. Finalmente, hay ruido de impulso, causado por picos en la línea de suministro de energía o por otros fenómenos. En el caso de datos digitales, el ruido de impulso puede borrar uno o más bits.

Para reducir al mínimo la interferencia, las redes usan tres tipos básicos de alambrado: par trenzado, cable coaxial y fibra óptica.

Cable Coaxial

El primer tipo de alambrado de cobre que se usa en las redes es el cable coaxial, el mismo tipo de alambrado empleado para la televisión por cable. El coaxial da mayor protección contra interferencias que el par trenzado. En lugar de trenzar cables para limitarla, el cable coaxial consiste en un alambre rodeado de un blindaje de metal más grueso, como se muestra en la figura II-4.

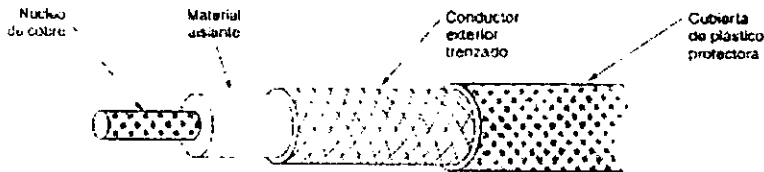


Figura II - 4. Capas de un cable coaxial.⁴⁴

El blindaje del cable coaxial es un cilindro metálico flexible alrededor del alambre interior que forma una barrera contra la radiación electromagnética. La barrera aísla al alambre interior de dos maneras: lo protege de la energía electromagnética entrante que causaría interferencia y evita que las señales del alambre interior irradian energía electromagnética que podría afectar a otros alambres. Ya que rodea de manera uniforme el alambre central, el blindaje del cable coaxial es muy efectivo. El cable puede colocarse en paralelo con otros cables o doblarse en las esquinas. El blindaje siempre se queda en su lugar.

Tipos de Cable Coaxial

- Cable Coaxial Thinnet. El cable thinnet (delgado) es un cable coaxial flexible de 0.25 pulgadas de grosor y núcleo de cobre sólido. Debido a que presenta gran flexibilidad y es fácil de instalar, se usa con frecuencia en redes de área local pequeñas. Los fabricantes de cable coaxial han creado ciertas designaciones para el mismo. Este cable se encuentra incluido dentro de un grupo denominado familia RG-58 y posee una impedancia en promedio de 50 ohms.
- Cable Coaxial Thicknet. El cable thicknet (grueso) es un coaxial relativamente rígido con aproximadamente 0.5 pulgadas de diámetro. Debido a que el centro es

mucho más grueso que en el cable thinnet, permite a las señales viajar más lejos. El thicknet puede transportar señales hasta 500 metros de forma confiable. Generalmente la descripción que se usa par este cable es RG-8 o RG-11.

- Cable Coaxial de banda ancha (CATV). Este tipo de cable se desarrollo para la transmisión de cadenas de televisión por cable. CATV vienen de Community Antenna TeleVision. Se emplea para el transporte de datos e imágenes en redes de banda ancha. Las frecuencias clásicas transportadas por este tipo de cable están comprendidas entre 5 KHz y 300 MHz. S e encuentra catalogado como RG-59 y tiene una impedancia de 75 ohms.
- Cable coaxial para redes ARCnet. Es un cable coaxial flexible empleado en la arquitectura ARCnet y en terminales 3270 de IBM. S e encuentra catalogado bajo el nombre de RG-62 y tiene una impedancia característica de 93 ohms.

En la tabla II-1 se muestran las diferentes categorías de cable coaxial y sus principales aplicaciones.

Tipo de Cable	Impedancia	Aplicación
RG-58 /U (centro de cobre sólido)	53.5	Ethernet
RG-58 A/U (centro de cobre trenzado)	50	Ethernet
RG-59	75	Televisión por cable y redes de banda ancha
RG-6	93	Redes ARCnet
RG-62	93	Redes Arcnet y terminales 3270 de IBM
RG-8 y RG-11	50	Ethernet (Thicknet)

Tabla II - 1. Categorías de cable coaxial

En la tabla II-2 se establece una comparación entre los diferentes tipos de cable coaxial.

Tipo de Cable	Ventajas	Desventajas
RG-58 /U	Costo bajo Gran Flexibilidad Facilidad de Instalación	Distancia limitada (185 m) Propenso a ruidos externos Provoca mucha atenuación en la señal
RG-8, RG-11	Características eléctricas uniformes y estables con el tiempo Ancho de banda más grande que el RG-58 Puede transmitir hasta 500 m Es menos susceptible a ruidos y atenuaciones que el RG-58 Puede usarse en ambientes perturbados	Es de dimensiones grandes Carece de flexibilidad Es costoso Tiene poco radio de curvatura
RG-59 CATV	Usa una técnica robusta Gran ancho de banda Permite transmitir video, voz y datos Usa multiplexión de frecuencia Fácil reparación en caso de corte Fácil instalación Muchas transmisiones a la vez	Necesita usar módems de alta frecuencia Los métodos de acceso al cable son a menudo complejos El esquema construido resulta muy heterogéneo
RG-62 /U	Es flexible Fácil de instalar y reparar	Costo más alto que el RG-58 Propenso a ruidos externos

Tabla II - 2. Comparación entre tipos de cable coaxial.

Par trenzado

El alambrado de par trenzado también se utiliza en el sistema telefónico. El término se deriva de que cada alambre se recubre de un material aislante (por ejemplo, plástico) y se trenza con otro alambre igual, como se muestra en la figura II-5.

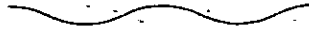


Figura II - 5. Ilustración del alambrado de par trenzado. Un recubrimiento plástico sobre la superficie de los alambres evita que el metal de uno toque al del otro. El trenzado ayuda a evitar la interferencia.^{iv}

El simple trenzado cambia las propiedades eléctricas del alambre y ayuda a hacerlo adecuado para las redes. Primero, como limita la energía electromagnética emitida por el alambre, el trenzado evita que las corrientes eléctricas irradien energía que podría interferir con otros alambres. Además, si varios pares trenzados se encierran en un mismo cable, el trenzado de cada par dentro del cable reduce los efectos de la interferencia causado por el cruzamiento. Segundo, puesto que hace que el par de alambres sea menos susceptible a la energía electromagnética, el trenzado evita que las señales de otros alambres interfieran con el par.

El concepto de blindaje para proteger alambres también se ha aplicado al par trenzado. El cable de par trenzado blindado consiste de un par de alambres rodeados de un blindaje metálico. Cada alambre se recubre con material aislante, de modo que el metal de un alambre no toque el del otro; el blindaje simplemente forma una barrera que evita la entrada o salida de radiación electromagnética. El blindaje adicional que brinda el cable coaxial o el par trenzado blindado se usa con frecuencia cuando los alambres de una red pasan cerca de equipo que genera fuertes campos magnéticos o eléctricos (por ejemplo, un equipo de aire acondicionado) y se le conoce como par trenzado blindado (STP).

A medida que la velocidad de transmisión se ha incrementado, se han desarrollado cables de par trenzado sin blindaje UTP de alto desempeño. Por ello, se ha hecho necesario desarrollar una clasificación del cableado UTP, la cual se muestra en la tabla II - 3

CATEGORIA	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	DE APLICACIONES
1	Hasta 1 MHz	Cable telefónico tradicional, transporta voz pero no datos.
2	Hasta 4 MHz	Voz, EIA-232, Token Ring, y otras transmisiones a baja velocidad
3	Hasta 16 MHz	Ethernet 10BaseT, Token Ring a 4 Mbps
4	Hasta 20 MHz	Token Ring de 16 Mbps
5	Hasta 100 MHz	SONet, OC-3 (ATM), 100BaseTX.

Tabla II - 3 Categorías de cables UTP

Debido a sus diferentes características, se debe tomar en cuenta el tipo de cable que se necesita utilizar. La tabla II – 4 muestra una comparación entre el cable UTP y el cable STP.

Tipo de Cable	Ventajas	Desventajas
UTP	<ul style="list-style-type: none"> Puede transmitir voz y datos Tolera velocidades de hasta 155 Mbps Es muy flexible y fácil de instalar Es relativamente barato 	<ul style="list-style-type: none"> Muy susceptible a ruidos Produce atenuación considerable Su instalación requiere tener precauciones
STP	<ul style="list-style-type: none"> Es meno susceptible a ruidos Soporta flujos más elevados Otorga cierta confiabilidad en los datos transmitidos No produce una atenuación en la señal considerable 	<ul style="list-style-type: none"> El blindaje debe estar aterrizado correctamente Es más caro que el UTP Es menos flexible que el UTP Su instalación requiere tener precauciones con el blindaje

Tabla II - 4 Comparación entre UTP y STP

Fibra Óptica

La fibra óptica difiere de los otros medios de transmisión en que transmite la información en forma de un haz de luz fluctuante en una fibra de vidrio en vez de una señal eléctrica en un pedazo de alambre. Las ondas de luz tienen un ancho de banda mayor que las ondas eléctricas y por lo tanto la fibra óptica se puede usar para transmitir a muy altas velocidades, en el orden de los cientos de megabits por segundo (Mbps). Además el uso de un rayo de luz hace que la fibra óptica sea inmune a los efectos causados por la interferencia electromagnética y el entrecruzamiento. Por ello, la fibra óptica es muy usada para las transmisiones de señales en ambientes con mucho ruido eléctrico, y en lugares que demandan un alto nivel de seguridad, dado que es muy difícil intervenir el cable. En la figura II-6 se puede apreciar un cable de fibra óptica y su conector.



Figura II - 6. Cable de fibra óptica.✓

Los cables de fibra óptica son similares a los coaxiales, excepto por el trenzado. La figura II-7(a) muestra una fibra individual vista de lado. El núcleo de vidrio está al centro, y a través de él se propaga la luz. En las fibras multimodales el diámetro es de 50 micras, aproximadamente el grosor de un cabello humano. En las fibras de modo único el núcleo es de 8 a 10 micras.

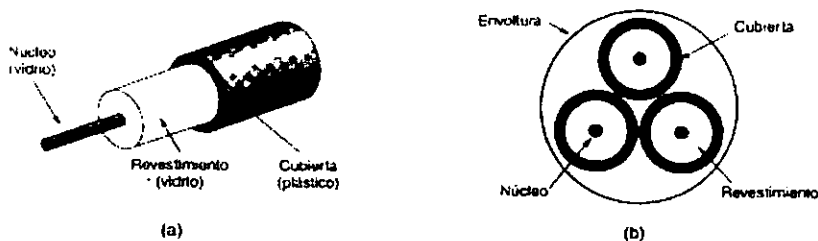


Figura II - 7. (a) Capas de un cable de fibra óptica. (b) Funda con tres fibras.⁴¹

El núcleo está rodeado por un revestimiento de vidrio con un índice de refracción menor que el del núcleo, a fin de mantener toda la luz en el núcleo. A continuación viene una cubierta plástica delgada para proteger el revestimiento. Las fibras normalmente se agrupan en haces protegidas por una funda exterior. La figura II-7(b) muestra una funda con tres fibras.

Los haces de fibras terrestres por lo regular se colocan un metro debajo de la superficie, donde ocasionalmente están sujetos a ataques de azadones o picos. Cerca de la costa, los haces de fibras transoceánicos se entierran en zanjas con una especie de arado marino. En aguas profundas, simplemente descansan en el fondo, donde las redes de pesca por arrastre pueden tropezar con ellas o los tiburones pueden morderlas.

Las fibras se pueden conectar de tres formas diferentes. Primera, pueden terminar en conectores e insertarse en enchufes de fibra. Los conectores pierden casi el 10 o 20% de la luz, pero facilitan la reconfiguración de los sistemas.

Segunda, se pueden empalmar de manera mecánica. Los empalmes mecánicos acomodan dos extremos cortados con cuidado uno junto a otro en una manga especial y los sujetan en su lugar. Se puede mejorar la alineación haciendo pasar luz por la unión y efectuando pequeños ajustes para maximizar la señal. Los empalmes mecánicos toman al personal entrenado cerca de 5 minutos y resultan en una pérdida de luz del 10 por ciento.

Tercera, se pueden fusionar (fundir) dos tramos de fibra para formar una conexión sólida. Un empalme por fusión es casi tan bueno como una fibra de hilado único, pero aun aquí hay un poco de atenuación. Con los tres tipos de empalme pueden ocurrir reflejos en el punto del empalme, y la energía reflejada puede interferir la señal.

Se pueden utilizar dos clases de fuente de luz para producir las señales, LED (diodos emisores de luz) y láseres semiconductores. El extremo receptor de una fibra óptica consiste en un fotodiodo que emite un pulso eléctrico cuando lo golpea la luz. El tiempo de respuesta de los fotodiodos es de 1 ns, lo que limita la velocidad de datos a cerca de 1Gbps. En la figura II-8 se puede apreciar las transformaciones de una señal eléctrica para ser transmitida a través de fibra óptica.

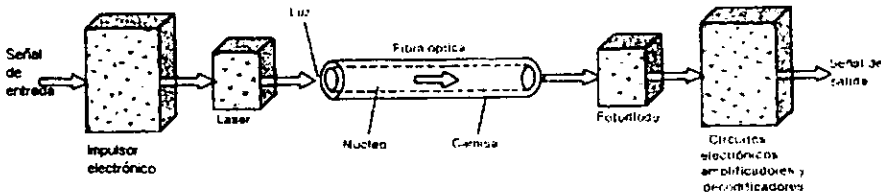


Figura II - 8. Recorrido de una señal a través de una fibra óptica.^{vi}

Actualmente existen dos tipos principales de fibra dependiendo de su construcción: fibra multimodo y fibra monomodo. En la tabla II - 4 se puede apreciar la comparación entre estas dos fibras.

Fibra óptica multimodo: Generalmente el centro o núcleo interior tiene un diámetro de 62.5 μm y la distancia conjunta del centro interior y el exterior suma 125 μm . Tiene un ancho de banda que llega hasta los 500 MHz por kilómetro. Su principio se basa en que el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desliza del núcleo interno al espejo. Los rayos luminosos en la fibra óptica multimodo se encuentran enfocados hacia el centro. Un detalle importante es que la fibra tiene la capacidad de llevar varias señales sobre el mismo hilo, mediante multiplexores ópticos. Permite distancias de hasta 2 y 5 km sin repetidor.

Fibra óptica monomodo: Son fibras que tienen el diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales que transmiten, es decir de unos 5 a 8 μm . Tiene una banda de paso del orden de los 100 GHz/km. Los mayores flujos se consiguen con esta fibra, pero es difícil de instalar. Sólo permite la transmisión de una señal y las distancias que maneja varían de los 20 a los 30 km sin repetidor. La tabla II-5 muestra una comparación entre estos dos tipos de fibra.

Tipo de fibra	Ventajas *	Desventajas
Multimodo	Es más barata que la monomodo Permite que viajen varias señales Es menos frágil Es inmune a ruidos eléctricos	Presentan más atenuación en la señal luminosa Poca distancia de transmisión (2 y 5 kilómetros) Ancho de banda más pequeño que la fibra monomodo El índice de refracción de la luz en el núcleo no es constante.
Monomodo	Cubre grandes distancias Tiene un gran ancho de banda Es inmune a ruidos eléctricos	Sólo puede transportar una señal Es la más cara Requiere de mayor cuidado

Tabla II - 5. Comparación entre la fibra óptica multimodo y la monomodo

Comparación de la fibra óptica y el alambre de cobre

La fibra tiene muchas ventajas. Para empezar, puede manejar anchos de banda mucho más grandes que el cobre. Solamente por esto sería indispensable su uso en redes de alto rendimiento. Debido a la baja atenuación, sólo se necesitan repetidores a cada 30 km aproximadamente en líneas largas, contra casi cada 5 km cuando se usa cobre, lo que

implica un ahorro sustancial. La fibra también tiene la ventaja de no ser afectada por las elevaciones en la carga, la interferencia electromagnética o los cortes en el suministro de energía. Tampoco es afectada por las sustancias corrosivas del ambiente, lo que la hace ideal para ambientes fabriles pesados.

Extrañamente, las compañías de teléfonos son partidarias de la fibra por una razón diferente: es delgada y ligera. Muchos conductos de cables existentes están llenos por completo, de modo que no hay espacio para añadir más capacidad. Al retirar todo el cobre y reemplazarlo por fibras, se vacían los conductos, y el cobre tiene un excelente valor de reventa para las refinerías de cobre, que lo ven como materia prima de alto grado. Además, la fibra es más ligera que el cobre. Mil pares trenzados de 1 km de longitud pesan 8000 kg. Dos fibras tienen mayor capacidad y únicamente pesan 100 kg, lo que reduce en gran medida la necesidad de costosos sistemas mecánicos de apoyo a los que deben dar mantenimiento. Para rutas nuevas, la fibra es la opción obvia debido a su costo de instalación mucho más bajo.

Por último, las fibras no tienen fugas de luz y es difícil intervenirlas. Esto les confiere excelente inmunidad contra espías potenciales.

La razón por la que la fibra es mejor que el cobre es inherente en la física subyacente. Cuando los electrones se desplazan por un alambre, se afectan unos a otros y ellos mismos son afectados por electrones de fuera del alambre. Los fotones en una fibra no se afectan entre sí (no tienen carga eléctrica) y no resultan afectados por haces de fotones externos a la fibra.

Por el lado negativo, debido a su naturaleza la transmisión óptica es unidireccional la comunicación en ambos sentidos requiere ya sea dos fibras o dos bandas de frecuencia en una fibra. Por último, las interfaces de fibra cuestan más que las de cobre. No obstante, el futuro de toda la comunicación fija de datos a distancias de algo más que unos cuantos metros claramente está en la fibra.

Microondas

Todos los medios de transmisión mencionados hasta ahora usan una línea física para transmitir la información. Sin embargo, la información también se puede transmitir usando ondas electromagnéticas (de radio) a través de espacio. Un ejemplo de este medio son los satélites. Un haz de micro ondas en los que los datos son modulados, se transmite al satélite desde la tierra, el cual se recibe y retransmite a destinos predeterminados. Un canal de satélite típico tiene un gran ancho de banda y puede proveer varios cientos de enlaces de alta velocidad usando una técnica conocida como multiplexado. La figura II-9 representa un esquema de una conexión vía satélite.

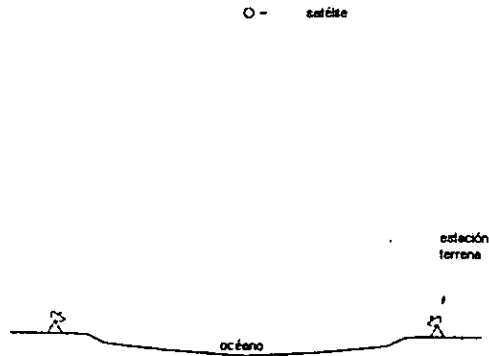


Figura II - 9. Esquema de una conexión via satélite.^{viii}

Los satélites de comunicaciones son normalmente geoestacionarios, lo cual significa que tienen una órbita sincrónica con la tierra cada 24 horas. La órbita se escoge de manera que se encuentre en línea directa con la estación transmisora y con la receptora. Los satélites se utilizan ampliamente como medio de transmisión de datos interconectando diferentes redes nacionales de computadoras para proveer vías de alta velocidad de transferencia de información.

Los enlaces de microondas también se usan cuando es impráctico o muy caro instalar un medio físico de transmisión, como a través de ríos o autopistas, y son conocidas como estaciones terrenas. Como el haz de microondas viaja a través de la atmósfera, puede ser perturbado por estructuras hechas por el hombre o fenómenos meteorológicos, sin embargo, las estaciones pueden estar separadas hasta 50 km sin sufrir deterioro en la señal.

II.1.4. Equipo Activo de Comunicaciones

Existen varios tipos de dispositivos de comunicaciones, entre los que se pueden mencionar los concentradores, switches, ruteadores, puentes y gateways. Los dos primeros se explican a continuación, ya que los últimos se explicaron en el Capítulo I, dentro de las características de una red de área amplia.

Concentrador

El concentrador es un dispositivo electrónico funciona como centro de la red. La tecnología de concentradores es una extensión del concepto de multiplexor de conexiones. Los componentes electrónicos del concentrador simulan el cable físico, con lo que hacen que el sistema opere de modo convencional. Su función es regenerar o repetir paquetes de datos que llegan por un puerto hacia los demás puertos del concentrador. Cuentan además con

un nivel de tolerancia de errores de las señales eléctricas recibidas, repitiendo la señal nuevamente pero sin las fallas de recepción, por lo que los problemas en un puerto no afectan a los demás. Una desventaja de los concentradores es que repiten todas las señales hacia todos los puertos, sin saber si son necesarias o no.

Aunque todos los concentradores pueden aceptar varias computadoras, vienen en varios tamaños. Un concentrador pequeño característico tiene 32 puertos para igual número de conexiones. Por lo tanto, basta un concentrador para conectar todas las computadoras de un grupo pequeño (por ejemplo, de un departamento). Los concentradores grandes aceptan cientos de conexiones.

Switch

Un switch funciona de manera análoga a un concentrador, repitiendo las señales que llegan por uno de los puertos hacia los demás. La diferencia estriba en que internamente el switch almacena en una tabla las direcciones físicas (hardware) de los dispositivos conectados en cada puerto, lo cual le permite dirigir los paquetes dirigidos a cierto dispositivo por el puerto correcto, evitando así la repetición de señales innecesarias en los demás puertos del dispositivo. Cabe mencionar que este direccionamiento de paquetes no es muy selectivo pues la tabla se actualiza dinámicamente, con lo que no se pueden establecer direccionamientos fijos.

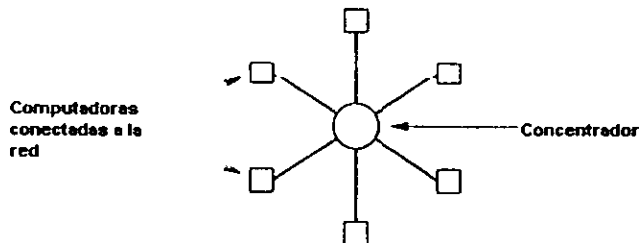
II.2. Topologías

Se han inventado muchas tecnologías de LAN, por lo que es importante conocer las semejanzas y diferencias entre ellas. Como ayuda para entender las similitudes, las redes se clasifican en categorías de acuerdo con su topología o forma general. La topología es la forma de la red en cuanto a conectividad física se refiere. El término topología se utiliza en geometría para describir la forma de un objeto. El diseñador de la red tiene tres objetivos al establecer la topología de la misma:

- Proporcionar la máxima fiabilidad a la hora de establecer el tráfico.
- Encaminar el tráfico utilizando la vía de costo mínimo entre transmisor y receptor.
- Proporcionar al usuario el rendimiento óptimo y el tiempo de respuesta mínimo.

II.2.1. Topología de estrella

Las redes usan una topología de estrella si todas las computadoras se conectan a un punto central. En la figura II-10 se ilustra el concepto.



*Figura II - 10. Ilustración de la topología de estrella, en que las computadoras se conectan a un punto central, llamado concentrador.**

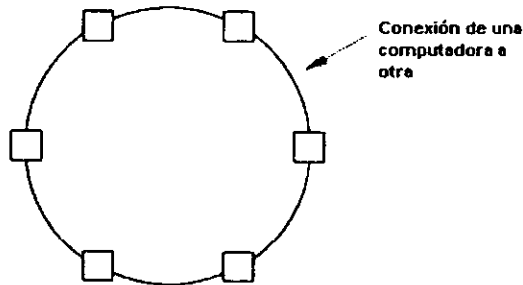
En general, el centro de la red de estrella se llama concentrador. Un concentrador característico consta de un dispositivo electrónico que acepta datos de un transmisor y los entrega al destino adecuado.

En la figura se ilustra una red de estrella ideal. En la práctica, las redes de estrella pocas veces tienen una forma simétrica en la que el concentrador se localiza a igual distancia de todas las computadoras, en su lugar, con frecuencia, reside en una localidad distinta de las computadoras conectadas; por ejemplo, las computadoras pueden residir en oficinas separadas, mientras el concentrador se encuentra en una localidad accesible para la planta de expertos en conectividad de la organización.

La topología de estrella ayuda a proteger la red de daños a los cables, ya que cada cable se conecta sólo a una máquina. Un ejemplo de red estrella es ATM, cuyas características se verán más adelante.

II.2.2. Topología de anillo

Las redes que usan topología de anillo disponen la conexión de las computadoras en ciclo cerrado -mediante cables, se conecta la primera computadora a la segunda, la segunda a la tercera, etc., hasta conectar la computadora final con la primera-. El nombre de anillo proviene de que las computadoras y cables que las conectan se disponen en círculo, como se ilustra en la figura II-11.



*Figura II - 11. Ilustración de una topología de anillo, en la que las computadoras se conectan en ciclo cerrado. Cada computadora se conecta con otras dos.**

Es importante entender que la topología de anillo, como la de estrella, se refiere a las conexiones lógicas entre computadoras, no a la orientación física -las computadoras y las conexiones de una red de anillo no tienen que estar dispuestas en círculo-. En efecto, el cable entre dos computadoras de una red de anillo puede seguir un pasillo o subir al piso superior. Además, si una de las computadoras está lejos de las otras del anillo, los dos cables que conectan a la computadora distante pueden seguir la misma trayectoria física.

La topología de anillo simplifica la coordinación del acceso de las computadoras y la detección de la operación correcta de la red. Sin embargo, el anillo completo se deshabilita si se corta uno de los cables.

Entre las principales redes de anillo podemos mencionar a la Token Ring de IBM y a la FDDI, las cuales se explicarán en secciones posteriores.

II.2.3. Topología de bus

Las redes que usan topología de bus constan por lo normal en un cable largo al que se conectan las computadoras (en la práctica, los extremos de una red de bus deben terminarse para evitar que las señales eléctricas se reflejen y regresen al bus). Cualquier computadora conectada a un bus puede enviar señales por el cable y todas las demás las recibirán. En la figura II-12 se ilustra esta topología. Debido a que todas las computadoras conectadas al cable pueden detectar señales eléctricas, cualquiera de ellas puede transmitir datos a otra. Por supuesto, las computadoras conectadas a una red de bus deben coordinarse para asegurar que sólo una computadora envía señales a la vez; de lo contrario, se producirá el caos.

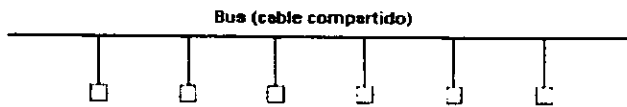


Figura II - 12. Ilustración de una topología de bus, en la cual cada computadora se conecta a un cable común.^{xi}

El bus requiere menos alambres que la estrella, pero tiene la misma desventaja que el anillo: la red se inhabilita si accidentalmente se corta el cable.

Las redes con topología de bus por excelencia son Ethernet y LocalTalk.

II.3. Protocolos de Comunicación

El hardware de comunicación básico consta de mecanismos para transferir bits de un lugar a otro. Sin embargo, el uso de hardware para comunicación se parece a la programación con unos y ceros: es complicado e inconveniente. Para ayudar a los programadores, las computadoras conectadas a una red usan un software complejo que es una conveniente interfaz de alto nivel para las aplicaciones. El software maneja de manera automática casi todos los detalles y problemas de la comunicación de bajo nivel, lo que permite que las aplicaciones se comuniquen con facilidad. Por lo tanto, los programas de aplicaciones, en su mayor parte, se apoyan en software de red para comunicarse y no interactúan directamente con el hardware de la red.

Todas las partes que participan en una comunicación deben acordar las reglas que seguirán durante el intercambio de mensajes (por ejemplo, el lenguaje y las normas para enviarlos). Las reglas que especifican el formato de los mensajes y las acciones adecuadas ante cada mensaje se conocen como protocolo de red o protocolo de comunicación de computadoras. El software que implanta tales reglas se denomina software de protocolo. El protocolo de red puede ser sencillo (por ejemplo, un acuerdo para usar ASCII al transferir archivos de texto) o resultar complicado (un acuerdo para usar una función matemática compleja para cifrar datos).

Los protocolos de nivel medio, como son NetBIOS, IPX/SPX y TCP/IP, son los más utilizados, al ser los más sencillos, y tienen varias características en común, las cuales son:

- A. Inicio de comunicación. Cada protocolo provee los medios para identificar a una estación de trabajo por nombre, por número o por nombre y número. Este esquema de identificación está disponible tanto para la capa de direccionamiento de archivos como para la aplicación. Las comunicaciones punto a punto se activan por una estación de trabajo, identificando a la computadora destino con la cual se quiere comunicar. La estación originaria también designa un tipo de diálogo (ya sea datagrama, en la cual los marcos se direccionan y envían al destino sin garantía o verificación de recepción; o sesión, en la cual se establece una conexión (o canal) que garantiza la entrega de los datos).
- B. Envío y recepción de datos. Cada protocolo provee los medios para que las computadoras de origen y destino envíen y reciban datos. Se impone un límite específico del protocolo en la longitud de un mensaje, y cada participante en un diálogo tipo sesión tiene los medios para determinar el estado de la conexión (por ejemplo, una computadora puede apagarse cuando se está comunicando y las otras computadoras son notificadas de que un error ha ocurrido).
- C. Fin de comunicación. El protocolo provee los medios para que los participantes terminen una conexión.

II.3.1. NetBIOS

NetBIOS acepta peticiones de comunicación de la porción de redireccionamiento de archivos del sistema operativo de red o de un programa de aplicación (como un paquete de correo electrónico). Las peticiones de NetBIOS caen en cuatro categorías:

- A. Soporte para nombres. Cada estación de trabajo en la red se identifica por uno o más nombres. NetBIOS guarda estos nombres en una tabla; el primer nombre en la tabla automáticamente es el nombre único y permanente del adaptador de red. Los nombres de usuario opcionales se pueden añadir a la tabla por razones de identificación conveniente para cada computadora. Los nombres asignados por el usuario pueden ser únicos, o en casos especiales, se pueden referir a un grupo de usuarios.
- B. Soporte de sesión. Una conexión punto a punto entre dos nombres (computadoras) en la red se puede abrir, manejar y cerrar bajo control de NetBIOS. Una estación comienza esperando una llamada; la otra computadora llama a la primera. Ambas computadoras pueden enviar y recibir datos concurrentemente durante la sesión. Al final, ambas estaciones se desconectan.
- C. Soporte de datagramas. Los datos pueden enviarse a un nombre, un grupo de nombres o a todos los nombres de la red. No se establece una conexión punto a punto, y no hay garantía de que los datos serán recibidos.
- D. Estado del adaptador y la sesión. La información acerca de la tarjeta adaptadora de red local, otras tarjetas adaptadoras de red, y cualquier sesión activa está disponible para el software de aplicación que utiliza NetBIOS.

II.3.2. IPX/SPX

Novell implementó un protocolo orientado a los datagramas, IPX, en sus redes NetWare. También implementó un protocolo orientado a la sesión, SPX.

IPX, que significa intercambio de paquetes de internet (*Internet Packet Exchange*), es el protocolo usado por los módulos de redireccionamiento de archivos de NetWare. IPX es una adaptación de un protocolo desarrollado por Xerox Corporation llamado XNS (Xerox Network Standard). IPX soporta sólo mensajes de datagrama (se dice que es sin conexión). IPX corresponde a la capa de red del modelo OSI; IPX lleva a cabo el direccionamiento, ruteo, y switcheo de la entrega de un mensaje (paquete) a su destino. Este protocolo es más rápido que el protocolo orientado a la sesión SPX. Aunque la entrega no está garantizada, Novell indica que los paquetes IPX se reciben correctamente el 95 por ciento de las veces.

Los módulos de redireccionamiento de archivos de NetWare usan el protocolo IPX (no el protocolo SPX) para enviar y recibir paquetes de servicio de archivos desde y hacia el servidor de archivos. Este método es seguro y confiable porque cada petición de una computadora requiere una respuesta del servidor de archivos. Los módulos de redireccionamiento de archivos nunca asumen que una paquete de servicio de archivos ha sido procesado por el servidor de archivos hasta que la respuesta de recepción regresa.

SPX, que significa Intercambio de Paquetes Secuencial (*sequenced packet exchange*), es un protocolo de nivel de sesión orientado a la conexión. Antes de que los paquetes de SPX sean enviados o recibidos, se debe establecer una conexión entre las dos partes que

quieren intercambiar información. Una vez establecida, los mensajes dentro de una sesión pueden ser enviados en cualquier dirección con la garantía de que serán entregados. SPX también garantiza que los paquetes llegarán en el orden correcto (si múltiples paquetes se envían al mismo tiempo). SPX opera una capa arriba de la capa de Transporte del modelo OSI, la cual es la capa de red. SPX también tiene algunas características de la capa de sesión. NetWare usa IPX para enviar y recibir paquetes de servicio de archivos, pero utiliza SPX para permitir el acceso a sus funciones de diagnóstico interno y administración de red.

SPX se monta sobre IPX y utiliza IPX para enviar o recibir paquetes de mensaje.

II.3.3. TCP/IP

TCP/IP es similar a NetBIOS, IPX y SPX en varios aspectos. TCP/IP significa Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). El Departamento de Defensa de Estados Unidos diseñó TCP/IP para ARPANET, una WAN que conecta varios sitios de la Agencia de Investigaciones Avanzadas. TCP/IP es una capa de protocolos, no un sistema operativo de red. IP provee comunicaciones de datagrama entre nodos de una red (como IPX). TCP es similar a NetBIOS en cuanto que provee comunicación punto a punto con entrega garantizada entre nodos. Un conjunto de utilerías estandarizadas existe para la transferencia de archivos (FTP), llevar a cabo una ejecución de un programa remoto (TELNET), y envío de correo electrónico (SMTP) sobre redes TCP/IP. Estas utilerías no llevan a cabo redireccionamiento de archivos, por lo que se necesitan programas diferentes para realizarlo.

Debido a que TCP/IP es un protocolo público, se ha vuelto extremadamente popular como la base para la interconexión de redes de diferentes fabricantes.

El desarrollo de la interconectividad y el TCP/IP ha producido resultados interesantes. La interconectividad ha acabado por ser uno de los conceptos más importantes de las redes modernas. De hecho, la tecnología de interredes ha revolucionado las comunicaciones. La mayor parte de las grandes organizaciones ya se sirve de la interconectividad como su mecanismo principal de comunicación. Las organizaciones más pequeñas y los individuos también comienzan a hacerlo. Por otro lado, además de las interredes privadas, la tecnología TCP/IP ha permitido una Internet global que llega a más de cinco millones de computadoras escolares, comerciales, gubernamentales y militares de más de 82 países. La demanda mundial de productos de interconectividad ha afectado a la mayor parte de las compañías que venden tecnologías de red. La competencia ha aumentado porque se han establecido compañías nuevas para vender el hardware y software necesarios para la interconectividad. Además, muchas compañías han modificado sus protocolos a fin de abarcar interredes. En particular, casi todos los protocolos de red fueron diseñados para trabajar con una sola tecnología y una red física a la vez. Para proporcionar capacidades de interconectividad, las compañías han extendido sus diseños de dos modos: se han adaptado los protocolos para trabajar con muchas tecnologías de red y se han agregado características nuevas para que los protocolos transfieran datos por una interred.

La confiabilidad es responsabilidad del protocolo de transportación; las aplicaciones interactúan con un servicio de transportación para enviar y recibir los datos. En el grupo TCP/IP el protocolo de control de transmisión (TCP) ofrece un servicio de transportación confiable. El TCP es sorprendente porque resuelve bien un problema difícil -aunque se han desarrollado otros protocolos, ningún protocolo de transportación de propósito general trabaja mejor-. En consecuencia, casi todas las aplicaciones de interred se diseñan para trabajar con TCP.

Desde el punto de vista de los programas de aplicación, el servicio que ofrece el TCP tiene siete características principales:

- A. Orientación a conexión. El TCP ofrece un servicio orientado a conexión en el que la aplicación debe solicitar primero una conexión al destino y luego emplearla para transferir datos.
- B. Comunicación punto a punto. Las conexiones TCP tienen dos puntos terminales.
- C. Confiabilidad total. El TCP garantiza que los datos enviados por una conexión se entregarán exactamente igual, sin datos faltantes ni desordenados.
- D. Comunicación dúplex integral. Las conexiones TCP admiten que los datos fluyan en ambos sentidos y que cualquiera de los programas de aplicación los transmita en cualquier momento. El TCP puede manejar en búfer los datos de salida y entrada, en ambos sentidos, lo cual permite que las aplicaciones envíen datos y luego reanuden el cómputo durante la transmisión.
- E. Interfaz de flujo. Decimos que el TCP ofrece una interfaz de flujo en la que una aplicación transmite una secuencia continua de octetos por una conexión. Es decir, el TCP no maneja el concepto de registros, ni garantiza la entrega en pedazos del mismo tamaño de los que salieron del transmisor.
- F. Arranque confiable de conexión. El TCP requiere que, cuando se establece una conexión entre dos aplicaciones, ambas la acepten; los paquetes duplicados de conexiones previas no serán respuestas válidas ni interferirán con la nueva conexión.

Se dice que el TCP es un protocolo terminal a terminal porque ofrece una conexión directa entre la aplicación de la computadora local y otra remota. Las aplicaciones solicitan que el TCP establezca la conexión, transmita y reciba, y la cierre.

Las conexiones que ofrece el TCP se llaman conexiones virtuales porque se establecen en el software. En efecto, el sistema de interred no ofrece apoyo de hardware o software a las conexiones, sino que son los módulos TCP de dos máquinas los que intercambian los mensajes y crean así la ilusión de una conexión.

El TCP se sirve del IP para llevar los mensajes. Cada mensaje TCP se encapsula en un datagrama IP y se transmite por la red. Cuando llega al host de destino, el IP pasa su contenido al TCP. Nótese que, aun cuando el TCP aprovecha el IP para llevar los mensajes, éste no los lee ni interpreta; por lo tanto, el TCP trata al IP como un sistema de comunicación de paquetes que conecta los hosts de los puntos terminales de la conexión. El IP trata los mensajes IP como datos por transferir.

La figura II-13 es un ejemplo de interred, con dos hosts y un enrutador, que ilustra la relación entre TCP e IP.

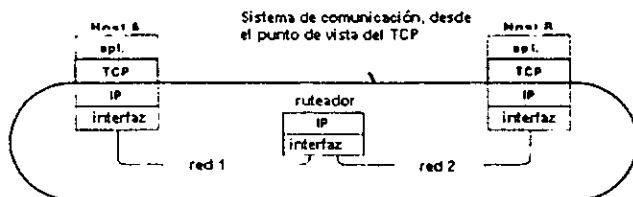


Figura II - 13. Ejemplo de interred que ilustra por qué el TCP es un protocolo de transportación terminal a terminal. El TCP ve al IP como mecanismo que le permite intercambiar mensajes con un TCP remoto.^{x2}

Como se muestra en la figura, se necesita el TCP en ambos lados de una conexión virtual, pero no en los enrutadores intermedios. Desde el punto de vista del TCP, la interred es un sistema de comunicación que acepta y entrega mensajes sin cambiar ni interpretar su contenido.

II.4. Sistemas Operativos

Además del hardware de LAN, se debe tener un Sistema Operativo de Red. El DOS, el System 7 de Macintosh y UNIX no pueden por si mismos crear una red. Se utiliza el procedimiento de instalación del sistema operativo de red para añadir software de red al DOS o a otro sistema operativo que utilice la estación de trabajo. En una red basada en servidores, se instala el sistema operativo en una computadora separada, la cual se convierte en el servidor de archivos y el software de red que se instala en la estación de trabajo le permite acceder al servidor.

Los sistemas como LANtastic, DOS o Windows, permiten que cualquier estación de trabajo pueda compartir sus recursos, unidades de discos, impresoras, etc.; sin embargo, los sistemas emuladores del DOS, como Netware o VINES, necesitan que el papel de compartidor de recursos lo realice un servidor. Por ello, una solución compartida resulta interesante en pequeñas instalaciones, donde el costo de una computadora dedicada influye considerablemente en el costo de la red; sin embargo, compartir los recursos de una estación de trabajo siempre retarda las operaciones propias de dicha estación, por lo que un servidor dedicado siempre responderá más rápidamente a las peticiones de la red.

Existen sistemas donde el tema de la seguridad resulta de vital importancia. En estos casos, el sistema operativo es una herramienta fundamental para tener confianza en que los datos se encuentran seguros, aun en el caso de que ocurra cualquier perance. En este sentido, los llamados sistemas operativos tolerantes a fallo mantienen un duplicado de la estructura de directorios, e incluso de toda la unidad de disco o de todo el servidor. Si la primera unidad o el servidor fallan, el duplicado toma el control de la red.

La seguridad suele estar basada en el uso de claves de acceso. Los mejores sistemas suelen disponer de distintos niveles de seguridad, ofreciéndole a los usuarios distintos privilegios para acceder a la información (lectura, escritura, modificación, creación y borrado).

En las redes basadas en PC, el servidor se encarga de las cuestiones de seguridad y de contener los datos que son compartidos por la red, pero los programas son ejecutados desde las distintas estaciones de trabajo. Este método es válido normalmente, pero existen aplicaciones, generalmente las relacionadas con un uso intensivo de la unidad de disco, para las que resulta más eficiente el ser ejecutadas desde el propio servidor. Éste puede ser el caso de aquellas tareas donde se tengan que indexar extensas bases de datos o compilar complicados códigos fuente.

La tabla II-6 muestra algunos sistemas operativos y sus fabricantes.

Sistema Operativo	Fabricante
AppleTalk	Apple
LANtastic	Artisoft
NetWare	Novell
NetWare Lite	Novell
Personal NetWare	Novell
Network File System (NFS)	Sun Microsystems
OS/2 LAN Manager	Microsoft
OS/2 LAN Server	IBM
Windows NT	Microsoft
POWERFusion	Performance Technology
POWERLan	Performance Technology
Vines	Banyan
Windows for Workgroups, 95 y 98	Microsoft
UNIX	Varios

Tabla II-6. Diferentes sistemas operativos de red y sus fabricantes.

II.4.1. Novell NetWare

Novell fue una de las primeras compañías en construir LANs. Esta compañía solía ofrecer hardware y software, pero en años recientes Novell se ha concentrado en el software de LANs. Los productos de Novell NetWare son populares por ciertas razones:

Más aplicaciones trabajan en NetWare que en cualquier otra marca de red. NetWare soporta estaciones utilizando DOS, DOS y Windows, OS/2, UNIX, Windows NT, Macintosh System 7 y otros sistemas operativos. NetWare trabaja con más tipos de tarjetas de red que cualquier otro sistema operativo de red. Se puede seleccionar de entre docenas de proveedores, se puede utilizar ARCnet, Ethernet, Token Ring o cualquier otro tipo de adaptador de red con NetWare. Las redes de Netware pueden crecer a un gran tamaño. Las rede NetWare se desempeñan bien. Las características de seguridad de NetWare son adecuadas para la mayoría de las LAN.

II.4.2. OS/2 LAN Server y LAN Manager

IBM y Microsoft desarrollaron OS/2 para ser el sucesor de DOS (En 1991, sin embargo, Microsoft cesó de trabajar en OS/2). Estas compañías desarrollaron un sistema operativo que puede ejecutar múltiples programas simultáneamente, tiene más de 640 K de RAM disponibles para las aplicaciones de OS/2 y se desempeña bien en situaciones difíciles. Estas características hacen de OS/2 un sistema operativo poderoso para un ambiente de servidor de archivos.

Mientras desarrollaban OS/2, IBM y Microsoft también trabajaron juntos para crear un software de servidor de archivos compatible con OS/2. IBM desarrolló IBM LAN Server, y Microsoft desarrolló LAN Manager, aunque ambos productos tienen muy pocas diferencias.

Un servidor de archivos OS/2 tiene más posibilidades de programación cuando se le compara con un servidor NetWare y puede hacer más que sólo manejar archivos para las

estaciones de trabajo. Una computadora OS/2, aún cuando actúa como servidor de archivos, puede ejecutar software que auxilia a las estaciones de trabajo.

En una relación convencional de estaciones de trabajo / servidor, cuando una estación de trabajo necesita buscar ciertos datos en un archivo muy largo, todo el archivo debe viajar a través de la LAN a la estación de trabajo para ser revisado. Este proceso puede causar bastante tráfico y puede disminuir el acceso de otras estaciones de trabajo al servidor. Una mejor solución es que la estación de trabajo le diga al servidor lo que está buscando. La búsqueda de datos puede ocurrir directamente en el servidor. Cuando el servidor encuentra los datos, los regresa a la estación de trabajo. Esta tecnología de software se llama arquitectura cliente/servidor. Desafortunadamente, en la mayoría de los casos, la solución de cliente/servidor requiere un esfuerzo por parte del programador para implementar el proceso especial que ocurre dentro del servidor.

II.4.3. Windows NT

Microsoft también vende otro sistema operativo de red, Windows NT. Como el LAN Server de IBM, es un sistema operativo de red de 32 bits. A diferencia de LAN Server, NT puede ejecutarse en Intel, MIPS R4000 o DEC Alpha.

Windows NT ofrece un nivel de seguridad C-2, lo cual significa que el sistema operativo tiene un procedimiento de autenticación seguro, protección de memoria, control de acceso auditado y discreto (el propietario de un recurso compartido puede monitorear quien esta usando este recurso). Windows NT soporta RAID (*Redundant Array of Inexpensive Disks* Arreglo Redundante de Discos Baratos) nivel 5, lo que provee una gran confiabilidad de datos al almacenar los mismos datos en múltiples discos. También reconoce señales de un UPS y viene con software de respaldo en cinta.

II.4.4. LANtastic

El sistema operativo de red LANtastic es muy popular porque no es caro, es fácil de instalar y fácil de operar. LANtastic soporta muchos tipos de adaptadores de red, incluyendo Ethernet, Token Ring y LANtastic. LANtastic también utiliza una pequeña cantidad de los 640 K de memoria convencional para operar. Eso deja mayor espacio para ejecutar aplicaciones más grandes en una estación de trabajo que otro software de red. El software de administración de red ofrece interfaces en modo texto y gráficas a través de las cuales se puede configurar la LAN. LANtastic también puede trabajar junto con NetWare en la misma red, y provee conectividad con Apple Macintosh.

LANtastic correo sobre DOS, aún el servidor de archivos está basado en DOS. Dado que DOS es bastante lento cuando se manejan archivos grandes, se tiene un decremento en el desempeño como resultado. Para uso ligero (procesamiento de texto, hojas de cálculo y copiado de archivos pequeños) sobre una red con pocas estaciones de trabajo, LANtastic es una alternativa económica ante los sistemas operativos más caros.

II.4.5. Windows para trabajo en grupo, 95 y 98

En 1992, Microsoft presentó una versión de Windows que incorpora comunicación en red integrada. Llamada Windows para trabajo en grupo, permitía compartir espacio en disco, archivos e impresoras a través de la interfase de Windows. Dada su facilidad de uso, instalación y configuración, rápidamente se convirtió en una opción confiable y económica, aún cuando trabajaba sobre DOS y tenía sus mismas limitaciones ya que se podía ejecutar en cualquier computadora 386 en modo mejorado y con memoria extendida.

En 1995 fue lanzada al mercado una nueva versión de Windows para trabajo en grupo llamada simplemente Windows 95. Esta versión contaba con una interfase gráfica mejorada, más amigable al usuario, mucho más fácil de instalar y con las funciones de red completamente integradas. Es el sistema operativo de red más ampliamente usado en la actualidad, pues permite compartir archivos e impresoras y ejecutar aplicaciones en cualquier red Ethernet o NetWare. Una ventaja de este sistema es que se puede instalar en una computadora sin conectividad a la red. Si posteriormente se desea conectarla a la red, sólo es necesario añadir algunos archivos, sin necesidad de cambiar el sistema operativo.

Para 1998, Microsoft lanzó al mercado una versión mejorada del Sistema Operativo Windows 95, que para entonces dominaba el mercado de Sistemas Operativos para PC. Esta nueva versión, llamada Windows 98, está orientada a las PC's del hogar, incorporando mejoras multimedia sin modificar la interfase gráfica de Windows 95.

II.4.6. UNIX

UNIX es un sistema operativo de propósito general, multitarea y multiusuario. Una computadora corriendo UNIX puede soportar más de un programa de computadora a la vez, para más de un usuario, generalmente conectados a través de una terminal. Para utilizar la computadora, primero se debe iniciar una sesión. UNIX soporta el agrupamiento de cuentas de usuario.

En 1969 en los laboratorios Bell, un grupo de empleados creó la primera versión de UNIX en una pequeña computadora DEC PDP-7. En 1973, Ken Thompson y Dennis Ritchie reescribieron el sistema operativo UNIX en el lenguaje de programación C. Esto facilitó que UNIX pueda ejecutarse en diferentes tipos de computadoras. El núcleo de UNIX no ha cambiado mucho desde 1973. AT&T permitió el uso de UNIX a varias universidades para propósitos educativos a partir de 1974 y convirtió este sistema operativo en un producto comercial pocos años después.

En su núcleo, UNIX es un kernel de sistema operativo de tiempo compartido. El software del sistema operativo controla los recursos de una computadora y los pone a disposición de las aplicaciones corriendo en esa computadora. Un programa de envoltura (*shell*) interactúa con las personas para permitirles ejecutar programas, copiar archivos, iniciar y terminar sesiones y hacer otras tareas. El shell puede mostrar una simple línea de comando o presentar una interfase de usuario gráfica con iconos y ventanas. En cualquier caso, el shell y las aplicaciones que se ejecutan en UNIX hacen uso de los servicios del kernel para manejar archivos y dispositivos periféricos.

Cualquier cosa en un sistema UNIX es un archivo. Este principio guió el desarrollo de UNIX y ayudó a mantenerlo simple. Un archivo es una secuencia de caracteres (bytes). El sistema operativo no impone una organización especial en los archivos. La organización y significado de la información de un archivo depende del software que accede a ese archivo. Las cintas magnéticas, archivos, mensajes de correo, caracteres del teclado e impresiones son una secuencia de caracteres en un sistema UNIX. Los directorios son archivos que apuntan a otros archivos.

En la mayoría de las versiones de UNIX, los nombres de archivo y directorios pueden contener hasta 14 caracteres y son sensibles al uso de mayúsculas y minúsculas. Cada archivo tiene un conjunto de permisos que le dicen a UNIX quien y como puede usar el archivo. Los permisos de un archivo especifican los derechos del propietario, de las otras cuentas del grupo y de cualquier otra cuenta. Los permisos indican quien puede leer el archivo, quien puede escribir en el archivo y si el programa se puede ejecutar. Si el archivo es un directorio, los permisos indican quien puede ver lo que hay en el directorio.

II.5. Tipos de Redes

II.5.1. Ethernet

Ethernet es el nombre de una tecnología de red muy difundida que emplea topología de bus. La Ethernet fue inventada en el centro de investigación de Palo Alto de la Xerox Corporation, a principios de los años setenta. Más adelante, Digital Equipment Corporation (DEC), Intel Corporation y Xerox cooperaron para establecer una norma de producción, que formalmente se llama Ethernet DIX, por las iniciales de las tres compañías. Ahora, el IEEE controla las normas Ethernet. En teoría, una LAN Ethernet consta de un cable coaxial, llamado *éter*, al que se conectan varias computadoras. Una Ethernet está limitada a 500 metros de extensión, y la norma requiere una separación mínima de 3 metros entre conexiones.

El hardware Ethernet opera a un ancho de banda de 10 megabits por segundo (Mbps); una versión nueva, conocida como Ethernet rápida opera a 100 Mbps. La norma especifica todos los detalles, incluyendo el formato de los cuadros enviados por el éter, el voltaje necesario y el método para modular la señal.

Debido a que usa una topología de bus, Ethernet necesita que varias computadoras compartan el acceso al mismo medio. El transmisor envía una onda portadora modulada, que se propaga del transmisor hacia ambos extremos del cable. En la figura II-14 se ilustra el flujo de datos por una Ethernet.

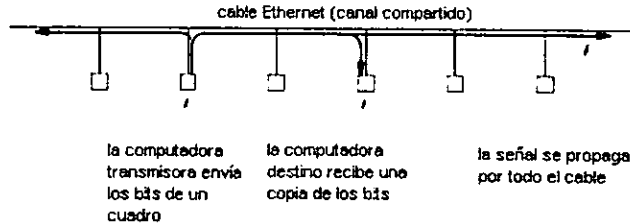


Figura II - 14. Flujo teórico de bits por una Ethernet. Durante la transmisión de un cuadro, la computadora que lo envía tiene el uso exclusivo del cable.¹³¹

Como se muestra en la figura, la señal se propaga de la computadora transmisora hacia ambos lados del cable compartido. Durante la transmisión de un cuadro, la computadora transmisora tiene uso exclusivo del cable -las demás deben esperar-. Al terminar la transmisión del cuadro, el cable compartido queda disponible para el uso de las demás computadoras. En suma:

Ethernet es una red de bus en la que varias computadoras comparten un medio único de transmisión. Mientras una computadora transmite cuadros, las demás esperan.

Detección de portadora en redes multiacceso (CSMA)

El aspecto más interesante de la Ethernet es el mecanismo utilizado para coordinar la transmisión. Las redes Ethernet no tienen un controlador centralizado que indique a cada computadora la manera de turnarse el uso del cable compartido. En cambio, todas las computadoras conectadas a la Ethernet participan en un esquema distribuido de coordinación llamado detección de portadora con acceso múltiple (*CSMA carrier sense multiple access*). El esquema se vale de la actividad eléctrica del cable para determinar su estado. Cuando ninguna computadora envía cuadros, el éter no contiene señales eléctricas. Sin embargo, durante la transmisión el transmisor envía señales eléctricas para codificar los bits. Por lo tanto, para determinar si el cable está en uso, las computadoras verifican si hay una portadora. Si no la hay, la computadora puede transmitir cuadros. Si, en cambio, encuentra una, la computadora debe esperar a que el transmisor termine antes de proceder. Técnicamente la búsqueda de una onda portadora se llama detección de portadora, y la idea de emplear la presencia de una señal para determinar cuándo se puede transmitir se llama detección de portadora con acceso múltiple (CSMA).

Detección de colisión y retroceso (CSMA/CD)

Dado que el CSMA permite que las computadoras determinen si el cable compartido ya está en uso, evita que una de ellas interrumpa la transmisión. Sin embargo, el CSMA no puede evitar todos los conflictos posibles. Para entender porqué, imagine lo que sucede si dos computadoras de lados opuestos de un bus inactivo reciben simultáneamente solicitudes de envío de cuadro. Ambas buscarán una portadora, encontrarán inactivo el cable y enviarán un cuadro. Las señales eléctricas transmitidas por ambas computadoras se interferirán.

El resultado de la interferencia entre dos señales se llama colisión. Aunque las colisiones no dañan al hardware, producen una transmisión alterada que impide que los dos cuadros sean recibidos correctamente. Para manejar tales situaciones, la Ethernet solicita a los transmisores que vigilen las señales del cable para asegurar que ninguna otra computadora transmita al mismo tiempo. Al detectar la computadora transmisora una colisión, interrumpe la transmisión. La vigilancia del cable se conoce como acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisión (*CSMA/CD carrier sense multiple access / collision detection*).

La CSMA/CD hace más que detectar colisiones: también se recupera de ellas. Tras una colisión, la computadora debe esperar que el cable quede otra vez en reposo antes de transmitir. Sin embargo, si las computadoras comienzan a transmitir tan pronto como se estabiliza el éter, sucederá otra colisión. Para evitar colisiones múltiples, la Ethernet requiere que las computadoras esperen tras una colisión antes de retransmitir. La norma especifica un retardo máximo, " d ", y obliga a que cada computadora escoja un retardo aleatorio menor que " d ". En muchos casos, la computadora selecciona al azar un retardo diferente de los que eligen las demás computadoras -la computadora que selecciona el retardo menor procederá a enviar su cuadro y la red regresará a operación normal-.

Si dos o más computadoras escogen el mismo retardo, comenzarán a transmitir al mismo tiempo, y producirán otra colisión. Para evitar una secuencia de colisiones, la Ethernet requiere que las computadoras dupliquen la gama de retardo tras cada colisión. Por lo tanto, se escoge un retardo aleatorio de 0 a d tras una colisión, entre 0 a $2d$ tras la segunda colisión, entre 0 y $4d$ tras la tercera, etc. Tras unas cuantas colisiones, la gama de

la que se selecciona el valor aleatorio crece mucho y es alta la probabilidad de que una de las computadoras seleccione un retardo corto y transmita sin colisión.

Técnicamente, la duplicación de la gama de retardo aleatorio tras cada colisión se llama retroceso exponencial binario. En esencia, el retroceso binario significa que las Ethernet pueden recuperarse rápidamente tras una colisión debido a que cada computadora acuerda esperar tiempos mayores entre intentos al estar ocupado el cable. En el improbable caso de que dos o más computadoras decidan retardos más o menos iguales, el retroceso exponencial binario garantiza que la contención del cable se reducirá tras pocas colisiones.

TIPOS DE ALAMBRADO DE ETHERNET.

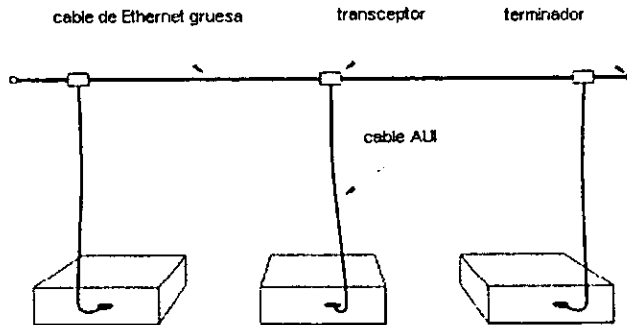
Aunque la tecnología básica de Ethernet siempre es la misma, los esquemas de alambrado son muy diferentes. A continuación se describen las principales características de los tres sistemas de alambrado.

Ethernet de alambre grueso

El esquema original de alambrado del Ethernet se conoce informalmente como Ethernet de alambre grueso o Thicknet, porque el medio de comunicación es un cable coaxial grueso. El hardware para Thicknet se divide en dos partes principales. La tarjeta de red contiene circuitos que manejan los aspectos digitales de la comunicación, incluyendo detección de errores y reconocimiento de direcciones. Por ejemplo, la tarjeta de red genera la CRC de los cuadros de salida y comprueba la CRC de los cuadros de entrada. También verifica la dirección destino del cuadro y sólo pasa el cuadro a la CPU si está destinado a esa computadora. Por último, la tarjeta de red se encarga de la comunicación con el sistema de cómputo (es decir, utiliza el bus para transferir datos de y a la memoria y usa el mecanismo de interrupción para informar a la CPU de la terminación de las operaciones).

La tarjeta de red usada con Thicknet no incluye hardware analógico ni maneja señales analógicas. Por ejemplo, no detecta la portadora, no convierte los bits a voltajes adecuados para transmisión ni convierte las señales de entrada en bits. En cambio, el hardware analógico que se encarga de tales tareas se coloca en un dispositivo separado llamado transceptor (*transceiver*) (se requiere un transceptor para cada computadora). El transceptor se conecta directamente a la Ethernet y un cable lo conecta a la tarjeta de red de la computadora. Por lo tanto, el transceptor generalmente está separado de la computadora. Por ejemplo, en un edificio de oficinas, los transceptores podrían conectarse a la Ethernet en el techo de un pasillo.

El cable que conecta la tarjeta de red al transceptor se conoce como cable de interfaz de unidad de conexión (AUI) y los conectores en la tarjeta de red y el transceptor se llaman conectores AUI. En la figura II-15 se ilustra la conexión, con un cable AUI, de la computadora y el transceptor.



*Figura II - 15. Tres computadoras conectadas a una Ethernet gruesa. Mediante un cable AUI se conecta la tarjeta de red de cada computadora a su transceptor correspondiente.*²⁴

El cable AUI contiene muchos alambres. Claro está, se necesitan dos alambres para llevar los datos de salida de la tarjeta de red al transceptor y traer datos de entrada del transceptor a la tarjeta de red. Además, los cables AUI contienen alambres separados para que la tarjeta de red controle al transceptor y para suministrarle corriente eléctrica.

En la figura II-15 se muestra otro detalle del alambrado de red requerido por muchas tecnologías: la terminación del cable. Cada extremo del cable coaxial que forma una Ethernet debe tener instalada una terminación pequeña y económica. Un terminador consta de una resistencia que conecta el alambre central del cable al blindaje. En esencia, cuando llega una señal eléctrica al terminador, se desecha. Un detalle interesante es que es esencial una terminación para la operación correcta de la red, porque el extremo de un cable sin terminación refleja las señales eléctricas de la misma manera que la luz se refleja en un espejo. Si una estación intenta enviar una señal por un cable sin terminación, la señal se reflejará desde el extremo sin terminación. Al llegar la señal reflejada a la estación transmisora se produce una interferencia. El transmisor supondrá que la interferencia la causa otra estación y retrocederá usando el mecanismo normal de detección de colisiones de la Ethernet. Así, no puede usarse un cable sin terminación.

Multiplexión de conexiones

El alambrado de Ethernet gruesa puede ser inconveniente. Por ejemplo, considere el caso del laboratorio de una universidad, donde muchas computadoras ocupan el mismo cuarto. Si el cable Ethernet está ubicado en un pasillo fuera del cuarto, la universidad debe instalar cables AUI entre todas las computadoras y sus transceptores correspondientes en el pasillo. Es más, ya que la norma Ethernet especifica una distancia mínima entre dos transceptores, éstos deben distribuirse a distancias mínimas del cable Ethernet.

Para resolver el problema de varias computadoras en un cuarto, los ingenieros han desarrollado dispositivos conocidos como multiplexores de conexiones, que permiten la conexión de varias computadoras a un transceptor. En la figura II-16 se ilustra la idea.

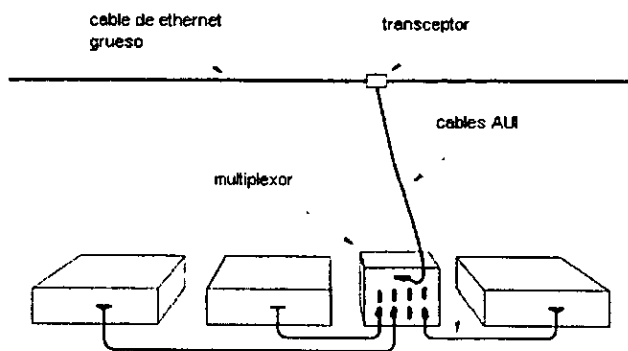


Figura II - 16. Multiplexor de conexiones. Aunque el multiplexor se conecta a un sólo transceptor, pueden conectarse varias computadoras al multiplexor. Cada computadora opera como si se conectara directamente al transceptor.^{iv}

Como se ve en la figura II-16, el alambrado de un multiplexor de conexiones es sencillo. Cada computadora tiene una tarjeta de red convencional y un cable AUI común. Sin embargo, los cables AUI no se conectan a los transceptores: el cable de cada computadora se conecta a uno de los puertos del multiplexor. Por último, un cable AUI conecta el multiplexor a la Ethernet (quizá también se conectan a la misma red otras computadoras, si bien no se muestran aquí).

Un multiplexor de conexiones es un dispositivo eléctrico diseñado para dar las mismas señales que un transceptor convencional. Por ejemplo, si dos computadoras intentan transmitir al mismo tiempo, el multiplexor reporta que ha ocurrido una colisión de la misma manera que los transceptores reportan colisiones en la red. De igual modo, si hay una señal de portadora en la red, el multiplexor la reporta a todas las estaciones conectadas. Así, las computadoras no necesitan saber si están conectadas directamente a un transceptor convencional o a un multiplexor.

Ethernet de alambre delgado

También hay hardware que permite que la Ethernet use un cable coaxial más delgado y flexible que el alambre grueso original. Llamado Ethernet de cable delgado, o Thinnet, el esquema de alambrado es diferente del Thicknet en tres aspectos importantes. Primero, la instalación y operación de Thinnet por lo general cuesta menos que Thicknet. Segundo, ya que el hardware que lleva a cabo la función de transceptor está interconstruido en la tarjeta de red, no se necesitan transceptores externos. Tercero, Thinnet no usa cables AUI para conectar la tarjeta de red al medio de comunicación, puesto que se conecta directamente a la computadora por medio de un conector BNC.

En una instalación Thinnet hay un cable coaxial entre cada par de máquinas. El cable no necesita seguir una línea recta: puede estar sobre la mesa entre dos computadoras o tendido bajo el piso o por un conducto. En la figura II-17 se ilustra el alambrado Thinnet.

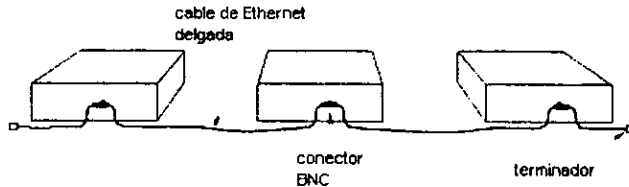


Figura II - 17. Tres computadoras conectadas en una Ethernet de alambre delgado. El medio es un cable flexible que conecta la tarjeta de red de una computadora a la tarjeta de red de la siguiente.TM

Aunque el cable de una Ethernet de alambre delgado parece del todo diferente del de una Ethernet gruesa, comparten varias propiedades notables. Ambos son coaxiales, lo que significa que protegen a las señales de interferencias externas; ambos necesitan terminadores y ambos usan topología de bus. Más importante, dado que los dos sistemas de alambrado tienen características eléctricas semejantes (es decir, resistencia y capacitancia), las señales se propagan por los cables de la misma manera.

Ethernet de par trenzado

El tercer estilo de alambrado Ethernet ejemplifica cómo los proveedores han inventado esquemas de alambrado que llevan a topologías físicas inesperadas. Este estilo es muy diferente de las Ethernet gruesa y delgada. Llamado formalmente 10Base-T, el esquema se conoce como Ethernet de par trenzado. La 10Base-T no emplea como medio cable coaxial grueso ni delgado. De hecho, las Ethernet 10Base-T no tienen un medio físico como los demás esquemas de alambrado. En cambio, la 10Base-T amplía la idea de la multiplexión de conexión; un dispositivo electrónico funciona como centro de la red. El dispositivo electrónico se llama concentrador.

Como los demás esquemas de alambrado, la 10Base-T requiere que cada computadora tenga una tarjeta de interfaz de red y una conexión directa de la tarjeta de red al concentrador. La conexión usa alambre de par trenzado con conectores RJ-45. El conector de un extremo del par trenzado se enchufa a la interfaz de red de la computadora y el conector del otro extremo al concentrador. Así, cada computadora tiene una conexión dedicada con el dispositivo concentrador y no hay cable coaxial. En la figura II-18 se ilustra el alambrado 10Base-T.

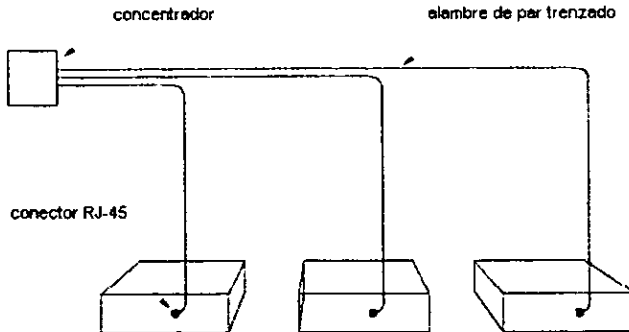


Figura II - 18. Tres computadoras conectadas a un concentrador Ethernet mediante alambre 10Base-T. Cada computadora tiene una conexión dedicada.^{va}

La tecnología de concentradores es una extensión del concepto de multiplexor de conexiones. Los componentes electrónicos del concentrador simulan el cable físico, con lo que hacen que el sistema opere como Ethernet convencional. Por ejemplo, las computadoras conectadas a un concentrador deben tener direcciones físicas de Ethernet; cada computadora debe usar CSMA/CD para acceder a la red y un formato de cuadro Ethernet habitual. De hecho, el hardware no distingue entre Ethernet gruesa, delgada y 10Base-T -pues la interfaz de red se encarga de los detalles y oculta las diferencias-.

Aunque todos los concentradores pueden aceptar varias computadoras, vienen en varios tamaños. Un concentrador pequeño característico tiene 32 puertos para igual número de conexiones. Por lo tanto, basta un concentrador para conectar todas las computadoras de un grupo pequeño (por ejemplo, de un departamento). Los concentradores grandes aceptan cientos de conexiones.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ESQUEMAS DE ALAMBRADO

Los tres esquemas de alambado tienen ventajas y desventajas. El alambado que usa un transceptor individual por cada conexión permite cambiar la computadora sin alterar la red. Al desconectar un cable de transceptor, éste se queda sin energía, pero los demás continúan operando. El tener transceptores separados tiene desventajas. Los transceptores con frecuencia se ubican en localidades remotas de difícil acceso (por ejemplo, en el techo de un pasillo). Si falla el transceptor, su localización, prueba y reemplazo pueden ser difíciles. Por contraste, aunque no tiene la desventaja de los transceptores remotos, el esquema en el que el medio compartido se conecta directamente a las computadoras es susceptible a desconexiones (la desconexión del cable principal deja sin terminar los segmentos, lo que altera toda la red). Además, tal alteración es probable porque, a diferencia de los conectores AUI, no se necesitan herramientas para desconectar los conectores BNC usados en la Thinnet. El alambado por concentrador hace que la red sea más inmune a desconexiones accidentales, porque cada par trenzado afecta sólo a una máquina. Por lo tanto, si se corta accidentalmente un alambre, sólo se desconecta una máquina del concentrador.

A pesar de estas ventajas y desventajas, hay un factor que parece ser el dominante en la selección de la tecnología de alambrado: el costo. La Ethernet delgada se volvió común porque cuesta menos por conexión que la Ethernet gruesa original. Ahora es común el alambrado 10Base-T porque cuesta aún menos por conexión que la Ethernet delgada. Claro está, se trata de generalizaciones -los costos reales no siempre son fáciles de comparar-. El costo total depende de la cantidad de computadoras, la distancia entre ellas, la ubicación de las paredes y los conductos, el costo del hardware de interfaz y alambrado, el costo de diagnóstico y reparación de problemas, y la frecuencia con la que se agregan computadoras nuevas o se mueven las existentes. Dado que la mayor parte de las organizaciones usan un solo esquema de alambrado para conectar sus computadoras a la red, debe haber interfaces a costo razonable para todas las marcas de computadora a conectar. Por lo tanto, no hay un esquema de alambrado que sea mejor para todas las situaciones. Asimismo, debido a que todos los esquemas de alambrado usan la misma norma para los formatos de cuadro y el acceso a la red, es posible combinar varias tecnologías de alambrado en una red. Por ejemplo, es posible que algunas computadoras se conecten a la red usando Thicknet, mientras otras lo hagan mediante Thinnet.

En la tabla II-7 se muestran dos cuadros comparativo de los diferentes tipos de cableado para (a) Ethernet y (b) Fast Ethernet, la cual se explicará más adelante..

Nombre	Cable	Longitud máxima del segmento	Nodos por segmento
10Base5	Coaxial grueso	500 m	100
10Base2	Coaxial delgado	200 m	30
10Base-T	Par trenzado	100 m	1024
10Base-F	Fibra Óptica	2000 m	1024

(a)

Nombre	Cable	Longitud máxima del segmento	Ventajas
100Base-T4	Par trenzado	100 m	Usa UTP categoría 3
100Base-TX	Par trenzado	100 m	Dúplex Integral a 100 Mbps
100Base-F	Fibra óptica	2000 m	Dúplex Integral a 100 Mbps; tramos grandes.

(b)

Tabla II-7. Características de los distintos tipos de cableado para (a) Ethernet y (b) Fast Ethernet.

Para apreciar algunas de las diferencias de costo, imagine un grupo de oficinas con una o más computadoras en cada una. En la figura II-19 se ilustra cómo se verían los tres esquemas de alambrado en un grupo de ocho oficinas separadas por un pasillo común.

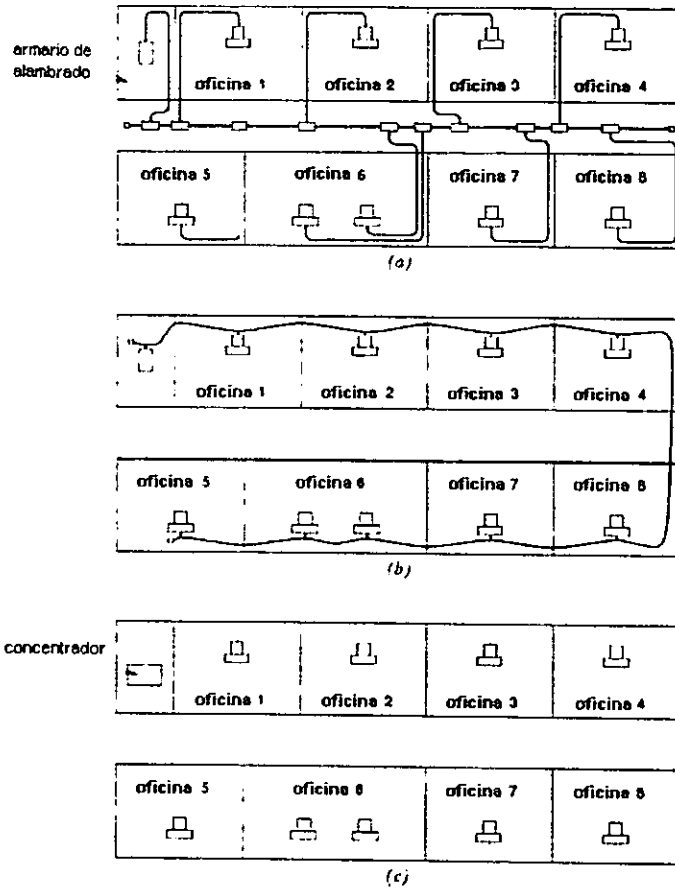


Figura II - 19. Ilustración de las computadoras de ocho oficinas alambradas con (a) Ethernet grueso, (b) Ethernet delgado y (c) 10Base-T (par trenzado). Los alambres pueden correr por el techo o bajo un piso falso. Un closet de comunicaciones puede contener el concentrador y el equipo de supervisión, control y depuración de la red.^{xviii}

II.5.2. Fast Ethernet

A medida que el uso de las LAN se extendía, muchas instalaciones necesitaban más ancho de banda y por tanto tenían muchas LAN de 10 Mbps conectadas mediante una maraña de repetidores, puentes, ruteadores y gateways. Fue en este ambiente que el IEEE volvió a convocar en 1992 al comité de Ethernet, con instrucciones de inventar una LAN más rápida. El comité decidió mantener a la Ethernet como estaba, pero hacerlo más veloz.

Las tres razones principales por las que el comité decidió diseñar una Ethernet mejorada fueron:

La necesidad de compatibilidad hacia atrás con miles de LAN existentes.
El temor a que un protocolo nuevo tuviera problemas imprevistos.
El deseo de terminar el trabajo antes de que cambiara la tecnología.

El trabajo se hizo con rapidez (según las normas de los comités de estándares), y el resultado, fue aprobado oficialmente por el IEEE en junio de 1995. Técnicamente, el 802.3u no es un estándar nuevo, sino una adición al estándar 802.3 existente (para subrayar su compatibilidad hacia atrás) al cual se le conoce comunmente como Fast Ethernet.

El concepto principal en que se basa la Fast Ethernet es sencillo: mantener todos los formatos de paquete, interfaces y reglas de procedimientos anteriores, y simplemente reducir el tiempo de bit de 100 nseg a 10 nseg. Técnicamente, habría sido posible copiar el 10Base5 o el 10Base2 y aún detectar colisiones a tiempo con sólo reducir la longitud máxima del cable por un factor de 10. Sin embargo, las ventajas del alambrado 10Base-T fueron tan contundentes que la Fast Ethernet se basa completamente en este diseño. Por tanto, todos los sistemas de Fast Ethernet usan concentradores; no se permiten cables de derivación múltiple con derivaciones vampiro ni conectores BNC.

Sin embargo, aún tenían que tomarse algunas decisiones, siendo la más importante el tipo de cables a manejar. Un contendiente fue el par trenzado categoría 3. El argumento a su favor fue que prácticamente todas las oficinas del mundo occidental tienen cuando menos cuatro pares trenzados categoría 3 (o mejor) tendidos a un gabinete de alambrado telefónico en un alcance de 100 metros. A veces existen dos de tales cables. Por tanto, el uso de par trenzado categoría 3 posibilitaría el alambrado de computadoras de escritorio usando Fast Ethernet sin tener que realambrar completamente el edificio, una ventaja enorme para muchas organizaciones.

La desventaja principal del par trenzado categoría 3 es la incapacidad de conducir señales de 200 megabaudios (100 Mbps con codificación Manchester) a 100 metros, la distancia máxima de computadora a concentrador especificada para 10Base-T. En contraste, el par trenzado categoría 5 puede manejar fácilmente los 100 metros, y la fibra puede llegar mucho más lejos. La media escogida fue permitir las tres posibilidades, pero mejorar la solución de categoría 3 para darle la capacidad de conducción adicional necesaria.

El esquema UTP categoría 3, llamado 100Base-T4, usa una velocidad de señalización de 25 MHz, sólo 25% más rápida que los 20 MHz del Ethernet estándar. Para lograr el ancho de banda necesario, el 100Base-T4 requiere cuatro pares trenzados. Dado que el alambrado telefónico estándar ha tenido durante décadas cuatro pares trenzados por cable, la mayoría de las oficinas pueden manejar esto.

De los cuatro pares trenzados, uno siempre va al concentrador, uno mas siempre viene del concentrador y los otros dos son conmutables a la dirección actual de transmisión. La transmisión de 4 bits en cada uno de los 25 millones de ciclos de reloj por segundo da los 100 Mbps necesarios.

Para el alambrado de categoría 5, el diseño, 100Base-TX, es más sencillo, pues Los alambres pueden manejar tasas de reloj de hasta 125 MHz o más. Sólo se usan dos pares trenzados por estación, uno al concentrador y uno de él. En lugar de sólo usar codificación binaria directa, se usa un esquema llamado 4B5B a 125 MHz. Cada grupo de cinco periodos de reloj se usa para enviar 4 bits a fin de tener cierta redundancia, proporcionar

suficientes transiciones para permitir una fácil sincronización de los relojes, crear patrones únicos para delimitar marcos, y ser compatible con la FDDI en la capa física. En consecuencia, el 100Base-TX es un sistema dúplex integral; las estaciones pueden transmitir a 100 Mbps y recibir a 100 Mbps al mismo tiempo.

La última opción, 100Base-FX, usa dos hilos de fibra multimodo, uno para cada dirección por lo que también es dúplex integral con 100 Mbps en cada dirección. Además, la distancia entre una estación y el concentrador puede ser de hasta 2 km.

Son posibles dos tipos de concentradores con 100Base-T4 y 100Base-TX, conocidos en conjunto como 100Base-T. En un concentrador compartido, todas las líneas de entrada (o cuando menos todas las líneas que llegan a una tarjeta) están conectadas lógicamente, formando un solo dominio de colisión. Se aplican todas las reglas estándar, incluido el algoritmo de retroceso binario, por lo que el sistema funciona igual que la Ethernet tradicional. En particular, sólo una estación puede transmitir a la vez.

En un concentrador conmutado, cada marco de entrada se coloca en el buffer de una tarjeta de línea (plug-in line card). Aunque esta característica hace que el concentrador y las tarjetas sean más caros, también significa que todas las estaciones pueden transmitir (y recibir) al mismo tiempo, mejorando de manera importante el ancho de banda total del sistema, con frecuencia en un orden de magnitud o más. Los marcos en buffer se pasan a través de un canal de alta velocidad de la tarjeta de origen a la tarjeta de destino. El canal de alta velocidad en plano posterior no está estandarizado, ni necesita estarlo, ya que está completamente escondido dentro del conmutador. Dado que los cables 100Base-FX son demasiado largos para el algoritmo normal de colisiones de Ethernet, deben conectarse a concentradores conmutados con buffers, de modo que cada uno sea un dominio de colisión por sí mismo.

Como nota final, prácticamente todos los conmutadores pueden manejar una mezcla de estaciones de 10 Mbps y 100 Mbps, para hacer más fácil la modernización. A medida que una instalación consigue más estaciones de 100 Mbps, todo lo que tiene que hacer es comprar la cantidad necesaria de tarjetas de línea nuevas e introducirlas en el conmutador.

PARADOJA DE LA TOPOLOGÍA.

El bus es evidente en el alambrado de Ethernet delgada y gruesa porque el bus compartido es el cable coaxial. Sin embargo, una Ethernet que usa alambrado de par trenzado no semeja un bus. De hecho, de acuerdo con la definición del capítulo anterior, el alambre 10Base-T forma una topología de estrella con el concentrador como centro.

Obviamente, una Ethernet de par trenzado forma una estrella característica en la que todas las computadoras tienen conexiones dedicadas al concentrador central. Sin embargo, a pesar de su apariencia, la Ethernet de par trenzado funciona como bus. Todas las computadoras comparten el mismo medio de comunicación. Las computadoras deben contender por el acceso al medio y cuando mucho una computadora puede transmitir en un momento dado. Como en la Ethernet convencional, las interfaces de red de todas las computadoras reciben copias de todos los paquetes transmitidos y la interfaz de red es la responsable de filtrar los paquetes, de la misma manera que la interfaz filtra los paquetes que llegan por una Ethernet gruesa o delgada. Como resultado, cuando una computadora envía un cuadro a la dirección de difusión, las demás computadoras reciben copias del cuadro.

Desde el punto de vista físico, la Ethernet de par trenzado usa una topología de estrella; desde el lógico, funciona como bus. Por lo tanto, la Ethernet 10Base-T con frecuencia se llama bus en estrella.

II.5.3. LocalTalk

La Apple Computer Corporation inventó una LAN que utiliza topología de bus. Llamada LocalTalk, la tecnología se destinó a las computadoras personales de Apple y es muy común en las organizaciones que tienen muchas computadoras de esta empresa. Cada computadora Apple Macintosh incluye todo el hardware necesario para conectarse a una red LocalTalk; el hardware LocalTalk también está disponible para otras marcas de computadora.

Aunque cada red LocalTalk es un bus, las computadoras conectadas no usan CSMA/CD al acceder al medio. En cambio, la red utiliza acceso múltiple con detección de portadora y prevención de colisiones (CSMA/CA), en el que la computadora envía un mensaje corto especial para reservar el medio antes de transmitir un mensaje extenso. Si tiene éxito la reservación (es decir, si no ocurre una colisión), las demás computadoras se abstienen de usar el medio mientras el transmisor envía su mensaje extenso. Debido a que es muy pequeña en comparación con los mensajes convencionales, el tiempo requerido para enviar la reservación es insignificante.

En comparación con la Ethernet, LocalTalk tiene ventajas e inconvenientes. Una de las desventajas es el ancho de banda. El hardware de red LocalTalk puede transmitir 230,400 bits por segundo (Kbps), lo que representa sólo el 2.3 por ciento del ancho de banda disponible en una red Ethernet. El menor ancho de banda significa que es mayor el tiempo para transmitir volúmenes grandes de datos. LocalTalk también tiene limitaciones de distancia y no está disponible para todas las computadoras.

A pesar de sus limitaciones, LocalTalk tiene algunas ventajas. La principal es su precio: es prácticamente gratuita, pues cada computadora Macintosh incluye casi todo el hardware necesario para conectarse a otra computadora Macintosh. Se necesita un solo cable para conectar dos computadoras Macintosh. Es más, LocalTalk es sencilla de instalar -la tecnología usa simples conectores que permiten conexión y cambios sin herramientas ni entrenamiento especial-. Por último, el hardware LocalTalk está disponible en muchas impresoras, lo que hace posible conectarlas a una red; donde pueden ser accedidas por varias computadoras.

II.5.4. Token Ring IBM

Dijimos que las LAN que utilizan topología de anillo conectan las computadoras en ciclo. Casi todas las LAN que usan topología de anillo también se valen de un mecanismo de acceso llamado pase de estafeta. La red se llama red de anillo de pase de estafeta, abreviado anillo de estafetas, o token ring, su nombre en inglés. Una token ring opera como un sólo medio compartido. Cuando una computadora necesita enviar datos, debe esperar permiso antes de acceder a la red. Una vez obtenido el permiso, el transmisor tiene el control completo del anillo -no puede ocurrir ninguna transmisión simultánea-. Cuando el transmisor envía un cuadro, los bits pasan sucesivamente a las siguientes computadoras, hasta que dan la vuelta al anillo y regresan al transmisor. En la figura II-20 se ilustra el concepto.

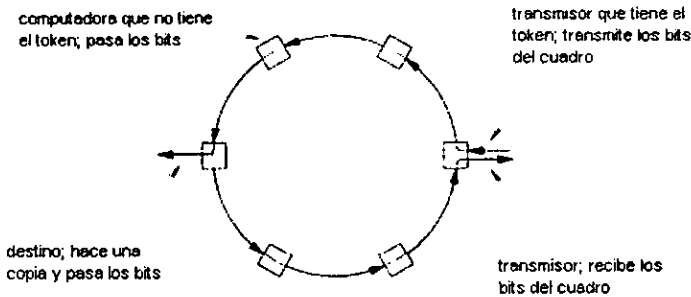


Figura II - 20. Flujo teórico de los bits durante la transmisión en una red token ring. A excepción del transmisor, las computadoras de la red pasan los bits del cuadro a la siguiente estación. El destino hace una copia.^{xm}

Como se muestra en la figura II-20, todas las estaciones -excepto el transmisor- reenvían los bits por el anillo. Por lo tanto, para comprobar que no han ocurrido errores de transmisión, el transmisor puede comparar los datos recibidos con los enviados. Las demás estaciones vigilan todas las transmisiones. Si un cuadro está destinado a una computadora dada, ésta hace una copia del cuadro al ir pasando los bits por el anillo.

¿Cómo se obtiene permiso para transmitir en una token ring? A diferencia de una Ethernet, la transmisión token ring no depende del CSMA/CD. En cambio, el hardware de token ring coordina todas las computadoras conectadas para asegurar que el permiso pasa por turno a todas las computadoras. La coordinación usa un mensaje especial reservado, llamado token o estafeta. La estafeta es un patrón de bits que difiere de los cuadros normales de datos. Para asegurar que los datos normales no puedan interpretarse como estafeta, algunas tecnologías de token ring utilizan relleno de bits para cambiar temporalmente la aparición de estafetas en los datos de transmisión. Más importante, el hardware de token ring asegura que sólo exista una estafeta en la red de token ring.

En esencia, la estafeta da permiso a las computadoras de transmitir cuadros. Por lo tanto, antes de enviar uno, cada computadora debe esperar la llegada de la estafeta. Al llegar, la computadora retira temporalmente la estafeta y usa el anillo para transmitir datos. Aunque puede tener más de un cuadro para transmisión, la computadora sólo envía un cuadro y luego transmite la estafeta. A diferencia de los cuadros de datos, que dan la vuelta completa al anillo, la estafeta viaja de una computadora a la siguiente, que entonces puede usar la red para transmitir.

Si todas las computadoras de una red token ring tienen datos por enviar, el esquema de pase de estafeta garantiza que se turnarán, que cada una transmitirá un cuadro antes de pasar la estafeta. Nótese que el esquema garantiza acceso justo: a medida que la estafeta da la vuelta por anillo, cada computadora tiene la oportunidad de usar la red. Si alguna no tiene datos por transmitir, simplemente pasa la estafeta sin demora. En el caso extremo de que nadie tenga datos por transmitir, la estafeta circula de continuo entre las computadoras. El tiempo requerido para que la estafeta dé la vuelta al anillo de computadoras inactivas es muy breve (digamos, un milisegundo). Este tiempo corto es posible por dos razones. Primero, dado que la estafeta es pequeña, puede transmitirse por el alambre con rapidez. Segundo, el reenvío en cada computadora lo lleva a cabo el hardware del anillo, lo que significa que la velocidad no depende del CPU de la computadora.

La IBM Corporation ha desarrollado una de las tecnologías de pase de estafeta más conocidas. Aunque no fue la primera red token ring comercial, el Token Ring IBM es tan conocido que muchos profesionales emplean el término Token Ring para indicar la tecnología de IBM. El Token Ring IBM opera a 16 millones de bits por segundo y puede usarse en computadoras de IBM y de otros proveedores, y en dispositivos periféricos como impresoras.

II.5.5. FDDI

Una de las desventajas principales de las redes token ring es su susceptibilidad a las fallas. Debido a que cada computadora conectada al anillo debe pasar los cuadros a la siguiente, la falla de una máquina puede deshabilitar la red. En general, el hardware de token ring se diseña para evitar tales fallas. Por ejemplo, el hardware que conecta la computadora a la red se diseña para recuperarse de fallas de software -el hardware puede continuar enviando los bits de entrada por la conexión de salida aun si aparecen fallas en el software (por ejemplo, caída del sistema)-. Sin embargo, la mayor parte de las redes token ring no pueden recuperarse de conexiones rotas, como las que resultan de cortar el cable entre dos computadoras.

Se han elaborado algunas tecnologías de red de anillo para recuperarse de fallas graves; por ejemplo, la interconexión de datos distribuidos por fibra (FDDI *fiber distributed data interconnection*) es una tecnología token ring que puede transmitir datos a razón de 100 millones de bits por segundo, ocho veces más rápido que las des Token Ring IBM y 10 veces más rápido que las Ethernet. Para dar razones de datos tan altas, FDDI usa fibra óptica, en lugar de cables de cobre, para conectar las computadoras. Su uso principal, debido a su gran ancho de banda,, es como backbone para conectar varias LAN de cobre.

La FDDI usa redundancia para recuperarse de las fallas. Una red FDDI contiene dos anillos completos, uno que sirve para transmitir datos cuando todo está bien y otro que funciona sólo cuando falla el primero. Físicamente, las dos fibras que conectan cada par de computadoras no son del todo independientes. Por su parte, las fibras se recubren de forros plásticos flexibles y los forros de1 par se unen de la misma manera que el forro plástico del cordón eléctrico de un aparato electrodoméstico. Por lo tanto, pueden instalarse al mismo tiempo las fibras necesarias para dos anillos.

Como detalle curioso, se dice que los anillos de una red FDDI operan en contragiro, porque los datos fluyen por el segundo anillo en dirección opuesta a la dirección de flujo de datos del anillo principal. Para entender la razón de los anillos en contragiro, considere una falla catastrófica. Primero, dado que en general el par de fibras que conecta dos estaciones sigue la misma trayectoria física, al romperse una fibra con frecuencia se rompe la otra también. Segundo, si los datos circulan en la misma dirección por ambos anillos, la desconexión de una estación (por ejemplo, al mover a computadora) evitará que otras estaciones se comuniquen. Sin embargo, si los datos viajan en dirección opuesta por el segundo anillo, las estaciones restantes pueden reconfigurar la red para usar la trayectoria inversa. En la figura II-21 se ilustra el concepto.

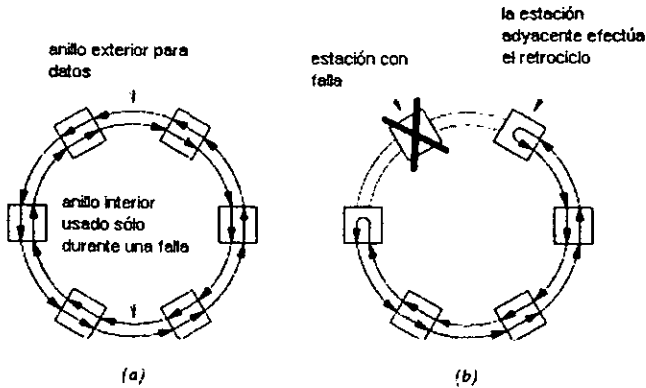


Figura II - 21. (a) Red FDDI. Las flechas muestran la dirección de flujo de datos. (b) La misma red tras la falla de una estación. Normalmente, los datos viajan en una dirección. Tras la falla de una estación, las estaciones adyacentes usan la trayectoria invertida para formar un anillo cerrado.^{xx}

Aunque la figura II-21(a) muestra las direcciones de flujo de los datos por los anillos en contragiro, habitualmente sólo se usa uno de los dos anillos. Por ejemplo, en la figura, las estaciones siempre transmiten y reciben por el anillo exterior, y el hardware de red reenvía los bits por el anillo interior sin interpretarlos. En la figura II-21(b) se ilustra la trayectoria de datos a continuación de una falla. El hardware de las estaciones adyacentes a la falla detecta la desconexión y se reconfigura para que regresen los bits de entrada por la trayectoria en reversa. Por lo tanto, se retira la estación con falla y las estaciones restantes se conectan a un anillo contiguo. El proceso de reconfiguración para evitar fallas se llama autorreparación y la FDDI se conoce como red autorreparable.

Entre las principales ventajas del uso de FDDI tenemos:

1. Alta velocidad
2. Tolerancia a fallas integrada
3. Inmunidad a la interferencia electromagnética
4. Mayor seguridad de los datos
5. Capacidad para cubrir mayores distancias

Sin embargo, su principal desventaja es el costo.

II.5.6. ATM

Las compañías telefónicas han desarrollado una tecnología de red llamada modo asíncrono de transferencia (ATM). El elemento básico de las redes ATM es un conmutador telefónico al que pueden conectarse varias computadoras. Por ejemplo, en la figura II-22 se muestran seis computadoras conectadas a un conmutador ATM.

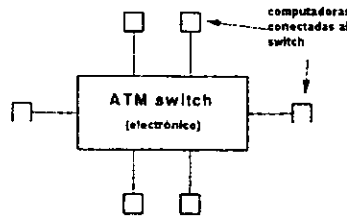


Figura II - 22. Conmutador ATM con conexión a seis computadoras. Puede verse la topología de estrella que resulta.^{xxx}

En la figura II-22 se observa la razón por la que el ATM se clasifica como topología de estrella. Uno o varios conmutadores enlazados forman un concentrador central al que se conectan todas las computadoras. A diferencia de las topologías de bus y anillo, las redes de estrella no propagan los datos a otras computadoras además del par en comunicación - el concentrador recibe los datos directamente del transmisor y los transmite directamente al receptor-. Nótese que la topología de estrella hace que las redes ATM sean menos dependientes de las conexiones entre las computadoras que las redes de topología de anillo. Si se rompe la comunicación entre una computadora y el conmutador, sólo esta computadora se ve afectada.

Debido a que el ATM se diseñó para dar un gran ancho de banda, la conexión habitual entre computadora y conmutador ATM opera a una velocidad de 100 Mbps o más. Para conducir razones de datos tan altas, muchas veces la conexión entre la computadora y el conmutador ATM se efectúa con fibra óptica en lugar de cobre. De hecho, debido a que la fibra óptica no puede conducir datos en ambas direcciones al mismo tiempo, cada conexión utiliza un par de fibras, como se ilustra en la figura II-23.

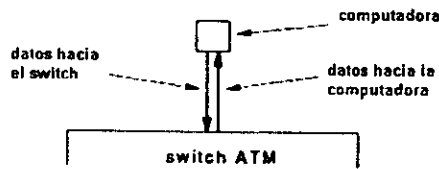


Figura II - 23. Detalles de una conexión entre un conmutador ATM y una computadora. Cada conexión consta de un par de fibras ópticas. Una fibra conduce datos al conmutador y la otra a la computadora.^{xxx}

Como las fibras ópticas usadas con la FDDI, el par de fibras para conexión a un conmutador ATM viene en una sola unidad. Por lo general, el forro de una de las fibras está etiquetado o tiene una banda de color; quien instala la conexión usa la etiqueta para asegurar que la salida del conmutador se conecta a la entrada de la computadora, y viceversa.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

II.6. Cableado Estructurado

II.6.1. Manual de usuario de cableado estructurado IBDN

INTRODUCCIÓN

IBDN es un sistema de cableado estructurado que comprende una línea integrada de productos y directrices para la conexión en red de una amplia variedad de dispositivos de telecomunicaciones en un único edificio o en un ambiente campus. Se enfoca a los requerimientos de un sistema de cableado para telecomunicaciones desde la entrada del edificio (acometida) hasta la estación de trabajo.

IBDN es una red abierta con una arquitectura de distribución universal, manteniendo unidos voz, datos, video y equipos de control del edificio de varios proveedores. Para obtener efectividad en costos, IBDN maximiza el uso de cable de par torcido sin blindar "Unshielded Twisted Pair" (UTP). Cuando se requiere aplicaciones de alto ancho de banda o un muy largo alcance se usa cables de fibra óptica.

Los productos IBDN facilitan la colocación, rearreglo y actualización del cableado para microcomputadoras, Main-frames, PBX's y Sistemas de video nuevos o existentes. IBDN consiste de subsistemas modulares que son físicamente independientes aunque complementarios. Este enfoque facilita el crecimiento y cambios en un subsistema no afectando a los otros.

El enfoque de la red IBDN usa nodos y enlaces jerárquicamente arreglados en una topología de estrella. La topología física de estrella puede acomodar otras configuraciones lógicas tales como bus y anillo a través del uso de concentradores o unidades de acceso multiestación. Este enfoque generalmente reduce tiempo caído y en muchos casos permite realizar movimientos, adiciones y cambios con poca o ninguna interrupción al usuario. Generalmente, solo se requiere soporte de rutinas administrativas.

IBDN está diseñado para acomodar sus necesidades actuales y futuras de red. Los principios de diseño de IBDN fueron derivados del estándar TIA/EIA 568-A. Este estándar es comúnmente conocido como el Estándar de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales, desarrollado por la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias de Electrónica (EIA).

PRESENTACIÓN DEL IBDN

El IBDN es un sistema de cableado estructurado que interconecta equipos de telecomunicaciones (para voz, datos, video y control del edificio) en un ambiente multi-producto multi-proveedor. IBDN se basa en subsistemas modulares que son independientes aunque complementarios. Este enfoque facilita el crecimiento así como los cambios en un subsistema no afectando a los otros. El enfoque de la red IBDN usa jerarquía de nodos y enlaces colocados en una topología física de estrella. Esto facilita movimientos, adiciones y cambios con virtualmente ningún tiempo caído y generalmente es adecuado un soporte de rutina administrativa.

El IBDN comprende seis subsistemas principales, la localización de cada subsistema se muestra en la Figura II-24. Enseguida, una breve descripción de estos subsistemas.

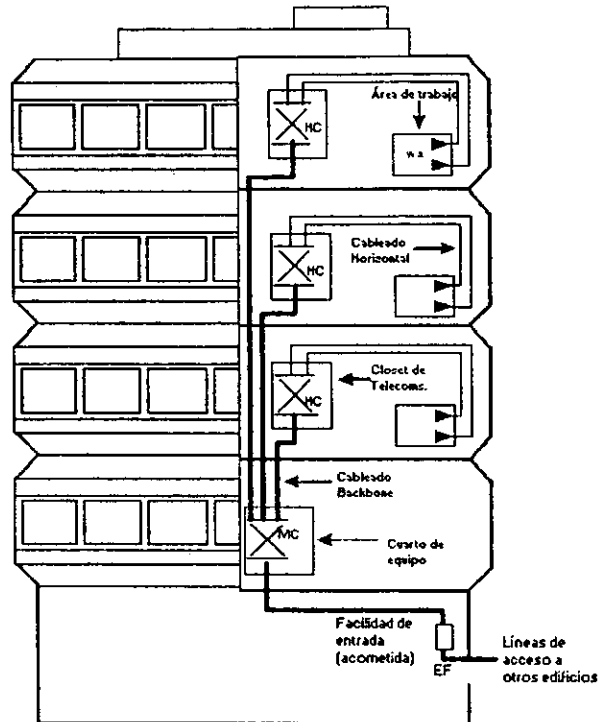


Figura II - 24. Subsistemas IBDNTM

Facilidad de Entrada (Acometida)

La Facilidad de Entrada *Entrance Facility* (EF), forma la interfaz con los servicios exteriores de telecomunicaciones (red pública y/o cableado backbone entre edificios en un ambiente campus). La EF consiste de hardware de protección, cable, y hardware de conexión para conectar la red de planta externa a el sistema IBDN. No se permite ningún movimiento, adición o cambio en el Sistema de Entrada del Edificio por personal del cliente, estos deben hacerse por un Vendedor Certificado del Sistema (CSV) o por la compañía telefónica local. El punto de demarcación de la compañía telefónica se localiza generalmente dentro de 15 m (50ft) de la conexión de planta externa.

Cuarto de Equipo

El Cuarto de Equipo "Equipment Room" (ER) aloja equipo de voz y datos (PBX, Host Computer, etc.) y, generalmente al Cruce de conexiones Principal "Main Cross-connect" (MC) que es el nodo primario de la red. El cruce de conexiones principal provee la conexión cruzada entre el equipo de telecomunicaciones (PBX y/o sistema de teléfono multi-línea en el Cuarto de Equipo) y el Cruce de Conexiones Horizontal "Horizontal Cross-connect" (HC) o el Cruce de Conexiones Intermedio "Intermediate Cross-connect" (IC) en grandes edificios o ambientes campus.

Dependiendo en el tamaño del MC, el sistema de cruce de conexiones puede ser montado en muro o en una estructura armada tipo rack. En la Figura II-25, se muestra el arreglo del MC montado en muro usando conectores BIX por desplazamiento de aislamiento "Insulation Displacement Connector" (IDC). El arreglo del MC montado en estructura armada tipo rack se muestra en la Figura II-26. Se puede instalar varios de estas estructuras armadas en un edificio para crear instalaciones IDC mayores.

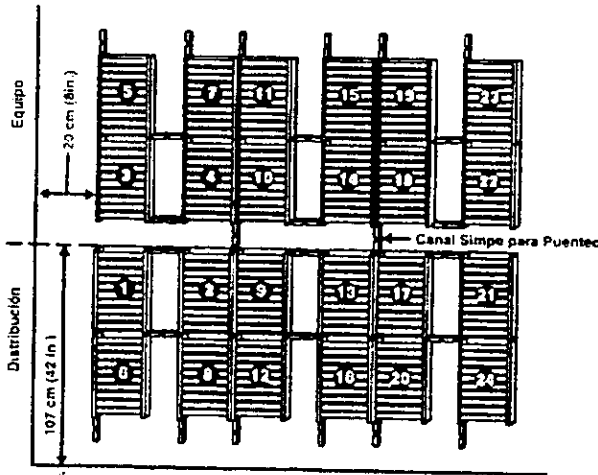


Figura II - 25. Arreglo de Campos Equipo y Distribución (IDC), Montaje en Muro^{xxiv}

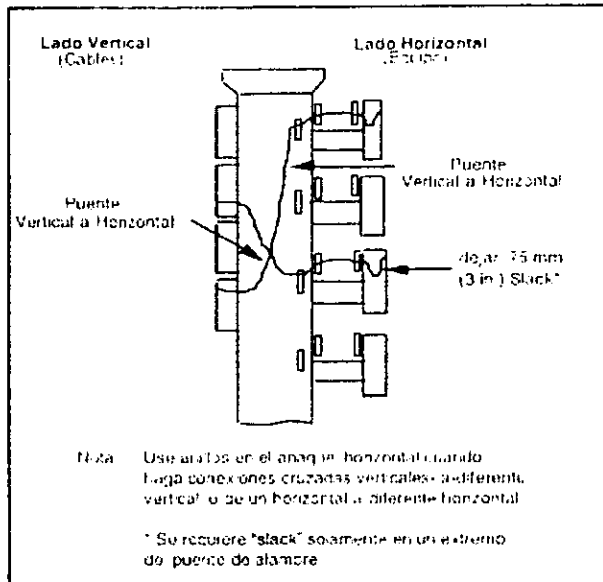


Figura II - 26. Sección Transversal de MC, Arreglo Montado en Estructura Armada Tipo RackTM

La instalación BIX IDC se usa para voz, así como para aplicaciones de datos. Este sistema puede proveer excelente flexibilidad para instalaciones pequeñas, medianas (TC) o grandes tales como un MC. Note que para los sistemas BIX SC, el servicio y mantenimiento debe ser hecho solamente por un CSV, FAC o por personal del cliente entrenado.

Cableado Backbone

El cableado backbone es la porción del sistema que enlaza al cruce de conexiones principal o al cruce de conexiones intermedio con los cruces de conexiones horizontales. Este consiste de cables de cobre multi-par, cables multi-fibra o la combinación de ambos. Los movimientos, adiciones o cambios en el sistema backbone deben ser efectuados por un CSV o FAC, y no por personal del cliente, a manera de preservar la certificación IBDN.

Clóset de Telecomunicaciones

El clóset de telecomunicaciones (TC) aloja equipo de telecomunicaciones (comúnmente concentradores; Hubs), y al cruce de conexiones horizontal (hardware para el cruce de -

conexiones y terminación de cables). El cruce de conexiones horizontal provee la conexión cruzada entre el cableado de backbone o equipo de telecomunicaciones y el cableado horizontal.

El hardware para cruce de conexiones puede estar compuesto de conectores BIX por desplazamiento de aislamiento (IDC) y/o paneles de parcheo. Ambos IDC y panel de parcheo, pueden ser de montaje en muro o en rack. Los paneles de parcheo pueden ser integrados por Paneles de Parcheo MDVO, Paneles de Parcheo de Alta Densidad BIX (HDPP), Paneles de Parcheo BIX (QPBI), Conectores BIX de receptáculos (Jacks) Modulares (QCBIX46DI/DA), donde todos usan cordones modulares, a diferencia de los BIX IDC que usan puentes de alambre.

El panel de parcheo es comúnmente usado para terminación de equipo de datos, donde ocurren cambios frecuentes en la configuración de red. Este sistema está orientado a facilitar la participación del cliente en la administración de sus recursos de telecomunicaciones (principalmente en los clósets de telecomunicaciones) dentro del edificio. Con el uso de cordones modulares, los movimientos de las áreas de trabajo, adiciones y cambios se pueden realizar por el personal del cliente. El arreglo recomendado del sistema de panel de parcheo se muestra en la Figura II-4. El arreglo del sistema de cruce de conexiones BIX IDC se muestra en la Figura II-27.

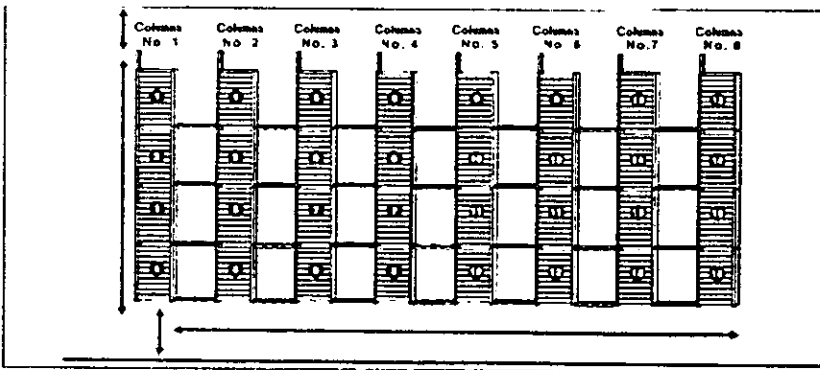


Figura II - 27 Arreglo Panel de Parcheo^{xxvii}

El sistema de panel de parcheo requiere de planeación cuidadosa, dado que los cordones modulares no están cortados al tamaño exacto como ocurre con los puentes de alambre. Un sistema de panel de parcheo bien planeado requiere cordones de parcheo de longitud más corta (típicamente 2.1 m o 7 ft), y tiene una apariencia ordenada y es también más fácil de administrar. El uso de cordones modulares más largos resulta en enredos de los cordones y a menudo se convierte en un problema de administración. El método recomendado para reducir la longitud de los cordones modulares es la zonificación. Note que en el método de zonificación, cada cordón modular interconecta solamente un equipo y un campo de distribución. La zonificación recomendada del sistema de panel de parcheo se muestra en la Figura II-28.

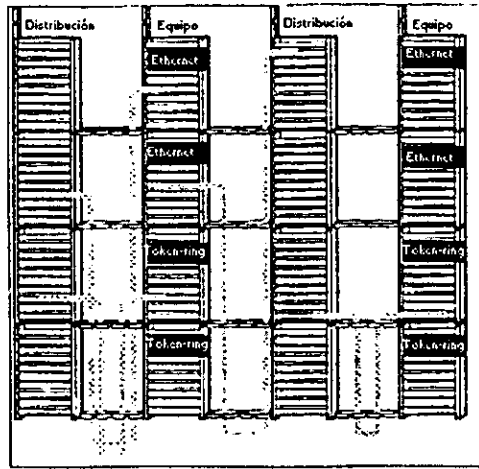


Figura II - 28. Sistema de Panel de Parcheo Zonificado ^{xxv}

Cableado Horizontal

El Cableado Horizontal enlaza el campo de distribución del sistema de cruce de conexiones BIX o panel de parcheo en los clósets de telecomunicaciones, a las salidas de telecomunicaciones en las áreas de trabajo. Se usa un cable dedicado de cobre (par torcido sin blindar de 4 pares) o cable de fibra óptica (multimodo) por cada servicio de telecomunicación requerido en el área de trabajo. Los movimientos, adiciones o cambios al sistema de distribución horizontal deben ser efectuados por un CSV o FAC IBDN, y no por personal del cliente, para así mantener la certificación IBDN.

Área de Trabajo

El Área de Trabajo (WA) es el espacio del edificio donde los ocupantes interactúan con equipo terminal de telecomunicaciones. El sub-sistema de área de trabajo incluye una variedad de hardware cuya función es conectar la terminal del cliente, PC o estación de trabajo a la salida de telecomunicaciones. La salida de telecomunicaciones usualmente es un receptáculo (jack) modular de 8 posiciones alambrado de acuerdo a T568A (ISDN) o T568B (ALT.) Se usa cordones modulares para interconectar la salida de telecomunicaciones con el equipo terminal. Cuando se coloca fibra al escritorio se usan cordones y salidas de fibra, se puede incluir Baluns o los adaptadores apropiados dependiendo del equipo de datos.

La integridad del sistema es mantenida cuando se usa componentes IBDN aprobados.

CONCEPTOS DE ADMINISTRACIÓN

Muchos edificios comerciales modernos para oficinas descansan en una amplia variedad de servicios tales como voz, datos, imagen/video, y sistemas de control del edificio. La administración eficaz de los recursos de telecomunicaciones reduce el tiempo caído de redes y minimiza los costos de materiales y labor significativamente.

Los sistemas de telecomunicaciones consisten de varios elementos de infraestructura, que incluyen:

- Terminaciones para el medio de telecomunicaciones localizadas en el área de trabajo, clósets de telecomunicaciones, cuartos de equipo, y facilidad de entrada (acometida);
- Medio de telecomunicaciones entre terminaciones;
- Trayectorias que contienen el medio entre terminaciones;
- Espacios donde se localizan las terminaciones;
- Unión/puesta a masa, tal como aplica a las telecomunicaciones;

La administración de los anteriores elementos de infraestructura de telecomunicaciones incluye documentaciones, tales como, etiquetas identificadoras, registros, y reportes.

El Estándar de Administración de la Infraestructura de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales, TIA/EIA-606 (CSA-T528), provee un esquema de administración uniforme que es independiente de las aplicaciones que pueden cambiar varias veces a través de la vida de un edificio. Al tener este estándar de administración, se progresa hacia edificios con infraestructuras de telecomunicaciones consistentemente administradas.

Identificador

Se asigna un identificador a un elemento de infraestructura de telecomunicaciones para enlazarlo a su registro correspondiente. Los identificadores usados en este estándar consisten de un prefijo seguido por información numérica que se representa en la tabla II-8 como una cadena de X's.

Se debe marcar con los identificadores los elementos, a ser administrados. Por ejemplo, J0001 en la figura II-29 es un identificador marcado en la etiqueta fijada en la caja de la salida de telecomunicaciones en el área de trabajo WA-003. Los identificadores usados para acceder a un grupo de registros de un mismo tipo deben ser únicos. Se recomiendan identificadores únicos también a través de todos los tipos de registros de telecomunicaciones.

Código	Descripción
BCxx	<i>bonding conductor</i> ; conductor de unión a masa
BCDxxx	<i>backbone conduit</i> ; tubería de backbone
Cxxx	<i>cable</i> ; cable
CBxxx	<i>cable backbone</i> ; cable backbone
CDxxx	<i>conduit</i> ; tubería
CTxxx	<i>cable tray</i> ; bandeja para cable
ECxxx	<i>equipment (bonding) conductor</i> ; conductor (unión a masa) equipo
EFxxx	<i>entrance facility</i> ; facilidad de entrada (acometida)
ERxxx	<i>equipment room</i> ; cuarto de equipo
Fxxx	<i>fiber</i> ; fibra
GBxxx	<i>grounding bar</i> ; barra de masa
HFxxx	<i>handhole</i> ; pasaje, conducto
ICxxx	<i>intermediate cross-connect</i> ; cruce de conexión intermedio
Jxxx	<i>jack</i> ; contacto
MCxxx	<i>main cross-connect</i> ; cruce de conexión principal
MHxxx	<i>manhole or maintainace hole</i> ; perforación o agujero de mantenimiento
PBxxx	<i>pull box</i> ; caja para jalar
Sxxx	<i>splice</i> ; empalme
TCxxx	<i>telecommunications closet</i> ; clóset de telecomunicaciones
TGBxxx	<i>telecommunications grounding busbar</i> ; barra masa telecomunicaciones
TMGBxxx	<i>telecommunications main grounding busbar</i> ; barra masa telecomunicaciones principal
WAxxx	<i>work area</i> ; área de trabajo

Tabla II – 8. Identificadores para los elementos del cableado estructurado.

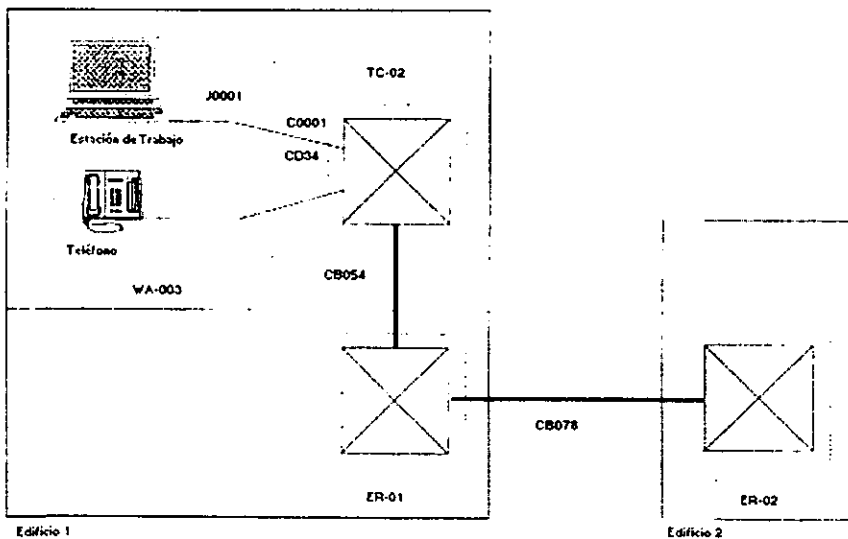


Figura II - 29. Ejemplo de Identificadores^{xviii}

Código de Colores para los Campos con Terminación BIX

El código de colores de las etiquetas se usa para identificar diferentes áreas de terminación en un sistema cruce de conexiones. El código de colores facilita la administración de los recursos de telecomunicaciones por una fácil identificación visual. Este concepto es empleado ya sea en el panel de parcheo (receptáculos modulares; *jacks*) y en los sistemas IDC (*Insulation displacement Connection*; Conexión por Desplazamiento de Aislamiento).

Las designaciones típicas de colores para los sistemas BIX se muestran en la Tabla II-9. La figura II-30 ilustra las varias designaciones de código de color.

Tipo Terminación	Color	Aplicación
Punto de Demarcación	Naranja	Terminaciones Oficina Central (Red Pública)
Conexiones de Red	Verde	Red
Equipo Común, PBX, LAN's y MUX's	Rojo, Blanco o Plata (Canadá) Púrpura US	Terminaciones de Equipos de Datos y Conmutador
Backbone de Primer Nivel (MC o IC)	Púrpura (Canadá) Blanco (US)	Terminación Cableados MC a IC
Backbone de Segundo Nivel IC o HC	Gris	Terminación Cableados IC a HC
Estación	Azul	Terminaciones Cableado Horizontal
Backbone Inter-edificio	Café	Terminaciones Cableado Campus
Misceláneos	Amarillo	Auxiliar, Mantenimiento, Alarmas y Seguridad
Sistemas Teléfono Multilínea	Rojo	Teléfono

Tabla II-9 Código de Colores para Campos con Terminación BIX

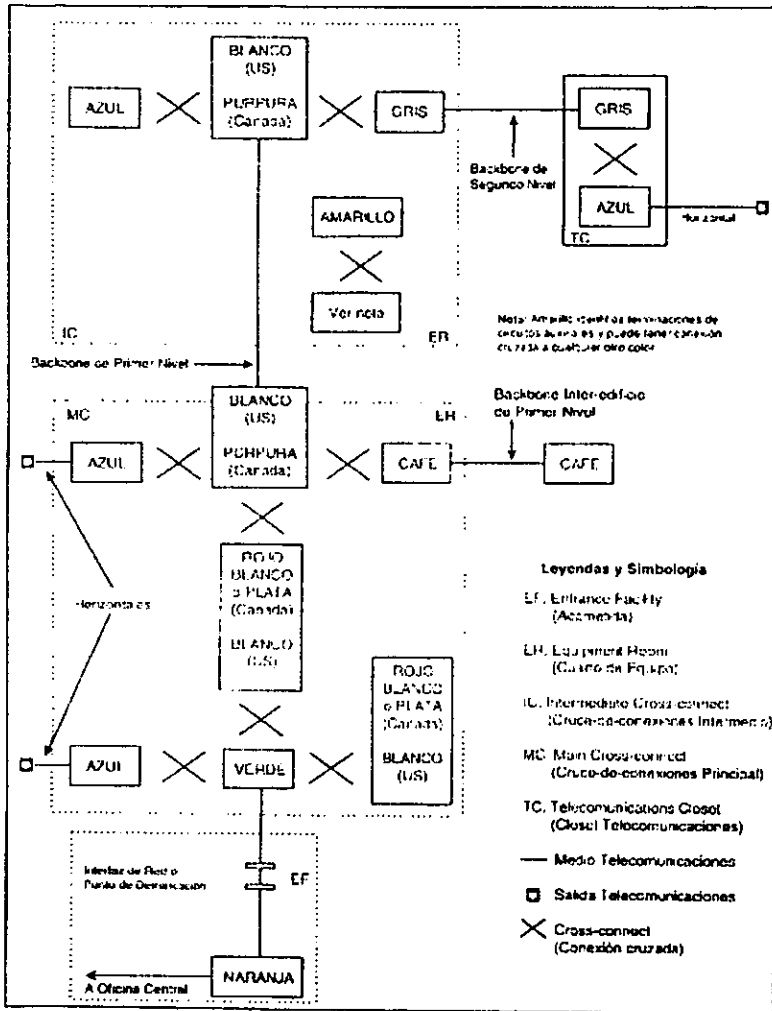


Figura II - 30 Código de Colores^{201x}

Registros

Un registro es una colección de información acerca o relacionada a un elemento específico de la infraestructura de telecomunicaciones. La Tabla II-10 provee un ejemplo de un registro de cable para el cable C0001 ilustrado en la Figura II-29.

Información Requerida		Dato de Muestra	
Identificador de Cable	C0001		
Tipo de Cable	4 pares 24 AWG BDN Plus		
Pares Sin Terminar/número de conductores	0 (lista de pares)		
Pares Dañados/número de conductores	0 (lista de pares)		
Pares Disponibles/número de conductores	0 (lista de pares sin usar)		
Emplazamientos Requeridos		Extremo 1	Extremo 2
Registro de posición terminada par 1 – 4	J0001	TC002-A17-001	
Registros Divididos	N/D		
Registros de Trayectoria	CD34		
Registros de Masa (GND)	N/D		

Tabla II-10 Ejemplo de un Registro de Cable

Enlazamientos

Los enlazamientos son las conexiones lógicas entre identificadores y registros. El enlazamiento entre registros se obtiene cuando un identificador en un punto de un registro apunta a otro registro. Los registros para elementos de infraestructura se interenlazan como se ilustra en la figura II-31.



Figura II - 31. Conceptos Identificador/Registro

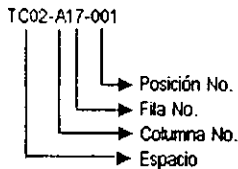
Reportes

Los reportes presentan información seleccionada de los diversos registros de infraestructura de telecomunicaciones. Los reportes pueden ser generados de un grupo simple de registros o de varios grupos de registros interenlazados. La Tabla II-11 provee un reporte de muestra que compila información correspondiente a los cables encontrados en la Figura II-29.

Identificador Cable	Cable Tipo	Espacio		Aplicación		
		Espacio 1	Espacio 2	Term Pos 1	Term Pos 2	
C0001	4 prs. 24 AWG BDNPlus	WA003	TC02	J0001	TC02-A17-001	Equipo Estación T/R
CB054	25 prs. 24 AWG DGR	TC02	ER01	TC02-B 17-001	ER01-C3-002	TRAH
CB078	200 prs. 24 AWG HPTP	ER01	ER02	ER01-D5-003	ER02-B1-002	PBAX

Tabla II-11. Ejemplo de un reporte de cable

Identificación Posición de Terminación



Orden de Trabajo

Las órdenes de trabajo documentan las operaciones necesitadas para implementar cambios afectando la infraestructura de telecomunicaciones. Una orden de trabajo debe listar tanto al personal responsable por las operaciones físicas como a aquellos responsables por actualizar la documentación asociada.

La información de la tabla II-12 muestra los requerimientos mínimos para los varios elementos de los registros de trayectorias y espacio, alambrado, y registros de masa.

Reportes

Los reportes presentan información seleccionada de los diversos registros de infraestructura de telecomunicaciones. Los reportes pueden ser generados de un grupo simple de registros o de varios grupos de registros interenlazados. La Tabla II-11 provee un reporte de muestra que compila información correspondiente a los cables encontrados en la Figura II-29.

Identificador Cable	Cable Tipo	Espacio		Aplicación	
		Espacio 1 Espacio 2	Term Pos 1 Term Pos 2	Equipo	
C0001	4 prs. 24 AWG BDNPlus	WA003 TC02	J0001 TC02-A17-001	Estación T/R	
CB054	25 prs. 24 AWG DGR	TC02 ER01	TC02-B 17-001 ER01-C3-002	TRAH	
CB078	200 prs. 24 AWG HPTP	ER01 ER02	ER01-D5-003 ER02-B1-002	PBAX	

Tabla II-11. Ejemplo de un reporte de cable

Identificación Posición de Terminación



Orden de Trabajo

Las órdenes de trabajo documentan las operaciones necesitadas para implementar cambios afectando la infraestructura de telecomunicaciones. Una orden de trabajo debe listar tanto al personal responsable por las operaciones físicas como a aquellos responsables por actualizar la documentación asociada.

La información de la tabla II-12 muestra los requerimientos mínimos para los varios elementos de los registros de trayectorias y espacio, alambrado, y registros de masa.

Registro	Información de registro requerida	Enlazamiento Requerido
Trayectoria	Identificador trayectoria	Registros de cable
	Tipo de trayectoria	Registros de espacio
	Llenado trayectoria	Registros de trayectoria
Espacio	Carga de trayectoria	Registros de masa
	Identificador espacio	Registros de trayectoria
	Tipo de espacio	Registros de Cable/Masa
Cable	Identificador cable	Registros posición de terminación
	Tipo cable	Registros de empalme
	Pares sin terminar/conductores	Registros de trayectoria
	Pares dañados/conductores	Registros de Masa
Hardware Terminado	Pares disponibles/conductores	
	Identificador hardware terminado	Registros de posición terminada
	Tipo de hardware terminado	Registros de espacio
Posición Terminación	Posición dañada	Registros de Masa
	Identificador posición de terminación	Registros de cable
	Tipo posición de terminación	Otros registros posición de terminación
	Código usuario	Registros hardware de terminación
Empalme	Cable pares/conductores	Registros de espacio
	Identificador empalme	Registros de cable
	Tipo empalme	Registros de espacio
Barra a Masa Principal (TMGB)	Identificador barra a masa principal	Registros conductor unión a masa
	Tipo barra masa	Registros de espacio
	Identificador conductor a masa	
	Resistencia del terreno	
Conductor Unión a Masa	Fecha toma medición	
	Identificador conductor unión a masa	Registros de barra a masa
	Tipo conductor	Registros de trayectorias
Barra a Masa (TGB)	Identificador barra a masa	Registros de conductor unión a masa
	Tipo barra a masa	Registros de espacio

Tabla II-12 Resumen de Elementos de Registro

II.6.2. SUBSISTEMAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

El cableado estructurado dentro de un edificio cuenta con seis subsistemas principales, divididos según el tipo de conexiones utilizadas y la infraestructura necesaria para cada uno.

INFRAESTRUCTURA DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

La figura II-32 muestra la ubicación de los seis subsistemas de acuerdo a la infraestructura dentro del edificio.

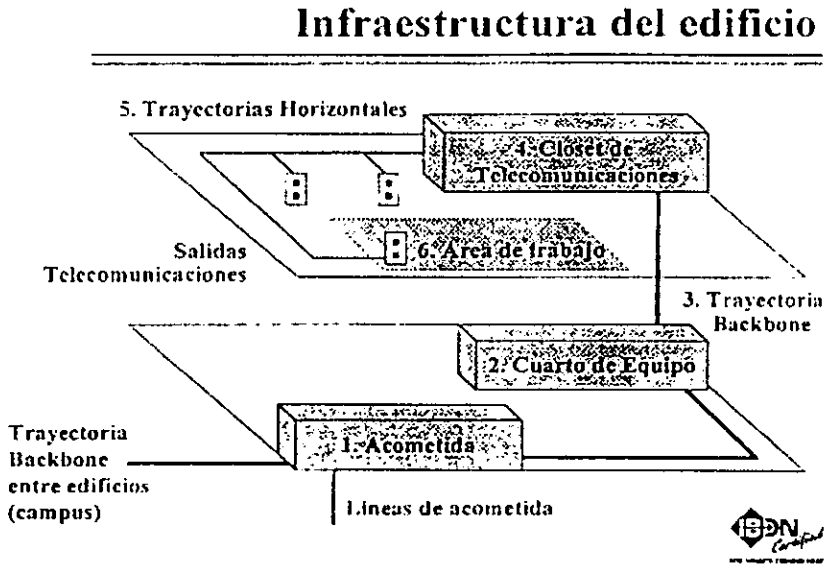


Figura II - 32. Subsistemas del cableado estructurado^{xxx}

INSTALACIÓN DE ACOMETIDA

La acometida es la transición entre cables de planta externa e interna. Ésta puede incluir la entrada de servicios de telecomunicaciones del edificio y las trayectorias de enlace con otros edificios (campus). El cuarto de acometida puede contener dispositivos de interface de red así como equipo de telecomunicaciones. La ubicación del cuarto debe estar en un área seca sin riesgo a inundarse y cerca de los tiros verticales donde correrá el backbone.

CUARTO DE EQUIPO

Es un espacio para el equipo de telecomunicaciones común a los ocupantes del edificio. El lugar del cuarto de equipo debe considerar la posibilidad de expansiones futuras y la posibilidad de filtración de agua. El cuarto de equipo ocasionalmente aloja equipos mayores, por lo que debe proveer acceso suficiente y debe tener las dimensiones apropiadas (se recomienda al menos 14 m^2 de área).

Consideraciones Generales de Diseño

Debe ser un espacio único, centralizado que contiene el equipo de telecomunicaciones y da servicio a un edificio. El equipo común puede incluir el PBX, equipo de cómputo tal como un mainframe y switches de video. Solo el equipo directamente relacionado con los sistemas de telecomunicaciones y de soporte a los mismos pueden alojarse en el cuarto. Idealmente, los cuartos de equipo deben localizarse cerca de las trayectorias principales de backbone de manera que permitan conectarse fácilmente a las mismas.

Los cuartos de equipo están proyectados generalmente para reunir requerimientos conocidos de tipos específicos de equipo, por lo que los requerimientos futuros deben estar considerados. El diseño del cuarto de equipo debe prever una ocupación del edificio no uniforme. La recomendación es proveer 0.07 m^2 de espacio para el cuarto de equipo por cada 10 m^2 de área construida útil (área de trabajo). Si la densidad de áreas de trabajo es posible que se incremente se debe considerar espacio adicional.

Diferentes usuarios de un edificio pueden compartir un mismo cuarto de equipo o tener uno propio dedicado a satisfacer sus requerimientos individuales. Edificios de uso específico (hospitales, hoteles, etc.) deben tener cuartos de equipo calculados de acuerdo al número de áreas de trabajo y no al área útil. La tabla II-13 muestra las dimensiones recomendadas del cuarto de equipo.

Número de áreas	Tamaño del cuarto de equipo (m^2)
1 a 100	14
101 a 400	37
401 a 800	37
801 a 1200	111

Tabla II - 13. Dimensiones recomendadas para el cuarto de equipo.

Se debe asegurar la capacidad de carga del piso para soportar tanto a la carga distribuida como a la carga concentrada del equipo instalado. El cuarto de equipo no debe localizarse debajo del nivel de agua y deben tomarse medidas preventivas para evitar filtraciones de agua. También deben considerarse fuentes de interferencia electromagnética, vibración, altura del cuarto, contaminantes, sistemas de rociadores, equipo de aire acondicionado dedicado al cuarto, acabados interiores, iluminación, suministro eléctrico, aterrizaje y prevención de fuego.

BACKBONE

El término backbone se refiere a enlaces entre clósets principalmente e incluye enlaces internos (contenidos en un solo edificio) y entre edificios (los cuales conectan dos o más cuerpos arquitectónicos). Los recorridos de backbone pueden ser verticales, horizontales o ambos. Los recorridos internos de backbone se emplean para poner el cable que une el

cuarto de equipo con la acometida, la acometida con los clósets de telecomunicaciones y el cuarto de equipo con los clósets de telecomunicaciones. Los recorridos pueden consistir de conduit, mangas, ranuras, ductos cuadrados o escalerillas. Es de suma importancia bloquear la propagación de fuego en todos los recorridos.

Los recorridos verticales de backbone consisten de clósets de telecomunicaciones alineados verticalmente. Los clósets localizados en pisos diferentes se conectan con ranuras o pasos diseñados para tal efecto. Los tiros verticales de los elevadores no deben usarse para ubicar el backbone.

Los recorridos horizontales de backbone se utilizan si un clóset de telecomunicaciones no puede alinearse verticalmente con otro arriba o debajo; o con la acometida, entonces será necesario un recorrido horizontal de backbone.

Cuando se use conduit [100 mm (4 in)] o ductos, se recomienda dejar las siguientes trayectorias: un conduit o ducto por cada 5000 m² de espacio útil a servir por el backbone. Adicionalmente, dos conduits o ductos extras para hacer un mínimo de tres.

Recorridos backbone entre edificios

Las canalizaciones entre edificios se usan para conectar diferentes construcciones. Tales recorridos son comunes en ambientes tipo campus e incluyen backbone subterráneo, enterrado, aéreo o tuneles.

Recorridos backbone subterráneos

Las trayectorias subterráneas se consideran un componente adicional de la acometida. La planeación de las trayectorias debe considerar los siguientes puntos:

- topología del terreno, incluyendo urbanización;
- pendientes en los ductos subterráneos para permitir el drenado adecuado;
- la necesidad de ventilar vapores;
- el tráfico vehicular determina la profundidad de los ductos y si requiere de encamisado de concreto .

Los recorridos subterráneos consisten en conduits, ductos y registros; posiblemente incluyan pozos de visita. Los conduits y ductos deben tener diámetro de 100 mm (4 in) mínimo y se deben evitar curvas y dobleces; si son necesarias, no deben ser más de dos de 90°.

Recorridos backbone directamente enterrados

Las trayectorias directamente enterradas se consideran un componente adicional de la acometida. En este caso, el cable va completamente enterrado en la tierra. El enterrado directo de los cables se lleva a cabo mediante el cavado de zanjas, perforado y encajado de tubos [pipe-pushing].

Cuando se selecciona la ruta del cable, es importante considerar el paisaje, cercas, árboles, áreas pavimentadas, así como otras instalaciones.

Recorridos de backbone aéreos

También son considerados parte de la instalación de acometida. Consisten de postes, cables de carga y soportes (herrajes y accesorios). Los puntos a tomar en cuenta al usar backbone aéreo son:

- apariencia - incluyendo la del edificio y áreas circundantes;
- regulaciones aplicables (empresariales, municipales y federales);
- separaciones y espaciamiento para tendidos eléctricos y caminos;
- longitud de catenarias, soportes en edificios, esfuerzos causados por tormentas y protección mecánica;
- número de cables actual y crecimiento futuro;

Recorridos por túneles

Pueden realizarse usando conduit, escalerillas, ducto cuadrado o soportes mecánicos. La ubicación de la instalación debe planearse de manera que permita acceso así como la separación suficiente de otras instalaciones o servicios.

CLÓSET DE TELECOMUNICACIONES

El clóset de telecomunicaciones (TC) esta dedicado a cumplir funciones de telecomunicaciones y su soporte. Es un espacio que actúa como punto de transición entre el backbone y el cableado horizontal y contiene equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y conexión cruzada. Cada piso debe tener como mínimo un TC el cual es capaz de dar servicio hasta 1000 m² de área útil.

Consideraciones generales de diseño

La ubicación del clóset de telecomunicaciones debe ser lo más céntrico posible del área al que da servicio. Es preferible localizarlo en el núcleo de servicios. El espacio del clóset no debe compartirse con equipo o instalaciones eléctricas

Se recomienda tener al menos un TC por piso, y ubicar TCs adicionales cuando:

el área útil a cubrir por el TC es mayor a 1000 m² (debe haber un TC por cada 1000 m² de espacio útil). Es común estimar como área útil un 75% del área total.

la longitud de cable horizontal necesario para alcanzar el área de trabajo es mayor a 90 m.

Cuando hay múltiples TCs en un solo piso, es recomendable interconectarlos con al menos un conduit. Asumiendo que hay un área de trabajo por cada 10 m², el TC debe proyectarse como se muestra en la tabla II-14.

Área útil (m ²)	Tamaño del Clóset (m)
1,000	3 x 3.4
800	3 x 2.8
500	3 x 2.2

Tabla II - 14. Tamaño del clóset de comunicaciones.

También debe considerarse que:

- La resistencia de carga del piso debe ser de 2.4 kPa mínimo.
- Se deben cubrir dos paredes con triplay de 2.6 m de alto y 20 mm de espesor para montar el equipo.
- Debe existir alumbrado suficiente; el techo, el piso y las paredes deben ser de color claro que mejoren la iluminación.
- No debe haber plafón falso.
- Deben proveerse al menos dos tomas eléctricas dobles, conectadas a circuitos diferentes dedicados, situándose a intervalos de 1.8 m en la pared perimetral. En ciertos casos es posible que se requiera un tablero de distribución especial para el equipo.
- Las vías de ingreso -pasos, ranuras, ductos horizontales- deben contar con medios que bloqueen el fuego.
- Debe contar con detección de fuego y dispositivos de seguridad.
- Es recomendable contar con ventilación o aire acondicionado 24 horas al día, 365 días al año.

CANALIZACIONES HORIZONTALES

Permiten instalar los cables que corren desde el clóset de telecomunicaciones a la toma del área de trabajo. Debe diseñarse para llevar todo tipo de cable. Para determinar el tamaño, se debe considerar la cantidad y tamaño del cableado y la reserva para el crecimiento.

Ducto bajo el piso (celular)

Sistema basado en ductos de distribución y alimentadores de perfil rectangular ahogados en concreto. Los ductos de distribución son los que llegan hasta las áreas de trabajo. Los alimentadores son ductos de perfil mayor que conectan los de distribución con el clóset.

Para uso en oficina, la práctica general es proveer 650 mm² de sección transversal de ducto bajo el piso por cada 10 m² de espacio útil (tanto para distribución como para alimentadores) basado en las siguientes consideraciones: tres equipos en cada área de trabajo y un área de trabajo por cada 10 m².

Piso falso

Construido a base de paneles de piso modulares sostenido por pedestales con o sin estructura lateral. Se usa en cuartos de equipo y de cómputo; ahora común en áreas de oficina.

Es necesario considerar en el diseño pasos cuyo tamaño depende del tipo y número de áreas de trabajo. Los pasos pueden ir prácticamente en cualquier lugar. Las salidas de los servicios no deben situarse donde haya tráfico, o donde representen algún tipo de riesgo al usuario.

Conduit

Los tipos de conduit incluyen tubería metálica rígida y PVC rígido. El tipo seleccionado deberá cumplir los requerimientos de códigos aplicables. El conduit "metal flex" no se recomienda debido a que es posible el rozamiento de las cubiertas de los cables y otros problemas de abrasión.

El uso de conduit como canalización horizontal en cableado de telecomunicaciones debe considerarse solo cuando las tomas de telecomunicaciones son permanentes, la densidad de equipos es baja o la flexibilidad no es un requerimiento.

La instalación de conduit requiere de soportes, protección final y continuidad como lo indica la norma eléctrica. Ninguna sección de conduit debe ser mayor a 30 m y ninguna sección debe contener más de dos curvas de 90° entre cajas de registro.

Escaletillas, ductos cuadrados y canaletas

Estructuras rígidas diseñadas para contener cables de telecomunicaciones. Son estructuras prefabricadas que consisten en largueros laterales y fondo cerrado o ventilado.

Las escaletillas o ductos pueden localizarse sobre o bajo plafón en aplicaciones de cámaras plenas o no plenas. Para uso en oficinas, la regla práctica es destinar 650mm² de sección transversal de escaletilla por cada 10 m² de espacio útil, basado en las siguientes consideraciones: tres equipos por área de trabajo y un área por cada 10 m².

Canalizaciones en plafón

Las áreas de plafón inaccesibles (módulos autoadheribles, plafón de yeso, plaster, etc.) no deben usarse como trayectorias para instalaciones en plafón.

Los módulos deben ser removibles y a 3.4 m sobre el nivel del piso. Debe haber el espacio suficiente y adecuado para el paso de las canalizaciones en plafón, un mínimo de 10 cm de espacio libre vertical sobre el plafón. Se debe verificar que existan medios adecuados para soportar las escaletillas o ductos y se deben emplear métodos apropiados; apoyarlos directamente en el plafón o en sus rieles es incorrecto.

Canalización perimetral

Se emplean para dar servicio a áreas de trabajo que por su ubicación pueden alcanzarse desde la pared. Definitivamente, el factor que determina el uso de canalización perimetral es el tamaño del cuarto. Todos los equipos dependen de salidas que deben instalarse en paredes fijas (permanentes). El llenado de la canalización debe ser de 30% a 60%, dependiendo del radio de curvatura de los cables.

ÁREA DE TRABAJO

Es donde los ocupantes del edificio interactúan con el equipo de telecomunicaciones. Debe ser diseñada para los ocupantes y para el equipo normalmente considerando 10 m² (100 ft²) por área de trabajo.

Las salidas de telecomunicaciones representan el punto de contacto entre el cableado horizontal y los cables que conectan al equipo del área de trabajo. Se recomienda tener al menos una salida doble por área y dos salidas dobles separadas en áreas de trabajo donde es difícil agregarlas posteriormente.

La ductería que corre por las particiones o mobiliario debe cumplir con códigos y reglamentos eléctricos. Las áreas de recepción, cuartos de control y centros de atención tienen típicamente altas demandas de servicios de telecomunicaciones. Es recomendable proveer canalizaciones directas desde el clóset de telecomunicaciones.

Un ejemplo típico de una salida de telecomunicaciones es una caja eléctrica de 100 x 100 mm (4 x 4 in) con cable horizontal terminado en conectores unidos a una tapa (faceplate). Los equipos de telecomunicaciones del área de trabajo se conectan a la tapa.

Es necesario considerar el número y tipo de equipos a conectar. Equipos de telecomunicaciones típicos del área de trabajo incluyen teléfonos, computadoras personales, terminales gráficas o de video, faxes y módems. Debe proveerse al menos una salida doble de telecomunicaciones en cada área de trabajo.

Para áreas donde es difícil agregar salidas de telecomunicaciones extras, se debe proveer al menos dos salidas de telecomunicaciones separadas como instalación inicial; para incrementar la flexibilidad, instalarse permitiendo cambios en el diseño de la oficina. (por ejemplo en muros opuestos).

II.6.3. CONEXIONES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

Los subsistemas del cableado estructurado de acuerdo a las conexiones se muestran en la figura II-33

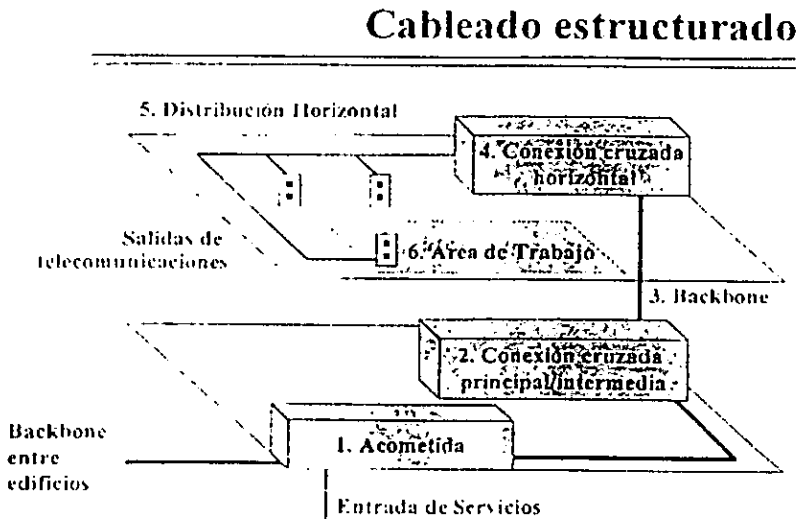


Figura II - 33. Subsistemas del cableado estructurado^{xxxx}

ACOMETIDA

La acometida contiene los cables, terminales de conexión, dispositivos de protección y otros equipos requeridos para conectar el cableado del edificio con los servicios externos. Los componentes pueden ser usados tanto por la red privada como por la red pública y el punto de demarcación entre el servicio público y la instalación del edificio puede situarse en la acometida.

CONEXIÓN CRUZADA PRINCIPAL

La conexión cruzada principal suele ubicarse en el cuarto de equipo. Aquí también pueden ubicarse las terminaciones provenientes de los equipos, las terminaciones horizontales de parte del edificio, las terminaciones de red así como otras terminaciones auxiliares también bajo el control del administrador. Las prácticas de cableado que se aplican a los TCs también se aplican a los cuartos de equipo.

DISTRIBUCIÓN BACKBONE

Los cables backbone proporcionan la interconexión entre TCs, cuartos de equipo y acometida. Esta distribución incluye cables backbone, conexión cruzada principal e intermedia, terminaciones mecánicas y cordones de parcheo o puentes entre backbone y backbone. También incluye el cable usado para conectar edificios.

CONEXIÓN CRUZADA HORIZONTAL

La terminación del cable horizontal es la función primaria del clóset de telecomunicaciones. En ésta, los cables de cualquier medio y el backbone se rematan en terminaciones mecánicas compatibles. El equipo de conexión, alambre puente y cordones de parcheo componen colectivamente a la conexión cruzada horizontal. Para sistemas basados en UTP los cordones de parcheo deben ser de cable en hebras (stranded)

Función del clóset de telecomunicaciones

La función primaria es terminar todos los cables de los tipos reconocidos. El cable backbone también se remata aquí. La conexión cruzada entre terminaciones horizontales y backbone usando alambre puente o cordón de parcheo permite flexibilidad y hace llegar los servicios de telecomunicaciones hasta la toma en el área de trabajo. La conexión cruzada intermedia o principal destinada al backbone o parte de él se encuentra en el clóset, en campos diferentes al cableado horizontal.

Conexión cruzada e interconexión

Las terminaciones del cable no deben usarse para administración de movimientos, adiciones o cambios. Todas las conexiones entre cableado horizontal y backbone deben hacerse a través de la conexión cruzada. Los cables de equipo que rematan múltiples puertos en un solo conector deben rematarse en terminaciones dedicadas. Los cables de equipo que emplean conectores individuales pueden conectarse directamente a las terminaciones del cableado horizontal. Las conexiones directas reducen el número de conexiones, pero reducen también la flexibilidad. La figura II-34 muestra distintos tipos de conexiones.

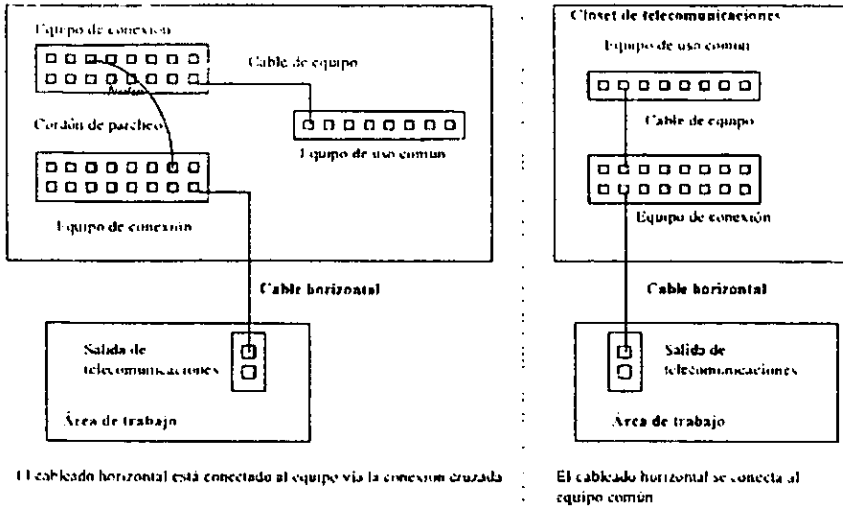


Figura II - 34. Tipos de conexiones^{XXXII}

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL

Es la parte del cableado de telecomunicación que conecta el área de trabajo al TC. El cableado horizontal incluye:

- Cables de distribución horizontal.
- Salidas de telecomunicaciones en el área de trabajo.
- Terminaciones mecánicas.
- Cordones de parcheo/alambre puente en el TC.

El sistema de distribución horizontal debe satisfacer los requerimientos actuales y deberá facilitar las labores de mantenimiento y reubicación propias de la operación del sistema. Es necesario considerar la adición de equipo en el futuro debido a que después de instalado, el cableado horizontal es menos accesible y representa la mayor cantidad de cables de todo el edificio. Se debe tomar en cuenta la diversidad de posibles servicios o aplicaciones a usarse y la proximidad de cables metálicos como posibles fuentes de interferencia.

Topología

El sistema de cableado horizontal debe disponerse en topología estrella. La salida/conector colocada en el área de trabajo debe estar directamente conectada a la conexión cruzada horizontal en el clóset localizado en el mismo nivel que el área de trabajo. Cualquier componente eléctrico como los acopladores de impedancia deben instalarse de manera externa al cableado horizontal. No debe haber más de un punto de consolidación en el

cable de distribución horizontal y los puentes y las uniones no se permiten. La figura II-35 ilustra este punto.

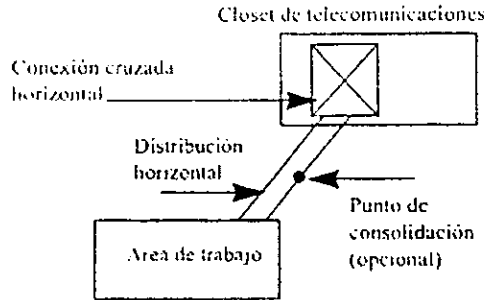


Figura II - 35 Topología.^{xxxvii}

La distancia máxima para el cableado horizontal es 90 m (295 ft) independientemente del tipo de medio. Esta distancia se refiere a la cantidad de cable que corre desde la salida de telecomunicaciones del área de trabajo, hasta la conexión cruzada en el TC. Se permite un total de 10 m (33 ft) extras para cordones en el área de trabajo, cordones de parcheo, alambres puente y cordones del equipo en TC. Se recomienda que los cordones de parcheo o alambre puente para conectar el cableado horizontal con el backbone o los equipos no excedan 6 m (20 ft) y que la longitud de los cordones de línea en el área de trabajo no exceda los 3 m (9.8 ft).

Medios reconocidos de distribución horizontal

Tres son los tipos recomendados para su uso:

- Cable de cuatro pares trenzados sin blindar (UTP)
- Cable de dos pares blindados (STP-A cable)
- Dos fibras, cable de fibra óptica 62.5/125 μm

El cable coaxial de 50 ohm es aún un medio reconocido pero no se recomienda para instalaciones nuevas. Los cables híbridos (tipos múltiples de medios dentro de la misma cubierta), pueden ser usados en el sistema de distribución horizontal si cada tipo de cable reúne los requerimientos de transmisión y cumple con los códigos de color especificados para ese tipo de cable. Debe ser posible distinguir los cables híbridos UTP de cables multipares para backbone. Los cables híbridos hechos de fibra óptica y conductores de cobre deben referirse como cables compuestos.

Criterio de selección de medio

Cada área de trabajo debe contar con al menos dos salidas/conector para telecomunicaciones y puede destinarse una a servicios de voz y la segunda a datos. La primera salida (voz) debe consistir de cable UTP de 100 ohms categoría 3 o mayor. La segunda (datos) debe consistir en alguno de los siguientes medios:

- cable UTP de cuatro pares de 100 ohms -Categoría 5 (recomendada)
- cable STP de dos pares de 150 ohms
- cable con dos fibras de 62.5/125 μm

ÁREA DE TRABAJO

Los componentes que corresponden al área de trabajo van desde la salida al equipo de telecomunicaciones. La longitud máxima del cordón de línea del área de trabajo no debe ser mayor a 3 m (9.8 ft). Los cables y conectores deben reunir o exceder los requerimientos de transmisión de los cordones. Los cables de cuatro pares UTP se terminan en el área de trabajo en jacks modulares de 8 posiciones. La asignación par/pin recomendada es la T568A, pero si se requiere, la asignación par/pin T568B es aceptable.

Componentes del área de trabajo

Los componentes activos del área de trabajo quedan fuera del alcance del estándar. Existe una gran variedad de equipos a emplearse en el área de trabajo. Esto incluye teléfonos, faxes, terminales de datos o computadoras. Las áreas de trabajo no se deben considerar permanentes en ningún caso, más aún, deben diseñarse para facilitar los cambios.

Adaptaciones especiales

Si se requieren adaptaciones especiales tales como acopladores de impedancia, éstos deberán instalarse externamente a la salida /conector de telecomunicaciones.

Algunos adaptadores comunes son:

- cable y/o adaptador cuando el conector del equipo es diferente al de la salida/conector
- adaptadores "Y" que permiten conectar dos servicios al mismo cable
- adaptadores pasivos empleados cuando el cableado horizontal es diferente al requerido por el equipo
- adaptadores activos cuando los equipos emplean diferentes esquemas de señal
- adaptadores que permiten la transposición de pares para propósitos de compatibilidad
- resistores de terminación

Se debe verificar la compatibilidad de los adaptadores a usarse, éstos pueden causar efectos indeseables o detrimento de las características de transmisión del sistema de cableado.

Salida/conector de telecomunicaciones

La asignación pin/par del cable de 100 ohms, UTP T568A es la recomendada a seguir; para continuar ciertos sistemas de cableado la configuración T568B es aceptada. La figura II-36 muestra los dos tipos de configuraciones.

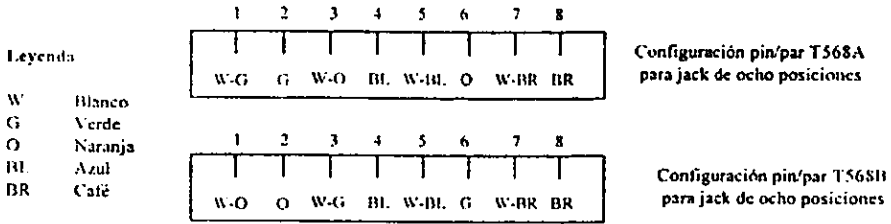


Figura II - 36 Los dos tipos de configuración de pines.

II.6.3. INFRAESTRUCTURA DE ATERRIZAJE Y CONEXIÓN.

Esta infraestructura conecta la tierra eléctrica y la extiende por todo el edificio. Sus componentes principales, mostrados en la figura II-3, son:

- conductor de tierra para telecomunicaciones;
- TMGB - Barra principal de tierra de telecomunicaciones;
- TBB - Backbone de tierra de telecomunicaciones;
- TGB - Barra de tierra para telecomunicaciones;
- TBBIBC - Conductor de interconexión de backbone de tierra de telecomunicaciones.

Sistemas de tierra

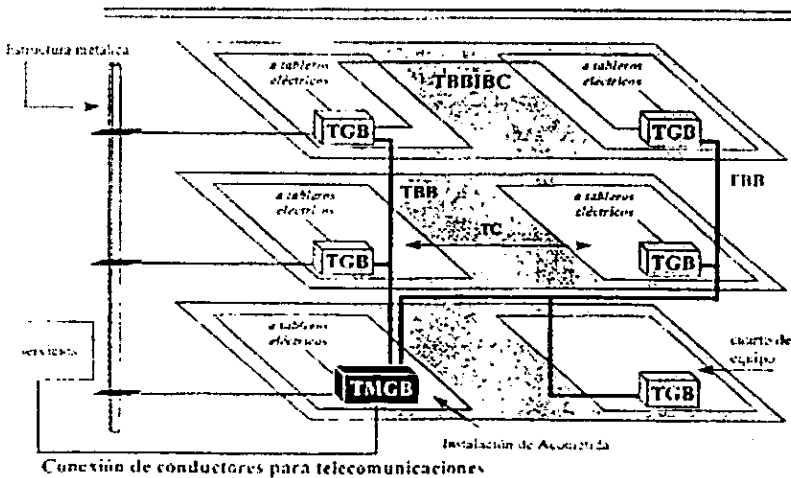


Figura II - 37. Componentes de los sistemas de tierra.

TERMINOLOGÍA

Conexión (Bonding)

Se refiere a la unión permanente de partes metálicas con el propósito de formar una trayectoria conductiva. Esto es para asegurar tanto la continuidad eléctrica así como la capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente.

Conductor de conexión de aterrizaje para telecomunicaciones

Conductor usado para interconectar la infraestructura de telecomunicaciones a la tierra eléctrica (potencia) del edificio. Características del conductor a tierra:

- deben ser conductores aislados de cobre
- el calibre mínimo del conductor debe ser del No. 6 AWG
- estos conductores no deben viajar por conduit metálico
- si es necesario hacerlo en distancias mayores a 1 m, se debe conectar a ambos extremos de la tubería (No. 6 AWG mínimo)
- los conductores a tierra deben identificarse claramente con etiquetas verdes

Aterrizado efectivo

Conexión intencional a tierra a través de conectores y conductores de baja impedancia. Debe tener la suficiente capacidad de drenado de corriente para evitar caídas de voltaje que resulten en riesgos potenciales innecesarios a las personas o equipos conectados.

Tierra

Conexión conductiva accidental o intencional entre equipos o circuitos eléctricos y la tierra física (terreno) o cuerpo conductivo sirviendo en lugar de tierra.

Conductor de aterrizaje

Conductor utilizado para conectar el electrodo de tierra al polo de tierra del equipo, el polo de tierra de equipos de fuerza internos o externos al edificio y la fuente de un sistema separado.

Backbone de aterrizaje de Telecomunicaciones (TBB)

Conductor de cobre utilizado para conectar la barra principal de tierra de telecomunicaciones a las barras de tierra de telecomunicaciones del piso más alejado.

Conductor de interconexión de backbones de aterrizaje de telecomunicaciones (TBBIBC)

Conductor usado para interconectar dos backbones de aterrizaje entre sí.

Barra principal de tierra de telecomunicaciones (TMGB)

Barra conductora conectada a la tierra eléctrica. El TMGB deberá ubicarse de manera conveniente y accesible.

COMPONENTES DE ATERRIZAMIENTO**Conductor de conexión de aterrizaje para telecomunicaciones.**

Usado para unir la TMGB a la tierra eléctrica, la cual está conectada al electrodo de tierra. Este conductor debe ser del mismo calibre o mayor al TBB.

Backbone de tierra de telecomunicaciones [TBB]

Conductor de cobre aislado que conecta todas las TGBs con la TMGB. El TBB comienza en la TMGB y se extiende a través del edificio utilizando las canalizaciones del backbone de telecomunicaciones; conecta a las TGBs en todos los clósets de telecomunicaciones y cuartos de equipo. La función principal es reducir o igualar las diferencias de potencial entre los sistemas de telecomunicaciones conectados a él; y puede no ser la única trayectoria de retorno de tierra.

Puntos a considerar en el diseño de TBB:

- Debe haber consistencia con el backbone de telecomunicaciones;
- Permitir TBBs múltiples según lo demande el tamaño del edificio;
- Buscar la trayectoria más corta para el TBB;
- No usar la tubería hidráulica interior del edificio como TBB;
- No usar el blindaje metálico de cables como TBB;
- El calibre mínimo del conductor es No. 6 AWG; considerar usar TBB de calibre No. 3/0 AWG;
- Múltiples TBBs deben interconectarse entre sí en el último piso y al menos cada tercer piso;
- En lo posible los TBBs deben instalarse sin uniones.

Barra principal de tierra de telecomunicaciones [TMGB]

Sirve como una extensión del electrodo de tierra del edificio para la infraestructura de telecomunicaciones; actúa también como punto central de conexión para los TBBs y los

equipos. Típicamente, existe una barra TMGB por edificio; las extensiones son (TGBs) y debe situarse de manera accesible al personal de telecomunicaciones. Suelen ubicarse en el cuarto de acometida o en el de equipo y deben ubicarse procurando minimizar la longitud de los conductores de aterrizamiento.

Características de la TMGB:

- Barra de cobre con perforaciones de tamaño para tornillos estándar NEMA con espacio adecuado al tipo de conectores a emplearse.
- Tamaño mínimo de 6 mm de espesor por 100 mm de ancho; la longitud es variable.
- Debe proyectarse considerando requerimientos inmediatos así como crecimiento futuro

Barra de tierra de telecomunicaciones [TGB]

Localizada en los clósets de telecomunicaciones o cuartos de equipo, sirve como punto común central de conexión para los sistemas de telecomunicaciones y equipos en el área cubierta por el TC ó cuarto de equipo.

Características de la TGB:

- Barra de cobre con perforaciones de tamaño para tornillos estándar NEMA con espacio adecuado al tipo de conectores a emplearse.
- Tamaño mínimo de 6 mm espesor por 50 mm de ancho; la longitud es variable.

Consideraciones al diseñar la TGB:

- Todos los TBBs así como las TGBs ubicados en el mismo espacio deben conectarse al TGB.
- Los conductores usados entre los TBB y las TGB deben ser continuos y dirigidos por la ruta más corta y recta posible.
- Se debe instalar la TGB tan cerca como sea posible de los tableros eléctricos.
- Conectar la TGB al TBBIBC cuando se requiera.

En los edificios con estructuras de acero intencionalmente aterrizadas, únase cada TGB a la estructura usando conductores del No. 6 AWG. Si la estructura metálica del edificio es externa pero accesible conecte la TGB a la estructura usando conductores del No. 6 AWG.

¹ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.

² Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.

³ Redes de Computadoras. Tanenbaum, Andrew S. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.

⁴ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.

⁵ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.

⁶ Redes de Computadoras. Tanenbaum, Andrew S. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.

⁷ *Informática, Presente y Futuro*. Sanders, Douglas H. Ed. McGraw-Hill 1990.

⁸ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.

-
- ¹⁸ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ¹⁹ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ²⁰ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ²¹ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ²² Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ²³ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ²⁴ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ²⁵ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ²⁶ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ²⁷ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ²⁸ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ²⁹ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ³⁰ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ³¹ Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ³² Redes de Computadoras, Internet e Interredes. Comer, Douglas E. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1997.
 - ³³ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ³⁴ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ³⁵ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ³⁶ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ³⁷ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ³⁸ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ³⁹ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ⁴⁰ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ⁴¹ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ⁴² Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ⁴³ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ⁴⁴ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.
 - ⁴⁵ Manual del Usuario IBDN. NORDX/CDT 4ª. Edición Canadá, 1997.

Capítulo III.
“Reestructuración de la Red
Interna de la SECODAM”

III.1. Evolución de la Red Interna

"En 1982 se plantea la necesidad de armonizar y fortalecer la función de control en el sector público. Para ello, fue presentado ante el Congreso de la Unión un conjunto de propuestas legislativas en las que se incluyó la iniciativa de Decreto de Reformas y Adiciones a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, misma que al aprobarse y publicarse en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de diciembre de 1982, dio origen a la Secretaría de la Contraloría General de la Federación; con el propósito de integrar en esta dependencia las funciones de control y evaluación global de la gestión pública anteriormente dispersas.

Posteriormente, mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 28 de diciembre de 1994, se reformó la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, con el propósito fundamental de que el Estado dispusiera de mejores instrumentos para llevar a cabo, a través de la Administración Pública Federal, sus tareas de gobierno con oportunidad y eficiencia, bajo un esquema de organización que evitara duplicación de funciones y precisara responsabilidades.

Dentro de este contexto se modificó el nombre de la dependencia -por su denominación actual, Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo- y se le dotó de nuevas atribuciones con el objeto de modernizar y controlar funciones administrativas fundamentales, en adición a las que le correspondían en materia de vigilancia y responsabilidades de los servidores públicos."¹

Por ello es necesario que la Secretaría cuente con los recursos informáticos necesarios para cumplir con las funciones que tiene encomendadas. Aunque que la Secretaría fue creada en los años 80, cuando las computadoras personales eran una novedad en el mercado, todavía a principios de los 90 no se contaba con suficiente equipo, y la red era prácticamente inexistente, contando tan solo con una pequeña red de equipos multiusuario y algunas computadoras conectadas en una red Novell a nivel departamental. A continuación se describirá brevemente el nacimiento y la evolución de la red institucional, abarcando dos grandes etapas, siendo la primera el nacimiento y consolidación de la red; y la segunda, la conexión a Internet.

III.1.1. 1995 – 1996

A principios de la presente administración, tal y como se mencionó anteriormente, no se contaba con ningún equipo conectado en red de manera general. Se tenían 9 equipos multiusuario y 292 computadoras personales. El cableado para la conexión de estos equipos se encontraba bastante desorganizado, puesto que se tendían los cables que se necesitaban sin ninguna planeación y sin la canalización adecuada. Esto daba como resultado un conjunto de cables sin identificar propensos a fallas por desconexión accidental, haciendo difícil la detección y corrección de problemas.

A finales de 1995, como resultado de un plan de modernización, equipamiento y control de software y hardware, se adquirieron 10 servidores IBM Pentium a 90 MHz, 32 MB en RAM y disco duro de 1 GB; 19 concentradores ethernet 3com LinkBuilder a 10 Mbps; un switch ethernet 3com 1000 a 10 Mbps, y la instalación de un sistema de cableado estructurado

¹ Fuente: Síntesis Histórica de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo. <http://www.secodam.gob.mx>

IBDN categoría 5 para 400 nodos con certificación de NORDX/CDT. Adicionalmente se adquirieron 172 computadoras personales.

En enero de 1996, se terminó la conexión de 372 computadoras personales en red, principalmente equipos 386, 486 y Pentium. Se optó por instalar una red Ethernet con una velocidad de transmisión de datos de 10 Mbps y la utilización de los protocolos TCP/IP y NetBEUI debido a la facilidad de configuración y administración y a su gran difusión en el mercado. En el mismo año, y aprovechando los nuevos recursos, se pone a disposición de los usuarios de la Red Institucional, los servicios de intranet y de correo electrónico interno. Para finales de ese año, el número de nodos se incrementa en 50 %, y se alcanzó a una capacidad instalada total de 600 nodos. Se adquirieron 300 computadoras personales, 9 concentradores y un switch adicional, con lo que se logra conectar permanentemente a 600 usuarios a la red.

En resumen, en un periodo de dos años, se instaló la Red Institucional, contando con 10 servidores, 9 equipos multiusuario y 600 computadoras personales interconectadas. La figura III-1 muestra un diagrama de conectividad de la red interna en esa época y se da una breve explicación.

RED INSTITUCIONAL Esquema

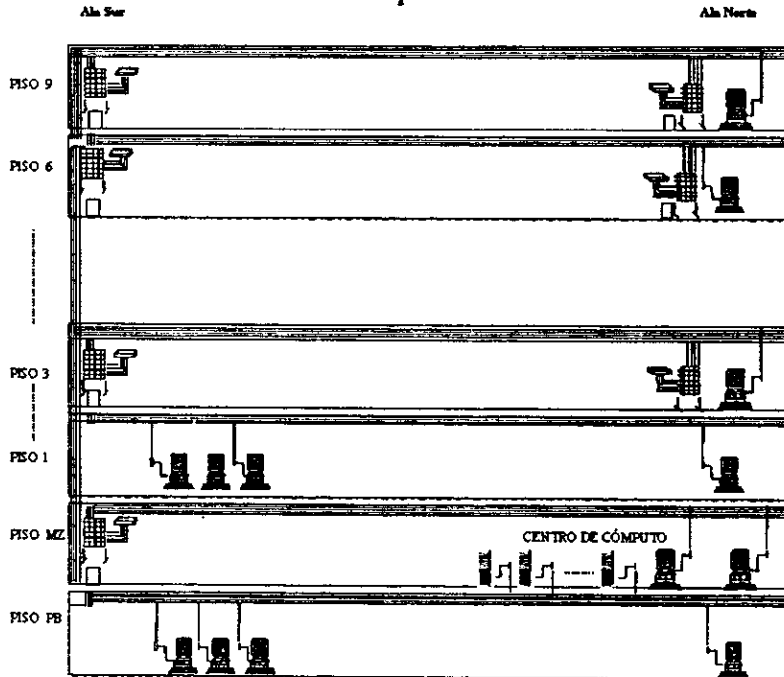


Figura III - 1 Esquema de conectividad de la red interna de Secodam.

Como se puede apreciar en la figura III-1, el edificio de la Contraloría cuenta con 12 niveles, divididos en dos alas cada uno. Debido a la distribución de la planta del edificio, la cual es en forma de herradura (como se aprecia en la siguiente figura), se decidió instalar un closet de comunicaciones para cada ala, ubicándolo cada tres niveles. La distribución fue la siguiente, un closet para el Mezanine Sur, 3 norte, 3 sur, 6 norte, 6 sur, 9 norte y 9 sur. Se instaló el panel principal en el Centro de Cómputo ubicado en el Mezanine Norte. Cada panel estaba conectado al panel principal mediante una vertical.

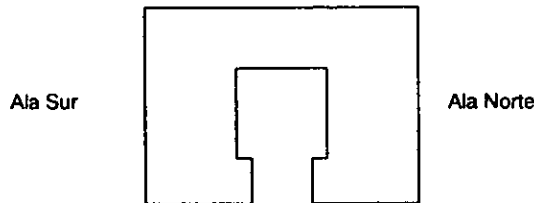


Figura III - 2 Representación de la planta de los diferentes pisos del edificio de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo.

Se tenían conectados 8 de los servidores IBM con sistema operativo Linux, los cuales funcionaban como servidores de aplicaciones y de base de datos. Además se contaba con un servidor web, un servidor de correo electrónico y un servidor de dominio con sistema operativo Unix SCO Open Server en otro de los servidores IBM.

Adicionalmente, estos servidores tenían instalado un emulador de protocolo NetBEUI llamado Samba, para permitir que los usuarios trabajaran en ambiente Windows directamente con los archivos de los servidores.

En esta primera etapa, la red funcionaba sin contratiempos, pues los usuarios eran pocos y las aplicaciones no utilizan demasiados recursos de la red.

III.1.2. 1997 – 1998

En enero de 1997, se pone a disposición de la ciudadanía la página de Internet de la Secodam. Al mismo tiempo, se inicia el servicio de conexión a Internet para los usuarios de la red institucional, con un total de 50 cuentas para conexión a Internet, cada una con su cuenta de correo electrónico. La salida se realizaba a través de un Firewall de software, el cual a su vez estaba conectado a un ruteador. La figura III-3 muestra el esquema de conexión a Internet.

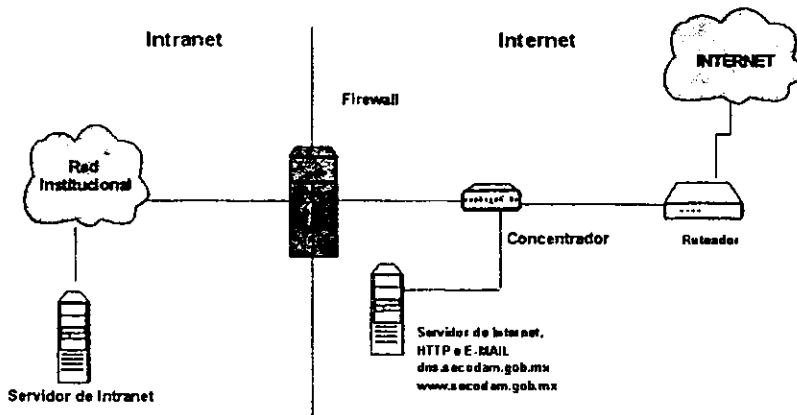


Figura III - 3 Esquema de conexión a Internet de la Secodam.

Debido a la publicación de la página de Internet, se hizo necesario adquirir un servidor para las funciones de servidor web, servidor de correo electrónico y servidor de dominio para el dominio de la Secretaría en Internet, por lo que se optó por un servidor HP Netserver LH Plus con Sistema Operativo SCO Open Server. Este servidor estaba conectado al ruteador a través de un enlace de 100 Mbps.

A finales de dicho año se termina la instalación de 276 nodos de red, con lo cual se alcanza una capacidad instalada de 876 nodos, permitiendo la conexión de un igual número de computadoras que hacían uso de los servicios de correo electrónico e intranet, además de comenzar a utilizar aplicaciones en red. Con ello, la demanda de servicios se vió incrementada en un 50 %, sin embargo, la calidad en el servicio no fue afectada.

A mediados de 1998, se terminó la instalación de 298 nodos de red adicionales, con lo que se llegó a 1184 nodos en total, con igual número de computadoras conectadas. Esto generó algunos problemas de conectividad debido a que la capacidad máxima combinada de los switches principales era de 1000 direcciones MAC, lo que provocó que 184 computadoras no pudieran conectarse debido a la saturación de los switches.

Por ello fue necesario adquirir un switch más grande, por lo que se optó por un Switch 3com 3000 de 16 puertos con velocidad de 10/100 Mbps que permitía el manejo de 3000 direcciones MAC, con lo que los problemas de conectividad cesaron.

Aprovechando las características de este switch, se conectaron a este los dos switches que anteriormente eran los principales, a través de un puerto de 100 Mbps integrado en cada uno. Además, se aumentó la velocidad de conexión de 10 a 100 Mbps para los 13 servidores que tenían mayor demanda, y así comenzar a disminuir cuellos de botella. No obstante, la velocidad de respuesta de las conexiones de red comenzó a disminuir debido al mayor número de computadoras y a que cada vez se utilizan más aplicaciones de red, por lo que comenzaba a hacerse notar la necesidad de una reestructuración para disminuir el tiempo de respuesta y aumentar el número de conexiones.

Por la misma fecha, y como resultado de una reestructuración en la infraestructura de conexión a internet, se modifica el esquema de conectividad, con la finalidad de aumentar

el número de cuentas con acceso a internet, disminuir el tiempo de espera de la conexión y elevar los niveles de seguridad. La figura III-4 muestra el esquema de conectividad actual.

ESQUEMA ACTUAL DE CONECTIVIDAD SECODAM/INTERNET

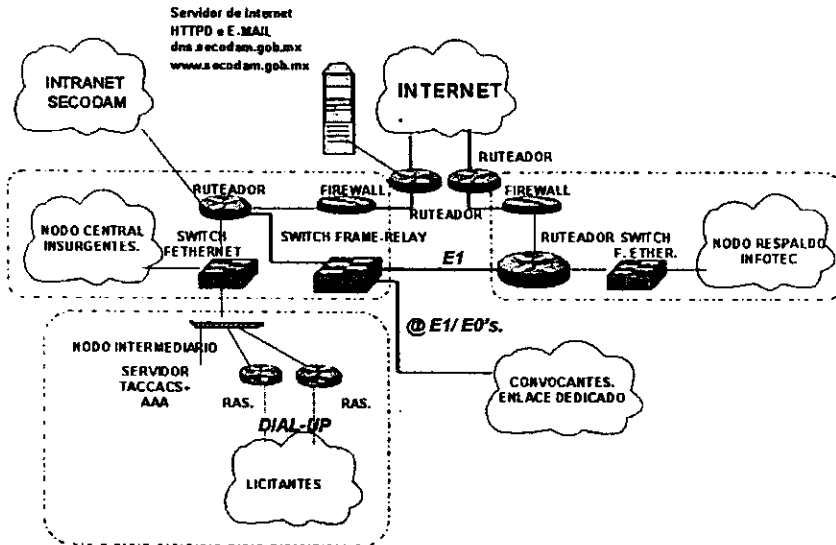


Figura III - 4 Esquema actual de conectividad a Internet de Secodam.

En este mismo año, una de las áreas de la Secretaría se mudó al edificio contiguo, por lo que fue necesario instalar un clóset de comunicaciones en las nuevas oficinas. Debido a que los usuarios necesitaban la red para trabajar, se decidió instalar 2 verticales que conectaran este clóset nuevo con el panel principal, aprovechando que la distancia entre estos dos puntos era menor de 50 metros. Adicionalmente, se hizo necesario conectar unas oficinas ubicadas en la parte opuesta de la manzana que ocupa el edificio de la Contraloría para dar cabida al Proyecto Año 2000. Considerando las limitaciones en presupuesto y a que la distancia no era mayor a 200 metros, se instaló cable coaxial para conectar el clóset de comunicaciones en estas oficinas con el panel principal. Esta solución funcionó perfectamente, aunque se presentaron dos problemas muy graves, siendo uno la rotura del cable, pues se utilizó cable coaxial normal, y la otra la descompostura de los dos concentradores con puerto BNC a ambos lados del cable debida a una descarga eléctrica causada por un rayo.

Tomando en cuenta los problemas descritos anteriormente, se hace notar que es necesaria una reestructuración tanto de la conectividad como de los diferentes protocolos de red para poder cumplir con las necesidades actuales y futuras.

III.2. Problemática Actual

Una vez visto el surgimiento y evolución de la red interna de la Secretaría de Contraloría, es necesario exponer algunos de los problemas que se presentan actualmente, mismos que dan lugar a este proyecto de reestructura.

III.2.1. Conectividad

- Existen áreas de la Secretaría densamente cableadas mientras que otras no cuentan con los nodos de red suficientes.
- Algunos de los cables utilizados como cordones de línea y de parcheo no se encuentran certificados, sino que fueron hechos en campo, por lo que Nordex CDT, la empresa que otorga la certificación, no puede respaldar el Cableado estructurado del edificio.
- Existen cuellos de botella en las verticales que conectan los clósets de comunicaciones con el panel principal.
- Los switches principales funcionan a un 90 % de su capacidad.
- La velocidad de la red es de 10 Mbps, insuficiente para la cantidad de información intercambiada.
- La conexión con las oficinas a una cuadra de distancia es a través de cable coaxial, el cual sólo permite velocidades de 10 Mbps, es propenso a roturas y pone en riesgo al demás equipo de comunicaciones pues no cuenta con equipo de protección contra descargas eléctricas.
- Es necesario conectar a una nueva área que se encuentra en unas oficinas remotas.

III.2.2. Protocolos

- La dirección de red que se utiliza no cumple con la recomendación para redes privadas.
- La red no se encuentra segmentada, lo que provoca que el broadcast de cada máquina se propague por toda la red.
- No se cuenta con un servidor de nombres en la red interna que resuelva los nombres de los diferentes servidores, estos se resuelven a través del archivo de hosts de cada computadora o por broadcast.
- No se cuenta con un servidor de WINS para resolver la dirección IP de cada equipo dentro de la red, actualmente se resuelve por difusión.

III.2.3. Hardware

- Los servidores ya son obsoletos en cuanto a velocidad de procesamiento, espacio de almacenamiento y memoria.
- Los concentradores sólo manejan velocidades de 10 Mbps.
- Existen equipos que todavía utilizan terminales con el cableado no estructurado.

- Existen computadoras con tarjeta de red a 10 Mbps y otras a 100 Mbps.
- No se cuenta con el material necesario para instalaciones temporales.

III.2.4. Administración

- No se cuenta con una memoria técnica actualizada.
- Las etiquetas que identifican los nodos en los paneles no están actualizadas o no son correctas.
- No se tienen un registro detallado de la trayectoria que siguen los cables dentro de las escalerillas.
- No se tienen identificados todos los componentes de la red (nodos, rosetas, cordones de línea y de parcheo, escalerillas, tubería, paneles de parcheo, etc.)
- Los cordones de parcheo no se encuentran organizados en los paneles, sino que cuelgan todos por el frente de los paneles, dificultando el proceso de revisión.
- Los clósets de comunicaciones no se encuentran debidamente terminados, el panel está cubierto con un cajón de madera sin cerradura.
- No se pueden monitorear los concentradores de manera remota.
- Las aplicaciones se encuentran distribuidas en varios servidores por razones de carga de trabajo, lo que causa problemas para administrarlos, pues es necesario monitorear 20 servidores pequeños.

III.2.5. Recursos Humanos

- Se tienen dos personas que administran toda la red y todos los servidores, por lo que no pueden dedicar tiempo a tareas que no sean esenciales.
- El personal no está lo suficientemente capacitado para resolver los problemas que puedan presentarse.

III.3. Propuesta de reestructura

III.3.1. Objetivos para la reestructuración.

Al analizar la problemática actual de la red de la Secodam, se puede observar que se tienen tres grandes áreas dentro de las cuales es necesario realizar mejoras, siendo éstas el área de hardware y conectividad, el área de administración y el área de recursos humanos.

Dentro del área de hardware y conectividad, el principal objetivo es garantizar el funcionamiento óptimo de la red tanto para el uso actual como para un uso proyectado a cinco años. Para ello es necesario cumplir con los objetivos siguientes:

- Eliminar la práctica de instalar nodos de acuerdo a las necesidades instalando una cantidad suficiente de nodos para cada área de trabajo.
- Garantizar la certificación de la red por el instalador.
- Disminuir los cuellos de botella
- Aumentar la velocidad de transmisión de datos.
- Proporcionar el servicio de conectividad a todas las oficinas de la Secretaría.

Para el área de administración, el objetivo principal es contar con una memoria técnica confiable, por lo que se deben alcanzar las siguientes metas:

- Identificar todos los elementos de la red.
- Llevar un registro de dichos elementos.
- Organizar las conexiones y clósets de comunicaciones.
- Llevar bitácoras de usuarios de los diferentes servidores.

Finalmente, en lo que concierne a recursos humanos, es necesario contratar más personal para la realización del proyecto y la administración, cuando este finalice.

III.3.2. Modificaciones propuestas

Las modificaciones a la conectividad, al protocolo, al hardware, a la administración y al personal que se proponen a continuación se consideran necesarias para cumplir con los objetivos y garantizar un buen funcionamiento por un período de dos años, considerando un aumento promedio en el número de usuarios.

CONECTIVIDAD

Es necesario realizar un estudio de distribución de áreas de trabajo. Dependiendo del número de áreas de trabajo y su distribución, se puede planear el cableado, proporcionando por lo menos un puerto de voz y uno de datos para cada área de trabajo. El utilizar el mismo cableado estructurado, aumenta la flexibilidad, pues permite modificar las salidas de telecomunicaciones, ya sea únicamente para voz o datos. Además, se puede cablear previendo alguna modificación a la distribución de las oficinas.

Asimismo, es necesario utilizar productos certificados en toda la infraestructura de la red, ya sean conectores, cordones de línea y de parcheo, cables, etc. La certificación tiene como garantizar que el cableado soportará todas las aplicaciones y tecnologías de red que salgan al mercado en un período de 5 años a partir de la fecha de certificación.

Debido a la tendencia actual de desarrollar aplicaciones para el web (las cuales permiten ser ejecutadas en cualquier computadora con un navegador sin necesidad de instalar y configurar ningún programa), cada vez se utiliza mayor ancho de banda. Por ello, se debe ampliar la velocidad de la red a 100 Mbps. Además, si se utilizan switches para conectar todos los equipos, se proporciona un ancho de banda dedicado, lo cual aumenta la velocidad. Esto se debe a que un concentrador comparte el ancho de banda entre todos los puertos disponibles, mientras que un switch no.

Para las oficinas remotas, es recomendable instalar un enlace WAN a 64 Kbps mediante dos ruteadores pequeños y dos módems. Con esto, se puede proporcionar conectividad a estas oficinas a un costo pequeño. Aunque la velocidad de conexión no es alta, los beneficios obtenidos compensan la erogación y la lentitud de la conexión, teniendo la opción de aumentar la velocidad del enlace dedicado si la demanda así lo requiere.

Para las oficinas cercanas, se debe considerar la sustitución del cable coaxial, y buscar nuevas tecnologías de conexión. Debido a las limitaciones de presupuesto y a la demanda de servicios, la mejor solución a corto y mediano plazo es continuar utilizando el cable coaxial, si bien es necesario mejorar la manera en que se encuentra instalado.

PROTOCOLO

Para que se establezca la comunicación con cualquier máquina sobre TCP/IP es necesario conocer la dirección IP de la computadora, cada máquina posee un archivo de "hosts", que contiene una base de datos de las direcciones IP y los nombres de los servidores. A medida que crece el número de servidores y computadoras en la red, se hace más necesario tener una administración centralizada de los nombres y direcciones IP de los servidores, dado que es imposible modificar el archivo de "hosts" de una computadora o servidor cuando existe alguna modificación a la base de datos de computadoras. Por ello, es recomendable instalar un Servicio de Nombres de Dominio, el cual puede instalarse en cualquier servidor UNIX o Linux, y permite resolver consultas de nombres o direcciones IP a las computadoras cliente, tan solo modificando una sola vez la base de datos.

Debido al crecimiento de Internet y a la necesidad de ampliar el número de direcciones IP disponibles (ver Apéndice B), es necesario cambiar la dirección IP utilizada actualmente por una dirección IP privada. El no utilizar una dirección válida en Internet permite que los paquetes de datos de la red interna sean accidentalmente ruteados hacia Internet por alguna mala configuración del ruteador. Además, el utilizar una dirección de Internet en la red interna implica que los usuarios de la red no pueden acceder a servidores en Internet que tengan la misma dirección utilizada en la red interna, pues el ruteador regresa el paquete al creer que se dirige a la red interna. La razón por la que se escogerá una dirección clase B, es que una red Clase B permite tener un gran número de "hosts" para la dirección asignada (65025 aproximadamente), dentro del bloque de direcciones clase B permitidas para redes privadas.

Debido al número de hosts existentes en la red actual, la red clase B se dividirá en subredes de acuerdo con las reglas del Apéndice A. Se utilizará una máscara 255.255.255.128, con lo que se obtendrán 510 subredes de 126 hosts cada una, para tener un total de 64260 hosts para esta dirección de red. La tabla III - 1 muestra el conjunto de

subredes, direcciones IP y direcciones de broadcast para la red 172.30.0.0 con máscara de subred 255.255.255.128

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.0.0	1 - 126	172.30.0.127
172.30.0.128	129 - 253	172.30.0.254
172.30.1.0	1 - 126	172.30.1.127
172.30.1.128	129 - 253	172.30.1.254
172.30.2.0	1 - 126	172.30.2.127
172.30.2.128	129 - 253	172.30.2.254
172.30.3.0	1 - 126	172.30.3.127
172.30.3.128	129 - 253	172.30.3.254
172.30.4.0	1 - 126	172.30.4.127
172.30.4.128	129 - 253	172.30.4.254
172.30.5.0	1 - 126	172.30.5.127
172.30.5.128	129 - 253	172.30.5.254
172.30.6.0	1 - 126	172.30.6.127
172.30.6.128	129 - 253	172.30.6.254
172.30.7.0	1 - 126	172.30.7.127
172.30.7.128	129 - 253	172.30.7.254
172.30.8.0	1 - 126	172.30.8.127
172.30.8.128	129 - 253	172.30.8.254
172.30.9.0	1 - 126	172.30.9.127
172.30.9.128	129 - 253	172.30.9.254
172.30.10.0	1 - 126	172.30.10.127
172.30.10.128	129 - 253	172.30.10.254
172.30.11.0	1 - 126	172.30.11.127
172.30.11.128	129 - 253	172.30.11.254
172.30.12.0	1 - 126	172.30.12.127
172.30.12.128	129 - 253	172.30.12.254
172.30.13.0	1 - 126	172.30.13.127
172.30.13.128	129 - 253	172.30.13.254
172.30.14.0	1 - 126	172.30.14.127
172.30.14.128	129 - 253	172.30.14.254
172.30.15.0	1 - 126	172.30.15.127
172.30.15.128	129 - 253	172.30.15.254
172.30.16.0	1 - 126	172.30.16.127
172.30.16.128	129 - 253	172.30.16.254
172.30.17.0	1 - 126	172.30.17.127
172.30.17.128	129 - 253	172.30.17.254
172.30.18.0	1 - 126	172.30.18.127
172.30.18.128	129 - 253	172.30.18.254
172.30.19.0	1 - 126	172.30.19.127
172.30.19.128	129 - 253	172.30.19.254
172.30.20.0	1 - 126	172.30.20.127
172.30.20.128	129 - 253	172.30.20.254
172.30.21.0	1 - 126	172.30.21.127
172.30.21.128	129 - 253	172.30.21.254
172.30.22.0	1 - 126	172.30.22.127
172.30.22.128	129 - 253	172.30.22.254

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.23.0	1 - 126	172.30.23.127
172.30.23.128	129 - 253	172.30.23.254
172.30.24.0	1 - 126	172.30.24.127
172.30.24.128	129 - 253	172.30.24.254
172.30.25.0	1 - 126	172.30.25.127
172.30.25.128	129 - 253	172.30.25.254
172.30.26.0	1 - 126	172.30.26.127
172.30.26.128	129 - 253	172.30.26.254
172.30.27.0	1 - 126	172.30.27.127
172.30.27.128	129 - 253	172.30.27.254
172.30.28.0	1 - 126	172.30.28.127
172.30.28.128	129 - 253	172.30.28.254
172.30.29.0	1 - 126	172.30.29.127
172.30.29.128	129 - 253	172.30.29.254
172.30.30.0	1 - 126	172.30.30.127
172.30.30.128	129 - 253	172.30.30.254
172.30.31.0	1 - 126	172.30.31.127
172.30.31.128	129 - 253	172.30.31.254
172.30.32.0	1 - 126	172.30.32.127
172.30.32.128	129 - 253	172.30.32.254
172.30.33.0	1 - 126	172.30.33.127
172.30.33.128	129 - 253	172.30.33.254
172.30.34.0	1 - 126	172.30.34.127
172.30.34.128	129 - 253	172.30.34.254
172.30.35.0	1 - 126	172.30.35.127
172.30.35.128	129 - 253	172.30.35.254
172.30.36.0	1 - 126	172.30.36.127
172.30.36.128	129 - 253	172.30.36.254
172.30.37.0	1 - 126	172.30.37.127
172.30.37.128	129 - 253	172.30.37.254
172.30.38.0	1 - 126	172.30.38.127
172.30.38.128	129 - 253	172.30.38.254
172.30.39.0	1 - 126	172.30.39.127
172.30.39.128	129 - 253	172.30.39.254
172.30.40.0	1 - 126	172.30.40.127
172.30.40.128	129 - 253	172.30.40.254
172.30.41.0	1 - 126	172.30.41.127
172.30.41.128	129 - 253	172.30.41.254
172.30.42.0	1 - 126	172.30.42.127
172.30.42.128	129 - 253	172.30.42.254
172.30.43.0	1 - 126	172.30.43.127
172.30.43.128	129 - 253	172.30.43.254
172.30.44.0	1 - 126	172.30.44.127
172.30.44.128	129 - 253	172.30.44.254
172.30.45.0	1 - 126	172.30.45.127
172.30.45.128	129 - 253	172.30.45.254

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.46.0	1 - 126	172.30.46.127
172.30.46.128	129 - 253	172.30.46.254
172.30.47.0	1 - 126	172.30.47.127
172.30.47.128	129 - 253	172.30.47.254
172.30.48.0	1 - 126	172.30.48.127
172.30.48.128	129 - 253	172.30.48.254
172.30.49.0	1 - 126	172.30.49.127
172.30.49.128	129 - 253	172.30.49.254
172.30.50.0	1 - 126	172.30.50.127
172.30.50.128	129 - 253	172.30.50.254
172.30.51.0	1 - 126	172.30.51.127
172.30.51.128	129 - 253	172.30.51.254
172.30.52.0	1 - 126	172.30.52.127
172.30.52.128	129 - 253	172.30.52.254
172.30.53.0	1 - 126	172.30.53.127
172.30.53.128	129 - 253	172.30.53.254
172.30.54.0	1 - 126	172.30.54.127
172.30.54.128	129 - 253	172.30.54.254
172.30.55.0	1 - 126	172.30.55.127
172.30.55.128	129 - 253	172.30.55.254
172.30.56.0	1 - 126	172.30.56.127
172.30.56.128	129 - 253	172.30.56.254
172.30.57.0	1 - 126	172.30.57.127
172.30.57.128	129 - 253	172.30.57.254
172.30.58.0	1 - 126	172.30.58.127
172.30.58.128	129 - 253	172.30.58.254
172.30.59.0	1 - 126	172.30.59.127
172.30.59.128	129 - 253	172.30.59.254
172.30.60.0	1 - 126	172.30.60.127
172.30.60.128	129 - 253	172.30.60.254
172.30.61.0	1 - 126	172.30.61.127
172.30.61.128	129 - 253	172.30.61.254
172.30.62.0	1 - 126	172.30.62.127
172.30.62.128	129 - 253	172.30.62.254
172.30.63.0	1 - 126	172.30.63.127
172.30.63.128	129 - 253	172.30.63.254
172.30.64.0	1 - 126	172.30.64.127
172.30.64.128	129 - 253	172.30.64.254
172.30.65.0	1 - 126	172.30.65.127
172.30.65.128	129 - 253	172.30.65.254
172.30.66.0	1 - 126	172.30.66.127
172.30.66.128	129 - 253	172.30.66.254
172.30.67.0	1 - 126	172.30.67.127
172.30.67.128	129 - 253	172.30.67.254
172.30.68.0	1 - 126	172.30.68.127
172.30.68.128	129 - 253	172.30.68.254
172.30.69.0	1 - 126	172.30.69.127
172.30.69.128	129 - 253	172.30.69.254
172.30.70.0	1 - 126	172.30.70.127
172.30.70.128	129 - 253	172.30.70.254
172.30.71.0	1 - 126	172.30.71.127

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.71.128	129 - 253	172.30.71.254
172.30.72.0	1 - 126	172.30.72.127
172.30.72.128	129 - 253	172.30.72.254
172.30.73.0	1 - 126	172.30.73.127
172.30.73.128	129 - 253	172.30.73.254
172.30.74.0	1 - 126	172.30.74.127
172.30.74.128	129 - 253	172.30.74.254
172.30.75.0	1 - 126	172.30.75.127
172.30.75.128	129 - 253	172.30.75.254
172.30.76.0	1 - 126	172.30.76.127
172.30.76.128	129 - 253	172.30.76.254
172.30.77.0	1 - 126	172.30.77.127
172.30.77.128	129 - 253	172.30.77.254
172.30.78.0	1 - 126	172.30.78.127
172.30.78.128	129 - 253	172.30.78.254
172.30.79.0	1 - 126	172.30.79.127
172.30.79.128	129 - 253	172.30.79.254
172.30.80.0	1 - 126	172.30.80.127
172.30.80.128	129 - 253	172.30.80.254
172.30.81.0	1 - 126	172.30.81.127
172.30.81.128	129 - 253	172.30.81.254
172.30.82.0	1 - 126	172.30.82.127
172.30.82.128	129 - 253	172.30.82.254
172.30.83.0	1 - 126	172.30.83.127
172.30.83.128	129 - 253	172.30.83.254
172.30.84.0	1 - 126	172.30.84.127
172.30.84.128	129 - 253	172.30.84.254
172.30.85.0	1 - 126	172.30.85.127
172.30.85.128	129 - 253	172.30.85.254
172.30.86.0	1 - 126	172.30.86.127
172.30.86.128	129 - 253	172.30.86.254
172.30.87.0	1 - 126	172.30.87.127
172.30.87.128	129 - 253	172.30.87.254
172.30.88.0	1 - 126	172.30.88.127
172.30.88.128	129 - 253	172.30.88.254
172.30.89.0	1 - 126	172.30.89.127
172.30.89.128	129 - 253	172.30.89.254
172.30.90.0	1 - 126	172.30.90.127
172.30.90.128	129 - 253	172.30.90.254
172.30.91.0	1 - 126	172.30.91.127
172.30.91.128	129 - 253	172.30.91.254
172.30.92.0	1 - 126	172.30.92.127
172.30.92.128	129 - 253	172.30.92.254
172.30.93.0	1 - 126	172.30.93.127
172.30.93.128	129 - 253	172.30.93.254
172.30.94.0	1 - 126	172.30.94.127
172.30.94.128	129 - 253	172.30.94.254
172.30.95.0	1 - 126	172.30.95.127
172.30.95.128	129 - 253	172.30.95.254
172.30.96.0	1 - 126	172.30.96.127
172.30.96.128	129 - 253	172.30.96.254

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.97.0	1 - 126	172.30.97.127
172.30.97.128	129 - 253	172.30.97.254
172.30.98.0	1 - 126	172.30.98.127
172.30.98.128	129 - 253	172.30.98.254
172.30.99.0	1 - 126	172.30.99.127
172.30.99.128	129 - 253	172.30.99.254
172.30.100.0	1 - 126	172.30.100.127
172.30.100.128	129 - 253	172.30.100.254
172.30.101.0	1 - 126	172.30.101.127
172.30.101.128	129 - 253	172.30.101.254
172.30.102.0	1 - 126	172.30.102.127
172.30.102.128	129 - 253	172.30.102.254
172.30.103.0	1 - 126	172.30.103.127
172.30.103.128	129 - 253	172.30.103.254
172.30.104.0	1 - 126	172.30.104.127
172.30.104.128	129 - 253	172.30.104.254
172.30.105.0	1 - 126	172.30.105.127
172.30.105.128	129 - 253	172.30.105.254
172.30.106.0	1 - 126	172.30.106.127
172.30.106.128	129 - 253	172.30.106.254
172.30.107.0	1 - 126	172.30.107.127
172.30.107.128	129 - 253	172.30.107.254
172.30.108.0	1 - 126	172.30.108.127
172.30.108.128	129 - 253	172.30.108.254
172.30.109.0	1 - 126	172.30.109.127
172.30.109.128	129 - 253	172.30.109.254
172.30.110.0	1 - 126	172.30.110.127
172.30.110.128	129 - 253	172.30.110.254
172.30.111.0	1 - 126	172.30.111.127
172.30.111.128	129 - 253	172.30.111.254
172.30.112.0	1 - 126	172.30.112.127
172.30.112.128	129 - 253	172.30.112.254
172.30.113.0	1 - 126	172.30.113.127
172.30.113.128	129 - 253	172.30.113.254
172.30.114.0	1 - 126	172.30.114.127
172.30.114.128	129 - 253	172.30.114.254
172.30.115.0	1 - 126	172.30.115.127
172.30.115.128	129 - 253	172.30.115.254
172.30.116.0	1 - 126	172.30.116.127
172.30.116.128	129 - 253	172.30.116.254
172.30.117.0	1 - 126	172.30.117.127
172.30.117.128	129 - 253	172.30.117.254
172.30.118.0	1 - 126	172.30.118.127
172.30.118.128	129 - 253	172.30.118.254
172.30.119.0	1 - 126	172.30.119.127
172.30.119.128	129 - 253	172.30.119.254
172.30.120.0	1 - 126	172.30.120.127
172.30.120.128	129 - 253	172.30.120.254
172.30.121.0	1 - 126	172.30.121.127
172.30.121.128	129 - 253	172.30.121.254
172.30.122.0	1 - 126	172.30.122.127

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.122.128	129 - 253	172.30.122.254
172.30.123.0	1 - 126	172.30.123.127
172.30.123.128	129 - 253	172.30.123.254
172.30.124.0	1 - 126	172.30.124.127
172.30.124.128	129 - 253	172.30.124.254
172.30.125.0	1 - 126	172.30.125.127
172.30.125.128	129 - 253	172.30.125.254
172.30.126.0	1 - 126	172.30.126.127
172.30.126.128	129 - 253	172.30.126.254
172.30.127.0	1 - 126	172.30.127.127
172.30.127.128	129 - 253	172.30.127.254
172.30.128.0	1 - 126	172.30.128.127
172.30.128.128	129 - 253	172.30.128.254
172.30.129.0	1 - 126	172.30.129.127
172.30.129.128	129 - 253	172.30.129.254
172.30.130.0	1 - 126	172.30.130.127
172.30.130.128	129 - 253	172.30.130.254
172.30.131.0	1 - 126	172.30.131.127
172.30.131.128	129 - 253	172.30.131.254
172.30.132.0	1 - 126	172.30.132.127
172.30.132.128	129 - 253	172.30.132.254
172.30.133.0	1 - 126	172.30.133.127
172.30.133.128	129 - 253	172.30.133.254
172.30.134.0	1 - 126	172.30.134.127
172.30.134.128	129 - 253	172.30.134.254
172.30.135.0	1 - 126	172.30.135.127
172.30.135.128	129 - 253	172.30.135.254
172.30.136.0	1 - 126	172.30.136.127
172.30.136.128	129 - 253	172.30.136.254
172.30.137.0	1 - 126	172.30.137.127
172.30.137.128	129 - 253	172.30.137.254
172.30.138.0	1 - 126	172.30.138.127
172.30.138.128	129 - 253	172.30.138.254
172.30.139.0	1 - 126	172.30.139.127
172.30.139.128	129 - 253	172.30.139.254
172.30.140.0	1 - 126	172.30.140.127
172.30.140.128	129 - 253	172.30.140.254
172.30.141.0	1 - 126	172.30.141.127
172.30.141.128	129 - 253	172.30.141.254
172.30.142.0	1 - 126	172.30.142.127
172.30.142.128	129 - 253	172.30.142.254
172.30.143.0	1 - 126	172.30.143.127
172.30.143.128	129 - 253	172.30.143.254
172.30.144.0	1 - 126	172.30.144.127
172.30.144.128	129 - 253	172.30.144.254
172.30.145.0	1 - 126	172.30.145.127
172.30.145.128	129 - 253	172.30.145.254
172.30.146.0	1 - 126	172.30.146.127
172.30.146.128	129 - 253	172.30.146.254
172.30.147.0	1 - 126	172.30.147.127
172.30.147.128	129 - 253	172.30.147.254

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.148.0	1 - 126	172.30.148.127
172.30.148.128	129 - 253	172.30.148.254
172.30.149.0	1 - 126	172.30.149.127
172.30.149.128	129 - 253	172.30.149.254
172.30.150.0	1 - 126	172.30.150.127
172.30.150.128	129 - 253	172.30.150.254
172.30.151.0	1 - 126	172.30.151.127
172.30.151.128	129 - 253	172.30.151.254
172.30.152.0	1 - 126	172.30.152.127
172.30.152.128	129 - 253	172.30.152.254
172.30.153.0	1 - 126	172.30.153.127
172.30.153.128	129 - 253	172.30.153.254
172.30.154.0	1 - 126	172.30.154.127
172.30.154.128	129 - 253	172.30.154.254
172.30.155.0	1 - 126	172.30.155.127
172.30.155.128	129 - 253	172.30.155.254
172.30.156.0	1 - 126	172.30.156.127
172.30.156.128	129 - 253	172.30.156.254
172.30.157.0	1 - 126	172.30.157.127
172.30.157.128	129 - 253	172.30.157.254
172.30.158.0	1 - 126	172.30.158.127
172.30.158.128	129 - 253	172.30.158.254
172.30.159.0	1 - 126	172.30.159.127
172.30.159.128	129 - 253	172.30.159.254
172.30.160.0	1 - 126	172.30.160.127
172.30.160.128	129 - 253	172.30.160.254
172.30.161.0	1 - 126	172.30.161.127
172.30.161.128	129 - 253	172.30.161.254
172.30.162.0	1 - 126	172.30.162.127
172.30.162.128	129 - 253	172.30.162.254
172.30.163.0	1 - 126	172.30.163.127
172.30.163.128	129 - 253	172.30.163.254
172.30.164.0	1 - 126	172.30.164.127
172.30.164.128	129 - 253	172.30.164.254
172.30.165.0	1 - 126	172.30.165.127
172.30.165.128	129 - 253	172.30.165.254
172.30.166.0	1 - 126	172.30.166.127
172.30.166.128	129 - 253	172.30.166.254
172.30.167.0	1 - 126	172.30.167.127
172.30.167.128	129 - 253	172.30.167.254
172.30.168.0	1 - 126	172.30.168.127
172.30.168.128	129 - 253	172.30.168.254
172.30.169.0	1 - 126	172.30.169.127
172.30.169.128	129 - 253	172.30.169.254
172.30.170.0	1 - 126	172.30.170.127
172.30.170.128	129 - 253	172.30.170.254
172.30.171.0	1 - 126	172.30.171.127
172.30.171.128	129 - 253	172.30.171.254
172.30.172.0	1 - 126	172.30.172.127
172.30.172.128	129 - 253	172.30.172.254
172.30.173.0	1 - 126	172.30.173.127

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.173.128	129 - 253	172.30.173.254
172.30.174.0	1 - 126	172.30.174.127
172.30.174.128	129 - 253	172.30.174.254
172.30.175.0	1 - 126	172.30.175.127
172.30.175.128	129 - 253	172.30.175.254
172.30.176.0	1 - 126	172.30.176.127
172.30.176.128	129 - 253	172.30.176.254
172.30.177.0	1 - 126	172.30.177.127
172.30.177.128	129 - 253	172.30.177.254
172.30.178.0	1 - 126	172.30.178.127
172.30.178.128	129 - 253	172.30.178.254
172.30.179.0	1 - 126	172.30.179.127
172.30.179.128	129 - 253	172.30.179.254
172.30.180.0	1 - 126	172.30.180.127
172.30.180.128	129 - 253	172.30.180.254
172.30.181.0	1 - 126	172.30.181.127
172.30.181.128	129 - 253	172.30.181.254
172.30.182.0	1 - 126	172.30.182.127
172.30.182.128	129 - 253	172.30.182.254
172.30.183.0	1 - 126	172.30.183.127
172.30.183.128	129 - 253	172.30.183.254
172.30.184.0	1 - 126	172.30.184.127
172.30.184.128	129 - 253	172.30.184.254
172.30.185.0	1 - 126	172.30.185.127
172.30.185.128	129 - 253	172.30.185.254
172.30.186.0	1 - 126	172.30.186.127
172.30.186.128	129 - 253	172.30.186.254
172.30.187.0	1 - 126	172.30.187.127
172.30.187.128	129 - 253	172.30.187.254
172.30.188.0	1 - 126	172.30.188.127
172.30.188.128	129 - 253	172.30.188.254
172.30.189.0	1 - 126	172.30.189.127
172.30.189.128	129 - 253	172.30.189.254
172.30.190.0	1 - 126	172.30.190.127
172.30.190.128	129 - 253	172.30.190.254
172.30.191.0	1 - 126	172.30.191.127
172.30.191.128	129 - 253	172.30.191.254
172.30.192.0	1 - 126	172.30.192.127
172.30.192.128	129 - 253	172.30.192.254
172.30.193.0	1 - 126	172.30.193.127
172.30.193.128	129 - 253	172.30.193.254
172.30.194.0	1 - 126	172.30.194.127
172.30.194.128	129 - 253	172.30.194.254
172.30.195.0	1 - 126	172.30.195.127
172.30.195.128	129 - 253	172.30.195.254
172.30.196.0	1 - 126	172.30.196.127
172.30.196.128	129 - 253	172.30.196.254
172.30.197.0	1 - 126	172.30.197.127
172.30.197.128	129 - 253	172.30.197.254
172.30.198.0	1 - 126	172.30.198.127
172.30.198.128	129 - 253	172.30.198.254

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.199.0	1 - 126	172.30.199.127
172.30.199.128	129 - 253	172.30.199.254
172.30.200.0	1 - 126	172.30.200.127
172.30.200.128	129 - 253	172.30.200.254
172.30.201.0	1 - 126	172.30.201.127
172.30.201.128	129 - 253	172.30.201.254
172.30.202.0	1 - 126	172.30.202.127
172.30.202.128	129 - 253	172.30.202.254
172.30.203.0	1 - 126	172.30.203.127
172.30.203.128	129 - 253	172.30.203.254
172.30.204.0	1 - 126	172.30.204.127
172.30.204.128	129 - 253	172.30.204.254
172.30.205.0	1 - 126	172.30.205.127
172.30.205.128	129 - 253	172.30.205.254
172.30.206.0	1 - 126	172.30.206.127
172.30.206.128	129 - 253	172.30.206.254
172.30.207.0	1 - 126	172.30.207.127
172.30.207.128	129 - 253	172.30.207.254
172.30.208.0	1 - 126	172.30.208.127
172.30.208.128	129 - 253	172.30.208.254
172.30.209.0	1 - 126	172.30.209.127
172.30.209.128	129 - 253	172.30.209.254
172.30.210.0	1 - 126	172.30.210.127
172.30.210.128	129 - 253	172.30.210.254
172.30.211.0	1 - 126	172.30.211.127
172.30.211.128	129 - 253	172.30.211.254
172.30.212.0	1 - 126	172.30.212.127
172.30.212.128	129 - 253	172.30.212.254
172.30.213.0	1 - 126	172.30.213.127
172.30.213.128	129 - 253	172.30.213.254
172.30.214.0	1 - 126	172.30.214.127
172.30.214.128	129 - 253	172.30.214.254
172.30.215.0	1 - 126	172.30.215.127
172.30.215.128	129 - 253	172.30.215.254
172.30.216.0	1 - 126	172.30.216.127
172.30.216.128	129 - 253	172.30.216.254
172.30.217.0	1 - 126	172.30.217.127
172.30.217.128	129 - 253	172.30.217.254
172.30.218.0	1 - 126	172.30.218.127
172.30.218.128	129 - 253	172.30.218.254
172.30.219.0	1 - 126	172.30.219.127
172.30.219.128	129 - 253	172.30.219.254
172.30.220.0	1 - 126	172.30.220.127
172.30.220.128	129 - 253	172.30.220.254
172.30.221.0	1 - 126	172.30.221.127
172.30.221.128	129 - 253	172.30.221.254
172.30.222.0	1 - 126	172.30.222.127
172.30.222.128	129 - 253	172.30.222.254
172.30.223.0	1 - 126	172.30.223.127
172.30.223.128	129 - 253	172.30.223.254
172.30.224.0	1 - 126	172.30.224.127

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.224.128	129 - 253	172.30.224.254
172.30.225.0	1 - 126	172.30.225.127
172.30.225.128	129 - 253	172.30.225.254
172.30.226.0	1 - 126	172.30.226.127
172.30.226.128	129 - 253	172.30.226.254
172.30.227.0	1 - 126	172.30.227.127
172.30.227.128	129 - 253	172.30.227.254
172.30.228.0	1 - 126	172.30.228.127
172.30.228.128	129 - 253	172.30.228.254
172.30.229.0	1 - 126	172.30.229.127
172.30.229.128	129 - 253	172.30.229.254
172.30.230.0	1 - 126	172.30.230.127
172.30.230.128	129 - 253	172.30.230.254
172.30.231.0	1 - 126	172.30.231.127
172.30.231.128	129 - 253	172.30.231.254
172.30.232.0	1 - 126	172.30.232.127
172.30.232.128	129 - 253	172.30.232.254
172.30.233.0	1 - 126	172.30.233.127
172.30.233.128	129 - 253	172.30.233.254
172.30.234.0	1 - 126	172.30.234.127
172.30.234.128	129 - 253	172.30.234.254
172.30.235.0	1 - 126	172.30.235.127
172.30.235.128	129 - 253	172.30.235.254
172.30.236.0	1 - 126	172.30.236.127
172.30.236.128	129 - 253	172.30.236.254
172.30.237.0	1 - 126	172.30.237.127
172.30.237.128	129 - 253	172.30.237.254
172.30.238.0	1 - 126	172.30.238.127
172.30.238.128	129 - 253	172.30.238.254
172.30.239.0	1 - 126	172.30.239.127
172.30.239.128	129 - 253	172.30.239.254
172.30.240.0	1 - 126	172.30.240.127
172.30.240.128	129 - 253	172.30.240.254
172.30.241.0	1 - 126	172.30.241.127
172.30.241.128	129 - 253	172.30.241.254
172.30.242.0	1 - 126	172.30.242.127
172.30.242.128	129 - 253	172.30.242.254
172.30.243.0	1 - 126	172.30.243.127
172.30.243.128	129 - 253	172.30.243.254
172.30.244.0	1 - 126	172.30.244.127
172.30.244.128	129 - 253	172.30.244.254
172.30.245.0	1 - 126	172.30.245.127
172.30.245.128	129 - 253	172.30.245.254
172.30.246.0	1 - 126	172.30.246.127
172.30.246.128	129 - 253	172.30.246.254
172.30.247.0	1 - 126	172.30.247.127
172.30.247.128	129 - 253	172.30.247.254
172.30.248.0	1 - 126	172.30.248.127
172.30.248.128	129 - 253	172.30.248.254
172.30.249.0	1 - 126	172.30.249.127
172.30.249.128	129 - 253	172.30.249.254

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.250.0	1 - 126	172.30.250.127
172.30.250.128	129 - 253	172.30.250.254
172.30.251.0	1 - 126	172.30.251.127
172.30.251.128	129 - 253	172.30.251.254
172.30.252.0	1 - 126	172.30.252.127
172.30.252.128	129 - 253	172.30.252.254

Dirección de red	Rango de direcciones	Dirección de Broadcast
172.30.253.0	1 - 126	172.30.253.127
172.30.253.128	129 - 253	172.30.253.254
172.30.254.0	1 - 126	172.30.254.127
172.30.254.128	129 - 253	172.30.254.254

Tabla III - 1 Conjunto de subredes y hosts permitido

Al utilizar esta máscara, sólo se puede contar con 126 hosts conectados en una misma subred, con lo que los broadcast se reducen al máximo porque sólo las computadoras de la misma subred los pueden ver. Cada área administrativa contará con una subred asignada, pues la comunicación entre hosts de la misma área es más frecuente que entre hosts de áreas diferentes. Al asignar una subred a cada área, será necesario adquirir un ruteador para interconectar a las subredes y permitir la comunicación de todas las computadoras.

Cabe hacer mención que el uso de subredes facilita la administración de las conectividad entre computadoras, dado que solo se dan de alta en el ruteador las subredes asignadas, con lo que no se permite la comunicación a computadoras con una dirección IP no válida. Adicionalmente, se incrementa la seguridad al restringir la conexión entre subredes a nivel de protocolo.

Esta decisión permite cambiar las direcciones IP de manera paulatina, sin que los usuarios se vean afectados, y manteniendo la conectividad con todos los equipos. Una vez asignadas las direcciones nuevas a las computadoras, será necesario modificar las direcciones IP de los servidores y modificar las entradas del servidor de nombres de dominio.

Este cambio se puede aprovechar para actualizar la base de datos de direcciones IP asignadas, llevando un registro de la dirección IP, el equipo y el usuario al que está asignada, dirección MAC de la computadora y número de nodo, con lo cual se facilita el control.

Adicionalmente a la segmentación y cambio de dirección IP, se debe instrumentar un mecanismo que permita analizar el tráfico de paquete por la red y los protocolos utilizados. Con ello, se pueden detectar computadoras que, debido a una mala configuración, emitan paquetes de protocolos que no se utilizan en la red, y así, evitar consumir un recurso de manera innecesaria.

HARDWARE

Dentro de los objetivos expuestos con anterioridad se encuentra elevar la velocidad de la red y aumentar el ancho de banda. Como la red instalada actualmente es Ethernet a 10 Mbps, la tendencia natural es la migración hacia Fast Ethernet, con una velocidad de 100 Mbps. Esta tecnología permite la coexistencia de equipo de comunicaciones de 10 Mbps con el equipo nuevo a 100 Mbps, utilizando equipo nuevo que maneje las dos velocidades. El impacto económico es mínimo, pues el precio de los equipos con velocidad dual es similar a los equipos de 100 Mbps. Así, se puede planear una migración paulatina, adquiriendo el equipo por etapas e integrándolo con el equipo existente.

Para aumentar el ancho de banda, se recomienda la instalación de un switch de velocidad dual (10/100 Mbps) en cada pila de concentradores, de esta manera, se garantiza un

ancho de banda efectivo de 100 Mbps para cada enlace de los concentradores a los switches. La conservación del ancho de banda se debe a que en los concentradores, cualquier paquete que llegue por cualquier puerto es retransmitido por los demás, mientras que los paquetes que llegan por un puerto del switch sólo son retransmitidos por el puerto en el que se encuentra el equipo destino.

Como complemento del aumento de velocidad y la conservación del ancho de banda, se recomienda la adquisición de un switch de capa 3 con opción a utilizar módulos de expansión para usarlo como switch principal de la red, lo cual permite aumentar la velocidad de transmisión de paquetes entre los distintos clósets de comunicaciones. La opción modular permite utilizar distintas tecnologías y medio físico en un mismo equipo, como puede ser ATM, Token Ring, fibra óptica, etc.; así se garantiza la compatibilidad con equipos que se adquieran posteriormente.

En el aspecto de computadoras, es recomendable la sustitución de algunos servidores, particularmente los equipos multiusuarios, pues es una tecnología propietaria, que además, se utiliza cada vez con menor frecuencia pero causa erogaciones por mantenimiento. Se recomienda la adquisición de servidores con tecnología Intel, los cuales son más económicos que los servidores tipo RISC y proporcionan un buen desempeño, teniendo un mantenimiento similar al de las computadoras personales. Analizando los equipos instalados y el requerimiento de velocidad y espacio de almacenamiento, se sugiere la adquisición de cuatro servidores con doble procesador Intel a 550 MHz, 512 MB de memoria RAM y 36 GB de almacenamiento en disco duro. Estos equipos se utilizarán para sustituir a los servidores más antiguos.

ADMINISTRACIÓN

En lo que respecta a administración, es indispensable contar con una memoria técnica actualizada. En ella, se debe incluir las trayectorias de los cables instalados, así como sus orígenes y destino. También debe contener un registro de todos los componentes de la red, salidas de telecomunicaciones, escalerilla, ducto, paneles de parcheo, clóset de comunicaciones, etc.

Debido a que los clósets de comunicaciones se encuentran ya ubicados y es imposible moverlos, se recomienda restringir el acceso instalando cancelería con cristal alrededor para facilitar su revisión y evitar accesos no autorizados a los equipos. Además, se deben instalar organizadores para cable en cada panel de parcheo, los cables deben conducirse por la trayectoria que proporciona el organizador. Con esto se logrará un mejor aspecto, además permitirá una revisión más sencilla y se evitara desconexiones accidentales al jalar algún cable.

Finalmente, cuando se tengan todos los paneles arreglados, se deben generar las etiquetas necesarias para identificar la ubicación de los nodos para cada panel, utilizando colores de acuerdo al registro.

Adicionalmente, se recomienda la adquisición de un software de monitoreo para administrar de manera remota los concentradores.

III.4. Fases de Implementación

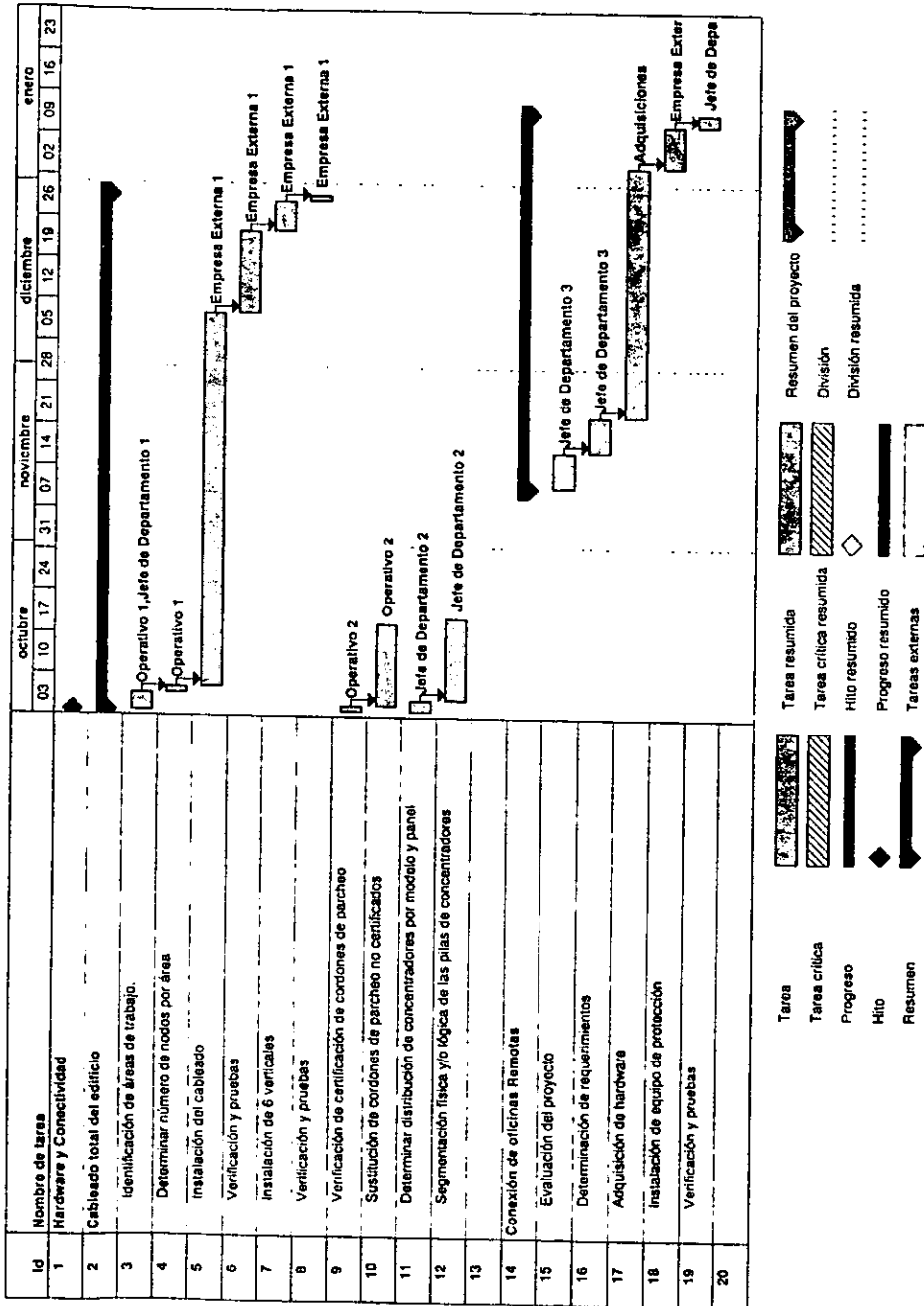
III.4.1. Matriz de Actividades

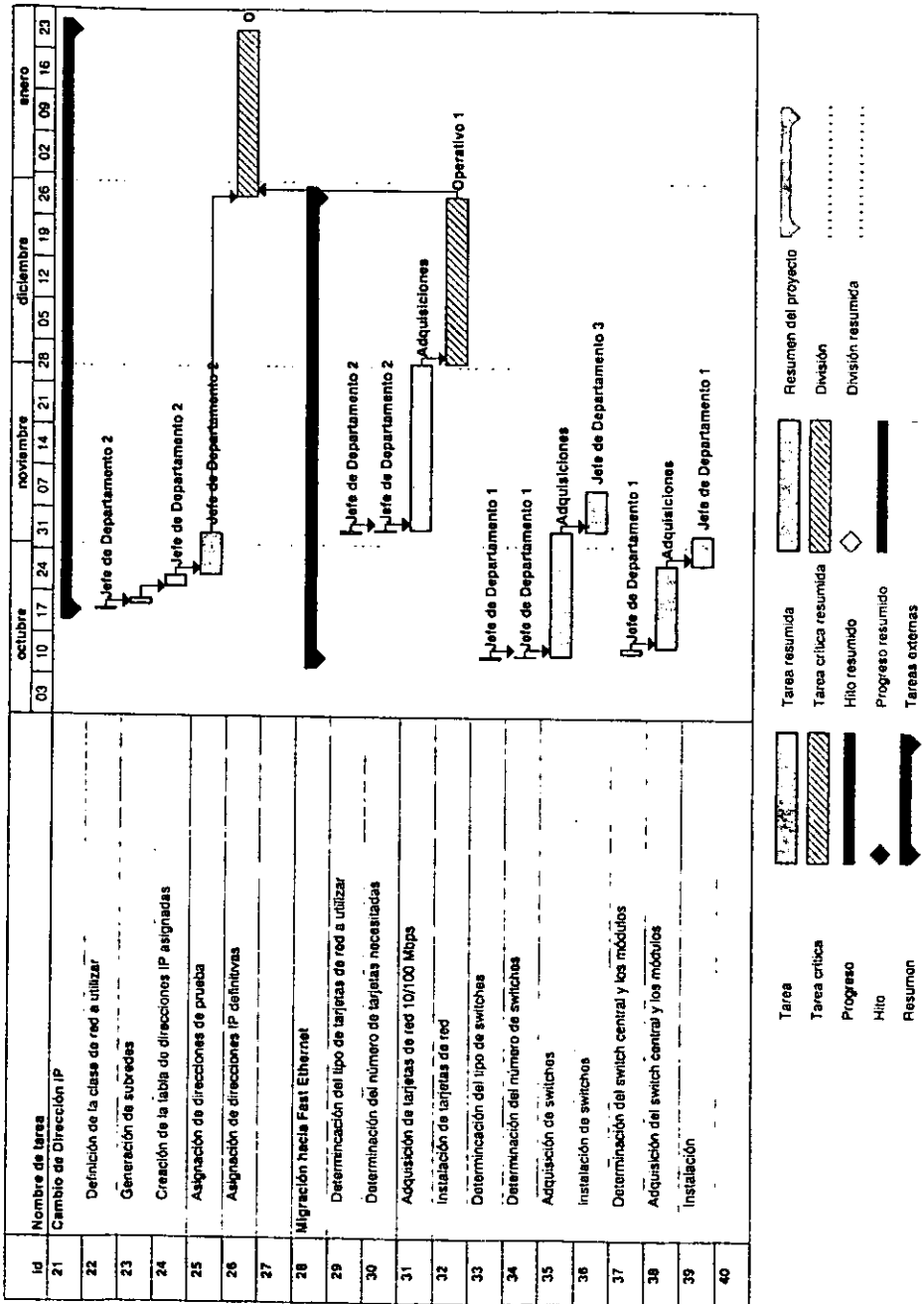
Actividades	Situación Actual	Objetivo	Justificación	Observaciones
Hardware y Conectividad Identificar las diferentes áreas de trabajo en el edificio.	Las áreas de trabajo no se encuentran debidamente identificadas.	Obtención de información para la toma de decisiones concerniente a nuevas instalaciones de nodos.	Esta actividad permitirá conocer las necesidades actuales y futuras respecto a los nodos necesarios.	Esta actividad sólo requiere de una persona y es de gran utilidad en la planeación.
Integrar la red de voz y la red de datos en un mismo sistema de cableado estructurado.	La red de voz y la red de datos son completamente independientes.	Administración única para los dos reves.	La red integrada tendrá flexibilidad para proporcionar distintos tipos de servicio.	Considerar la utilización de cable de grado datos para cualquier servicio.
Establecer una cantidad suficiente de nodos por área de trabajo e instalarlos, previendo las necesidades futuras.	Los nodos se cablean según se vayan necesitando.	No se requerirán modificaciones constantes y se tendrá una capacidad extra que permitirá fácilmente el crecimiento.	Se evitará reorganizar los cables en las escalerías y en los paneles de parcheo al instalar cada nodo por separado.	Aunque el gasto inicial es mayor al cablear una gran cantidad de nodos, se obtienen ahorros al poder dimensionar la cantidad y tipo de material necesario para la instalación de los nodos.
Verificar que todos los condones de línea y de parcheo estén certificados y en su defecto sustituirlos.	Se utilizan cables certificados y hechos en campo.	Eliminación de fallas en la conexión de los diferentes equipos.	Aunque en el 90% de los casos los condones hechos en campo no presentan problema a velocidades de 10 Mbps, éstos sí se presentan a 100 Mbps, velocidad que se pretende alcanzar.	El uso de condones certificados permite que la empresa que otorga la certificación garantice el funcionamiento sin problemas del cableado por 5 años para cualquier tecnología actual o futura.
Instalar seis verticales por cada closet de comunicaciones.	Sólo se utiliza una vertical para cada closet de comunicaciones.	Disminución de los cuellos de botella en el backbone.	Este esquema permitirá aumentar la velocidad en el backbone y permitirá un crecimiento futuro.	Al tener menos nodos conectados por backbone se disminuye el dominio de colisiones por pila de concentradores, al conectarlos directamente a un switch.
Segregar físicamente las pilas de concentradores.	Existe una pila única por panel.	Disminución de las colisiones por segmento físico.	La administración se facilita al poder cambiar cada modo de segmento sin tener que realizarlo físicamente.	Aprovechando una característica de los concentradores que permite segmentar la pila sin tener que separarla físicamente.
Instalar un switch de 10/100 Mbps en cada pila de concentradores.	No existe ningún switch en las pilas.	Disminución en el tiempo de conexión y aumento del ancho de banda para cada usuario.	La migración hacia la tecnología Fast Ethernet permitirá mantener el equipo actualizado y aumentar la velocidad de respuesta para todos los usuarios.	Debido a las características de las tarjetas de red y de los concentradores la sustitución se puede hacer paulatinamente, evitando que el costo se dispare al intentar cambiar todos los componentes al mismo tiempo.
Adquirir un switch modular de 10/100 Mbps con ranuras de expansión y soporte para tecnologías alternas.	Solo se cuenta un switch de 100 Mbps y 2 de 10 Mbps.	Aumentar el número de puertos a los que se pueden conectar los concentradores a 100 Mbps, acelerando la velocidad del switcheo en el backbone.	El nuevo switch permitirá aumentar la capacidad de conexión con equipos que manejen 100 Mbps de velocidad a la vez que podrá aplicar con el existente y facilitar a la administración, al ser el equipo central de la red.	Este equipo es necesario pues es la parte central de la conectividad.

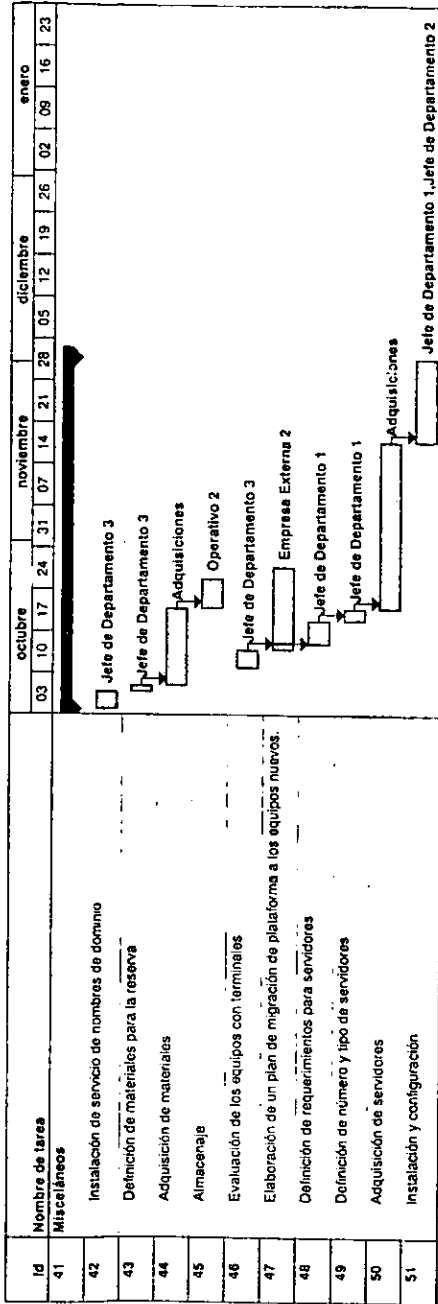
Actividades	Situación Actual	Objetivo	Justificación	Observaciones
Instalación de tarjetas de red a 10/100 Mbps en las computadoras.	Solo las computadoras más recientes cuentan con tarjetas con estas características.	Aumentar la velocidad de conexión de las computadoras.	Permitirá realizar una migración hacia fase Ethernet de manera paulatina, ya que si no se tiene disponible un conmutador a 100 Mbps, se puede utilizar uno a 10 Mbps.	Esta actividad deberá considerarse hasta el final pues dada la rapidez con la que las computadoras se vuelven obsoletas es necesario identificar las máquinas que se beneficiarían de esta medida.
Conectar las oficinas en los edificios antiguos utilizando equipo de protección en las acomodadas.	Las oficinas se encuentran conectadas por cable coaxial sin protección	Eliminación de daños por descargas eléctricas y suspensión en el servicio.	La forma actual de conectividad pone en riesgo los diferentes equipos conectados a la red.	El gasto inicial es grande pero evitara gastos mayores por descompostura. Sin embargo, no se puede aumentar la velocidad de conexión.
Adquisición de dos routers para conectar unas oficinas remotas a través de un enlace WAN.	Las oficinas remotas no se encuentran conectadas a la red.	La conexión permitirá el aprovechamiento de los recursos en todas las áreas.	Se puede utilizar el router que se encuentra en el panel principal para dividir la red en subredes y rutear los paquetes entre ellas.	El costo de los dos routers es elevado, aunque estos pueden ser de un modelo diferente, pues en las oficinas remotas solo se necesita para conectar la red al DNS.
Cambiar la dirección de red.	La dirección utilizada actualmente no está permitida para una red privada.	Se evitarán problemas de conectividad hacia Internet con servidores que tengan la misma dirección.	El cambio de dirección IP sólo busca cumplir con las normas emitidas al respecto.	En el apéndice B se explican las razones para el cambio.
Segmentar la red y crear subredes menores.	La red no se encuentra segmentada.	La segmentación permitirá disminuir las colisiones y retransmisiones de paquetes.	Cuando las colisiones y las retransmisiones son pocas se disminuye el tiempo de acceso para los equipos que intentan establecer comunicación.	La desventaja de una red segmentada es la necesidad de utilizar un router para la entrega de los paquetes entre las diferentes subredes.
Instalar un servicio de nombres de dominio.	Se cuenta con un servidor de nombres de dominio pero los equipos no lo utilizan.	Se eliminarán los problemas de equipos que no se encuentran por falta de resolución de sus direcciones IP.	El tener un servidor de nombres y utilizarlo permite que las computadoras no necesiten un archivo de hosts, con lo cual se evita tener que modificarlo cada vez que se agrega o elimina un servidor o computadora a la red.	Para el servicio de nombre de dominio será necesario contar con un servidor principal y al menos dos secundarios.
Instalar un servicio WINS.	No se tiene un servidor de WINS.	El descubrimiento de las computadoras de la red será más veloz.	Al utilizar un servidor de WINS se evita tener que descubrir la red utilizando la difusión.	Se necesita un servidor Windows NT, el cual no necesita estar dedicado a este propósito.
Adquirir cuatro servidores con procesadores de 580 MHz, 512 Mb en memoria y 36 GB de almacenamiento.	Se tienen muchos servidores pero estos no tienen la capacidad suficiente, pues se están volviendo obsoletos.	Conectar las aplicaciones en pocos servidores permite administrarlos de manera más eficiente.	Muchas veces los usuarios se conectan a las mismas aplicaciones aunque estas residen en distintos servidores, si estas se concentran se disminuye el número de conexiones.	La desventaja de contar con varias aplicaciones en un solo servidor hace necesario contar con un respaldo en caso de falla.
Sustitución o adecuación de los equipos que utilizan terminales.	Los equipos que utilizan terminales tienen más de 5 años de uso y en muchos casos tienen tecnología propietaria.	El uso de equipo actualizado permite mayor flexibilidad a cambios en la configuración o uso.	Existen alternativas de conexión con equipos multiusuario, como son estaciones de trabajo o computadores personales.	La diferencia en costos de una terminal con una computadora personal no es muy grande, con la ventaja de que la computadora puede dedicarse a otras funciones.
Creación de una reserva de material para instalación de nodos.	No se cuenta con material disponible para instalaciones de emergencia.	El contar con esta reserva permitirá atender mejor las necesidades de los usuarios.	La reserva de material permitirá además construir laboratorios para realizar pruebas y evaluar equipos nuevos.	El material que se necesita es mínimo pues sólo se utilizará cuando el requerimiento sea urgente, pues las instalaciones deben planearse con anterioridad.

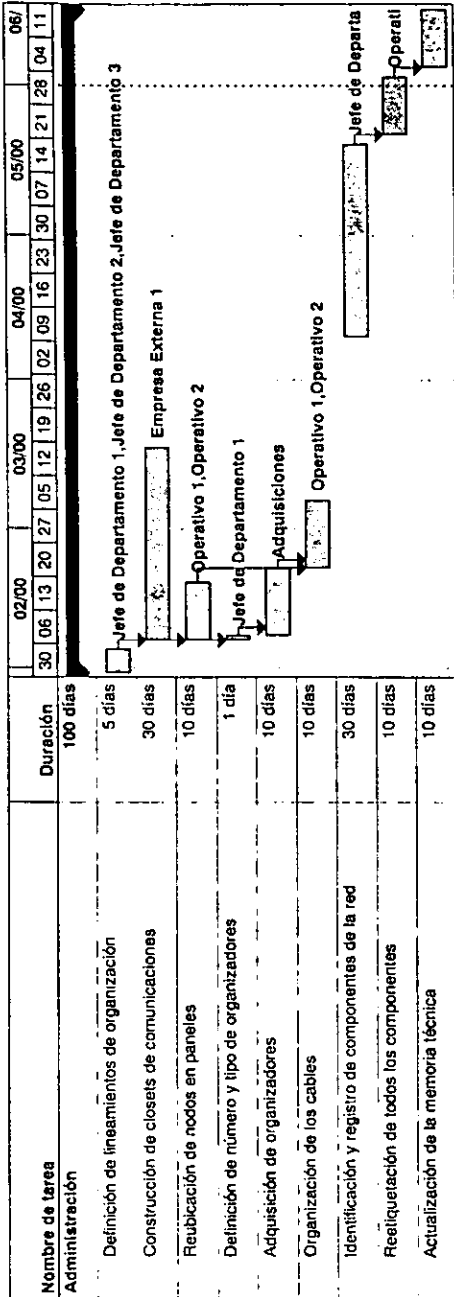
Actividades	Situación Actual	Objetivo	Justificación	Observaciones
<p>Administración Actualizar la memoria técnica.</p>	<p>La memoria técnica no se encuentra actualizada.</p>	<p>Se podrá contar con información confiable para la resolución de problemas.</p>	<p>La memoria técnica es la base para una buena administración. Si esta no se encuentra actualizada, puede causar errores al realizar mantenimientos o reorganizar los paneles.</p>	<p>La memoria técnica es responsabilidad de la empresa que instala el sistema de cableado, pero las modificaciones son responsabilidad del administrador.</p>
<p>Revisión de paneles y cajas de conexión.</p>	<p>Las etiquetas no se encuentran correctamente colocadas en los paneles, y las etiquetas en las cajas no permiten distinguir el nodo de un piso con el de otro.</p>	<p>La correcta etiquetación permitirá la identificación instantánea de los diferentes componentes.</p>	<p>El diagnóstico de problemas se facilita cuando todos los componentes se encuentran identificados, pues se evita perder tiempo buscando, y se puede aprovechar en la resolución de problemas.</p>	<p>La información obtenida con esta actividad deberá ser incluida en la memoria técnica.</p>
<p>Registrar todos los componentes instalados y asignarles una clave de identificación.</p>	<p>Los componentes no se encuentran registrados individualmente, sino en conjuntos.</p>	<p>Al tener cada componente registrado individualmente, tanto en su origen y destino como en su trayectoria será posible proporcionar información del sistema de cableado a las personas que realicen mantenimiento a otros sistemas del edificio.</p>	<p>Este tipo de identificación, si bien es engorrosa y consume mucho tiempo, resulta de gran utilidad en caso de daño al sistema de cableado, pues permite identificar rápidamente el problema y evaluar la forma de solución.</p>	<p>Esta actividad puede llevarse a cabo al final, pues es independiente de las demás, dado que es meramente informativa.</p>
<p>Organizar los cables en los paneles.</p>	<p>Los cables no se encuentran organizados dehidamente, para buscar una conexión es necesario seguir el cable para encontrar donde se conecta.</p>	<p>Al organizar los cables y registrar los puertos de conexión no es necesario perder tiempo buscando cables. Además, se minimiza el riesgo de realizar alguna conexión equivocada.</p>	<p>Aunque se vuelve más complicado seguir la trayectoria de un cable, se facilita la administración llevando un buen registro de conexión. Adicionalmente, los cables se encuentran menos expuestos al deterioro pues se encuentran sujetos a las estructuras destinadas para su organización.</p>	<p>Registrar los puertos de conexión es muy importante ya que si no se lleva a cabo esta actividad se vuelve muy difícil identificar las conexiones.</p>
<p>Construir el cable de comunicaciones.</p>	<p>Los racks se encuentran cubiertos por un cajón de madera.</p>	<p>La construcción del cable de comunicaciones minimizará los daños que pueda sufrir el rack por parte de elementos externos.</p>	<p>La construcción del cable permitirá elevar el nivel de seguridad y confiabilidad pues evitará accesos no autorizados a los racks que puedan provocar una falla en el sistema.</p>	<p>Es necesario dimensionar correctamente el tamaño del cable, ya que si este resulta muy pequeño, imposibilitará trabajar en él.</p>
<p>Adquirir software para administrar remotamente los equipos de comunicaciones.</p>	<p>El software con el que se cuenta es muy limitado.</p>	<p>La administración remota permite diagnosticar los posibles problemas que puedan surgir y permite también hacer ajustes y cambios sin tener que desplazarse físicamente hasta el cable.</p>	<p>Es necesario que los switches que se adquieran puedan ser administrados remotamente a través de este software.</p>	<p>Generalmente este tipo de software es propietario de la marca que fabrica los equipos de comunicaciones, aunque se puede monitorizar a través de los protocolos estándar de administración.</p>

III.4.2 Calendario de Implementación









III.5 Matriz de Resultados

Actividades	Situación Anterior	Acciones Realizadas	Resultado	Observaciones
<p>Hardware y Conectividad</p> <p>Identificación de las diferentes áreas de trabajo en el edificio.</p>	<p>Las áreas de trabajo no se encuentran debidamente identificadas.</p>	<p>Se llevó a cabo un recorrido en todos los pisos, identificando las áreas de trabajo existentes, de acuerdo a los planos y a los usuarios.</p>	<p>Se identificaron las distintas áreas de trabajo, clasificándolas de acuerdo a su uso, para programar así la densidad de nodos por piso.</p>	<p>Esta estimación puede variar si el área de trabajo cambia de uso</p>
<p>Integración de la red de voz y la red de datos en un mismo sistema de cableado estructurado.</p>	<p>La red de voz y la red de datos son completamente independientes.</p>	<p>Durante el recorrido para la evaluación de las áreas de trabajo, se incluyó la instalación de salidas de comunicaciones telefónicas, tanto para voz como para datos, instalando el cableado de acuerdo a esta consideración.</p>	<p>Se obtuvo una mayor flexibilidad para proporcionar servicios de comunicaciones, pues dependiendo de las necesidades, las instalaciones pueden usarse únicamente para voz, datos o de modo compartido.</p>	
<p>Establecer una cantidad suficiente de nodos por área de trabajo e instalartos, previendo las necesidades futuras.</p>	<p>Los nodos se cablean según se vayan necesitando.</p>	<p>Con los datos obtenidos de la delimitación de áreas de trabajo se llegó a la conclusión de instalar 4 salidas de comunicaciones por área de trabajo para oficinas y 2 salidas para muebles modulares.</p>	<p>Las necesidades de salidas de telecomunicaciones fueron satisfechas en un 90% de los casos, sin embargo, debido al constante reacomodo del mobiliario, fue necesario la reubicación o instalación de salidas de comunicaciones.</p>	<p>Se hace necesario considerar los movimientos del mobiliario para instalaciones futuras.</p>
<p>Verificar que todos los condones de línea y de parcheo estén certificados y en su defecto, sustituirlos.</p>	<p>Se utilizan cables certificados y hechos en campo.</p>	<p>Se revisaron todos los condones de parcheo y de línea, substituyendo los cables hechos en campo por condones certificados de acuerdo a la longitud requerida.</p>	<p>Se mantuvo la certificación por parte de NORDS-CIT y se eliminaron fallas de conexión en algunos equipos.</p>	
<p>Instalar seis verticales por cada cfoset de comunicaciones.</p>	<p>Sólo se utiliza una vertical para cada cfoset de comunicaciones.</p>	<p>Se instalaron las seis verticales para cada cfoset de comunicaciones.</p>	<p>Se utilizaron las verticales para segmentar las pilas de concentradores y conectar servidores directamente al switch principal.</p>	<p>Este número de verticales permite también generar un esquema de enlaces redundantes, para así aumentar la disponibilidad de conexión en la red.</p>
<p>Segmentar físicamente las pilas de concentradores.</p>	<p>Existe una pila única por panel.</p>	<p>Se administraron las áreas administrativas que se conectaban a cada pila y el tráfico existente. Con estos datos se llevó a cabo la segmentación para disminuir el dominio de colisión.</p>	<p>Se disminuyó el número de colisiones por segmento físico, mejorando el tiempo de respuesta a plena carga.</p>	<p>Debido a los distintos modelos de concentradores y switches existentes, se hizo necesario llevar a cabo la segmentación de manera física.</p>
<p>Instalar un switch de 10/100 Mbps en cada pila de concentradores.</p>	<p>No existe ningún switch en las pilas.</p>	<p>Se adquirieron e instalaron los switches para cada pila, concentrando los distintos segmentos de las pilas a estos switches.</p>	<p>Disminución en el tiempo de conexión y aumento del ancho de banda para cada usuario, al evitar que los paquetes viajaran hasta el switch principal para la conexión entre segmentos.</p>	

Actividades	Situación Anterior	Acciones Realizadas	Resultado	Observaciones
Adquirir un switch modular de 10/100 Mbps con ranuras de expansión y soporte para tecnologías alternas.	Solo se cuenta un switch de 100 Mbps y 2 de 10 Mbps.	Se instaló el switch modular, el cual consta de un switch de 24 puertos, un switch de 48 puertos y un equipo de interconexión, el cual provee redundancia en las líneas de poder y una conexión entre los dos switches con una velocidad de 1 Gbps.	La sustitución de los switches anteriores mejoró el tiempo de respuesta para los servidores y las conexiones hacia ellos.	La versión original del firmware de los switches presentó problemas con un protocolo propietario, causando interrupción del servicio de manera súbita. Fue necesario instalar una versión de firmware anterior, la cual se le considera más estable, de acuerdo al proveedor.
Instalación de tarjetas de red a 10/100 Mbps en las computadoras.	Solo las computadoras más recientes cuentan con tarjetas con estas características.	Se consideró no necesario cambiar las tarjetas de red a las computadoras que cuentan únicamente con tarjeta a 10 Mbps.	Ninguno.	Debido a que las computadoras con tarjetas a 10 Mbps son modelos de 1997 y anteriores, la velocidad interna no permite que se aprecie mejoras en la comunicación, haciendo que la sustitución de tarjetas fuera un gasto difícil de justificar.
Conectar las oficinas en los edificios contiguos utilizando equipo de protección en las conexiones.	Las oficinas se encuentran conectadas por cable coaxial sin protección.	Se instaló equipo de protección en las acomodadas de los edificios interconectados. Además, se reforzó el tendido del cable coaxial para protegerlo del medio ambiente.	Se eliminaron los problemas de interrupción en el servicio causada por desconexión o daño en el cable coaxial y equipos de comunicaciones.	Aunque el enlace quedó protegido, no se puede aumentar la velocidad de transmisión para el cable coaxial.
Adquisición de dos routers para conectar unas oficinas remotas a través de un enlace WAN.	Las oficinas remotas no se encuentran conectadas a la red.	Se rentó un enlace dedicado a 64 kbps. Se instalaron los routers en ambas extremas y se configuraron, lo cual permitió la conexión de estas oficinas a la red.	La velocidad de conexión no es elevada, sin embargo, permite que los usuarios utilicen los servicios ofrecidos a través del protocolo TCP/IP (WWW, ftp, correo electrónico).	Es importante señalar que en esta etapa no se logró conectar a las oficinas a través del protocolo NetBIOS, por lo que el servicio de entorno de red en Windows no permite la conexión entre ambas oficinas.
Cambiar la dirección de red.	La dirección utilizada actualmente no está permitida para una red privada.	Se determinó la dirección IP a utilizar en la red interna.	Se cumplió con el estándar para asignación de direcciones IP para redes privadas, finalizando los problemas de conectividad hacia Internet.	
Segmentar la red y crear subredes menores.	La red no se encuentra segmentada.	Se llevó a cabo la segmentación de acuerdo al esquema propuesto.	Al llevar a cabo la segmentación se impactó en forma importante el tiempo de conexión entre las subredes debido a la sobrecarga del router.	Debido a que los usuarios se mostraron inconformes con la velocidad de conexión a otras subredes, fue necesario retornar al esquema de red plana que se venía manejando.
Instalar un servicio de nombres de dominio.	Se cuenta con un servidor de nombres de dominio pero los equipos no lo utilizan.	Aprovechando los servidores con sistema operativo Unix SCO Open Server, se configuró un servidor de nombres de dominio principal y un secundario en dos de ellos. En estos servidores se dieron de alta las direcciones IP de todos los servidores de la red.	Se disminuyó el tiempo de respuesta para encontrar un servidor cuando existe mucho tráfico en la red.	Esta disminución se debe a que la computadora no tiene que esperar a que el paquete de broadcast viaje por toda la red para encontrar el servidor.

Actividades	Situación Actual	Actividades Realizadas	Resultado	Observaciones
Instalar un servidor WINS.	No se tiene un servidor de WINS.	Se instalaron dos servidores de WINS.	El tiempo para descubrir las PC's de la red disminuyó de manera notable.	Un problema que se presentó es que el cambio de nombre de una PC ocasionó problemas al chocar con el nombre anteriormente registrado en el servidor, si éste estaba registrado como permanente.
Adquirir cuatro servidores con procesadores de 580 MHz, 512 Mb en memoria y 36 GB de almacenamiento.	Se tienen muchos servidores pero estos no tienen la capacidad suficiente, pues se están volviendo obsoletos.	Se adquirieron cuatro servidores IBM netfinity con las siguientes características: 2 procesadores Pentium III Xeon a 500 MHz, 512 MB EDORAM y 36 GB de almacenamiento. Se clasificaron las aplicaciones de los servidores anteriores por tipo de sistema operativo, y así poder sustituir los servidores anteriores.	El rendimiento de la mayoría de las aplicaciones aumentó al ejecutarse en los nuevos servidores y la administración de los mismos se simplificó.	Se aumentó el riesgo de sufrir interrupciones en más sistemas, debido a que la falla de un solo servidor afectaría a varios sistemas simultáneamente. Se decidió conservar los antiguos servidores como respaldo en caso de contingencia mientras se adquiere un servidor de respaldo.
Sustitución o adecuación de los equipos que utilizan terminales.	Los equipos que utilizan terminales tienen más de 5 años de uso y en muchos casos tienen tecnología propietaria.	Se decidió sustituir estos equipos por servidores y computadoras personales, utilizando los servidores adquiridos en el punto anterior.	Existen alternativas de conexión con equipos multiusuario, como son estaciones de trabajo o computadoras personales.	La diferencia en costos de una terminal con una computadora personal no es muy grande, con la ventaja de que la computadora puede dedicarse a otras funciones.
Creación de una reserva de material para instalación de nodos.	No se cuenta con material disponible para instalaciones de emergencia.	El contar con esta reserva permitirá atender mejor las necesidades de los usuarios.	La reserva de material permitirá además construir laboratorios para realizar pruebas y evaluar equipos nuevos.	El material que se necesita es mínimo pues solo se utilizará cuando el requerimiento sea urgente, pues las instalaciones deben planearse con anterioridad.

Actividades	Situación Actual	Actividades Realizadas	Resultado	Observaciones
<p>Administración</p> <p>Actualizar la memoria técnica.</p>	<p>La memoria técnica no se encuentra actualizada.</p>	<p>Se identificaron todas las modificaciones realizadas a la conectividad y a los componentes, con lo que se elaboró una nueva memoria técnica.</p>	<p>La memoria técnica actualizada permitió poder localizar componentes de manera más rápida y eficaz.</p>	
<p>Reconexión de paneles y cajas de conexión.</p>	<p>Las etiquetas no se encuentran correctamente colocadas en los paneles, y las etiquetas en las cajas no permiten distinguir el nodo de un piso con el de otro.</p>	<p>Se reetiquetaron todos los paneles y cajas de conexión siguiendo un esquema de acuerdo al piso y localización.</p>	<p>La reetiquetación permite tener la información de las conexiones en una base de datos, facilitando la consulta.</p>	
<p>Registrar todos los componentes instalados y asignarles una clave de identificación.</p>	<p>Los componentes no se encuentran registrados individualmente, sino en conjunto.</p>	<p>Se identificaron los componentes y se les asignó una clave de registro. Esta clave se capturo en una base de datos, para llevar un control de los elementos existentes, su ubicación y características.</p>	<p>El registro de componentes se integró a la memoria técnica.</p>	
<p>Organizar los cables en los paneles.</p>	<p>Los cables no se encuentran organizados debidamente, para buscar una conexión es necesario seguir el cable para encontrar donde se conecta.</p>	<p>Se instalaron paneles organizadores verticales y horizontales en todos los racks de comunicaciones. A través de estos paneles se colocaron todos los cables, clasificándolos de acuerdo al equipo de comunicaciones al que se encontraban conectados.</p>	<p>La organización de los cables permitió acceder a los paneles de una manera más organizada. De esta forma es más sencillo monitorizar los equipos de comunicaciones y hacer conexiones rápidas.</p>	
<p>Construir el closet de comunicaciones.</p>	<p>Los racks se encuentran cubiertos por un cajón de madera.</p>	<p>Se decidió rodar los racks con paneles modulares y puerta de acrílico.</p>	<p>El acceso a los paneles está restringido, permitiendo supervisar los equipos desde el exterior. Además, los paneles son desmontables, por lo que en caso de una modificación mayor, se puede acceder a los equipos sin ninguna restricción de espacio.</p>	
<p>Adquirir software para administrar remotamente los equipos de comunicaciones.</p>	<p>El software con el que se cuenta es muy limitado.</p>	<p>Ninguna.</p>	<p>El software aun no se adquiere, por lo que no se puede concluir esta actividad.</p>	

Como se puede apreciar en los cuadros comparativos, la mayor parte de las actividades propuestas se concluyeron, obteniendo un resultado satisfactorio, a continuación se describe con mayor detalle las actividades y los resultados obtenidos.

III.5.1. Hardware y Conectividad.

La primer actividad realizada dentro de este apartado consistió en la identificación de las diferentes áreas de trabajo en el edificio. Esta actividad permitió dimensionar correctamente los cálculos para la instalación del cableado, y permitió identificar algunos problemas que interfieren con la administración, como lo es el constante movimiento en la distribución de las oficinas.

Con los datos obtenidos en la actividad anterior, se calcularon los requerimientos de salidas de comunicaciones necesarias, integrando voz y datos en el mismo sistema de cableado. Esta decisión mostró de gran flexibilidad, permitiendo administrar y proporcionar los servicios de voz y datos de manera pronta y eficiente. Con ello, se eliminó la necesidad de instalar nodos sobre pedido, evitando la demora, la molestia a los usuarios para el tendido de los cables y los daños a los plafones del techo debido a su constante remoción y reinstalación.

Adicionalmente a las salidas de comunicaciones, se instalaron verticales adicionales para que funcionen como backbone de la red. Estas verticales independientes del backbone de voz, permiten tener una tolerancia a fallos más alta, lo cual permite también tener configurado un enlace de reserva para la conexión de los clósets de comunicaciones con el cuarto de equipo.

Una vez instalados todo el cableado vertical y horizontal, se verificaron todos los cordones de línea y de parcheo, sustituyendo los que no se encontraban certificados. Al mismo tiempo, se segmentaron las pilas de concentradores, conectando cada uno a un switch 10/100 instalado en cada clóset de comunicaciones. Ello permitió mejorar el tiempo de respuesta para el segmento en su totalidad, permitiendo que la comunicación entre dos computadoras se lleve a cabo directamente a través de este equipo, evitando saturar el switch principal.

Posteriormente, se sustituyó el switch principal por uno modular, integrado por un switch de 24 puertos y otro de 48 puertos. Estos se conectan a través de backbone de fibra óptica a un chasis virtual, el cual funciona como backplane externo. Durante las pruebas, el equipo funcionó perfectamente, sin embargo, se presentaron interrupciones en la transmisión de paquetes, dejando incluso de operar. Estas fallas se presentaban sin causa aparente y en cualquier momento, no importando la carga o el tiempo de funcionamiento. Finalmente, el proveedor del equipo indicó que se debía a alguna falla en el firmware instalado de fábrica, el cual era una versión nueva. La solución se obtuvo cuando el proveedor sustituyó la versión del firmware original por una versión anterior, la cual no presentó estos problemas.

En la figura III-5 se muestra el esquema inicial de conectividad de los equipos de la red de Secodam, mientras en la figura III-6 se muestra el esquema final.

Esquema General de Conectividad SECODAM

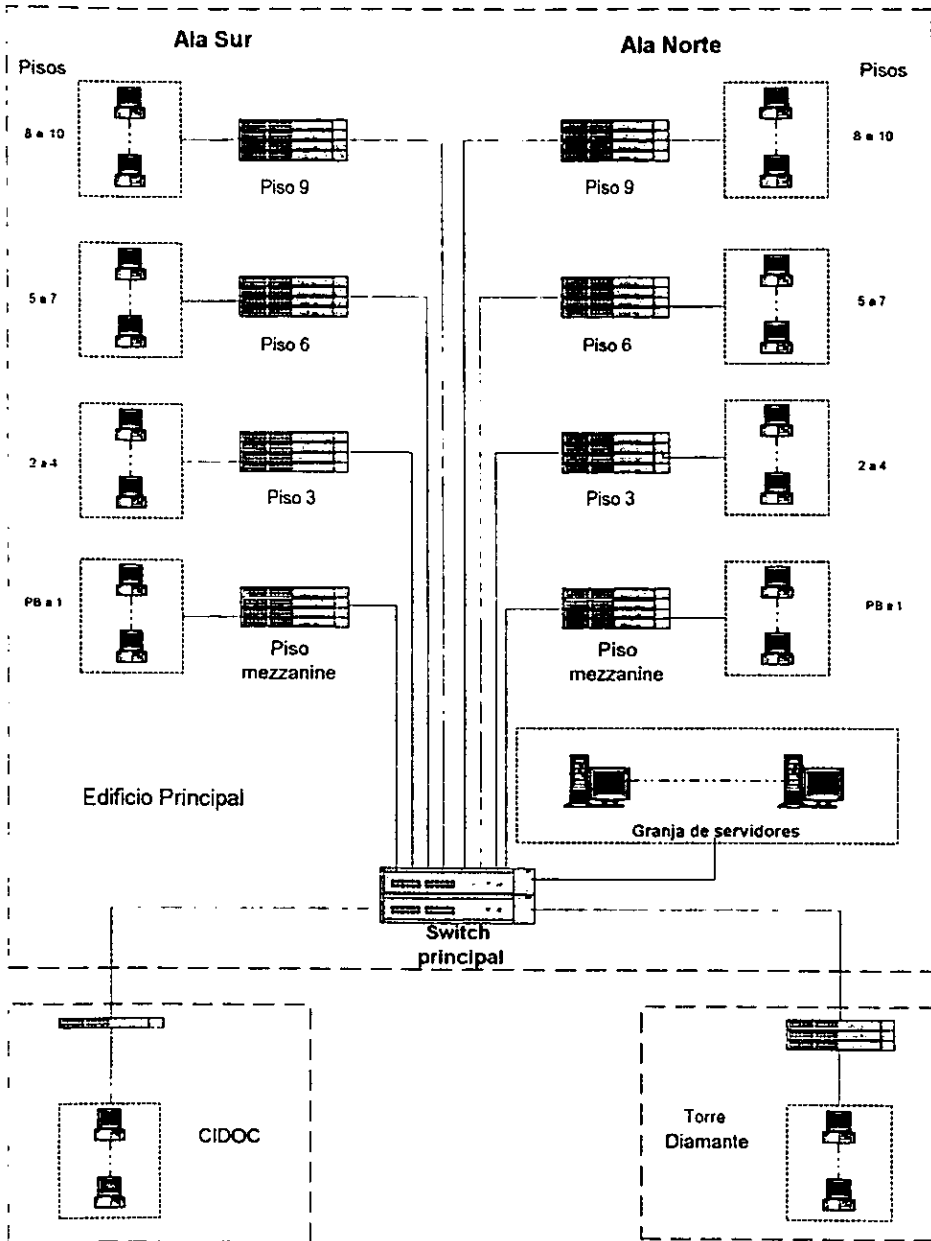


Figura III - 5 Esquema inicial de conexión de equipos de la red de Secodam.

Esquema General de Conectividad Edificio SECODAM

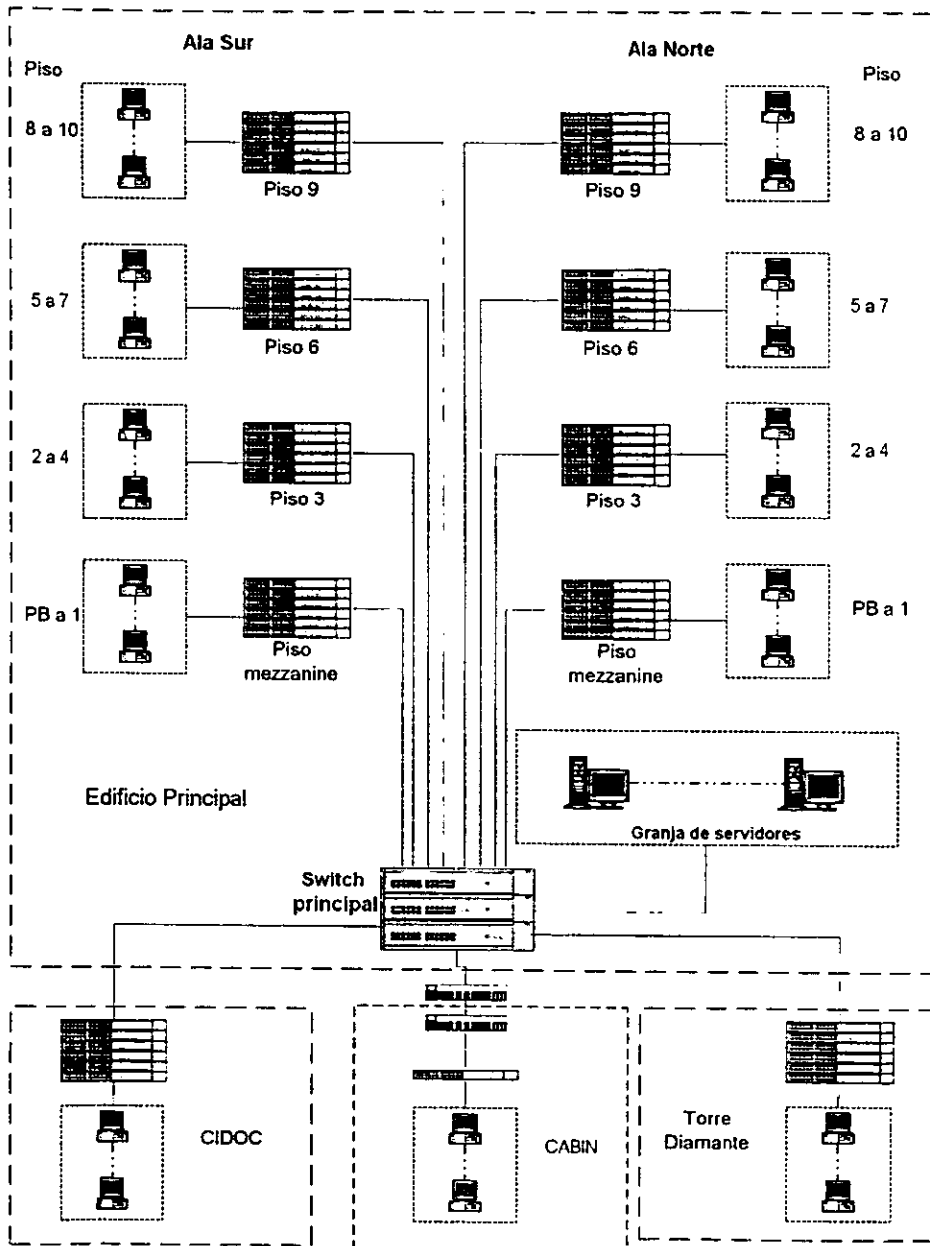


Figura III - 6 Esquema final de conexión de equipos de la red de Secodam.

En lo que respecta a la sustitución de tarjetas de red a 10 Mbps por tarjetas a 10/100 Mbps se decidió no llevar a cabo dicha actividad. La razón se debe a que cada año se adquieren computadoras nuevas, las cuales ya cuentan con una tarjeta a 10/100 Mbps, remplazando los equipos más antiguos. Adicionalmente, aún cuando estos equipos contarán con una tarjeta de red fast ethernet, la velocidad de las aplicaciones de red no se apreciará debido a la lentitud de los procesadores.

Dentro del rubro de conexión de oficinas fuera del edificio sede se llevaron a cabo dos actividades. La primera consistió en instalar equipo de protección en la acometida y reforzar el tendido del cable, sin embargo, la velocidad de este enlace no puede aumentar a más de 10 Mbps debido a la utilización del cable coaxial. Además, debido al alto costo y a que sólo se conectan 10 computadoras, la utilización de fibra óptica no se justifica.

La segunda actividad consistió en adquirir y configurar dos ruteadores, los cuales se utilizaron para conectar unas oficinas remotas al edificio sede a través de un enlace dedicado a 64 kbps. La velocidad no es muy alta pero permite ofrecer los servicios de red a través del protocolo TCP/IP. Cabe mencionar que en esta etapa, no se logra la comunicación por este enlace con el protocolo no ruteable NetBEUI.

En la figura III-7 se muestra el esquema de conectividad inicial, y en la figura III-8 se muestra el esquema de conectividad final.

Esquema General de Interconexión de Edificios 1998.

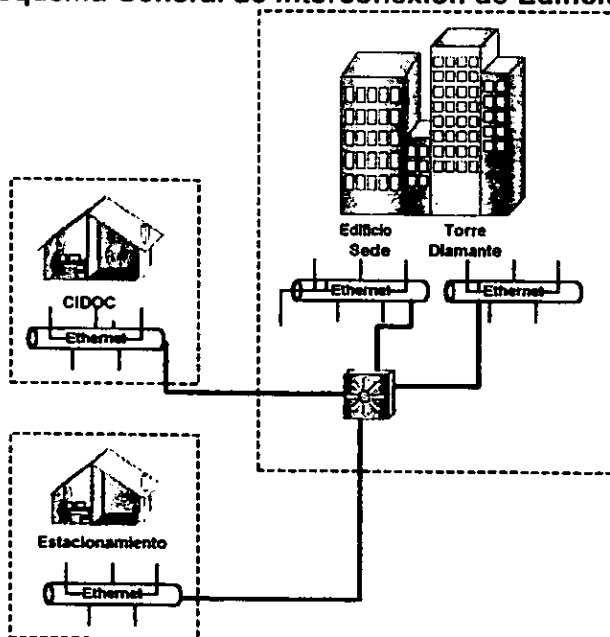


Figura III - 7 Esquema de conectividad inicial del edificio de Secodam.

Esquema General de Interconexión de Edificios. Enero 2000.

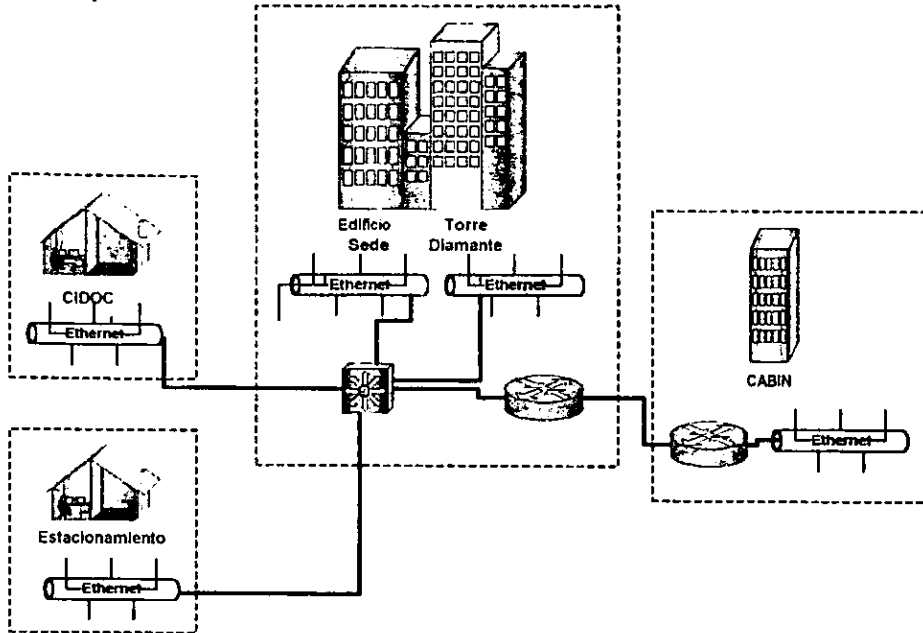


Figura III - 8 Esquema final de conectividad del edificio de Secodam.

En lo que respecta a la configuración del protocolo TCP/IP, se cambió la dirección de la red por una permitida para redes privadas. Adicionalmente, se decidió segmentar la red, con la finalidad de minimizar el broadcast dentro de la red y aumentar la seguridad. Se llevó a cabo la planeación de las subredes y la forma de realizar el cambio. Se decidió realizar el cambio de manera paulatina, de manera transparente para el usuario. Sin embargo, se observó que entre más computadoras se incluían dentro de las subredes, la velocidad de comunicación entre ellas se deterioraba. Finalmente, se decidió dar marcha atrás con la segmentación, dejando la red plana.

Una vez cambiada la dirección de la red interna, se configuró un servidor DNS para el protocolo TCP/IP y un servidor WINS para el protocolo NetBEUI, la finalidad consiste en proporcionar una resolución rápida de los nombres de computadoras dentro de la red interna, y de esta manera, evitar la resolución de nombres por broadcast.

En lo que respecta a servidores de archivos y aplicaciones, se adquirieron cuatro servidores IBM netfinity 5500 con procesadores dobles de 500 MHz, 512 MB de memoria RAM y 36 GB de disco duro para almacenamiento. Estos se utilizaron para reemplazar los servidores IBM PC server 320 y los equipos multiterminales. Algunos servidores reemplazados se conservaron durante unos meses como respaldo, mientras se adquiere un servidor de respaldo. Otros se utilizaron para reemplazar a los equipos multiterminales, debido a que su velocidad de procesamiento era más alta.

Por último, se constituyó una reserva de material para instalación de nodos de red, la cual se utiliza para instalaciones urgentes, cuando la empresa no puede atender la solicitud o no se justifica la instalación de un cableado permanente.

III.5.2. Administración.

Las actividades llevadas a cabo dentro de este rubro, tuvieron la finalidad de organizar todos los elementos de la red, para facilitar su mantenimiento y la corrección de fallas. La primera actividad consistió en actualizar la memoria técnica, identificando todos los componentes de la red, registrándolos y asignándoles una clave. Con esta información, se construyó una base de datos para facilitar la depuración y control.

Adicionalmente, se reetiquetaron todos los paneles y cajas de conexión, utilizando un esquema acorde al piso y localización. Una vez llevadas a cabo las actividades anteriores, se instalaron organizadores para cables verticales y horizontales en todos los racks, con lo que se mejoró la imagen y se aumentó la rapidez para la localización de fallas. La figura III-9 muestra el esquema de un rack antes y después de la instalación de dichos organizadores.

Las últimas dos actividades no se han concluido aún. Una de ellas consiste en construir el clóset de comunicaciones, pues los racks se encuentran cubiertos por madera. Se decidió rodear los racks con paneles removibles de acero, con puertas de acrílico. Este esquema permite monitorear rápidamente el estado del equipo de comunicaciones, y además, los paneles se pueden desmontar, para poder hacer movimientos de equipo de gran dimensión. Sin embargo, estos racks aún se encuentran en la etapa de diseño.

La otra actividad consiste en adquirir un software de monitoreo para los equipos de comunicaciones. Este aún no se adquiere porque, debido a la falta de presupuesto, no es posible adquirir una versión que administre diferentes equipos.

Vista esquemática de la organización de los racks en los clósets de comunicaciones .

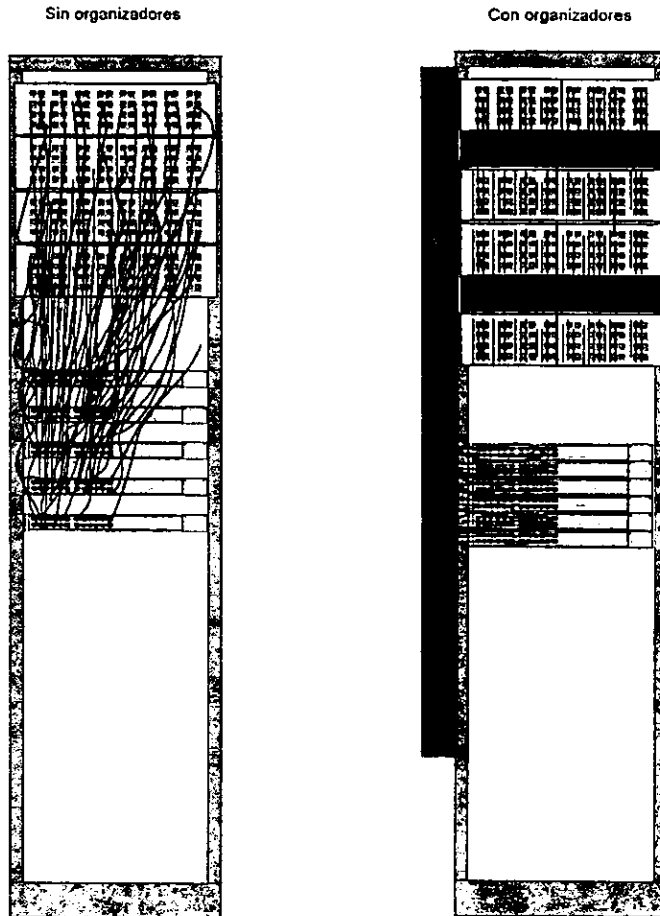


Figura III - 9 Esquema de un rack antes y después de la instalación de organizadores para cables.

Conclusiones

En la actualidad, las redes de computadoras se han convertido en parte fundamental de la estructura de una organización, debido a que la información oportuna es indispensable para la toma de decisiones. De esta forma, casi todos los sistemas principales de las organizaciones se encuentran conectados a una red, permitiendo a los usuarios disponer de la información de manera instantánea. Además, el fortalecimiento de la Internet, y particularmente del comercio electrónico, conduce a que las organizaciones se incorporen a esta gran red, establezcan su presencia en línea y aprovechen los beneficios que esta proporciona. Todas estas ventajas han abierto un universo muy amplio de información, disponible a solo unos cuantos clicks de distancia.

Por consiguiente, es indispensable que las redes de computadoras operen de manera eficiente, segura y confiable, con una disponibilidad de más del 99 %. Para lograr esto, los administradores de redes deben estar concientes de la necesidad de conocer no sólo el aspecto práctico sino los fundamentos teóricos de las comunicaciones, especialmente en una época en la que existe una convergencia entre las redes de voz y datos, consideran el advenimiento de la tecnología de VoIP (voz sobre IP). Además, el empleo generalizado de las redes permite un desarrollo acelerado en los equipos, con nuevos modelos emergiendo al mercado de manera constante.

Durante el transcurso de la investigación, se analizaron y evaluaron las distintas tecnologías de redes existentes y sus antecesoras, con el propósito de establecer un panorama amplio que permitiera proponer un esquema de reestructura adecuado a las necesidades de la Secretaría, ajustándose a las diferentes limitaciones encontradas, tanto de espacio como de presupuesto. En base a esto, y tomando en cuenta el uso del que es objeto la red actualmente, se decidió implementar un esquema que permita introducir cambios de manera paulatina y sin afectar el funcionamiento, y que a la vez, estuviera abierto a la incorporación de tecnologías nuevas, como es el caso de Gigabit Ethernet sobre UTP. De esta forma, se garantiza un crecimiento sostenido y sustentable, sin necesidad de erogaciones excesivas y con un crecimiento constante en el desempeño.

La motivación para llevar a cabo esta investigación surgió de la necesidad de realizar un proyecto real, en el cual se pudieran aplicar los conocimientos obtenidos durante la carrera y que sirviera como base para proyectos de reestructuración posteriores. Los resultados de este proyecto de reestructura se pueden apreciar en el edificio sede de la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo.

Basándose en estos resultados, se puede concluir que se cumplió el objetivo general que guió esta investigación, esto es, de acuerdo a un análisis del desempeño y estado de la red de la Secretaría, y apoyándose en los conocimientos plasmados en los dos primeros capítulos, se elaboró e implementó un esquema de reestructuración para la Red Interna, teniendo como premisas la confiabilidad, y la disposición al crecimiento.

Aunque la tecnología puede cambiar en el transcurso de unos años, las bases presentadas en este documento pueden convertirse en una guía indispensable para la elaboración de proyectos futuros de reestructuración, en los que la continuidad de los servicios y las limitantes de presupuesto sean los factores determinantes para su implementación.

Los ingenieros en computación de las nuevas generaciones se enfrentan a un mundo de tecnologías de la información cambiante, donde el lanzamiento de nuevas tecnologías se sucede a velocidad impresionante. En este mundo, es necesario actuar con disciplina, profesionalismo y espíritu de servicio, para afrontar los cambios venideros de la sociedad de principios del siglo XXI.

Apéndice

A. Subredes

A.1. Direccionamiento IP

Una dirección IP es un identificador único para un nodo o "host" en una red IP. Una dirección IP es un número binario de 32 bits representado generalmente por 4 valores decimales, representando cada uno 8 bits, en el rango de 0 a 255 (conocidos como octetos) separados por puntos decimales. Por ejemplo:

140.179.220.200

140 .179 .220 .200
10001100.10110011.11011100.11001000

Cada dirección IP consiste de dos partes, una identifica la red y la otra identifica el nodo. La clase de direcciones y la máscara de subred determinan que parte pertenece a la dirección de red y que parte pertenece a la dirección del nodo.

A.2. Clases de direcciones

Hay 5 clases de direcciones diferentes. Se puede determinar a que clase pertenece cualquier dirección IP examinando los primeros 4 bits de la dirección IP.

Las direcciones de la Clase A comienzan con 0xxx, o de 1 a 126 decimal.
Las direcciones de la Clase B comienzan con 10xx, o de 128 a 191 decimal.
Las direcciones de la Clase C comienzan con 110x, o de 192 a 223 decimal.
Las direcciones de la Clase D comienzan con 1110, o de 224 a 239 decimal.
Las direcciones de la Clase E comienzan con 1111, o de 240 a 254 decimal.

Las direcciones que comienzan con 0111111, o 127 decimal, están reservadas para "loopback" y para pruebas internas en la máquina local. Las direcciones Clase D están reservadas para "multicasting". Las direcciones Clase E están reservadas para uso futuro y no deben utilizarse para direcciones de "hosts".

La Clase determina que parte de la dirección pertenece a la red (R) y que parte pertenece al nodo (n).

Clase A RRRRRRRR.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn
Clase B RRRRRRRR.RRRRRRRR.nnnnnnnn.nnnnnnnn
Clase C RRRRRRRR.RRRRRRRR.RRRRRRRR.nnnnnnnn

En el ejemplo, 140.179.220.200 es una clase B por lo que la parte de red de la dirección (dirección de red) está definida por los primeros dos octetos (140.179.x.x) y el nodo está definido por los últimos dos octetos (x.x.220.200=

Para especificar la dirección de red de cierta dirección IP, la sección del nodo se convierte a ceros. En el ejemplo, 140.179.0.0 especifica la dirección de red para 140.179.220.200. Cuando la sección del nodo se convierte a unos, especifica el "broadcast" que se envía a todos los "hosts" de la red. 140.179.255.255 es el ejemplo de una dirección de "broadcast".

A.3. Subredes

Crear subredes en una red IP puede hacerse por varias razones, incluyendo organización, uso de un diferente medio físico (como Ethernet, FDDI, WAN, etc.), conservación del espacio de direccionamiento, y seguridad. La razón más común es para controlar el tráfico en la red. En una red Ethernet, todos los nodos de un segmento ven los paquetes transmitidos por todos los otros nodos de eses segmento, por lo que el desempeño puede verse afectado adversamente bajo cargas pesadas de tráfico, debido a colisiones y las retransmisiones resultantes. Al crear las subredes, se debe utilizar un ruteador para conectar las redes IP y minimizar la cantidad de tráfico que cada segmento debe recibir.

Máscara de Subred

El aplicar un máscara de subred a una dirección IP permite identificar la red y el nodo de la dirección. Realizando un AND lógico entre la dirección IP y la máscara de subred se obtiene la Dirección de la red. Por ejemplo, usando la dirección IP de ejemplo y la máscara de subred predeterminada para una Clase B, obtenemos:

10001100.10110011.11110000.11001000	140.179.240.200	Dirección	Clase	B
11111111.11111111.00000000.00000000	255.255.0.0	Máscara	de subred	Clase B
<hr/>				
10001100.10110011.00000000.00000000	140.179.0.0			

Las máscaras de subred predeterminadas son:

Clase A: 255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000
Clase B: 255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000
Clase C: 255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000

Se puede añadir bits adicionales a la máscara de subred predeterminada de cierta Clase para crear subredes en una red. Cuando se realiza un AND lógico entre la máscara de subred y la dirección IP, el resultado define la dirección de la subred. Existen ciertas restricciones en las direcciones de las subredes. Las direcciones de nodos todos ceros o todos unos están reservadas para especificar la red local (cuando un "host" no conoce su dirección de red) y todos los "hosts" de la red (dirección de "broadcast") respectivamente. Esto también se aplica a las subredes. Una dirección de una subred no puede tener todos ceros o todos unos. Esto implica que una máscara de subred de 1 bit no está permitida.

Para calcular el número de subredes o nodos, se puede utilizar la fórmula $2^n - 2$ donde n es el número de bits en cada campo. Multiplicando el número de subredes por el número de nodos disponibles por subred se obtiene el número de nodos disponibles para la clase y la máscara de subred.

Ejemplo:

10001100.10110011.11011100.11001000	140.179.220.200	Dirección IP
11111111.11111111.11100000.00000000	255.255.224.0	Máscara de subred
<hr/>		
10001100.10110011.11000000.00000000	140.179.192.0	Dirección de subred
10001100.10110011.11011111.11111111	140.179.223.255	Dirección de "broadcast"

En el ejemplo se utilizó una máscara de subred de 3 bits. Existen 6 subredes disponibles con esta máscara. Cada subred tiene 8190 nodos. Cada subred puede tener nodos asignados a cualquier dirección entre la dirección de la subred y la dirección de "broadcast". Esto hace un total de 49,140 nodos para la Clase B con subredes. Este número es menor que los 65,534 nodos de una Clase B sin subredes.

Crear subredes siempre reduce el número posible de nodos para una red determinada.

Si se tiene una red Clase C número 200.133.175.0 y se desea utilizarla en grupos pequeños dentro de una organización, se pueden crear subredes dentro de esta red.

Se crearán 14 subredes de 14 nodos cada una. Por consiguiente se tendrán 196 nodos en la red en lugar de los 254 que se tendrían sin crear las subredes, pero se obtienen ventajas tales como el aislamiento del tráfico y la seguridad. Para lograr esto, se necesita usar una máscara de subred de 4 bits.

Recordando que la máscara predeterminada de una Clase C es:

255.255.255.0 (11111111.11111111.11111111.00000000 binario)

Extendiendo la máscara en 4 bits se tiene:

255.255.255.240 (11111111.11111111.11111111.11110000 binario)

Con ello se obtienen 16 números de red posibles, dos de los cuales no se pueden utilizar. La tabla A-1 muestra las direcciones de red disponibles, las direcciones de los nodos para cada subred y la dirección de "broadcast".

Bits de subred	Número de red	Direcciones de los nodos	Dirección de "broadcast"
0000	200.133.175.0	Reservada	Ninguna
0001	200.133.175.16	.17 a .30	200.133.175.31
0010	200.133.175.32	.33 a .46	200.133.175.47
0011	200.133.175.48	.49 a .62	200.133.175.63
0100	200.133.175.64	.65 a .78	200.133.175.79
0101	200.133.175.80	.81 a .94	200.133.175.95
0110	200.133.175.96	.97 a .110	200.133.175.111
0111	200.133.175.112	.113 a .126	200.133.175.127
1000	200.133.175.128	.129 a .142	200.133.175.143
1001	200.133.175.144	.145 a .158	200.133.175.159
1010	200.133.175.160	.161 a .174	200.133.175.175
1011	200.133.175.176	.177 a .190	200.133.175.191
1100	200.133.175.192	.193 a .206	200.133.175.207
1101	200.133.175.208	.209 a .222	200.133.175.223
1110	200.133.175.224	.225 a .238	200.133.175.239
1111	200.133.175.240	Reservada	Ninguna

Tabla A- 1 Direcciones de red

B. Direcciones Privadas

Con la proliferación de la tecnología IP a escala mundial, un creciente número de empresas sin conexión a Internet utilizan esta tecnología y sus capacidades de direccionamiento para comunicaciones dentro de la empresa, sin intención de conectarse a otras empresas o a Internet. Con el tamaño actual de la Internet y su tasa de crecimiento, es probable que estas organizaciones necesiten cambiar las direcciones IP de sus "hosts" públicos si necesitan conexión a Internet.

Los "hosts" dentro de las empresas que utilicen IP pueden dividirse en 3 categorías:

Categoría 1: "hosts" que no requieren acceso a "hosts" en otras empresas o en Internet. Los "hosts" dentro de esta categoría pueden utilizar direcciones IP que no son ambiguas dentro de la empresa pero pueden ser ambiguas entre empresas.

Categoría 2: "hosts" que necesitan acceso a un conjunto limitado de servicios externos (por ejemplo correo electrónico, FTP, noticias, login remoto) que pueden manipularse a través de "gateways". Para muchos "hosts" en esta categoría un acceso externo sin restricciones puede ser innecesario y aún indeseable por razones de privacidad y/o seguridad. Tal como los "hosts" dentro de la primera categoría, se pueden utilizar direcciones IP que no son ambiguas dentro de la empresa pero que son ambiguas entre empresas.

Categoría 3: "hosts" que necesitan acceso externo. Los "hosts" en esta categoría requieren direcciones IP que son globalmente no ambiguas.

Las direcciones que se asignan a los "hosts" en la primera y segunda categorías se les conoce como privadas. Las direcciones IP de los "hosts" de la tercera categoría se les considera públicas.

La Autoridad de Números Asignados de Internet (*Internet Assigned Numbers Authority IANA*) ha reservado los siguientes tres bloques de direcciones IP para las redes privadas:

10.0.0.0 - 10.255.255.255
172.16.0.0 - 172.31.255.255
192.168.0.0 - 192.168.255.255

El primer bloque es una red clase A, el segundo bloque es un conjunto de 16 redes clase B contiguas y el tercer bloque es un conjunto de 256 redes clase C contiguas. De esta forma, las direcciones privadas asignadas serán únicas en la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Black, Uyles
Redes de Computadores. Protocolos, normas e interfaces.
2ª. Edición.
Ed Addison-Wesley Iberoamericana
E.U. 1993.
- Comer, Douglas E.
Redes de Computadoras, Internet e Interredes
Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana.
México, 1997.
- Tanenbaum, Andrew S.
Redes de Computadoras.
3ª. Edición.
Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana.
México, 1997.
- Halsall, Fred
Data Communications, Computer Networks and OSI.
2ª. Edición.
Ed. Addison-Wesley Publishing Company
Inglaterra, 1989.
- Sanders, Douglas H.
Informática, Presente y Futuro.
Ed. McGraw-Hill
1ª. Edición
México, 1990.
- Nance, Barry
Introduction to Networking.
Ed. Que
1994
- Carballar, José A.
El Libro de las Comunicaciones del PC. Técnica, programación y aplicaciones.
Ed. RA-MA
México D.F.
1997

Enciclopedia Microsoft Encarta 98.
Microsoft Corporation
1997

Manual del Usuario IBDN.
NORDX/CDT
4ª. Edición
Canadá, 1997.

Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo.
Página Web. <http://www.secodam.gob.mx>