

87
Zey



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO DE UNA RED WAN CON
TECNOLOGIA FRAME - RELAY**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A N :

**RUBEN REAL RIOS
FELIPE PADILLA GOMEZ**

DIRECTOR DE TESIS: ING. DAVID SANCHEZ GALLEN.

CO-DIRECTOR: ING. SERGIO AMBRIZ MAGUEY.



CIUDAD UNIVERSITARIA.

1998.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

268681



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.

A mis Padres

por su apoyo y
enseñanza
durante tanto
tiempo.

A mis Hermanos

por aguantarme tanto.

A Rubí

por tu apoyo
y
comprensión.

A mis Amigos

Matus, Carlos, Rubén,
Fernando 1 y Fernando 2,
Toño, Jorge y Miguel y los
que pueda omitir por su
sincera e incondicional
amistad.

Dedico mi esfuerzo a todos ustedes

Rubén Real Ríos

A mi Padre

Difícil de expresar
en unas líneas lo
que significas para
mí, pero agradezco
a la vida que me
haya dado un padre
com tú.

A mi Madre

Por haberme dado
la vida.

A mi Esposa

Gracias por tu amor
y comprensión.

A mi Hija

Gracias por darme
la alegría de vivir.

Con Amor a todos ustedes,

Felipe Padilla Gómez

Agradecemos

A la Universidad Nacional Autónoma de México (nuestra “Máxima Casa de Estudios “ y a la Facultad de Ingeniería.

Por darnos la oportunidad de tener un espacio, una identidad y pertenecer a la gran familia universitaria.

A nuestros maestros

Por habernos dado los conocimientos que nos han permitido mejorar nuestra calidad de vida y contribuir con nuestro grano de arena para el mejoramiento de la humanidad.

A David

Por habernos transmitido, conocimiento y experiencia, de una forma paciente y sabia.

Gracias también por tu invaluable amistad.

A Sergio

Por su gran apoyo y valiosa guía.

A Global One

Por darnos los elementos de información requeridos para realizar este trabajo.

A Teléfonos de Noroeste

Por permitirnos analizar su red.

A nuestros compañeros y amigos

Que entre risas y sufrimientos crearon de nuestro tiempo en la Universidad un momento inolvidable.

Con sinceridad,

Rubén y Felipe

INDICE

Parte I La Necesidad de las Redes de Comunicación de Datos

Capitulo 1 ¿Que es el diseño de Redes de Datos ?	1
1.1 ¿Qué es una red de datos ?	1
1.2 ¿Qué comprende el diseño de una red ?	3
1.3 Historia de la red Telefónica en el mundo	3
1.3.1 La evolución de las redes de voz a las de datos	5
1.3.2 Historia de las redes de datos	6
1.4 La Revolución de las Redes de Datos	7
1.5 La Necesidad de una Red de Datos	8
1.5.1 La Red para las Empresas	8
1.5.2 La Red para las Personas	9
1.6 La Clasificación de las Redes	10
1.6.1 Redes de Area Local (LAN - Local Area Networks)	12
1.6.2 Redes Metropolitanas (MAN - Metropolitan Area Networks)	13
1.6.3 Redes de Area Amplia (WAN - Wide Area Networks)	13
1.6.4 Interredes (Internetworks)	15
1.7 El Software de Redes	15
1.7.1 Jerarquías de Protocolos	15
1.7.2 Tópicos de Diseño por Capas	18
1.7.3 Interfaces y Servicios	19
1.7.4 La Relación entre Servicios y Protocolos	20
1.8 Modelos de Referencia	21
1.8.1 El Modelos de Referencia OSI	21
1.8.2 La Arquitectura Red TCP/IP	26
1.8.3 Systems Network Architecture (SNA)	29
1.9 Estandarización de Redes	30
1.9.1 Quien es quien en el Mundo de las Telecomunicaciones	31
1.9.2 Quien es quien en el Mundo de los Estándares Internacionales	33

PARTE II Los Fundamentos

Capitulo 2 Circuitos, Servicios y Hardware de Acceso	34
5.3 Las Bases Teóricas de las Comunicaciones de Datos	34
5.3.1 Análisis de Fourier	34
5.3.2 Señales de Ancho de Banda Limitada	35
5.3.3 La Velocidad Máxima de un Canal	37
5.4 Datos, Señalización y Transmisión	38
5.5 Medios de Transmisión	42
5.5.1 Medios Magnéticos	42
5.5.2 Par Trenzado	43
5.5.3 Cable Coaxial	44
5.5.4 Fibra Optica	45
5.5.5 Medios de Transmisión no Guiados	46
5.6 Codificación de Datos	47
5.6.1 Datos Digitales, Señales Analógicas	47
5.6.2 Datos Digitales, Señales Digitales	49
5.6.3 Datos Analógicos, Señales Digitales	52
5.7 Multiplexaje	53
5.8 Tipos de Transmisión	55
5.8.1 Simplex, Half Duplex y Full Duplex	55
5.8.2 Transmisión Síncrona y Asíncrona	56
5.9 Tipos de Circuitos y Servicios	56
5.9.1 Punto a Punto	57
5.9.2 Líneas Conmutadas (Dial Up)	57
5.9.3 Líneas Privadas	57
5.9.4 Líneas Multidrop	58
5.10 Topologías de Red	58
5.10.1 Punto a Punto	58
5.10.2 Multipunto o Bus Común	59
5.10.3 Estrella	59
5.10.4 Loop o Anillo	60
5.10.5 Malla	61
5.11 Servicios Orientados a Conexión y Orientados a No-Conexión	61
5.12 Equipos Utilizado en las Redes de Datos	62
5.12.1 Repetidores	63
5.12.2 Conductores de Línea/Modems de Distancia Limitada	63
5.12.3 Channel Service Unit (CSU)/Data Service Unit (DSU)	63
5.12.4 Concentradores LAN (HUBs Inteligentes)	64
5.12.5 Punetes (Bridges)	65
5.12.6 Enrutadores (Routers)	69
5.12.7 Compuertas (Gateways)	70

Parte III Tecnologías de Conmutación de Datos

Capitulo 3 Redes De Conmutación de Paquetes	72
3.1 Antecedentes	72
3.1.1 Conmutación de circuitos.	72
3.1.2 Conmutación de Paquetes.	72
3.1.3 Protocolo de Red	73
3.1.4 Protocolo Nativo.	73
3.1.5 Protocolo de Interface Estándar	73
3.2 Principios de la transmisión de paquetes	75
3.2.1 Ensamblaje del Paquete	75
3.2.2 Encabezado del Paquete	76
3.2.3 Campo de Datos del Paquete	76
3.2.4 Transporte del Paquete	77
3.2.5 Formato del Frame	77
3.3 Protocolo X.25	77
3.3.1 Nivel físico	77
3.3.2 Nivel de enlace	78
3.3.2.1 Tipos de Frame	79
3.3.2.2 Levantamiento del Enlace	80
3.3.2.3 Transferencia de Datos.	80
3.3.2.4 Desconexión del Enlace.	80
3.3.2.5 Formatos de los Frames.	80
3.3.2.6 Procedimientos para el levantamiento del Nivel de Enlace.	81
3.3.2.7 Transferencia de Datos.	82
3.3.2.8 Procedimientos de desconexión del Nivel de Enlace.	83
3.3.3 Nivel de paquete	84
3.3.3.1 Tipos de Paquetes.	85
3.3.3.2 Establecimiento de Llamada.	86
3.3.3.3 Transferencia de Datos.	86
3.3.3.4 Terminación de Llamada.	86
Capitulo 4 Conmutación de Frames - FRAME RELAY	87
4.1 Antecedentes	87
4.2 Definición de Frame Relay	88
4.3 Recomendaciones de los organismos internacionales que especifican Frame Relay	92
4.3.1 Estándares de CCITT	92
4.3.2 Extensiones de LMI y soluciones propietarias	94
4.4 Características de Frame Relay	97
4.5 Estructura del protocolo	98
4.5.1 OSI Y Frame Relay	98
4.5.2 Estructura del Protocolo de la Capa 2 de OSI (Enlace)	99
4.6 Teoría de la Transmisión de Frame Relay	100

4.6.1 Encapsulamiento de Frame Relay	101
4.7 Componentes de una red Frame Relay	102
4.7.1 Area de Acceso	102
4.7.2 Area de Transporte.	103
4.7.3 Facilidades de las interfaces T1/E1	104
4.8 Estructura del Frame Q.922 A	105
4.9 Arquitectura de Direccionamiento.	107
4.10 Fases de conexión y desconexión en Frame Relay	109
4.10.1 Fase de Inicialización de un Enlace Lógico.	109
4.10.2 Fase de Transferencia de datos	109
4.10.3 Fase de Desconexión.	110
4.11 Operaciones y servicios en Frame Relay	110
4.12 Acceso a una red Frame Relay	112
4.13 Recomendaciones ANSI T1.617	114
4.14 Administración del ancho de banda	117
4.14.1 Reglas de admisión de ancho de banda	117
4.15 Manejo de congestión en Frame Relay	118
4.15.1 Procedimientos utilizados para evitar la congestión de red.	119
4.15.2 Procedimientos de impedimento de congestión de red a usuario	120
4.15.3 Procedimiento de recuperación en caso de congestión	121
4.15.4 Fases de recuperación de congestión	121
4.16 Servicios de Frame Relay (Desde el punto de vista de la red)	122
4.17 Proveedores de servicio de frame relay	125
4.18 Aplicaciones en una red frame relay con conmutadores de datos	
Alcatel Data Networks (ADN).	126
4.19 Administración de una Red Frame Relay	130
Capitulo 5 Conmutación de Celdas	133
5.1 El Modelos de Referencia de ATM y B-ISDN	134
5.2 Los Estándares de ATM	137
5.3 Teoría de Operación	137
5.3.1 Estructura de la Celda	137
5.3.2 Encabezado de la Celda	139
5.3.3 Multiplexaje Asíncrono	139
5.4 Arquitectura de ATM	140
5.5 Servicios	141
5.6 Funcionamiento	142
5.7 Beneficios y Comparaciones	142
5.8 Perspectivas sobre ATM	143
5.9 Comparaciones de Servicios	143

Parte IV Diseño de Redes de Datos

Capitulo 6 Definición de Requerimientos	145
6.1 Definición de requerimientos	145
6.1.1 Requerimientos de usuario desde el punto de vista del diseñador.	146
6.1.2 Características del Tráfico.	146
6.1.3 Protocolos	150
6.1.4 Consideraciones de tiempo y retardos	152
6.1.5 Conectividad	154
6.1.6 Disponibilidad, confiabilidad y mantenimiento	155
6.1.7 Cantidad de control del usuario	155
6.1.8 Expandibilidad, escalabilidad y evolución	156
6.1.9 Aspectos de servicio	156
6.1.10 Manejo de presupuesto para la red	157
6.2 Análisis de tráfico y planeación de capacidad	158
6.2.1 Creando una matriz de tráfico	158
6.2.1.1 Distribución Asimétrica vs. Simétrica	158
6.2.1.2 Creando la matriz de tráfico	158
6.2.1.3 Interpretando la matriz de tráfico	160
6.2.2 Cálculo de paquetes, frames y celdas	161
6.2.2.1 Paquetes, frames, celdas por segundo	161
6.2.2.2 Efectos del 'overhead' (encabezamiento)	161
6.2.3 Cálculo de Patrones de Tráfico	162
6.2.3.1 Comportamiento estadístico del tráfico de usuario.	163
6.2.3.2 Características de la llegada de tráfico de datos	163
6.2.3.3 Modelado del encolamiento de datos	163
6.2.3.4 Utilización y Capacidad	164
6.2.3.5 Desbordamiento (overflow) de buffer	165
6.2.3.6 Modelaje de lo "desconocido"	166
6.2.4 Desempeño	166
6.2.4.1 Tópicos generales de desempeño de una red de paquetes	166
6.2.4.2 Implementación del Protocolo	167
6.2.4.3 Velocidades y Conectividad	167
6.2.5 Diseñando por picos	167
6.2.5.1 Cálculos en la Hora Pico	168
6.2.6 Retardo	168
6.2.6.1 Causas del retardo	168
6.2.6.2 Retardo en la conmutación de paquetes, mensajes y celdas.	169
6.2.6.3 Retardo en los servicios de datos	169
6.2.7 Disponibilidad y confiabilidad	170
6.2.7.1 Disponibilidad	170
6.2.7.2 Confiabilidad	171
6.2.7.3 Mediciones de Desempeño Adicionales.	172
6.2.8 Planes para capacidad futura	173

Capítulo 7 Proceso de Selección del Proveedor	173
7.1 Proceso de Requisición de Información (RFI)	174
7.2 Proceso de Requerimiento de Propuestas (RFP)	174
7.2.1 Estructura del RFP	174
7.2.2 Analizando la respuesta del RFP	175
7.3 Seleccionando a los Proveedores	175
7.3.1 Matriz de requerimientos y Método de pesos	176
7.3.2 Puntos críticos a considerar	177
7.3.3 Promesas de los vendedores y soporte	179
7.3.4 Experiencia del proveedor	179
7.3.5 Tiempos de entrega prometidos y reales	179
7.3.6 Proveedores Propietarios	179
7.4 Relación entre diseñador y proveedor	180
7.5 Acuerdos de estrategia usuario-proveedor	180
7.6 Niveles de servicio	180
7.7 Capacidades de administración de red.	181
7.8 Negocio futuro de la empresa	182
Capítulo 8 Diseño de la Red de Acceso	183
8.1 Niveles de diseño	183
8.1.1 Diseño a nivel de usuario y aplicación.	183
8.1.2 Diseño de la red de acceso.	184
8.1.3 Diseño de la red de transporte.	184
8.2 Requerimientos de la red de acceso	184
8.2.1 Interfaces y Conectividad física	184
8.2.2 Soporte a protocolos.	185
8.2.3 Arquitectura y Tecnología	186
8.2.4 Características, Funciones y Servicios Requeridos.	186
8.3 Requerimientos de capacidad de la red de acceso	186
8.3.1 Carga en los dispositivos de acceso y Utilización del enlace.	187
8.3.2 Diseño del Nodo de Acceso	188
8.3.3 Factores de carga, utilización y fallas anticipadas	189
8.3.4 Eficiencias del Multiplexaje Estadístico.	190
8.3.5 Capacidad Futura.	191
8.3.6 Estilo	191
8.3.6.1 Estilo basado en la distribución geográfica	191
8.3.6.2 Acceso Ubicuo	191
8.3.6.3 Acceso Jerárquico.	192
8.3.7 Accesos ubicuos contra jerárquicos	193
8.4 Terminación del diseño de la red de acceso	194
8.4.1 Verificación de inteligencia de las aplicaciones del usuario	194
8.4.2 Número y tipos de nodos de acceso.	195
8.4.3 Diseño de los circuitos de acceso	195
8.4.4 Topologías de la red de acceso	196

Capitulo 9 Diseño del Backbone de la Red	196
9.1 Requerimientos del Backbone.	196
9.1.1 Interfaces.	198
9.1.2 Protocolos.	198
9.1.3 Arquitectura y Tecnología.	198
9.1.4 Característica, Funciones y Servicios	199
9.2 Capacidad requerida del Backbone	200
9.2.1 Selección del nodo Backbone	200
9.2.2 Factores de utilización, carga y anticipación de fallas.	202
9.2.3 Capacidad total del Backbone	202
9.2.4 Definición de Ruteo	204
9.2.5 Capacidad Futura.	204
9.3 Tipos de Topología.	205
9.3.1 Estrella	205
9.3.2 Loop (Anillo)	206
9.3.3 Malla o malla completa.	207
9.3.4 Nodos de acceso cadenas de margarita.	208
9.3.5 Backbones dentro de Backbones.	209
9.4 Estrategias para la Topología de un Backbone	211
9.4.1 Topologías deseables por tecnología.	211
9.4.2 Requerimientos que manejan a la Topología.	211
9.4.3 Topologías Híbridas	212
9.5 Direccionamiento	213
9.6 Afinación de la Red.	214
9.6.1 Tamaños de paquete y frame	214
9.6.2 Segmentación	215
9.6.3 Retardo en la transferencia de datos puerto-a-puerto	215
9.6.4 Tamaños de Ventana.	215
9.6.5 CIR (Committed Information Rate) y ráfagas	216
Capitulo 10 Operación y Mantenimiento	218
10.1 Documentación	218
10.1.1 Documento del Plan de Ingeniería.	218
10.1.2 Documento de Operación y Mantenimiento (O&M).	219
10.2 Matriz de responsabilidades.	220
10.3 Definición de la Administración de la Red.	221
10.3.1 Los usuarios demandan una mejor administración de la red.	221
10.3.2 Evolución de la administración de los elementos de la red.	221
10.3.3 Administración de una red según ISO.	222
10.3.4 Administración del vendedor de la red vs. OSI	222
10.4 Facturación.	223
10.5 Seguridad	223
10.6 Capacitación	224

Parte V Caso Práctico (Diseño de la Red Pública de Datos TELNORPAQ)

Capitulo 11 Caso Práctico.	225
11.1 Acotamiento del proyecto	225
11.2 Análisis de mercado.	226
11.3 Definición de requerimientos.	226
11.4 Análisis de requerimientos.	227
11.5 Diseño de la red (acceso y backbone)	235
11.6 Definición del RFP y Publicación	253
11.7 Respuesta al RFP	255
11.7.1 Resumen Ejecutivo	256
11.7.2 Descripción de los equipos	256
11.7.3 Descripción de la solución	256
11.7.3.1 Topología	256
11.7.3.2 Protocolos Soportados	257
11.7.3.3 Equipos involucrados	257
11.7.4 Plan de implementación	257
11.7.5 Capacitación	258
11.7.6 Precios	259

Conclusiones

Anexos.

 A. Request For Proposal (RFP)

Bibliografía

Introducción

En la presentación de este trabajo tenemos en mente, uno de los grandes sueños del hombre la "teletransportación". Cada día el hombre crea tecnologías que le permiten viajar con mayor rapidez, obtener información en forma instantánea, comunicarse en una forma global e inmediata. Dicho sueño nos está llevando a romper las barreras de la velocidad buscando nuevos medios, tecnologías y elementos que sirven para nuestro desarrollo, entre estas innovaciones se encuentran las redes de computadoras, que definitivamente forman parte medular de la sociedad actual, como el mejor ejemplo podemos citar a la red de redes "Internet".

El desarrollo de este trabajo obedece a uno de los pasos fundamentales de la creación de una red de computadoras, su diseño.

Para la creación de este trabajo consultamos una serie de fuentes en diversos idiomas, buscando alguno que hablará en una forma completa del diseño de una red, desafortunadamente nos dimos cuenta que los profesionales del área de las telecomunicaciones no contamos con una bibliografía de esta naturaleza, es por esto que detectamos la necesidad de crear una tesis que pueda servir como referencia en los diversos aspectos del diseño, no solo en los aspectos puramente técnicos, sino en la gran diversidad de elementos que un diseñador debe enfrenar, proveyendo una metodología para la concepción, instalación y operación de redes de computadoras.

La tesis inicia con una serie de enfoques sobre la necesidad de las redes de computadoras, permitiendo al lector de entender no solo el presente de esta magnífica área sino un futuro indicado por los mismos expertos del área, posteriormente realizamos una recopilación de bases teóricas que pensamos son de fundamental importancia para la comprensión de este trabajo. Una vez que las bases fueron establecidas presentamos una metodología del diseño de redes la cual nos indica los pasos a seguir para el diseño práctico que consiste en el diseño de una red pública de datos con tecnología Frame Relay, ideada para satisfacer las necesidades de transporte de datos de diversas empresas del Noroeste del país.

En dicho caso práctico ejemplificamos con datos reales los pasos por los que pasó esta interesante red (Red Pública de Datos de Teléfonos del Noroeste) la cual fue la primera en su género en toda Latino América, marcando un hecho importante en el presente y futuro del desarrollo tecnológico de nuestro país.

Sinceramente esperamos que este trabajo sea útil para los futuros profesionales del área de las telecomunicaciones y les brinde el legado de experiencias en el sector que nosotros estamos tratando de dejar y colaborar con esto al desarrollo creciente de nuestro país.

PARTE 1 La Necesidad de las Redes de Comunicación de Datos

Capítulo 1 ¿Qué es el diseño de Redes de Datos?

El diseño de redes de datos es un amplio campo de estudio que engloba varios campos de las comunicaciones - arquitecturas, topologías, estándares, servicios, protocolos, técnicas de transporte de datos, análisis/planeación y otros.

En años anteriores la infraestructura de telecomunicaciones estaba basada sobre tecnología de voz (analógica), por lo que las comunicaciones de datos se tuvieron que adaptar al mundo analógico. Una serie de desarrollos en la tecnología de transporte de la información dieron lugar a la digitalización de las redes de transporte, lo cual ha sido el factor más importante en la evolución y aceleración de la era de la información.

El objetivo de esta tesis es mostrar todos los aspectos de diseño de una red para poder tomar decisiones inteligentes y satisfacer las necesidades tanto técnicas como económicas de los usuarios de la misma. El conocimiento de los principios habilitará al Ingeniero de Diseño o Administrador a diseñar exitosamente una red de datos desde su concepción hasta su instalación. Este capítulo se enfoca en la definición del diseño de redes de datos al mencionar una breve historia de las comunicaciones de voz y datos; como la aparición de las nuevas tecnologías influye en los diseñadores, así como la globalización de la información y la descentralización de poder de cálculo como han creado una revolución en las redes de datos.

1.1 ¿Qué es una red de datos ?

Cada uno de los siglos pasados han sido dominados por una sola tecnología. El siglo 18 fue el tiempo de la revolución industrial y con ésta los grandes sistemas mecánicos. El siglo 19 fue la época de las máquinas de vapor. Durante el siglo 20 la tecnología clave ha sido la obtención, procesamiento y distribución de la información. Entre otros desarrollos, hemos visto la instalación de redes telefónicas mundiales, la invención del radio y la televisión, el nacimiento y crecimiento imprecendente de la industria de la computación y el lanzamiento de satélites de comunicación.

Debido al rápido crecimiento tecnológico, estas áreas están convergiendo y las diferencias entre obtención, transporte, almacenamiento y procesamiento de la información están desapareciendo. Organizaciones con cientos de oficinas alrededor del mundo rutinariamente esperan examinar el actual estado de sus operaciones con el simple hecho de oprimir un botón. La demanda por sistemas de información más sofisticados crece con el hecho de tener más capacidad para la obtención, procesamiento y distribución de la información.

Aunque la industria de la computación es relativamente joven respecto a otras industrias (automovilística y la de la transportación aérea), las computadoras han hecho progresos espectaculares en poco tiempo. Durante

sus primeras dos décadas, los sistemas de cómputo fueron altamente centralizados, usualmente dentro de un solo cuarto gigante, el cual normalmente tenía paredes de vidrio por medio del cual los visitantes podían observar el maravilloso mundo electrónico que se encontraba en él.

La unión de las computadoras y las telecomunicaciones ha tenido una profunda influencia en la forma en que los sistemas de cómputo están organizados. El concepto de "centro de cómputo" como un cuarto con una gran computadora a la cual los usuarios traían sus trabajos para procesamiento es ahora obsoleto. El viejo modelo de una sola computadora sirviendo todas las necesidades computacionales de una organización ha sido reemplazado por uno en el cual un gran número de computadoras independientes pero interconectadas hacen el trabajo. Estos sistemas son los llamados "**redes de computadoras**" y el diseño y organización de dichas redes es el tema de esta tesis.

A través de esta tesis utilizaremos el término de "red de computadoras" para describir una colección de computadoras *autónomas interconectadas* entre sí. Se dice que dos computadoras están interconectadas si son capaces de intercambiar información. Esta conexión no necesita ser por medio de cables de cobre; también pueden utilizarse fibra óptica, microondas, o satélites de comunicación. El requerimiento de que dichas computadoras sean autónomas implica el hecho de excluir sistemas los cuales tienen una relación maestro/esclavo. Si una computadora puede iniciar, detener o controlar a otra se dice que esta última no es una computadora autónoma. Es importante aclarar que un sistema con una unidad de control (CPU) y muchos dispositivos esclavos no es una red sino una computadora con impresoras remotas y terminales.

En muchos libros existe un gran confusión entre redes de computadoras y **sistemas distribuidos**. La diferencia fundamental es que en un sistema distribuido, la existencia de múltiples computadoras autónomas es transparente al usuario. El usuario puede teclear un comando para ejecutar un programa, y se ejecuta. Es responsabilidad del sistema operativo seleccionar el mejor procesador, encontrar y transportar todos los archivos de entrada al procesador y mandar el resultado al sitio adecuado.

En otras palabras el usuario de un sistema distribuido no sabe si existen múltiples procesadores; a él le parece interactuar con un simple procesador virtual. La organización de los trabajos a los procesadores y de los archivos a los discos, el movimiento de los archivos de donde están almacenados a donde son necesarios, son todas estas, funciones del sistema operativo y deben ser automáticas.

En una red los usuarios deben *explícitamente* entrar a una máquina, *explícitamente* ejecutar los trabajos remotamente, *explícitamente* mover los archivos de un lugar a otro y administrar la red personalmente. En un sistema distribuido no se tiene que hacer casi nada explícitamente; todo es hecho por el sistema sin que el usuario tenga conocimiento de ello.

Como se puede deducir en efecto un sistema distribuido es un sistema de software construido para operar sobre una red. El software le da el grado de

transparencia ligando todas las funciones automáticamente. De esta forma la diferencia entre un sistema distribuido y una red radica en el software más que en el hardware.

1.2 ¿Qué Comprende el Diseño de una Red ?

El diseño de una red es un término difícil de definir debido a que engloba e interactúa con casi todas las porciones de un negocio. Los datos son elementos que representan información. Los datos pueden residir en computadoras de diferentes tamaños, dispositivos de almacenamiento y aún en el cerebro humano (aunque esto es cuestionado algunas veces). Las unidades de datos son agrupados en bits y bytes, y estas unidades en múltiples formas de flujo de datos. La transportación de flujos de datos sobre un medio es llamado transporte de datos. El medio utilizado es llamado "red", la cual se extiende del puerto de salida de un dispositivo de usuario al puerto de entrada de un dispositivo de usuario remoto.

Una red de datos, cuando es diseñada eficientemente se convierte en las arterias que dan vida a una organización, pero puede ser profundamente perjudicial cuando es diseñada incorrectamente.

El diseño de una red de comunicación de datos se define como la creación de un sistema completo de comunicaciones, definiendo accesos de usuario (ingresos y egresos), medios de transporte, elementos del transporte de datos y todos los factores internos y externos los cuales afectan, administran o interactúan con los medios de comunicación. Este dominio incluye el hardware, software, administración y otros subconjuntos de la red de comunicaciones. En esta tesis nos enfocaremos en el diseño de la red tanto a nivel micro como a nivel macro - desde la arquitectura detallada y diseño aplicativo, al diseño a nivel de sistema. De esta forma el diseño de una red de datos comprenderá muchos otros aspectos como:

- Hardware de una red,
- Software,
- Administración de la red,
- Facturación,
- Seguridad,
- Procesamiento y entradas de órdenes,
- Help Desk y grupo de soporte técnico.

1.3 Historia de la Red Telefónica en el Mundo

La historia de la telefonía se remonta desde el invento del teléfono en 1876 por Alexander Graham Bell posteriormente comenzó la fase de interconexión de los aparatos telefónicos primero por medio de líneas privadas punto a punto y posteriormente por medio de centrales de conmutación en forma manual con lo cual nació la era de las telecomunicaciones. Empresas como Western Union y

National Bell Company la cual se convertiría en American Bell Telephony Company comenzaron a disputarse los derechos de la telefonía en los Estados Unidos, pero gracias a un acuerdo firmado en 1879 la Western Union se quedaba solo con el negocio de telegrafía, dejando el negocio de la telefonía a la American Bell Telephony Company; Es ésta última compañía la cual forma al gigante de las telecomunicaciones AT&T (American Telephony and Telegraph company) en 1885 para manejar el negocio de las largas distancias en USA. AT&T creció tanto que en el año de 1900 absorbió a la compañía Bell que le dio origen, organizando en 1911 a diversas compañías por regiones creando las llamadas Bell Associated Companies. El monopolio de AT&T fue dividido por el congreso de USA dando pauta a la creación de los famosos Baby Bells:

- Pacific Telesis
- US West
- South Western Bell
- Bell South
- Ameritech
- NYNEX
- Bell Atlantic

Los cuales solo podían proveer servicios regionalmente dejando el servicio de larga distancia a - AT&T, MCI y SPRINT- para proveer las conexiones entre los Baby Bells.

En Europa y el resto del mundo la industria telefónica ha evolucionado de una forma similar a los Estados Unidos. La mayoría de los proveedores de telecomunicaciones son administradas por el gobierno de cada país a través de entidades llamadas PTTs (Postal Telephone and Telegraph).

TELMEX en Mexico fue administrada por el gobierno durante muchos años hasta que fue vendida a manos privadas, es importante notar que TELMEX a su vez ha sido organizada en varias compañías entre las cuales se puede mencionar TELNOR (Telefonos del Noroeste) que proporciona los servicios de comunicaciones en el área Noroeste del País, así como en varias otras como TELCEL (Telefonía Celular), RedUno (Provee servicios de venta de equipos de comunicaciones y soporte técnico a empresas), etc.

Un hecho importante ha marcado la evolución de las comunicaciones del país: en el año 1997 Mexico se abre a la competencia en el área de larga distancia y continuará en otras áreas, empresas como AVANTEL y ALESTRA (Formadas por los gigantes MCI y AT&T respectivamente) compiten contra TELMEX en el mercado mexicano.

Gracias al desarrollo del transistor, de la fibra óptica y de las técnicas de multiplexaje por tiempo TDM (Time Division Multiplexing) que será explicado mas adelante en la parte 2 de esta tesis, permitieron la digitalización de los sistemas de transmisión al 100 por ciento. Las facilidades digitales de transmisión se han extendido hasta los edificios de los usuarios pudiendo ofrecer servicios como ISDN (Integrated Services Digital Network) que

desafortunadamente no se ofrece en Mexico al día de hoy.

1.3.1 La Evolución de las Redes de Voz a las de Datos

Gracias a las técnicas de conversión de señales analógicas a digitales es posible manejar la voz como una aplicación más en una red de datos.

Una vez que las compañías experimentan la efectividad de las comunicaciones de datos, estas inician una dependencia en su propia red. Una vez que una compañía utiliza la red de datos, no existe límite de su potencial. Fax, aplicaciones de trabajo de grupo, correo electrónico, redes de área local, PBX (Public Branch Exchange) para aplicaciones de voz, mainframes, terminales y comunicación de computadoras son solo algunos ejemplos de cómo una red de datos excede por mucho el tráfico generado en una red de voz.

Tecnologías como SHD/SONET han revolucionado la forma de transmisión de datos proveyendo en la actualidad la conectividad a aplicaciones que utilizan grandes cantidades de ancho de banda. Este tipo de tecnologías es el utilizado actualmente por los proveedores de telecomunicaciones.

Diversos tipos de tráfico son transmitidos sobre una típica red de comunicación de datos, incluyendo:

- Voz,
- Datos,
- Video,
- Teleconferencias,
- Imágenes,
- Multimedia,
- Facsimile, etc.

Estos tipos de tráfico transportan diversas aplicaciones de proceso distribuido como:

- Acceso a archivos en tiempo real,
- Compartición de gráficos de alta-resolución,
- Aplicaciones de bases de datos distribuidas,
- Acceso a bases de datos remotamente,
- Sistemas de correo electrónico y de mensajería,
- CAD/CAM/CAE/CIM
- Imágenes Médicas,
- Interconexión de redes locales,
- Transferencias de archivos masivos,
- Sistemas de Control e Inventarios,
- Video Conferencia,
- Catálogos y Bases de datos en línea,
- Diseño Industrial
- Pruebas de productos,
- Aplicaciones Financieras, etc.

La lista anterior continúa creciendo. Tan rápido como existe ancho de banda disponible, nuevas aplicaciones son desarrolladas para aprovecharlo.

1.3.2 Historia de las Redes de Datos:

Un hecho fundamental en el avance de las telecomunicaciones y el inicio de la era de las redes de datos es sin duda el telégrafo, en este invento se dio el primer protocolo de comunicación que fue el código Morse, el cual es un código binario (se utilizan dos símbolos para la comunicación, el punto y la línea), también se utiliza la primera interface que vendría siendo el dispositivo utilizado por el operador del telégrafo, y dado lo anterior también nace el primer servicio de comunicaciones de datos, la telegrafía vía terrestre.

El telégrafo juega un papel fundamental durante la guerra civil norteamericana para las armadas del norte hecho por cual podríamos decir que el primer usuario que utilizó las redes de comunicaciones de datos fue la milicia.

Muchos sistemas de procesamiento de datos y los primeros sistemas de computadoras fueron desarrollados durante la segunda guerra mundial, la necesidad de integrar centros de control y mando, sistemas de armamento y sensores, redes de voz y computadoras después la guerra provocó la creación de sistemas de comunicación interconectados que permitieran controlarlos en forma centralizada. Este fue el inicio de la arquitectura de telecomunicaciones del departamento de defensa (DOD).

DOD estableció la Agencia para investigaciones de proyectos avanzados ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network). ARPANET fue establecida en 1971 como la primera red de conmutación de paquetes.

Esta red conectaba tanto localidades militares y civiles, como las universidades. En 1983 una mayoría de los usuarios de ARPANET, incluyendo europeos y contingentes de la orilla del pacífico fueron divididos para formar la red de datos de la defensa DDN (Defense Data Network) -también referida como MILNET. Algunas localidades de los Estados Unidos y Europa restantes del ARPANET inicial están integrados en el DARPA Internet, el cual provee conectividad a muchas universidades y redes de telecomunicaciones nacionales.

Las redes basadas en host o anfitriones accesadas por terminales locales y remotas se desarrollaron a través del uso de redes privadas y servicios de conmutación de paquetes. El primer ejemplo de ello es la arquitectura de sistemas de red de IBM (SNA). Esta arquitectura provee la plataforma para que muchas terminales tontas se comuniquen con un host inteligente o mainframe en forma jerárquica. Esta jerarquía se desarrolló porque la inteligencia estaba en el host, mientras las terminales tenían muy poca inteligencia residente (debido al costo) y dependían totalmente de las aplicaciones residentes en el host.

En 1974 con el advenimiento de Ethernet, creación de Xerox, las redes

de área local fueron el siguiente gran avance en las redes de comunicación de computadoras. La llegada de las arquitecturas cliente/servidor y los procesos distribuidos nos trajo a las comunicaciones modernas de hoy.

1.4 La Revolución de las Redes de Datos

La década de los '90s han permitido la revolución de las tecnologías de datos de área amplia "Broadband Technologies" o en forma más precisa tecnologías de "ancho de banda sobre demanda". Esta década puede también ser llamada la época del "Internetworking", simplemente por la interacción de las tecnologías de banda amplia, sus servicios y las redes locales. Algunas de las tecnologías de conmutación que representan el mercado de datos emergente incluyen:

- Frame Relay,
- SMDS (DQDB)
- FDDI/CDDI
- B-ISDN
- ATM
- SONET/SDH

La industria de las comunicaciones de datos está siendo revolucionada por la aparición de nuevas tecnologías y servicios - ofreciendo mayor control al usuario en puntos importantes como el requerimiento de ancho de banda por demanda, permitiendo obtener grandes tubos de ancho de banda y la integración de aplicaciones multimedia. Las comunicaciones de datos están obteniendo una importancia de carácter global ya que la aparición de las tecnologías mencionadas anteriormente (SMDS, ATM y SONET/SDH) prometen proveer una interface para una interconectividad mundial. Líneas privadas internacionales están siendo instaladas rápidamente usando cables de fibra óptica transoceánicos para ligar los diversos continentes. La década de los 90's es la época de las grandes alianzas internacionales; cada día se obtienen noticias de una nueva alianza entre empresas ya sean entre "carriers", proveedores de hardware, PTTs, agencias gubernamentales, y pequeñas compañías quienes llenan el nicho de mercado en los 90's. Esta tendencia continuará incrementándose hasta formar grandes bloques de empresas gigantes tratadas de monopolizar el mercado.

1.5 La Necesidad de una Red de Datos

1.5.1 La Red para las Empresas

Muchas compañías utilizan un número considerable de computadoras, frecuentemente separadas por grandes distancias. Por ejemplo las empresas bancarias que cuentan con sucursales y edificios corporativos a nivel nacional o quizás mundial para poder captar clientes o proveer una mayor gama de servicios, así como para su propio control interno, cuentan con una gran diversidad de computadoras que mantienen las aplicaciones tanto del negocio como de su propia administración (nóminas, inventarios, créditos, contabilidad, etc). Estas computadoras requieren en un momento dado de ser conectadas entre ellas para compartir información y otros recursos.

Lo más importante de este tema es la *compartición de recursos* y el objetivo es crear programas, equipos y especialmente datos disponibles a cualquier usuario de la red sin importar la localidad física del recurso o del usuario.

Una segunda meta es proveer una *alta confiabilidad* al tener varias fuentes de suministro. Por ejemplo todos los archivos pueden ser duplicados en dos o tres computadoras, para que en el caso de que alguna de ellas falle, se puedan utilizar las otras copias. Además de que la presencia de múltiples CPUs significa que si alguno de ellos falla, los otros pueden desarrollar el trabajo apesar de algún problema de funcionamiento. Para campos como el militar, financiero, control de tráfico aéreo, seguridad en aplicaciones nucleares y muchas otras aplicaciones, la posibilidad de continuar operando a pesar de algún problema de hardware es más que importante.

Otra meta es el *ahorro de dinero*. Las PC's tiene una mejor relación precio/funcionamiento respecto a computadoras mayores. Este hecho ha causado que los diseñadores de sistemas construyan sistemas basados en computadoras personales, una por usuario, con datos almacenados en uno o más servidores de archivo. En este modelo el usuario es llamado el "cliente" y el sistema en general es llamado modelo "cliente/servidor".

En el modelo cliente/servidor, la comunicación es vía un mensaje de requerimiento del cliente al servidor pidiendo la ejecución de un trabajo. El servidor una vez que desarrolla el trabajo envía la respuesta al cliente.

Otra meta de las redes de datos es la *escalabilidad*, la habilidad de incrementar en forma parcial el poder de funcionamiento del sistema en la medida que la carga de trabajo se incrementa al sólo añadir más procesadores. Con los sistemas centralizados "mainframes" cuando el sistema está al 100 de ocupación, se debe reemplazar por uno mayor, usualmente provocando un gran costo y una interrupción en las operaciones considerable. En el modelo cliente servidor nuevos clientes o servidores son incorporados en la medida que se requiere.

La necesidad de una red de computadoras obedece también al hecho de incrementar la productividad de la empresa ya que provee un poderoso medio de comunicación entre los empleados separados geográficamente. Utilizando la

red, es fácil para dos o más personas que se encuentran lejos una de la otra escribir un reporte por ejemplo o trabajar en el mismo archivo. Cuando un empleado efectúa un cambio en un documento en línea, los demás pueden ver el cambio inmediatamente, en lugar de esperar mucho tiempo por el documento. En un futuro más cercano el uso de las redes de datos mejorarán cada vez más las comunicaciones entre los humanos.

1.5.2 La Red para las Personas

Al comienzo de esta década, las redes de computadoras iniciaron a dar servicio a los individuos directamente en sus hogares. Estos servicios y sus motivaciones son diferentes a los de una corporación descritos anteriormente. Por ejemplo podemos mencionar los siguientes:

- a) Acceso remoto a la información
- b) Comunicación Interpersonal
- c) Entretenimiento Interactivo.

El acceso remoto a la información se puede dar en diversas formas. Una de las áreas en las cuales ya se está progresando es el área financiera. Muchas personas ya pueden realizar operaciones financieras como pago de créditos, manejo de sus cuentas de banco e inversiones electrónicamente. Las compras por computadora son cada día más populares, ya que dan la capacidad de inspeccionar en línea los catálogos de miles de compañías. Algunos catálogos pronto proveerán la oportunidad de ver un video instantáneo del producto al sólo seleccionar el nombre del producto con el apuntador del ratón o "mouse".

Los periódicos podrán ser accedidos en línea y podrán personalizarse. Será posible requerir a los periódicos la información sobre corrupciones políticas, escándalos de celebridades, y epidemias pero no la información deportiva por ejemplo. En la noche mientras el individuo esté durmiendo, el periódico electrónico será descargado en su computadora o impreso en su impresora láser. En una escala pequeña este servicio ya se provee en algunos países.

Otra aplicación existente es el acceso a sistemas de información como el World Wide Web, el cual contiene información acerca de arte, negocios, cocina, gobierno, salud, historia, pasatiempos, recreación, ciencia, deportes, viajes y muchísimos otros tópicos.

Las anteriores aplicaciones involucran la interacción de una persona y una base de datos remota. La segunda categoría de uso de una red será la interacción entre personas, la cual es la respuesta en el siglo XXI al invento del teléfono en el siglo XIX. El correo electrónico o "e-mail" es ya ampliamente utilizado por millones de personas y ya contiene en forma rutinaria audio y video.

El correo electrónico en tiempo real permitirá a los usuarios comunicarse con un mínimo de retraso en forma audiovisual. Esta tecnología está haciendo

posible tener reuniones virtuales llamadas "videoconferencias", entre personas localizadas en lugares distantes. Se dice algunas veces que existe una competencia entre la transportación y las comunicaciones y la vencedora hará a la otra obsoleta. Las videoconferencias se pueden utilizar para dar clases en forma remota, obtener opiniones médicas de especialistas distantes y otras numerosas aplicaciones.

Los grupos de discusión mundiales o "newsgroups" hacen posible la compartición de opiniones sobre casi cualquier tema entre un grupo selecto de personas y que crece cada día más.

La tercera categoría es el entretenimiento, el cual es una industria gigantesca y crece cada día más. La aplicación más importante en este caso es el video sobre demanda o "Video on demand". Esta aplicación permitirá seleccionar cualquier película o programa de televisión realizado en cualquier época, o país y poder ser visto en forma instantánea en su monitor. La televisión en vivo podría ser interactiva, con el auditorio participando en los programas.

Por otro lado una aplicación interesante es el "video game" o juegos de video, en donde ya en este momento es posible tener varias personas en tiempo real involucradas en el mismo juego, por ejemplo en los simuladores de vuelo que permiten a un jugador tratar de derribar al otro u otros en tiempo real. Si a este tipo de aplicaciones se introduce una mejoría en el sonido, imágenes tridimensionales con movimiento en tiempo real con calidad fotográfica, obtendríamos una especie de realidad virtual.

En breve, la capacidad de mezclar información, comunicaciones interpersonales y entretenimiento seguramente incrementará en forma masiva las redes de computadoras o de datos.

1.6 La Clasificación de las Redes

Es tiempo de cambiar nuestra atención de las aplicaciones y los aspectos sociales de una red a los aspectos técnicos involucrados en el diseño de una red. No existe una clasificación aceptada dentro de la cual todas las redes de computadoras puedan ser representadas, pero existen dos clasificaciones que sobresalen en importancia: Por su tecnología y por su magnitud.

Las redes se pueden clasificar por su tecnología utilizada como:

- 1.- Redes "Broadcast"
- 2.- Redes Punto a Punto

Las "Redes Broadcast" tiene un solo canal de comunicación el cual es compartido por todas las máquinas dentro de la red. Pequeños mensajes llamados *paquetes* (en ciertos contextos), son enviados por una máquina y son recibidos por todas las demás. Un campo de dirección dentro del paquete especifica para quién es. Al recibir el paquete, una máquina chequea el campo de dirección, si el paquete es dirigido a ella lo procesa y si no sólo lo ignora.

Los sistemas Broadcast generalmente tiene la posibilidad de dirigir este

paquete a todos los destinos utilizando un código especial en el campo de direcciones. Cuando un paquete con este código es transmitido, es recibido y procesado por todas las máquinas dentro de la red. Este modo de operación se conoce como "**broadcasting**". Algunos sistemas broadcast soportan la transmisión sólo a un grupo de máquinas lo cual se conoce como "**multicasting**".

Por el contrario, las redes **punto a punto** consisten de muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. Para ir de fuente a destino en un sistema de este tipo un paquete quizás tenga que cruzar por una o más máquinas intermedias. Frecuentemente se encuentran múltiples rutas de longitud diversa por lo cual los algoritmos de enrutamiento juegan un papel importante en las redes punto a punto. Como una regla general (aunque existen sus excepciones) redes pequeñas tienden a utilizar sistemas broadcast, mientras que redes grandes normalmente son punto a punto.

Un criterio alternativo para clasificar las redes es por su escala. En la siguiente figura damos una clasificación de este género:

Distancia entre procesadores	Procesadores en el mismo:	Ejemplo
0.1 m	Tarjeta	Máquinas de Flujo de Datos
1 m	Sistema	Multicomputadora
10 m	Cuarto	Red Local (LAN)
100 m	Edificio	Red Local (LAN)
1 Km	Campus	Red Local (LAN)
10 Km	Ciudad	Red Metropolitana (MAN)
100 Km	País	Red de Área Amplia (WAN)
1,000 Km	Continente	Red de Área Amplia (WAN)
10,000 Km	Planeta	INTERNET

En la parte superior de la figura están las *máquinas de flujo de datos*, las cuales son computadoras altamente paralelas con muchas unidades funcionales trabajando sobre el mismo programa. Posteriormente vienen las *multicomputadoras* que son sistemas que se comunican por medio de mensajes sobre pequeños pero veloces "buses". Después de las multicomputadoras vienen las redes reales, que son computadoras que intercambian mensajes sobre cables más largos. Estas se pueden dividir dentro de redes locales, metropolitanas y de área amplia. Finalmente la conexión de dos o más redes es llamada "internetwork". La distancia es importante en la clasificación métrica debido a las diferentes técnicas que se utilizan a diferentes escalas. En la siguiente sección daremos una breve introducción a este tipo de hardware de redes.

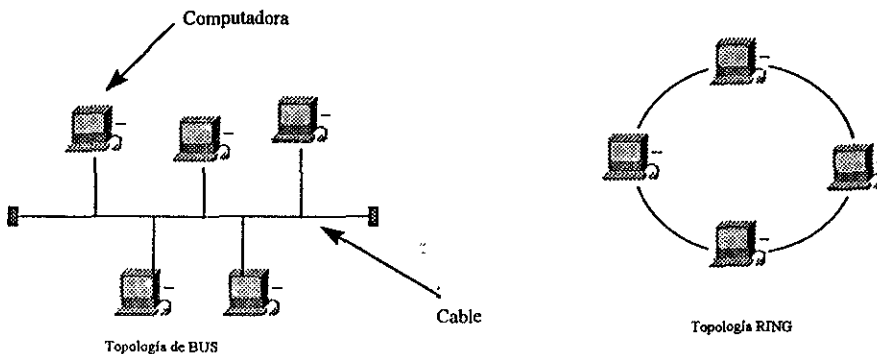
1.6.1 Redes de Area Local (LAN - Local Area Networks)

Las redes de area local, generalmente llamadas LANs, son redes privadas dentro de un edificio o campus de algunos pocos kilómetros de distancia. Son ampliamente utilizadas para conectar computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas y fábricas para compartir recursos (como archivos, impresoras, modems, etc) e intercambiar información. Las LANs se distinguen de otras clases de redes por tres características: (1) Su tamaño, (2) Su tecnología de transmisión, (3) Su topología.

Las LANs son restringidas en tamaño, lo cual significa que se puede conocer el peor de los casos de tiempos de transmisión por adelantado. Conociendo esta información se hace posible utilizar ciertas clases de diseños que en otro caso no sería posible contemplar. Esto también simplifica la administración de la red.

Las LANs frecuentemente utilizan una tecnología de transmisión consistente en un simple cable al cual se conectan todas las máquinas. Las LANs tradicionales operan a velocidades de 4 a 100 Mbps, teniendo un mínimo retardo (decimas de microsegundos) y tiene pocos errores de transmisión. Nuevas LANs pueden operar a mayores velocidades, hasta cientos de megabits/segundo.

Se pueden utilizar varias topologías para "broadcasts" LANs. La siguiente figura muestra dos de ellas.



En la topología Bus (un cable lineal), una máquina es en cualquier instante la máquina maestro y puede transmitir. Las demás máquinas deben esperar para su transmisión. Se requiere un mecanismo para resolver los conflictos cuando dos o mas máquinas quieren transmitir al mismo tiempo. El mecanismo de control puede ser centralizado o distribuido. IEEE 802.3, llamado popularmente **Ethernet**, por ejemplo es una red broadcast basada en una topología de bus con control descentralizado; opera a una velocidad de 10 a 100 Mbps. Las computadoras en una red Ethernet pueden transmitir cuando ellas lo deseen; si dos o más paquetes colisionan, cada computadora debe esperar un

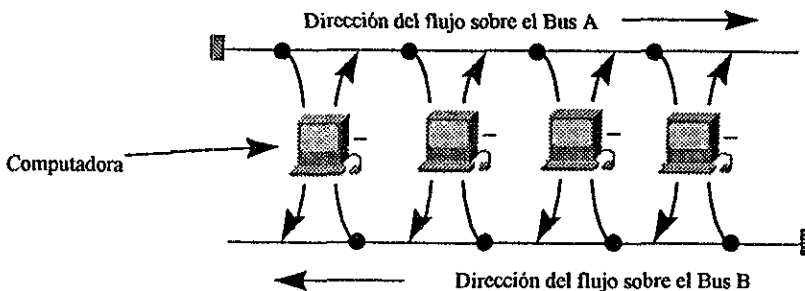
tiempo aleatorio y probar posteriormente.

Un segundo tipo de sistema broadcast es el anillo o "RING". En un anillo cada bit comienza a propagarse sin esperar al resto de los bits del mismo paquete. IEEE 802.5 (Token Ring de IBM), es una LAN popular basada en anillos operando a velocidades de 4 a 16 Mbps.

1.6.2 Redes Metropolitanas (MAN- Metropolitan Area Networks)

Una red de área metropolitana o MAN es básicamente una versión mayor de una LAN y normalmente utiliza tecnologías similares. Puede cubrir un grupo de oficinas corporativas cercanas o una ciudad y puede ser pública o privada. Una MAN puede soportar tanto aplicaciones de voz como de datos y puede estar relacionada con la red de televisión por cable. Una MAN tiene uno o dos cables y no contiene elementos de conmutación que derivan los paquetes sobre una o varias potenciales líneas de salida. El hecho de no tener que conmutar simplifica el diseño.

El hecho principal de distinguir las redes MANs como una categoría especial, es que se ha adoptado un estándar propio. Este estándar es el llamado DQDB (Distributed Queue Dual Bus) or IEEE 802.6. DQDB consiste en dos buses (cables) unidireccionales a los cuales todas las computadoras son conectadas, como se muestra en la figura. Cada bus tiene un cabezal (Head-end), que es un dispositivo que inicia la actividad de transmisión. El tráfico que es destinado para una computadora a la derecha del transmisor utiliza el bus superior. El tráfico a la izquierda utiliza el bus inferior.



Arquitectura de la red de área Metropolitana DQDB

Un aspecto importante en una MAN es que hay un medio broadcast (para 802.6, dos cables) al cual todas las computadoras son conectadas. Esto simplifica enormemente el diseño comparado a otras clases de redes.

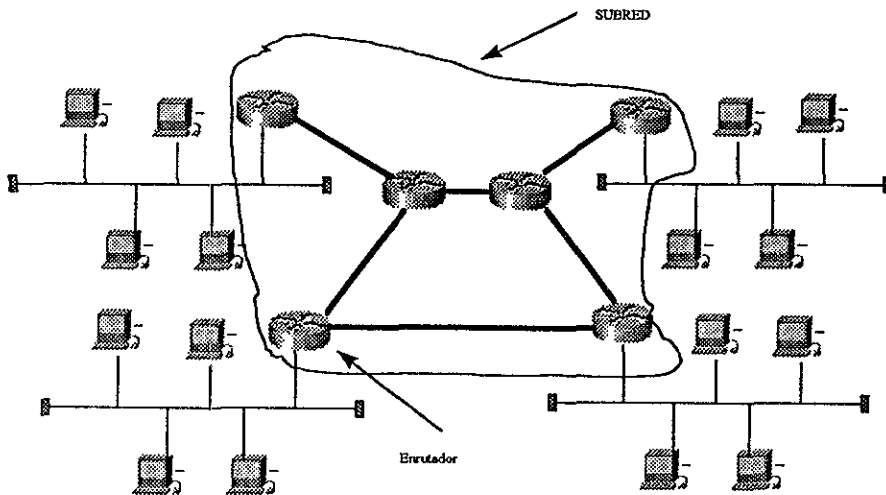
1.6.3 Redes de Area Amplia (WAN -Wide Area Networks)

Una red de area amplia o WAN, se dispersa sobre una gran área

geográfica, frecuentemente sobre un país o un continente. Contiene una colección de máquinas que ejecutan programas de usuarios, estas máquinas se denominan **Hosts**. Los hosts están conectados por una **subred de comunicaciones**. El trabajo de una subred es llevar mensajes de un host a otro, de la misma forma que un sistema telefónico lleva palabras del parlante al escuchante. Al separar los aspectos solo de comunicación de la subred de los de aplicación de los hosts, el diseño se simplifica grandemente.

En la mayoría de las redes de área amplia, la subred consiste de dos distintos componentes: líneas de transmisión y elementos de conmutación. Las líneas de transmisión (también llamadas **circuitos, canales o troncales**) mueve los bits entre las máquinas.

Los elementos de conmutación son computadoras especializadas usadas para conectar dos o más líneas de transmisión. Cuando los datos arriban sobre una línea de entrada, los elementos de conmutación deben elegir una línea de salida para enviar los paquetes sobre ella. En este modelo como se muestra en la figura, cada host es conectado a una LAN en la cual existe un **enrutador o elemento de conmutación**. La colección de las líneas de comunicación y los enrutadores (no los hosts) forman una subred.



RELACION ENTRE HOSTS Y SUBRED

En la mayoría de las WANs, la red contiene numerosos cables o líneas telefónicas, cada una conectando un par de enrutadores. Si dos enrutadores que no comparten el mismo cable desean comunicarse, deben hacerlo indirectamente, vía otros enrutadores. Cuando un paquete es enviado de un enrutador a otro vía uno o más enrutadores intermedios, el paquete es recibido en su totalidad por cada enrutador intermedio, almacenado ahí hasta que la línea de salida esté libre y después es adelantado por esta vía. Una subred que

utiliza este principio es llamada **punto a punto**, “**store and forward**” o de **conmutación de paquetes**. Cuando estos paquetes son pequeños y del mismo tamaño son frecuentemente llamados celdas.

Cuando una subred punto a punto es utilizada, un tópico importante de diseño es la topología de interconexión entre los enrutadores. Estas topologías pueden ser de tipo estrella, Anillo, Arbol, Malla completa, Anillo Intersectado o Irregular.

1.6.4 Interredes (Internetworks)

Muchas redes que existen en el mundo poseen hardware o software distintos. Personas conectadas a una red frecuentemente quieren comunicarse con personas conectadas a una diferente. Este deseo requiere conectar diferentes y normalmente incompatibles redes, algunas veces usando máquinas llamadas compuertas o **gateways** para efectuar la conexión y proveer las translaciones necesarias tanto en hardware como en software. Una colección de redes interconectadas es llamada **interred o solo internet**.

Por otro lado Internet (Con I mayúscula) significa una interred mundial que es ampliamente utilizada para conectar universidades, oficinas gubernamentales, compañías y últimamente individuos privados.

1.7 El Software de Redes

Las primeras redes de computadoras fueron diseñadas pensando en hardware como lo más importante. Esta estrategia no se aplica ahora. El software de red es altamente estructurado. En esta sección se examinarán las técnicas de estructuración del software.

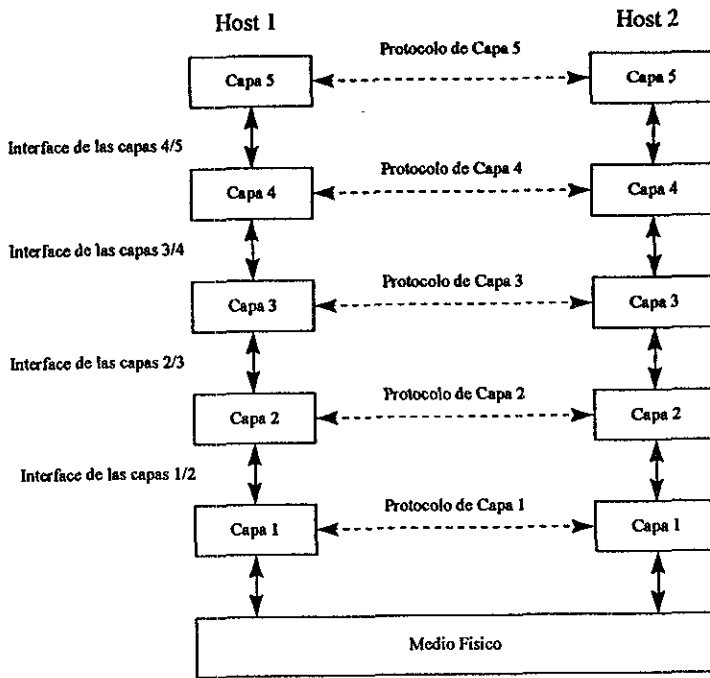
1.7.1 Jerarquías de Protocolos

Para reducir la complejidad en el diseño, la mayoría de las redes están organizadas como una serie de niveles (**levels**) o capas (**layers**), cada una construida sobre una inferior. El número de capas, su nombre, el contenido de cada una y la función de estas difiere de una red a otra. Sin embargo el propósito de cada capa es ofrecer ciertos servicios a las capas superiores, escondiendo a estas los detalles de cómo son implementados los servicios ofrecidos.

La capa n en una máquina establece una conversación con la capa n sobre la otra máquina. Las reglas y convenciones utilizadas en esta conversación son conocidas colectivamente como **protocolo** de capa n . Básicamente, un protocolo es un acuerdo entre las partes que se comunican sobre cómo procederá la comunicación.

Una red de cinco capas se ilustra en la siguiente figura. Las entidades comprendidas en las capas correspondientes sobre diferentes máquinas son llamados **peers**. En otras palabras, es este “peer” el que se comunica utilizando

el protocolo.



Capas, Protocolos e Interfaces

Realmente, no se transfiere ningún dato directamente de la capa n sobre una máquina a la capa n de la máquina remota. En lugar de esto, cada capa pasa datos e información de control a la capa inferior inmediata, hasta que se alcanza la capa más baja. Abajo de la capa 1 está el **medio físico** a través del cual ocurre la comunicación. En la figura se muestra comunicación virtual por medio de líneas punteadas y comunicación física por medio de líneas sólidas.

Entre cada par de capas adyacentes existe una **interface**. La interface define cuáles operaciones primitivas y servicios ofrece la capa inferior a la capa superior. Cuando un diseñador de redes decide cuantas capas incluir en una red y lo que deben hacer cada una de ellas, una de las consideraciones más importantes es la definición de interfaces claras entre las capas. El hacer esto implica, que cada capa desarrolle una colección de funciones específicas bien entendidas. Además de minimizar la cantidad de información a intercambiar entre capas, una interface bien definida permite el reemplazamiento de una implementación de una capa con una implementación completamente diferente (por ejemplo todas las líneas telefónicas se pueden reemplazar con canales satelitales), debido a que lo único que se requiere de la nueva implementación es ofrecer exactamente el mismo conjunto de servicios a las capas superiores.

que ofrecía la vieja implementación.

Al conjunto de capas y protocolos se conoce como **arquitectura de red**. La especificación de una arquitectura debe contener suficiente información para permitir al implementador escribir los programas o construir el hardware para cada capa para que puede obedecer al protocolo apropiado. A la lista de protocolos utilizados por un cierto sistema se conoce como **stack de protocolos**.

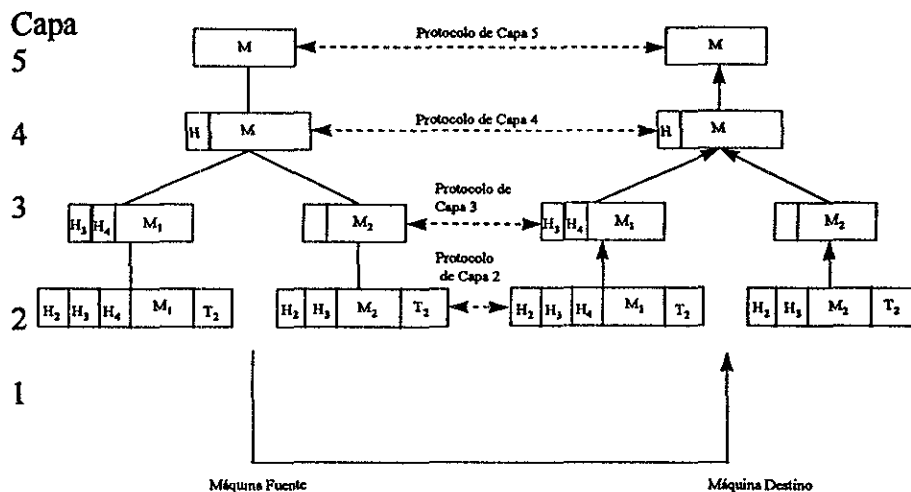
Consideremos el siguiente ejemplo: Cómo proveer comunicaciones a la capa más alta de la red de capa-cinco de la figura anterior. Un mensaje, M , es producido por un proceso de aplicación ejecutándose en la capa 5 y se lo pasa a la capa 4 para su transmisión. La capa 4 le pone un **encabezado o header** en frente del mensaje para identificar al mensaje y pasa el resultado a la capa 3. El encabezado incluye información de control, tal como números de secuencia, para permitir a la capa 4 sobre la máquina destino enviar el mensaje en el orden correcto si las capas inferiores no mantienen la secuencia. En algunas capas, los encabezados también contienen tamaños del mensaje y otros campos de control.

En muchas redes, no hay límite del tamaño de mensajes transmitidos por protocolo de la capa 4, pero casi siempre se impone un límite en el protocolo de capa 3. Consecuentemente, la capa 3 debe dividir los mensajes entrantes en pequeñas unidades o paquetes, añadiendo un encabezado a cada paquete, en este ejemplo M es dividido en dos partes M_1 y M_2 .

La capa 3 decide cuál de las líneas de salida utilizar y pasar los paquetes a la capa 2. La capa 2 añade no solo el encabezado a cada pieza si no una **cola o trailer** y proporciona la unidad resultante a la capa 1 para su transmisión física. En la máquina receptora, los mensajes fluyen hacia arriba, de una capa a otra, y los encabezados son removidos como las unidades van fluyendo. Ninguno de los encabezados de las capas abajo de la n pasan hasta la capa n .

Una cosa importante de comprender de la siguiente figura es la relación entre la comunicación virtual y la real y las diferencias entre protocolos e interfaces. El proceso "peer" en la capa 4, por ejemplo, conceptualmente piensa que su comunicación es horizontal, usando el protocolo de capa 4. Cada uno probablemente tiene un procedimiento llamado *EnviaAlOtroLado* y *ObtieneDelOtroLado*, aunque estos procedimientos realmente se comunican con las capas inferiores a través de la interface $\%4$ y no con el otro lado.

La abstracción de procesos "peers" es crucial en todo diseño de redes. Utilizándolo, la compleja tarea de diseñar una red completa puede ser dividida en varios pequeños problemas de diseño, llamados diseño de capas individuales.



Ejemplo de flujo de Información suportando comunicación virtual en la capa 5

1.7.2 Tópicos de Diseño por Capas

Algunos de los tópicos de diseño que suceden en las redes de computadoras, están presentes en varias capas. En esta sección mencionaremos algunos de ellos.

Cada capa necesita un mecanismo para identificar transmisores y receptores. Ya que una red tiene normalmente muchas computadoras, algunas de las cuales tienen múltiples procesos, se requiere de un medio para que un proceso en una máquina especifique con quien quiere hablar. Como consecuencia de tener múltiples destinos, se requiere alguna forma de direccionamiento para especificar una dirección específica.

Otro conjunto de decisiones de diseño se refiere a las reglas de transferencia de archivos. En algunos sistemas, los datos sólo viajan en una dirección (**simplex communications**). En otros pueden viajar en cualquier dirección, pero no simultáneamente (**Half-duplex communications**). En algunos otros puede viajar en ambas direcciones a la vez (**full-duplex communications**). El protocolo debe determinar cuántos canales lógicos tiene la conexión, y cuales son sus prioridades. Muchas redes proveen al menos dos canales lógicos por conexión, uno para datos normales y otro para datos urgentes.

El control de errores es un tópico importante debido a que los circuitos de comunicación no son perfectos. Muchos códigos de detección y corrección de errores se conocen, pero ambos extremos de la conexión deben acordar cual se utilizará. Además el receptor debe tener alguna forma de decirle al transmisor cuáles mensajes han sido recibidos y cuales no.

No todos los canales de comunicación preservan el orden de los mensajes que son enviados. Para tratar con una posible pérdida de secuencia, el protocolo debe proveer alguna forma de control al receptor para permitirle ordenarlos nuevamente. Una obvia solución es numerar las piezas, pero esta solución aun no considera qué se tiene que hacer con las piezas que llegan en desorden.

Un tópico que sucede en cada capa es como decir que un rápido transmisor esta hundiendo a un lento receptor con datos. Se han propuesto varias soluciones, algunas de ellas involucran una forma de retroalimentación del receptor al transmisor, ya sea directa o indirectamente, respecto a la situación actual del receptor. Otros limitan al transmisor al acordar una velocidad de transmisión.

Otro problema que se debe resolver en diferentes niveles es la incapacidad de todos los procesos de aceptar arbitrariamente mensajes muy largos. Esta propiedad nos lleva a un mecanismo de desensamble, transmisión y depues ensamblaje de los mensajes. Un tópico relacionado es qué hacer cuando los procesos insisten en transmitir datos en unidades que son tan pequeñas que transmitir las independientemente es ineficiente. Una solución es obtener todos los mensajes pequeños que están dirigidos a un destino común, meterlos dentro de un paquete mayor y separarlos en el otro extremo.

Cuando es inconveniente o costoso establecer una conexión separada para cada par de comunicación entre procesos, la capa afectada debe decidir utilizar la misma conexión para múltiples conversaciones no relacionadas. Así como este multiplexaje y demultiplexaje es hecho transparentemente, se puede utilizar por cualquier capa. El multiplexaje es requerido en la capa física, cuando por ejemplo todo el tráfico de todas las conexiones debe ser enviado sobre pocos circuitos físicos.

Cuando existen muchas trayectorias entre fuente y destino, se debe seleccionar una ruta. Algunas veces esta decisión se divide en dos o más capas. Por ejemplo para enviar datos de Londres a Roma, se debe tomar una decisión a alto nivel para ir vía Francia o Alemania basándose en sus respectivas leyes de privacidad y se debe tomar una decisión a bajo nivel para seleccionar uno de los muchos circuitos disponibles basados en la carga de tráfico actual.

1.7.3 Interfaces y Servicios

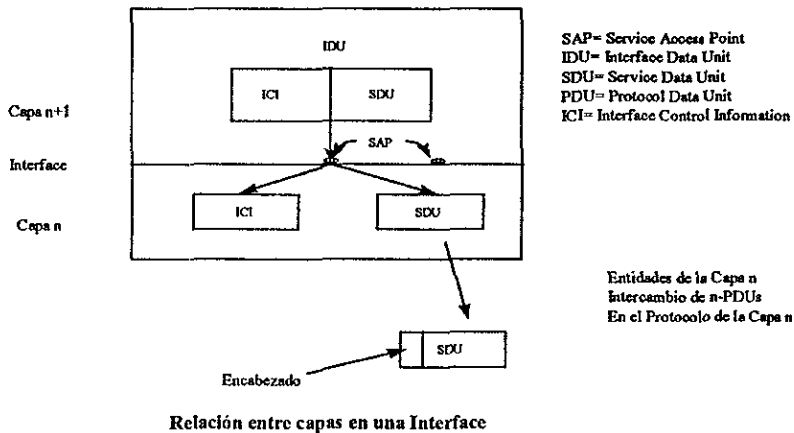
La función de cada capa es proveer servicios a las capas arriba de ella. En esta sección observaremos qué es un servicio en más detalle.

Los elementos activos en una capa se conocen como **entidades**. Una entidad puede ser una entidad de software (tal como un proceso) o una entidad de hardware (tal como un chip inteligente de I/O). Las entidades en la misma capa sobre máquinas diversas son llamadas **entidades pares** o **peer entities**. Las entidades en la capa n implementan un servicio utilizado por la capa $n+1$. En este caso la capa n es llamado el **proveedor del servicio** y la capa $n+1$ se

le conoce como **usuario del servicio**. La capa n puede utilizar los servicios de la capa $n-1$ con el objetivo de proveer su servicio. Puede ofrecer varias clases de servicios, por ejemplo comunicación rápida y costosa o lenta y barata.

Los servicios son disponibles en los **SAPs (Service Access Points)**. Los SAPs de la capa n son lugares donde la capa $n+1$ puede acceder el servicio ofrecido. Cada SAP tiene una dirección que lo identifica.

Con el objetivo de que dos capas intercambien información, tiene que existir un acuerdo sobre las reglas acerca de la interface. En una interface típica, la entidad de la capa $n+1$ pasa una **Unidad de Interface de Datos (IDU Interface Data Unit)** a la entidad de la capa n a través del SAP como se muestra en la siguiente figura:



La IDU consiste de un **SDU (Service Data Unit) Unidad de Servicio de Datos** y alguna información de control. El SDU es la información que pasa a través de la red a la entidad par y despues a la capa $n+1$. La información de control es necesaria para ayudar a la capa de abajo a realizar su trabajo pero no es parte de los datos.

Con el objetivo de transmitir el SDU, la entidad de la capa n quizás tiene que fragmentarlo dentro de varias piezas, a cada una de las cuales se le asigna un encabezado y se envía como un **PDU (Protocol Data Unit) Unidad de protocolo de datos** tal como un paquete. Los encabezados del PDU son utilizado por las entidades pares para llevar su protocolo par. Identifican cuáles PDUs contienen datos y cuáles contienen información de control, proveyendo números de secuencia, contadores y más infromación.

1.7.4 La Relación entre Servicios y Protocolos

Servicios y protocolos son conceptos distintos, aunque se confunden frecuentemente. Sin embargo es muy importante la distinción que la volvemos a enfatizar. Un *servicio* es un conjunto de operaciones (primitivas) que provee una capa a la capa superior. El servicio define qué operaciones puede desarrollar la capa a nombre de sus usuarios, pero no dice cómo estas operaciones son implementadas. Un servicio se relaciona con una interface entre dos capas, con la capa inferior siendo el proveedor del servicio y la capa superior siendo el usuario del servicio.

Un *protocolo*, en contraste, es un conjunto de reglas que gobiernan el formato y significado de los frames, paquetes o mensajes que son intercambiados por las entidades pares dentro de la capa. Las entidades utilizan protocolos con el objetivo de implementar sus servicios definidos. Son libres de cambiar sus protocolos, mientras no cambie el servicio a los usuarios. En este caso el servicio y el protocolos son completamente separados.

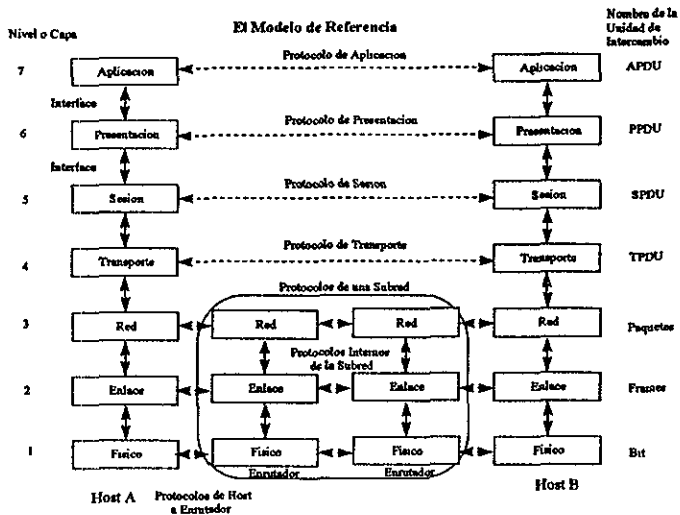
1.8 Modelos de Referencia

Después de haber visto las redes por capas en abstracto, es el momento de observar algunos ejemplos. En esta sección discutiremos el modelo de referencia OSI y dos importantes arquitecturas de red: TCP/IP y SNA.

1.8.1 El Modelo de Referencia OSI

El modelo de referencia OSI se muestra en la siguiente figura. Este modelo se basa sobre una propuesta desarrollada por la Organización Internacional de Estándares (ISO International Standards Organization), como primera etapa hacia una estandarización internacional de protocolos. El modelo es conocido como **OSI (Open Systems Interconnection) Reference Model** porque trata la interconexión de sistemas abiertos - sistemas que están abiertos a la comunicación con otros sistemas -.

El modelo OSI tiene siete capas, en esta parte de la tesis mostraremos brevemente cada una de las capas del modelo. Es importante notar que el modelo OSI no es una arquitectura de red porque no especifica los servicios y protocolos exactos a ser usados en cada capa. Solo menciona qué debería hacer cada una de las capas. Sin embargo ISO ha producido estándares también para cada una de las capas, aunque estos no son parte del modelo de referencia.



Nivel Físico

El nivel físico está dedicado a la transmisión de bits sobre un canal de comunicaciones. Los tópicos de diseño tratan de asegurarse que cuando un extremo envía un bit 1 el extremo contrario no lo reciba como un bit 0. Las preguntas comunes en este nivel son: cuántos volts se deben usar para representar un 1 y cuántos para un 0, cuántos microsegundos debe durar un bit, si la transmisión puede proceder simultáneamente en ambas direcciones, cómo se establece una conexión inicial y cómo se cancela cuando han terminado ambos lados, cuántos pines tiene el conector de una red y para qué es utilizado cada pin. Los tópicos de diseño tienen que ver con las partes mecánicas, eléctricas y procedurales de las interfaces, así como de los medios de transmisión.

Nivel de Enlace

La principal tarea del nivel de enlace es tomar una línea de transmisión normal y transformarla en una línea que aparezca libre de errores de transmisión a la capa de red. La forma de llevar a cabo esta tarea es, permitiendo al transmisor dividir la entrada de datos en frames de datos (típicamente unos cientos o miles de bytes), transmitir los frames secuencialmente y procesar los frames de reconocimiento enviados por el receptor. Debido a que el nivel físico sólo acepta y transmite un flujo de bits sin importar el significado o estructura, es función del nivel de enlace crear y reconocer la delimitación de los frames. Esto puede ser efectuado al añadir patrones de bits especiales al principio y final del frame. Si la presencia de estos patrones de bits se presentan en la parte de datos del frame, se debe

efectuar alguna operación para evitar que estos bits sean incorrectamente interpretados como delimitadores de frames.

Una ráfaga de ruido en la línea puede destruir al frame completamente. En este caso el software de la capa de enlace del transmisor puede retransmitir el frame, sin embargo la transmisión múltiple del mismo frame puede introducir la posibilidad de la duplicación de los frames. Un frame duplicado puede ser enviado si el frame de reconocimiento se pierde. Es responsabilidad de esta capa resolver problemas causados por daño, pérdida o duplicación de frames. El nivel de enlace puede ofrecer diversas clases de servicios al nivel de red, cada uno de diferente calidad y precio diferente.

Otro tópico que surge en la capa de enlace (y casi en todas las capas superiores) es la forma de mantener a un transmisor veloz inundar con datos a un receptor más lento. Se deben emplear algunos mecanismos de regulación de tráfico para permitirle conocer al transmisor cuánto espacio de buffers (memoria temporal) tiene el receptor en ese momento. Frecuentemente esta regulación de tráfico y manejo de errores está integrado.

Si la línea puede utilizarse para transmitir datos en ambas direcciones, introduce una nueva implicación que debe ser tratada por el software de esta capa, el problema se presenta cuando los frames de reconocimiento del tráfico de A a B compiten por el uso de la línea con los frames de datos del tráfico B a A. Una solución inteligente es el uso del concepto conocido como *piggybacking* el cual será discutido en capítulos posteriores.

Las redes broadcast presentan un problema adicional, el cual es la forma de controlar el acceso a un canal común. Una capa especial de la capa de enlace (la subcapa de acceso al medio) trata con este problema.

Nivel de Red

La **capa de red** se dedica al control de la operación de la subred. Un tópico importante de diseño es determinar cuántos paquetes son enrutados de fuente a destino. Las rutas se pueden basar en tablas estáticas que son fijas en la red y cambian raramente. También pueden ser determinadas al inicio de cada conversación, por ejemplo una sesión de terminal. Finalmente, las tablas de enrutamiento pueden ser áltamente dinámicas que se podría determinar una por cada paquete, para reflejar la carga actual de la red.

Si demasiados paquetes se encuentran en la subred pueden meterse en el camino entre ellos y formar "cuellos de botellas". El control de esta congestión es función de este nivel.

Ya que los operadores de la red, pueden esperar remuneraciones por sus esfuerzos, existen normalmente funciones de contabilidad construidas en la capa de red. Al menos el software de red debe contar cuántos paquetes o caracteres, o bits son enviados por cada cliente, para producir la facturación. Cuando un paquete cruza un continente, con diferentes precios de transmisión de cada país, la contabilidad puede ser complicada.

Cuando un paquete debe viajar de una red a otra para llegar a su

destino, pueden surgir muchos problemas. El direccionamiento utilizado por la segunda red puede diferir de la primera. La segunda podría rechazar el paquete porque es demasiado largo. Los protocolos pueden diferir y más complicaciones se pueden presentar. Es función de la capa de red de resolver estos problemas y permitir a redes heterogéneas interconectarse.

En las redes broadcast, el problema de enrutamiento es simple, por lo cual es frecuentemente delgada o no existente.

Nivel de Transporte

La función básica de la **capa de transporte** es aceptar datos de la capa de sesión, dividirlos en unidades pequeñas si es requerido, pasarlos a la capa de red y asegurarse de que las piezas de datos lleguen correctamente al extremo remoto. Además esta función debe ser realizada eficientemente ya que de alguna forma se debe aislar a las capas superiores de cambios inevitables en el hardware.

Bajo condiciones normales, la capa de transporte crea una conexión de red diferente para cada una de las conexiones de transporte requeridas por la capa de sesión. Sin embargo si las conexiones de transporte requieren de un alto "throughput", puede crear múltiples conexiones de red, dividiendo los datos entre dichas conexiones para mejorar el "throughput". Por otro lado si el crear o mantener múltiples conexiones de red es muy costoso, la capa de transporte puede multiplexar varias conexiones de transporte en la misma conexión de red para reducir los costos. De cualquier forma la capa de transporte debe hacer estas funciones de multiplexaje transparentes a la capa de sesión.

La capa de transporte también determina que tipo de servicio proveer a la capa de sesión y finalmente a los usuarios de la red. La forma más popular del servicio de transporte es la de un canal punto a punto libre de errores que entrega mensajes o bytes en el orden en el que fueron enviados. Sin embargo, existen otras clases de servicios como la del transporte de mensajes aislados sin garantía del orden de entrega, y la del "broadcasting" de mensajes a múltiples destinos. El tipo de servicio se determina cuando se establece la conexión.

La capa de transporte es una verdadera capa "end to end", de fuente a destino. Significa que un programa en la máquina fuente mantiene una conversación con un programa similar en la máquina destino, usando los encabezados del mensaje y mensajes de control. En las capas inferiores los protocolos se comunican entre cada máquina y su vecino inmediato y no entre las máquinas destino y fuente finales. La diferencia entre las capas 1 a 3 y las 4 a 7 se muestran en la figura anterior.

Además del multiplexaje de varios flujos de datos en un canal, la capa de transporte debe preocuparse del establecimiento y cancelación de conexiones a través de la red. Esto requiere un mecanismo para nombrar procesos, con lo cual cada uno de los procesos de una máquina tienen forma de describir con quién desea conversar. Debe existir también un mecanismo para regular el flujo

de información. Tal mecanismo es conocido como **control de flujo** y juega un papel importante en esta capa.

Nivel de Sesión

La **capa de sesión** permite a usuarios de máquinas diferentes establecer **sesiones** entre ellos. Una sesión permite a un usuario entrar en un sistema remoto de tiempo compartido o una transferencia de archivos entre dos máquinas.

Una de los servicios de la capa de sesión es manejar el control del diálogo. Las sesiones pueden permitir que el tráfico fluya en ambas direcciones simultáneamente o sólo en una dirección a la vez.

Un servicio relacionado con la capa de sesión es el **manejo de tokens**. Para algunos protocolos es esencial que ambos extremos no intenten la misma operación al mismo tiempo. Para soportar estas actividades, la capa de sesión provee tokens que pueden ser intercambiados. Solo el extremo que posee el token puede desarrollar la operación.

Otro servicio de una sesión es la **sincronización**. Consideremos los problemas que pueden ocurrir cuando se trata de hacer una transferencia de un archivo de dos horas entre dos máquinas con una interrupción de la transferencia cuando se llevaba una hora de la misma. Después de que la transferencia fue abortada, la transferencia podría iniciar completamente otra vez y podría fallar en el mismo punto nuevamente, para evitar este problema, la capa de sesión provee una forma de insertar punto de revisión (checkpoints) dentro del flujo de datos, con lo cual después de una interrupción, sólo se debe transmitir los datos transferidos después del último punto de revisión.

Nivel de Presentación

La **capa de presentación** desarrolla ciertas funciones que son requeridas y no se desean dejar al usuario resolverlas. A diferencia de las capas inferiores que sólo están interesadas con el movimiento de datos de aquí para allá, la capa de presentación se preocupa por la sintaxis y la semántica de la información transmitida.

Un ejemplo típico de un servicio de presentación es la codificación de datos en una forma acordada. La mayoría de programas de usuario no transmiten bits en forma probabilística, intercambian información como nombres de personas, fechas, cantidades de dinero o facturas. Estos objetos están representados como cadenas de caracteres, enteros, números de punto flotante y estructuras de datos compuestas por varios objetos más simples. Diferentes computadoras usan códigos diferentes para representar caracteres (ejemplo ASCII, EBCDIC, UNICODE, etc), a los enteros como (Complemento a uno o complemento a dos) y así por el estilo. Para permitir que computadoras con representaciones distintas se comuniquen, las estructuras de datos a ser intercambiadas pueden definirse en una forma abstracta en el estándar de

codificación a ser utilizado. La capa de presentación maneja estas estructuras de datos abstractas y las convierte de la representación utilizada dentro de una computadora a la usada en la red y así en el extremo contrario.

Nivel de Aplicación

La capa de aplicación contiene una variedad de protocolos que son comunmente necesarios. Por ejemplo, existen cientos de tipos de terminales incompatibles en el mundo. Si consideramos un editor de pantalla que se supone debe trabajar sobre una red con muchos tipos de terminales distintos, cada uno con tipos diferentes de formatos, secuencias de escape para insertar y borrar caracteres, mover el cursor, etc.

Una forma de resolver este problema es definir una **terminal virtual de red NVT (Network Virtual Terminal)** que los editores y otros programas pueden incorporar. Para manejar cada tipo de terminal, se debe escribir una pieza de software para mapear las funciones de la terminal de virtual de red a la terminal de red.

Otra función del nivel de aplicación es la transferencia de archivos. Sistemas de archivos distintos difieren en sus convenciones para nombrar a los archivos, formas diferentes de representar líneas de texto y así por el estilo. El transferir un archivo entre dos sistemas diferentes requiere contemplar todo esto. Entre otras funciones se encuentran la de correo electrónico, entrada de trabajos remotos, búsqueda de directorios, etc.

1.8.2 La Arquitectura de Red TCP/IP

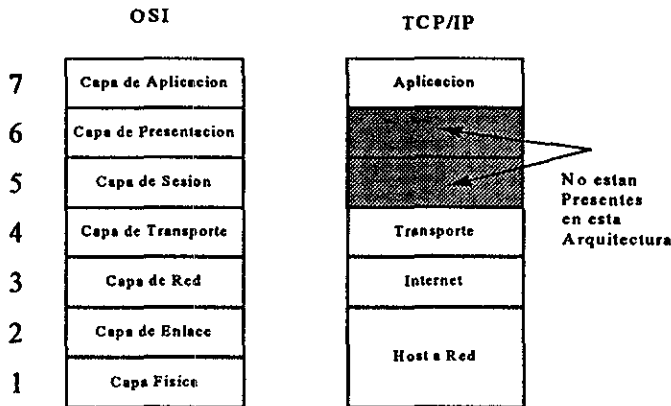
ARPANET ofreció la oportunidad de conectar múltiples redes en una forma transparente al crear una arquitectura que soportaba diferentes medios de enlaces y ofrecía aplicaciones y servicios a los usuarios de la red. Esta arquitectura se conoce con el nombre de **Transmisión Control Protocol/ Internet Protocol (TCP/IP)**, gracias a sus dos principales protocolos.

Debido a que la DoD tenía miedo de que sus enrutadores, hosts e "internetwork gateways" fueran a ser destruidos en el momento que se publicara la noticia de la red de comunicaciones, requirió un objetivo más a los diseñadores, la red tenía que sobrevivir a la pérdida de algún elemento de hardware, sin perderse las conversaciones establecidas. En otras palabras la DoD quería que las conexiones continuaran intactas el tiempo que los hosts destino y fuente estuvieran funcionando, aun cuando algunas máquinas en la red o líneas de transmisión fueran puestas fuera de servicio repentinamente. Además de esto, se necesitaba una arquitectura flexible, ya que se requerían aplicaciones diversas, desde la transferencia de archivos hasta la transmisión de voz en tiempo real.

La Capa Internet

Estos requerimientos llevaron a la selección de una red de conmutación de paquetes basada en una capa de internetwork orientada a no-conexion. Esta capa llamada **capa Internet**, es el cemento que mantiene unida toda la arquitectura. Su trabajo es permitir a los hosts inyectar paquetes a cualquier red y que viajen independientemente a su destino (potencialmente en una red diferente). Los paquetes podrían llegar en un orden diferente al que fueron enviados, en este caso es función de las capas superiores re-ordenarlos.

Esta capa define un formato de paquete oficial y un protocolo llamado (**Internet Protocol**). El trabajo de esta capa es entregar un paquete IP donde se supone que van. El enrutamiento de paquetes es claramente el tópico principal en esta capa, así como lo es el evitar la congestión. Por este hecho, es razonable decir que la capa internet de TCP/IP es muy similar en funcionalidad a la capa de red de OSI. La siguiente figura muestra la correspondencia.



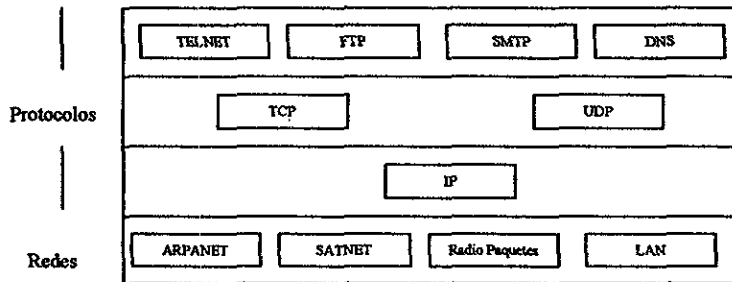
La Arquitectura TCP/IP

La Capa de Transporte

La capa arriba de la de internet en la arquitectura TCP/IP es conocida como **capa de transporte**. Está diseñada para permitir a entidades pares en los hosts destino y fuente mantener una conversación, esta es la misma función que se lleva a cabo en la capa de transporte del modelo OSI. Se han definido dos protocolos end to end. EL primero es **TCP (Trasmision Control Protocolo)** que es un protocolo confiable oreintado a conexión que permite un flujo de bytes que se origina en una máquina, ser entregados sin errores a cualquier otra máquina en la red. Fragmenta el flujo de bytes entrantes en mensajes discretos y pasa cada uno de ellos a la capa de internet. En la máquina destino el proceso TCP receptor reensambla los mensajes recibidos en el flujo de salida. TCP maneja

también el control de flujo para asegurarse que un rápido transmisor no sobrecargue de paquetes a un receptor más lento con mensajes que no puede procesar.

El segundo protocolo en esta capa es **UDP (User Datagram Protocol)**, que es un protocolo no confiable, no orientado a conexión, para aplicaciones que no necesitan el control de secuencia o de flujo de TCP. Es ampliamente utilizado por aplicaciones cliente/servidor del tipo consultas pregunta-respuesta y aplicaciones en las cuales la entrega inmediata es más importante que una entrega precisa, tal como la transmisión de voz y video. La relación entre IP, TCP y UDP se muestra en la siguiente figura. Desde que esta arquitectura fue desarrollada IP ha sido implementado en muchas otras redes.



Protocolos y Redes en la Arquitectura Inicial de TCP/IP

La Capa de Aplicación

El modelo TCP/IP no tiene capas de presentación y sesión. No se percibió ninguna necesidad por ellas, por lo que no se incluyeron. La experiencia con el modelo OSI ha demostrado que este punto de vista es correcto debido al poco uso de estas capas por la mayoría de las aplicaciones.

Sobre la capa de transporte se encuentra la **capa de aplicación**. Contiene todos los protocolos de alto nivel. Los primeros incluían la terminal virtual (TELNET), la transferencia de archivos (FTP), y el correo electrónico (SMTP), como se muestra en la figura anterior. El protocolo de terminal virtual permite al usuario sobre una máquina entrar a una máquina remota y trabajar en ella remotamente. El protocolo de transferencia de archivos provee una forma de mover datos de una máquina a otra en forma eficiente. EL correo electrónico fue originalmente sólo una clase de transferencia de archivos, pero posteriormente se desarrolló un protocolo especial para el intercambio de correo. Se han adicionado muchos otros protocolos en el correr de los años, tal como el **Domain Name Service (DNS)** para efectuar el mapeo de nombres a sus direcciones IP, **NNTP**, que es el protocolo utilizado para intercambiar artículos o temas de discusión en Internet y **HTTP (HyperText Transfer**

Protocol), que es el protocolo para traer páginas en el World Wide Web, y muchos otros.

La Capa de Host a Red

Abajo de la capa internet está un gran vacío. La arquitectura TCP/IP no dice mucho acerca de lo que sucede aquí, excepto que indica que el host se tiene que conectar a la red usando algún protocolo que pueda soportar el envío de paquetes IP sobre él. Este protocolo no está definido y varía de host a host y de red a red.

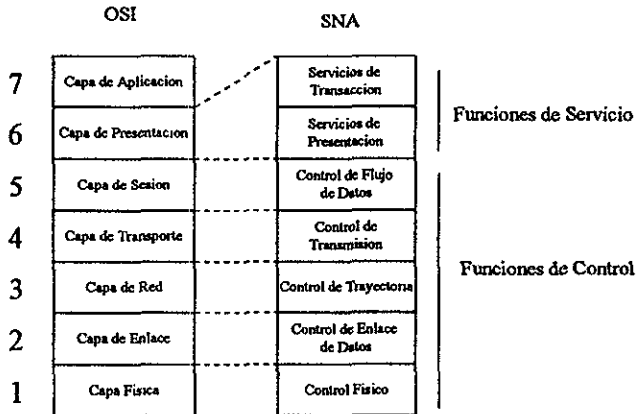
1.8.3 Systems Network Architecture (SNA)

Es una arquitectura de redes creada por IBM, la importancia de esta arquitectura se debe a que el modelo OSI se configuró tomando como base a la arquitectura SNA e incluyendo el concepto de estratificación, el número de capas seleccionadas y sus funciones aproximadas.

Antes de la aparición de SNA, IBM tenía varios cientos de productos de comunicación, utilizando tres docenas de métodos de acceso de teleproceso, con más de una docena de protocolos de enlace. La idea al crear SNA, consistió en eliminar este caos y proporcionar una infraestructura coherente para el proceso distribuido debidamente acoplado.

SNA fue un método de IBM para crear un imperio de computadoras a través de la estandarización y que giraran alrededor de procesadores mainframes y procesadores frontales (Front End Procesor). Al proveer una jerarquía de métodos de acceso a la red, IBM creó una red la cual podía acomodar una amplia variedad de usuarios, protocolos y aplicaciones, mientras conservaba el control último en el mainframe huésped y procesadores front end. El movimiento del procesamiento centralizado al distribuido ha sido un efecto producido por SNA, aunque IBM ve a SNA como un protocolo estructurado demasiado estricto para un verdadero procesamiento distribuido.

Como se mencionó las capas de la arquitectura de SNA son similares al modelo de referencia OSI. Las funciones de control de red residen en las capas física, de enlace, direccionamiento, transmisión y capa de control de flujo.



La Arquitectura SNA

1.9 Estandarización de Redes

Existen muchos vendedores y proveedores, cada uno con sus ideas propias de como se debe de hacer las cosas. Sin coordinación habría un completo caos y los usuarios no serían capaces de obtener las cosas hechas. La única forma es llegar a un acuerdo usando los estándares de redes.

No sólo el crear estándares permite a computadoras diferentes comunicarse, si no también incrementa el mercado de productos que se adhieren a los estándares, lo cual nos lleva a una producción en masa y a economías de escala en la producción, el uso de las tecnologías VLSI y otros beneficios que decrementan el precio, además de incrementar su aceptación. En esta sección veremos un poco del mundo de la estandarización internacional.

Los estándares se pueden clasificar en dos categorías los *de facto* y los *de jure*. Los **De facto** (que proviene del latín y significa los estándares “de hecho”) son aquellos que sólo han sucedido, sin ningun plan formal. La PC de IBM y sus sucesores son los estándares de facto para las computadoras de oficina ya que docenas de fabricantes han seleccionado copiar las máquinas de IBM. UNIX es el estándar de facto de los sistemas operativos en las estaciones de trabajo, etc.

Los estándares **De jure** (del latín “por ley”) por el contrario, son formales, estándares legales adoptados por algún cuerpo de estandarización autorizado. Las autoridades internacionales de la creación de estándares están generalmente divididas en dos clases. Aquellas establecidas para tratar con los gobiernos nacionales y las creadas por organizaciones en forma voluntaria y no lucrativas. En el área de las redes de computadoras existen varias organizaciones que mencionaremos más adelante.

1.9.1 Quién es quién en el Mundo de las Telecomunicaciones

El estatus legal de las compañías telefónicas en el mundo varía considerablemente de país a país. Por un lado están los Estados Unidos, el cual tiene 1500 empresas telefónicas independientes y privadas. Antes de que AT&T fuera dividida en 1984, en ese momento la empresa más grande de telecomunicaciones en el mundo, dominaba completamente la escena. Proveía de servicio telefónico al 80 % de los americanos, esparcido a casi la mitad del territorio con todas las demás compañías combinadas sirviendo a los clientes rurales en su mayoría. Desde la separación, AT&T continúa proveyendo servicios de larga distancia, aunque ahora en competencia con otras compañías. Las 7 compañías regionales Bell que fueron separadas de AT&T y 1,500 compañías independientes proveen servicio de telefonía local y celular, entre algunas de estas compañías independientes se encuentra GTE que es una compañía muy grande.

Las compañías que proveen servicios de comunicación al público en los Estados Unidos son los llamados **common carriers**. Sus ofertas y precios son descritas en documentos llamados **tarifas (tariff)**, los cuales deben ser aprobados por la **Comisión Federal de Comunicaciones (FCC)** para el tráfico interestatal e internacional y por la comisión de utilidades públicas para el tráfico intraestatal.

Por otro lado están los países en los cuales el gobierno tiene el completo monopolio de todas las telecomunicaciones, incluyendo el correo, telégrafo, teléfono y frecuentemente la radio y la televisión. La mayoría en el mundo cae en esta categoría. En algunos casos la autoridad de las telecomunicaciones es una compañía nacionalizada y en otros es simplemente una extensión del gobierno, usualmente conocidas como **PTT (Post, Telegraph & Telephone administration)**. La tendencia internacional es la de la liberación y la competencia separada del monopolio del gobierno.

Con todos estos diferentes proveedores de servicios, existe una clara necesidad de proveer compatibilidad mundialmente para asegurar que las personas (y computadoras) de un país puedan llamar a sus contrapartes en otro. Realmente esta necesidad ha existido por mucho tiempo. En 1865, representantes de varios países Europeos se reunieron para formar el predecesor del actual **ITU (International Telecommunication Union)**. El trabajo de la ITU fue la estandarización internacional de las telecomunicaciones, el cual en aquellos días se refería a la telegrafía. Aún entonces era claro que si la mitad de los países usaba el código Morse y la otra mitad usaba algún otro tipo de código iba a haber un grave problema. Cuando la telefonía se introdujo como un servicio público internacional, la ITU tomó en sus manos el trabajo de estandarizar también la telefonía. En 1974, la ITU se convirtió en una agencia de las naciones unidas.

La ITU tiene tres sectores importantes:

- 1.- El Sector de las Radiocomunicaciones (ITU-R)
- 2.- El Sector de la estandarización de las Telecomunicaciones (ITU-R)
- 3.- El Sector de Desarrollo (ITU-D)

El ITU-R se dedica a la administración de las radio-frecuencias a nivel mundial con los respectivos grupos de interés. Nosotros estaremos principalmente referidos al ITU-T, el cual se dedica a la telefonía y sistemas de comunicación de datos. De 1956 a 1993, la ITU-T se conocía con el nombre de CCITT, del acrónimo francés: Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique. El primero de Marzo de 1993 la CCITT fue reorganizada para hacerla menos burocrática y se le cambio de nombre para reflejar su nuevo papel. Todavía utilizamos estándares creados por la CCITT tal como X.25, aunque desde 1993 ya lleva la etiqueta de ITU-T.

La ITU-T tiene cinco clases de miembros:

- 1.- Administraciones (Los PTT nacionales)
- 2.- Operadores privados reconocidos (AT&T, MCI, British Telecom, etc)
- 3.- Organizaciones regionales de telecomunicacion (La ETSI europea por ejemplo)
- 4.- Los vendedores de telecomunicaciones y organizaciones científicas
- 5.- Otras organizaciones interesadas (empresas financieras y aerolíneas)

La ITU-T tiene cerca de 200 administraciones, 100 operadores privados y cientos más de miembros. Sólo las administraciones pueden votar, pero todos los miembros pueden participar en el trabajo de la ITU-T. Debido a que los Estados Unidos no tienen PTT, el Departamento de Estado los representa ante la ITU-T.

La tarea de la ITU-T es la de hacer recomendaciones técnicas respecto a la telefonía, telegrafía y comunicación de datos. Estas recomendaciones frecuentemente se convierten en estándares internacionales reconocidos, por ejemplo V.24 (también conocido como EIA RS-232), el cual especifica la ubicación y significado de los diferentes pines en el conector utilizado por la mayoría de terminales asíncronas.

Se debe notar que las recomendaciones de la ITU-T son técnicamente sólo sugerencias que los gobiernos pueden adoptar o ignorar.

El trabajo en la ITU-T se lleva acabo realmente en *Grupos de Estudio* frecuentemente constituidos por cerca de 400 personas. Para hacer posible que algo se lleve a cabo los grupos de estudio se dividen en *partes de trabajo*, las cuales a su vez están divididas en *equipos de expertos* que también se dividen en grupos ad hocs.

Apesar de todo esto la ITU-T realmente termina su trabajo. Su actual salida va de casi 5,000 páginas de recomendaciones al año.

1.9.2 Quién es quién en el Mundo de los Estándares Internacionales

Los estándares internacionales son producidos por la ISO (**International Standards Organization**), la cual es una organización voluntaria fundada en 1946. Sus miembros son las organizaciones nacionales de estándares de 89 países. Estos miembros incluyen a ANSI (USA), BSI (Gran Bretaña), AFNOR (Francia), DIN (Alemania), y otros 85.

La ISO crea estándares en un vasto número de materias. Casi 5000 estándares han sido elaborados, incluyendo los estándares de ISO. La ISO tiene casi 200 Comités Técnicos, numerados por el orden de su creación, cada uno tratando temas específicos. TC1 trata con tornillos y TC97 trata con computadoras y sistemas de procesamiento. Cada TC tiene subcomités (SCs) divididos dentro de grupos de trabajos.

El trabajo se lleva a cabo en los grupos de trabajo de casi 100,000 voluntarios en el mundo.

En los estándares de telecomunicaciones, la ISO y la ITU cooperan frecuentemente (La ISO es un miembro de la ITU-T).

El representante de USA en la ISO es ANSI (**American National Standards Institute**), que a pesar de su nombre, es una organización privada y no lucrativa. Sus miembros son fabricantes, "common carriers" y otros grupos de interés. Los estándares de ANSI son frecuentemente adoptados por la ISO como estándares internacionales.

El procedimiento utilizado por ISO para la adopción de estándares está diseñado para alcanzar el mayor consenso posible. El proceso inicia cuando uno de los organismos nacionales de estándares siente la necesidad de un estándar internacional en alguna área. Se forma un grupo de trabajo y se obtiene un CD (**Committee Draft**). El CD es después circulado a todos los miembros del organismo, el cual tiene 6 meses para criticarlo. Si una mayoría substancial lo aprueba se crea un documento revisado, llamado DIS (**Draft International Standard**) es producido y circulado para comentarios y votos. Después del resultado de esta ronda, el texto final del IS (**International Standard**) es preparado, aprobado y publicado. En áreas de gran controversia, un CD o un DIS puede tener varias versiones antes de adquirir suficientes votos y el proceso completo puede llevar años.

La NIST (**National Institute of Standards and Technology**) es una agencia del departamento de Comercio de los Estados Unidos. Se conocía anteriormente como la National Bureau of Standards. Especifica los requerimientos para las compras que realiza el gobierno de los Estados Unidos.

Otro jugador importante en el mundo de las comunicaciones es IEEE (**Institute of Electrical and Electronics Engineers**), que es la organización de profesionales más grande en el mundo. Además de sus publicaciones y sus numerosas conferencias anuales, la IEEE tiene un grupo de estandarización que desarrolla estándares en el área de la Ingeniería Eléctrica y la computación. El estándar 802 de la IEEE para las redes de área local es el estándar más

importante de las LANs.

PARTE 2 Los Fundamentos

Capítulo 2 Circuitos, Servicios y Hardware de Acceso

Ahora discutiremos los tipos de transmisión y la definición de circuitos, los cuales tienen sus raíces en las transmisiones de voz de dos y cuatro hilos y con ellos algunas estructuras de la transmisión de datos. Iniciaremos con un análisis teórico de la transmisión de datos, sólo para descubrir la madre naturaleza que puso ciertos límites en lo que puede ser transmitido sobre un canal.

Después veremos los medios de transmisión, tanto guiados (cables de cobre y fibra óptica) como los no guiados (sin cable -wireless-). Esta información servirá de fundamento sobre las principales tecnologías usadas en las redes modernas. Se mencionarán conceptos como multiplexaje que es fundamental para los fines de esta tesis.

Una descripción general de las topologías de red más comunes servirá para nuestro objetivo del diseño de redes. Cubriremos los dos principales tipos de servicios de datos que son ofrecidos: los orientado a conexión y la transferencia de datos no orientada a conexión. Estas definiciones dan los principios de conmutación de paquetes, frames y celdas. Un bosquejo sobre la clasificación de los hardware de acceso nos ayudarán a ligar muchos conceptos. En la medida que la tecnología sigue avanzando, los equipos que en algún tiempo tenía una función especializada, ahora se le requiere desarrollar muchas funciones a través de sus facilidades de software.

2.1 Las Bases Teóricas de las Comunicaciones de Datos

La información puede ser transmitida sobre cables al variar alguna propiedad física tal como el voltaje y la corriente. Al representar el valor del voltaje o corriente como una función del tiempo, $f(t)$, podemos modelar el comportamiento de la señal y analizarla matemáticamente. Este análisis será visto en esta sección.

2.1.1 Análisis de Fourier

Al principio del siglo XIX, el matemático francés Jean-Baptiste Fourier probó que cualquier función periódica, $g(t)$, con periodo T puede ser construida sumando un número de senos y cosenos (posiblemente un número infinito).

$$g(t) = 1/2c + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \text{sen}(2\pi nft) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \text{cos}(2\pi nft) \quad (2-1)$$

en donde $f = 1/T$ es la frecuencia fundamental y a_n y b_n son las amplitudes del

seno y coseno de las n th armónicas. Tal descomposición se conoce como **series de Fourier**. La función puede ser reconstruida a partir de las series de Fourier, si el periodo T , es conocido y las amplitudes son dadas, se puede encontrar la función original del tiempo al resolver las sumas de la ecuación (2-1).

Una señal de datos que tiene una duración finita puede ser manejada al sólo imaginarse que se repite un patrón entero una y otra vez por siempre (es decir el intervalo de T a $2T$ es el mismo que de 0 a T). Ya que

$$\int_0^T \text{sen}(2\pi kft) \text{sen}(2\pi nft) dt = 0 \text{ para } k \neq n; T/2 \text{ para } k=n.$$

sólo sobrevive un término de la suma: a_n . El término b_n de la suma desaparece completamente. Similarmente al multiplicar la ecuación 2-1 por $\cos(2\pi kft)$ e integrando entre 0 y T , podemos derivar b_n . Si integramos los dos lados de la ecuación podemos obtener c . El resultado de desarrollar estas operaciones es:

$$a_n = 2/T \int_0^T g(t) \text{sen}(2\pi nft) dt; \quad b_n = 2/T \int_0^T g(t) \cos(2\pi nft) dt; \quad c = 2/T \int_0^T g(t) dt$$

2.1.2 Señales de Ancho de Banda Limitada

Para ver lo que toda esta teoría tiene que ver con las comunicaciones de datos, consideremos el siguiente ejemplo: la transmisión del carácter ASCII "b" codificado en un byte de 8-bit. El patrón de bits que será transmitido es 01100010. La parte izquierda de la siguiente figura muestra el voltaje de salida de la computadora transmisora. El análisis de Fourier de esta señal nos arroja los siguientes coeficientes:

$$a_n = 1/\pi n [\cos(\pi n/4) - \cos(3\pi n/4) + \cos(6\pi n/4) - \cos(7\pi n/4)]$$

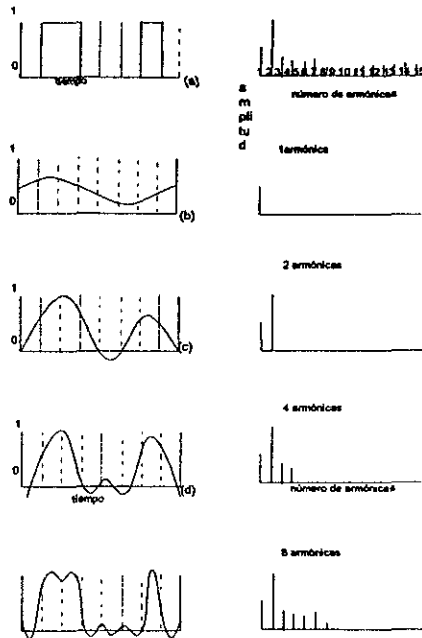
$$b_n = 1/\pi n [\text{sen}(3\pi n/4) - \text{sen}(\pi n/4) + \text{sen}(7\pi n/4) - \text{sen}(6\pi n/4)]$$

$$c = 3/4$$

La raíz cuadrada de las amplitudes, se muestra en la parte derecha de la figura. Estos valores son de interés porque sus cuadrados son proporcionales a la energía transmitida a la frecuencia correspondiente.

Ninguna facilidad de transmisión puede transmitir señales sin perder algún poder en el proceso. Si todos los componentes fueran igualmente disminuidos, la señal resultante sería reducida en amplitud pero no distorsionada. Desafortunadamente, todas las facilidades de transmisión disminuyen diferentes componentes de Fourier y en diferentes proporciones,

con lo cual se introduce distorsión. Usualmente, las amplitudes son transmitidas sin disminución desde 0 hasta una frecuencia f_c (medida en ciclos/seg o Hertz (Hz)) con todas las frecuencias arriba de esta frecuencia de corte fuertemente atenuadas. En algunos casos esta es una propiedad física del medio de transmisión y en otros casos un filtro es intencionalmente introducido en el circuito para limitar la cantidad de ancho de banda disponible a cada cliente.



Ahora consideremos como la señal 2-1 (a) se vería si el ancho de banda fuera tan bajo que solo las frecuencias más bajas fueran transmitidas (como si la señal estuviera siendo aproximada por sus primeros terminos de la ecuacion 2-1). La figura 2-1 (b) muestra que la señal que resulta de un canal que sólo permite pasar la primera armónica (la fundamental f). Similarmente las figuras 2-1 (c) a (e) muestran los espectros y las funciones reconstruidas por canales de ancho de banda más altos.

El tiempo T requerido para transmitir el caracter depende de tanto el método de codificación como de la velocidad de señalización (el número de veces por segundo que cambia el valor (voltaje) de una señal). El número de cambios por segundo es medido en **bauds**. Una línea de baudios b no transmite necesariamente b bits/seg, ya que la señal puede llevar varios bits. Si los voltajes 0,1,2,3,4,5,6 y 7 fueran utilizados y cada valor de la señal pudiera

llevar 3 bits, entonces la velocidad sería 3 veces la velocidad en bauds. En nuestro ejemplo, sólo 0s y 1s están siendo usados como niveles de señales, por lo que la velocidad en bits es igual a la velocidad en bauds.

Dada una velocidad de b bits/seg, el tiempo requerido para enviar 8 bits es $8/b$ seg, por lo que la primera armónica está a $b/8$ Hz. Una línea telefónica ordinaria, frecuentemente llamada **voice-grade line**, tiene una frecuencia de corte artificial cerca de los 3000Hz. Esta restricción significa que el número de armónica más alto a pasar es $3000/(b/8)$ o $24,000/b$.

Para algunas velocidades de datos, los números trabajan como se ve en la siguiente tabla. De estos números, es claro que al tratar de enviar 9600 bps sobre una línea graduada para voz transformaría la figura 2-1 (a) en una parecida a la figura 2-1c, haciendo la recepción precisa del flujo de bits original un poco corrupta. Debe ser obvio que a velocidades más altas de 38.4 kbps no existe esperanza para las señales binarias, aunque el medio de transmisión sea completamente sin ruido. En otras palabras, el limitar el ancho de banda limita la velocidad, aun en canales perfectos. Sin embargo existen esquemas de códigos sofisticados que utilizan varios niveles de voltajes y pueden alcanzarse altas velocidades de datos.

Bps	T (msec)	Primera Armónica (Hz)	No. de Armónicas Enviadas
300	26.67	37.5	80
600	13.33	75	40
1200	6.67	150	20
2400	3.33	300	10
4800	1.67	600	5
9600	0.83	1200	2
19200	0.42	2400	1
38400	0.21	4800	0

Relación entre velocidades y armónicas

2.1.3 La Velocidad Máxima de un Canal

En 1924, H. Nyquist se dio cuenta de la existencia de este límite fundamental y derivó una ecuación que expresa la velocidad máxima de un canal para un canal sin ruido con ancho de banda finito. En 1948, Claude Shannon llevó el trabajo de Nyquist más allá y lo extendió al caso de un canal bajo un ruido aleatorio (ruido termodinámico). Daremos un breve resumen de sus clásicos resultados.

Nyquist probó que si una señal arbitraria ha sido pasada por un filtro paso-bajas de ancho de banda H , la señal filtrada puede ser completamente reconstruida al tomar exactamente $2H$ muestras por segundo. El mostrar la señal en cantidades mayores a $2H$ por segundo es pérdida de tiempo porque los componentes de mayor frecuencia que se pueden recuperar con tal muestra han

sido ya filtrados. Si la señal consiste de V niveles discretos, el teorema de Nyquist dice:

$$\text{Velocidad de datos máxima} = 2H \log_2 V \text{ bits/sec}$$

Por ejemplo, un canal sin ruido de 3kHz no puede transmitir señales binarias a velocidades excedientes a 6000 bps.

Hasta ahora hemos considerados solo canales sin ruido. Si está presente un ruido aleatorio, la situación se deteriora rápidamente. La cantidad de ruido termal presente es medido por el ratio de la potencia de la señal y la potencia del ruido, llamado **relación señal a ruido**. Si denotamos la potencia de la señal con S y la potencia ruido con N , la razón señal a ruido es S/N . Usualmente esta relación no es dada sólo por la razón S/N si no por la cantidad $10 \log_{10} S/N$. Estas unidades son llamadas **decibeles (dB)**. Una razón señal S/N de 10 es 10 dB, una razón de 100 es 20 dB, una razón de 1000 es 30dB, etc.

El mayor resultado de Shannon es que la máxima velocidad de datos en un canal ruidoso de ancho de banda H Hz, de cuya razón señal a ruido S/N es conocida, es dada por:

$$\text{máximo número de bits/segundo} = H \log_2 (1+S/N).$$

Por ejemplo, un canal de 3,000 Hz de ancho de banda y una señal a ruido de 30 dB (parámetros típicos de un sistema telefónico analógico) no puede transmitir más de 30,000 bps, sin importar cuántos niveles de señal son usados y sin importar qué tan frecuente o infrecuente son tomadas las muestras. El resultado de Shannon fue derivado usando un canal con ruido Gaussiano o térmico.

2.2 Datos, Señalización y Transmisión

Existen diversos medios de comunicación, escrita, hablada, etc. Un sistema de comunicación está formado por un emisor, un receptor y el mensaje; si lo exportamos a las comunicaciones, tendremos un sistema emisor, un sistema receptor y la información.

Dentro de telecomunicaciones como parte importante de la transmisión de información se presentan conceptos tan básicos como son: datos, señalización y transmisión.

Datos son aquellas entidades que con llevan un significado, o sea que forman parte de un algo.

Información referente al contenido o interpretación de los datos.

Señales son la codificación eléctrica ó electromagnética de los datos.

Señalización es la acción de propagar la señal a lo largo de algún medio físico.

Transmisión es la comunicación de datos por la propagación y

procesamiento de señales.

De acuerdo a su naturaleza existen dos tipos de datos: datos analógicos y digitales.

Los **datos analógicos** toman valores continuos en algún intervalo. Por ejemplo, la voz y el video están continuamente variando patrones de intensidad. La mayoría de los datos colectados por sensores, tales como la temperatura y la presión, son medidos continuamente.

Los **datos digitales** toman valores discretos, es decir, son aquellos que tienen un número finito de valores; ejemplo son integrales, un mensaje telegráfico en código morse, etc.

En un sistema de comunicaciones, los datos son propagados de un punto a otro por medio de señales eléctricas. Una **señal analógica** es una señal cuya amplitud no esta restringida en ningún sentido, esto es, en cualquier instante de tiempo, la amplitud de la señal puede tomar cualquier valor en un rango dado y puede ser transmitida sobre diferentes medios, dependiendo de la frecuencia.

Una **señal digital** es aquella señal cuya amplitud está restringida a un conjunto de valores dados. Por ejemplo, representar valor binarios.

Las principales ventajas de una señalización digital es que es generalmente más barata, debido a que en este tiempo la circuitería digital no es muy costosa y menos susceptible a la interferencia del ruido; pero su principal desventaja es que una señal digital sufre más atenuaciones que una señal analógica y por tanto en un momento dado la información se pierde.

Tanto los datos analógicos como los digitales pueden ser representados y propagados por señales analógicas o digitales. Ver siguiente figura.

Señalización Analógica y Digital para Datos Digitales y Analógicos

Señales Analógicas: Representan datos con ondas electromagnéticas variando continuamente.

Datos Analógicos

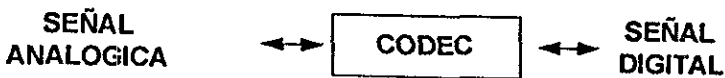


Datos Digitales



Señales Digitales: Representan Datos como una secuencia de pulsos de voltaje

Datos Analógicos



Datos Digitales

Representación Directa o Codificación

Generalmente, los datos analógicos son una función del tiempo y ocupan un espectro de frecuencia limitado. Tales datos pueden ser directamente representados por una señal electromagnética que ocupe el mismo espectro.

Los datos digitales pueden ser representados por señales analógicas al usar un modem (modulador/demodulador). el modem convierte una serie de pulsos de voltaje binario en una señal analógica al modular una portadora de frecuencia. La señal resultante ocupa un cierto espectro de frecuencia centrado a una portadora que puede ser propagada a través de un medio propio para esa portadora.

En operación muy similar a la del modem, los datos analógicos pueden ser representados por señales digitales. El dispositivo que ejecuta esta función para los datos de voz es un codec (codificador-decodificador). En esencia, el codec toma una señal digital que representa directamente los datos de la voz y aproxima la señal por un flujo de bits.

Finalmente los datos digitales pueden ser directamente representados, en forma binaria, por dos niveles de voltaje. Sin embargo, para mejorar las características de propagación, los datos binarios son codificados.

Un sistema de transmisión analógico es un medio de transmisión de señales analógicas sin pérdida de contenido. En este caso, las señales analógicas se atenúan después de ciertas distancia.

La siguiente tabla concentra los métodos de transmisión de datos:

TABLA : TRANSMISION ANALOGICA Y DIGITAL

a) Tratamiento de las señales:

	Transmisión Analógica	Transmisión Digital
Señal Analógica	Es propagada a través de amplificadores; ello es utilizado tanto para datos analógicos como digitales.	Toma datos digitales; en los puntos de propagación, los datos en la señal son recuperados y una señal analógica nueva se genera.
Señal Digital	No se usa.	Los repetidores retransmiten la nueva señal; es el mismo trato para ambos tipos de señal.

b) Posibles combinaciones

	Transmisión Analógica	Transmisión Digital
Señal Analógica	Señal Analógica	Señal digital
Señal Digital	Señal Analógica	Señal digital Señal analógica

La transmisión analógica es un medio de transmisión de señales analógicas sin considerar su contenido; las señales pueden representar datos analógicos (voz) o digitales (datos que pasan a través de un modem). Las señales analógicas se atenuarán después de cierta distancia, para llevarlas a largas distancias, el sistema de transmisión analógico deberá incluir amplificadores que levanten la energía en la señal. Desafortunadamente, los amplificadores, también levantan las componentes del ruido, con amplificadores en cascada para alcanzar largas distancias, la señal llega a ser más y más distorsionada. Para datos analógicos, tales como la voz, bastante distorsión puede ser tolerada y los datos se conservan. Sin embargo para datos digitales, los amplificadores en cascada introducirán errores.

En contraste, la transmisión digital, es tocante con el contenido de la

información. Se ha dicho que una señal digital puede ser transmitida solamente a distancias limitadas antes de que la atenuación dañe la integridad de los datos. Para alcanzar grandes distancias, se usan repetidores. Un repetidor recibe la señal digital, recupera el patrón de 1's y 0's, y retransmite una nueva señal, entonces la atenuación recomienza.

La misma técnica puede ser usada con una señal analógica si esta asume que la señal lleva datos digitales. En puntos espaciados apropiadamente, el sistema de transmisión tiene dispositivos de retransmisión mejores que amplificadores. Los dispositivos de retransmisión recuperan los datos digitales de la señal analógica y genera una nueva y limpia señal analógica. Entonces el ruido no es acumulativo.

Para comunicaciones long-haul, la señalización digital no es tan versátil ni tan práctica como la analógica. La transmisión digital es superior a la analógica, tanto en términos de costo como de calidad, y los sistemas de comunicaciones de área amplia están gradualmente convirtiendo a transmisión digital los datos analógicos de voz y video.

2.3 Medios de Transmisión

El propósito del nivel físico es transportar un flujo de datos de una máquina a otra. Se pueden utilizar diversos medios físicos para efectuar la transmisión. Cada uno tiene sus peculiaridades en términos de ancho de banda, retardo, costo y facilidad de instalación y mantenimiento. Los medios son agrupados en medios guiados tales como el cable de cobre y la fibra óptica y los medios no guiados tal como el radio y los láseres a través del aire. En esta sección veremos algunos de ellos que posiblemente se usen en el caso práctico (parte 5).

2.3.1 Medios Magnéticos

Una de las formas más comunes de transportar datos de una computadora a otra es escribirlos en una cinta magnética o floppy, físicamente transportarlos a la máquina destino y leerlos nuevamente. Mientras este método no es tan sofisticado como el usar una comunicación geosíncrona satelital, es frecuentemente mucho más efectiva en costo, especialmente para aplicaciones de alto ancho de banda debido a que el costo por bit transportado es el factor principal.

Un simple cálculo hará este punto más claro. Un video tape de 8 mm estándar puede almacenar 7 gigabytes. Una caja de 50x50x50 cm puede recibir cerca de 1,000 tapes, para una capacidad total de 7,000 gigabytes. Una caja de cintas puede ser entregada en cualquier parte del país en 24 hrs por DHL u otras compañías. El ancho de banda efectivo de esta transmisión es de 56,000 gigabits/86,400 segundos o 648 Gbps, el cual es 1,000 más rápido que cualquier versión de red de alta velocidad de ATM (622 Mbps). Si el destino

está a óolo a una hora en carretera el ancho de banda es incrementado a casi 15 Gbps.

Para un banco que respalda gigabytes de datos diariamente a una segunda máquina, para permitirle al banco funcionar aún en desastre, es probable que ninguna otra tecnología de transmisión pueda iniciar a aproximarse a lo eficiente que resultaría el método anterior.

Si vemos el lado del costo, obtenemos un escenario similar. El costo de 1,000 video tapes es quizás de 5,000 Dlls por caja. Un video tape se puede re-utilizar al menos 10 veces, por lo que el costo de las cintas se reduce a 500 Dlls, si adicionamos unos 200 Dlls por el envío nos da 700 Dlls para transmitir 7,000 gigabytes. Esto nos lleva a una cantidad de 10 centavos de dólar por gigabyte. No existe ningun proveedor de servicios de comunicación de datos en el mundo que pueda competir con esto. La moraleja de la historia es:

Nunca subestimar el ancho de banda que nos da un vagon de tren, cargado de tapes sobre una carretera.

2.3.2 Par Trenzado

Descripción:

El medio de transmisión más antiguo, y todavía más ampliamente usado, es el par trenzado. Este consiste en dos alambres de cobre aislados, en general de 1 mm de espesor. Los alambres se entrelazan helicoidalmente. La forma trenzada del cable se utiliza para reducir la interferencia eléctrica con respecto a los pares cercanos que se encuentran a su alrededor.

La aplicación más común del par trenzado es el sistema telefónico. Mediante el par trenzado es posible transmitir tanto señales analógicas como digitales. Para señales analógicas son necesarios amplificadores colocados cada 5 o 6 Km y para señales digitales son usados repetidores cada 2 o 3 Km; en cuanto a su ancho de banda, este depende del calibre y de la distancia que recorre.

Conectividad :

Es usado para conexiones punto a punto y multipunto. Como medio multipunto es menos caro comparado con la alternativa del cable coaxial pero se pierde rendimiento aunque soporta algunas estaciones.

La conexión punto a punto es el uso más común que se le da.

Alcance Geográfico :

Es fácil alcanzar un rango de transmisión de 15 Km. o más. Este cable

es usado en redes locales que se encuentran en un mismo edificio o solo para algunos edificios adyacentes.

Inmunidad al ruido :

El par trenzado es limitado en distancia, ancho de banda y carga de datos. Este medio es completamente susceptible a interferencias y ruido debido a su facilidad de acoplamiento con campos electromagnéticos. Pero esto se puede reducir envolviendo el alambre con una malla metálica. Este trenzado en el alambre reduce interferencia de baja frecuencia.

Costo :

Su costo es bajo en comparación con el cable coaxial y la fibra óptica.

Es importante mencionar que apartir de 1988, se introdujo el más avanzado de los cables par trenzado el **categoría 5**. Son similares a los pares de categoría 3, pero con más giros por centímetro y aislado con Teflón, lo que resulta en menos ruido (crosstalk) y mejor calidad de la señal sobre largas distancias, haciéndolas más apropiadas a las comunicaciones de datos a alta velocidad. Ambos tipos de cables son conocidos normalmente como **UTP (Unshielded Twisted Pair)**.

2.3.3 Cable Coaxial

Existen dos tipos de cable coaxial que se utilizan con frecuencia, uno de ellos es el de 50 Ohms, que se utiliza en la transmisión digital, y el otro tipo, el cable de 75 Ohm, que se emplea en la transmisión analógica.

El cable coaxial consta de un alambre de cobre duro en su parte central, su núcleo, el cual se encuentra rodeado por un material aislante. Este material aislante está rodeado por un conductor cilíndrico que frecuentemente se presenta como una malla de tejido trenzado. El conductor externo está cubierto por una capa de plástico protector.

El ancho de banda del cable coaxial de 50 Ohms depende de la longitud del cable; es empleado ámpliamente en redes locales y para transmisiones de larga distancia del sistema telefónico.

Por lo que respecta al cable coaxial de 75 ohms, se emplea en transmisión analógica que se utiliza comúnmente para el envío de la señal de televisión por cable, y se le denomina de banda ancha.

El cable Coaxial en general permite operar en un amplio rango de frecuencias. El cable Coaxial de 50 ohms usado exclusivamente para señales digitales.

La transmisión de datos que se puede realizar es arriba de 10 Mbps. El cable de banda ancha (CATV) es usado para la transmisión de señales analógicas y digitales.

Para señales analógicas es posible alcanzar frecuencias de de 300 a 400

MHz.

Conectividad :

El cable Coaxial es aplicable para configuraciones punto a punto y multipunto.

El cable Coaxial de 50 ohms. Banda base puede soportar alrededor de 100 dispositivos por segmento. Para sistemas más amplios se puede conectar segmentos con repetidores.

El cable de banda amplia de 75 ohms, soporta cientos de dispositivos.

El uso de cables de 75 ohms, a altas velocidades de transmisión (50 Mbps) introduce problemas técnicos, esto limita el uso de 20 a 30 dispositivos.

Alcance Geográfico :

Para el cable Coaxial banda base la máxima distancia está limitada a algunos kms.

Para redes de banda ancha puede abarcar rangos de decenas de kms.

Transmisiones de alta velocidad (50 Mbps) Digitales o Analógicas, están limitadas a aproximadamente 1 km.

Inmunidad al ruido :

En general es superior que la del par trenzado para altas frecuencias.

2.3.4 Fibra Optica

La fibra óptica es un medio muy delgado, de 2 a 125 micrómetros, capaz de transmitir un rayo óptico. Esta fibra de forma cilíndrica consta de tres secciones concéntricas, el núcleo, la guía y el forro.

La fibra óptica actúa sobre guía de ondas en un rango de frecuencias 1,014 a 1,015 Hz.

Conectividad :

El uso más común de la fibra óptica es en las conexiones punto-punto. Han sido construidos sistemas multipunto en forma experimental usando una topología de bus pero son muy caros estos sistemas para aplicarlos en la actualidad.

Alcance Geográfico :

Esta tecnología soporta transmisiones en distancias de 6 a 8 kilómetros sin repetidores. De aquí que la fibra óptica sea adecuada para la conexión de

redes locales entre varios edificios por medio de la conexión punto-punto.

Inmunidad al ruido:

La fibra óptica no es afectada por interferencia electromagnética o ruido. Esta característica permite alta transferencia de datos a grandes distancias y proporciona una gran seguridad.

Costo:

Sistemas de fibra óptica son más caros que el par trenzado y el cable coaxial en términos del costo por unidad de longitud y componentes requeridos (transmisores, receptores, conectores).

2.3.5 Medios de Transmisión no Guiados

Nuestra era ha dado paso a personas que necesitan estar conectados a sus redes todo el tiempo para obtener información en línea. Para estos usuarios móviles, el par trenzado, el coaxial o la fibra óptica no resuelven su problema. Ellos necesitan obtener su información en sus laptops, notebooks, shirt pockets, palm top, o computadoras wristwatch sin estar conectados vía alguna infraestructura de comunicaciones terrestre. Para estos usuarios, la comunicación sin cable (wireless communications) es la respuesta.

Sin embargo la comunicación sin cable tiene ventajas sobre las de vía cable en algunas circunstancias. Por ejemplo, si el tender fibra a un edificio es complicado debido al tipo de terreno (montañas, junglas, pantanos, etc) la comunicación sin cable es preferible.

a) Transmisión por Radio

Las radio-ondas son facil de generar, pueden viajar grandes distancias y penetrar edificios fácilmente, por lo que son utilizadas ámpliamente en las comunicaciones, tanto internas como al aire libre. Las radio ondas son omnidireccionales, lo que significa que viajan en todas direcciones desde la fuente, por lo que el transmisor y el receptor no tienen que estar cuidadosamente alineados físicamente.

b) Transmisión con Microondas

Arriba de los 100 MHz, las ondas viajan en líneas rectas y pueden ser focalizadas. Concentrando toda la energía en un pequeño rayo usando una antena parabólica da una mejor relacion señal a ruido, pero las antenas del transmisor y receptor deben estar cuidadosamente alineadas entre ellas.

Ya que las microondas viajan en línea recta, si las torres están muy lejos, la tierra podría que dar entre ellas (piensen en un enlace San Francisco a

Amsterdan). Por lo anterior es necesario colocar repetidores periódicamente. Mientras más altas sean las torres mayor es la distancia a la que pueden estar. Una torre de 100 mts de altura podría colocarse a 80 km de otra.

c) Infrarojos y Ondas milimétricas

Los rayos infrarojos y las ondas milimétricas son ampliamente utilizadas en comunicaciones a corta distancia. El control remoto usados en las televisiones, VCRs y estéreos utilizan comunicación infraroja. Son relativamente direccionales, baratos y fáciles de construir. Pero tienen un problema grave, no pasan a través de objetos sólidos. En general, en la medida que vamos de las largas ondas de radio hacia la luz visible, las ondas se comportan más como luz y menos como radio.

2.4 Codificación de Datos

Se denomina esquema de codificación de datos al mapeo de datos (digitales o analógicos) a elementos de señal para ser transmitidos.

Hay dos importantes tareas en la interpretación de señales que llevan datos al receptor.

Primero: Es necesario saber cuándo empieza o cuándo termina un dato para que el receptor pueda probar la señal un bit a la vez. y segundo el receptor deberá reconocer el valor de cada bit.

Diversos factores determinarán qué tan exitoso será el receptor en interpretar una señal que llega.

En lo que respecta a datos digitales, el esquema de codificación afectará el desempeño del receptor.

En caso de datos analógicos, el esquema de codificación también afectará el desempeño de transmisión. En este caso, nos referimos a la calidad o fidelidad de la transmisión. Siempre esperaremos recibir datos lo más parecido posible a los datos transmitidos.

2.4.1 Datos Digitales, Señales Analógicas

La base para la señalización analógica es una señal continua constante en frecuencia conocida como portadora. Los datos digitales son codificados al modular una de las tres características de la portadora: amplitud, frecuencia, fase o alguna combinación de las anteriores. Tres de las principales formas de modulación de señales analógicas para datos digitales son:

Modulación ASK, FSK y PSK.

Sistema de Modulación por Variación de Amplitud (ASK Amplitud shift Keying).

En el caso de este tipo de modulación los valores binarios son representados por 2 amplitudes diferentes de la frecuencia de la portadora. En algunos casos, una de las amplitudes es cero, o sea, un dígito binario es representado por la presencia, en una amplitud constante, de la portadora, y el otro por la ausencia de la misma.

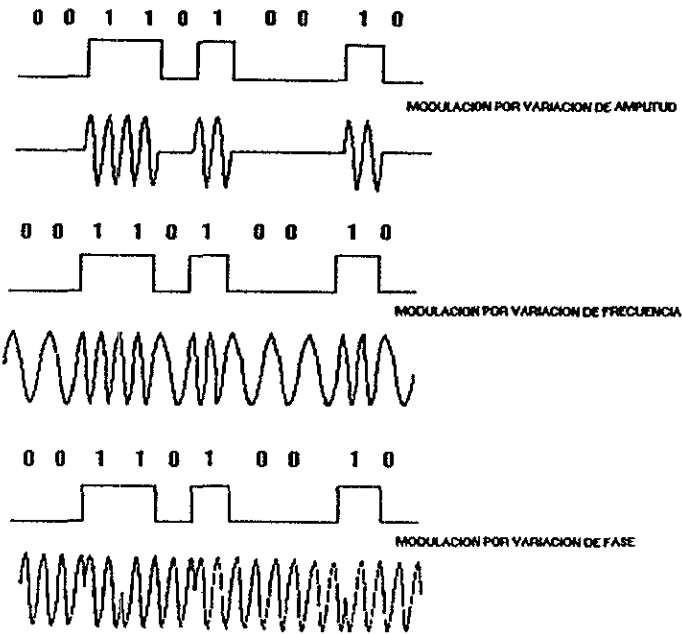
ASK es susceptible a cambios repentinos y es una técnica no muy eficiente.

Sistema de Modulación por Variación de Frecuencia. (*FSK Frequency-shift Keying*).

Los dos valores binarios son representados por dos diferentes frecuencias cercanas a la frecuencia de la portadora. Este esquema es menos susceptible a error que el ASK.

Sistema de Modulación por Variación de Fase (*PSK Phase Shift Keying*).

En este tipo de modulación la fase de la portadora es variada para representar datos. La técnica PSK es más resistente al ruido y eficiente que el FSK. Las técnicas de modulación pueden ser combinadas para obtener una mejor combinación



MODULACION DE SEÑALES ANALOGICAS PARA DATOS DIGITALES

2.4.2 Datos Digitales, Señales Digitales

El uso de señales digitales puede ser menos caro y bajo algunas circunstancias proveer mejor desempeño que la señalización digital.

Consideremos dos familias de técnicas de codificación: códigos NRZ y códigos bifásicos.

CODIGOS NRZ (Non return to Zero)

CODIGO	DESCRIPCION
--------	-------------

NRZ Código sin retorno a cero.	El nivel de voltaje nunca retorna a cero, pero siempre es positivo o negativo. Este código es el más común y el más fácil para la transmisión de señales digitales.
NRZ-L Código NRZ-Level	Este código utiliza un voltaje constante positivo para representar el valor de 1 y un voltaje constante negativo. para representar el valor binario cero.
NRZI Código NRZ, invertido en unos	Este código como el NRZ-L, mantiene un pulso de voltaje constante para la duración de un bit de tiempo. El dato se codifica como la presencia o la ausencia de una señal de transición al principio de un bit de tiempo. Una transición (bajo-alta o alta-baja) al principio de un bit de tiempo denota un binario 1 para ese bit de tiempo y ninguna transición indicará el binario cero.

El código NRZI es un ejemplo de codificación diferencial. En codificación diferencial, la señal es decodificada al comparar la polaridad de elementos adyacentes de la señal más que determinar el valor absoluto de un elemento de la señal. En este caso puede ser más factible detectar una transición en presencia de ruido que al comparar el umbral. Otro beneficio es que en un sistema complejo, es fácil perder el sentido de la polaridad de la señal.

En la transmisión NRZ también se presentan diversas desventajas como son: el determinar dónde empieza un bit y dónde termina, y dónde vuelve a empezar el siguiente.

Códigos Bifásicos.

Existe un conjunto de códigos agrupados bajo el término de códigos bifásicos, los cuales superan los problemas de los códigos NRZ. Dos de esos códigos son el código Manchester y el Manchester diferencial, lo cuales se usan comúnmente en redes locales. Todas las técnicas de bifase requieren al menos una transición por tiempo de bit y pueden tener tantas transiciones como dos transiciones. Entonces el máximo rango de modulación es dos veces la del NRZ; esto significa que el ancho de banda o la capacidad requerida es más grande. Para compensar esto el esquema bifásico tiene varias ventajas:

- Sincronización Debido a que hay una transición predecible durante cada bit de tiempo, el receptor puede sincronizarse en la transición. Por esta razón los códigos bifásicos son conocidos como códigos autosincronizados.

- No hay componente de cd. Debido a la transición en cada tiempo de bit, los códigos bifásicos no tienen componente de cd, cediendo el beneficio descrito.

- Detección de error. La ausencia de una transición esperada puede ser usada para la detección de errores. El ruido en la línea podría invertir la señal antes y después de la transición esperada para causar un error no detectado.

CODIGOS BIFASICOS

CODIGO

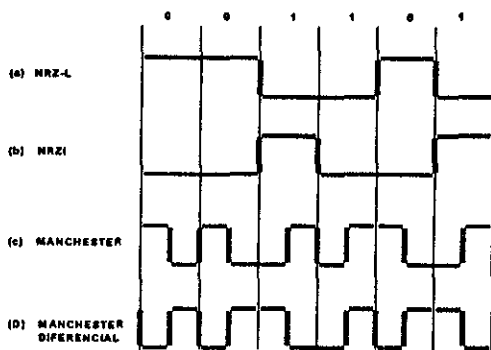
DESCRIPCION

Código de Manchester

Hay una transición a la mitad de cada periodo de bit. La transición a la mitad del bit sirve como reloj y también como dato; una transición de bajo a alto representa un 1 y una de alto a bajo representa un 0.

Código Manchester Diferencial

La transición a la mitad del bit es usada para proveer el reloj. La codificación de un 0 es representada por la presencia de una transición al principio del periodo de un bit, y el 1 es representado por la ausencia de transición al principio del periodo del bit.



2.4.3 Datos Analógicos, Señales Digitales

El ejemplo más común del uso de señales digitales para codificar datos analógicos es el código de modulación de pulsos (Pulse Code Modulation PCM), el cual es usado para codificar señales de voz.

PCM está basado en un teorema de muestreo el cual establece que :

Si una señal $f(t)$ es muestreada en intervalos regulares de tiempo y a una razón mayor de dos veces la frecuencia de la señal más significativa, entonces las muestras contendrán toda la información de la señal original. La función $f(t)$ puede ser reconstruida de esas muestras al usar un filtro paso-bajas.

Por ejemplo en el caso de la voz, que contiene frecuencias abajo de 4,000Hz, 8,000 muestras por segundo podrían ser suficientes para completar las características de la señal de voz. Sin embargo, estas son muestras analógicas. Para convertirlas a digitales cada una de esas muestras deberán ser asignadas a un código binario. Un ejemplo en el cual cada muestra es aproximada al ser cuantizada dentro 1 de 16 niveles diferentes. Cada muestra puede ser representada por cuatro bits. Esto nos permitiría recuperar una señal original con baja calidad. Pero si utilizamos una muestra de 7 bits, la cual permite 128 niveles de cuantización, la calidad de la señal de voz recuperada es comparable con la obtenida vía un medio de transmisión analógico. Hay que resaltar que esto implica un rango de datos de 8,000 muestras por segundo por 7 bits por muestra lo que necesitaría 56kbps para una simple señal de voz.

Típicamente, el esquema PCM es refinado usando una técnica conocida como codificación no lineal, lo cual significa, que los 128 niveles de

cuantización no están espaciados igualmente. El problema que implicaría un espaciamiento igual es que el término medio de error absoluto para cada muestra es el mismo, sin importar el nivel de la señal. Consecuentemente para valores de baja amplitud, los resultados son más distorsionados. Al usar un gran número de pasos de cuantización para señales de baja amplitud y un pequeño número de pasos de cuantización para señales de amplitud grande, se alcanza una marcada reducción en la distorsión total de la señal. PCM puede ser utilizado para otros tipos de señales.

2.5 Multiplexaje

Se define como Multiplexaje a la acción de llevar en un medio diversas señales simultáneamente a fin de aprovechar el medio. Las técnicas más comunes en Multiplexaje son: Multiplexaje por división de frecuencia FDM y Multiplexaje por división de tiempo TDM.

FDM. Se basa en el hecho de que la utilidad del ancho de banda de un medio excede el ancho de banda requerido para una señal dada. Un buen número de señales puede ser llevado simultáneamente si cada señal es modulada dentro de diferentes frecuencias de la portadora, y las frecuencias de la portadora están suficientemente separadas de forma que los anchos de banda de las señales no se traslapen. Un caso general de FDM es mostrado en la siguiente figura. Seis suministros de señales son dirigidos a un multiplexor, el cual modula cada señal a diferentes frecuencias (f_1, \dots, f_6). Cada señal requiere un cierto ancho de banda centrado en torno a la frecuencia de su portadora, referido como canal. Para prevenir cualquier interferencia, los canales están separados por bandas de guardia, las cuales son porciones sin usar del espectro.

TDM. Este sistema se basa en el hecho de que el rango de bit disponible (algunas veces incorrectamente llamado ancho de banda) del medio excede al rango requerido por una señal digital. Varias señales digitales pueden ser llevadas en una dirección de transmisión sencilla al intercalar porciones de señal a la vez. El intercalado puede ser a nivel de bit o en bloques de bytes o cantidades más largas. Por ejemplo en la figura, un multiplexor tiene seis entradas las cuales pueden operar digamos a 9.6kbps. Una línea simple con una capacidad de 57.6 kbps podría acomodar las seis fuentes. Análogamente al FDM, la secuencia de slots de tiempo dedicados a una fuente particular se denomina canal. Se llama frame a un ciclo de slots de tiempo (uno por fuente).

El esquema dibujado en la figura es también llamado TDM síncrono, refiriéndonos al hecho de que los "time slots" son preasignados y fijos. Por lo tanto, el tiempo de transmisión de varias fuentes se sincroniza.

Existe también un TDM asíncrono el cual permite la relocalización

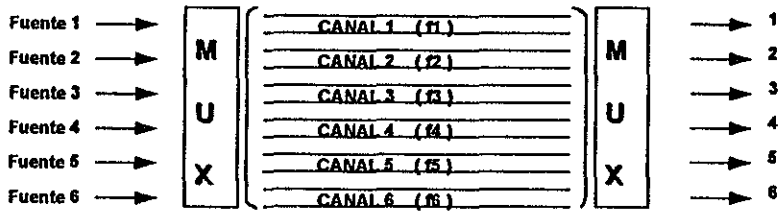
dinámica del tiempo en el medio.

Un ejemplo de TDM es el esquema usado para transmitir datos de voz PCM, conocido en el medio Bell como portadora T1.

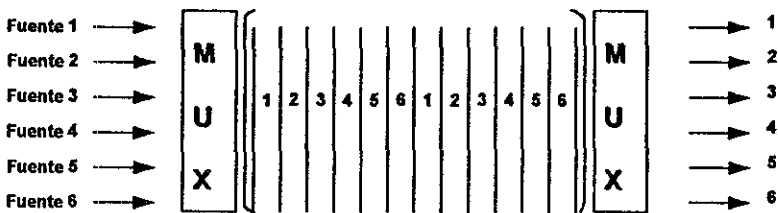
TDM no está limitado sólo a señales digitales, sino que también señales analógicas pueden ser multiplexadas en tiempo

Si cada fuente solo tuviese información por transmitir durante una fracción de tiempo, el proceso TDM haría uso muy poco eficiente de la capacidad de la línea de salida. Cuando el tráfico de la línea queda muy por debajo de su potencialidad, se estarían desperdiciando la mayoría de los slots de tiempo de la línea de salida; por lo tanto, a menudo resulta posible utilizar una línea de salida que tenga una capacidad mayor que la correspondiente a la suma de las líneas de entrada. A esta solución se le llama concentración. El planteamiento común consiste en que sólo se transmitan los datos reales, y no datos de relleno. Esta estrategia introduce sin embargo, el problema de decirle al receptor qué carácter provino de qué fuente. Una solución a este problema consiste en enviar dos caracteres de salida por cada carácter de entrada.: es decir, indicando el número de fuente y de dato. A los multiplexores que utilizan este principio se les conoce como multiplexores estadísticos ATDM.

Estrictamente hablando, no se tendría un concentrado mediante un multiplexor estadístico que tuviera tanta capacidad de salida como de entrada.



a) Multiplexaje por División de Frecuencia



b) Multiplexaje por División de Tiempo

2.6 Tipos de Transmisión

La transmisión de la información puede ser definida en dos niveles: la operación de la comunicación de circuitos, definiendo la dirección de los flujos de datos y los métodos usados para transmitir la información sobre estos circuitos. Existen 3 métodos de operación de circuitos: simplex, half duplex y full duplex. Prevalecen dos modos de transmisión de datos: asíncronos y síncronos.

2.6.1 Simplex, Half Duplex y Full Duplex

Cuando se habla de circuitos, debemos referenciar sus medios de transferir las señales. Cuando se trata con voz, el método simplex define una conexión con dos hilos entre dos puntos sobre el cual la voz puede viajar en ambas direcciones pero sólo en una dirección a la vez. Half Duplex define una conexión con 2 hilos entre dos puntos en donde la voz puede ser transmitida en ambas direcciones simultáneamente. Full Duplex define una conexión a 4 hilos

entre dos puntos sobre el cual pueden ocurrir dos transmisiones simultáneamente.

Cuando se trata con comunicación de datos, estos conceptos son similares. Por ejemplo, en una conexión punto a punto el servicio SMDS reensambla un método half duplex, porque se requieren dos DS3s para una transmisión de datos simultánea en ambas direcciones. Mientras dos hilos son utilizados en tanto comunicaciones analógicas como en digitales, para los datos estos cables (medios) son frecuentemente cables de fibra óptica, capaces de llevar gigabits de datos al contrario de las señales de bajo ancho de banda de la voz.

2.6.2 Transmisión Síncrona y Asíncrona

Un requisito fundamental de la comunicación de datos digitales (por señales analógicas o digitales) es que el receptor reconozca el momento de empuje y la duración de cada bit que recibe.

Transmisión Asíncrona es un esquema muy simple en el cual los caracteres son enviados independientemente uno del otro. Aquí los datos son transmitidos por carácter (de 5 u 8 bits) a la vez. Cada carácter es precedido por un bit de inicio y por uno o más bits de paro. El código de inicio tiene la codificación de 0 y una duración de un bit en el tiempo; en otras palabras, el código inicio es un bit con valor de cero. El código de paro (stop) tiene valor de 1, y un mínimo de duración, dependiendo del sistema, de uno a dos espacios para bits. Cuando no hay datos para envío, el transmisor envía una señal continua de código de paro. El receptor identifica el inicio de un nuevo carácter por la transición de 1 a 0. El receptor debe tener idea de la duración de cada bit para recuperar todos los bits del carácter.

Esta técnica es simple y barata, pero requiere un encabezado de 2 a 3 bits por carácter.

Transmisión Síncrona es una técnica que permite que bloques de caracteres o bits sean transmitidos sin códigos de inicio y paro, y el tiempo de salida o entrada es bien conocido, para lo cual los relojes de tanto el transmisor como del receptor deberán estar sincronizados. Para que ello se dé, es posible que se provee de una línea de tiempo separada entre el transmisor y el receptor, o que la información del reloj deba ser incluida en la señal del dato. Para las señales digitales, este puede incluirse con la codificación bifásica. Para señales analógicas, pueden utilizarse varias técnicas; la frecuencia de la portadora por sí misma puede ser usada para la sincronización, el receptor se basa en la fase de la portadora.

2.7 Tipos de Circuitos y Servicios

Existen 4 métodos de conexión de circuitos disponibles: punto a punto, dial-up (conmutada), privada y multidrop. Estas configuraciones fundamentales se encuentran en la mayoría de las arquitecturas de multiplexaje y conmutación.

2.7.1 Punto a Punto

Los circuitos punto a punto están definidos como una simple conexión o enlace entre dos usuarios. Esta conexión puede ser física, virtual o lógica. El medio físico puede ser dos hilos, cuatro hilos, coaxial, fibra óptica con una variedad de otras interfaces. El circuito punto a punto puede ser permanente o temporal, dedicado o conmutado (dial up).

2.7.2 Líneas Conmutadas (Dial Up)

Las líneas conmutadas son similares a los circuitos punto a punto, la única diferencia es que no se garantiza estar disponible cuando sea accesado. El usuario confía en el proveedor de servicio para la disponibilidad de las líneas conmutadas y muchos usuarios comparten las líneas como accesos alternos durante emergencias. Mientras las líneas conmutadas son utilizadas principalmente para modems, los diseñadores de redes utilizan las líneas conmutadas para la redundancia de la red.

2.7.3 Líneas Privadas

Una línea privada es un circuito dedicado el cual ha sido rentado por un "carrier" por un periodo pre determinado de tiempo. Esta línea privada es referida como línea dedicada, por la cual el usuario paga una cantidad extra por una calidad de servicio establecida, tal como asegurar una máxima cantidad de errores.

Las líneas privadas son compradas basado en el uso continuo las 24 hrs del día. Las líneas privadas son utilizadas por aplicaciones de "misión crítica" en donde servicios conmutados o líneas "dial up" no son suficientes, o como troncales del backbone. Por lo que un usuario que compra una línea privada debe justificar el costo respecto a los servicios ofrecidos que cobra por uso. Servicios como frame relay y SMDS permite a los usuarios ser facturados sobre el uso del servicio. Esto crea una línea privada de ancho de banda apropiado sólo cuando sea necesario. La mayoría de los usuarios sólo usa el total del ancho de banda de sus líneas privadas en pequeños porcentajes de tiempo. Tales servicios de ancho de banda por demanda reemplazarán muchas líneas privadas y permitirá a los usuarios obtener grandes ahorros cuando las líneas privadas virtuales no estén en uso.

Las líneas privadas son también utilizadas para el acceso a los servicios públicos de comunicación de datos, que son normalmente redes conmutadas de frames, paquetes o celdas, por lo que también son conocidos como líneas de

acceso.

2.7.4 Líneas Multidrop

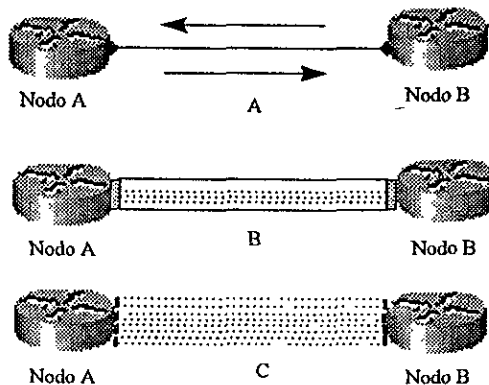
Cuando un usuario, típicamente el originador de la información, necesita comunicarse simultáneamente con múltiples usuarios, se utiliza un circuito multidrop o multipunto. Cuando se usan circuitos multipunto, existe una relación maestro-esclavo entre los usuarios involucrados.

2.8 Topologías de Red

Existen 5 principales topologías de red de redes de computadoras. Estas incluyen punto a punto, multipunto o bus común, estrella, loop o anillo, y mallada. Veremos brevemente cada topología que serán aplicadas en el caso práctico de esta tesis. El término nodo se usará para designar los elementos de transporte de datos tales como enrutadores, conmutadores o multiplexores.

2.8.1 Punto a Punto

La conectividad punto a punto es la tecnología más simple, al proveer un simple enlace entre nodos. Este enlace puede ser compuesto de múltiples circuitos físicos y lógicos. La siguiente figura muestra tres ejemplos de enlaces punto a punto. El primer ejemplo muestra un simple enlace entre el nodo A y el nodo B con un circuito lógico, el segundo muestra un enlace entre el nodo A y el nodo B con múltiples circuitos lógicos sobre un simple enlace físico y el tercero muestra un simple enlace de múltiples circuitos físicos y que tiene múltiples circuitos lógicos sobre cada circuito físico.



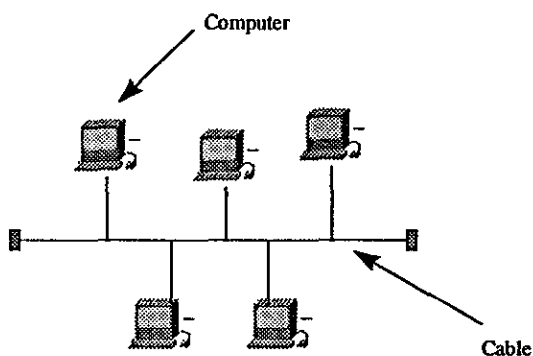
Ejemplos de Enlaces Punto a Punto

Las configuraciones punto a punto son los métodos más comunes de la

conectividad de circuitos. Muchos de los servicios descritos en esta sección: punto a punto, líneas conmutadas y líneas privadas utilizan la topología punto a punto. Casi todos los accesos de usuarios de los tipos de arquitecturas de redes más comunes utilizan la topología punto a punto.

2.8.2 Multipunto o Bus Común

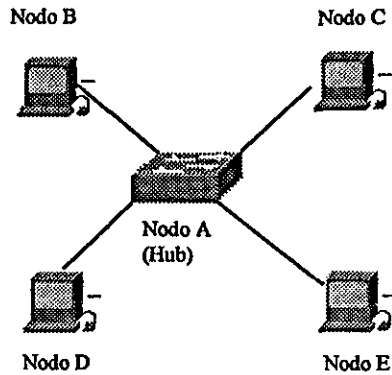
En la topología de bus o multipunto, todos los nodos están física y lógicamente conectados a una estructura de bus. Estos nodos están frecuentemente locales al bus. La siguiente figura muestra una topología multipunto en donde los nodos se comunican vía un bus físico y lógicamente. Ethernet IEEE802.3 y Token bus IEEE 802.4 utilizan topologías de bus como lo hacen muchas otras arquitecturas.



2.8.3 Estrella

La topología de estrella fue desarrollada durante la era del mainframe, cuando la comunicación de computadoras era controlada centralmente por un mainframe. También tiene su origen en el mundo analógico de la voz en donde los PBX proveían un procesador de conmutación central a miles de usuarios que radiaban redes en forma de estrella de los teléfonos de los escritorios de la gente al PBX. Todos los dispositivos en la red son conectados al nodo central, el cual usualmente desarrolla el procesamiento. Los nodos se comunican uno con otro a través de sus conexiones con el nodo central.

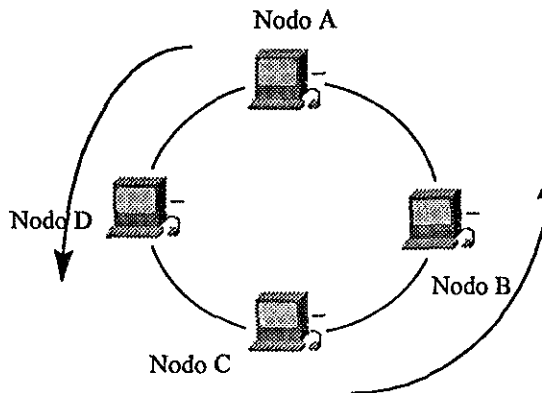
La siguiente figura muestra una topología en estrella, en donde el nodo A sirve como un nodo central y los nodos restantes se comunican unos con otros a través del nodo A. Un típico ejemplo es el cableado de redes locales usando hubs.



Topología Estrella

2.8.4 Loop o Anillo

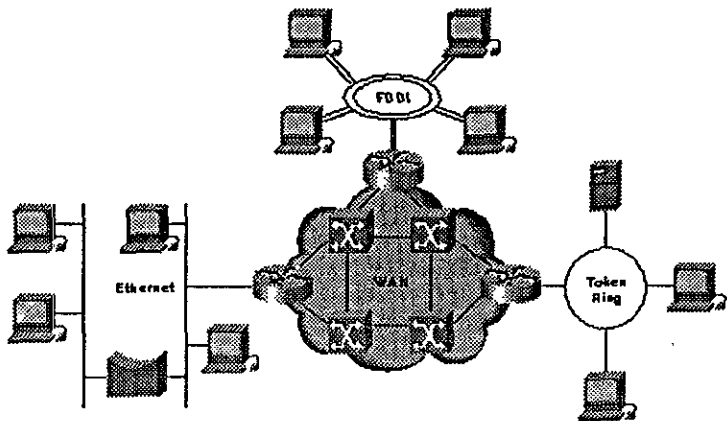
La topología loop o anillo es utilizada por redes donde el flujo de datos de la comunicación de datos es unidireccional. Un anillo es establecido y cada dispositivo pasa información sobre la dirección del anillo. La siguiente figura muestra una red tipo anillo donde el Nodo A pasa información al Nodo C vía el anillo y a través del nodo D. El nodo C regresa la información al nodo A vía el nodo B. Ejemplos de uso de la topología de anillo los tenemos en el IEEE 802.5 Token Ring e IEEE 802.6 DQDB.



Topología de Anillo

2.8.5 Malla

La mayoría de las redes de conmutación emplean alguna forma de arquitectura de malla. Las redes malladas conectan muchos nodos vía múltiples circuitos punto a punto. La siguiente figura muestra una red parcialmente mallada. La mayoría de las redes usa topologías malladas para proporcionar rutas alternas para respaldo y descarga de tráfico, aunque algunas redes son completamente malladas no es común por el gran número de circuitos necesarios y el costo que representa. El caso práctico de esta tesis utiliza este tipo de topología para la red a diseñar.



TOPOLOGIA SEMI-MALLADA

2.9 Servicios Orientados a Conexión y Orientados a no-Conexión

Los servicios de redes de datos ofrecidos están clasificados en ya sea orientados a conexión o orientados a no-conexión. Los orientado a conexión definen un servicio que depende del establecimiento de una conexión entre los usuarios finales, físico y virtual y algunas veces lógico antes de transferir datos. Los servicios orientados a no-conexion, por otro lado proveen una conectividad extremo a extremo lógica y físicamente, pero no establece circuitos virtuales. Los servicios oreintados a conexión son usados generalmente en redes WAN, y los servicios orientados a no-conexión son usados principalmente en las redes de área local.

La capa de red puede ofrecer dos tipos de servicios a las capas superiores a ella: Servicios orientados a conexión y a no-conexión. En esta sección observaremos estos tipos de servicios y examinaremos sus diferencias.

Servicios Orientados a Conexión son derivados del sistema telefónico. Para hablar con alguien, se toma el teléfono, se marca un número, se habla y se cuelga. Similarmente, para usar un servicio de red orientado a conexión, el usuario debe establecer primero una conexión, usa la conexión y la libera. El

aspecto esencial de la conexión es que actúa como un tubo: el transmisor empuja objetos (bits) al otro extremo y el receptor los recibe en el mismo orden.

En contraste los servicios orientados a no-conexión o servicios por datagramas son derivados del sistema postal. Cada mensaje o carta lleva la dirección destino completamente y cada una es enrutada a través del sistema independientemente de todas las otras. Normalmente, cuando dos mensajes son enviados al mismo destino, el enviado primero debería ser el primero en llegar. Sin embargo, es posible que el primero se retrase por lo que el segundo podría llegar primero. Con un servicio orientado a conexión esto no es posible.

Cada servicio se puede caracterizar por su calidad de servicio. Algunos servicios son confiables en el sentido que nunca pierden datos. Usualmente, un servicio confiable es implementado al hacer que el receptor reconozca cada mensaje recibido por medio de otro mensaje de reconocimiento, para que el transmisor esté seguro de que llegó. El proceso de reconocimiento introduce retardos y sobreprocesamiento, que normalmente vale la pena pero es algunas veces indeseable.

2.10 Equipos Utilizado en las Redes de Datos

Las topologías de datos son carreteras por las cuales los datos viajan. Ahora exploraremos la gran variedad de dispositivos de acceso LAN y WAN que utilizan estas carreteras. Los dispositivos tales como el puente (bridge), enrutador (router) y compuertas (gateways) juegan un papel fundamental como dispositivos de acceso primario para interconectar redes de área local a las redes de área amplia.

Un hecho importante es que antes de que estos dispositivos aparecieran sus funciones eran realizadas por los procesadores frontales (front-end processors) y los mainframes.

En la medida que llegaron las computadoras personales a la escena y el poder de procesamiento a los escritorios durante la descentralización, las funciones de puenteo y enrutamiento, tradicionalmente acompletada por los hosts/FEPs fueron migradas a los escritorios también. El advenimiento de las computadoras personales, junto con las redes locales y de área amplia hicieron que el desplazamiento del enrutamiento fuera del medio ambiente de los mainframes una necesidad.

Quizás el factor más importante ha sido la aparición de las LANs. Debido a los diferentes mercados, tecnologías y conjuntos de protocolos, evolucionó la necesidad de hacer hablar a las diferentes LANs. Cuando los enrutadores y los puentes aparecieron, fueron diseñados para trabajar con redes de área local de baja velocidad. Ahora que las funciones de ambos se comienzan a unir y con la aparición de procesadores más potentes (como los RISCs) inician a soportar las interfaces WAN y LAN de velocidades bajas DS0 (64 Kbps) hasta velocidades E1s (2048 Mbps) y aún velocidades DS3 (45 Mbps).

Las tres principales categorías de hardware de interconexión LAN/WAN son los puentes, enrutadores y compuertas. Cada uno provee un conjunto

diferente de funciones que pueden ser provistas separadamente o juntas en una solo equipo. Cada uno provee soporte de protocolos para ciertos niveles de OSI, así como de otras arquitecturas. Repetidores y B-routers juegan también así como otros dispositivos como los CSUs (channel service units) y los DSUs (Data Service Unit). Los LAN's Hub que proveen concentración en las redes locales también se verán en esta sección. Cada una de estas nuevas tecnologías de hardware proveen ventajas específicas y desventajas dependiendo de las aplicaciones del usuario, protocolos, direccionamiento y necesidades de transporte de datos. El diseñador de redes debe comprender cada uno de estos equipos para asegurar una exitosa conectividad LAN/MAN/WAN, interoperabilidad e integración.

2.10.1 Repetidores

Los repetidores son dispositivos de extensión de distancias de poco costo, proveen una extensión de distancia de los circuitos físicos punto a punto. Esto le permite a una red extender la distancia entre sus dispositivos de red, similar a un cable de extensión de electricidad. Los repetidores poseen poca inteligencia. Son utilizados como regeneradores de señal, protegiendo a la red contra la atenuación sin afectar la calidad de la señal. Debido a la falta de inteligencia los repetidores dan un valor agregado al mantener la integridad de los datos que fluyen a través de ellos. Los repetidores se pueden ubicar sólo en la capa física del modelo OSI.

2.10.2 Conductores de Línea/Modems de Distancia Limitada

Los conductores de línea (line drivers) también conocidos como modems de distancia limitada (LDMs), son utilizados para extender la distancia de un circuito analógico físico. Estos equipos proveen una modulación/demodulación para poder transportar datos físicos en señales analógicas. Se ubican en el nivel físico del modelo OSI

2.10.3 Channel Service Unit (CSU)/ Data Service Unit (DSU)

Estos dos dispositivos hacen funciones separadas pero la funcionalidad de ambos se puede realizar usando una sola caja llamada DDS (Digital Data Set). El DSU es un dispositivo de baja velocidad, provee un formato de señal y una translación de protocolos, así como actuar como el punto de terminación de los circuitos digitales. El CSU termina los circuitos digitales al igual que los DSU, pero también provee muchas características o funciones no provistas por el DSU, tal como filtraje, ecualización de la línea, acondicionamiento de la línea, regeneración de la señal, capacidad de probar los circuitos y conversión de protocolos de corrección de errores. Algunos CSU/DSU tienen también la capacidad de monitoreo y prueba de los frames E1s y T1s y algunos tienen la capacidad de multiplexar tráfico.

Muchos proveedores de DSU/CSU tienen varios modelos que pueden soportar desde velocidades de 19.2kbps hasta los más modernos que soportan T3/E3 que proveen una interface serial de alta velocidad (High-Speed Serial Interface HSSI) para conectividad directa a 34 Mbps o 45 Mbps.

Los CSU/DSU son ubicados en el nivel físico del modelo OSI.

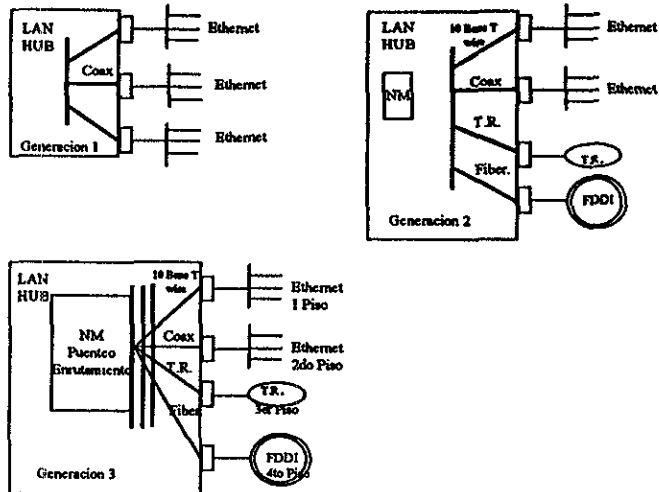
2.10.4 Concentradores LAN (HUBs Inteligentes)

Los concentradores de LAN o Hubs son un producto que nacieron del movimiento de las topologías de tipo Bus a las tipo estrella. Los concentradores LANs se dividen en tres generaciones. La primera generación inicio en 1984 y actuaba como un repetidor para una solo tipo de conectividad LAN. Estos concentradores proveen la función de puntos de concentracion, soportando un simple bus, el cual provee conectividad fisica para múltiples puertos en múltiples LANs operando sobre la misma arquitectura. Esta función fue similar a la de combinar una patch panel y un repetidor. La segunda generación de Hubs provee la misma arquitectura de bus, pero acomoda diversas arquitecturas de LANs sobre múltiples puertos, tal como Ethernet y Token Ring. Características adicionales tal como administración y configuración remota fueron agregadas.

La tercera generación de concentradores provee múltiples buses para una conectividad similar a la de la segunda generación, pero también adiciona puenteo y algunas funciones rudimentarias de enrutamiento. Soporta un mayor número de medios físicos y tiene múltiples buses en su arquitectura. Estos múltiples buses varían de un Token Ring a 4 Mbps a buses de 800Mbps de paquetes síncronos a alta velocidad. La tercera generación también tiene características de administración incorporadas y algunas veces son conocidos como "Hubs inteligentes". Muchos de ellos soportan el protocolo de administracion SNMP (Simple Network Management Protocol) así como los nuevos estándares desarrollados por la IEEE (tal como el IEEE Hub Management).

La siguiente figura muestra las tres generaciones de hubs así como sus características soportadas en cada etapa. Las configuraciones de hubs tienden a modelar las topologías de estrella, con el hub al centro y cada dispositivo LAN directamente conectado al hub.

La figura también muestra un edificio utilizando un hub para conectar múltiples LANs de diferentes pisos del edificio. Es importante notar que actualmente los hubs juegan un papel primordial para los cableados estructurados instalados en la mayoría de los edificios en la actualidad. Los hubs se ubican en la capa 2 ½ de OSI ya que contiene ciertas funciones de enrutamiento y cubren los niveles físico y de enlace.



Hub Utilizado para Cableado Estructurado

LAS TRES GENERACIONES DE CONCENTRADORES LAN

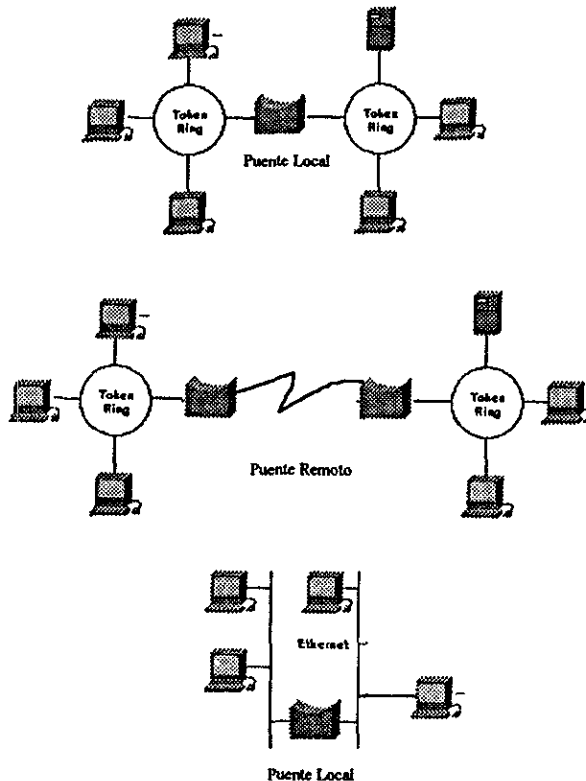
2.10.5 Puentes (Bridges)

Los bridges proveen conectividad entre redes de área local de arquitectura similar formando una de las conexiones de red más simples entre redes de área local y redes de área amplia. Un puente usa una mínima cantidad de procesamiento por lo cual es menos costoso ligar LANs utilizando los mismos protocolos a nivel físico y de enlace. Estas LANs podrían estar a través de la pared o a través del país. Los puentes también pueden conectar dispositivos usando protocolos de capa física y de enlace a dispositivos usando los protocolos IEEE 802.X de más alto nivel (incluyendo FDDI). Debido a que los puentes son transparentes a protocolos, no proveen control de flujo o reconocimiento de protocolos de alto nivel. Utilizan sólo los protocolos de los niveles físico y de enlace de OSI y soportan tanto las capas LLC (Logical Link Control) y MAC (Media Access Control) de la transmisión en redes locales. Los puentes proporcionan conexión al nivel físico y de enlace pero no proveen ninguna función de direccionamiento o conmutación. Por lo cual el usuario debe proveer todas las funciones de conversión de direcciones o protocolos. Los puentes simplemente pasan tráfico de un segmento de red a otro basado en la dirección MAC destino del frame a ser pasado.

Otra importante capacidad de los puentes es su capacidad para filtrar datos. Existen cuatro tipos importantes de puentes: transparentes, translacionales, de encapsulación y de enrutamiento fuente (source routing).

Cada uno provee distinta funcionalidad a las diferentes arquitecturas LAN.

Los puentes transparentes, soportan los mismos medios físicos y de enlace (MAC Layer Protocols) de la IEEE 802.X, pero las velocidades de transmisión pueden variar. Los protocolos a partir de la capa 3 de OSI necesitan ser compatibles para todas las aplicaciones a conectar porque los puentes son transparentes a los protocolos arriba del nivel 2 de OSI. La siguiente figura muestra ejemplos del puenteo transparente entre dos redes locales Ethernets, dos LANs Token Rings locales. Un puenteo remoto entre dos Token Rings también es mostrado.



Puenteo Transparente

Cuando se operan en modo translacional, los puentes pueden manejar diversos protocolos de nivel físico o de enlace (nivel MAC). Los puentes translacionales trasladan el formato de un medio a otro - manipulando la estructura del frame asociada con cada uno de los tipos de medios -. Los protocolos en la capa de red o superiores necesitan ser compatibles de todas

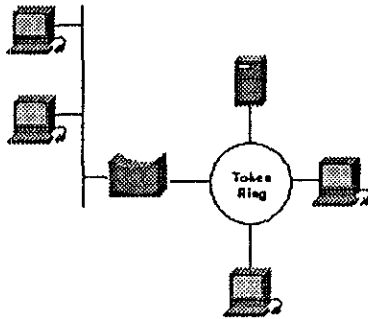
maneras.

La siguiente figura muestra un ejemplo de puenteo de translación entre redes locales, una Ethernet y una Token Ring. Los puentes de translación no proveen servicios de segmentación, por lo que los tamaños de los frames de los hosts en cada LAN deben ser configurados a la misma longitud de frame.

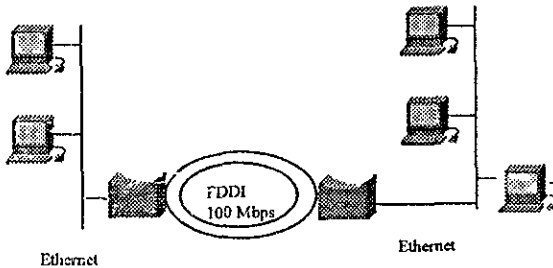
Los puentes de encapsulación deben utilizar los mismos protocolos a nivel físico y de enlace para poder proveer la conectividad, pero soporta un medio físico diferente en la parte de conexión con la red de transmisión que permite alcanzar al puente remoto. Los puentes de encapsulación proveen una interconectividad/extensión de redes al colocar un frame recibido en un formato específico y adelantarlo a otro puente encapsulándolo en otro frame de un formato específico diverso y así entregar el paquete a su destino. Esto es común cuando se tienen múltiples Ethernets y se utiliza un backbone Token Ring o FDDI para interconectarlas. Por lo tanto el backbone sirve como un protocolo de área amplia.

La siguiente figura muestra el puenteo por encapsulación en donde dos redes Ethernets remotas a 10 Mbps son puenteadas vía una red metropolitana FDDI a 100 Mbps. El concepto de utilizar una red Token Ring como backbone WAN para múltiples Ethernets es atractivo y eficiente desde el punto de vista del tamaño de paquete y la segmentación. El máximo tamaño de frame para un Ethernet es de 1500 Bytes, mientras que el tamaño de un frame Token Ring puede ser de hasta 4500 Bytes.

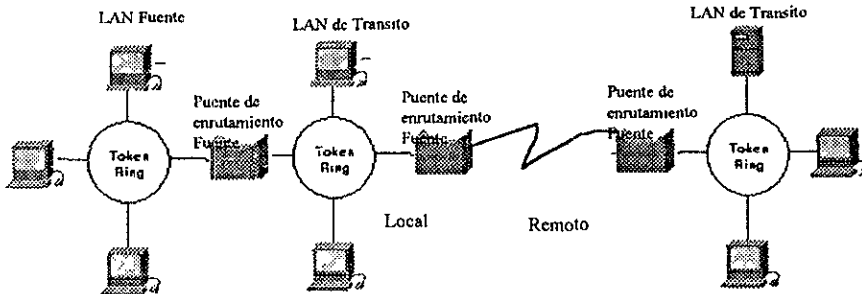
El cuarto tipo de puenteo es el uso de source route bridging. La figura muestra un esquema de puenteo de enrutamiento fuente (source route bridging) entre dos LANs Token Ring remotas y tres puentes de enrutamiento fuente. La tercer Token Ring es utilizada solo para tránsito.



Puente Translacional Local



Puente de Encapsulamiento



Puente de Enrutamiento Fuente

Una gran desventaja asociada con los puentes es que son susceptibles a las "tormentas" de broadcasts o multicast. Estas "tormentas" ocurren cuando un puente de una red llena la red con información inecesaria, regenerando mensajes planeados para un usuario, por lo que ocurren muchas retransmisiones en todos los puentes de la red. El mensaje broadcast se propaga a través de la red hasta que el tiempo de respuesta o el ancho de banda disponible se convierten incontrolables. Este problema se incrementa con el tamaño de la red

y el número de usuarios conectados a ella.

Para minimizar el problema, algunas técnicas inteligentes de puenteo pueden proveer algún nivel de aislamiento de tráfico. Algunos puentes atacan las "tormentas" de broadcast al segmentar las redes puenteadas en dominios que restringen broadcasts en una área limitada. Los puentes también están limitados en retención de direcciones y memoria. Están diseñados para retener una limitada cantidad de información y pueden manejar sólo cambios limitados.

Debido a estas desventajas y capacidades limitadas, los puentes no deben ser utilizados en diseños de redes que requieren un soporte de múltiples protocolos, las redes dinámicas requieren cambios frecuentes o en redes de más de 50 nodos. Para redes con estos requerimientos, dispositivos más inteligentes y robustos proveerán más que sólo la capacidad de puenteo así como una adicional inteligencia de enrutamiento.

2.10.6 Enrutadores (Routers)

Los enrutadores son el dispositivo más importante del internetworking de computadoras. Los enrutadores proveen interconectividad entre dispositivos similares y no-similares en las redes de área local y de área amplia así como el de extender la LAN al área de las redes MAN. Enrutadores multiprotocolos soportan múltiples protocolos simultáneamente. La figura siguiente muestra dos enrutadores proveyendo conectividad a múltiples LANs (Ethernets y Token Rings) así como proveer un enlace WAN FDDI entre ellas y un enlace SMDS a una red de conmutación de paquetes.

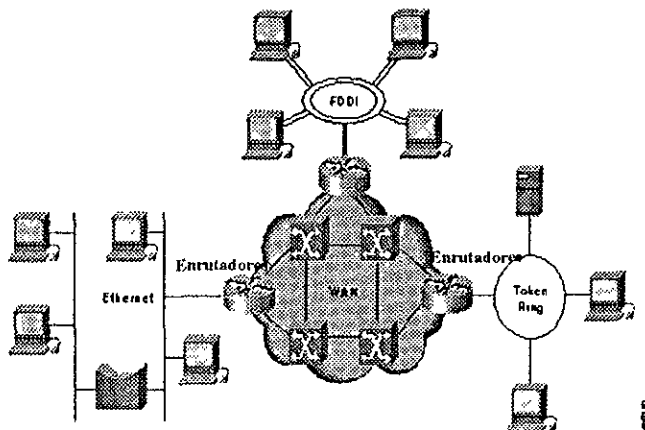
Los enrutadores son sensitivos a protocolos y pueden ya sea puentear o enrutar un gran conjunto de protocolos de capa de red o de mayores niveles. Por lo que soportan una gran variedad de dispositivos LAN, los cuales también emplean una gran cantidad de protocolos de red y esquemas de direccionamiento. Los enrutadores comprenden la red entera y enrutarán basados en muchos factores para determinar la mejor ruta. Los enrutadores utilizan las capas de nivel físico, de enlace y de red del modelo OSI para proveer las funciones de direccionamiento y conmutación. Los enrutadores enrutan paquetes de nodo a nodo basados en la información de los protocolos y de factores tales como enrutamiento por costo mínimo, mínimo retardo, distancia mínima y estados de congestión.

Las aplicaciones en los equipos de usuario no necesitan tener los mismos protocolos de LAN del conjunto de protocolos de la IEEE 802.X, o protocolos hasta el nivel de red de OSI, pero necesitan tener el mismo stack de protocolos de la capa cuatro a la capa siete de OSI.

Los enrutadores utilizan su propio stack de protocolos de internetworking. A través del uso de tablas de enrutamiento y protocolos de enrutamiento como OSPF, los enrutadores retienen una inteligencia artificial llamada "conocimiento dinámico" de la red entera. Ellos pueden descubrir cambios en la topología de red y proveer reenrutamiento basado en tablas de enrutamiento dinámico. Los enrutadores pueden limitar el número de saltos y emplean grandes esquemas

de direccionamiento algunas de hasta cuatro bytes. Los enrutadores también soportan grandes tamaños de paquetes. Por ejemplo Frame Relay soporta un máximo tamaño de paquetes de 8,000 bytes. Las velocidades de bus internos pueden llegar hasta un gigabit por segundo. Una de las ventajas más importante de los enrutadores es su capacidad de desarrollar sus funciones primarias basándose principalmente en su software, lo cual hace futuras revisiones y actualizaciones más fáciles.

Ventajas adicionales nos soportan el uso de enrutadores en lugar de los puentes. Los enrutadores proveen un nivel de control de congestión no presente en los puentes, esto permite al enrutador reenrutar dinámicamente el tráfico basado en las rutas menos congestionadas. Los enrutadores eliminan las "tormentas" de broadcast peligrosas al proveer la capacidad de segmentar las redes. Por lo cual el diseñador de redes puede construir un esquema de direccionamiento jerárquico y diseñar inteligentemente las tablas de enrutamiento para proveer una capacidad similar a la de filtraje de los puentes, pero proveyendo la capacidad de definir subredes virtuales dentro de una gran red. Los enrutadores difieren de los puentes en que proveen translación de protocolos entre usuarios a nivel de enlace, mientras que los puentes sólo pasan información en un modo "store and forward" entre dispositivos de estructura de protocolos similares. Los enrutadores, los cuales utilizan esquemas de enrutamiento IP, pueden resolver problemas de fragmentación de paquetes causados por tecnologías tal como X.25 y FDDI. La fragmentación de paquetes ocurre siempre que dos protocolos con diferentes tamaños de paquetes son utilizados. Los enrutadores también tienen la capacidad de trasladar entre las capas del nivel MAC. Los enrutadores también tienen la capacidad de aislar y re-enrutar cuando se presenta una falla.



2.10.7 Compuertas (Gateways)

Las compuertas proveen una mayor funcionalidad respecto a la de los enrutadores y los puentes. Las compuertas proveen toda la interconectividad provista por los enrutadores y puentes, pero además proveen conectividad y conversión en las siete capas del modelo OSI así como a otros protocolos propietarios. Las compuertas son frecuentemente de aplicación específica y debido a la compleja conversión de protocolos que realizan son frecuentemente más lentas que los puentes y enrutadores. Algunas aplicaciones utilizan esquemas de prioridad no consistentes entre las capas de OSI y estructuras de protocolo propietarias.

Un ejemplo de la función de compuertas es el de conectar un dispositivo SNA con un dispositivo que usa el stack de protocolos de OSI. La compuerta convertirá de la estructura de SNA a la estructura de protocolos de OSI. La principal funcionalidad reside en el papel de transferir los protocolos para arquitecturas tales como SNA, DECNet, Internet TCP/IP y OSI. También puede convertir arquitecturas LAN tal como de Ethernet a Token Ring y viceversa. Las compuertas están basadas frecuentemente en mini-computadoras y mainframes y son considerablemente más costosas que los enrutadores, algunos enrutadores proveen algunas funcionalidades de las compuertas.

Existen tres desventajas de las compuertas: bajo throughput durante condiciones de tráfico pico, prioridad en el manejo del tráfico de usuario a la compuerta y las características de store and forward. Durante los periodos de tráfico pico, la compuerta puede convertirse en el punto de congestión, al tener que gastar la mayoría de su tiempo en la conversión de protocolos. Las compuertas son dispositivos "store and forward" adelantando sólo la información requerida por el nodo destino. A pesar de estas desventajas y el alto costo de las compuertas, existe una gran necesidad de estos dispositivos. Todos los usuarios en la transición hacia las arquitecturas basadas en OSI requerirán de estos dispositivos por un tiempo.

Parte III Tecnologías de Conmutación

Esta parte está diseñada para proveer un estudio más profundo de las tecnologías de conmutación de datos (de paquetes, frames, celdas) las cuales comenzaron a dominar las comunicaciones de datos desde la década de los 70's y prevalecerá el dominio hasta finales del siglo. Iniciaremos con las tecnologías de conmutación de paquetes para mostrar por qué fue la tecnología predominante en los 80's y todavía mantiene una gran parte del mercado. El desarrollo de frame relay se mostrará analizando esta tecnología en detalle, es importante este capítulo para los fines de la tesis ya que es base fundamental del caso práctico el cual es el diseño de una red que se basa en esta tecnología. Por último veremos la tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode) la cual es la tecnología que tiende a satisfacer las demandas de los usuarios por su velocidad y capacidad de interactuar con otras tecnologías anteriores.

Capítulo 3 Redes De Conmutación de Paquetes

3.1 Antecedentes

3.1.1 Conmutación de circuitos.

Esta tecnología se originó en las redes públicas de voz. En los inicios de la telefonía cada persona tenía un circuito dedicado

3.1.2 Conmutación de Paquetes.

Durante la última década, las computadoras y las redes han producido un gran impacto en nuestra sociedad. Esto es debido a la necesidad de tener información de forma rápida y confiable. Esto lo podemos ver en diferentes actividades que se desarrollan en nuestra sociedad como por ejemplo en bancos, almacenes, entre otras actividades económicas.

En concreto la finalidad de las redes de datos es transferir e intercambiar información entre computadoras, minicomputadoras, mainframes y otros dispositivos de comunicación.

Una red de conmutación de Paquetes (Packet switching) está compuesta por un grupo de procesadores de comunicaciones y líneas a las cuales los usuarios finales son conectados y a través de ellas los datos en formato de paquete son transmitidos. Para que una red de paquetes maneje los datos de un dispositivo de usuario final los datos deben ser procesados en un formato llamado "paquete".

Un paquete es una secuencia de dígitos binarios ("bits") transmitidos a través de la red como una unidad. Estos bits pueden representar una colección de caracteres individuales de un dispositivo asíncrono, un bloque o grupo de bloques de un

dispositivo síncrono o una colección arbitraria de datos binarios. A esta información se le agrega la identificación de red y control de información para enrutar el paquete a su destino y para administrar su envío.

Una red de paquetes es capaz de optimizar la utilización de sus recursos (líneas de comunicación y recursos). Múltiples llamadas concurrentes pueden ser soportadas a través de cada procesador de red y de cada línea de comunicación. El alto grado alcanzado de recursos compartidos por medio del uso de la tecnología de conmutación de paquetes facilita la reducción en el costo por llamada a la red y subsecuentemente al usuario final.

3.1.3 Protocolo de Red

El formato de la información de control de la red que es agregada a cada paquete, el tipo de paquete procesado y los procedimientos asociados con este proceso son dependientes de la red. Estos son definidos de acuerdo con el PROTOCOLO DE RED usado por cada red de paquetes. Hay algunos estándares o recomendaciones definidas para la operación de la red interna. Por lo que cada red tiene desarrollado su propio PROTOCOLO DE RED.

3.1.4 Protocolo Nativo.

Los dispositivos de usuario final (computadoras y terminales) son producidos por un amplio mundo de vendedores y se comunican por un modo definido por el vendedor. El protocolo de comunicaciones nativo usado por esos dispositivos es asociado con las siguientes características:

- Modo de Transmisión.
 - a) Asíncrona. Transmisión Serial caracter por caracter.
 - b) Síncrona. Transmisión Serial de un bloque de caracteres formateados.
- Conjunto de Código de Caracteres.
 - a) ASCII (7 bits de datos más paridad),
 - b) EBCDIC (8 bits de datos), etc.
- Protocolo de Línea de Comunicación. (Ejemplo BSC y SDLC).- reglas para el significado del formato y sincronización entre la comunicación de dos dispositivos.

El intercambio entre dos dispositivos de usuario final está basado en su PROTOCOLO NATIVO.

3.1.5 Protocolo de Interface Estándar

Un PROTOCOLO DE INTERFACE ESTANDAR fue desarrollado para cubrir la incompatibilidad en la comunicación entre los dispositivos de la red de paquetes y los dispositivos de usuario final. La importancia de desarrollar un protocolo de interface estándar fue reconocida desde los inicios por los distribuidores de redes de paquetes.

A través de sus esfuerzos, requerimientos para un protocolo de interface estándar fueron desarrollados. Este protocolo permitió a los dispositivos de usuario final conectarse a una red de paquetes y comunicarse con algún otro a través de ella. El requerimiento original para esta interface fue propuesto por los desarrolladores de redes a CCITT y fue adoptado como "Recomendación X.25". Desde ese momento la necesidad de otros estándares ha sido determinada y otras recomendaciones para estándares de interface han sido desarrolladas.

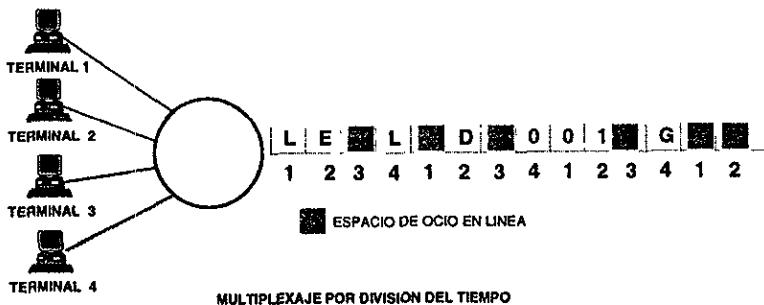
Los datos procedentes de un dispositivo de punto final son almacenados en un buffer por un software de ensamblaje de paquetes, y direccionado. Los paquetes de longitud variable son entonces conmutados (switched) en base a la mejor ruta hacia el destino. Los paquetes de varios usuarios pueden ser intercalados en el mismo medio de transmisión, permitiendo un alto grado de recursos compartidos. En el destino, los datos son reconstruidos a su forma original. De esta forma, la conmutación de paquetes combina el multiplexaje estadístico con la tecnología de conmutación para proporcionar un eficiente sistema de comunicación de datos punto a punto.

Las terminales asíncronas son dispositivos con velocidades típicas de 300 a 1200 bits por seg. Por lo que se puede aprovechar un esquema de combinar una línea de alta velocidad con dispositivos de baja velocidad. Varios esquemas de multiplexaje empleados se clasifican en dos categorías de acuerdo a cómo los recursos son asignados:

- Recursos preasignados y
- Recursos dinámicamente asignados

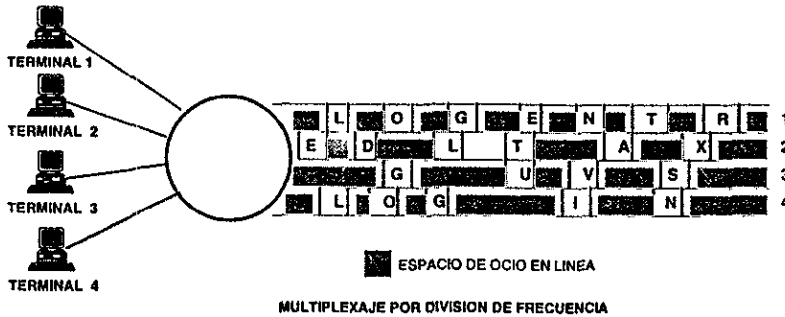
Preasignación de recursos significa que cada usuario tiene asignado una parte de las facilidades de transmisión para la duración de la llamada. Uno de los métodos para la pre-asignación es la asignación de los espacios de tiempo (Time Division Multiplexing o TDM) como se muestra en la figura.

Usando este método, los usuarios tiene asignados periodos de tiempo cuando los datos pueden ser transmitidos. Si los usuarios no tienen datos para transmitir, el espacio de tiempo no puede ser usado por algún otro usuario quedando vacío u ocioso.

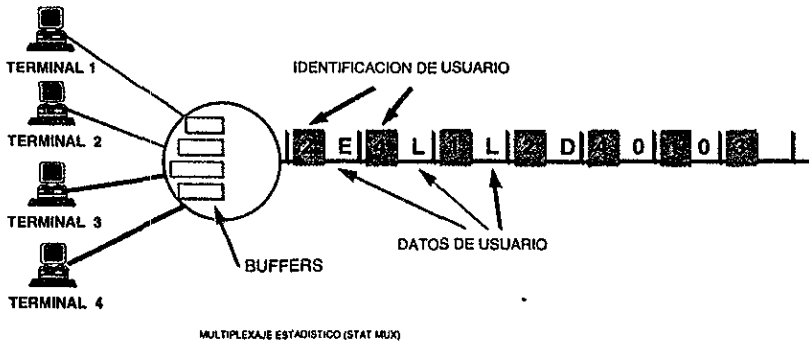


Un segundo método involucra la asignación de partes del total de la frecuencia disponible (Frequency Division Multiplexing o FDM) como se muestra en la figura. El total del ancho de banda disponible para las facilidades de transmisión es compartido,

pero cada parte compartida es dedicada. Si un usuario tiene datos para transmitir su parte es usada; sin embargo cuando el usuario no tiene datos para transmitir, su parte de ancho de banda está en estado de ocio.



El Packet switching usa el Multiplexaje por División del Tiempo Estadístico (STAT-MUX). Con el multiplexaje estadístico, no es necesario la preasignación de recursos. En este método los datos de usuario son almacenados en un multiplexor estadístico hasta que está listo para enviar, en este momento los recursos son dinámicamente asignados al usuario y sólo por el tiempo que tardan en transmitirse los datos almacenados. Por lo tanto el tiempo que el usuario está de ocio no influye como tiempo de ocio en las facilidades de transmisión.



3.2 Principios de la transmisión de paquetes

3.2.1 Ensamblaje del Paquete

El ensamblaje del paquete inicia cuando el primer caracter es recibido del dispositivo del usuario y es colocado en memoria (buffer) del convertidor de protocolo. Cada caracter adicional es agregado al buffer. Este proceso continúa hasta que una

condición es alcanzada que indica el fin del ensamblaje del paquete y el inicio de la transmisión del paquete. Esta es llamada la condición de envío de datos (DATA FORWARDING CONDITION).

Las condiciones típicas de envío de datos son:

- Un Return dado en la terminal
- Tiempo de ocio entre las entradas de caracteres
- Entrada de una secuencia de break
- Caracteres de control
- Buffer lleno

Una vez que la condición de envío de paquete es alcanzada, el paquete es cerrado y el encabezado del paquete es agregado.

3.2.2 Encabezado del Paquete

El encabezado del paquete contiene información necesaria para la manipulación del paquete por la red. Generalmente el tipo de información incluido en el encabezado es:

- Identificación de la información
- Control de la información
- Número de secuencia.

- La identificación de la información incluye un número identificador de paquete que es asignado por el ensamblador de paquete y está asociado a cada llamada. Este número es llamado Número de Canal Lógico (LCN).

Cabe aclarar que una llamada (llamada virtual) es una asociación bidireccional entre usuarios en la cual la ruta de la llamada es definida al establecerse la misma. Para cada llamada se asignan recursos sólo cuando hay datos listos para ser enviados. El movimiento de estos datos entre dos usuarios da la apariencia de un circuito físico, cuando en realidad el movimiento de datos es a través de una ruta virtual.

- La información de control indica el tipo de paquete y especifica la función dentro de la red.

- El número de secuencia indica el orden en el cual los paquetes fueron transmitidos.

3.2.3 Campo de Datos del Paquete

Los datos de usuario están contenidos dentro del campo de datos. El tamaño mínimo de un paquete de datos es de un caracter y el máximo tamaño es asignado en cada red.

La integridad de los datos es asegurada por la retención de una copia del paquete en la memoria del convertidor de protocolo fuente hasta que el reconocimiento del paquete por el desensamblador del paquete se establezca, de lo contrario entrará un procedimiento de recuperación.

3.2.4 Transporte del Paquete

Una vez que el paquete es conformado éste es transportado dentro de un Frame. Este mecanismo de transporte es responsable de que el paquete llegue a su destino libre de error.

3.2.5 Formato del Frame

Los componentes del frame son el encabezado, el campo de información (el paquete) y el trailer.

El encabezado del frame contiene información de control y secuencia. La información de control indica el tipo de frame y especifica funciones especiales del enlace. Los tipos de frame son el frame de información (I-Frame), el frame de supervisión (S-Frame) y el frame no numerado (U-Frame).

El trailer del Frame contiene el "Frame Check Sequence", que sirve como una función de detección de error para asegurar la integridad de los datos dentro del frame. Este campo del frame es obtenido por medio de un cálculo basado en todos los bits desde el encabezado del frame y el campo de información del mismo.

3.3 Protocolo X.25

3.3.1 Nivel físico

El nivel físico de X.25 define la interface física entre el DTE y el DCE. Esto incluye el tamaño físico del conector, la asignación de pines, niveles de voltaje y las señales requeridas para asegurar la transmisión de bits de información a través de la conexión física.

La CCITT ha establecido a X.21bis como el estándar de la interfaz física. Hay dos tipos de interfaz el de baja velocidad y alta velocidad.

La interfaz X.21bis de baja velocidad tiene tres distintas características. Estas son las siguientes:

a. *Eléctricas.* CCITT V.28 usa circuitos no balanceados para todos los circuitos de la interface. Cada circuito requiere sólo un pin y una tierra común. La velocidad recomendada es menor a 20 Kbps.

b. Mecánicas. La interface ISO 2110 usa un conector de 25 pines. Esta interface tiene 50 pies de distancia como restricción entre el DTE y el DCE.

c. Control. CCITT V.24 define la función de los circuitos de intercambio para la interface.

La interfaz X.21bis de alta velocidad tiene tres distintas características. Estas son las siguientes:

a. Eléctricas. CCITT V.35 usa una interface balanceada con dos pines para cada señal. La velocidad recomendada es de 48 Kbps.

b. Mecánicas. ISO 2593 especifica un conector de 34 pines y asignación de los mismos. La longitud del cable recomendado está en función de la velocidad de transmisión de datos.

c. Control. CCITT V.24 define la función de los circuitos de intercambio para la interface.

Antes de explicar en que consiste el Nivel de Enlace es conveniente definir qué es un DTE y un DCE.

Un DTE (Data Terminal Equipment) es un equipo de cómputo que se conecta a una Red Pública de Datos. Este puede ser un Host, un Front End Processor, un concentrador o una terminal inteligente y un DCE (Data Circuit Terminating Equipment) en el contexto de X.25 se refiere a un nodo de la red o un equipo de conmutación de paquetes.

3.3.2 Nivel de enlace

El nivel de enlace define la interface lógica entre un DTE y un DCE. Este nivel consta de procedimientos para controlar el flujo de la información a través del enlace. El propósito del nivel de enlace es pasar al nivel físico datos libres de error. Para hacer esto el nivel de enlace realiza las siguientes funciones:

- Proporciona los principios eficientes de intercambio de frames a través del acceso del enlace. Esto incluye principios para el control de flujo de datos para prevenir la congestión.
- Sincroniza los procesos del nivel de enlace en ambos extremos del mismo para asegurar que el receptor está sincronizado con el transmisor. Cuando los niveles de enlace están sincronizados, el enlace está disponible para pasar datos y es considerado que el nivel de enlace está activo (up).
- Detección y recuperación de transmisión de errores introducidos al nivel físico. Esta recuperación puede ser por medio de una retransmisión.
- Detección y recuperación de errores de procedimiento (por ejemplo violaciones del protocolo).
- Informa al nivel de paquete el estado del enlace.

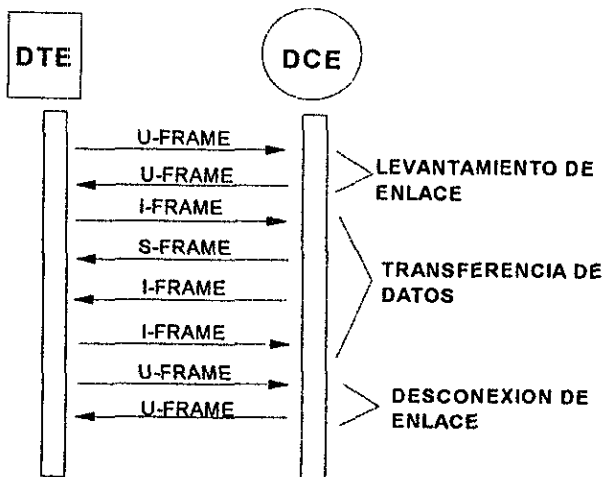
3.3.2.1 Tipos de Frame

El nivel de enlace proporciona el transporte de "frames" de información del enlace DTE/DCE. Estos frames pueden ser usados para transportar datos de usuario (paquetes) o información de control del Nivel de Enlace. Por lo que el tipo de frame usado dependerá de la información a ser transportada.

Existen tres tipos de frames:

- 1) *Information Frames (I-Frames)*. Estos frames son usados para realizar transferencia de paquetes a través del enlace. El paquete está contenido en el campo de información. Los frames de información también pueden contener reconocimiento del nivel de enlace usado para el control de flujo.
- 2) *Supervisory Frames (S-Frames)*. Estos frames son usados para funciones de supervisión como el reconocimiento de I-Frames, control de flujo y recuperación de errores.
- 3) *Unnumbered Frames (U-Frames)*. Estos frames realizan funciones del control de enlace como el levantamiento del mismo, desconexión y recuperación de errores.

La siguiente figura muestra el uso de los tres tipos de frames. Esta figura muestra la interface lógica entre un DTE y un DCE que pasa por tres estados. Estos son el levantamiento del enlace, transferencia de datos y desconexión del enlace. Antes de que el nivel de enlace se levante, debe estar disponible el Nivel Físico.



3.3.2.2 Levantamiento del Enlace

El procedimiento de levantamiento del enlace involucra el intercambio de U-Frames entre el DTE y el DCE para sincronizar cada extremo del enlace. Una vez que esto es realizado, el enlace es considerado lógicamente arriba, "up", y esta condición es reportada al Nivel de Paquete.

3.3.2.3 Transferencia de Datos

La etapa de transferencia de datos involucra el intercambio de I-Frames que pueden contener tanto información como reconocimiento. S-Frames son también usados para reconocimiento, control de flujo y recuperación de errores. Una vez completada la transferencia de datos, cualquiera el DTE o el DCE puede iniciar la desconexión del enlace.

3.3.2.4 Desconexión del Enlace

La etapa de desconexión del enlace involucra el intercambio de U-Frames que causan ambos DTE y DCE, para colocar al enlace en un estado lógico inactivo (down). Esta situación es reportada al Nivel de Paquete.

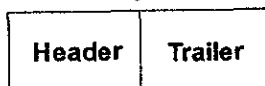
3.3.2.5 Formatos de los Frames

Los Frames están compuestos de distintos componentes llamados campos. Cada campo tiene una función específica como se muestra en la siguiente figura.

I-Frame



S-Frame y U-Frame



Los campos de los frames son los siguientes:

a. *Inicio del Frame de Información.*- Este campo indica el inicio de un nuevo Frame a ser detectado en el enlace.

b. *Encabezado (Header).*- Este campo contiene el tipo de Frame (I,S,U) e información sobre reconocimiento y control de flujo. En los I-Frames, este campo contiene un número de secuencia para los I-Frames.

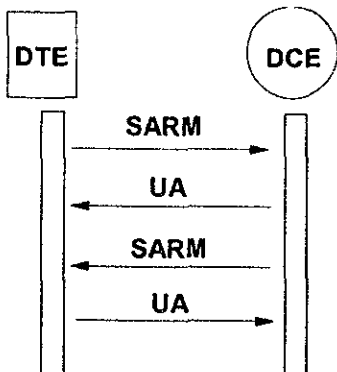
c. *Información del Nivel de Paquete.*- Este campo sólo existe en los I-Frames y contiene el paquete recibido por el Nivel de Enlace procedente del Nivel de Paquete.

d. *Fin del Frame de Información.*- Este campo contiene información sobre detección de error e indica el fin del Frame.

3.3.2.6 Procedimientos para el levantamiento del Nivel de Enlace.

Dos diferentes procedimientos son definidos para el levantamiento del Nivel de Enlace. Estos son el "Link Access Procedure" (LAP) y el "Link Access Procedure Balanced" (LAPB). LAP es un procedimiento que requiere que el enlace sea establecido independientemente en cada dirección. Como un posterior mejoramiento, LAPB permite que el enlace sea establecido en ambas direcciones simultáneamente.

El procedimiento para el levantamiento por medio del "LAP" es mostrado en la siguiente figura:

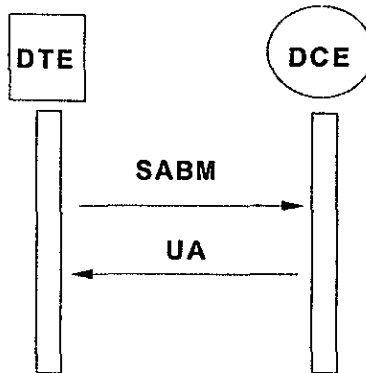


Cuatro pasos deben de realizarse para que el levantamiento del enlace sea establecido:

1. El DTE debe indicar un requerimiento para hacer el levantamiento del nivel de enlace transmitiendo un comando "Set Asynchronous Response Mode" (SARM) al DCE.
2. El DCE debe reconocer el comando SARM retornando un "Unnumbered Acknowledgment" (UA) a el DTE.
3. El DCE debe indicar un requerimiento para levantar el enlace por medio de una transmisión de un SARM a el DTE.
4. El DTE debe reconocer el SARM retornando un UA como respuesta a el DCE.

Así el DTE y el DCE deben intercambiar información de sincronización en orden para que sea considerado arriba (up) el enlace.

El procedimiento para el levantamiento del enlace en LAPB requiere sólo un comando y una respuesta para establecer el enlace. Esto es ilustrado en la siguiente figura.



3.3.2.7 Transferencia de Datos.

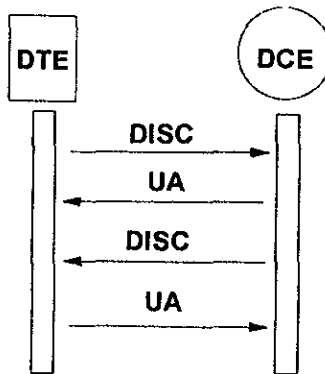
Después de que el enlace está arriba, los datos pueden ser transmitidos entre los niveles de enlace a su interface. Los paquetes recibidos del nivel de paquete son puestos en el campo de información de un I-Frame y transmitidos. Los paquetes no pueden cruzar la interface fuera de un I-Frame y los I-Frames son los únicos frames que pueden portar paquetes. Cada I-Frame debe tener un reconocimiento del Nivel de Enlace del receptor para asegurar que los frames transmitidos están libres de error.

A cada frame transmitido se le asigna un número de secuencia el cual le permite ser identificado de otros frames en el enlace. Este número es llamado "send sequence number". Una copia de cada I-Frame es retenida por el transmisor a nivel de enlace hasta que el reconocimiento del número de secuencia del frame es recibido, por lo que la copia de frame debe tener el mismo número de secuencia.

El reconocimiento de I-Frames es realizado de dos formas. Un método es el "piggyback" el cual consiste en regresar el reconocimiento del I-Frame en otro I-Frame que viene de regreso. Otro método es por medio de un frame de supervisión (S-Frame), del cual hay tres tipos, el Receive Ready (RR), Receive Not Ready (RNR) y Rejet (REJ).

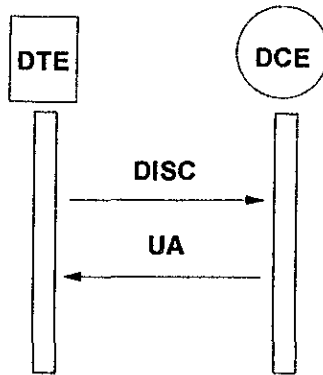
3.3.2.8 Procedimientos de desconexión del Nivel de Enlace.

El procedimiento para la desconexión del nivel de enlace en LAP es mostrado en la siguiente figura. En este procedimiento, dos comandos y dos respuestas deben ser intercambiadas en orden para que el enlace sea desconectado por el DTE:



1. El DTE indica el requerimiento para desconectar el enlace por medio de la transmisión de un comando Disconnect (DISC) al DCE.
2. El DCE debe reconocer el comando DISC retornando como respuesta un UA al DTE.
3. El DCE debe transmitir un DISC al DTE.
4. El DTE reconoce el DISC regresando un UA como respuesta a el DTE.

El procedimiento para la desconexión del nivel de enlace en LAPB es mostrado en la siguiente figura. En este procedimiento, un comando y una respuesta completará la desconexión.

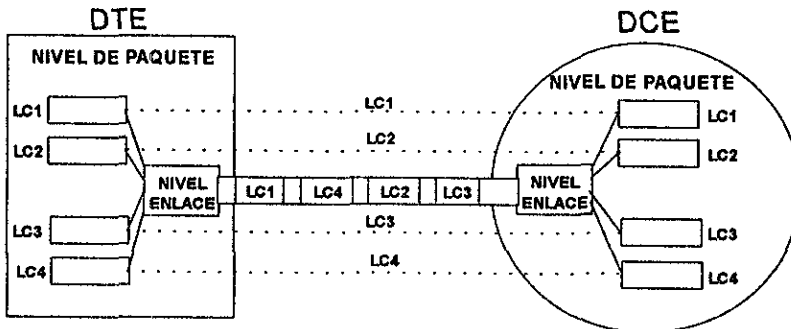


1. El DTE indica el requerimiento para desconectar el enlace por medio de la transmisión de un comando Disconnect (DISC) al DCE.
2. El DCE debe reconocer el comando DISC retornando como respuesta un UA a el DTE.

3.3.3 Nivel de paquete

Este nivel es el responsable de la integridad de los datos de usuario pasados punto a punto entre dos DTEs. Esto es realizado con el establecimiento de una conexión virtual (VC) entre los DTE's y entonces pasan los datos en la forma de paquetes a través de la conexión virtual. Cada paquete transmitido está contenido en el campo de información de un I-Frame.

El Nivel de paquete soporta simultáneamente múltiples conexiones virtuales a través de un sólo enlace de acceso. Para identificar cada VC, un Número de Canal Lógico (LCN) es asignado por el Nivel de Paquete. El LCN puede ser permanentemente asignado o dinámicamente asignado por el nivel de paquete durante la fase de establecimiento de llamada (Ver la siguiente figura). Este LCN identificará únicamente cada conexión virtual de DTE a DTE.



Existen dos tipos de conexiones virtuales "Switched Virtual Circuits" (SVC) y "Permanent Virtual Circuits" (PVC). Los PVCs son una permanente asociación entre

dos DTEs en la red. Esto es parecido a una línea privada punto a punto. Este no requiere el establecimiento de llamada o clareo por los DTEs y el LCN es permanentemente asignado al circuito en cada extremo.

En un SVC, una asociación temporal existe entre dos DTEs, esta asociación es iniciada por uno de los DTEs enviando un paquete de requerimiento de llamada a través de la red. En este momento un LCN será asignado a la llamada en cada interface del DTE/DCE que permanecerá sólo durante la duración de la llamada.

3.3.3.1 Tipos de Paquetes.

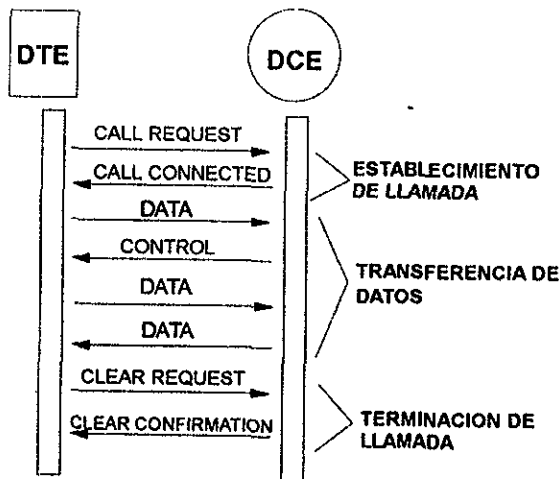
El Nivel de Paquete proporciona procedimientos para el establecimiento y terminación de los "Switched Virtual Circuits" y la transferencia de datos a través de ambos, SVCs y PVCs. Para realizar esto, tres diferentes tipos de paquetes son requeridos.

1. *Paquetes de Establecimiento y Terminación de llamada.* Estos paquetes son usados para establecer y clarear los SVCs. Estos causan un LCN para ser asignado a la llamada de cada interface DTE/DCE.

2. *Paquete de Datos.* Estos paquetes son usados para transportar los datos a través del circuito virtual.

3. *Paquetes de Control.* Estos paquetes son usados para el reconocimiento de los paquetes de datos, así como el control de flujo y recuperación de errores a través del circuito virtual.

El uso de estos tipos de paquetes es mostrado en la figura siguiente. En ella se muestran los procedimientos a Nivel de Paquete para la interface DTE/DCE a cada fin de la conexión virtual así como su paso a través del establecimiento de la llamada transferencia de datos y fases de clareo de llamada.



3.3.3.2 Establecimiento de Llamada.

El establecimiento de llamada sólo aplica en SVCs, no hay una fase de establecimiento de llamada en PVCs. Esta fase inicia cuando un DTE transmite un paquete de requerimiento de llamada "Call Request Packet" al DCE local. Este se mueve a través de la red y causa un paquete de entrada de llamada "Incoming Call Packet" para ser transmitido por el DCE remoto a la llamada del DTE. El DTE remoto responderá con un paquete de aceptación de llamada "Call Accepted Packet" que regresará al DTE local. El circuito virtual es en este momento establecido y pasa a una fase de transferencia de datos.

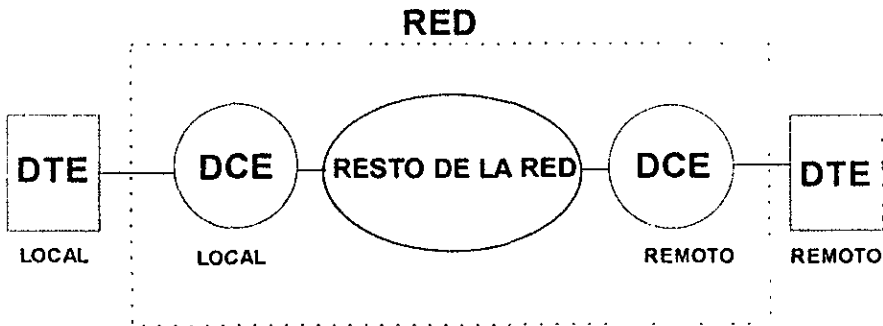
3.3.3.3 Transferencia de Datos.

La fase de transferencia de datos aplica para ambos SVCs y PVCs . Esta fase involucra el intercambio de paquetes de datos entre los DTEs con paquetes de control para el control de flujo y recuperación de errores. Una vez que la sesión de usuario es completada, cada DTE puede iniciar la fase de clareo de la llamada.

3.3.3.4 Terminación de Llamada.

La fase de Clareo de Llamada aplica sólo para SVCs, los PVCs no requieren una fase de Clareo de Llamada. Esta fase inicia con un paquete de clareo de llamada transmitido por el DTE a el DCE local. Este paquete se mueve a través de la red y causa que el DCE remoto transmita un paquete de iniciación de clareo "Clear Indication Packet" a el DTE remoto. El DTE responderá con un paquete de confirmación del clareo que es enviado a el DTE local. Esto causa la finalización de la llamada virtual.

Un esquema general de una red X.25 se presenta a continuación:



Capítulo 4 Conmutación de Frames - FRAME RELAY

4.1 Antecedentes

La necesidad de poseer la información de una manera veraz y oportuna por parte de cualquier empresa o persona ha dado pauta a un avance acelerado en la tecnología, tanto en el ámbito de las comunicaciones, computación, electrónica, como en los medios de transmisión (satélite, fibra óptica, microondas, etc). Como es sabido por todos, el papel crucial que juega la información en el desarrollo de las empresas y de la misma humanidad, ha derivado la necesidad de transferir grandes cantidades de información en tiempos cortos y a través de grandes distancias.

Anteriormente se había cumplido la demanda paulatina de esta información, utilizando la infraestructura de voz existente, la cual no era apropiada para la transmisión de datos, debido a sus altos índices de errores en la transmisión. Lo anterior provocó crear protocolos de comunicación que hicieran énfasis en la corrección de errores de transmisión.

Desde 1976 a la fecha, X.25 ha definido la metodología para la transferencia de datos entre computadoras, dentro y fuera de una red de conmutación de paquetes. Esta primera recomendación de acceso a una red de conmutación y su recomendación anexa para la interconexión entre redes diferentes (X.75) han proliferado en la industria de las telecomunicaciones.

El nacimiento de un nuevo concepto de la transmisión de datos, FRAME RELAY el cual toma ventaja de los avances antes mencionados (equipos de usuario más inteligentes, enlaces más confiables y de mayor velocidad) tiene como objetivo satisfacer las necesidades de transmitir grandes bloques de información en tiempos cortos y a un bajo costo, al hacer más eficiente dichas transferencias de información entre computadoras.

Dicho de otra forma mientras la tecnología de los medios de enlace y los equipos de cómputo ha ido mejorando, teniendo una mayor inteligencia, el énfasis sobre un constante monitoreo y reconocimiento de datos en las comunicaciones, base fundamental sobre los antes mencionados protocolos, se está convirtiendo menos crítico. Por lo cual los sistemas de transporte de datos siguen buscando métodos cada vez más rápidos de transferencias de datos. El éxito de algunos tipos de transferencias de datos, LAN-LAN por ejemplo, requiere que la velocidad de transferencia se incremente de miles a millones de bits por segundo.

Buscar métodos para mejorar la velocidad de transferencia de datos dentro de una red de conmutación de paquetes, requiere que el diseñador considere cada nivel del proceso de comunicación. Las dos mejores áreas para el remplazo o modificación de protocolos son las capas física y de enlace de datos del modelo de la ISO. En el nivel físico se cuenta con los protocolos que definen los estándares T1 y E1 de alta velocidad. Utiliza multiplexaje en división de tiempo sin variabilidad en los datos que viajan sobre él.

La segunda capa que podría ser modificada, es la capa de enlace. Es punto a punto, aunque la estructura tiene la capacidad de definir direcciones para los diferentes destinos.

Utilizando los conceptos definidos en estas dos áreas, una nueva serie de opciones de interface han sido desarrolladas. El término general para este tipo de procesos es "Fast-Packet".

Los desarrolladores de frame relay decidieron tomar ventaja de una concepto ya existente, el cual utiliza un protocolo ya conocido y con bastante interacción con otros protocolos, el nivel de enlace de X.25 (LAPB), el cual es el modelo para la transferencia de datos punto a punto en cualquier interface dentro, a través o entre redes de conmutación de paquetes. Su estructura de control es bien conocida y está bien documentada, siendo considerado un método flexible y robusto para la transferencia de datos. El formato y tamaño de la estructura del frame en Frame Relay es derivado del HDLC, protocolo origen de LAPB.

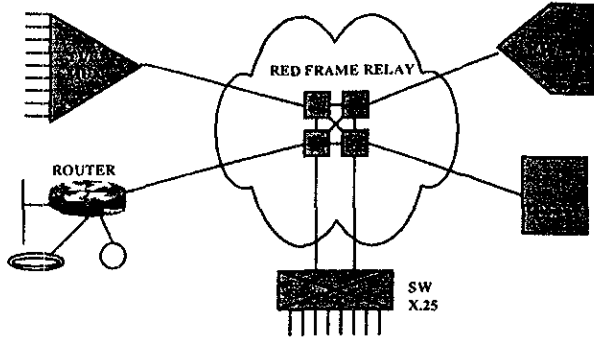
Frame Relay posee algunos conceptos tanto de la conmutación de paquetes, como de la conmutación de circuitos. Como la conmutación de paquetes, Frame Relay tiene la capacidad de transmitir información encapsulada dentro de un protocolo definido. A diferencia de X.25, es que en Frame Relay no hay garantía en la entrega de datos, cualquier necesidad de retransmisión de datos debe ocurrir en un protocolo de mayor nivel, el cual puede estar localizado en el dispositivo del usuario. Como en la conmutación de circuitos, Frame Relay ofrece la capacidad de enrutar flujos de información entre dos puntos definidos, moviendo esta información dentro del circuito completo, este circuito permanece entre los dos puntos tanto tiempo como se acuerde utilizar. Los datos pueden fluir en ambas direcciones a lo largo de este circuito tanto como sea necesario.

4.2 Definición de Frame Relay

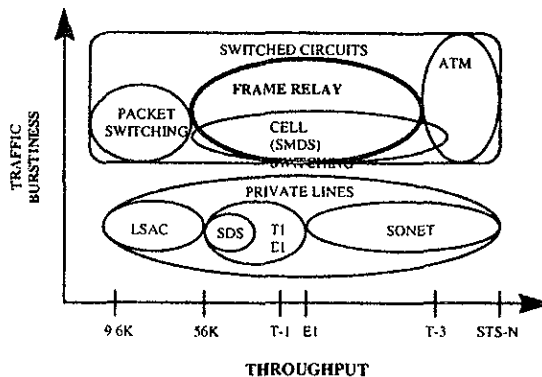
Los estándares de frame relay definen tres implementaciones de la tecnología: frame relay como interface, frame relay como protocolo y frame relay como servicio de redes de datos. Los estándares han hecho a frame relay un éxito. Frame relay se ha convertido en un estándar de la noche a la mañana, inusual en el área de los estándares, gracias a la cooperación del American National Standard Institute (ANSI) y el International Telegraph and Telephone Consultative Committee (CCITT) con algunos productores de equipo soportándolo.

Frame relay es la siguiente etapa en la tecnología de conmutación de paquetes, permitiendo transportar datos de usuario a velocidades de hasta un E1 (2048 Mbps - y próximamente hasta 45 Mbps) sobre circuitos virtuales ya sea permanentes o conmutados. Está conmutación y enrutamiento de frames a través de la red frame relay se logra al utilizar frames basados en HDLC (High Data Link Control). Esta tecnología está definida dentro de los estándares de ISDN (Integrated Services Digital Network) como un servicio de datos en modo de paquetes.

La siguiente figura muestra una típica red frame relay soportando una variedad de accesos de usuario, incluyendo multiplexores T1/E1, puentes, enrutadores, compuertas, procesadores frontales, conmutadores X.25 y un FRAD (Frame Relay Assembler/Disassembler).



Frame relay llena el hueco tecnológico entre los servicios de X.25 y los servicios de ATM y SMDS. La capacidad y las velocidades de datos son mucho mayores a los de las viejas tecnologías de la conmutación de paquetes. La siguiente figura muestra los servicios competidores, pero frame relay provee un acceso con E0's y E1's efectivo en costo para divesos tipos de tráfico ráfaga. Es importante observar la línea punteada la cual extiende a frame relay hasta velocidades E3's . Frame relay es ideal en la inteconexión entre redes LAN debido a sus altas velocidades y bajo retardo sobre líneas físicas compartidas por muchos circuitos virtuales.



a) *Frame Relay* como interface.-

La primera clasificación de frame relay es como interface. Para el diseñador de redes frame relay se define como una interface del nivel de enlace de OSI y una técnica de acceso a una red de conmutación. Esta interface transmite frames a una red de datos pública o privada la cual a su vez los transporta a un dispositivo con una dirección destino. Los estándares de CCITT acerca de frame relay son definidos como

una derivación de los servicios de ISDN, así frame relay ha evolucionado de los estándares de interface de ISDN.

Frame relay se convierte en una solución efectiva en costo para el transporte de tráfico de datos tipo ráfaga como el tráfico de redes locales, su capacidad de multiplexaje estadístico lo hacen ideal para la agregación de múltiples E0's hasta velocidades E1. Múltiples circuitos virtuales se combinan dentro de un solo circuito físico aprovechando mejor el ancho de banda mientras reduce el costo de hardware del equipo de usuario y del servicio de red. Nuevos avances en circuitos integrados (chips) para encapsular en HDLC ayudarán a que frame relay alcance velocidades de hasta un E3. Esto ampliará el beneficio de múltiples usuarios viajando sobre un solo enlace, lo cual a su vez disminuirá los costos de acceso a la red.

Proveedores de puentes y enrutadores han impulsado a frame relay al crear software de frame relay disponible para interfaces. Los estándares que definen a frame relay como una interface han sido ampliamente abrigados por los proveedores de equipo. Algunos beneficios de utilizar frame relay como interface son:

- Estándar internacional para una interface de red
- Utilización de una simple línea física por múltiples usuarios
- Reduce los costos del hardware de acceso a la red
- Ampliamente soportado por la industria
- Soportado por proveedores de equipo de tanto DTE's como de DCE's
- Efectivo en costo para el transporte de tráfico ráfaga
- Alta transferencia de información en relación a los campos de control debido al bajo overhead o encabezamiento
- Provee alta capacidad a aplicaciones cliente/servidor

b) Frame Relay como Protocolo de Señalización

Frame relay también puede ser definido como un protocolo. La capa 2 de OSI es dividido por los estándares de frame relay en dos principales áreas: servicios centrales y servicios de usuarios. ambos servicios son definidos por ANSI y CCITT. Frame relay es transparente a los protocolos de capas superiores. Algunos beneficios de utilizar frame relay como protocolo son:

- Transporte de diferentes tamaños de frames
- Mejor funcionamiento que los antiguos protocolos de conmutación
- Menor overhead en el área de transporte de red
- Bajos retardos
- Elimina la complejidad de los antiguos protocolos de conmutación
- Desarrolla funciones de multiplexaje
- Descarta datos por error o por congestión
- Encapsula datos de usuario dentro de frames de longitud variable
- En caso de congestión se provoca la eliminación de datos con o sin error indiscriminadamente
- Elimina el "overhead" que provoca los encabezados de control de errores y de congestión de X.25

- Control de llamadas y señalización "out of band" fuera del ancho de banda asignado a los usuarios
- Transparente a los protocolos de nivel 3 hacia arriba de OSI
- Transparencia a los procedimientos de la capa de enlace
- Mejorada utilización del ancho de banda.

c) Frame Relay como Servicio de Red

Los usuarios actualmente demandan una alta velocidad y un alto funcionamiento en los servicios de conmutación de datos para interconectar redes Lan y WAN. La computación distribuida y las aplicaciones cliente-servidor requieren cada vez más mayor ancho de banda. Los dispositivos de usuarios son cada vez más inteligentes descargando a la red de muchas de sus funciones anteriores al manejar funciones de protocolos de alto nivel con sus capacidades mejoradas de procesamiento. Los servicios de frame relay ofrecen importantes mejoras en el funcionamiento y velocidades sobre el servicios tradicional de X.25. También provee una asignación dinámica de ancho de banda (bandwidth on demand) el cual no puede ser soportado por redes de conmutación de circuitos o por líneas privadas. Frame relay no provee corrección de errores o control de flujo como X.25. Los estándares ofrecen notificación de congestión (FECN y BECN), pero un servicio de frame relay confía en los equipos de usuario para interpretar o proveer esta función necesaria, también confía en los protocolos de alto nivel como Transport Control Protocol (TCP) para proveer las retransmisiones necesarias y garantizar la liberación de los datos en lugar de duplicar dichas funciones en el nivel 2. Frame relay provee la concentración y multiplexaje estádístico de la conmutación de paquetes con X.25, utilizando la alta capacidad de conmutación y los bajos retardos de los multiplexores TDM. Circuitos virtuales permanentes (PVC) y conmutados (SVC), son establecidos en una base punto a punto o punto múltipunto (multicast) entre los dispositivos de usuario, por medio de un enrutamiento dinámico dentro de la nube (red frame relay). Los beneficios de utilizar frame relay como servicio de red son los siguientes:

- Ideal para tráfico ráfaga orientado a protocolos LAN,
- Efectivo en costo (menor costo en equipo en relación a otras tecnologías),
- Transporta datos a velocidades de hasta un E1 (y pronto hasta un E3),
- Utiliza todo el ancho de banda disponible,
- Elimina los cuellos de botella provocados por las redes WAN tradicionales,
- Compatible con tecnologías antiguas,
- Se ofrece el servicio en redes públicas
- Llena el hueco que existía entre las tecnologías X.25 y los servicios de banda ancha (broadband),
- Provee un servicios de asignación de ancho de banda por demanda,
- STDM en lugar de TDM,
- Alta velocidad y bajo retardo,
- Toma ventaja de las facilidades de la fibra óptica, transmisión libre de errores,
- Múltiples circuitos virtuales sobre una sola línea física,

- Inteligentes estaciones de trabajo han reemplazado a las terminales (ahora ellas manejan los protocolos de alto nivel),
- Conectividad todos contra todos.

4.3 Recomendaciones de los organismos internacionales que especifican Frame Relay

Los estándares de frame relay han sido desarrollados con la ayuda de múltiples comités de estándares, grupos de usuarios, consorcios de proveedores, y una gran variedad de grupos de interés internacionales. Esta cooperación ha causado que frame relay se convierta en uno de los estándares más rápidamente desarrollados en la historia. Los estándares que vamos a ver en esta sección han sido establecidos mundialmente en poco tiempo y es realmente importante para el ingeniero, el diseñador de redes o el administrador de una red, el comprender cuál estándar define los servicios y en donde encontrar detalles específicos sobre su implementación.

Frame relay fue originado en CCITT en 1988 como un derivado de su recomendación I.122. Esta derivación viene en realidad del protocolo LAP-D Link Access Protocol-D el cual es una porción de señalización del nuevo estándar ISDN Integrated Services Digital Network. Frame relay es ahora un protocolo definido tanto por los organismos de ANSI y CCITT. En el contexto de redes, frame relay es un servicio de transmisión de datos por medio de frames orientado a conexión como es definido en los estándares de ISDN.

El comité de ANSI T1S1.1, un equipo bajo el subcomite de señalización T1 primero estandarizó a frame relay en T1S1/88-2242 el cual es un marco de trabajo arquitectural y de descripción de servicios. Este estándar no incluye voz o video y está de acuerdo con el protocolo HDLC. Esto provee una interface común efectiva en costo a los existentes equipos en el mercado. El CCITT ha estandarizado frame relay bajo las series de recomendaciones "I". La recomendación I.122 es un marco de trabajo para adicionales servicios orientados a paquetes.

Tanto los estándares de ISDN de ANSI como CCITT utilizan las recomendaciones de LAPD además de que ANSI complementa las especificaciones de frame relay utilizando las extensiones de LMI (Local In-Channel Management). Frame relay está definido en las recomendaciones de CCITT I.122 y ANSI T1S1. La relación con ISDN es parte del CCITT Q.921 y Q.931. La descripción del servicio está definida tanto en ANSI T1.606 como en el CCITT I.2xy, mientras el manejo de congestión está definido en el adendum de ANSI T1.606 y en el CCITT I.3xy. Los aspectos principales de frame relay están definidos tanto en ANSI T1.618 como en CCITT Q.922. y finalmente la señalización y encapsulamiento están definidos tanto en la recomendación ANSI T1S1/89-186 como en CCITT Q.931. Cada una de las anteriores recomendaciones continúan evolucionando.

4.3.1 Estándares de CCITT

Los estándares a desarrollar por CCITT son primero definidos como recomendaciones de un grupo de trabajo. Estas recomendaciones son después formalizadas dentro de borradores asignando un número y una letra prefijo. Estos

borradores pendientes de aceptación son después publicados como recomendaciones del CCITT. Las recomendaciones "I" proveen el marco de trabajo para los servicios, protocolos, y operaciones mientras las recomendaciones "Q" definen la operación detallada de tópicos como señalización, transporte e implementaciones. Como se puede observar, en frame relay gran parte de su arquitectura y estructura del protocolo son compartidos con los estándares ISDN de CCITT.

Frame relay es referido como un servicio de usuario final bajo los estándares de ISDN. Este define a frame relay como una "interface" entre el usuario y el servicio de red. La conmutación de tramas HDLC fue definida primeramente en la recomendación de CCITT "I.122" la cual fue un estándar ampliamente aceptado y se aplica a muchos servicios incluyendo ISDN. La recomendación "I.441/Q.921" define la implementación del conjunto de funciones del protocolo LAP-D y además define el proceso de encapsulamiento de HDLC. Aquí el direccionamiento de frame relay es definido a través de los DLCI's (Data Link Connection Identifier) habilitando múltiples canales lógicos sobre una simple interface física de usuario. Esta recomendación también describe tres funciones adicionales a ser implementadas en la mitad superior de la capa 2 del modelo OSI llamadas utilización de enlace, control de flujo, y recuperación de errores. Estas son las funciones principales implementadas en X.25 y provocan demasiados encabezados de control (overhead).

Los estándares de ISDN son los mismos utilizados para frame relay. Todos los estándares de frame relay se basan en los ISDN, el cual utiliza el protocolo de nivel 2 de OSI LAP-D utilizando el canal D para señalización y los canales B para la transmisión de información. La recomendación I.122 define los servicios de frame relay bajo la recomendación de ISDN. Existen dos tipos de frame relay definidos por esta recomendación, el Tipo I (Frame relay para redes privadas) y el Tipo II (frame relay para servicios públicos). Estos tipos definen la descripción de los servicios y la arquitectura de la red para la cual los servicios son ofrecidos. El estándar "Q.931" fue desarrollado para manejar la porción de señalización de frame relay. Este estándar se relaciona con el de ANSI T1.617. El estándar Q.922 fue desarrollado para manejar los principales aspectos de frame relay. Este es una mejora del estándar Q.921 y se relaciona con el estándar de ANSI T1.619. El estándar Q.921 define el formato de la trama (frame) y corresponde directamente con el de ANSI T1.602

La recomendación Q.922 anexo A, define el conjunto de características para la creación de una estructura LAPF (Link Acces Procedure Frame-Relay) para el control y movimiento de datos entre dos dispositivos de usuario al nivel de enlace del modelo OSI.

El Anexo A define la estructura del frame, elementos del procedimiento, formatos de los campos y procedimientos para la apropiada operación del protocolo LAPF de la capa 2 está descrito en el documento I.122 y la descripción de servicios en el estándar I.233. Estos procedimientos permiten una transferencia de datos transparente al usuario.

El conjunto de características que LAPF especifica para soportar el servicio frame relay es el siguiente:

- Frame delimitado, alineado y con transparencia;
- Multiplexaje y demultiplexaje utilizando el campo de direcciones;

- Inspección del frame para asegurar que consiste de un número integral de octetos antes y después de la inserción de los bits ceros del *método de transparencia*. La inspección del frame asegura que no es ni muy corto ni muy largo;
- Detección (pero no recuperación) de los errores de transmisión;
- y las funciones de aviso de congestión.

Las recomendaciones involucradas con el anexo A, construyen las bases que deben ser seguidas por los proveedores de este servicio en los equipos de usuario. Dentro de la red de un proveedor, el protocolo interno de red puede desviarse de la estricta adherencia a la recomendación. Sin embargo, se debe seguir al pie de la letra en la parte de acceso del usuario.

El conjunto de servicios de Frame Relay está diseñado para operar en conmutadores de datos frame-relay. Utilizando una combinación de software y de hardware desarrollado específicamente para este propósito, está diseñado para proporcionar a los usuarios, interfaces de alta velocidad (T1 (1,544Mbps) o E1 (2.048 Mbps)), permitiendo el movimiento de tráfico de datos digitales de un punto a otro con un protocolo de alta velocidad en un modo transparente. Este servicio combina la eficiencia en el uso del ancho de banda de la conmutación de paquetes, con los beneficios aportados de un protocolo transparente punto a punto incrementando su velocidad y su funcionamiento. LAPP es un protocolo de multiplexaje diseñado para operar sobre facilidades de transmisión que son virtualmente libres de errores, tal como la red digital integrada (RDI).

Con el servicio de Frame-Relay, los usuarios son conectados vía enlaces lógicos permanentes (PLL's Permanent Logical Links) o también conocidos como PVC's (Permanent Virtual Circuit) en lugar de enlaces físicos dedicados. Esto implica que si una conexión se pierde, existe la posibilidad de su reestablecimiento. Los frames son enrutados en la red gracias a una etiqueta de circuito conocida como DLCI (Data Link Connection Identifier). Esta etiqueta es un identificador único el cual está implícito en el encabezado del frame. Debido a esto, puede variar la forma en que los frames viajen a través de la red, el DLCI tiene un significado local únicamente, ya que no es una dirección única que identifica un destino sino para identificar una conexión lógica entre el usuario y el nodo de acceso a la red. La red puede utilizar este identificador también para indicar rutas punto a punto en las que un frame es conmutado dentro de la red.

El servicio de frame relay difiere del de X.25 en que no se garantiza la entrega de datos. Por esta razón, no existe secuenciamiento en los frames, los protocolos en el equipo usuario son los responsables de la retransmisión de datos contenidos en los frames que pueden ser perdidos o descartados por la red ya sea por errores o por congestión.

4.3.2 Extensiones de LMI y soluciones propietarias

Cuando los estándares de la CCITT y de ANSi estaban desarrollándose, cuatro proveedores de equipo de telecomunicaciones no esperaron a los estándares para evolucionar así que decidieron escribir sus propias especificaciones definiendo los estándares de frame relay entre los usuarios y la red. Los cuatro proveedores son

StrataCom Inc., Digital Equipment Corporation (DEC), Cisco Systems y Northern Telecom Inc. mejor conocidos como "Los Cuatro Gangsters". Como es frecuente estos proveedores vieron la necesidad de crear un producto para el mercado en donde alcanzar una gran utilidad en sus primeras versiones del producto. Estos factores los llevaron a adoptar un conjunto de especificaciones interinas, llamadas extensiones LMI. Estas extensiones tienen características las cuales a pesar de ser propietarias, complementan y suplementan tanto los estándares de ANSI como los de CCITT, también representan el punto de vista de los proveedores de redes públicas y privadas. Estas extensiones se han convertido en los estándares de facto en la industria de las comunicaciones para la interconexión de equipo de usuarios (CPE), a conmutadores de datos de acceso frame relay. Los cuatro proveedores se comprometieron a incorporar los estándares cuando se terminaran de crear.

Las características propietarias de LMI mejoran el servicio frame relay al proveer el estado y la información de la configuración de los PVC's activos en ese momento. Hay dos tipos principales de extensiones LMI. El conjunto de extensiones estándar y las extensiones opcionales. Las extensiones estándar son utilizadas por la mayoría de los proveedores de CPE's proveyendo una interfaz de frame relay en sus equipos. Muchas de las extensiones opcionales no son utilizadas y algunas permanecen bajo desarrollo. Todas las extensiones LMI deben ser utilizadas en conjunto con los estándares de ANSI, los cuales ya implementaron muchas extensiones LMI en sus estándares. Conforme ANSI y CCITT evolucionen ellos incorporarán las mismas funciones encontradas en LMI (principalmente por la influencia de los proveedores en los comités de estándares). En algunos estándares se han ya escrito anexos los cuales contienen muestras de las extensiones LMI y opciones a la base estándar.

a) Extensiones LMI Estándar

Las extensiones LMI más comunes están basadas sobre los formatos de mensajes de la recomendación Q.931 de CCITT, y definen versiones mejoradas de estos mensajes para la configuración y mantenimiento. Estas extensiones LMI desarrollan las siguientes funciones:

- Notificar al usuario del estado de los PVC's (si están activos y qué DLCI está presente)
- Notificar al usuario de la adición, modificación y borrado de los PVC's (eliminación o falla del DLCI)
- Notificar al usuario de la señal "keep alive" del enlace físico y del estado lógico del enlace.

Las extensiones estándar identifican:

- El máximo tamaño de la trama (frame) de 8196 octetos
- Soporte de 1024 direcciones DLCI
- Extensiones comunes
- Activación de los bits FECN/BECN y el bit de congestión DE
- Soporte de Multicasting
- Direccionamiento global

Todas estas extensiones son transmitidas a través de la red sobre el DLCI 1023. Este es el canal lógico que ha sido designado por las extensiones LMI.

b) Extensiones LMI opcionales

Las extensiones LMI opcionales definen cuatro principales áreas funcionales de usuario:

- Capacidades Multicast
- Control de Flujo
- Convención de direccionamiento global
- Actualizaciones de estado Asíncronas.

Capacidades Multicast.-

Estas capacidades permiten a múltiples dispositivos de usuarios interconectados a una LAN funcionar con simples resoluciones de direcciones. El Multicast reemplaza la necesidad de pelear a una LAN/WAN por una dirección, al enviar "broadcasts" simultáneamente a todos los enrutadores predefinidos en un grupo multicast. Múltiples DLCI's son recibidos por cada grupo multicast definido. El dispositivo de red después replica la trama en múltiples tramas con los DLCI's predefinidos en el grupo multicast.

Control de Flujo.-

Mejoras en la indicación de congestión y notificación a usuario de tales condiciones son provistas en esta extensión. El estilo de control de flujo es similar al de XON/XOFF pero puede utilizarse sólo para flujo de datos unidireccional. Este modo de control de flujo debe utilizarse en conjunto con los estándares de ANSI para la implementación homogénea del estándar de frame relay. Los principales usuarios de esta extensión son los puentes (bridges) y los enrutadores que no puedan incorporar los estándares de congestión de ANSI y mecanismos de control.

Convención de Direccionamiento Global.-

Esta capacidad permite a la red provisionar un DLCI en una base puerto por puerto; en efecto utilizando un DLCI para cada puerto o dispositivo final de manera tal que cualquier usuario sobre la red pueda comunicarse y utilizar el mismo DLCI para un destino en cualquier momento. Esta extensión permite solo 1024 DLCI's para la red entera. Cada DLCI es asignado a un puerto específico, dando el mismo punto de terminación para cada DLCI dado. El punto terminal siempre es el mismo sin importar el puerto origen. Esto es completamente diferente a los estándares de ANSI y debe ser utilizado solo en pequeñas redes privadas debido a sus limitaciones de total de puertos de red.

Actualización de Estado Asíncronos.-

Esta mejora permite a la red notificar al dispositivo de usuario de un cambio en el estado del canal lógico. Este actúa como una opción a los estándares de ANSI para control de flujo y congestión.

4.4 Características de Frame Relay

1.- *Frame de longitud variable:* Los datos están encapsulados por campos de control (header y trailer) los cuales son parte de la estructura del frame, el campo de datos puede variar, a diferencia de la tecnología de CELL RELAY la cual utiliza campos de información constante de 256 bytes y forma parte medular de la tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode).

2.- *Utiliza protocolos de nivel 2.* Las funciones desarrolladas para Frame Relay corresponde a un protocolo de nivel 2 (enlace) como LAPB, SDLC etc., pero sin realizar operaciones de corrección de errores y reconocimiento, por lo que utiliza en realidad un protocolo de la capa baja del nivel 2 el cual puede encapsular protocolos de capas superiores tal como IP, IPX, X.25, etc.

Funciones De la Capa 2 de Frame Relay:

- Detección de Congestión,
- Detección de Errores,
- Direccionamiento (vía el DLCI),
- Integridad del Frame.

3.- *Orientado a conexión.* Un protocolo orientado a conexión implica que un enlace debe ser establecido antes de poder transferir información. En Frame Relay este enlace es conocido como circuito virtual el cual puede ser de dos tipos permanente (PVC Permanent Virtual Circuit) o conmutado (Switched Virtual Circuit).

En un PVC la conexión es establecida desde el inicio del servicio y permanece activo aún cuando se haya terminado la transferencia de información entre los dos equipos de datos.

En un SVC se establece una conexión sólo durante el tiempo en que se va a transferir la información, deshabilitando dicha conexión una vez que se haya terminado la transferencia de información, teniendo la posibilidad de establecer una conexión con otro equipo diferente.

Esto es a diferencia de los protocolos orientados a no-conexión, los cuales transfieren los datos aún sin tener establecida una conexión, debido a que cada frame posee la dirección destino y origen de los equipos de datos, forzando a que cada nodo de la red realice una decisión de enrutamiento del frame de acuerdo a congestión, números de nodos entre los equipos o costos de línea, lo cual implica que cada frame puede tomar una ruta diferente y por lo tanto existe la posibilidad de que lleguen fuera de secuencia, teniendo que ser reordenados en el equipo terminal de datos.

4.- *No provee recuperación de errores ni control de flujo.* Esto significa que Frame Relay no provee recuperación de errores y por lo tanto no garantiza que los datos enviados a través de la red serán recibidos en el destino final. En una red Frame Relay algunos datos pueden ser desechados debido a cualquiera de tres factores:

- a) Errores en la transmisión de los frames por ruido en las líneas,
- b) Debido a congestión dentro de la red.
- c) Se excedieron los límites de transmisión permitidos a un usuario.

Frame Relay por lo tanto confía en que los equipos terminales sean lo suficientemente inteligentes para detectar datos que no han sido entregados y solicitar una retransmisión al equipo origen. Esta función es realizada por los protocolos de la capa 4 del modelo OSI tal como TCP.

El hecho de no realizar esta corrección de errores, es lo que le da a Frame Relay la habilidad de transferir información de una manera más eficiente y ágil y por lo tanto mejorar los tiempos de transferencia considerablemente. El riesgo de eliminar tal característica es tomado debido al gran porcentaje de confiabilidad de los medio de enlace digitales actuales tal como la fibra óptica.

5.- *Diseñado para una sencilla implementación.* Gracias a que Frame Relay está basado en HDLC el cual es el protocolo más ampliamente utilizado en la industria de las telecomunicaciones, ha sido muy sencillo para los fabricantes de producto crear equipos basados en esta tecnología, requiriendo sólo una actualización de software en los equipos de transmisión de datos para poder trabajar con Frame Relay, sin la necesidad de realizar grandes inversiones de dinero y tiempo ya que preserva las inversiones actuales.

6.- *Efectivo en Costo.* Gracias a las características de las redes de paquetes, las cuales dan al usuario la posibilidad de acceder múltiples destinos utilizando sólo un enlace, permite a su vez realizar grandes ahorros de dinero que hubiesen tenido que ser desembolsados en el caso de tener enlaces dedicados.

4.5 Estructura del Protocolo

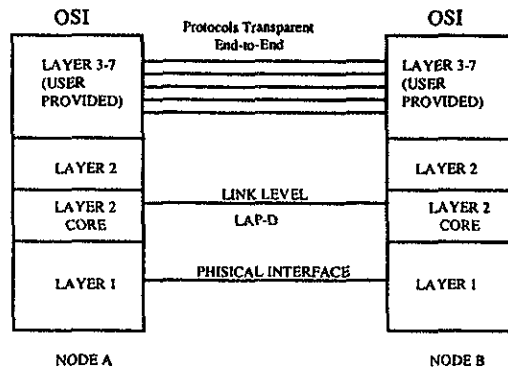
Los servicios e interfaces de frame relay son cubiertos por muchos protocolos desde el nivel uno (capa física) al nivel 3 (capa de red) del nivel de referencia OSI. Los protocolos de frame relay han sido tomados de la funcionalidad pre-definida de ISDN y redefinidos en la capa de enlace (nivel 2). Frame relay también provee una función de direccionamiento a través de los DLCI's similar al caso de la conmutación de celdas (cell switching).

4.5.1 OSI y Frame Relay

La siguiente figura muestra las capas de OSI que son utilizadas por frame relay. El transporte de frame relay se compone de las primeras dos capas de OSI (capa física

y de enlace). Las operaciones de los protocolos extremo a extremo (end to end) son transparentes a la red frame relay. La capa física utiliza los más variados protocolos (V.35, V.24, G.703) con múltiples anchos de banda desde un E0/DS0 hasta un E1/T1 no canalizado. La capa 2 utiliza el procedimiento de acceso de enlace de la CCITT LAPD (Link Acces Procedure-D) el cual es un protocolo de la capa de enlace. Los protocolos de la capa 3 hasta la capa 7 restantes son manejados por la aplicación del usuario. Esto permite que el actual procesamiento de paquetes sea realizado por la aplicación (equipo de usuario), lo cual libera recursos de la red para manejar el transporte de datos. Esto fuerza a la aplicación a desarrollar funciones como: corrección de errores, direccionamiento y secuenciamiento. Algunas implementaciones de frame relay pueden desarrollar corrección de errores y funciones de direccionamiento en una forma limitada.

Los frames son transmitidos entre los nodos de la red al nivel 2 (capa de enlace). Estos frames contienen direccionamiento y detección de errores. Los nodos establecen circuitos virtuales permanentes (PVC's) y enrutan los datos a través de esta conexión serial punto a punto. Los frames son enrutados por dirección destino. Si un error se encuentra, se descarta el frame completo. Los nodos de red no hacen ningún requerimiento de retransmisión.



4.5.2 Estructura del Protocolo de la Capa 2 de OSI (Enlace)

El servicio de frame relay así como el de su pariente modo de paquetes ISDN, son referidos con 2 niveles separados lógicamente en la capa de enlace de datos, definidos como plano de control (C-plane) y el plano de usuario (U-plane). Cada uno provee diferentes servicios. El concepto de planos de usuario y de control ha sido definido como fundamento de los protocolos de ISDN. La versión frame relay de los estándares de ISDN ha intentado establecer un conjunto de protocolos para todos los servicios del plano de control (c-plane) de frame relay, separando el plano de usuario del de control para permitir una adaptación de los servicios de frame relay por parte del usuario.

Existen dos tipos de interfaces C-plane y U-plane: la de usuario a red (UNI User to Network Interface) y la de red a red (NNI Network to Network Interface).

La funcionalidad del plano de usuario (U-plane) define los servicios de frame relay seleccionables por el usuario. Algunos servicios provistos por el plano de usuario son:

- Detección de errores,
- Manejo de congestión,
- Transparencia a nivel de bit,
- Delimitación de Frame,
- Multiplexaje de frames de acuerdo al campo de dirección de la capa 2,
- Provee interfaces (Usuario a red (UNI) y Red a Red (NNI)),

Las funciones del plano de control (C-plane) proveen los procedimientos para el transporte de datos del dispositivo del usuario a la red y entre los nodos de la red. Son diferentes a las funciones provistas por el plano de usuario, en que proveen la conectividad extremo a extremo (end to end) a través de la red. Aquí es donde la información de señalización es manejada empleando el control de las llamadas y la negociación de los parámetros de la red. Algunos servicios provistos por el plano de Control son:

- Recuperación de Errores
- Control de Flujo
- Recuperación por vencimiento de temporizadores
- Reconocimientos de frames
- Intercambios de XID's
- Servicios usuario a usuario, extremo a extremo.

4.6 Teoría de la Transmisión de Frame Relay

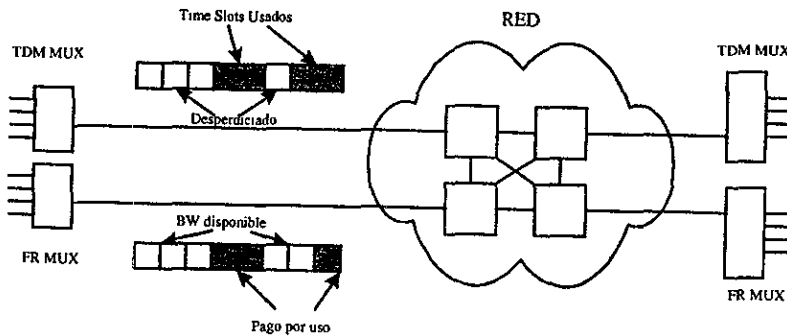
La alta velocidad de transmisión en frame relay es alcanzada con los efectos secundarios de perder la detección y la corrección de errores, el secuenciamiento y el direccionamiento, los cuales residían en la tecnología de conmutación de paquetes tradicional. Frame relay sería el equivalente de remover la capa 3 del modelo OSI del protocolo de conmutación de paquetes X.25. Una de las principales ventajas obtenidas es el relativo corto retraso incurrido durante el transporte de los datos. Frame relay también provee una rápida reconexión y multiplexaje estadístico.

Frame relay prefiere las altamente confiables facilidades digitales de la fibra óptica debido a que requiere un medio ambiente libre de errores. Todas las funciones de detección y corrección de errores así como las de control de flujo y congestión son manejadas en el equipo de usuario en lugar de en la red. De esta manera los frames con error son descartados por la red y se le deja al usuario la función de retransmitirlo. Las funciones de control de congestión también son dejadas al usuario. Mientras esto elimina "overhead" y retrasos (típicos de X.25) introduce un nuevo papel para los equipos de usuario (CPE Customer Promise Equipment).

Una alta velocidad y multiplexaje estadístico parece bueno para el usuario, pero el precio que tiene que pagar puede ser muy alto.

Frame relay difiere de las redes de multiplexores en que las propiedades estadísticas de frame relay solamente reservan el ancho de banda como se va necesitando. En un multiplexor los canales son reservados para usuarios específicos y el ancho de banda es desperdiciado durante algunos tiempos donde no se transmiten datos sobre algunos canales mientras otro canal pudo haber estado demasiado ocupado. La reservación dinámica realizada en frame relay se aprecia más con tráfico de redes locales, el cual es esporádico y en ráfaga pudiendo demandar el ancho de banda total del canal durante un tiempo y dejar de transmitir en otro momento. Cuando se provee el servicio de frame relay en una red pública el resultado deseado es alcanzado: una red pública de conmutación con un servicio de asignación de ancho de banda por requerimiento (bandwidth on demand) operando en un modo de "pago por uso".

La siguiente figura muestra una comparación de frame relay con un multiplexaje tradicional. Cuando se usa un simple multiplexor de canales, el usuario paga por el canal entero y cualquier slot vacío preasignado es desperdiciado. Cuando el usuario frame relay accesa la red, no paga por el ancho de banda que no necesita, solamente por el utilizado.

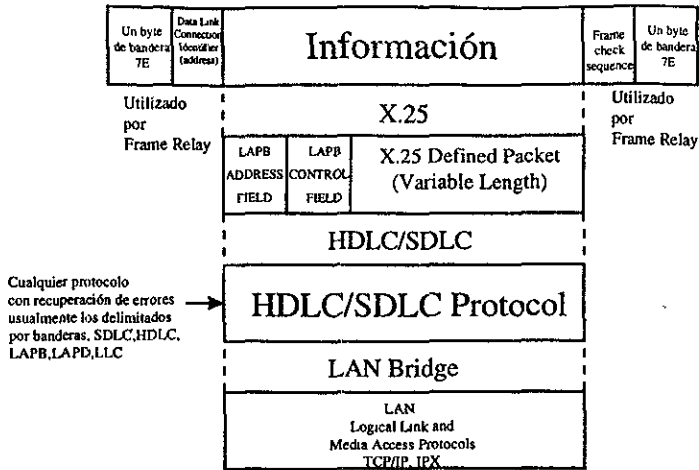


El número de circuitos necesarios para proveer una red completamente redundante es mucho mayor en la red de multiplexores que los necesarios en la red frame relay.

Otro aspecto principal se da en la comparación de frame relay con X.25 en donde los nodos de frame relay sólo pasan los frames al punto destino. De esta manera los nodos de la red no desarrollan ningún procesamiento de desensamble de paquetes o frames ni tampoco ninguna detección o corrección de errores. Los DLCI's (Data Link Connection Identifiers) cambian de nodo a nodo dentro de la red.

4.6.1 Encapsulamiento de Frame Relay

La red Frame Relay está basada en la implementación de la recomendación Q.922 anexo A de la ITUTSS. Los conmutadores frame relay utilizan el formato del frame descrito en la siguiente figura.



En el uso de una red Frame Relay, el protocolo específico del usuario es encapsulado en frames Q.922A. Esta encapsulación es realizada ya sea por el dispositivo usuario o por los conmutadores frame relay. El protocolo de usuario es colocado en el campo de información de un frame Q.922A. Cualquier protocolo con mecanismos de recuperación de errores, usualmente los delimitados por banderas pueden ser encapsulados (HDLC, SDLC, LAPB, LAPD, LLC) y transmitidos sobre la red Frame Relay.

4.7 Componentes de una red Frame Relay

4.7.1 Area de Acceso

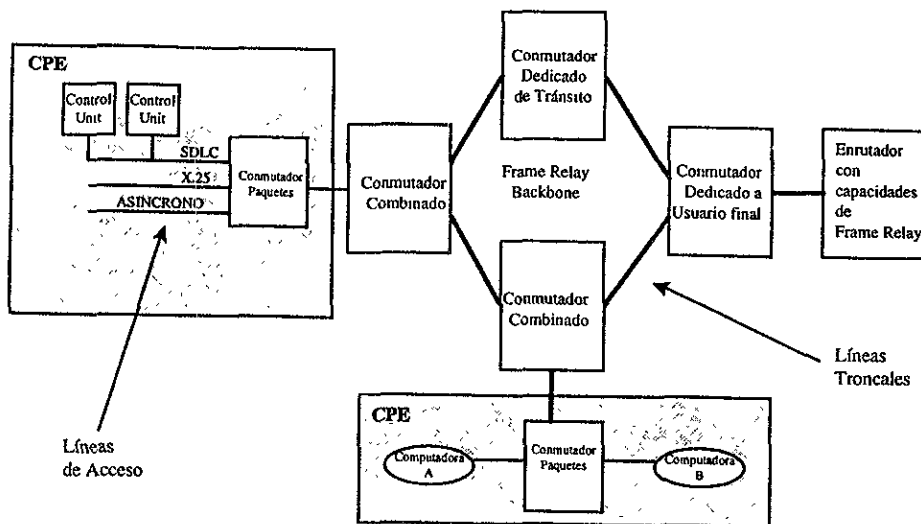
Una gran variedad de dispositivos que hace posible el acceso a una red frame relay existen en el mercado. Estos dispositivos varían en complejidad incluyendo puentes (bridges), Enrutadores (Routers), Brouters, compuertas (gateways), FRADs (Frame Relay Assembler/Disassembler), multiplexores y hasta conmutadores de voz. Los anteriores dispositivos hacen la función de concentrar, agregar, multiplexar, y encapsular el tráfico existente y sus protocolos dentro de una interface frame relay hacia la red. Algunos usuarios suministran una solución híbrida al utilizar uno o más de estos dispositivos.

Una red Frame Relay es una red de área amplia de alta velocidad WAN (Wide Area Network), que permite a dispositivos de usuario dispersados geográficamente comunicarse, aún si ellos operan bajo diferente protocolo. Los dispositivos de usuario pueden ser estaciones de trabajo, PC's, servidores de archivos sobre una LAN; procesadores frontales (FEP's), dispositivos asíncronos, síncronos o X.25 en una red de conmutación de paquetes tradicional.

Una red Frame Relay es una tecnología eficiente para el transporte de datos entre LAN's, entre dos redes de conmutación de paquetes o entre una red de

conmutación de paquetes y un dispositivo con capacidad de manejar el protocolo Frame Relay.

Una cosa importante es que una red Frame Relay es diseñada con una conectividad de alta velocidad para una variedad de dispositivos de usuario.



4.7.2 Area de Transporte.

Consiste de conmutadores Frame Relay y de líneas troncales (medios de enlace entre conmutadores) a velocidades T1 o E1.

Las velocidades T1- Hasta 1.536 Mbps (24x64K canales de transmisión de datos)

Las velocidades E1- Hasta 1.920 Mbps (30x64K canales de transmisión de datos).

Tipos de conmutadores Frame Relay:

Conmutador de Acceso a Usuario Dedicado: Conecta una red frame relay a un dispositivo de usuario con capacidad de operar con frame relay (es un dispositivo que provee funciones de encapsulamiento y desencapsulamiento; ej.. un enrutador).

Conmutador de tránsito dedicado: Transporta los frames del usuario a través de la red (a velocidades T1 o E1). No tiene puertos de acceso hacia usuarios. Solo cuenta con líneas troncales.

Conmutador Combinado: Es un nodo de red que habilita a dispositivos conectados a una red frame relay, comunicarse con los dispositivos conectados a una red de conmutación de paquetes tradicional.

"Customer Promise Equipmet CPE": Es un dispositivo configurado para soportar Frame Relay, HDLC, SDLC, o dispositivos LAN. Como ejemplo se pueden citar : Procesadores frontales (IBM 3745), enrutadores (Cisco, Wellflet, ACC), equipos FRAD (Frame Relay Assembler Disassembler), etc.

4.7.3 Facilidades de las interfaces T1/E1

T1/E1 son dos estándares físicos diferentes por la forma en la cual los datos son llevados sobre una línea de transmisión. T1 es el estándar incorporado por Norte America y Japón, mientras que E1 es el estándar para el resto del mundo.

T1

Hace uso del concepto llamado super frame (SF) el cual contiene 12 frames, como es indicado por el estándar T1-D4.

Utiliza el super frame extendido (ESF) el cual contiene 24 frames en lugar de 12 llevados por un Super frame.

E1

Es el estándar Europeo y utiliza 32 canales en lugar de 24

Avalado por el CEPT (Conference of European Postal & Telecommunications)

2 canales son utilizados para señalización y control.

Líneas Troncales y de Acceso:

Es importante recordar la diferencia entre líneas de acceso y líneas troncales. Una línea troncal es la línea de conectividad entre dos conmutadores de datos de la red, en este caso los conmutadores Frame Relay. Una línea de acceso es la línea de conectividad entre un dispositivo de usuario y una red.

Los estándares T1/E1 pueden ser clasificados de acuerdo al número de slots por canal, de la siguiente forma:

No canalizado (línea troncal o de acceso completa)

 Fraccional (Grupo de N slots por canal)

 Canalizado (La línea troncal o de acceso es sólo uno de los slots operando ya sea a 56k o 64 k)

Soporte De Protocolos Nativos:

Cualquier dispositivo con capacidad de recuperación de errores, usualmente delimitados por banderas, es soportado por una red Frame Relay, por ejemplo:

Protocolos X.25 y LAN's

HDLC - High- Level Data Link Control.

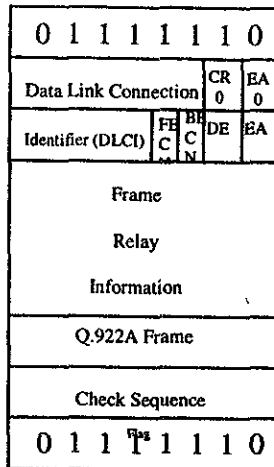
- SDLC - Synchronous Data Link Control
- LAPB - Link Acces Procedure Balanced.
- LAPD - Link Acces Procedure (version D)
- LLC - Logical Link Control.

4.8 Estructura del Frame Q.922 A

El formato utilizado por frame relay es un derivado de la estructura de LAP-D (Link Access Protocol D-Channel) de ISDN.

La recomendación de la ITUTSS Q.922A define el frame de Frame Relay que debe ser considerado por todos los fabricantes de equipo de esta tecnología. El frame Q.922A contiene los siguientes campos y bits de control, delimitados por banderas (Código hexadecimal 7E).

- DLCI.- Data Link Conection Identifier
 - FECN.- Forward Explicit Congestion Notification (Notificador de congestión)
 - BECN.- Backward Explicit Congestion Notification (Notificador de Congestión)
 - CR.- Comando/Respuesta
 - DE.- Elegido para Descartarse
 - EA.- Extensión de Dirección
- Campo de Información de Frame Relay.
- FCS.- Frame Check Sequence (Para detección de errores).



A) Banderas

Las banderas utilizadas en Frame Relay están basadas en el estándar HDLC, y son utilizadas en la misma forma que en otras recomendaciones, como lo son X.25, HDLC, SDLC. Sirven para mantener una línea activa en la capa de enlace de datos en ambas direcciones cuando ningún frame está presente en la línea, y sirve como delimitador para la identificación del comienzo y final de un frame. Al menos una

bandera debe ser presenciada entre la transmisión de dos frames. La bandera está representada con el hexadecimal 7E.

B) DLCI (Identificador de Conexión de Enlace de Datos)

El DLCI utilizado en frame relay sirve de la misma manera que el número de canal lógico (LCN logical Chanel Number) en una red de conmutación de paquetes tradicional al nivel de paquete. Le permite al software identificar y enrutar correctamente la información desde un equipo de usuario a otro.

El DLCI:

- Identifica un enlace lógico permanente en la red Frame Relay sobre una base enlace por enlace.

- Es una etiqueta de enrutamiento de 10 bits.

- Los bits 3-8 del primer octeto del encabezado del frame contiene los bits más significativos (MSB)

- Los bits 5-8 del segundo octeto contiene los bits menos significativos (LSB)

Es examinado por el conmutador de datos de frame relay.

Un frame sin DLCI causa un error de protocolo y será descartado.

C) FECN (Forward Explicit Congestion Notification)

Notifica a los dispositivos que están recibiendo frames, que la ruta en ese sentido está congestionada y que los procedimientos para evitar la congestión deben ser iniciados.

D) BECN (Backward Explicit Congestion Notification)

Notifica a los dispositivos que están recibiendo frames, que el tráfico enviado en sentido opuesto del frame que lleva el indicador de BECN puede estar viajando a través de una trayectoria de red congestionada.

No se asegura que habrá algún frame enviado en la dirección opuesta de la trayectoria congestionada.

E) C/R Comando/Respuesta

Este bit no tiene significado en la red; sin embargo en un tiempo futuro, puede ser útil para determinar la naturaleza de la información del usuario.

La red Frame Relay no utiliza el C/R; es transmitido transparentemente.

La codificación del bit C/R es específica de la aplicación.

El bit es siempre puesto a cero.

F) EA (Extensión de Dirección)

Actúa como un delimitador del campo de dirección. Siempre es puesto a cero en el primer octeto. Este bit ha sido utilizado por ANSI para extender el rango de direccionamiento de los DLCI.

G) DE (Elegibilidad de descartamiento)

Indica que un frame pudiera ser descartado en lugar de otros frames, cuando la red esté congestionada.

Los frames con el bit DE puesto en 1 son más comunmente descartados.

El usuario pone este bit.

También es puesto por la red cuando se supera el CIR (Committed Information Rate) y el Bc (Burst Committed).

H) Campo de Información de Frame Relay

La máxima longitud es de 8,189 octetos; sin embargo, los 16 bits del FCS (Frame Check Sequence) del estándar Q.922A sólo son efectivos en la detección de errores en frames de hasta 4,096 octetos.

La longitud mínima es de 1 octeto.

I) FCS (Frame Check Sequence)

Estándar de 16 bits de chequeo de redundancia cíclica (Cyclic Redundancy Check),

Utilizado en la detección de bits erróneos,

No puede detectar errores de bits en frames mayores que 4,096 octetos.

4.9 Arquitectura de Direccionamiento.

Con el objetivo de identificar a los usuarios dentro de una red, se les debe asignar una dirección única. Esta dirección permite a otros usuarios, componentes de red y herramientas de administración de red, localizar a cada dispositivo. Dos recomendaciones de la ITUTSS pueden ser utilizadas para esto: X.121 y E.164.

También es necesario distinguir un enlace lógico permanente de otro. El Identificador de conexión de enlace de datos (DLCI Data Link Control Identifier) es utilizado para distinguir entre PLL's a través de una interface.

1) Plan de Numeración de Red:

X.121 ha sido el estándar para las redes de conmutación de paquetes.

E.164 es el más nuevo esquema de numeración el cual fue creado para ISDN (Integrated Services Data Network) y ha sido adaptado para las redes Frame Relay.

Para una red de conmutación de paquetes

Numeración X.121

Para una red Frame Relay

Numeración E.164 o X.121

2) Numeración X.121

Utilizada para redes de Conmutación de Paquetes.

Las direcciones X.121 tiene de 5 a 14 dígitos

El número de red es utilizado para especificar el canal de acceso de los usuarios y tiene un significado global en la red.

DNIC	NTN	DNIC= Data Network Identification Code
		NTN = National Terminal Number

4 Dígitos 1-10 dígitos

3) Numeración E.164

Utilizada en redes Frame Relay y para la futura interconexión con ISDN.

El mismo esquema de numeración es utilizado para cada uno de los elementos de la red frame relay.

Las direcciones E.164 pueden tener de 1 a 15 dígitos.

El esquema de numeración no debe ser confundido con DLCI.

El número de red es utilizado para especificar el canal de acceso de los usuarios y tiene un significado global en la red,

Los números de red (direcciones) son asignados sobre una base de canal.

CC	NDC	SN	CC Código de País definido en la Recomendación E.163
			1-3 dígitos Número con significado Nacional
			US=1
			NDC Código de destino Nacional
			SN Número de subcriptor.
			Número con significado Internacional ISDN

5) Enlace Lógico Permanente (PLL)

El PLL es utilizado en la misma forma que los circuitos virtuales permanentes (PVC) en la conmutación de paquetes.

Los datos de usuarios viajan a través de una red Frame Relay sobre un PLL.

Es una trayectoria entre las interfaces de acceso origen y terminal.

Es definido en el tiempo de subscripción.

Consiste en la dirección origen del elemento de Frame Relay y el identificador de conexión de enlace de datos (DLCI) y la dirección y DLCI del elemento terminal de la red Frame Relay.

Elemento origen- La interface de acceso desde la cual el PLL es iniciado.

Elemento Terminal- La interface de acceso en la cual el PLL se termina.

Múltiples PLL's pueden estar activos sobre una interface física.

Múltiples dispositivos de usuarios pueden transmitir datos sobre un canal, debido a que sus datos se mueven sobre su propio PLL.

6) Identificador de Conexión de Enlace de Datos (DLCI Data Link Connection Identifier)

Identifica un enlace lógico permanente en una red frame relay.

A cada PLL se le asigna un DLCI único para distinguir los diferentes PLL's dentro de un canal dado.

Un DLCI tiene un significado local sólo en el canal de acceso del usuario.

Un DLCI de entrada es mapeado a un DLCI de salida hacia cada nodo.

Los DLCIs de acceso son asignados en tiempo de subscripción.

Es utilizado para definir una trayectoria lógica para los frames de Frame Relay en cada interface.

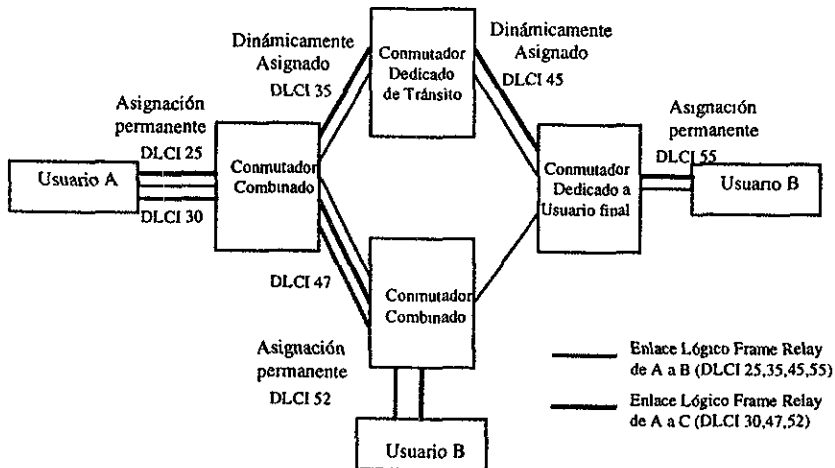
4.10 Fases de conexión y desconexión en Frame Relay

4.10.1 Fase de Inicialización de un Enlace Lógico.

Los DLCIs fuera de la red son configurados en el momento de la subscripción.

Los DLCIs dentro de la red son dinámicamente asignados.

Los DLCIs dinámicos dejan de existir si un conmutador de datos o un PLL falla.



4.10.2 Fase de Transferencia de datos

Los frames Q.922A enviados al FRIC son segmentados dentro de frames y transferidos al FRSI.

La integridad de la secuencia de los frames es mantenida.

Los sub-frames son reensamblados en el FRIC destino y enviados como un frame Q.922A al equipo de usuario destino.

4.10.3 Fase de Desconexión.

Un PLL podría ser desconectado por una de las siguientes razones:

Si una línea troncal en la trayectoria del PLL sale de servicio. El PLL será desconectado y reestablecido sobre una ruta alterna.

Debido a un comando en el centro de control de red o un cambio de software.

Si el conmutador de datos destino está fuera de servicio durante la fase de establecimiento del PLL.

Si el valor del "Comitted Information rate (CIR)" es incompatible.

4.11 Operaciones y servicios en Frame Relay

En esta sección hablaremos de la operación de frame relay y de los servicios que pueden ser provistos. Se definirán las implementaciones de ANSI y CCITT de los modos de conexión de usuario, los cuales son las opciones de interface de un usuario para conectarse a una red frame relay.

a) Modos de Conexión de Usuario definidos por ANSI

ANSI T1.617 define dos tipos de modos de conexión de usuario, los cuales definen la administración del control de llamadas y el acceso a las facilidades de frame relay. Estos tipos de conexión son denominados Caso A y Caso B.

CASO A

Es definido como un modo de establecimiento de llamada de dos etapas, debido a que se involucran dos pasos para establecer una llamada frame relay a la red. Este modo de operación provee ya sea una conexión frame relay sobre demanda "on demand" o una conexión semipermanente. En el Caso A, las conexiones de frame relay son establecidas a través de los canales B o H (definidos por ISDN) provee un acceso de circuito conmutado "circuit-switched" a un manejador de frames "frame handler" remoto.

En la primera etapa el usuario establece una conexión de circuito conmutado indicando que el canal es utilizado para frame relay, utilizando los procedimientos de ANSI T1.607. Este procedimiento de establecimiento de llamada comienza al enviarse un mensaje de "setup" sobre el canal-D conteniendo tanto la información de la dirección llamada y la capacidad de transporte. Este mensaje también incluye información sobre la capacidad de transferencia y de "bit rate".

Una vez que este circuito es establecido el usuario emplea la señalización dentro de canal "in-channel" para inicializar el enlace lógico a través del DLCI =0. La segunda etapa es cuando el enlace lógico con DLCI=0 es utilizado para pasar mensajes de control de conexión sobre el canal previamente establecido.

CASO B

También referido como acceso integrado, ya que el establecimiento de llamada está integrado dentro del proceso de señalización del canal D. El Caso B provee una conexión sobre demanda. El acceso a frame relay es establecido vía un servicio de llamada virtual en el conmutador ISDN local. El transporte de datos de frame relay puede ocurrir sobre los canales B, H o D. Estos canales pueden actuar como conexiones físicas para dichas llamadas. La conexión al servicio de transporte de frame relay es establecido vía el canal D.

b) Modos de Conexión de Usuario definidos por CCITT

La recomendación de CCITT I.441/Q.921 define la implementación de LAP-D. Aquí es el direccionamiento a través de DLCI es definido, dando la capacidad de tener múltiples llamadas en un solo enlace físico.

El estándar Q.931 fue desarrollado por CCITT para manejar la señalización en el acceso de una red frame relay. El estándar Q.922 se desarrolló para definir los aspectos principales de frame relay. El estándar Q.921 define el formato del frame utilizado en frame relay.

Existen dos tipos de servicios de frame relay definidos por la recomendación I.122: El Tipo I Servicio de frame relay privado y el Tipo II o frame relay público.

TIPO I

También llamado frame relay privado, contiene la funcionalidad del Link Access Protocol D Channel (LAP-D) como se define en el estándar I.422 y Q.921. Este estándar no incluye la capacidad de procesamiento de llamada por el canal D con lo cual se distingue del Tipo II. El Tipo I es la forma más simple de frame relay, desarrolla multiplexaje estadístico y funciones de asignación de ancho de banda por demanda requeridas por el "LAN Bridging" y por la comunicación de datos por líneas privadas.

TIPO II

También llamado frame relay público, definido por la implementación Q.931. Esta implementación acuerda con el estándar I.422 e incluye la administración de llamadas por el canal D, esto permite que los servicios de Tipo II interfacen directamente con las redes públicas ISDN. El Q.931 es un protocolo de control orientado a mensajes para el establecimiento de llamadas. El tipo II ofrece acceso a redes públicas y a las capacidades de ISDN.

La señalización sobre el canal D definida en Q.931 es una extensión de la señalización de ISDN y provee un método para monitorear el estado de los dispositivos de la red.

Algunas funciones de LAP-D son:

- Detección de errores de transmisión,
- Delimitación de frames,
- Alineación de frames,
- Multiplexaje y demultiplexaje (Usando el campo de dirección),
- Inspección de frames (Para asegurarse que el frame consiste de

un número entero de octetos antes y después de la inserción del bit cero).

Una aplicación típica del Tipo II de frame relay incluyen los servicios de voz y datos de ISDN y el acceso a usuarios a redes públicas conmutadas.

4.12 Acceso a una red Frame Relay

Ciertas funciones fueron definidas en capítulos anteriores, en donde se mostró que la capa 2 (capa de enlace) de OSI se divide en dos principales grupos de funciones los de servicios y los definidos para usuario, a continuación hablaremos de algunos servicios definidos para usuario.

a) Interface de Usuario

Al eliminar la necesidad de múltiples líneas de acceso dentro de un backbone conmutado ya sea en una red frame relay pública o privada, los usuarios reducen significativamente los costos de su infraestructura de comunicaciones. Debido a que los pagos del circuito de acceso constituyen los principales gastos de la red de datos, la reducción de costos gracias a frame relay puede ser lo suficientemente suficiente para justificar la compra de adicional hardware, servicios y sistemas soportados. Los usuarios pueden darse cuenta de los grandes ahorros pero deben tomar en cuenta los mecanismos de control no inherentes en frame relay, tal como congestión y corrección de errores. Los actuales estándares físicos de interface de usuario son RS232, RS449 y V.35, los cuales son soportados en frame relay, pero se puede reducir el número de interfaces a la red al utilizar T1/E1 canalizados.

Para acceder una red frame relay el usuario tiene que contratar un circuito vía una empresa telefónica (como Telmex) al nodo más cercano de la red. Pero se recomienda contratar un circuito con un ancho de banda mayor al requerido y pagar por sólo lo que se utiliza, esto provee una oportunidad de crecer en ancho de banda como se requiera y darle la mayor velocidad al puerto de acceso y por lo consiguiente mejor funcionamiento.

b) Aplicaciones de Usuario

Las características típicas de una red frame relay incluyen tiempos de conexión a la red cortos, tiempos cortos de establecimiento de llamada y de caídas del sistema, sesiones de transmisión cortas y tipo de tráfico en ráfaga (como el de las redes locales). Aplicaciones tales como las Cliente/Servidor demandan una velocidad alta en la transmisión pero poseen inteligencia para controlar tanto la congestión como

los errores en la transmisión enviando retransmisión de información debido a alguno de los anteriores factores.

c) Señalización en la interface

La mayoría de los métodos de señalización usuario-red han sido ya mencionados, pero elementos adicionales en la transmisión requieren señalización adicional. Equipos de transmisión tales como los CSU/DSU, Extended SuperFrame Monitoring Units (ESFMUs) y otros dispositivos pueden requerir algún tipo de señalización dentro de banda (in band) o fuera de banda (out band). Esto debe ser transparente para la transmisión en frame relay proporcionando la más alta eficiencia y el mínimo retardo.

ANSI ha creado algunos anexos, los cuales pueden hacer la administración del usuario más eficiente. Estos tópicos incluyen estado del PVC, reconocimiento de congestión y señalización

d) Administración de los PVCs

Cuando un Circuito Virtual Permanente (PVC) es establecido entre dos puertos físicos y uno o múltiples DLCI están establecidos sobre ese enlace, existe la necesidad por parte del usuario y de la red de manejar el estado del mismo. La administración del PVC está establecida en las especificaciones de ANSI T1 y en las extensiones LMI. Ambas especificaciones definen tres principales mensajes: El de estado del PVC, Verificación del DLCI y el mensaje de "keepalive".

Las extensiones de LMI definen el DLCI 1023 como la dirección de Manejo local de Interface (Local Management Interface o LMI). Las características del estado del PVC e información de configuración provistas por LMI incluyen notificación de disponibilidad, adición o borrado y presencia de los PVCs y una secuencia de frames KeepAlives los cuales verifican si la interface física está activa.

El anexo B del estándar T1.617 de ANSI define procedimientos adicionales para las conexiones virtuales, las cuales aplican a tanto PVCs como a SVCs sobre la misma interface. El Caso B con la implementación de la señalización sobre el canal D y el Caso A con la implementación de señalización dentro de canal (In-channel signaling). El principal beneficio de este procedimiento es la notificación y recuperación de las desconexiones imprevistas de los PVCs al hacer uso de los frame de supervisión.

SEÑALIZACIÓN LOCAL DENTRO DE CANAL

La administración de una red frame relay también involucra los detalles de manejar la interface de acceso. Esto involucra a las señales que cada lado de la interface utiliza para indicar el estado del enlace y del PLL que se está cruzando. Todos los conmutadores de datos de acceso (endpoint switches) deberían ser utilizados para operar con la señalización local dentro de canal.

La señalización local dentro de canal es un protocolo frame relay el cual permite a un dispositivo con capacidad frame relay detectar las siguientes condiciones:

- Borrado y Adición de un PLL,
- Disponibilidad de un PLL configurado,
- Número de errores de enlace o de protocolo,
- Si el canal de acceso entre el dispositivo y un conmutador de frame relay está activo o no.

Dos protocolos son provistos para una señalización local dentro de canal.

- ANSI T1.617 Anexo D
- ITUTSS Q.933 Anexo A

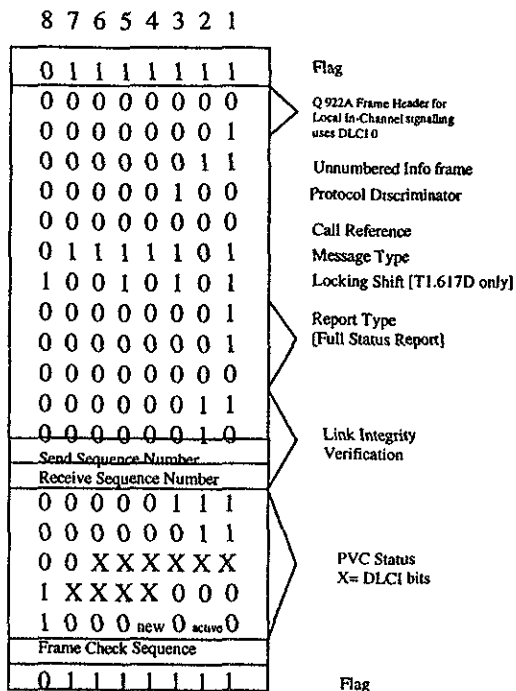
Existen diferencias importantes entre los dos protocolos:

- Soporte del método de "looking shift"
- Se utilizan códigos diferentes para la misma función.

4.13 Recomendaciones ANSI T1.617

La señalización local dentro de canal está basada sobre la utilización de un mensaje de requerimiento de estado realizado por el dispositivo de usuario y la red responde con el mensaje de estado.

Recomendación ANSI T1.617 ANEXO D



La señalización local dentro de canal es provista con mensajes de la capa 3 los cuales son transferidos a través del canal de acceso, usando la capa 2, con sus frames de información no numerados sobre el DLCI 0. Los bits de FECN, BECN, C/R y DE deben ser desactivados sobre esa transmisión.

Discriminador de protocolos:

- Utilizado para indicar que el mensaje se trata de una llamada de control de usuario,
- Siempre es la primer parte de cada mensaje,
- Su valor es 08 (hex),

Referencia de llamada

- Es utilizada para identificar la llamada en la interface de acceso de la red.
- Un valor de relleno de 00 hex. es utilizado para los procedimientos de señalización local dentro de canal.

Tipo de Mensaje

- Identifica la función del mensaje que está siendo enviado.
- 75 hex Requerimiento de estado
- 7D hex Estado.

Locking shift

- Cuando el bit 4 es igual a 0 indica que un conjunto de código nuevo se activa.
- Sólo ANSI T1.617 D soporta el locking shift para el código 5.

Tipo de reporte

- Define el contenido del mensaje de estado o el tipo de requerimiento de estado.

Verificación de integridad de enlace

- Es utilizado para el intercambio de secuencias de números entre la red y el equipo del usuario sobre una base periódica.

Estado del PVC

- Indica el estado (inactivo o activo) de los PVCs existentes sobre un canal de acceso.

Notificación y control de Congestión

La congestión se incrementa con la carga de tráfico a través de la red. Una condición de congestión de red se provoca cuando el tráfico que se intenta cruzar por la red es mayor al ancho de banda disponible (contando los encabezados). Típicamente los equipos de conmutación tienen la capacidad de "buffering" (almacenamiento en RAM), pero cuando esta capacidad es excedida, ocurre una condición de congestión. Como se discutió anteriormente cuando la red entra en este estado empieza a descartar frames hasta que la condición de congestión se termina. Cuando la red descarta frames debido a la congestión los dispositivos de usuario deben tener la inteligencia de los protocolos superiores para proveer una retransmisión extremo a extremo.

Existen dos tipos de notificación de control de congestión utilizados en frame relay: Notificación de Congestión Implícita y Explícita. La notificación de Congestión Implícita infiere el uso de un protocolo de la capa 4 tal como el Protocolo de la DOD (Department of Defense) "Transmission Control Protocol" (TCP) el cual maneja la transmisión de frames extremo a extremo. Muchos de los procedimientos que se describen en el siguiente párrafo (Notificación Explícita) pueden utilizarse en conjunto con TCP para controlar la congestión en la red.

El segundo tipo de notificación de congestión es el Explícito, el cual se utiliza en tres formas "Forward Explicit Congestion Notification" (FECN), el Backward Explicit Congestion Notification (BECN) y el Consolidated Link Layer Management Addressing (CLLM). El estándar T1.618 de ANSI define el control de congestión con el uso de los bits FECN y BECN y maneja la notificación de mensajes a través del mecanismo CLLM.

4.14 Administración del ancho de banda

La red regula la entrada de datos para asegurarse que el ancho de banda reservado no sea sobrepasado durante la transferencia de datos.

Los enlaces lógicos son establecidos basados sobre el ancho de banda de la línea troncal y la capacidad del ancho de banda para el tráfico sobre las interfaces de acceso.

En el lado troncal y de acceso de la red frame relay, los conmutadores de datos reservan el ancho de banda de acuerdo a los parámetros de los clientes acordados en el tiempo de subscripción.

Debido a la posible asimetría en el ancho de banda, cada PLL es configurado para un CIR fwd/bwd, estos deben ser configurados ya que acceso frame relay soporta PLL's donde las velocidades de acceso no tienen que ser idénticas para el lado origen y para el lado destino. Es importante aclarar que no hay relación entre FECN y BECN utilizados en la red y los parámetros de subscripción del forward/backward del ancho de banda.

La reservación del ancho de banda es una función importante de la red; esto se realiza al calcular la cantidad de ancho de banda necesaria en la interface de acceso, el centro de control (NMS) tiene idea de la cantidad de recursos combinados necesarios. En el momento de recibir información sobre la cantidad de transferencia probable, se puede hacer una mejor decisión sobre cómo asignar los recursos que se poseen.

La red reserva el ancho de banda en dos formas:

- a) Cálculo del ancho de banda en la interface de acceso realizado por el centro de control de la red para el puerto de usuario.
- b) Reservación dinámica en la línea troncal realizada para los conmutadores de datos.

4.14.1 Reglas de admisión de ancho de banda

Los bits de B_c son transmitidos transparentemente durante un tiempo T_c . Los bits en exceso de B_e , durante un intervalo de tiempo T_c son transmitidos como frames elegibles para ser descartados.

Los bits en exceso de B_c y B_e serán descartados.

Cualquier frame con el bit DE puesto por el usuario es considerado elegible para ser descartado.

Elegibilidad para Descarter Frames

- Tc está compuesto de subintervalos llamados Intervalos de muestreo de red (Network Sample Interval o NSI).
- La red permite sólo a una fracción de bits entrantes ser tratados como un dato de Bc en un intervalo de Tc al incluir un nuevo NSI.
- Los intervalos de muestreo son utilizados para marcar los bits como Bc y Be cuando ellos llegan a la interface de acceso.
- Los créditos de Bc y Be son reservados de acuerdo al NSI tanto como los créditos permitan continuar el soporte de Bc y Be durante el intervalo Tc.
- Los créditos se aplican por cada PLL.
- En el caso de frames de usuario con el bit DE (Discard Elegibility) no activado:
- Los créditos de Bc son utilizados primero.
- Los créditos de Be son utilizados cuando no se tiene el suficiente crédito de Bc dentro de un NSI dado.
- Si algún frame adicional es recibido cuando ambos créditos de Bc y Be han sido utilizados dentro de un NSI dado, será descartado en la interface de acceso.
- Para el caso de frames de usuario con el bit DE activado dentro del frame Q.922A:
- Sólo el crédito de Be es utilizado. Estos sub-frames, si son enviados son tratados como elegibles a ser descartados.
- Si cualquier frame con el bit puesto en DE es recibido cuando el crédito de Be ha sido utilizado, los frames del usuario serán descartados en la interface de acceso.

4.15 Manejo de congestión en Frame Relay

El manejo de congestión es de particular importancia en la red frame relay. Debido a que los recursos son dinámicamente reservados, la red tiene que hacer importantes decisiones en cuanto al ancho de banda que estará disponible para los usuarios o en otras palabras si hay congestión dentro de la red como manejar la situación.

Los siguientes elementos son involucrados:

- Impredecibles patrones de tráfico
- Tráfico de datos con naturaleza de ráfaga.
- Ausencia de un mecanismo de control de flujo entre la red y los dispositivos de usuario.

Los dos componentes de manejo de congestión son:

- Procedimientos para evitar la congestión
- Procedimientos de recuperación en caso de congestión.

El evitar una congestión redundante en los siguientes pasos:

Notificación explícita por parte de la red a los usuarios vía la activación del los bits de FECN y BECN

Los usuarios deberán reducir el flujo de datos dentro de la red para evitar la fase de recuperación de congestión.

Los usuarios son notificados de congestión cuando el límite más alto de congestión es alcanzado.

4.15.1 Procedimientos utilizados para evitar la congestión de red

Estos procedimientos son utilizados en el caso de congestión en los recursos de la red (buffers de memoria) los cuales son reservados para cada PLL.

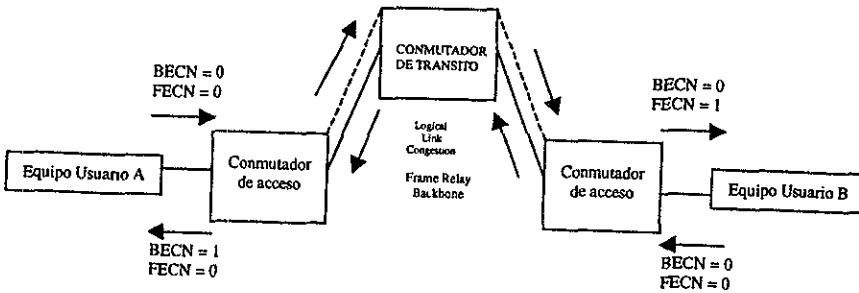
La congestión es monitoreada en cada PLL el cual tiene asociado límites de congestión. Estos límites son especificados en términos de subframes encolados y son calculados por el conmutador de frame relay.

Descripción:

- a) Un nodo de la red detecta que el número de subframes encolados en un PLL excede el límite de congestión en un enlace lógico.
- b) El nodo previo sobre la trayectoria del PLL es notificado del estado congestión.
- c) Los datos adicionales para el PLL congestionado deberían ser suspendidos.
- d) Si el estado de congestión del PLL no es aligerado entonces el nodo previo podría entrar en un estado de congestión para ese PLL.
- e) Si la red no puede aliviar el estado de congestión a través de la trayectoria del PLL congestionado, entonces el puerto de usuario invoca los procedimientos de recuperación de congestión de red.
- f) El nodo de tránsito notifica al del nodo previo que puede empezar a enviar datos otra vez, una vez que el número de frames encolados en el PLL congestionado esté abajo del límite estipulado.

4.15.2 Procedimientos de Impedimento de Congestión de Red a Usuario

Los límites de congestión son especificados en términos de subframes encolados y son calculados por el conmutador de frame relay.



----- Logical link for Congestion Notification
 _____ PLL para el tráfico de usuario

	FECN	BECN	FECN	BECN	FECN	BECN	FECN	BECN
A → B	0	0	1	0	0	0	1	0
B → A	0	0	0	1	1	0	1	1
Dirección del Tráfico	Sin Congestión		Congestión A-B No congestión B-A		Congestión B-A No Congestión A-B		Congestión A-B Congestión B-A	

Impedimento de Congestión usando FECN

- El nodo local notifica al nodo remoto cuando el límite es excedido.
- El nodo local utiliza la señalización lógica fuera de banda (out of band) para activar el bit FECN.
- Una vez que se está abajo del límite de congestión, el nodo local notifica al nodo remoto detenerse de activar el bit de FECN en los frames.

Impedimento de Congestión usando BECN

En el procedimiento de activación del bit FECN en el nodo remoto, la señalización debe cruzar la red, por el contrario el activar el bit BECN es local al nodo congestionado.

Cuando el límite de congestión es excedido, el nodo activa el bit de BECN en los frames que van en dirección opuesta a los datos del PLL congestionado.

Al momento de terminar con el estado de congestión y el nodo se encuentre abajo de los límites de congestión preestablecidos, el BECN ya no será activado.

4.15.3 Procedimiento de Recuperación en Caso de Congestión

- Los procedimientos de congestión son invocados por los nodos de Frame Relay.
- Los procedimientos de recuperación involucran el descartamiento de datos.
- El nodo utiliza el monitoreo de congestión para la activación de la recuperación.
- Los límites de congestión son calculados por el conmutador de frame relay.
- El nodo sólo transmite frames completos, de este modo la pérdida o descartamiento de subframes causará que el nodo no envíe el frame.

4.15.4 Fases de Recuperación de Congestión

Enrutamiento con dos Funciones Principales

1.- Generación de Ruta: Es la capacidad de la red frame relay de aprender la topología de la red y generar tablas de enrutamiento. Las tablas de enrutamiento generadas son actualizadas o modificadas cuando:

- Una línea es adicionada,
- Un nodo es adicionado,
- Una línea es borrada,
- Un nodo es borrado,
- Una línea es colocada en servicio,
- Una línea está fuera de servicio.

2.- Selección de enrutamiento. La capacidad de la red para enrutar un enlace lógico basado sobre la mejor trayectoria actual.

La generación de rutas está basada sobre la detección de los siguientes eventos:

- Troncales operacionales,
- Troncales no operacionales,
- Conectividad del frame recibido del nodo adyacente.

El enrutamiento interno consiste de dos partes:

- Tabla en el nodo local
- Matriz de conectividad.

La tabla en el nodo local es generada por un nodo frame relay basado sobre las direcciones E.164 y X.121 (gateway del NMS).

La matriz de conectividad es generada dinámicamente sobre cada nodo. Contiene los números de los nodos destino. La información de enrutamiento es intercambiada entre nodos adyacentes utilizando un enlace lógico creado dinámicamente entre los módulos de enrutamiento adaptativo.

Frames de Enrutamiento.

Frames especiales, son utilizados para informar sobre actualizaciones a los nodos de red. Se cuentan con dos tipos de frames:

- Frames de identificación de nodo.
- Frames de conectividad.

Los frames de identificación de nodo son utilizados para determinar si hay múltiples líneas troncales conectando dos nodos adyacentes.

Contienen la dirección física del nodo fuente.

Los frames de conectividad son utilizados para actualizar la matriz de conectividad de cada nodo. Son mensajes a todos los demás nodos dentro de la red.

Selección de Ruta.

La capacidad de la red de enrutar un enlace lógico basado sobre la mejor trayectoria actual.

Las rutas primarias son trayectorias con el menor número de saltos.

Para prevenir a la red de utilizar recursos excesivos, existe un procedimiento de detección de ciclos el cual registra el número de nodos por los que se atraviesa en una trayectoria.

4.16 Servicios de Frame Relay (desde el punto de vista de la red)

Después de conocer la teoría de transmisión de frames, los protocolos que administran esta transmisión, los métodos de acceso a la red y los dispositivos de hardware, es tiempo de platicar acerca de una red frame relay. Esto implica hablar de los métodos de direccionamiento utilizando DLCIs, multiplexaje usando canales lógicos así como los circuitos virtuales conmutados y permanentes.

a) Direccionamiento por medio de DLCIs

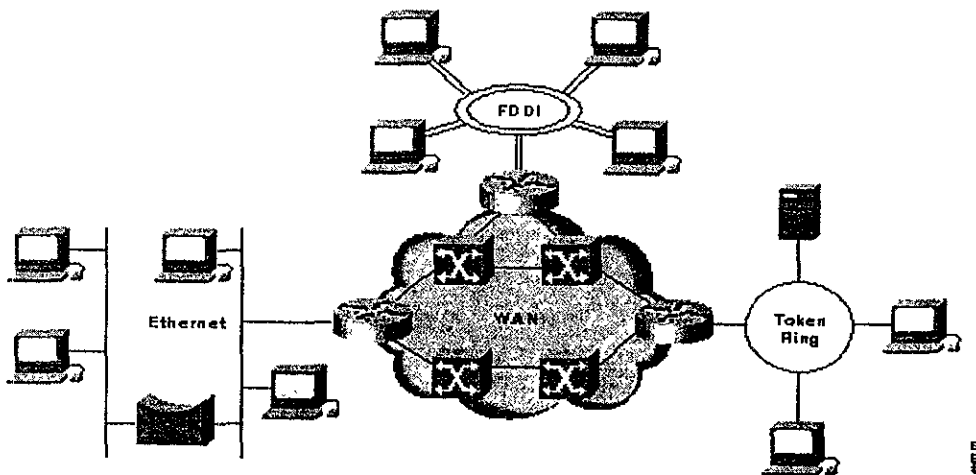
Cada frame dentro de la red es enviado desde un DLCI (Data Link Connection Identifier) origen ha un DLCI destino, en donde se hace una revisión del frame por medios del FCS (frame check sequence), si el frame no aprueba la anterior revisión es descartado sin ninguna notificación de la red al usuario. Si el frame pasa la prueba se busca el DLCI destino dentro de una tabla de enrutamiento, si el DLCI fue pre-definido para esta conexión, entonces es enrutado hasta su destino final. Si el DLCI no fue

definido para esta conexión entonces el frame es descartado. Si el frame llega al nodo de red final entonces es pasado al usuario final.

La siguiente figura muestra a un CPE (customer premise equipment) de un usuario residente en Dallas, quien desea intercambiar información con usuarios de diferentes lugares como son Washintong y Boca Raton. El usuario de Dallas se conecta a una red frame relay por medio de un T1. La dirección del DLCI de Washington es 85 y la del DLCI de Boca Ratón es 120. Washintong y Boca Ratón también quieren enviar información a Dallas y ellos utilizan los DLCIs 22 y 35 respectivamente. Es importante comentar que las direcciones de los DLCIs tienen significado local únicamente.

El manejador de frames (Frame Handler), el cual es un software residente en los nodos de red desarrollan la mayoría de los servicios de frame relay en los puertos físicos de la red y el mapeo de los DLCIs. Es responsabilidad del manejador de frames las siguientes funciones:

- Mapeo de los DLCIs entrantes y salientes,
- Desarrollar la verificación del FCS,
- Descartar los frames corruptos,
- Escribir los nuevos valores de los DLCI salientes en los frames,
- Coordinar el transporte de los frames de salida en los canales físicos.



b) Multiplexaje de frames vía canales lógicos

Al utilizar direccionamiento con DLCIs múltiples flujos de datos de usuarios pueden ser multiplexados y demultiplexados dentro del mismo circuito físico. Cada circuito físico puede contener hasta 1023 canales lógicos, identificados por el valor del DLCI. Los usuarios multiplexados son ensamblados en frames y transmitidos a través de la red. Estos frames están identificados para llevar un orden en la transmisión y en la recepción.

Cada canal lógico puede operar con un procedimiento de control de enlace diferente y un protocolo de nivel red diferente. Los diferentes tipos de procedimientos de control de enlace de datos que pueden ser llevados dentro de un canal lógico son:

- LAP-B
- LAP-D
- LAP-D Extendido
- IEEE 802.2
- SDLC

Por otro lado los protocolos de red que pueden viajar sobre un canal lógico son:

- IP
- X.25/X.75
- SNA
- ASCII

c) Funcionalidad Comparada con X.25

Existen 7 funciones provistas por frame relay que también son provistas por X.25. Estas incluyen traslación de direcciones, descartamiento de frames incorrectos, envío de banderas en la ausencia de transmisión de datos, verificación de frames por medio de FCS, reconocimiento y generación de banderas, reconocimiento de frames inválidos, y la función de transparencia (introducción de un bit cero en la presencia de más de 7 unos continuos). El concepto de circuitos virtuales comutados (SVCs) y permanentes (PVCs) es similar. Lo anterior constituye cerca de la cuarta parte de los servicios de X.25, por lo cual frame relay podría verse como un subconjunto de las funciones de X.25. Se puede observar que mientras la ausencia de los servicios en la red contribuyen a una menor inteligencia, el beneficio es la disminución de encabezados (overhead) en muchos servicios. Dichos encabezados no son necesarios en la presencia de enlaces físicos libres de errores. Por lo anterior frame relay no es un servicio que viene a reemplazar a la tecnología de X.25 si se cuenta con facilidades de transmisión pobres en donde lo primordial es garantizar el envío de la información libre de errores.

Mediciones de funcionamiento

La primera medida de funcionamiento debe realizarse en los medios de transmisión de la red los cuales llevan los servicios de frame relay. Debido a que frame relay no provee ningún servicio de corrección de errores, la red de fibra óptica debe contar con cantidades mínimas de error en su transmisión.

Los parámetros de la capa de enlace (capa 2 de OSI) definen los controles que afectan al buen funcionamiento de una red. Por ejemplo el tamaño máximo de una frame puede afectar el funcionamiento y degradar la cantidad de datos enviados por unidad de tiempo (throughput) si el valor es demasiado bajo. El parámetro Bc (Burst Size) discutido anteriormente, el cual si es demasiado grande también puede afectar el funcionamiento de la red si la red esta congestionada y desechar tráfico con el bit DE (Discard Eligibility) puesto a 1. Apropriadadas implementaciones de los estándares de

frame relay descritos en las secciones anteriores recomiendan el dejar pasar tanto tráfico con el bit DE en 1 como sea posible antes de descartar el tráfico, algunos niveles de sobre dimensionamiento de red son requeridos para disminuir los estados de congestión.

El retraso incurrido durante el transporte de datos debe ser típicamente entre 5 y 10 milisegundos por nodo a diferencia de los 30 a 50 milisegundos necesarios en otras tecnologías. Frame relay también provee una más rápida reconexión de circuitos virtuales en el caso de fallas dentro de la red y un multiplexaje estadístico. La magnitud del multiplexaje estadístico puede variar dependiendo de los patrones de tráfico de 4 a 1 o de 1 a 1. Lo anterior aunado a las altas velocidades en el transporte de datos soportados en frame relay, hace a frame relay una gran alternativa para el transporte de datos.

4.17 Proveedores de servicio de frame relay

Frame relay ha emergido con gran fuerza en el mercado de las redes de datos ya sean públicas o privadas. Mientras la mayoría de los proveedores de hardware para frame relay son vendedores de equipo para usuario final (Cisco, IBM, Wellfleet, etc), los vendedores de multiplexores y de conmutadores de datos, están proveyendo ahora interfaces de acceso frame relay, conversión de protocolos y servicios de conmutación de datos. Los grandes proveedores de servicios en el mundo "IXC" (Interexchange Carriers) como lo son: AT&T, MCI, Sprint y en México (Telmex, Optel, Telnor, Avantel, etc) soportan una gama de servicios para proveer el servicio de transporte de datos públicamente.

Los usuarios deben analizar los beneficios de obtener los servicios públicos de frame relay o construir su propia red de transporte de datos frame relay. Si el usuario decidiera por los servicios públicos, tiene que decidir por algún proveedor de servicio "IXC" mencionados anteriormente. Esta decisión debe basarse en varios factores como lo son: precio, alcance geográfico (nacional e internacional) de la red, infraestructura de la red (anchos de banda, circuitos, etc) tiempo de respuesta de la red, tolerancia y recuperación a fallas, capacidad de monitoreo y configuración de la red, administración y operación de la red, etc.

Algunas ventajas de utilizar proveedores de servicios públicos de datos son:

- Poca inversión de capital requerida,
- Acceso a redes con grandes capacidades de ancho de banda,
- Cubren un gran alcance geográfico a través de muchos POP's (Point of presence),
- Soporte a diversas velocidades de acceso,
- Múltiples usuarios pueden acceder un simple circuito físico,
- Soporte a diversos tipos de interfaces (G.703, V.35, RS232, RS449, etc)
- Administración de red centralizada,
- Pueden combinar los servicios de frame relay con otras tecnologías de conmutación (X.25, TCP/IP, SNA, etc)
- Evolución a nuevas tecnologías,
- En muchos casos el proveedor de servicios también provee el equipo requerido por el usuario (CPE),

- Administración, operación y configuración por parte del proveedor (outsourcing),
- Control de los recursos de la red,
- Estructuras de soporte y servicio con alta capacidad técnica y entrenamiento,
- Inherente confiabilidad, redundancia y mantenabilidad,
- Acceso universal, etc.

4.18 Aplicaciones en una red frame relay con conmutadores de datos Alcatel Data Networks (ADN).

La meta de una red frame relay es proveer una transferencia de información entre computadoras de una forma eficiente y sin retardos. Permitiendo una comunicación entre varias computadoras por una sólo línea física. Cualquiera de los equipos de comunicación de usuario (ej. enrutadores) o los conmutadores de datos de la red deben de proveer las funciones de encapsulación y desencapsulación de protocolos en Frame Relay.

a) Código de Interface de Frame Relay (FRIC/UNI)

- FRIC provee la interface de acceso a una red Frame Relay con equipo Alcatel Data Network (AND)
- Es utilizado para interconectar dispositivos con capacidad Frame relay
- FRIC acepta los frames Q.922A de un dispositivos de comunicación de usuario y los transfiere al "Código de Interface de Conmutación de Frame Relay (FRSI)" sobre una troncal entre conmutadores de datos ADN.

FRIC soporta las siguientes interfaces de acceso sobre una red Frame Relay:

- Interfaces T1 o E1 no canalizadas, Fraccionales o Canalizadas
- Interfaces V.35, V.24 o RS 449.

En el extremo de acceso de la red, FRIC es responsable de mantener las llamadas dentro y fuera de la red, para obtener este objetivo tiene que realizar las siguientes funciones:

- Establecer los PLL´s
- Segmentar los frames Q.922A dentro de subframes (Cada uno consiste de 6 octetos de encabezado, 124 octetos de control y 2 octetos de detección de errores) y los reensambla dentro de los frames Q.922A en la interface de usuario remota.
- Llevar el control de congestión hacia la red.
- Detectar frames inválidos y descartarlos basados sobre el resultado de los bytes de detección de errores.
- manejar la señalización local en canal.

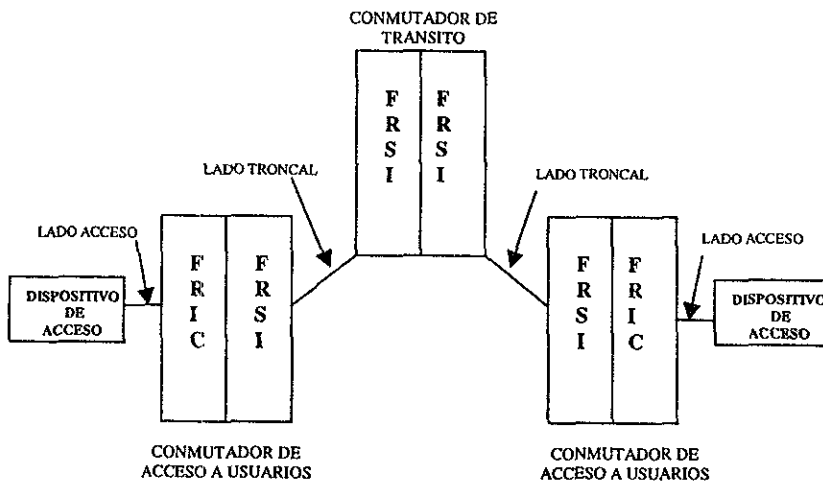
b) Código de Interface de conmutación (FRSI)

- FRSI provee el protocolo entre troncales de conmutadores de datos sobre una red Frame Relay con equipo ADN.

- FRSI soporta las siguientes interfaces entre troncales de conmutadores de datos:
- T1 o E1 No canalizado, Fraccional y Canalizado
- V.35, V.24 o RS449.
- FRSI reside en el lado troncal en los conmutadores de datos tipo ADN

Las Funciones de FRSI son las siguientes:

- Desarrolla el enrutamiento dentro de la red.
- Asigna el ancho de banda de la línea troncal dinámicamente
- Invoca los procedimientos para evitar congestión dentro de la red.
- Invoca los procedimientos de recuperación de congestión
- Utiliza el protocolo interno de red propietario de ADN Frame Relay Internal Network Protocol (FRINP) para estandarizar la comunicación internodal entre los subsistemas de software del conmutador de datos.



c) Protocolo Interno de red propietario en una red Frame Relay con equipo ADN (FRINP Frame Relay Internal Network Protocol)

El Protocolo Interno de Red utilizado en una red Frame Relay con tecnología ADN es de naturaleza propietaria y refleja las necesidades de software del vendedor del equipo. Es utilizado para establecer, mantener y monitorear las trayectorias de los datos del cliente dentro de la red.

Habilita a los conmutadores de frame relay a pasar mensajes de señalización y control sobre las líneas troncales para controlar el ancho de banda y la congestión. FRINP controla la información que viaja fuera de rango acordado y el tráfico prioritario.

- Crea un enlace de supervisión, usando el DLCI 0
- Establece y desconecta los enlaces lógicos.
- Esta basado sobre los procedimientos de señalización Q.931 y LAPD Q.921.
- Es el responsable de mantener el balance de los sistemas y proporcionar a los dispositivos de usuario final los recursos necesarios dentro de la red.

d) Ensamblador y Desensamblador de Frame Relay (FRAD Frame Relay Asembler/Disassembler)

El FRAD es una pieza de software con la misma funcionalidad que otros tipos de ensambladores y desensambladores utilizados en la comunicación de datos; es el responsable por la conversión del protocolo de un medio ambiente a otro.

Un FRAD es requerido para soportar dispositivos LAN's, SDLC o HDLC que no proveen funciones de encapsulación y desencapsulación en Frame Relay.

FRAD no desarrolla un procesamiento de protocolo de extremo final a extremo final.

FRAD desarrolla el encapsulamiento y deja la responsabilidad de retransmisiones a los protocolos en en dispositivo del usuario.

FRAD es un protocolo transparente a un equipo de usuario, de esta forma los mecanismo para evitar la congestión no estan incorporados.

FRAD desarrolla las siguientes funciones:

- Establecer los PLL's
- Encapsular y Desencapsular los protocolos del equipo usuario.
- Segmentar y Reensamblar Frames.

e) Código de Acceso Mejorado de Frame Relay (EFRAC Enhanced Frame Relay Acces Code)

Permite a un conmutador de datos funcionar como un DTE (Data Terminal Equipment) de acceso.

EFRAC puede ser usado para soportar SDLC,X.25 y dispositivos asíncronos de una red de conmutación de paquetes X.25

EFRAC utiliza el formato de frame Q.922A en lugar del formato de frame de LAPB a nivel 2 de OSI para crear el frame de encapsulación Q.922A.

d) Conmutador de Paquetes Combinado (FRX Frame Relay/X.25 Switch)

Un Conmutador de Paquetes combinado opera con software FRX el cual esta compuesto internamente del los códigos FRIC/FRAC (IFF) y del software del gateway del centro de control de red (NMSG).

El software FRX puede ser utilizado para soportar dispositivos X.25.

El conmutador combinado intercepta los paquetes X.25 y los encapsula dentro de frames Q922A.

Soporta hasta 63 enlaces lógicos de conmutación de paquetes (PSLL Packet Switched Logical Links) para el IFF.

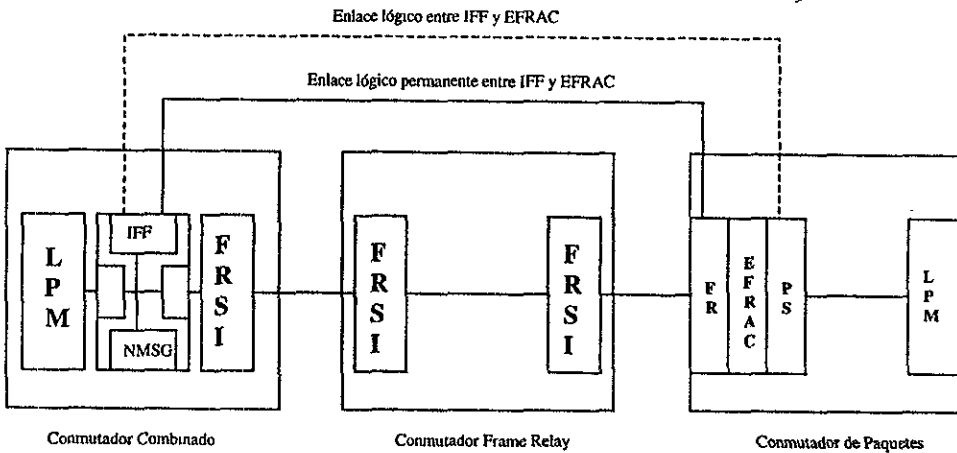
Soporta hasta 128 enlaces lógicos del centro de control NMSG.

El subcomponente FRX del software del gateway del centro de control (NMS Network Management System) habilita al tráfico X.25 del centro de control viajar dentro de una red frame relay. Para esto al menos uno de los conmutadores de datos frame relay debe conectarse al centro de control (NMS) via una línea X.25. Este nodo es requerido para configurar, cargar configuraciones y administrar la red Frame Relay.

Otro subcomponente de FRX, los códigos FRIC/FRAC, habilitan a que el tráfico X.25 de los usuarios fluya entre una red frame relay y una red de conmutación de paquetes. Estos códigos operan en un conmutador de datos combinado únicamente, la forma de operar es encapsular el tráfico X.25 en un frame Q.922A. Un enlace lógico de conmutación de paquetes (PSLL) es establecido entre la porción de conmutación de paquetes del IFF y el extremo remoto, IFF, EFRAC o Dispositivo X.25 con capacidad de frame relay. Cada uno de los PSLL del IFF es pareado con un enlace lógico permanente (PLL) de frame relay de esta forma los datos de X.25 del usuario pueden viajar a través de la red frame relay.

De lo anterior el flujo del tráfico de datos X.25 sería como sigue:

En la red de conmutación de paquetes el código de EFRAC encapsula el paquete de X.25 en un frame Q.922A, el cual es aceptado por el conmutador de datos combinado en la red frame relay, posteriormente el conmutador combinado elimina los encabezados de frame relay y envía el paquete X.25 nativo a una red de conmutación de paquetes la cual envía el paquete a su destino.



4.19 Administracion de una red Frame Relay

La administración de una red Frame Relay involucra tanto administración interna como administración de las interfaces de usuario hacia la red. Diferentes protocolos tiene la responsabilidad de hacer esto. Los protocolos presentes al nivel interface son estándares internacionales; Los protocolos manejados dentro de la red son propietarios o nativos del vendedor de la red.

El manejo de la red incluye lo siguiente:

- Definición de los parámetros a utilizar al momento de subscribir a un usuario.
- Administración del ancho de banda (Forzar a un funcionamiento requerido y a un tamaño de ráfaga de datos)
- Control de la congestión.
- Enrutamiento de datos a través de la red.

A) Parametros de Servicio:

El cliente solicita los parámetros de cada uno de los PLLs definidos en el lado de acceso de la red. Los parámetros del equipo usuario y los de la red deben estar en común acuerdo para trabajar adecuadamente. Algunos parámetros son los siguientes: Committed Information Rate (CIR bits por segundo).- Ancho de banda real que la red se compromete asegurar en condiciones normales.

Committed Burst Size (Bc en bits).- Máxima cantidad de datos que el usuario acuerda transmitir en la red en condiciones normales, durante un intervalo de medición (en una ráfaga de datos).

Excess Burst Size (Be en bits).- Máxima cantidad de datos no acordados (Bc) en exceso, que la red intenta transmitir durante un intervalo de medición.

CIR.- Committed Information Rate

Es la velocidad de datos acordados a la cual las interfaces troncales y de acceso a la red transmiten datos al dispositivo de frame relay destino. Esto representa la cantidad de datos que la red acuerda transportar por unidad de tiempo en el PLL bajo condiciones normales.

El CIR será menor que la velocidad de acceso.

La velocidad de acceso: es la velocidad a la cual llegan los datos a la interface de acceso de una red.

Cada uno de los PLL son configurados para un CIRfwd y CIRbwd.

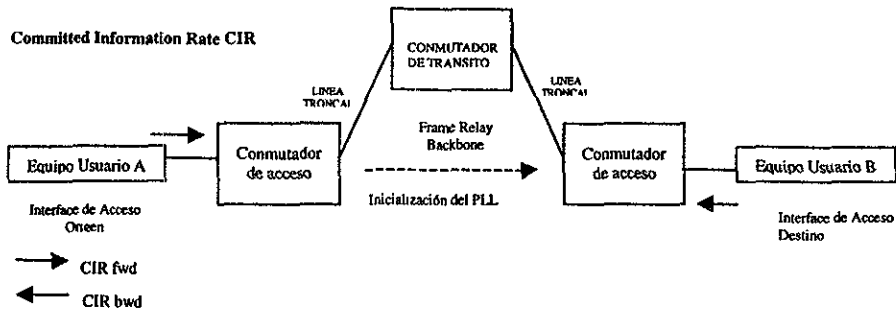
Los CIRfwd/bwd deben ser configurados debido a que las redes frame relay soportan PLL's donde las velocidades de acceso no tiene que ser idénticas.

CIRfwd (Committed Information Rate for Forward Traffic) en dirección del PLL de inicio.

CIRbwd (Committed Information Rate for backward traffic).

Las interfaces de acceso y troncales transmiten datos sobre cada uno de los PLL's a su respectivo CIR.

Si el CIR de un PLL es igual a cero (CIR=0) implica que no hay ancho de banda para transmitir, así que los datos son enviados sobre una base de disponibilidad.



Committed Burst Size (Bc)

Máxima cantidad de datos que la red acuerda transmitir bajo condiciones normales durante un intervalo de tiempo de medición.

Bc está definido en bits

Bc es especificado como BcFwd y Bcbwd

Committed Rate Measurement Interval (Tc)

Es calculado del CIR; por lo que no es calculado por el usuario.

Es parte de una ventana que es disparada en la recepción de datos de usuario. Mide los datos entrantes con el objetivo que todos los PLL's tengan una igual oportunidad de compartir el ancho de banda disponible.

Es un intervalo de tiempo durante el cual el conmutador de datos puede enviar una cantidad de datos acordada (Bc).

$Tc = Bc / CIR.$

Ejemplo:

Un PLL (Con un DLCI origen = 55) tiene los siguientes parámetros de servicio:

- CIR=128 Kbps
- Bc =128 Kbps
- Be =0 Kbps
- Tc =1 segundo.

Las condiciones de tráfico son las siguientes:

- a) Todos los PLL's que residen en el mismo canal con un DLCI=55 están utilizando completamente su ancho de banda reservado (No existe exceso).
- b) El DLCI 55 suministra 128 Kbits de datos durante un tiempo T_c .

El resultado es que los datos del DLCI 55 son transmitidos dentro de la red a un CIR de 128 Kbps.

Excess Burst Size (Be)

Es la máxima cantidad de datos no acordados en exceso que la red intentará transmitir durante un intervalo T_c .

Estos datos son tratados como elegibles para ser descartados en caso de congestión.

Definido como Be Fwd y Be Bwd.

El exceso de ancho de banda será distribuido de acuerdo al número de PLL's activos que tienen un exceso de datos (Be) por transmitir.

Ejemplo:

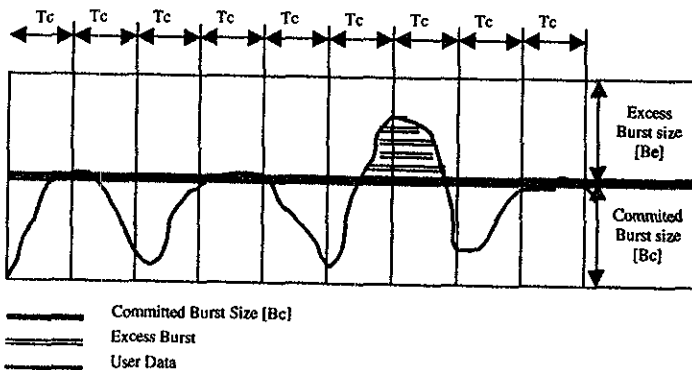
Un PLL con un DLCI origen=65 tiene los siguientes parámetros de servicio:

- CIR= 128 Kbps
- $B_c = 128$ Kbps
- $B_e = 128$ Kbps
- $T_c = 1$ segundo.

Las condiciones de tráfico son las siguientes:

- a) Todos los demás PLL's co residentes en el mismo canal con DLCI=65 no están utilizando todo el ancho de banda asignado.
- b) El DLCI 65 transmite 256 Kbits de datos durante un intervalo T_c .

El resultado es, que los datos del DLCI 65 serán transmitidos dentro de la red a su ancho de banda acordado (B_c) de 128 Kbps y a una cantidad de exceso de datos de 128 Kbps (B_e) durante un intervalo de tiempo T_c .



Capítulo 5 Conmutación de Celdas

Aun si los servicios descritos anteriormente se vuelven populares, las compañías telefónicas están enfrentando todavía con un problema más fundamental: múltiples redes. Las redes telefónicas y Telex que utilizan la vieja tecnología de conmutación de circuitos. Cada uno de los nuevos servicios de datos tal como SMDS (Switched Multimegabit Data Services) y frame relay utilizan sus propias redes de conmutación de datos. DQDB (Dual Queue Data Bus) es diferente de los demás y la red de administración y control de las compañías telefónicas con su protocolo SSN7 (Signalling Network 7) es otro tipo de red más. El mantener todas estas redes en una forma independiente es un dolor de cabeza, y existe otra red muy importante la red de televisión por cable, la cual empresas telefónicas no contralan pero les gustaría hacerlo.

La solución percibida es inventar una sola red que reemplazara en el futuro el completo sistema telefónico y todas las redes especializadas con una sola red que integra todas las clases de transferencia de información. Esta nueva red maneja grandes velocidades de transmisión comparadas con las redes y servicios existentes y habrá la posibilidad de ofrecer una gran variedad de servicios. Este no es un pequeño proyecto y obviamente no sucederá de un día para otro, pero ya está en camino.

El nuevo servicio de área amplia es llamado **Red de Servicios Integrados de Banda Ancha (B-ISDN Broadband Integrated Service Digital Network)**. Ofrecerá video por demanda, televisión en vivo de muchas fuentes, correo electrónico con multimedia, música con calidad de CD, interconexión de redes locales, transporte de datos a alta velocidad para áreas científicas e industriales y muchos otros servicios que ni siquiera se han imaginado ahora vendrán.

La tecnología fundamental que hace posible a B-ISDN es llamada **ATM (Asynchronous Transfer Mode)** ya que no es síncrono (sujeto a un reloj maestro).

Una gran cantidad de trabajo ya ha sido realizada en los sistemas ATM y B-ISDN, aunque todavía hay mucho por hacer.

La idea básica atrás de ATM es transmitir toda la información en paquetes pequeños, de tamaño fijo llamados **celdas**. Las celdas son de una longitud de 53 bytes, de los cuales 5 bytes son de encabezado y 48 bytes son de pago por el usuario (payload). ATM es tanto una tecnología oculta al usuario como un servicio visible al usuario. Algunas veces este servicio se conoce como **conmutación de celdas (cell relay)**, como analogía a frame relay.

El uso de la tecnología de conmutación de celdas romperá con la vieja tradición de más de 100 años de la conmutación de circuitos (la cual establece una vía de cobre) dentro del sistema telefónico. Hay una gran variedad de razones del porqué se seleccionó la conmutación de celdas entre ellas se pueden mencionar las siguientes. Primero porque la conmutación de celdas es altamente flexible y puede manejar tanto tráfico de velocidad constante (audio y video) y tráfico de velocidad variable (datos) fácilmente. Segundo porque a las grandes velocidades de datos imaginadas (gigabits por segundo), las técnicas de conmutación digital de celdas son más fáciles de usar que las técnicas tradicionales de multiplexaje, especialmente usando fibra óptica. Tercero, para la distribución de televisión, es esencial el uso del "broadcasting" el

cual puede ser provisto por la conmutación de celdas y no por la conmutación de circuitos.

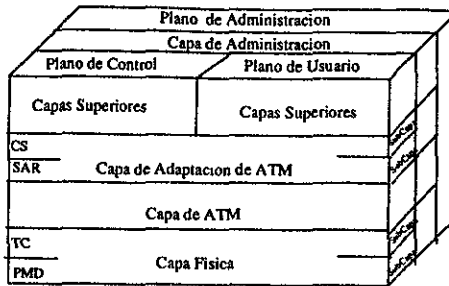
Las redes ATM están organizadas como las redes WAN, con líneas y conmutadores (switches). Las velocidades a usadas en las redes ATM son de 155 Mbps a 622 Mbps, con la posibilidad de crecer a velocidades de gigabits posteriormente. La velocidad de 155 Mbps fue seleccionada porque es la necesaria para transmitir tráfico de televisión de alta definición. La selección exacta de 155.52 Mbps fue tomada por compatibilidad con los equipos de transmisión con SONET de AT&T. La velocidad de 622 Mbps es seleccionada para que cuatro canales de 155 Mbps puedan ser transmitidos sobre ella.

Cuando se propuso ATM todas las discusiones se centraron en el video sobre demanda para cada hogar y el reemplazo del sistema telefónico. A partir de esto, otros desarrollos han sido importantes. Muchas organizaciones se han acabado con sus anchos de banda en sus campus o redes locales y han sido forzados a utilizar alguna clase de tecnologías de conmutación que tenga más ancho de banda que una simple LAN. También en las aplicaciones cliente/servidor necesitan la capacidad de comunicarse con ciertos servidores a alta velocidad. ATM es ciertamente el principal candidato para satisfacer estas aplicaciones Sin embargo no se compara el trabajo de reemplazar el entero sistema telefónico analógico de alta velocidad con uno digital de alta velocidad al trabajo de conectar todas las redes locales de un campus usando ATM.

Es importante mencionar que diversas organizaciones involucradas con ATM tienen diferentes intereses financieros. Los proveedores de servicios telefónicos de larga distancia y los PTTs son los mayormente interesados con el uso de ATM para la actualización del servicio telefonico y competir con las compañías de televisión por cable en la distribución de video electrónicamente. Los vendedores de computadoras ven las redes locales con ATM como un buen negocio (para ellos). Todos estos intereses hacen el proceso de estandarización muy difícil y lento. También la política y lucha por el poder dentro de las organizaciones de estandarización de ATM (el forum de ATM) tienen una influencia considerable sobre el rumbo que ATM esta tomando.

5.1 El Modelo de Referencia de ATM y B-ISDN

B-ISDN usando ATM tiene su propio modelo de referencia, diferente del de OSI o del de TCP/IP. La siguiente figura muestra este modelo. Consiste de tres capas, la física, la de ATM y las capas de adaptación de ATM, además de cualquier cosa que el usuario quiera poner encima de ella.



Modelo de Referencia de ATM y B-ISDN

CS : Subcapa de Convergencia
 SAR : Subcapa de Segmentación y Reensamble
 TC : Subcapa de Convergencia de Transmisión
 PMD : Subcapa de Medio Físico Dependiente

La capa física se concentra en el medio físico: voltajes, temporización de bits y otros tópicos. ATM no prescribe un conjunto particular de reglas, al contrario dice que las celdas ATM pueden ser enviadas sobre cables o fibras ópticas, pero también pueden ser empacadas dentro de la parte de información de algún otro sistema de transporte. En otras palabras ATM ha sido diseñado para ser independiente del medio de transmisión.

La **capa de ATM** trata con las celdas y su transporte. Define el formato de las celdas y describe lo que significa cada campo. También trata con el establecimiento y liberación de los circuitos virtuales. El control de congestión también reside aquí.

Debido a que la mayoría de las aplicaciones no quieren trabajar directamente con celdas, una capa arriba de la capa de ATM se ha definida para permitir a los usuarios transmitir paquetes mayores a los de una celda. La interface de ATM segmenta esos paquetes, transmite las celdas individualmente y los reensambla en el lado remoto. Esta capa es la **capa de adaptación de ATM (AAL ATM Adaptation Layer)**.

A diferencia de los modelos de referencia bi-dimensionales, el modelo de ATM es definido como un modelo tri-dimensional, como fue mostrado en la figura. El **plano de usuario** trata con el transporte de datos, control de flujo, corrección de errores, y otras funciones. Por el contrario el **plano de control** es referido a la administración de las conexiones. Las funciones de la capa y plano de administración se relacionan con el manejo de recursos y coordinación entre las capas.

Las capas físicas y AAL están divididas cada una en dos subcapas, las subcapas inferiores son las que realizan el trabajo y las superiores o de convergencia proveen la apropiada interface a las capas superiores. Las funciones de las capas y subcapas se muestra en la siguiente tabla:

Capa OSI	Capa ATM	SubCapa ATM	Funcionalidad
3/4	AAL	CS	Provee la interface estandar (Convergencia)
		SAR	Segmentacion y Reensamble
2/3	ATM		Control de Flujo Generacion/Extraccion del encabezado de la celda Administracion de circuitos virtuales/trayectorias Multiplexaje y Demultiplexaje de Celdas
2	Fisica	TC	Acoplamiento de la velocidad de las celdas Generacion y Verificacion del checksum del encabezado Empaque/Desempaque de Celdas de su sobre Generacion de Frames
1		PMD	Temporizacion de Bits Acceso a redes fisicas

Las Capas de ATM y sus Funciones

La subcapa **PMD (Physical Medium Dependent)** interfiere con los cables físicos. Mueve los bits dentro y fuera y maneja la temporización de los bits. Esta capa varía dependiendo de los diferentes portadores de datos y cables.

La otra subcapa del nivel físico es **TC (Transmission Convergence)**. Cuando las celdas son transmitidas, la capa TC las envía como una cadena de bits a la subcapa PMD. En extremo remoto la subcapa TC obtiene un flujo de bits entrantes de la subcapa PMD. Su trabajo consiste en convertir ese flujo de bits en celdas para la capa ATM. Maneja todos los tópicos relacionados con hecho de decir donde inician y terminan las celdas en el flujo de bits. En el modelo ATM, esta función está en la capa física, pero en el modelo OSI el trabajo de "framing", es decir el trabajo de convertir una cadena de bits en una secuencia de frames o celdas, se lleva acabo en la capa de enlace.

Como se mencionó previamente, la capa de ATM maneja las celdas, incluyendo su generación y transporte. Los aspectos más importantes de ATM son localizados aquí. Es una mezcla de nivel de enlace de datos y del nivel de red de OSI, pero no está dividido en subcapas.

La capa AAL se divide en la subcapa **SAR (Segmentation and Reassembly)** y la subcapa **CS (Convergence Sublayer)**. La subcapa inferior divide los paquetes en celdas en el lado fuente y las regresa de celdas a paquetes en el lado destino. La subcapa superior hace posible que los sistemas ATM ofrezcan diversas clases de servicios a diferentes aplicaciones (por ejemplo una transferencia de archivos y un video sobre demanda tienen diferentes requerimientos referentes a manejo de errores y temporización).

5.2 Los Estándares de ATM

En 1988, Las recomendaciones de la ITU I.113 e I.121 definen los dos primeros estándares de B-ISDN, estas recomendaciones describen el vocabulario y términos de B-ISDN y los aspectos de B-ISDN respectivamente. En 1990 fueron revisados nuevamente estos estándares y al mismo tiempo, once recomendaciones fueron publicadas I.150, I.211, I.311, I.321, I.327, I.361, I.362, I.363, I.413, I.432 e I.610 detallando las funciones, aspectos de servicio, funciones de los protocolos y las interfaces de usuario a red y de red a red. Cada estándar fue definido como un estándar B-ISDN para operar sobre una arquitectura ATM.

5.3 Teoría de Operación

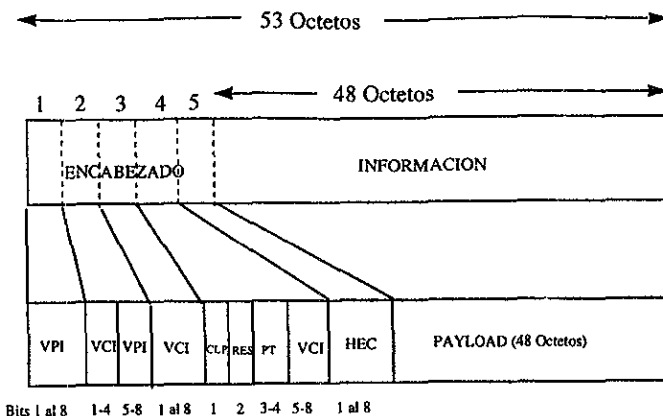
ATM ofrece una gran variedad de conmutación de servicios usando una sola conexión a red. La aplicación del usuario puede ser sensitiva a retardos o no sensitiva a retardos, de velocidad constante o velocidad variable requiriendo o no temporización y orientado o no a conexión. De cualquier forma el campo de información de usuario es transmitido transparentemente a través de la red ATM haciendo uso de las celdas. Mientras la estructura de las celdas es fija, el encabezado puede variar dependiendo del tipo de usuario o interface de red.

5.3.1 Estructura de la Celda

ATM utiliza una forma de paquete llamada "celda". El formato de la celda se muestra en la siguiente figura. Las celdas son de longitud fija de 53 bytes. Cada celda contiene un encabezado de 5 bytes y un campo de información de 48 bytes. Toda la información es transmitida transparentemente a través de la red en estos paquetes de longitud fija. De esta manera, el campo de información es pasado a través de la red intacto, sin verificación o corrección de errores del campo de información. Con el uso de paquetes de longitud fija, los paquetes más grandes no pueden retrasar a los paquetes más pequeños como sucede en las redes X.25. Hay también un encabezado del paquete que identifica los canales virtuales y sus trayectorias (paths).

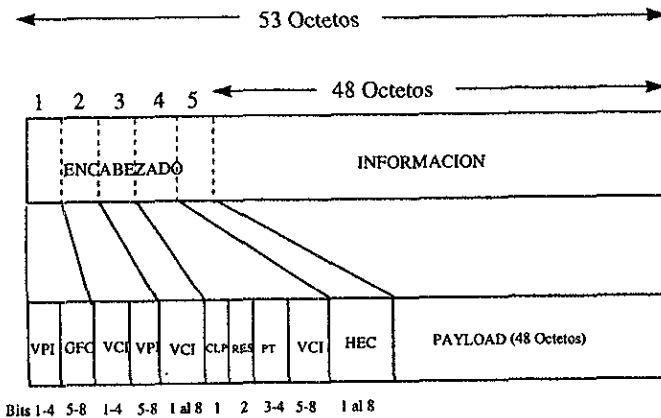
Existen dos tipos de interfaces de usuarios: interface usuario a red (UNI) e interface de red a nodo (NNI).

Estructura de una Celda NNI (Network to Node Interface)



VPI- Virtual Path Identifier
 VCI- Virtual Channel Identifier
 RES- Reserved
 PT- Payload Type
 CLP- Call Loss Priority
 HEC- Header Error Control Field

Estructura de una Celda UNI (User to Network Interface)



VPI- Virtual Path Identifier
 GFC- Generic Flow Control
 VCI- Virtual Channel Identifier
 RES- Reserved
 PT- Payload Type
 CLP- Call Loss Priority
 HEC- Header Error Control Field

5.3.2 Encabezado de la Celda

La información del encabezado le dice al conmutador por cual canal virtual y trayectoria virtual esta viajando la celda. Cada una de estas identificaciones de canal son locales al conmutador y pueden cambiar en cada uno de ellos. La combinación de tanto el identificador virtual de trayectoria (VPI Virtual Path Identifier) y del identificador de canal virtual (VCI Virtual Channel Identifier) establece los canales de comunicaciones de nodo a nodo. El enrutamiento del conmutador se basa sobre las información del VPI y VCI. El conmutador ATM requiere que se establezca una conexión entre los canales virtuales entrantes y salientes antes de que la información sea conmutada a través de él. El conmutador ATM enrutará cada celda individualmente del flujo de celdas multiplexado entrante al flujo de celdas multiplexado saliente basándose en los canales virtuales identificados dentro del encabezado de la celda. En este contexto, ATM es visto como una tecnología orientada a conexión. La secuencia de las celdas es mantenida por el conmutador ATM y cada celda es conmutada a una velocidad de celdas no a la velocidad del canal, para ajustarse a las transmisiones de velocidad variable.

Campo de Prioridad de Pérdida de llamada (Call Loss Priority Field—CLP) Existen dos niveles de prioridad que permite a los usuarios o proveedores de servicio seleccionar cuales celdas descartar durante periodos de congestión de red. Ambos tipos son definidos por el valor del bit CLP dentro de la celda (1 o 0). Es similar al campo de Discard Eligibility de Frame Relay.

Campo de Tipo de Pago de Carga (Payload Type —PT) diferencia entre una celda que lleva información de usuario y una llevando información de servicio en el campo de información.

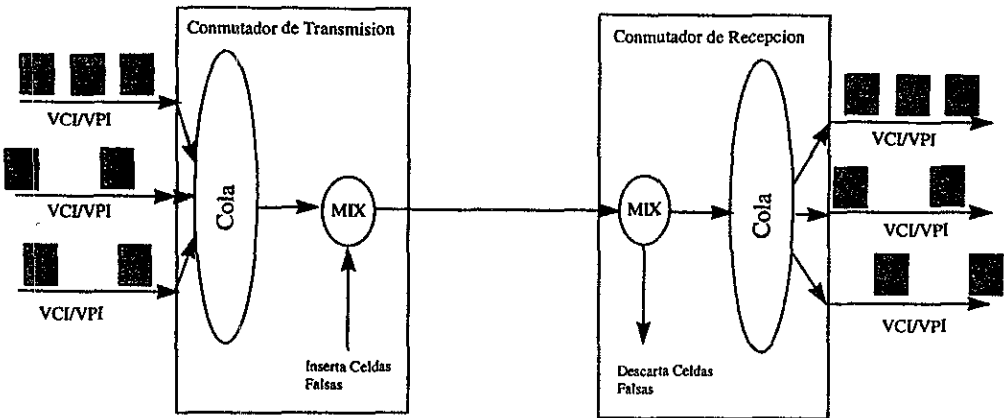
Campo de Control de Flujo Genérico (Generic Flow Control—GFC) está diseñado para proveer un acceso a red compartido similar al provisto en las redes MAN. GFC es utilizado cuando existe un simple punto de acceso de usuario sirviendo múltiples interfaces terminales, tal como se encuentra en los ambientes LAN. Cada terminal debe recibir un acceso igual a las facilidades de la red y el campo GFC asegura que cada terminal obtendrá un igual acceso al ancho de banda compartido de la red. El GFC manejará las diferentes topologías y arquitecturas LAN.

Campo de Control de Errores del Encabezado (Header Error Control—HEC) provee una verificación de errores del encabezado, y el campo de reservación (RES) esta reservado para mejoras en la funcionalidad del encabezado.

5.3.3 Múltiplexaje Asíncrono

Cuando las celdas son enviadas al conmutador ATM, son colocadas en una cola hasta que puedan ser multiplexadas asincrónicamente con otras celdas para su transmisión. Este múltiplexaje es estadístico en naturaleza, debido a que el conmutador ATM remueve todo el tráfico indicativo del tráfico de usuario antes de transmitirlo. Un "time slot" será reservado a los canales que tienen datos para

transmisión, por lo que un conmutador ATM puede alcanzar una ganancia de hasta 4 a 1 de entrada y salida. El conmutador adaptará la velocidad de los bits entrantes a la velocidad del canal de transmisión, insertando celdas ficticias cuando sea necesario para alcanzar la velocidad del flujo de bits agregado (155.52 Mbps). El conmutador remoto dividirá las celdas verdaderas de las falsas basándose en la información del encabezado. Así, se obtiene un verdadero servicio de ancho de banda sobre demanda cuando el tráfico de datos de entrada puede utilizar todo el ancho de banda del canal cuando se requiera. Esto también alcanza el máximo funcionamiento y Throughput posible. Esta operación se muestra en la siguiente figura:



Transmisión en ATM

5.4 Arquitectura de ATM

En la medida que la tecnología de ATM prolifera, la necesidad de evolucionar de la arquitectura tradicional TDM es evidente. La nueva arquitectura usando tecnología ATM está basada en conmutadores ATM y Sistemas de "cross-connection". La arquitectura actual nos conduce hacia la creación de campus con backbone ATM formado de hubs/switches. Estos dispositivos están formando las primeras WANs ATM. Los dispositivos usando el protocolo ATM pueden operar como conmutador o como equipo de cross-conexión. Si se usan ambos VPIs y VCIs, se dice que se implica una real conmutación ATM. Si solo se usa VPI, se dice que se tiene una operación ATM de cross-conexión.

Si se combinan circuitos T1/E1 y T3/E3 con los conmutadores ATM en un ambiente de centrales telefónicas, el conmutador ATM puede ser utilizado como un poderoso DXC (Digital Cross-connect Circuit). El ancho de banda podría ser reconfigurado fácilmente a los sitios necesarios, mientras soporta las cuatro clases de servicios B-ISDN.

5.5 Servicios

El estándar de la ITU I.211 define los servicios B-ISDN y las capacidades de red requeridas para soportarlos. Existen dos tipos de servicios: interactivos y de distribución. Los servicios interactivos (transmisión bidireccional) están definidos por tres clases de servicios: conversacional (datos, sonido, imágenes con video y sonido), mensajería (documentos y correo electrónico con multimedia) y de recuperación (texto, datos, sonido, video y dibujos con movimiento).

Los servicios de distribución están divididos en servicios con control de presentación individual (datos, texto, gráficos, imágenes, video con sonido tal como la distribución de televisión multimedia) y en servicios sin control de presentación individual (texto, gráficos, sonido, imágenes y publicidad) estos servicios son típicamente broadcast. Los servicios que requieren control de presentación individual provee a los usuarios con la capacidad de interactuar con el servicio broadcast, por ejemplo el tocar la pantalla de televisión para seleccionar un producto de un mercado. Los estándares también proveen una visión detallada de las técnicas de codificación de video y los métodos para el uso de B-ISDN. La siguiente tabla muestra estas clases de servicios:

SERVICIOS	CLASES DE SERVICIOS
Interactivo	Servicios Conversacionales
Interactivo	Servicios de Mensajería
Interactivo	Servicios de Recobro
Distribución	Sin Control de presentación Individual de Usuario
Distribución	Con Control de Presentación Individual de Usuario

En la medida que los servicios B-ISDN sean desarrollados, los servicios de datos predominarán sobre los servicios de voz. Hay varios organismos internacionales de estándares tal como la ITU, la IEEE y la ETSI que están trabajando junto a proveedores de servicios públicos como MCI, France y British Telecom, NTT, etc, para desarrollar tanto servicios de voz como servicios de datos. Estos proveedores de servicios ya comenzaron a vender servicios B-ISDN a través del uso de redes públicas basadas en tecnología ATM. Pero los usuarios que ganaran más de las redes ATM/B-ISDN son aquellos que las usen para servicios multimedia. Los servicios de un solo medio (single medium) puede ser transportado sobre estas redes pero existen tecnologías de un costo inferior que proveen mejores alternativas.

Algunos de los servicios ya incluyen interconexión LAN/MAN sobre una red ATM a velocidades de hasta 600 Mbps utilizando circuitos virtuales permanentes

(PVCs). Pero muchos proveedores de servicios están ofreciendo servicios B-ISDN sobre infraestructura ATM y SONET/SDH. Están tratando de capitalizar el hecho de que el ancho de banda puede ser reservado en un rango contiguo de 55.52 Mbps hacia arriba y los cambios de reservación de ancho de banda se pueden dar por llamada. Este es uno de los principales argumentos de venta del primer servicio real de ancho de banda sobre demanda.

Algunos vendedores que tienen conmutadores ATM con interfaces SONET/SDH son Northern Telecom, ASCEND, Cisco, Siemens, Stratacom IPX, Fore Systems.

5.6 Funcionamiento

Los conmutadores pueden reenrutar rápidamente sin afectar las llamadas establecidas rodeando alguna falla en la red. Esta capacidad de reenrutamiento sucede en fracciones de segundo, lo cual es vital para el tráfico de usuario orientado a conexión y que no puede soportar fallas de más de dos segundos. Por lo cual el desempeño de una red ATM normalmente es excelente.

Algunas medidas de desempeño que pueden ser tomadas al nivel físico (SONET/SDH), al nivel TC (Transmission Convergence), al nivel VPC (Virtual Path Connection) y al nivel VCC (Virtual Channel Connection). Las estadísticas se pueden calcular por:

- Encabezados de las celdas ATM con error
- Descartamiento de celdas por error en los bits del encabezado
- Descartamiento de celdas por error de contenido en el encabezado
- Número de celdas perdidas
- Número de celdas con errores en el encabezado
- Desempeño del VPC extremo a extremo
- Desempeño del VCC extremo a extremo
- Calidad de Servicio.

Todas estas variables están definidas por los estándares mencionados anteriormente.

5.7 Beneficios y Comparaciones

ATM es una tecnología de backbone, a diferencia de frame relay que es una tecnología de acceso. ATM puede manejar tráfico sensitivo a retardos (video y voz) y no sensitivo a retardos sobre el mismo canal. Puede combinar las altas velocidades de la conmutación de circuitos con la flexibilidad de la conmutación de paquetes. B-ISDN beneficia usuarios de tráfico multimedia, pero sería muy costoso para usuarios single media o usuarios que utilizan poco ancho de banda.

ATM/B-ISDN ofrecen también los siguientes beneficios:

- Alto desempeño para tráfico ráfaga,
- eficiencia en el uso del ancho de banda,

- alta disponibilidad de servicio,
- calidad de servicio adaptable,
- tecnología ideal para servicio de redes públicas,
- ideal para tráfico sensitivo a retardos,
- procesamiento de celdas a más velocidad debido a la longitud fija de las mismas.

5.8 Perspectivas sobre ATM

ATM es un proyecto inventado por la industria telefónica, porque después del invento de Ethernet el cual es ampliamente utilizado, la industria de la computación no ha competido en la creación de estándares de tecnología de redes de alta velocidad. Las compañías telefónicas cubrieron este vacío con ATM, a pesar de que en octubre de 1991 muchos vendedores de computadoras se unieron a las empresas telefónicas para establecer el **Forum de ATM**, el cual es un grupo que guía el futuro de ATM.

Aunque ATM promete la capacidad de entregar información en cualquier parte a velocidades mayores a 1 Gbps, el cumplir esta promesa no será fácil. ATM es básicamente una tecnología de conmutación de paquetes a alta velocidad, una tecnología en la cual las empresas telefónicas tiene poca experiencia. Lo que tienen es una inversión masiva en una tecnología diferente (la conmutación de circuitos) que es un concepto que no ha cambiado desde los días de Alexander Graham Bell. Es inútil decir que esta transición no será sencilla porque es un cambio revolucionario más que un cambio evolucionario y como sabemos ningún cambio revolucionario se da tranquilamente.

La economía requerida para instalar ATM a nivel mundial se tiene que considerar. Una fracción substancial del sistema telefónico tendrá que ser reemplazada. Pero ¿quien pagará por esto?, ¿cuánto están dispuesto a pagar los consumidores para obtener un video electrónicamente, cuando ellos pueden obtener uno en el videocentro más cercano por unos cuantos pesos?. Finalmente la pregunta crucial, ¿en donde se proveerán los servicios avanzados?. Si son provistos por la red, las compañías telefónicas obtendrán la ganancia. Si son provistos en las computadoras conectadas a la red, los fabricantes y operadores de estos dispositivos ganarán por ello. Los usuarios quizás no les importe esto, pero seguramente las compañías telefónicas y los vendedores de computadoras o enrutadores sí les importa y esto afecta el desarrollo de ATM.

5.9 Comparación de Servicios

Para muchos puede ser extraño el ver que existen tantos servicios incompatibles que se enciman el uno con el otro, incluyendo DQDB, SMDS, X.25, Frame Relay, ATM y otros más. La razón fundamental de esto fue la decisión de dividir AT&T en 1984 lo cual alimento la competición en la industria de las telecomunicaciones. Compañías diferentes con tecnologías e intereses distintos son libres de ofrecer el servicio que deseen de acuerdo a las demandas de su mercado.

Para recapitular algunos de estos servicios que hemos mencionado en esta tesis, DQDB es una tecnología MAN no conmutada que permite celdas de 53 bytes (de los cuales 44 son pagados por el usuario) ser enviadas por dos cables a lo largo de la ciudad. SMDS es una tecnología de conmutación de datagramas con la capacidad de

enviar datagramas en toda la red a velocidades de hasta 45 Mbps. X.25 es una vieja tecnología orientada a conexión para transmisión de paquetes de diferentes tamaños a velocidades normalmente de 64 Kbps. Frame Relay es un servicio que provee circuitos virtuales permanentes a velocidades de hasta 2 Mbps. Finalmente ATM está diseñado para reemplazar el sistema telefónico basado en la conmutación de circuitos y poder manejar datos y tráfico televisivo.

Parte IV DISEÑO DE REDES DE DATOS

Capitulo 6 Definición de Requerimientos

6.1 Definición de Requerimientos

El diseño de una red es un producto y el usuario es el cliente. La red es construida para el cliente y debe adaptarse a sus necesidades y deseos. El análisis de requerimientos es el primero y más importante paso en el diseño de una red, ninguna etapa posterior es más importante que comprender completamente las necesidades del usuario, debido a que estas dictan la tecnología, protocolos, hardware, software y recursos definidos en el diseño tanto del acceso como del backbone de una red.

Es común escuchar de un usuario la frase "lo quiero todo y en este momento", esto implica que los usuarios demandan de una red lo más que ellos puedan obtener. Los requerimientos de ancho de banda están disparándose debido a la proliferación de redes LAN y MAN (redes metropolitanas) y al desarrollo de la computación distribuida. Esta es una etapa interesante debido a que el usuario tiene más conocimiento y tiene más control en el transporte de sus datos, es tan sencillo que, si los requerimientos de un usuario no son ampliamente complacidos, busca en otra parte el cumplimiento de sus deseos. De esta forma empieza el proceso de educación de tanto el usuario como del diseñador.

Las expectativas de un usuario deben ser manejadas apropiadamente para asegurar su satisfacción no solo en la parte inicial sino a través de un continuo servicio en la red, para lograr lo anterior es necesario un claro entendimiento de lo que se espera de ambos lados y los niveles en los que se espera lograrlo. Si es una red totalmente nueva, es importante asegurarse que el usuario sepa que el servicio inicial estará en fase de pruebas y que existen etapas graduales para la introducción de una nueva tecnología estos niveles son:

a) *Prueba Tecnológica*: Es un medio ambiente de pruebas donde tanto el usuario como el diseñador están aprendiendo uno del otro, momentos de falla y reconfiguración de la red son frecuentes. Esta fase es principalmente para el aprendizaje de la tecnología empleada.

b) *Fase Alfa*: Es una pre-versión de los servicios de la red donde el cliente está aún aprendiendo del proveedor de la red, pero el proveedor tiene el diseño de la red completo y el hardware completamente funcional. Los tiempos de falla son mínimos y hay pocos usuarios en la red, esta es una versión a escala de lo que se espera en la realidad, se espera tener algunos problemas aún.

c) *Fase Beta*: Esta es la fase final antes de una disponibilidad de servicio al público. La mayoría si no es que todas las fallas deben haberse ya corregido y los usuarios no deben experimentar ningún tiempo de falla de la red, sin embargo aun se esperan ciertas inestabilidades.

d) *Fase de Producción*: La red esta oficialmente liberada, todos los errores han sido eliminados y la red esta completamente operacional, no existe tiempo de falla.

La versión final de la red debe ser transparente para el promedio de los usuarios. Cada usuario debe sentir como si tuviese una línea dedicada punto a punto todo el tiempo. Los sueños de todo usuario hacia la red son los siguientes:

- Ningún retardo en la transferencia de su información.
- Que no le represente ningun costo
- Ninguna restricción de protocolos y funcionalidad
- Ningún problema físico o lógico
- Ningún error en la red
- Que la red desarrolle cualquier conversión de protocolo
- Conectividad con cualquier equipo sin importar su plataforma o arquitectura
- Capacidad de enviar "broadcast"
- Confirmación de recepción de la información (Fax, SVC's interactivos, etc.)

Estos tópicos son algunos de las expectativas de un usuario hacia la red. Después de un cierto tiempo, la red es vista como algo útil algo que siempre trabaja, no como un lujo sino como una necesidad.

6.1.1 Requerimientos de usuario desde el punto de vista del diseñador.

El diseñador tiene que tener en mente que nunca recibirá todos los requerimientos de parte del usuario, y aun si los recibe probablemente cambiarían en el transcurso del diseño y vida de la red.

Existen diversos puntos que un diseñador considera para poder realizar el diseño de una red:

6.1.2 Características del Tráfico.

a) Tamaño de Datos y Paquetes

El tráfico viene en muchas formas y tamaños, conforma a varios protocolos y formatos, viaja en muchos tipos de patrones y requiere métodos especiales de procesamiento y manipulación. El diseñador debe hacer el análisis de cada una de las aplicaciones planeadas a soportar en la red. Estos valores deben de ser comparados con los medios de transporte existentes.

Existen dos parámetros a observar en el tráfico de datos los cuales son: las unidades de medición y las unidades de encapsulamiento. Las unidades de medición incluyen: bits, bytes, octetos, mensajes, bloques y archivos. Estas unidades pueden ser encapsuladas dentro de paquetes, frames, celdas.

Los datos son medidos por el número de unidades transmitidas por unidad de tiempo. Algunos ejemplos incluyen paquetes/frames/celdas por segundo, bytes por segundo, mensajes por hora o hasta el número de transacciones por segundo. En el diseño de una red, el promedio de tamaños de paquetes o mensajes es frecuentemente utilizado. En diversas tecnologías se tiene la tendencia a segmentar los datos para su transporte a través de la red, es necesario confirmar si las aplicaciones de usuario soportan la segmentación de los datos.

b) Sesiones y uso de patrones

Existen algunas características que relacionan a las sesiones de un usuario con la red:

- número de sesiones,
- número de establecimientos de llamadas,
- número de llamadas,
- intervalos de poleo,
- intervalos de reporte,

Los patrones de tiempo en que las sesiones ocurren son:

- horas de trabajo o tráfico pico,
- horario específico para la transferencia de grandes cantidades de datos,
- horarios aleatorios, pero promedios predecibles.,

Los patrones de tráfico durante horarios picos son los siguientes:

- Tráfico pico en ráfaga,
- Condiciones sostenidas de tráfico pico,
- Constante flujo de datos,
- Cambio de protocolos.

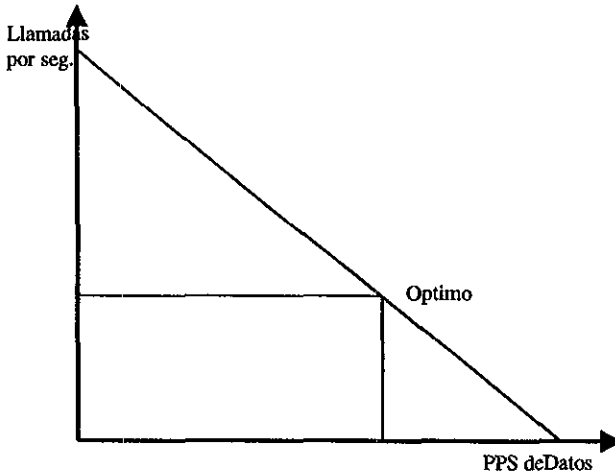
Una forma de determinar el flujo de tráfico existente, es medir la cantidad específica de tráfico, en intervalos a través del día, por ejemplo cada 10 minutos.

Otro ejemplo es comparando llamadas por segundo contra paquetes de datos por segundo.

c) Establecimientos de llamadas por segundo:

Un ejemplo de establecimiento de llamadas por segundo puede ser generado basado sobre el tiempo de respuesta total de la red. Por ejemplo una máquina punto de venta para la verificación de tarjeta de crédito. En una operación de venta se inserta la tarjeta de crédito en la máquina y se origina un requerimiento de verificación de crédito a un computador remoto. Desde el

tiempo que la máquina envía el requerimiento hasta el tiempo que recibe una confirmación o rechazo, es el tiempo de respuesta total de la red. Si la máquina es una de diez accedendo un nodo de conmutación de paquetes (a través de un PAD), el número de requerimientos (llamadas) que el nodo establece en un segundo dado es llamado "establecimientos de llamada por segundo".



En este ejemplo toma 3 segundos marcar al nodo de conmutación de paquetes local y transmitir el requerimiento, 2 segundos cruzar la red de conmutación de paquetes, 1 segundo del nodo de conmutación de paquetes remoto al computador, 2 segundos para el procesamiento del computador (verificación y búsqueda en las bases de datos), 1 segundo del computador al conmutador de paquetes, 2 segundos en cruzar la red de regreso, y 1 segundo entregar la información a través de los modems (conexión ya establecida) a la máquina punto de venta. El tiempo de respuesta total de la red sería de 10 segundos, con un retardo adicional de 2 segundos por el procesamiento del computador lo que nos da un total de 12 segundos de tiempo de respuesta. Lo anterior pudiese parecer poco tiempo pero dependiendo de las aplicaciones (existen algunas que no resisten tiempos de respuesta largos) puede parecer extremadamente lento.

Las redes de este tipo se diseñan conforme a la distribución de Poisson de escalas de arriba, en donde la red es diseñada para acomodar los periodos de sobre carga de tráfico por periodos de tiempo cortos, considerando que habrá periodos cuando los datos encolados puedan ser procesados a mayor velocidad.

d) Enrutamiento de llamadas:

El diseñador tiene que analizar la ruta por la cual las llamadas viajarán para el transporte de los datos, cuantas posibles rutas se requieren, y que métodos de selección de ruta se utilizarán. Como es sabido en la conmutación de circuitos las rutas para alcanzar un destino a partir de un origen son fijas, pero en la conmutación de paquetes (paquetes, frames o celdas) se cuenta con direcciones lógicas por las cuales un usuario puede hablar con cualquier otro.

e) Precisión requerida en la transmisión de datos:

Algunas aplicaciones requieren de una mínima cantidad de errores o de una establecida precisión en la recepción de los datos para certificar la transmisión. Un excesivo retardo podría ocasionar que el usuario perdiera la sesión y se requiera un reestablecimiento, y sufrir pérdidas en la información. Los niveles de errores son establecidos como " 1×10^{-x} " donde $x = 3$ para redes de transmisión pobres y un valor de 12 a 15 en redes de fibra óptica. En resumen mientras mayor sea el valor del exponente negativo X menores serán los errores a incurrir.

El diseñador tiene que calcular el costo asociado con las pérdidas de información y con los retardos incurridos por errores de transmisión para obtener los niveles de precisión requeridos. Este cálculo se realiza de acuerdo a las aplicaciones ya que no es lo mismo el costo asociado con las pérdidas de información para una aplicación de consulta de catálogos de revistas con las de una aplicación de transpaso de fondos de una institución financiera.

A partir de los cálculos anteriores el diseñador tiene que determinar que técnicas de control de flujo es requerida, si la información puede o no ser descartada por congestión como lo hace el protocolo frame relay, el cual confía en los dispositivos de usuario para las retransmisiones necesarias. El tiempo que requieren los equipos estar fuera de servicio por reconfiguraciones o adición de hardware lo cual impacta en dinero en un determinado momento.

f) Prioritización

Comunmente los usuarios poseen múltiples aplicaciones, flujos de tráfico y dispositivos de hardware, a lo cual se le tiene que dar una prioridad para distinguir en que aplicación y dispositivos se lleva a cabo la transmisión de la información crítica del usuario (información crítica del usuario es aquella relacionada con el tráfico requerido para que su negocio opere diariamente) y con ello tomar las medidas necesarias para minimizar los posibles puntos de falla a través de respaldos tanto en los enlaces como en los nodos de conmutación.

g) Capacidad y "Throughput"

Capacidad y "throughput" son similares pero no es lo mismo. Capacidad es la cantidad de recursos disponibles a través de una ruta dada y "throughput" es una medida de cuantos datos pueden ser transmitidos a través de un

medio en un periodo de tiempo determinado. Por ejemplo la capacidad a través de una línea síncrona T1 es 1.544Mbps. Si dos multiplexores TDM utilizan esa línea el máximo "throughput" sería de 1.536 Mbps debido al ancho de banda requerido para la señalización entre los dos multiplexores. En la conmutación de paquetes el "throughput" es medido en paquetes/frames/celdas por segundo. Algunas tecnologías utilizan el ancho de banda disponible más eficientemente que otras, proveyendo un mayor "throughput". Un ejemplo es token ring el cual utiliza más eficientemente el ancho de banda para la transferencia de grandes archivos que Ethernet debido a su técnica de reservación de token. En cualquier forma una red de datos debe ser diseñada con un buen "throughput" y una capacidad extra para un futuro crecimiento.

h) Procesamiento, adelantamiento y filtraje de paquetes por segundo:

El hardware de una red puede ser medido por su funcionamiento a través del procesamiento, adelantamiento y filtraje de paquetes por segundo. El procesamiento de paquetes por segundo es que tan rápido el conmutador de datos interpreta el encabezado del paquete y lleva acabo la siguiente función (ya sea interpretarlo, terminarlo o conmutarlo). Los nodos de acceso típicos operan a velocidades de 2,000 a 5,000 PPS (paquetes por segundo) y los nodos de transporte (backbone) exceden los 50,000 PPS. Las medidas del adelantamiento de paquetes son provistas por los puentes y los enrutadores para representar que tan rápido intepretan los paquetes y los adelantan a las direcciones MAC destino. Las velocidades típicas son 3000 a 4000 PPS adelantados. Las medidas de filtraje muestran que tan rápido un puente pude determinar si un paquete es direccionado a un punto dentro de la red localmente o si debe ser pasado al siguiente puente. Las velocidades típicas de filtrado son 9000 a 14000 PPS. Obviamente, mientras más conversión de protocolos y enrutamiento toman lugar en un equipo las velocidades de los PPS son disminuidas proporcionalmente.

6.1.3 Protocolos

El conjunto completo de protocolos para las aplicaciones existentes y planeadas debe ser definido. Esto incluye todos los protocolos para cada una de las arquitecturas soportadas. Los cuales pueden incluir los requerimientos del nivel físico hasta el software requerido en el nivel de presentación y los sistemas operativos. Múltiples protocolos por capa frecuentemente estan presentes.

Lo siguiente es definir los protocolos que serán utilizados tanto en el lado de la red como en el lado del la aplicación. Es importante definir como los protocolos que se definen se van a intercomunicar. El enrutamiento, conmutación o puenteo requerido dependerá en gran medida en estos protocolos. Por ejemplo algunos protocolos como NetBEUI and DEC LAT son protocolos no direccionables y deben ser puenteados, mientras que otros como FTP puede ser enrutado a través del uso de TCP/IP. Se tiene que definir si el

usuario requerirá encapsulación de protocolos, conversión, translación o sólo puento.

a) Sesiones Orientadas a Conexión

Es importante definir si las sesiones son orientadas a conexión o a no-conexión. (los protocolos estándar de redes locales son orientados a no-conexión).

Otro importante detalle a considerar en la parte de protocolos es si se utilizará la funcionalidad de poleo/selección o no. Ejemplos de poleo o servicios de selección incluyen: ventanas de recepción para paquetes o frames, poleo para determinar si existe comunicación con el dispositivo remoto, (ejemplos de protocolos con esta característica son: SDLC, HDLC, BSC). Servicios que no usan poleo para su comunicación incluyen las formas de control de flujo como RTS/CTS (Request To Send/ Clear To Send), Xon/Xoff multiplexado, reservación basada en token, CSMA/CD protocolo usado en ethernet.

b) Enrutamiento de Protocolos

El enrutamiento realizado por un protocolo puede ser estático o dinámico. Depende de muchos factores frecuentemente fuera del control del usuario. Un ejemplo de enrutamiento estático son los PVC's utilizados en frame relay, en donde a un usuario se le asigna un PVC el cual siempre será enrutado de un punto a otro. Y un ejemplo de enrutamiento dinámico lo tenemos en X.25 en donde los paquetes son enrutados dinámicamente por la "mejor ruta" incluyendo el caso en donde se presentan fallas ya sea de enlaces o de equipos.

c) Arquitecturas de Aplicaciones

Las aplicaciones generalmente siguen una arquitectura específica, la cual establece las interfaces a los protocolos tanto por los usuarios como los programadores. Cuando los programadores se basan en una arquitectura, utilizan los estándares definidos dentro de ella para el uso de los protocolos de la arquitectura por parte de la aplicación, transferencias de archivos y métodos de acceso a bases de datos para que exista una consistencia través de la red. Algunos ejemplos de arquitecturas son:

- TCP/IP (La red Internet se basa en esta arquitectura),
- System Application Architecture (SAA) de IBM,
- Network Application Support (NAS) de DEC,
- NewWave Computing de HP.

Estas arquitecturas son comunmente utilizadas en aplicaciones distribuidas. Como se ha comentado las arquitecturas engloban una serie de protocolos de acuerdo a los niveles de OSI. Un diseñador de redes debe comprender la funcionalidad de cada uno de los protocolos de cada arquitectura

con el fin de definir las interacciones de las aplicaciones con los servicios de red así como la comunicación entre los diferentes entes de la red, considerando que conjunto de protocolos utilizan para la comunicación y determinar si existe la necesidad de colocar dispositivos que tengan funcionalidad de conversión de protocolos o alguna otra funcionalidad.

d) Esquemas de direccionamiento y de asignación de nombres.

Es importante determinar si existe algún esquema de direccionamiento y como son asignados los nombres a los dispositivos de usuario. Si existiese algún esquema determinar si es un direccionamiento plano o jerárquico, si son permanentes o en caso de algún cambio, modificación o nueva adaptación, la cantidad de esfuerzo a realizar para lograrlo.

6.1.4 Consideraciones de tiempo y retardos

Uno de los aspectos más importantes en una red de comunicación de datos es el tiempo. El disminuir el tiempo de transmisión y retardo en la red es un responsabilidad importante de una diseñador de redes y se relacionan directamente con ahorros de sumas importantes de dinero para el cliente. Los tiempos de respuesta son medidos en la aplicación, acceso a la red y en el cruce de la red entera.

Existen aplicaciones que no soportan retardos (Ej. aplicaciones cliente/servidor). Algunas tecnologías tales como la conmutación de paquetes utilizan el encolamiento de datos hasta que puedan ser transmitidos, lo cual se incurre en retardos por el almacenamiento. Otras tecnologías como frame relay simplemente agrupan y envían los datos y cuando existe un exceso de ellos son descartados. Las interrupciones y los resets son formas adicionales de retardos. En actuales tecnologías tales como SONET es imprescindible tener fuentes de reloj bastante precisas.

a) Tiempo de Acceso a la red

Es evidente que existe una diferencia entre el tiempo de acceso para protocolos de redes locales a los protocolos de redes de área amplia. Esto se debe a que los protocolos de redes locales deben esperar el tener un token para transmitir (como el caso de token ring) o que el medio este libre (en el caso de ethernet). Los servicios de conmutación de circuitos y multiplexaje deben tener un tiempo de acceso casi instantáneo.

El tiempo de acceso difiere del tiempo de respuesta en que solamente provee una medida de cuando el usuario puede colocar datos sobre el medio y el tiempo de respuesta considera todos los tiempos de la trayectoria desde que el origen transmite, hasta que es recibido el dato por el destino.

b) Tiempo de Respuesta

El determinar que tan importante es el tiempo de respuesta para un usuario, cuales son los requerimientos de tiempo de respuesta y cual es la relación de costo contra retardos. Como se puede observar el tiempo de respuesta es un "cuchillo de doble filo". Normalmente, un usuario estará al tanto del tiempo de respuesta en su aplicación. Si un nuevo servicio de red decrementa el tiempo de respuesta obviamente los usuarios estarán felices, pero si sucede lo contrario será un tema de constante reproche. El mencionar un ejemplo aquí es importante, supongamos que se está proveyendo un nuevo servicio de red local tal como FDDI, en el cual se encuentran solo algunos usuarios de prueba durante un par de meses. Su tiempo de respuesta decrecimiento de 6 segundos a 2 segundos. Los usuarios están emocionados hasta que en la siguiente fase se añaden más usuarios y el tiempo de respuesta incrementa a 3 segundos. Los usuarios aún tiene la mitad del tiempo de respuesta original antes de instalar la red FDDI, apesar de esto ellos se quejan de que el tiempo de respuesta se ha degradado (y continuará degradandose al añadir más usuarios al anillo).

La lección en este caso es manejar desde el principio el tiempo de respuesta esperado. Los retardos pueden ser impuestos artificialmente cuando el servicio es instalado con el fin de proveer un retardo constante al usuario y que sea transparente el añadir más usuarios a la nueva red.

c) Retardo vs "Throughput"

El identificar el máximo retardo que se puede soportar al accesar la red, la cantidad que puede ser tolerada durante el transporte extremo a extremo, y determinar el retardo en toda la red "ida y vuelta". Otro factor importante es el costo del retardo en dinero y si los dispositivos de red seleccionados para el transporte de la información adicionan considerable retardo (conmutadores de datos, enrutadores y puentes, etc).

Los usuarios exigen un mínimo retardo y un máximo throughput. Así un buen diseño debe maximizar la utilización de los recursos mientras mantiene el retardo dentro de las expectativas del usuario.

d) Bloqueo vs Almacenamiento vs Encolamiento

Invariablemente, cada red sufrirá congestión. Es importante comprender como manejan las aplicaciones de usuario este tipo de condiciones. Una congestión en la red puede tener tres tipos de efectos sobre el tráfico de usuario. Cuando una tecnología utiliza el bloqueo, el flujo del tráfico de usuario será bloqueado hasta que exista suficiente ancho de banda para continuar con la transmisión. Otras tecnologías solo descartan la información sin hacer ninguna indicación ya que asumen que el equipo del usuario posee alguna forma de controlar el flujo de información hasta que el estado de congestión se ha terminado. El determinar el uso o no del bloqueo es importante, tanto como las aplicaciones sean sensitivos a los retardos no pueden manejar bloqueo.

El almacenamiento y el encolamiento son similares y con frecuencia se utilizan igual. El encolamiento es el método de permitir a los datos ser almacenados en "buffers" en el orden en el que fueron recibidos hasta que haya suficiente ancho de banda para transmitirlos a su destino. El almacenamiento es utilizado en redes de almacenamiento y adelantamiento de paquetes "store and forward" como el caso del uso de puentes como dispositivos de comunicación.

e) Interrupciones y Resets

El uso de interrupciones es raro pero aún tiene que tomarse en cuenta. las interrupciones ocurren cuando el usuario envía interrupciones definidas en software (tal como las teclas de interrupción "break keys"). Es importante saber si el usuario utilizará interrupciones y cuales serán. Una segunda forma de interrupción es el reset, el cual es desarrollado por algunas aplicaciones. Tanto las interrupciones como los resets deben ser transparente al transporte de datos.

6.1.5 Conectividad

a) Conectividad Usuario-Red y Red - Red

Se tienen que realizar una serie de análisis con el fin de lograr una interface usuario-red, en donde se tienen que definir velocidades, tipos de dispositivos, distancias entre los dispositivos de red y los equipos de usuario, proveedores de los equipos y características, modelos de los equipos y capacidades, modos de direccionamiento para la parte de acceso y de transporte, protocolos a nivel físico, enlace, etc.

Una vez que la interface usuario-red ha sido definida, se tiene que definir los requerimientos de interconexión de la red de transporte de datos con cualquier otra red nueva o existente. Preguntas como alcances geográficos a cubrir, protocolos a interrelacionar, si la conectividad será homogénea o heterogénea, privada o pública, que tipos de tecnología será utilizada para la interconexión deben ser respondidas.

b) Requerimientos Geográficos

Es imprescindible definir donde residirán las aplicaciones , si existe alguna restricción de localización geográfica basada en topología, disponibilidad o calidad de los medios de transporte, comunidades de usuarios, facilidades existentes, o cualquier otra limitación.

c) Estructura

Frame relay es una tecnología que permite un tipo de estructura para procesamiento distribuido, sin embargo una estructura centralizada tal como un medio ambiente de "mainframe" es también una opción. Los diseños jerárquicos LAN/MAN fue la primer etapa en la construcción de redes de área amplia WAN debido a la necesidad de segmentar los usuarios en grupos.

d) Infraestructura Actual

En muchas ocasiones el usuario ya cuenta con infraestructura, con lo cual se tiene que definir con que ya cuenta el usuario para poder adaptarlo al nuevo diseño si es que es posible y se logran los objetivos. Otros factores se deben determinar en este punto como los son: si la comunidad de usuarios es heterogénea u homogénea, cual es el impacto de implementar una nueva plataforma o arquitectura sobre las facilidades existentes. El diseñador debe comprender las estructuras existentes de voz, datos y video para utilizar efectivamente los recursos existentes en la nueva red. La migración de arquitecturas existentes a nuevas plataformas es frecuentemente un proceso arduo y difícil. El diseñador debe considerar el uso de compuertas "gateways" temporales como primera etapa para la migración de una plataforma a una nueva.

6.1.6 Disponibilidad, confiabilidad y mantenimiento

El usuario esta al tanto de tres principales medidas de calidad en la red: disponibilidad, confiabilidad y mantenimiento. La disponibilidad está relacionada con la capacidad disponible en la red. Un usuario siempre quiere tener suficiente capacidad para transmitir sus mensajes (sin importar el tamaño de los mensajes en un tiempo razonable).

Mantenibilidad es definida como la medida de esfuerzo que un usuario o proveedor de servicio debe poner en la red para mantenerla operativa eficientemente. también define como el diseñador expandirá la red como las necesidades lo requieran.

Confiabilidad es determinada definiendo el nivel de error que puede tolerar los equipos, los protocolos, etc. y que procedimientos automáticos o manuales se llevan a cabo en caso de alguna contingencia en los equipos o enlaces.

6.1.7 Cantidad de control del usuario

Se tiene que precisar el grado de control que el usuario necesita sobre los recursos de la red. Actualmente los usuarios requieren más y más control sobre su tráfico. Ellos requieren estaciones de trabajo para una administración y

control inteligente, las cuales pueden ser utilizadas para reconfigurar recursos de la red. El diseñador debe determinar cuales recursos no pueden ser alterados por el usuario. Existen aspectos interesantes en frame relay es que se provee al usuario con información sobre el estado de la red, condiciones tales como congestión en las cuales él puede o no intervenir.

El control puede ser centralizado o descentralizado en naturaleza. El control centralizado es frecuentemente utilizado en redes que poseen centros de control y administración de red. El control distribuido se presenta en las redes locales a través de redes WAN.

6.1.8 Expandabilidad, escalabilidad y evolución

La red debe ser capaz de reaccionar al cambio. De esta forma debe ser diseñada con la capacidad de expandirse, evolucionar, y tener la opción de ser escalada hacia arriba o hacia abajo. Los ciclos de la red deben ser definidos como ciclos evolucionarios o revolucionarios. Debe tener la capacidad de cambiar la configuración rápidamente para satisfacer las necesidades en un ambiente dinámico. Estos cambios podrían ser cambios en configuraciones de hardware y software, adición o borrado de servicios, actualizaciones tecnológicas. Las expansiones y las migraciones deben ser planeadas por anticipado, basadas en las proyecciones para la expansión de aplicaciones actuales, o adición de unas nuevas.

Un método de asegurar que la red pueda manejar un crecimiento futuro es sobre-construir la red en su capacidad, "throughput" y poder de procesamiento.

6.1.9 Aspectos de servicio

Aspectos de servicio tal como administración de red, facturación, seguridad, soporte a usuarios, recuperación en caso de desastre, son tópicos importantes, con un amplio rango de estándares y soluciones propietarias. Lo que puede tomar en cuenta un diseñador en este caso es comprender los servicios ofrecidos por cada tecnología y protocolo y hacer la mejor decisión basado en ello.

a) Administración de red

La mayoría de usuarios requieren tener una estación de trabajo con software de administración y monitoreo en forma gráfica para detectar los problemas en forma instantánea y poder aislarlos, así como tener la capacidad de realizar los cambios de configuración desde la misma computadora y en forma amigable al usuario.

b) Facturación

Para redes públicas la facturación se basa ya sea en tarifas o en casos individuales. Se tiene que definir si el usuario requiere algún tipo especial de facturación, cuales son los mecanismos estándares de facturación en su compañía, y que nivel de detalle requiere de la red para analizar los costos del servicio.

En el caso de redes privadas, se requiere precisar como serán cobrados los servicios de transporte de datos a los departamentos correspondientes y que método de contabilidad es preferido por el usuario para esta actividad.

c) Recuperación en caso de desastre

Es importante definir los niveles de recuperación en caso de falla. Como es sabido el grado más alto de recuperación en caso de falla es tener un sistema totalmente redundante para cada entidad del sistema. Que tanto dinero esta dispuesto a pagar el usuario para tener un sistema con tal redundancia. Se puede tomar en cuenta un respaldo usando un servicio de conmutación de circuitos público en caso de falla en los enlaces.

d) Seguridad

¿Que nivel de seguridad es requerida?, ¿Que niveles de contraseñas y acceso son requeridos ?, ¿Qué recursos requieren que niveles de seguridad, y como serán accesadas?, ¿Qué tan delicada es la información a ser transportada?.

e) Soporte a usuarios

El soporte a usuarios debe ser planificado según las necesidades del usuario. Usuarios con protocolos de enrutamiento complejos, protocolos propietarios, requieren más nivel de soporte que aquellos que tienen un servicio de conmutación de circuitos, debido a la complejidad de los problemas que pueden ocurrir.

6.1.10 Manejo de presupuesto para la red

Mientras los usuarios tratan de gastar lo menos posible en cuanto a dinero en la red, ellos quieren tantos recursos en la red como sea posible. De cualquier forma el diseñador debe hacer el diseño de la red dentro de los límites de presupuesto de los usuarios, tratando de acomodar grandes cantidades de usuarios y aplicaciones con los recursos disponibles. Esto implica un balance entre costo, capacidades y conectividad.

La red se convierte en un recurso justificado en costos si mejora los niveles de eficiencia ahorrando capital, proveyendo un incremento potencial en

las ganancias o evitando grandes pérdidas de dinero/tiempo. Otro factor importante es mejorar el servicio para los usuarios así como crear nuevos servicios con valor agregado.

6.2 Análisis de tráfico y planeación de capacidad

Protocolos avanzados, características y patrones de tráfico y el Internetworking han transformado la planeación de tráfico en un método más heurístico y no de cálculos concretos. Con el advenimiento de la computación distribuida y los nuevos ambientes en las comunicaciones, el número de contingencias de capacidad ha crecido en orden exponencial. Las matrices de tráfico ya no son bidimensionales, si no una matriz multidimensional que incluye variables como tipos de protocolos, múltiples patrones de flujo de tráfico, múltiples tecnologías, opciones de circuitos de enlace y mucho más. Las nuevas tecnologías y los tipos de tráfico están forzando a los diseñadores a no utilizar ya los viejos métodos de diseño y simplemente sobredimensionar la red.

6.2.1 Creando una matriz de tráfico:

Una vez que los requerimientos de usuarios han sido definidos, los datos serán compilados y clasificados en información significativa para el desarrollo del diseño de la red. La primera etapa es tomar una vista general del transporte de tráfico requerido y clasificarlo dentro de patrones de distribución. La siguiente etapa es crear la matriz de tráfico. La cual será analizada posteriormente.

6.2.1.1 Distribución Asimétrica vs. Simétrica

El tráfico asimétrico pierde la simetría direccional debido a los flujos no balanceados, velocidades, y una variedad de otras características. Se origina de sitios grandes a pequeños o viceversa y no sigue una distribución normal. Los dispositivos de acceso varían en cantidad, diseño, ingeniería y carga. Por otro lado el tráfico simétrico frecuentemente se origina de comunidades con características similares, tal como regiones geográficas específicas. En redes simétricas muchos de los dispositivos de acceso son similares en cantidad, diseño, ingeniería y carga. Las redes distribuidas poseen distribución de tráfico asimétrico

6.2.1.2 Creando la matriz de tráfico:

La matriz de tráfico es una parte esencial para el diseño del nodo de acceso, e ilustra los flujos de tráfico que no son aparentes de otra forma.

La matriz de tráfico ayuda a definir los detalles acerca de los nodos de acceso requeridos, tal como localización, tamaño, operación, soporte de protocolos, características de funcionamiento y tipo de dispositivos.

La matriz de tráfico es un diagrama matricial donde se mapea el tráfico de origen a destino. Los nodos fuentes son listados verticalmente hacia abajo del lado izquierdo de la gráfica y los nodos destinos son listados horizontalmente en la parte superior. En cada casilla se colocan unidades de tráfico como: paquetes, bytes, llamadas por segundo, etc. Cada casilla representa flujos de tráfico desde el nodo "i" al nodo "j". El tráfico que no sale del nodo será encontrado en las casilla A-A,B-B,etc.

Es recomendable iniciar desde una área geográfica local y definirlo como nodo "A", para empezar desde ahí, así los nodos representados por letras contiguas están más cerca geográficamente. Las mediciones de tráfico deben realizarse teniendo similares longitudes de paquetes y deben ser medidos en las horas pico. Las mediciones pueden ser realizadas desde un punto de vista aplicativo o de red. De esta forma una matriz puede ser construida usando los flujos de tráfico obtenidos con una misma aplicación como una transferencia de archivos usando un "ftp" -file transfer protocol- o de flujos de paquetes genéricos tal como paquetes Ethernet en una intarface LAN. Es preferible marcar las rutas inválidas con una "*" y las preferidas con un "I".

A LA LOCALIDAD

j i	A	B	C	D	E	F
A	20	0	2	1	20	12
D E B	2	3	3	*	6	5
L A C	2	0	12	2	8	3
L O D	8	*	1	10	22I	5
C E	12	4	0	3I	6	3
F	22	8	2	1	2	2

Unidades de flujo de Trafico (ej Paquetes, bytes, llamadas por

6.2.1.3 Interpretando la matriz de tráfico

La matriz muestra la conectividad requerida entre cada sitio. Digamos que "M" es una matriz binaria, en donde un '1' indica conectividad y un '0' indica no conectividad. Así tenemos lo siguiente:

- M= conectividad para un nodo (conectividad directa)
- MxM= conectividad para una trayectoria de 2 saltos
- MxMxM= conectividad para una trayectoria de 3 saltos
- M+M²+M³= todas las trayectorías posibles en una trayectoria de 3 saltos.

Es importante notar que este método puede incluir 'loops' (trayectorías que atraviesan el mismo nodo más de una vez) las cuales deben ser eliminadas.

Todo el tráfico que permanece dentro de un nodo debe ser colocado en el mismo nodo de acceso. Después se deben dibujar círculos en la matriz cubriendo las casillas que representan una misma área geográfica, las cuales pueden ser atendidas por un solo concentrador. Esto se realiza al agrupar distribuciones de tráfico nodal en una área geográfica local para formar nodos de acceso más grandes.

Idealmente el diseñador pondría un nodo separado por cada sitio, pero debido a motivos de costo es necesario ubicar pequeños nodos en regiones menos concentradas y nodos mayores en regiones de mayor densidad.

El diseño de redes multimedia y multiprotocolo son mucho más complicadas. Estos diseños complejos requieren muchas matrices de tráfico multidimensionales (tal como matrices tridimensionales para ubicar interdependencias tal como prioridades de información, aspectos de presupuesto, o protocolos).

A LA LOCALIDAD

		j					
		A	B	C	D	E	F
D E L A L O C A L I D A D	A	20	0	2	1	20	12
	B	2	3	3	*	6	5
	C	2	0	12	2	8	3
	D	8	*	1	10	22!	5
	E	12	4	0	31!	6	3
	F	22	8	2	1	2	2

Unidades de flujo de Tráfico (ej Paquetes, bytes, llamadas por seg.)

6.2.2 Cálculo de paquetes, frames y celdas

Cada uno de los usuarios es conectado a un nodo de acceso vía un circuito de acceso. La capacidad de este circuito debe ser diseñado basado en el tráfico que cruzará por él. Las unidades comunes de medidas son paquetes, frames y celdas por segundo. Es importante considerar el 'overhead', la tecnología de transmisión utilizada y el número de encapsulaciones incurridas antes de que una transmisión de datos de usuario se realice.

6.2.2.1 Paquetes, frames, celdas por segundo

El calculo del máximo paquetes por segundo sobre un circuito se calcula de la siguiente manera:

$$\text{PPS} = P_k \text{ (en bits por segundo)} * 1 \text{ Byte}/8 \text{ bits} * 1 \text{ paquete}/x \text{ bytes};$$

en donde P_k es el ancho de banda del circuito en bits por segundo.

Por ejemplo un circuito DS0 ($P_k=56000$) tiene un máximo de paquetes por segundo de 55 PPS usando un tamaño de paquete de 128. Esto se obtiene así:

$$\text{PPS} = (56000)(1/8)(1/128) = 55 \text{ PPS.}$$

Los mismos calculos son llevados a cabo para obtener frames y celdas por segundo.

6.2.2.2 Efectos del 'overhead' (encabezamiento)

En el número de PPS calculado anteriormente falta considerar el 'overhead' incurrido por el uso de protocolos de conmutación con fines de control. Por ejemplo si tomamos un enlace E1 fraccional de 512k usando frame relay, en donde el tamaño del frame es de 1024 Bytes con un overhead de 12 bytes (utilizando direccionamiento extendido) por cada frame utilizado. El tamaño del frame total debe ser de $1024 + 12 = 1036$ Bytes. El throughput real es de :

$$(512\text{K bps})(1/8)(1/1036) = 61.78 \text{ frames por segundo}$$

Si consideramos el mismo ejemplo utilizando 56 Bytes y un overhead de 13 Bytes, tenemos un tamaño de frame de $56 + 13 = 69$ Bytes. El throughput real sería de:

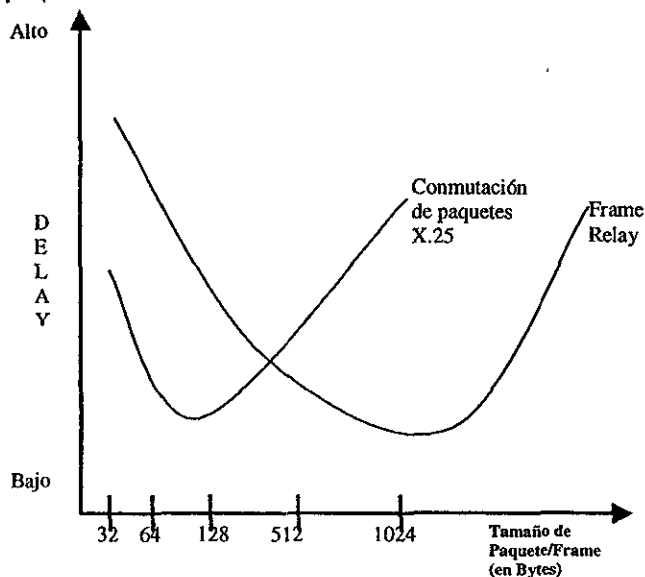
$$(512\text{K bps})(1/8)(1/69) = 928 \text{ frames por segundo}$$

A primera vista parecería que el "throughput" ha sido mejorado, pero en realidad ha sido degradado drásticamente, el "overhead" en el primer ejemplo era de solo 1.25 % mientras que en el segundo es de 18.84%. Esto ilustra que mientras mayor es el tamaño del frame el enlace es más eficiente, pero hasta cierto punto.

$$\text{Overhead (ejemplo 1)} = 13/1037 = 1.25\%$$

$$\text{Overhead (ejemplo 2)} = 13/69 = 18.84\%$$

En la conmutación de paquetes mientras mayor sea el paquete mayor será la probabilidad de que se presente un error en algún bit. De aquí que el valor de 128 Bytes fue escogido como tamaño de paquete a seleccionar en la conmutación de paquete en enlaces ruidosos



6.2.3 Cálculo de Patrones de Tráfico

El tráfico de usuario anteriormente analizado puede ser utilizado para calcular patrones de tráfico provistos en la red acceso, para simular un modelo de nodo de acceso.

6.2.3.1 Comportamiento estadístico del tráfico de usuario.

Los patrones de tráfico pueden ser calculados en diversas formas. La información de usuario llega al nodo de red basado en velocidades de llegada estadísticas. No todos los usuarios hablan con los demás al mismo tiempo. De esta forma aproximaciones estadísticas pueden ser usadas para modelar estos patrones de tráfico. Estos cálculos pueden estar basados en cálculos matemáticos, los cuales generalizan, los mensajes o paquetes, su velocidades de llegada y después calcula el ancho de banda requerido para soportar el tráfico total. O pueden ser calculados a través de un modelaje a nivel de paquetes en donde cada tipo de transmisión de paquetes es calculado y el ancho de banda es obtenido por adición.

Los principales parámetros a considerar acerca de la velocidad de llegada (λ), usualmente en llamadas por hora, y el promedio de encolamiento o duración de mensaje por llamada (t). Con estos parámetros la demanda en el nodo de acceso puede ser predecida en erlangs (medida de tráfico de información). Los erlangs pueden ser utilizados en el diseño de redes de voz y de conmutación de circuitos.

6.2.3.2 Características de la llegada de tráfico de datos

En las redes de conmutación de paquete, los datos son encolados en buffers (dispositivos de memoria) y transmitidos cuando no existe congestión, en lugar de ser inmediatamente bloqueados. Debido a que en la conmutación de paquetes se lleva a cabo una mezcla de protocolos y tipos de tráfico se requiere un análisis especial del tráfico.

6.2.3.3 Modelado del encolamiento de datos

Existen tres formulas de modelaje de tráfico para voz, TDM y encolamiento de paquetes. Cada una de estas formas siguen el mismo formato:

AD/SD/#s/#w/P, en donde

AD= Distribución de llegada

SD=Distribución de servicio

#s= Número de servidores

#w=Número de elementos en espera

P= Población

Las tres principales formulas para el modelaje incluyen:

Erlang-B: $M/G/s/s$

Es utilizada en el tráfico de voz para obtener el número de llamadas bloqueadas y en el modelaje de redes TDM.

Erlang-C: M/G/s/k

Es utilizada cuando $k > s$ (el espacio de espera es mayor que el número de servidores) para el bloqueo de llamadas de voz por servicio de operadora.

Packet: M/G/1,

Es utilizada por un servidor, con una población y un espacio de espera infinito, usada para el modelaje de redes de paquetes, frames y celdas.

En el modelaje de redes de paquetes con M/M/1, en donde M designa procesos markovianos (o distribución de Poisson de llegada - G distribución de llegada Gaussiana). Las anteriores fórmulas están basadas en distribuciones de Poisson utilizando un servicio en FIFO (first input first output).

6.2.3.4 Utilización y Capacidad

Continuando con el análisis de paquetes, la utilización fraccional "r" puede ser encontrada con la sig. formula:

$$r = \lambda b / C$$

en donde b = promedio de número de bits por paquete
 C = Capacidad de la línea troncal en bits por segundo y
 λ = la velocidad de llegada de paquetes en unidades de paquetes/segundo.

La velocidad del servicio es definido como $m = c/b$ en unidades de paquetes por segundo.

La utilización calculada determina la cantidad de tiempo promedio para servir cada mensaje (t)

$$t = b / C.$$

Cuando se trata con colas de comportamiento M/M/1, en la conmutación de paquetes, existe un promedio de usuarios en la cola N:

$$N = r / (1 - r)$$

en donde r es la probabilidad de que la cola no este vacia y $(1 - r)$ es la probabilidad de que la cola este vacia.

el promedio de tiempo de espera es:

$$w=Nt$$

De aquí se obtiene que el retardo promedio es la suma de los tiempos de espera y del tiempo de servicio durante condiciones de encolamiento estables:

$$d_{prom}=w+t/(1-r).$$

Por ejemplo, si un conmutador de paquetes tiene 5 usuarios, cada uno transmitiendo 10 mensajes por segundo, teniendo 1024 bits por mensaje y una línea troncal de 56 Kbps, tenemos lo siguiente:

$$\begin{aligned} lb &= (5)(10)(1024)=51200 \text{ bits/sec} && \text{Velocidad de llegada en bits/sec} \\ r &= 51,200 \text{ bps} / 56,000 \text{ bps} = 91.4\% && \text{Utilización} \\ t &= 1024/56,000 = 0.0183 \text{ Segundos para servir cada mensaje.} \\ N &= (0.914)/(1-0.914)= 10.63 \text{ usuarios en la cola} \\ w &= (10.63)(0.0183)=0.195 \text{ tiempo de espera en segundos} \\ d_{prom} &= 0.0183+0.195=0.213 \text{ promedio de retardo en segundos} \end{aligned}$$

Con el anterior procedimiento se puede conocer una parte del retardo producido en un conmutador de paquetes. Basado sobre la teoría de colas, la utilización de una troncal está directamente influenciada por el retardo en la cola del conmutador, se puede observar que mientras mayor es la utilización, mayor es el retardo, la causa y el efecto son simples; si el retardo del encolamiento causa problemas, se requiere ya sea borrar algunos usuarios o añadir más líneas troncales.

6.2.3.5 Desbordamiento (overflow) de buffer

Al igual que es importante comprender los límites de la cola y el retardo derivado, es también importante calcular cuando el buffer se sobrecargará y se perderán los datos. La probabilidad de que existan 'k' paquetes en la cola M/M/1 está dada por:

$$P_k=r^k(1-r)$$

Una vez obtenido este valor podemos calcular la probabilidad de desbordamiento en un buffer capaz de almacenar un número de 'B' paquetes de longitud variable ($Pr\{u \geq B\}$).

6.2.3.6 Modelaje de lo “desconocido”

Cuando ningún método de modelaje es aplicable, se puede utilizar un método que la mayoría de las telefónicas aplican: sobre construir la capacidad de la red, verificando los indicadores de degradación, bloqueo y datos perdidos y adicionar más capacidad conforme se vaya requiriendo.

6.2.4 Desempeño

Diversos parámetros afectan el desempeño de una red de conmutación de datos. Como regla general, cualquier conversión entre protocolos, velocidades, técnicas de conmutación y tipos de conectividad puede llevarnos a una degradación de desempeño.

6.2.4.1 Tópicos generales de desempeño de una red de paquetes

Sin importar que tan rápido entren los paquetes a un conmutador de la red, son encolados antes de ser conmutados a través de cada nodo. Si la cola no esta vacía, el nodo almacenará el paquete en un buffer hasta que pueda pasar a través de la cola para asegurar un ancho de banda disponible. La longitud de la cola es directamente proporcional al retardo en la red. Algunos conmutadores de paquetes degradan su velocidad de transmisión cuando se llenan las colas y se desbordan los datos, y esta degradación causa una pérdida de datos debido a congestión.

Errores en la red de transporte puede también ocasionar más encolamiento y retardo como consecuencia. El tamaño de los encabezados es un tópico a considerar, ya que un paquete puede contener de 64 a 256 bits de encabezamiento. Ya que el tamaño de un mensaje típico es de 256 a 1028 bits, los encabezados pueden consumir hasta un 25 % del total del ancho de banda, y esto podría reducir la eficiencia de la red.

El desempeño en una red de conmutación de paquetes es medido por la cantidad de paquetes transmitidos (“throughput”) en relación al retardo incurrido en los ingresos y egresos de datos de cada conmutador. El retardo a través de un conmutador típico es de 50 a 200 milisegundos debido al procesamiento del paquete. El típico procesamiento por nodo es de 300 paquetes por segundo a 10,000 paquetes por segundo. Es importante buscar conmutadores que tengan un procesamiento de paquetes constantes a todos los niveles de “throughput”. También es importantes que el desempeño del conmutador debe ser constante sin importar el tamaño del paquete. Algunos conmutadores de paquetes degradan drásticamente el desempeño y procesamiento como el tamaño del paquete se decrementa abajo de 64k o 16k. Grandes tamaños de paquetes son características de un procesamiento por lotes (batch), el cual usa redes de conmutación de paquetes porque los circuitos dedicados no son justificados en

costo. Este tipo de tráfico requiere un buen desempeño y “throughput”, sin importar el tamaño de paquete.

6.2.4.2 Implementación del Protocolo

La conversión de protocolos puede degradar el desempeño de la red. Mientras mayor sea la cantidad de conversión de protocolos que el conmutador o PAD tenga que desarrollar menor será el “throughput” y desempeño. Esto se debe principalmente a la cantidad de recursos de memoria, CPU, etc que se requieren para desarrollar tareas adicionales. En la medida que la cantidad de procesamiento del PAD se incrementa, el “throughput” del servicio se ve degradado.

El desempeño de una red puede verse degradado con una mala implementación del conjunto de protocolos como lo indica el modelo OSI, el insuficiente uso de los protocolos de la capa de transporte y el uso de protocolos de acceso remoto. En la medida que el número de protocolos se incrementa, la cantidad de encabezados (overhead), retardos y complejidad de la red también lo hacen. Lo cual convierte cada vez más difícil el proceso de aislar fallas en la red.

Las velocidades de la parte LAN como de la parte WAN deben ser compatibles y las velocidades de la red troncal deben ser al menos tan rápidas como los protocolos de la parte LAN ofrecen, de lo contrario retardos ocurrirán.

6.2.4.3 Velocidades y Conectividad

Diferencias entre las velocidades LAN/WAN puede tener drásticos efectos en el desempeño de la red. Esto puede conducir a la congestión y pérdida de datos, usualmente en los enlaces de más baja velocidad. La conocida frase “La red es tan rápida como su enlace de más baja velocidad” se aplica en este caso. Además de lo anterior la conmutación entre servicios orientados a conexión y los no orientados a conexión pueden causar problemas de desempeño si no son manejados apropiadamente.

6.2.5 Diseñando por picos

Cualquier red debe ser diseñada para manejar el tráfico en los períodos de mayor ocupación, o de lo contrario los datos serán bloqueados o perdidos. Por ejemplo una red bancaria debe ser diseñada para manejar el tráfico en días de pago de nóminas en un horario de 11 a 13hrs (hora pico).

6.2.5.1 Cálculos en la Hora Pico

Cuando "l" (velocidad de llegada) es calculada y aplicada a las formulas para carga de tráfico, se asume que el diseñador usará, la velocidad de arribo de llamadas, medido o estimado durante el periodo pico de ocupación. Este periodo es llamado 'hora pico'.

6.2.6 Retardo

Cuando la red empieza a alentarse debido a bufferización, retransmisiones, y/o cualquier otro fenómeno que afecta al tiempo de transmisión, la red empieza a experimentar retardos. El retardo causará que el tiempo de respuesta y el "throughput" de la red se degraden, tiempos fuera en las aplicaciones y retransmisiones, por lo que podría causar que los usuarios pierdan datos. El retardo también puede afectar al desempeño de la red.

6.2.6.1 Causas del retardo

Los principales contribuidores del retardo son:

- Longitud de la trayectoria de propagación,
- Velocidad de la línea,
- Número de saltos de acceso,
- Interfaces de software y hardware,
- Carga en cada componente a través de la trayectoria,
- Elementos por los que atraviesa la información (c/u adiciona retardo),
- Tamaños de las ventanas,
- Memorias y buffers,
- Funciones del PAD,
- Búsqueda de direcciones en las bases de datos,
- Verificación de direcciones,
- Adición de nuevos usuarios,
- Filtrado, adelantamiento y procesamiento de frames, paquetes o celdas.

Existen varias formas de reducir el retardo al decrementar la carga de la red, capacidad o enrutamiento, así como ajustando los parámetros específicos de cada dispositivo de la red (fine-tuning)

6.2.6.2 Retardo en la conmutación de paquetes, mensajes y celdas.

El retardo en la conmutación de mensajes es calculado similamente que en la conmutación de circuitos pero multiplicado por el número de nodos por los que la información cruza menos uno. Por ejemplo digamos que un usuario esta transmitiendo un archivo de 2Mbps a través de un puerto de usuario de 128kbps. Los frames pasan a través de una red frame relay de 4 nodos (sin contar el nodo origen y destino), considerando que los nodos intermedios tienen un enlace a una velocidad de T1. El retardo total sería $[(2)(2Mbps/128 Kbps)] + [(2)(2Mbps/1.544Mbps)] = 33.84$ segundos. Este cálculo asume que el usuario usa el ancho de banda exclusivamente.

El retardo en la conmutación de paquetes está basado en los cálculos realizados anteriormente generalizando sería:

$$[(p/c)(n-1)] + (r+c)$$

en donde:

p= tamaño de paquete del primer paquete

n=número de nodos

c=capacidad disponible en el medio de transmisión

r=número de bits restantes a ser entregados en el mensaje.

En la conmutación de celdas existe al igual que en la conmutación de paquetes encolamiento, pero con un número de celdas fijo. Los datos que exceden el "throughput" disponible son descartados, sin retransmisiones. La celda entera necesita ser completamente leída y procesada antes de que pueda ser transmitida.

6.2.6.3 Retardo en los servicios de datos

Algunas veces el retardo en los componentes de una red no es tan visible. Por ejemplo un PAD recibiendo una transmisión asíncrona puede paquetizar el tráfico en 128 Bytes, o puede esperar hasta recibir 4Kbytes y después separar el mensaje en paquetes y transferirlo (store and forward). De esta manera se incurre en un gran retardo cuando el mensaje completo debe ser leído dentro del nodo antes de ser transmitido. Este ejemplo es muy importante cuando se diseñan redes frame relay. Cuando un dispositivo frame relay recibe un frame, debe leerlo completamente en memoria, calcular el CRC para verificar el frame y después transmitir el frame entero al siguiente nodo o al usuario. Mientras mayor sea el tamaño del frame, mayor será el retardo incurrido y mayor el espacio de buffer requerido.

Analicemos el siguiente ejemplo para calcular el retardo total en una red. El retardo total de la red esta comprimido en varios elementos tales como:

- Retardo en el establecimiento de llamada (20 ms- requerimiento de llamada, conexión de llamada, reconocimiento de paquetes, clareo de llamada y confirmación de clareo de llamada).
- Retardo en los nodos,
- Tiempo de llenado de caracteres en los buffers (32 ms por 4 asíncronos sobre líneas a 1200 bps, de lo cual 8 ms por cada línea de acceso),
- Tiempo de formación del paquete,
- Retardo entre cada salto de la red (si la utilización sobre una línea de 56 k fuera del 10%, el retardo sería de 28 ms),
- Establecimiento de enlace modem a modem (80 ms),
- Terminación de enlace modem a modem (10 ms).

Para una transmisión ida y vuelta el retardo en una red de tres saltos sería de :
 $(2)[(20)+(8)+(28)] + (3)[(50)+(11)] + 80 + 10 = 385$ ms en el mejor de los casos.

6.2.7 Disponibilidad y confiabilidad

El diseñador debe conocer dos principales mediciones del hardware y software: Disponibilidad y Confiabilidad. Estos valores pueden encontrarse en información provista por el vendedor a través de calculos tales como tiempo promedio entre fallas (MTBF Meantime between Failure) y Tiempo de reparación (MTTR Mean Time To Repair).

6.2.7.1 Disponibilidad

La disponibilidad es la cantidad de tiempo en que el sistema esta trabajando cuando es comparado al tiempo de vida entero del sistema. Se puede calcular de la sig. forma:

$A_i = \text{Disponibilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF}_i + \text{MTTR}_i)$ = tiempo que el sistema esta trabajando / tiempo del sistema entre fallas.

Para sistemas altamente confiables este número debe ser al menos 0.999 o 99.9%. Redes que proveen servicio público deben ofrecer 99.99% o más. Disponibilidad esta relacionada con la capacidad disponible, mientras que un usuario siempre quiere tener capacidad suficiente para transmitir sus mensajes sin importar el tamaño de ellos.

Otra forma de ver la disponibilidad es por medio de su complemento la indisponibilidad.

$U = \text{indisponibilidad} = 1 - \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}) = \text{MTTR} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$

Cuando la indisponibilidad es calculada, se puede obtener el tiempo que el sistema no estará disponible, o en otras palabras la probabilidad de falla.

Otra forma de ver el número de fallas durante un periodo dado es por medio de la fórmula:

$$\text{Promedio de \# de fallas in } t = t / (\text{MTBF} + \text{MTTR}) = t / \text{MTBF}$$

donde 't' es el número de horas en operación. MTTR es incluida en la fórmula porque cada falla debe ser reparada. Cuando MTBF es mucho mayor que MTTR ($\text{MTBF} \gg \text{MTTR}$), MTTR puede ser omitida de la ecuación. De esta forma si tenemos un MTBF de 1000 hrs (el cual es un pobre MTBF) y se quiere determinar el número de fallas en un año (8760 hrs), habría una probabilidad de 8.76 fallas ese año, o 0.24 fallas por día (casi una falla por mes). Si existe 100 nodos en la red, con 0.24 fallas por día significa que existe 2.4 fallas en la red por día. Por lo que se demuestra que el MTBF es demasiado pobre. Si se considera un buen MTBF de 40,000 hrs, con el cual tendríamos una falla cada 4.57 años. Teniendo una red de 100 nodos implica menos de fallas al mes.

En el caso de que una red tenga múltiples elementos con diferente MTBF, como en el caso de redes híbridas, la disponibilidad (A_i) y la indisponibilidad (U_i) se calcularía como sigue:

Para una red serial, la disponibilidad con dos dispositivos se calcularía:

$$A_s = (A_1)(A_2) = \left[\frac{\text{MTBF}_1}{\text{MTBF}_1 + \text{MTTR}_1} \right] \left[\frac{\text{MTBF}_2}{\text{MTBF}_2 + \text{MTTR}_2} \right]$$

Por lo cual mientras mayor número de nodos, mayor la oportunidad de una falla en la red.

Para una red en paralelo, la disponibilidad de dos dispositivos se calcularía:

$$A_p = A_1 + A_2 - A_1 A_2$$

De lo cual mientras mayor número de nodos, es menor la posibilidad de falla. El tener una topología en Malla tiene un potencial incremento en la confiabilidad del sistema o la red.

6.2.7.2 Confiabilidad

Confiabilidad es la distribución de tiempo entre fallas. Confiabilidad es frecuentemente especificada por la variable MTBF (Mean Time Between Failure) tiempo entre fallas. Una alta confiabilidad significa que el sistema contiene muchos componentes confiables, los cuales constituyen un sistema confiable. Confiabilidad se especifica como la probabilidad que el sistema no falle antes de 't' horas.

$$\text{Confiabilidad} = e^{-t / (\text{MTBF})}$$

Si tomamos como ejemplo una MTBF de 20.000, 25.000 y 30.000 horas, respectivamente, medidos sobre un año, la red tendría una confiabilidad de 34 %. De esta manera, la confiabilidad puede ser acumulativa, pero es siempre tan débil como el más débil de los elementos de una red, y siempre decae en la medida que más nodos de red son añadidos.

Otros parámetros de medición de desempeño son:

MTTR (Mean Time To Repair), después de encontrar un problema, cuanto tiempo toma aislarlo y repararlo.

MTBSO (Mean Time Between Service Outages) Tiempo entre interrupciones del servicio. Cuanto tiempo ha pasado desde que el sistema estuvo fuera de servicio.

6.2.7.3 Mediciones de Desempeño Adicionales.

En contratos de servicio o mantenimiento, las penalizaciones negociadas se aplican si los objetivos prometidos por el proveedor no son cumplidos. También deben ser probados cada uno de los parámetros de la red antes de poner en servicio aplicaciones de usuario. No solo se deben probar los niveles de tolerabilidad, si no también la capacidad del nodo y la compartición de recursos. Algunos métodos de medición de desempeño son:

- menos de X paquetes, frames, PDUs entre Y son:
 - entregados sin error,
 - entregados a una dirección errónea,
 - son pérdidas,
 - son duplicados,
- número total de frames/paquetes/celdas perdidas,
- retardo total en la red,
- límites de encabezamiento (overhead) garantizados,
- límites en el balanceo de carga,
- velocidades de filtraje y adelantamiento para la parte de acceso y la parte de transporte,
- efectos de la detección/corrección de errores sobre el encabezamiento (overhead) y "throughput",
- nivel de redundancia en la red.

Es importante hacer pruebas de una red antes de ponerla a operar, forzándola a fallar y observando si los sistemas de redundancia están trabajando apropiadamente.

6.2.8 Planes para capacidad futura

La planeación de capacidad es un ciclo de 1 a 3 años o menor. Existen dos elementos de un plan objetivos a corto término el cual es un plan orientado a táreas, usualmente revisado cada año y un plan de largo plazo de 3 a 5 años, el cual considera el rumbo de la empresa en los siguientes 5 a 10 años. En la medida que el costo del hardware se decrementa, los requerimientos de capacidad se incrementan. El resultado de esta planeación proporciona a una corporación de una ventaja competitiva, asumiendo que los planes corresponden a los planes estratégicos de la empresa. Cada diseño debe proveer la flexibilidad de cambiar de tecnología en la medida que los negocios deben cambiar sin la necesidad de realizar cambios estructurales en la red. Ambos planes deben considerar la necesidad de los negocios, de los clientes y las tecnologías.

Capítulo 7 PROCESO DE SELECCION DEL PROVEEDOR

Una vez que los requerimientos han sido definidos, la tecnología seleccionada, y el proceso de diseño ha comenzado, sigue la selección del proveedor. Esta selección debe hacerse con sumo cuidado, la red y el trabajo del administrador de red están directamente relacionada con el desempeño del proveedor. Por medio del proceso de requerimiento de propuestas (RFP Request For Proposal), es tiempo de seleccionar a los proveedores para proponer soluciones específicas a los requerimientos específicos de la red.

Un proveedor debe ser seleccionado basado en las necesidades técnicas y de negocios. Existen puntos vitales a considerar como lo son: asegurar el soporte multiprotocolo y soporte de los estándares internacionales en los equipos a comprar, así como asegurarse que los vendedores cumplirán sus promesas.

Las respuestas del proveedor a las necesidades del usuario es crítica. Un punto crítico que el proveedor debe proporcionar es la administración de red. La selección del proveedor puede afectar el futuro del negocio de la empresa.

7.1 Proceso de Requisición de Información (RFI)

Está diseñado para obtener suficiente información de proveedores y que el usuario pueda eliminar a aquellos que no puedan proveer los requerimientos necesarios y así obtener una "pequeña lista" de proveedores de la cual el candidato final será seleccionado. El RFI ofrece a los prospectos una versión del resultado final deseado y les permite proponer una solución. Existen algunos parámetros que las tecnologías propuestas deben cumplir. El usuario típicamente provee lo siguiente:

- Características y volúmenes de tráfico,
- Tecnologías y sistemas e• ps a reemplazar o integrar,

- Objetivos finales de la red,
- Planes futuros y requerimientos,
- Criterios de evaluación.

Los usuarios requerirán del proveedor la siguiente información:

- Precios de los equipos y servicios,
- Capacidades del vendedor,
- Documentación completa.

7.2 Proceso de Requerimiento de Propuestas (RFP)

Una vez que los RFI's han sido evaluados, se ha recortado el número de posibles proveedores y el proceso de requerimiento de propuestas comienza. Los RFI's son utilizados para:

- Clarificar las necesidades del comprador,
- Para disminuir la competencia,
- Para resolver discrepancias de precios.

Los RFP's son medios para requerir a los múltiples proveedores proponer formalmente soluciones detalladas con la tecnología apropiada y los servicios adecuados para satisfacer los requerimientos designados. Antes de utilizar los RFP's los compradores deben:

- Comprender la tecnología propuesta,
- Comprender todas las alternativas disponibles,
- Definir apropiadamente lo que es requerido por el proveedor,
- Definir claramente lo concerniente a tecnología, negocios y aspectos financieros con prioridades.

Durante el proceso de RFP es importante tratar de tener a los proveedores con contactos de ventas, de mercadotecnia y técnicos

7.2.1 Estructura del RFP

Los RFP's varían dependiendo de los sistemas que están soportando, desde un simple requerimiento de una pieza específica de hardware o software hasta un sistema complejo de comunicaciones con soporte del proveedor y posiblemente un acuerdo de "outsourcing". Un formato general de un RFP incluye:

- Objetivos,
- Términos y condiciones generales

- Sistemas actuales, tecnologías , arquitecturas, protocolos y servicios.
- Especificaciones técnicas del software y hardware
- Equipos específicos y requerimientos ambientales,
- Tiempos de entrega
- Requerimientos de Ingeniería e Instalación
- Plan de implementación,
- Sólporte de servicio,
- Substituciones de equipo,
- Requerimientos de garantía,
- Resumen financiero de la propuesta,
- Responsabilidades y funciones,,
- Supocisiones en la propuesta,
- Capacitación,
- Referencias del proveedor,
- Consideraciones legales.

7.2.2 Analizando la respuesta del RFP

Cada uno de los proveedores que responden al RFP deben responder párrafo a párrafo. Es importante tener cuidado con términos como “cumplimiento substancial”, “cumplimiento parcial”, “Soportado en futuras versiones” y “cumplimiento total”, con la explicación de como el proveedor cumple y el valor agregado. Las respuestas deben contener todos los costos identificados, de inicio y futuros, incluyendo costos para:

- precios de producto,
- mantenimiento,
- capacitación,
- curva de aprendizaje,
- gastos continuos,
- impuestos,
- fianzas de terminación de contrato,
- garantías,
- documentación

7.3 Seleccionando a los Proveedores

Existen varias razones para seleccionar un proveedor sobre otro. El proveedor no es seleccionado solo por cumplir con los estándares de la industria o la capacidad de cumplir con las necesidades de los usuarios. Factores políticos, de negocio, financieros, necesidades operacionales, posicionamiento futuro del proveedor, pueden sobrepasar las decisiones técnicas del vendedor.

Es de suma importancia conocer a detalle el proveedor seleccionado, observar el pasado del proveedor no solo en la venta del producto, sino en su historia financiera, su cartera de clientes y su experiencia en el mercado.

Algunos criterios de evaluación para los dispositivos de hardware incluye la historia del proveedor, la versatilidad del producto, las velocidades y las capacidades de procesamiento de los equipos, el soporte a interfaces LAN/WAN y a protocolos, la capacidad de soporte local y remoto, soporte y operación de protocolos propietarios, características de desempeño, características y funciones (incluyendo administración y seguridad de la red) y precio. Es importante recordar, que el precio no es el factor más importante para la evaluación.

7.3.1 Matriz de requerimientos y Método de pesos

Una vez que la matriz de requerimientos ha sido establecida, se asigna un peso a cada requerimiento basado en su importancia. Algunos requerimientos tales como el precio son frecuentemente valorados más que otros, tal como las características de seguridad.

La siguiente tabla muestra un ejemplo de los pesos asignados a diez requerimientos típicos para un RFP especificando una red de tres enrutadores. A cada uno se le asignó un valor de 1 a 99, con un peso total de 100. Después a cada requerimiento se le asignó un número de 1 a 10, siendo 10 el de mayor peso y 1 al de menor. En la tabla se presenta la calificación de 650 puntos de un total de 1000 puntos.

REQUERIMIENTO	Peso	PUNTUACION	TOTAL DE PTS
Costo Total	20	8	160
Características y Funciones	10	10	100
Reputación del Vendedor	2.5	4	10
Reputación del Producto	2.5	8	20
Flexibilidad de la Arquitectura	5	6	30
Capac. y Desempeño. del sistema	10	7	70
Confiabilidad	15	4	60
Disponibilidad	20	6	120
Aspectos de servicio	10	4	40
Instalación	5	8	40
TOTAL	100	-	650

De esta forma el proveedor con el mayor número de puntos debe ser seleccionado. Otro método de análisis de costo es el de "costo-beneficio", en donde los costos de cada requerimiento son comparados con los beneficios.

7.3.2 Puntos críticos a considerar

Los métodos de selección de proveedor son excelentes formas de valoración, pero se deben considerar puntos críticos como los siguientes:

COSTOS INVOLUCRADOS

- Valor del precio contra desempeño,
- Costos de expansión,
- Precio por puerto,

CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES (PROTOCOLOS E INTERFACES)

- Seguridad,
- capacidad de filtraje,
- políticas de enrutamiento,
- velocidades de bus,
- velocidad de procesamiento de paquetes por segundo,
- velocidad de adelantamiento de paquetes por protocolos,
- protocolos que pueden ser enrutados/puenteados,
- interfaces físicas requeridas/soportadas,
- protocolos de puenteo/rutéo soportados,
- carga de software local o remota,
- mezcla de protocolos sobre la misma interface,
- administración de red,
- fuentes de poder de compartición de carga y redundantes,

REPUTACION DEL PROVEEDOR Y DEL PRODUCTO

- Líder del mercado y el siguiente,
- referencias y recomendaciones.

FLEXIBILIDAD DE LA ARQUITECTURA Y DEL PRODUCTO

- Capacidad para migrar a futuras tecnologías,
- evolución de la arquitectura,
- tolerancia a fallas,
- estándares basados en la industria o propietarios,
- inversiones futuras y actuales,
- amplio rango de productos de interconectividad o solo una fuente,
- futura protección de inversión,
- compatibilidad con otros productos de la misma familia,
- trayectoria futura de migración en la línea de productos,
- crecimiento del chasis,

- compatibilidad de la lógica común en la entera línea de productos,
- versiones de software,
- planes de costo de mantenimiento (consideración de partes de respaldo),

CAPACIDAD Y DESEMPEÑO DEL SISTEMA

- Arquitectura del sistema,
- Desempeño de paquetes por segundo por interface,
- velocidad de pérdida de paquetes,
- "throughput",
- transmisión de paquetes por segundo sobre puertos, tarjetas, nodos cargados,

CONFIABILIDAD Y HARDWARE TOLERANTE A FALLAS

- Redundancia en todos los componentes del sistema,
- buses paralelos para confiabilidad del sistema,
- soporte a tarjetas de expansión para crecimientos en velocidad del sistema,
- balanceo de cargas sobre trayectorias de datos independientes,
- fuentes de poder redundantes,
- tarjetas de lógica común redundantes,
- reemplazo de tarjetas en línea sin interrupción del servicio "hot swap",
- reconfiguración dinámica, en línea,
- aislamiento de componentes de hardware con problemas

DISPONIBILIDAD

- Múltiples procesadores por tarjeta de interfaz
- Multiprocesamiento simétrico (proporciona un desempeño escalable, proporcionando una conversión de protocolos y manejo de tablas de enrutamiento por puerto)
- facilidad de configuración de dispositivos
- Máxima disponibilidad de la red.

ASPECTOS DE SERVICIO

- Niveles de servicio y soporte a clientes
- número de personal para soporte técnico y habilidades técnicas

INSTALACION

- Facilidad de instalación de software y hardware
- documentación

- Tiempos de instalación.

7.3.3 Promesas de los vendedores y soporte

Los vendedores de productos suelen hacer muchas promesas cuando se va a firmar un contrato. Es importante asegurarse que todos los tópicos estén completamente escritos y especificados en el contrato. Para verificar la información, es recomendable investigar acerca del proveedor, hablando con sus clientes, preguntando a sus competidores, etc.

Uno de los principales puntos a tratar entre un proveedor y un cliente es el soporte. Hay que buscar vendedores que enseñan y proporcionan consultas de tecnología al cliente en lugar de sólo vender un producto. Se tiene que buscar por los siguientes servicios:

- Los servicios de mantenimiento son en sitio o en un número central,
- Nivel y horas de soporte,
- Cuanto tiempo asistirán en la instalación inicial,
- Porcentaje de staff técnico asignado al cliente,
- Tamaño del área de soporte técnico del proveedor,
- Entrenamiento proporcionado por el vendedor

7.3.4 Experiencia del proveedor

¿Cual es la experiencia del proveedor en ventas, mercadotecnia, en diseño y en consultoría de sistemas?, ¿Se han verificado otras cuentas de referencia?. Estas y otras preguntas deben ser respondidas para conocer el nivel de experiencia del proveedor.

7.3.5 Tiempos de entrega prometidos y reales

Se tienen que verificar las referencias del proveedor para obtener información de los tiempos de entrega, para observar si el proveedor frecuentemente retrasa los tiempos de entrega y por lo tanto no cumple sus promesas.

7.3.6 Proveedores Propietarios

Mientras el proveedor puede proporcionar compatibilidad de productos, también puede vender productos al cliente incapaces de ser conectados con otros del mercado. El proveedor puede perder la dirección tecnológica y arrastrar al usuario con ellos. Algunos proporcionan soluciones a corto plazo causando

problemas a largo plazo. Por último se tiene que observar el futuro del proveedor, lo que incluye posición en el mercado, futuros productos, condiciones financieras, y un innumerable conjunto de indicadores sobre la salud del proveedor

7.4 Relacion entre diseñador y proveedor

Se debe procurar tener una relación usuario-proveedor reconfortante, en donde los beneficios de ambos estan bajo buenos términos. Ambos deben comprender las necesidades del negocio de cada uno manteniendo buenos canales de comunicación para discipar cualquier desavenencia.

Existen ciertas reglas para garantizar una buena relación. No permitir a un proveedor experimentar con la red, probando versiones de software no probadas.

Mantener una buena relación interpersonal. Asegurar una clara comprensión de lo que es esperado del proveedor por parte del usuario y viceversa. Es deseable realizar visitas a los laboratorios y centro de desarrollo del proveedor. Es importante firmar contratos de mantenimiento.

La relación entre usuario-proveedor debe ser duradera, de esta forma el proveedor tendrá un profundo impacto en el negocio del usuario.

7.5 Acuerdos de estrategia usuario-proveedor

Los acuerdos de estrategia entre los usuarios y los proveedores pueden tomar diversas formas, dependiendo el nivel de compromiso entre las partes. Algunos acuerdos que se puede mencionar son:

Afiliados - Sin contrato legal pero trabajando juntos en los negocios,
Alianzas - Acuerdo contractual no exclusivo, con inversiones separadas,
"Joint Venture" - Contratos exclusivos e inversiones centralizadas,
Asociaciones - Trabajar juntos para resolver problemas complejos, incorporando o no alguna relación descrita anteriormente.

7.6 Niveles de servicio

Es importante definir lo que se espera del proveedor respecto a servicio. Esto incluye la perspectiva de servicio del vendedor, como define servicio y como es provisto dicho servicio. Se debe definir cuales son las categorias de servicio y sus prioridades, verificando que prioridad tiene el usuario para el vendedor, el tamaño de su cuenta comparada con otros clientes del proveedor,

tiempos de respuesta del proveedor, planes de hardware de respaldo, horario de soporte, etc.

Los proveedores proporcionan diversos niveles de servicio. Existen 4 niveles de servicio que pueden ser provistos, y los usuarios tienen que decidir cual se ajusta a la estrategia de su negocio y es más efectiva en costo.

Vendedores No participantes Son aquellos proveedores que entregan los equipos, pero no proporcionan un soporte continuo. Son proveedores seleccionados por los precios ofrecidos así como por los tiempos de entrega.

Vendedores con valor agregado No solo provee buenos productos, sino también un nivel de servicio y soporte. Estos proveedores son juzgados por factores diferentes a precio y disponibilidad, tal como calidad, funciones características y equipos de soporte. Este tipo de vendedores son un valor agregado para el producto del cliente, pero no son parte de su negocio.

Vendedores de servicio completo Son diferenciados por la dedicación a la relación con el cliente. Estos proveedores tiene típicamente grandes usuarios, dando soporte técnico dedicado a un cliente, quien paga por el servicio.

Vendedores de desarrollo común Es el último nivel. Este proveedor no solo trabaja con el usuario, sino también desarrolla productos en conjunto con el usuario. En esta época es común la relaciones de sociedad entre usuario-proveedor, para tener una mejor posición en el mercado.

7.7 Capacidades de administración de red.

La administración de red debe ser uno de los principales factores para la toma de decisiones en el proceso de análisis de proveedores. Las redes actuales están evolucionando hacia una única plataforma de administración para todos los elementos y equipos integrantes de la red. Esto cumple con la necesidad de integrar la administración de red en el proceso de RFP. Algunos usuarios pueden tener una base de hardware existente, la cual debe ser integrada con la nueva - mezcla de protocolos, sistemas operativos, facturación, alarmas y plataformas operativas- haciendo la administración de la red integrada lo más importante. Esto crea la necesidad de una administración de red que puede proveer: detección, análisis y corrección global de fallas, proveer control de seguridad, mediciones de contabilidad, capacidades de configuración y re-configuración.

Existen dos plataformas de administración de red, los cuales proveen la capacidad de integración necesarias en las redes actuales: El protocolo de administración SNMP (Simple Network Management Protocol) basado en la arquitectura TCP/IP y el protocolo de OSI CMIP/CMIS (Common Management Information Protocol /System). Ambos protocolos habilitan la administración integrada de red. SNMP está ya disponibles en casi todos los dispositivos de red y clientes/servidores.

Algunos requerimientos de administración de red que deben ser provistos son:

- implementaciones no propietarias,
- manejadores de disco local,
- múltiples niveles de seguridad,
- funciones de analizador de datos,
- creación de gráficas sobre estadísticas de datos,
- obtención del estado de la red en forma gráfica y en tiempo real,
- recolección de estadísticas,
- colección de información de contabilidad y facturación,
- cargas de configuración remotas y locales,
- configuración de nodos en forma remota y local,
- diagnóstico de hardware remota y localmente,
- gráficas de desempeño en tiempo real,

7.8 Negocio futuro de la empresa

Es de vital importancia no vender el negocio completamente a un solo vendedor, lo que comunmente se menciona de no "casarse con un vendedor". Un medio ambiente múltiproveedor es saludable y seguro para el usuario, creando un ambiente competitivo en donde los proveedores tienen que trabajar duro para mantener el negocio ya que un proveedor secundario puede entrar en acción en caso de que dicho proveedor falle.

Capítulo 8 EL DISEÑO DE LA RED DE ACCESO

Una vez que los requerimientos han sido analizados, el plan de capacidad producido y los vendedores seleccionados, llega el tiempo de desarrollar el diseño de la red tanto en la parte de acceso como en la parte de transporte. Después del diseño tanto la porción de acceso como la de transporte de la red, la siguiente etapa es implementar el diseño.

Esta fase abarca el punto donde la red de acceso se interconecta con la red de transporte de datos.

La capacidad total requerida en la red de acceso se tiene que definir. El estilo utilizado para mapear el acceso local se debe definir: ya sea acceso único o esquema jerárquico. Una topología general de la red puede ser planeada para acomodar las aplicaciones, y permitir tener una interface ya sea con los dispositivos de acceso o con el área de transporte de la red, el cual puede tomar la forma de una red de servicio público.

8.1 Niveles de diseño

Hay tres niveles posibles en cualquier diseño de red: El de usuario o aplicación, el de concentración o acceso y el de transporte. Generalmente el diseño de nivel de usuario o de aplicación concentra todos los niveles respecto al modelo de referencia OSI. El diseño de nivel de acceso y de transporte se concentra en las tres primeras capas (física, de enlace y de red) y en ciertos análisis incluye el nivel 4 o de transporte. Los niveles del 5 al 7 (sesión, presentación y aplicación) son usualmente controlados por el software de aplicación.

8.1.1 Diseño a nivel de usuario y aplicación.

El primer nivel define el acceso de usuario o aplicación a los recursos de la red. Para una interface física este nivel típicamente incluye la tarjeta de interface de una estación de trabajo de una LAN, la interface de un FEP a una red Token Ring, o cualquier otro dispositivo donde los datos se originan o terminan. Esta área provee la más grande diversidad de interfaces, protocolos, arquitecturas, tecnologías y estándares a cualquier nivel de red. El diseño a nivel de usuario está basado no solo en protocolos los cuales permiten el acceso y el transporte de datos a través de la red, si no también protocolos de transferencia de archivos y protocolos orientados a sesión.

8.1.2 Diseño de la red de acceso

El segundo nivel de diseño define el punto de acceso del usuario dentro de la red. Dispositivos de acceso típicos incluyen enrutadores, puentes, PBXs, conmutadores, o cualquier otro dispositivo que provea un punto focal para una estandarización de interfaces, protocolos, arquitecturas, tecnologías, características, funciones, y servicios requeridos. Los protocolos de red, enlace de datos y físicos utilizados son similares, entre todos los dispositivos de acceso de red. Este es el punto donde el usuario interactúa con los servicios de conmutación de datos y la WAN. Los dispositivos de acceso son algunas veces llamados dispositivos terminales o de red, adaptadores de terminal o DCE (Data Communication Equipment). Los dispositivos terminales DTE (Data Terminal Equipment) terminan e inician los datos, mientras los adaptadores de terminal (DCE) pasan o modifican los datos.

8.1.3 Diseño de la red de transporte.

El tercer nivel define la parte de transporte para la capa de acceso a la red. Es generalmente transparente a la porción de acceso de la red, a menos que el usuario omita la porción de acceso de la red y se interconecte directamente con la red de transporte. La red de transporte provee una plataforma estándar de interfaces, protocolos, arquitecturas y tecnología. Para el usuario la parte de transporte puede ser un servicio de conmutación provisto por una empresa telefónica, convirtiéndose en tan solo una "nube" a la cual enviar datos por medio de los dispositivos de usuario.

8.2 Requerimientos de la red de acceso

El diseño de la red de acceso se basa principalmente en el análisis de tráfico previo y plan de capacidad.

8.2.1 Interfaces y Conectividad física

La mayor variedad de cualquier requerimiento de conectividad es en el nivel de medio físico. El diseño de los dispositivos de acceso necesitan acomodar tanto las interfaces hacia el usuario como las interfaces hacia la red de transporte. Si se construye una red privada compuesta solo por nodos de acceso, las interfaces de red serán enlaces punto a punto entre nodos de acceso. Cuando se realiza una conexión con una red pública, la interfaz hacia el lado de la red será determinado por el nodo de la red pública.

Se encuentra una gran variedad de interfaces físicas y eléctricas, abarcando desde el mundo de la telefonía al área de las redes locales de

computadoras. Los medios de transmisión físico en las telecomunicaciones esta comprendida de las interfaces físicas y eléctricas . Algunas interfaces físicas y sus correspondientes características eléctricas y mecánicas comunes son DB-25 (RS-232, RS-530, RS-449), DB-37 (EIA-449), M-34 (V.35).

Respecto a las redes de área local, cada una de las arquitecturas de LAN provee múltiples interfaces. La mayoría de las computadoras poseen tarjetas de interface que tienen conectores RJ-45, que se conectan al conector que se encuentra empotrado en la pared. Este conector es cableado a través de un cableado estructurado a un punto de concentración de cableados, en donde es terminado por medio de otro conector RJ-45, el cual a su vez se conecta a un concentrador o HUB, o a un MAU (Multi Access Unit) de IBM para redes Token Ring.

8.2.2 Soporte a protocolos.

El soporte a protocolos puede variar desde proveer un transporte transparente, hasta trasladar y convertir múltiples protocolos de múltiples arquitecturas. Primero se tiene que definir los protocolos por cada interface, identificando su semántica, temporización, implementaciones propietarias y filosofía. Después identificar que porción de cada protocolo será utilizada. Identificar y enfocarse sobre los protocolos que no son dependientes a un medio físico o a un hardware determinado.

Identificar las características de los protocolos de transferencia de archivos respecto a los impactos que pueden ocasionar a la red, determinar los tamaños de paquetes, y la velocidad de transmisión-recepción de unidades de datos. Después determinar cuales protocolos pueden ser puenteados, enrutados, o conmutados y cuales no. Aislar los protocolos de acceso al medio y determinar si serán pasados transparentemente a la red, encapsulados, trasladados, o convertido por la red. También existen varios protocolos que tienen interdependencias con otros protocolos los cuales limitan su manipulación y operación. Analizar cuales protocolos serán afectados por detección de error, corrección, notificación, control de flujo o buferización.

Existe una mayor probabilidad de que haya protocolos disímilares, y la mayoría de ellos no podrá comunicarse uno con otro, o si lo hacen tiene que ser vía el protocolo IP. Estos protocolos deben ser mapeados con sus interdependencias y conflictos claramente comprendidos. También se tiene que analizar los requerimientos de protocolos desde la perspectiva del nodo de acceso. Algunos requerimientos que son esperados desde la porción de acceso en un protocolo de conmutación de paquetes son: la velocidad en bps, el número de paquetes, llamadas, resets, e interrupciones permitidas, la asignación de memoria por cada circuito virtual, tamaños de paquete y de ventana por cada circuito virtual.

8.2.3 Arquitectura y Tecnología

Se tiene que determinar con cuales arquitecturas los protocolos interactúan, y como estas arquitecturas interactúan con ellas mismas. Una vez más se tiene que determinar que nivel de encapsulación, translación, puenteo, enrutamiento, o conmutación es requerido. También se tiene que determinar donde se harán las anteriores funciones, a la entrada del dispositivo de acceso, a la salida, dentro del dispositivo de acceso o dentro de la red de transporte.

Acerca de la tecnología a utilizar se debe considerar si esta basado en una sola tecnología o en una compleja mezcla de ellas, las cuales derivarían a un complejo diseño de acceso. A menos que planes futuros indiquen la necesidad de usar un dispositivo más complejo que el que se requiere, no es recomendable hacerlo. Por ejemplo no se debe usar un puente cuando un repetidor es requerido, no se debe usar un enrutador cuando un puente es requerido, etc. Se tiene que recordar que se deben utilizar dispositivos de acceso más inteligentes mientras la topología de la red sea más en forma de malla y más dinámica

8.2.4 Características, Funciones y Servicios Requeridos.

Cuando un usuario se conecta a una red WAN se interconecta por medio de un dispositivo de acceso, ciertas características, funciones y servicios son requeridos además del normal soporte de protocolos. Estas características y funciones son específicas a la combinación de la interface y protocolos seleccionados, tal como el uso de los bits FECN, BECN y DE en frame relay. El protocolo puede soportar estas funciones, pero se debe determinar como el dispositivo de usuario las usará para implementar un control de flujo.

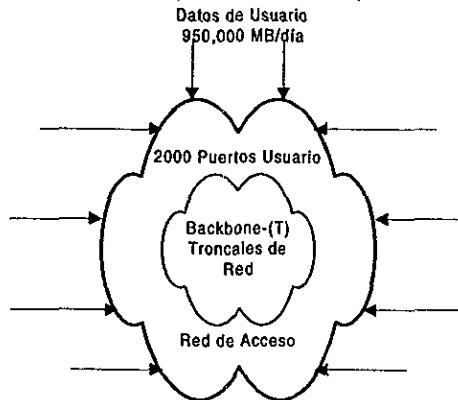
8.3 Requerimientos de capacidad de la red de acceso

La carga en cada dispositivo de acceso es calculada en base a las entradas conocidas. Para muchos diseños de redes privadas o pequeñas, las aplicaciones de usuario y las entradas son bien conocidas. Sin embargo, cuando se diseñan grandes redes o redes públicas las especificaciones de las entradas de usuario son usualmente confusas e indefinidas. En este caso se pueden estimar algunas aproximaciones del tráfico de usuario y ubicarlo dentro de un modelo para definir el número de puertos de acceso requeridos, así como su velocidad y utilización. En este caso se asume que las características del protocolo de usuario son similares, y que un cierto conjunto de protocolos soportados por una tecnología son utilizados para la interconexión de los usuarios. También se toman en cuenta aspectos de servicio, tal como el CIR en frame relay.

8.3.1 Carga en los dispositivos de acceso y Utilización del enlace.

En ciertas ocasiones se debe diseñar el acceso a la red, cuando se proporcionan sólo datos sobre el ancho de banda en los accesos. Los calculos que se desarrollan son independientes de la tecnología y podrían requerir modificaciones para multiplexaje estadístico, encolamiento, o algún otro tipo de buferización. Estos calculos son más aplicables para calcular ciertos dispositivos de acceso como multiplexores, conmutadores frame relay y ATM

Una cierta comunidad de usuarios transmitirá una cantidad de Mbytes de datos por día sobre una red de datos (M) a través de un número dado de puertos del nodo de acceso (n). Con los anteriores números se puede definir un modelo para la red de acceso con (n) puertos de entrada de usuario y (T) puertos troncales. Se debe poner un límite en el tamaño (en puertos) de los dispositivos de acceso considerando las velocidades de acceso y troncales. Una vez que esto se lleva acabo, se pueden realizar algunas modificaciones a estas variables al adicionar ciertos factores como retardo por encolamiento, multiplexaje estadístico, y tráfico intermodal. En la siguiente figura se muestra un ejemplo donde $M = \# \text{Mbytes/día} = 950,000$ y el número de puertos de acceso en la red =



$n = 1000$, por simplicidad se considera que la velocidad de los puertos de acceso (s) es un $T1 = 1.544$ Mbps.

La utilización promedio por cada puerto se calcula de la siguiente manera:

$M/n * 1 \text{ día}/24 \text{ hrs} * 1 \text{ hr}/3600 \text{ seg} * 8 \text{ bits}/1 \text{ byte} * 1 \text{ puerto}/s = \text{Utilización Promedio.}$

$950,000/1000 * 1/24 * 1/3600 * 8/1 * 1/1.544 = 5.7 \% \text{ de Utilización.}$

Tomando en cuenta que el tráfico se incrementa en un 20 % en las horas pico, los nuevos calculos deben incluir un factor de 5 hrs por día para considerar el 20% en las horas pico.

$m/n * 1\text{día}/5\text{hrs} * 1\text{hr}/3600 \text{ seg} * 8 \text{ bits}/1\text{byte} * 1\text{puerto}/ P = \text{Utilización promedio por puerto.}$

$950,000/1000 * 1/5 * 1/3600 * 8/1 * 1/1.544 = 27.35 \% \text{ de utilización.}$

Se debe notar que la utilización por puerto se ha incrementado de 5.7 a 27.25% durante el periodo de más ocupación. Si se quisiera conocer el impacto que un tráfico ráfaga provoca en la red se tiene que calcular la utilización al reducir el número de segundos en el denominador de la conversión horas a segundos.

8.3.2 Diseño del Nodo de Acceso

Debido que solo se posee una idea general del tráfico que habrá en cada nodo, se pueden asumir algunos valores basados en el hecho de que cada nodo de acceso será configurado de la misma manera. Se puede iniciar de esta manera el diseño de acceso y en el momento que se obtenga mayor información específica por sitio, el diseño del nodo de acceso puede ser redefinido o modificado.

Para encontrar la utilización de entrada-salida del nodo de acceso, se hace una comparación referente al número de puertos, velocidad por puerto, y la utilización por puerto troncal de salida, la fórmula sería:

$$(T)(S)(\%UT)=(pi)(s)(\%Up)$$

en donde;

T= # de troncales requeridas

pi=# de puertos de tipo 'i'

S= velocidad de las troncales

s=velocidad por puerto

%UT= utilización de las troncales

%Up= utilización por puerto.

Por ejemplo si se toman los siguientes valores de entradas y salidas para el diseño de un enrutador: utilización de entrada 27% sobre 8 T1's frame relay, se desea conocer el número de troncales en donde se debe considerar una utilización máxima no mayor al 50 % en los puertos troncales de salida en donde las troncales de salida son T1's frame relay.

$(T)(1.544)(0.5)=(8)(1.544)(0.27)$ entonces $T= 4.32$ o 5 troncales requeridas.

Si se considera que existen múltiples velocidades de acceso y diferentes porcentajes de utilización, pero considerando que las velocidades de las troncales permanecen constantes. Tendríamos la siguiente fórmula:

$$(T)(S)(\%UT) = S \sum (p_i)(s_i)(\%U_{pi})$$

Si tomamos otro ejemplo en donde se tienen 5 T1s de entrada, diez enlaces fraccionales de 256k y doce circuitos DS0's a 56k, asumiendo que la utilización de acceso permanece constante en 27% de utilización, el número total de troncales necesarias sería:

$$(T)(1.544)(50\%) = (5)(1.544)(0.27) + (10)(0.256)(0.27) + (12)(0.056)(0.27)$$

$T= 3.83$ o 4 troncales requeridas. En la medida que la utilización de los puertos de acceso se incrementa se requeriría incrementar el número de troncales para soportar el tráfico de usuario.

Obviamente los valores anteriores cambiarán si se considera algunos factores como eficiencia de los multiplexores estadísticos, variaciones de utilización en el tiempo, periodos de mayor tráfico, protocolos, patrones de uso entre otros.

8.3.3 Factores de carga, utilización y fallas anticipadas

La utilización y eficiencia de un enlace se basa en gran parte en los protocolos que operan sobre él y la tecnología utilizada. Estos pueden variar desde frame relay hasta HDLC los cuales son muy eficientes, a comparación con BSC y los protocolos asíncronos los cuales son relativamente ineficientes. La utilización del enlace es afectada por el número de dispositivos de usuario usando el mismo enlace, el retardo de propagación, tamaños de paquetes y los encabezados necesarios para control de flujo, control de errores, tamaños de ventanas y tamaños de buffers y muchos otros factores de protocolos y tecnología propietarios.

La utilización de un enlace varía respecto a los periodos de medición que pueden ser horas, minutos, segundos y hasta milisegundos. El diseñador debe planear para soportar altos niveles de utilización por periodos largos y sostenidos utilizando tres métodos de diseño de cargas en los enlaces. El primero es sobre-construir la capacidad. Es el método más simple pero el más costoso. El segundo método es simplemente adicionar mayor capacidad conforme se requiera y doblar el número de troncales, nuevamente es un método demasiado costoso y se desperdicia ancho de banda.

El método más eficiente de planear la capacidad requerida de un enlace para soportar una carga dada y soportar el tráfico en caso de que alguna falla se presente en alguna troncal sin perder tráfico, es aplicando la siguientes formula:

$$L_i = [m - (m/N)],$$

en donde L_i es el factor de carga de cada troncal, N es el número de troncales a la red de transporte de la misma velocidad, y m es el máximo porcentaje de carga sobre una troncal dada una falla de alguna otra troncal en el mismo nodo de acceso

Por ejemplo, para dos enlaces troncales de velocidad T1, el factor de carga sería del 25% o 386 kbps (de esta manera si un enlace falla el otro enlace puede llevar todo el tráfico a un 50 % de utilización). Si tomamos el mismo ejemplo pero con cuatro enlaces con la misma utilización. Cada troncal tiene una carga no mayor al 37.5% , o 579Kbps, ya que si un enlace falla los enlaces restantes tienen que llevar un adicional 12.5% del tráfico total, resultando en una utilización del 50% de los 3 enlaces restantes. Los nodos de acceso en una red de paquetes son utilizados en niveles mucho más bajos que los nodos de transporte de una red.

El ejemplo anterior fue demasiado drástico debido a que se considero un "overhead" del 50 %, pero algunas tecnologías proveen bastante 'overhead'. Por ejemplo un canal ATM (Asynchronous Transfer Mode) sobre un DS3 (44.736 Mbps) utiliza un 4% para señalización. El overhead por cada paquete ATM de 53-Bytes es de 5 Bytes. De esta manera el overhead que se agrega es de casi el 14.6%, sin tomar en cuenta los encabezados que los protocolos de alto nivel adicionan a los datos en la celda. Es común tener casi un 40% de encabezados adicionales a los datos de un usuario.

La utilización en una red local es medida en paquetes. por ejemplo en una red Ethernet toma 3000 PPS, llenar completamente un T1, y si se usaran paquetes de 64 bytes o mayores el throughput sería menor. Si el throughput empieza a degradarse, y el tamaño del paquetes es el mismo, sería necesario reubicar los recursos de una red LAN o segmentarla. Otra opción sería incrementar el número de troncales.

8.3.4 Eficiencias del Multiplexaje Estadístico.

Como se comentó anteriormente, el multiplexaje estadístico puede incrementar la eficiencia en el uso del ancho de banda de un canal. El multiplexaje estadístico es encontrado en conmutadores de paquetes, enrutadores, conmutador de celdas, por obvias razones en los multiplexores estadísticos. La operación de las redes LAN y MAN puede ser considerada como una forma del multiplexaje estadístico, ya que los usuarios que necesitan ancho de banda lo obtienen cuando esta disponible. Si una estación sobre la LAN/MAN requiere todo el ancho de banda, esta estación obtiene un mayor ancho de banda (dependiendo de la arquitectura utilizada). Las proporciones del multiplexaje estadístico son expresadas en la forma X:Y, en donde X es la entrada del usuario y Y es la salida del dispositivo de acceso. Por ejemplo, si se tienen 8 circuitos T1 de entrada con una utilización del 12.5% cada uno, y se tiene un solo circuito de salida el cual podría ser saturado al 100%, con lo cual

se expresaría una proporción de 8:1. por otro lado, si hubiera 4 circuitos de usuario con una utilización promedio del 25% la proporción sería de 4:1. De la misma manera podría variar la proporción dependiendo en la carga de cada entrada de usuario.

8.3.5 Capacidad Futura.

Se tiene que considerar un plan para proveer la capacidad futura tanto física como lógica en cada dispositivo de acceso de la red. Este plan de crecimiento es parte del plan de capacidad a corto y largo término. Se debe asegurar que los recursos están en el lugar correcto y en áreas de futuro crecimiento. Un diseñador debe anticipar las áreas de crecimiento y construir una capacidad extra en esas áreas. La capacidad adicional puede ser hardware, puertos, baja utilización en las troncales, poder de procesamiento extra, o solo al incorporar la capacidad de expandir esa área de la red.

8.3.6 Estilo

El estilo se definió anteriormente en términos de estilos para definir la topología de una red. El diseño de las redes locales de los diferentes sitios geográficos tiene un fuerte impacto en la carga y topología de una red WAN.

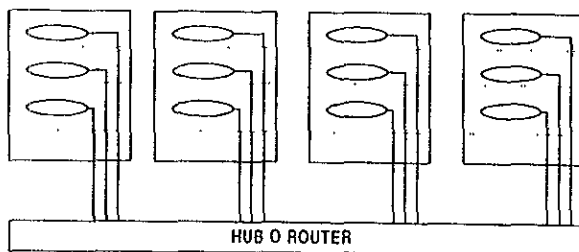
8.3.6.1 Estilo basado en la distribución geográfica

la ubicación de los nodos de acceso local están basados principalmente en la distribución geográfica de los usuarios y las aplicaciones. Se utiliza la matriz de tráfico discutida en capítulos anteriores para determinar la ubicación de los nodos de acceso.

8.3.6.2 Acceso Ubicuo

Existen dos estilos principales para diseñar la conectividad a los recursos de una red local (subredes): acceso jerárquico y ubicuo. El método de acceso ubicuo permite a todos los usuarios transmitir y recibir datos desde todas las áreas de la red. Este método es conocido como "el método de la matriz". Se muestra un ejemplo de acceso ubicuo, en donde un solo concentrador (hub) provee conectividad a todas las redes locales del edificio. Cualquier usuario sobre cualquier LAN puede pasar datos a través del concentrador, así como acceder cualquier servidor dentro de la red. Este estilo se considera bueno para organizaciones que se expanden en una forma no estructurada en una forma no jerárquica. El estilo de acceso ubicuo provee una red plana unidimensional y se usa frecuentemente en redes pequeñas. Este tipo de redes se vuelven difíciles de administrar cuando crecen en tamaños, especialmente cuando están

involucrados múltiples interfaces, protocolos, arquitecturas, tecnologías y proveedores.



Acceso Ubicuo

8.3.6.3 Acceso Jerárquico

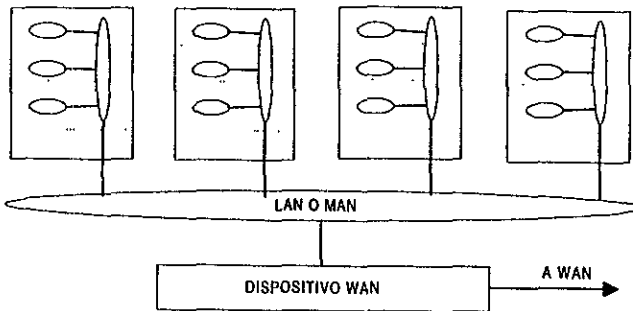
El diseño jerárquico provee a un usuario acceso jerárquico en donde el tráfico destinado a su propia red local, metropolitana o de área amplia (WAN) permanece en su área geográfica, en lugar de entrar a un conmutador común o punto de enrutamiento como en el método de acceso ubicuo. En el diagrama se muestra un edificio con cuatro áreas geográficas; cada usuario es conectado a la red local de su piso, la red local de cada piso está conectada a la red local del edificio, las cuatro redes locales del edificio están conectadas a la red metropolitana de la zona y la red metropolitana está conectada a la red WAN. En el diagrama se muestra que la conectividad entre segmentos o subredes se completa vía puentes o enrutadores. El diseño jerárquico es frecuentemente utilizado en redes grandes garantizando la segmentación del tráfico de usuario. En este diseño, no todos los usuarios tiene acceso a todos los servidores dentro de la red, en su lugar se accesa a sus servidores locales para la mayoría de las aplicaciones. De esta manera los servidores son generalmente más especializados.

Una variante del diseño jerárquico sería utilizar concentradores inteligentes. El tráfico se agregaría en los enrutadores del edificio y después pasa a concentradores centralizados. En este diseño tres concentradores accesan un mismo enrutador para obtener comunicación por la red de área amplia. El enrutador debe desarrollar enrutamiento dentro del edificio, y los concentradores actuarían como puntos de concentración. El enrutador debe entonces balancear la carga y desarrollar la función de enrutamiento, y los 'hubs' deben desarrollar solo la concentración.

La segmentación en las redes jerárquicas inicia en los grupos de trabajo de cada subred. Esta unidad provee la interconexión de recursos (estaciones de trabajo) entre las redes locales (utilizando protocolos de enrutamiento como

RIP). El siguiente nivel es la subred departamental en donde los enrutadores o computas se conectan a la red local. Este provee la interconectividad LAN a LAN utilizando OSPF para proveer un enrutamiento en la red de área amplia. Las subredes departamentales deben ser manejadas para proveer conectividad el cual forma la red dorsal de la empresa. Típicamente la red dorsal es el último nivel con muchas redes locales conectadas vía nodos de acceso.

El estilo jerárquico de acceso permitirá la capacidad de conectar redes LAN de baja velocidad a redes metropolitanas de alta velocidad, sin degradación de desempeño. La regla que dice que el área de transporte es tan rápido como su enlace más lento también se aplica pero con un diseño jerárquico los cuellos de botella pueden ser eliminados por asegurar que cada nivel de jerarquía es al menos tan rápido como el anterior. Las redes de estilo jerárquico ayudan a



proteger a los usuarios de lluvias de broadcast y permiten a los administradores regular el flujo de tráfico entre segmentos.

Acceso Jerárquico

8.3.7 Accesos ubicuos contra jerárquicos

El método jerárquico provee muchas ventajas sobre el estilo de acceso ubicuo, incluyendo:

- El uso eficiente en costos de los medios de la red,
- Mantiene un desempeño constante, sin degradación,
- Protege de las lluvias de broadcast,
- Permite los esquemas jerárquicos de direccionamiento,
- Utiliza filtros de control de acceso,
- Facilidad en la administración,
- El diagnóstico y aislamiento de problemas es más fácil.

Obviamente, el método de acceso ubicuo causa mayor tráfico de interés, esto puede ser desastroso para el "throughput" y desempeño de una red WAN. El mayor problema de un estilo jerárquico es el costo adicional por los equipos de red y servidores para centralizar el tráfico.

8.4 Terminación del diseño de la red de acceso

Los pasos para terminar el diseño de la parte de acceso de una red incluyen, la verificación de la capacidad de inteligencia del dispositivo de usuario, la confirmación del diseño y la selección del dispositivo de acceso, completar el diseño de los circuitos hacia y desde el nodo de acceso y verificar la topología de acceso total.

8.4 Verificación de inteligencia de las aplicaciones del usuario

Cuando se desarrolla el diseño de una red se asume que los dispositivos y aplicaciones de un usuario tienen algún nivel de inteligencia. Mientras mayor inteligencia posea el dispositivo del usuario menor es requerida de la red y la red se puede dedicar a pasar datos con mayor rapidez. Si este análisis no se realiza en etapas previas, se debe considerar un tiempo para reanalizar la inteligencia de las aplicaciones del usuario para confirmar el nivel de inteligencia esperado tanto del usuario como de la red. Se tiene que confirmar que el nivel de inteligencia esperado en la red lo posee el dispositivo de acceso seleccionado y este dispositivo será capaz de comunicar esa inteligencia a la red de transporte o 'backbone'. Un ejemplo de errores en la concepción puede surgir en el soporte de los sistemas operativos de una red LAN a otra. La mayoría de enrutadores puede convertir entre protocolos LAN, tal como Ethernet a Token Ring pero no puede permitir que dos o más redes locales con diferentes sistemas operativos interoperen.

8.4.1 Nivel del dispositivo de acceso

El siguiente nivel de verificación es dentro del mismo dispositivo de acceso. El dispositivo de acceso debe ser la porción de alimentación del diseño de una red, en donde las aplicaciones de usuario, dispositivos y protocolos de una área geográfica definida son alimentados dentro de un único dispositivo. Este dispositivo de acceso se comunica posteriormente con otros dispositivos de acceso o directamente con los nodos de transporte de la red. Un dispositivo de acceso típico agrega y alimenta tráfico de voz, video y datos de diferentes interfaces, protocolos, arquitecturas, y tecnologías al nodo de transporte vía un solo protocolo y una única tecnología. Los dispositivos de acceso de esta forma disminuyen el número de puertos de acceso, protocolos, conversiones, y formatos de datos alimentados a la red de transporte. En tecnologías tales como frame relay el acceso a la red WAN es en términos de múltiples canales lógicos en lugar de canales físicos por puerto.

8.4.2 Número y tipos de nodos de acceso.

El número de nodos de acceso es determinado tanto por la matriz de tráfico y el agrupamiento optimizado del tráfico como por la ubicación de los nodos de acceso. El hecho de tener menos nodos de acceso redundante en tener circuitos de acceso de mayor distancia, pero reduce el retardo total de la red. Mientras mayor número de nodos se tenga incrementa la probabilidad de falla en la red. El diseño de una red debe considerar al menos un escenario de falla de algún nodo teniendo la capacidad de soporte del tráfico, la misma consideración se hace respecto a las troncales hacia la red de transporte en donde en caso de fallar alguna, las demás deben soportar el tráfico.

8.4.3 Diseño de los circuitos de acceso

El mejor método para diseñar y dimensionar los circuitos de acceso y transporte de una red es utilizando una herramienta de diseño de redes. Los circuitos pueden ser seleccionados y priorizados tomando en cuenta una variedad de factores como:

- trayectoria más corta,
- costo máximo,
- máxima congestión,
- retardo mínimo,
- máxima pérdida de información,
- "throughput" máximo y mínimo,
- utilización,
- número de saltos de acuerdo a algoritmos tales como spanning tree.

Una vez que se decide cual es la mejor topología para los circuitos, se tiene que revisar la ubicación de los nodos de acceso. Basado sobre el tráfico total de entrada y salida del nodo, se puede tomar la decisión de adicionar o borrar nodos o simplemente cambiar la configuración de los nodos. El anterior proceso es interactivo y toma múltiples iteraciones alcanzar el diseño óptimo.

En resumen las etapas del proceso serían: asignar la capacidad en los circuitos entre los nodos, tomando en cuenta todas las especificaciones discutidas. Provocar fallas manualmente en la red para determinar donde se requiere adicionar mayor capacidad. Adicionar mayor capacidad y provocar una falla en otra parte de la red. Se realiza esta etapa una y otra vez hasta alcanzar los criterios de disponibilidad y confiabilidad. Posteriormente se realiza un proceso de optimización de la red. Si se posee una herramienta de diseño se pueden realizar simulaciones para alcanzar los objetivos antes descritos.

Todos los circuitos de acceso y transporte deben poseer diversidad basados en los niveles de disponibilidad y redundancia requeridos. Si se utiliza al menos una diversidad de dos circuitos, ellos deben poseer la capacidad de compartición y balanceo de cargas.

8.4.4 Topologías de la red de acceso

Las topologías de la red de acceso pueden ser una de las siguientes:

- Conexión directa a los nodos de transporte sin troncales directas entre los nodos de acceso,
- conexión directa a los nodos de transporte con troncales directas entre los nodos de acceso,
- anillo conectado a los nodos de transporte,
- árbol con la raíz conectada a los nodos de transporte,
- múltipunto con un el 'bus' conectado a los nodos de transporte,
- estrella con un concentrador conectado a los nodos de transporte.
- malla híbrida.

Es importante tener cuidado en el impacto que todos los protocolos utilizados en la arquitectura de la red de acceso pueden provocar, así como el efecto que la arquitectura utilizada puede provocar en los protocolos.

Capítulo 9. DISEÑO DEL BACKBONE DE LA RED

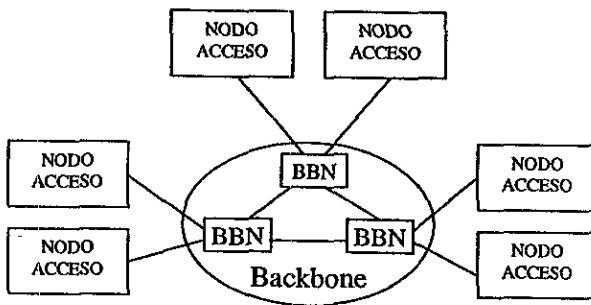
9.1 Requerimientos del Backbone.

¿Por que es necesario un Backbone?. Si una red de malla está compuesta por concentradores y dispositivos de acceso, ¿que ventajas económicas y beneficios se obtienen del diseño de un backbone?. El Backbone proporciona mayor eficiencia no disponibles en el acceso de una red, incluyendo:

- Enrutamiento inteligente.
- Asignación dinámica de ancho de banda.
- Arquitectura de auto corrección
- Topología flexible y estándares de diseño
- Administración de la red distribuida o centralizada
- Flexibilidad
- Consolidación del tráfico
- Elimina múltiples rutas con diferentes tipos de tráfico.
- Equipos y facilidades compartidas para múltiples situaciones
- Economía de escala
- Reenrutamiento y redundancia
- Plataforma de conmutación de servicios y alto ancho de banda

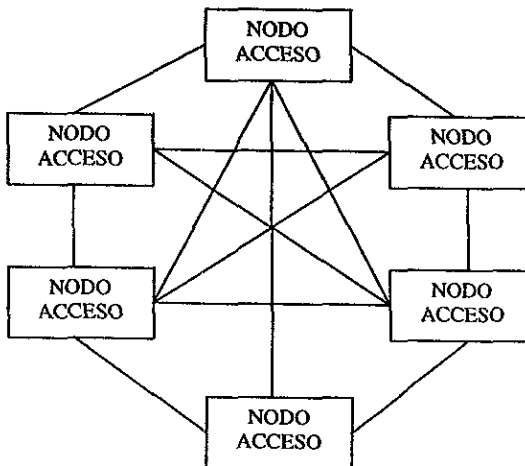
Cuando el número de troncales crece entre nodos de acceso es tiempo de diseñar el Backbone de nivel de Red.

La siguiente figura muestra una red WAN con seis nodos de acceso/concentradores y líneas privadas entre ellos. Esta es comparada con la misma red pero esta vez con un backbone de tres nodos proporcionando servicios de conmutación a los nodos de acceso. Los nodos de acceso pueden ser conmutadores de Paquetes, ATM, Frame Relay o DQDB IEEE 802.6, Puentes, Enrutadores o cualquier otro dispositivo de conmutación o de acceso a la red.



BBN: Nodo Backbone

Backbone WAN de Servicios conmutados.



Backbone WAN de Lineas Privadas

Ahora veremos las características del Backbone y los requerimientos que se necesitan para su diseño.

9.1.1 Interfaces.

Las primeras interfaces para el diseño del Backbone son las necesarias para la parte del diseño de acceso. Las velocidades manejadas en las interfaces para el Backbone son de 56K bps, T1, T3, 100M bps, OC-N. Muchas de las especificaciones de estas interfaces han sido discutidas en capítulos anteriores.

9.1.2 Protocolos.

Muchos de los protocolos de usuario deben ser transparentes al Backbone, pero el diseño de este puede tener efectos en ellos. El diseño del Backbone debe ser bastante flexible para acoplar múltiples protocolos y sistemas operativos, si estos son conmutados de forma transparente o siendo involucrados en las operaciones inteligentes del protocolo.

Los nodos del backbone de los 90's se están dirigiendo más hacia la inteligencia en el control de la red y menos inteligencia en la actual manipulación del tráfico. Los nodos de backbone deben tener la capacidad de interconectar diversos lugares, conmutando o enrutando todos los protocolos del acceso de la red, acoplándolos en ambos protocolos de transmisión (en banda y fuera de banda).

TCP/IP es el protocolo más común para el backbone de la red. Muchas de las nuevas tecnologías ofrecidas por proveedores de servicios y transporte de datos en algún punto deben ser encapsuladas en paquetes IP. IP también permite a protocolos de redes privadas como Frame Relay ser ofrecidos como servicios de red pública.

Algunos diseños de acceso a la red deberán contener protocolos propietarios en el área local. Estos ejemplos muestran que el diseño del Backbone puede siempre intentar el uso de protocolos estándar para WAN.

9.1.3 Arquitectura y Tecnología.

Usualmente la tecnología del backbone es igual o una generación más avanzada que la del acceso de la red y casi siempre está basada en una misma arquitectura. Considerando, por ejemplo, los Servicios Virtuales Privados de Datos de MCI ofrece dispositivos de acceso frame relay con un backbone de arquitectura y servicio 802.6 SMDS (Switched Multimegabit Data Service). Esto

probablemente migrará a un backbone ATM/SONET tanto como el hardware de SMDS se mueva hacia las premisas del cliente. Esto muestra que el proveedor, está un paso adelante que el usuario en lo que se refiere a tecnología.

Historicamente una red WAN es más lenta que una red LAN, aunque actualmente las nuevas tecnologías MAN y WAN, como ejemplo SMDS y B-ISDN, están rompiendo aquel cuello de botella que existe entre ambas redes y con esto se están proporcionando alta capacidad de ancho de banda en el backbone, que el usuario requiere.

Una planificación a largo plazo es más fácil con el backbone que con el acceso, esto por que cambios en tecnología e incrementos en la capacidad pueden ser fácilmente migrados en la red en niveles. Cambios en la configuración de acceso, protocolo, servicio, y tecnología requerirá del cambio del equipo central de conmutación. Esta es una de las principales razones de que muchos empresarios están construyendo redes de acceso y están usando servicios públicos de conmutación de datos como su backbone.

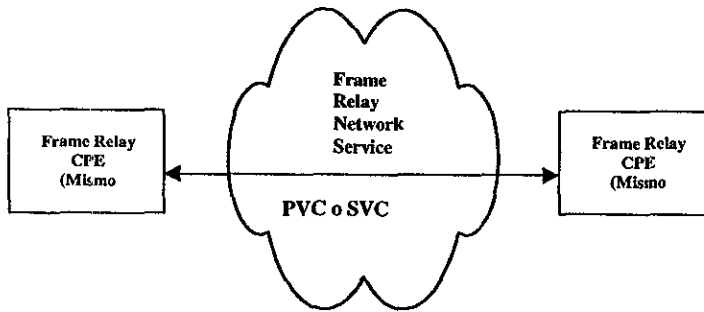
Otra principal decisión cuando se está diseñando el backbone está si se van a tener servicios orientados a conexión o a no conexión. Los servicios orientados a no conexión como los basados en celdas como SMDS y B-ISDN son actualmente más eficientes que los servicios orientados a conexión basados en frames como Frame Relay. Hay menos carga involucrada de nodo a nodo y por lo tanto el "throughput" es mejor. Los servicios no orientados a conexión también evitan los retardos inherentes al levantar una conexión.

Cuando se utiliza TCP/IP, OSI u otro protocolo de nivel de red o de transporte con Frame Relay esto no es considerado como un problema. Lo principal en este caso es optimizar el tamaño de paquete para garantizar que la cantidad de sobrecarga generada es la mínima.

9.1.4 Característica, Funciones y Servicios.

Las características y funciones del backbone dependerán de la tecnología seleccionada. Los beneficios reales derivados del uso de un backbone de red están en los valores agregados de los servicios conmutados de la red pública. Estos servicios incluyen conmutación de circuitos, conmutación de paquetes, TCP/IP, frame relay, SMDS, ATM y B-ISDN. Muchos de estos servicios residen en el backbone y son tomadas en cuenta por las premisas de los nodos de acceso del usuario como los PADs y FRADs.

Tomemos a frame relay como ejemplo. En realidad, con frame relay, muchos dispositivos CPE (Customer Premises Equipment) deben ser del mismo vendedor y tener el mismo conjunto de protocolos para comunicarse, pero los frames deben ser enviados a través del backbone de un diferente vendedor. Esto se muestra en la siguiente figura.



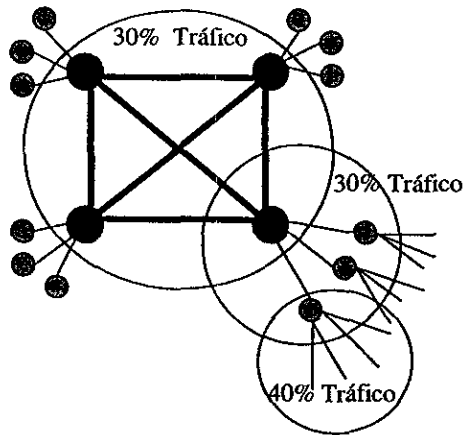
9.2 Capacidad requerida del Backbone

La capacidad del backbone es medida en procesamiento y ancho de banda. Los nodos son seleccionados en función del tráfico que pasa a través de ellos además del que necesitan procesar de forma local, o remota. Su capacidad también es medida por la cantidad de puertos para dispositivos de acceso, troncales para otros nodos del backbone, y el ancho de banda entre ellos. Los nodos de backbone están diseñados con parámetros de carga y de utilización similar al diseño de nodos de acceso. Una vez que el total de la carga de acceso es determinada, la capacidad total del backbone puede ser encontrada. Este es el momento para que el diseñador aplique un buen juicio para el diseño de cada nodo, esto asegura que la carga puede manejarse por condiciones de operación normal.

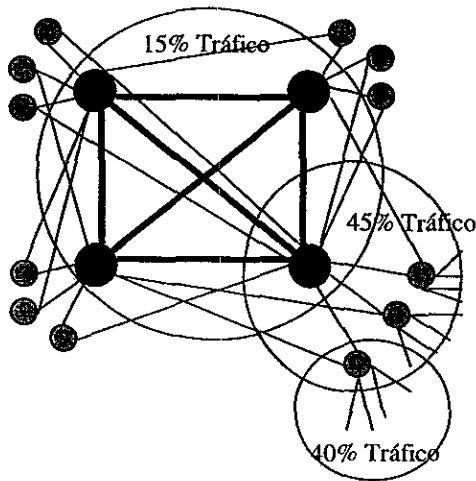
9.2.1 Selección del nodo Backbone

Primero, determine que porcentaje del tráfico debe de quedarse en el diseño de acceso y cuanto necesita ser pasado por el backbone. Esto es encontrado por medio de la interpretación de la matriz de tráfico, una vez más se realiza la matriz de tráfico de misma manera que la matriz de acceso, pero esta vez cambiando el tráfico de la aplicación del usuario por el tráfico pasado al backbone por el nodo de acceso. Entonces se determina el porcentaje de tráfico que es pasado a cada nodo del backbone que queda en el mismo nodo y cual sale del mismo. Finalmente se determina la cantidad de tráfico que entra al nodo del backbone y que sale hacia otro nodo del backbone.

La siguiente figura muestra un ejemplo de patrones de tráfico para doce nodos de red. Notese que cada nodo de acceso está conectado a un sólo nodo del backbone. Cuarenta por ciento del tráfico del usuario se queda en el nodo de acceso, 30% se queda en el mismo estado o provincia, y el 30% debe transitar el backbone.



Como paso adicional. Se asume que cada nodo de acceso tiene doble troncal: con una troncal a dos nodos diferentes del backbone, como se muestra en la siguiente figura.



Existe la misma cantidad de tráfico de acceso por cada nodo de acceso y de backbone, sin embargo, la mitad de la cantidad anterior actualmente transita los enlaces del backbone. Esto muestra que el porcentaje de utilización baja al

15% y permite utilizar menos enlaces (reduciendo el diseño para dos troncales backbone a backbone) o conservar los enlaces para mayor redundancia.

9.2.2 Factores de utilización, carga y anticipación de fallas.

Los mismos cálculos hechos para el acceso de la red pueden ser usados en el backbone de la red para calcular la utilización del nodo y del enlace. Estos cálculos están hechos para troncales en los nodos del backbone (identificados como puertos de usuario en el capítulo de diseño de nodos de acceso) y las troncales entre los nodos del backbone (identificados como troncales). Estos cálculos deben ser precisos tomando en cuenta que ya se tienen bien definidos los patrones de tráfico de los nodos de acceso.

Existe una teoría de que si existen errores en los cálculos iniciales, estos errores serán multiplicados en diseño del backbone. Es importante mencionar que los factores de carga deben de estar en las mismas unidades, por ejemplo, paquetes, frames, o celdas por segundo.

Es más fácil cambiar la utilización y la carga del backbone que en los nodos de acceso ya que esto afecta directamente a los usuarios. También los problemas de rendimiento en el backbone son más fácilmente aislados que en los nodos de acceso.

9.2.3 Capacidad total del Backbone

Dados los patrones de tráfico de acceso al backbone, la capacidad del backbone puede ser calculada de dos formas. Puede ser calculada como la capacidad total del backbone de la red dando el número total de nodos, o puede ser calculada para el número total de nodos requeridos, dando la capacidad requerida.

En el siguiente ejemplo se presenta el primer método, el segundo es una simple manipulación de fórmulas.

Tomese el caso donde los usuarios tienen sólo una troncal de acceso al backbone de la red, y si el número de nodos en el backbone (N) y la capacidad de cada nodo (c) es conocida, la capacidad total del backbone (T) puede ser determinada, basándose en el tipo de tráfico que se transportará. Hay cuatro principales tipos de patrones de tráfico.

a) Todo el tráfico que entra a un nodo sale del mismo nodo.

Hay veces que cuando la mayor parte del tráfico que entra a un nodo debe de salir del mismo nodo. Las troncales para este ejemplo son mínimas, ya que los principios de diseño nos indican que las troncales de los nodos del backbone son principalmente usadas como respaldo y redundancia. La fórmula para calcular la capacidad total del backbone para este arreglo es: $T=(N)(c)$. La

siguiente figura muestra un backbone de 4 nodos con 12 nodos de acceso. Cada nodo de acceso procesa 50 unidades (paquetes/frames/celdas) por segundo (ups). Para esta red,

$$T = (4)(50) = 200 \text{ ups.}$$

b) El tráfico originado en un nodo del backbone es transmitido simétricamente a otro nodo del backbone.

Este es el caso para redes públicas o redes que manejan "broadcast". Las troncales del backbone de los nodos son principalmente usadas para conmutación y los enlaces entre ellos son altamente usados. La fórmula para calcular la capacidad total del backbone en este caso es: $T = (N+1)(c)/2$. La siguiente figura muestra a 4 nodos del backbone con doce nodos de acceso. Cada nodo del backbone procesa 50 unidades (paquetes/frames/celdas) por segundo (ups). Para esta red,

$$T = (4+1)(50)/2 = 125 \text{ ups.}$$

c) Todos los patrones de tráfico son asimétricos y son divididos en clases de usuarios así como terminal-a-host y comunicación LAN-a-LAN.

Las troncales de los nodos del backbone están otra vez usadas principalmente para conmutación de datos y el uso del enlace varía. La fórmula para calcular la capacidad total del backbone en este caso es $T = (N^2)(c)/(2N-1)$. Otra vez refiriéndose a la figura anterior. Cada nodo del backbone procesa 50 unidades (paquetes/frames/celdas) por segundo (ups). Para esta red,

$$T = (4^2)(50)/((2)(4)-1) = 114 \text{ ups.}$$

d) Los usuarios nunca hablan a los nodos en el mismo backbone (este es un escenario de múltiple backbone con los nodos conectados por medio de enlaces WAN).

Las aplicaciones para esto son variadas, pero una vez más se relaciona a una red pública de servicios. La fórmula para calcular la capacidad total en el backbone es: $T = (N)(c)/2$. Refiriéndose a la figura anterior. Cada nodo del backbone procesa 50 unidades (paquetes/frames/celdas) por segundo (ups). Para esta red,

$$T = (4)(50)/2 = 100 \text{ ups.}$$

Tanto como los patrones de tráfico llegan a ser más distribuidos, la capacidad de la red decrece. Esto es debido a que hay más opciones para el tráfico para usar los limitados recursos de ancho de banda.

9.2.4 Definición de Enrutamiento

Los elementos de una WAN como son LANs banda base y banda amplia, MANs, PABXs, Conmutadores de circuitos y de paquetes (paquetes, frames, celdas), enrutadores, puentes y otros dispositivos relacionados todos enrutan o conmutan datos basados en rutas planeadas sobre los enlaces de acceso y de backbone. Estas rutas son estáticas o dinámicas y pueden ser pre-programadas (como PVC) o asignadas dinámicamente (como SVC). Esta selección de ruta es realizada nodo a nodo, salto a salto y está basada en una variedad de variables (número de saltos, costo, ancho de banda, prioridad, calidad de la línea). Una vez que estas variables han sido definidas se procede a la definición de ruteo. Por ejemplo la prioridad del flujo de tráfico puede ser (de menos a más) cobre, coaxial, micro ondas, VSAT, comunicaciones inalámbricas, o fibra óptica, y, después de esas prioridades el tráfico puede ser enrutado vía el menor número de saltos.

Algunas tecnologías permiten que el tráfico rodee los problemas o congestión de la red, el usuario es entonces notificado de la condición, requiriendo el uso de una nueva ruta. Por ejemplo frame relay usa los bits FECN y BECN para avisar a los usuarios de la congestión en un punto de la red. Entonces el usuario puede seleccionar dar de baja la transmisión, tomar una ruta diferente, o ignorar el aviso. Otras tecnologías como ATM y X.25 pueden perder una troncal del backbone de conmutadores y automáticamente el backbone de la red enrutará los los paquetes o celdas rodeando la falla de forma transparente para el usuario.

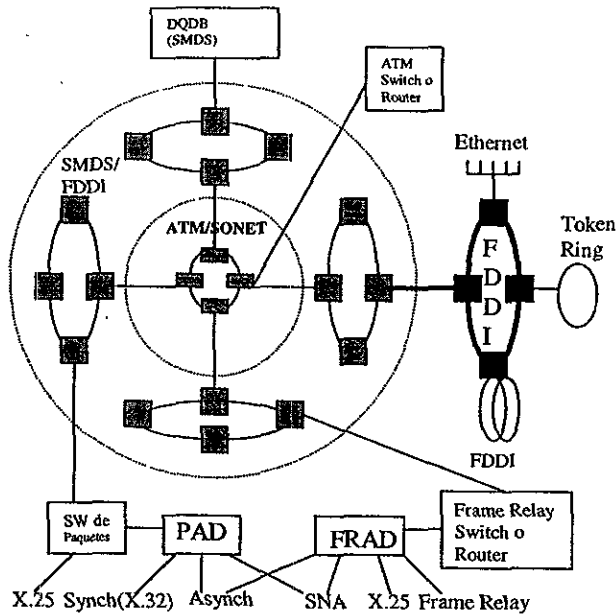
9.2.5 Capacidad Futura.

Si se conoce de los requerimientos del usuario que el promedio de crecimiento anual se duplica, se puede construir el backbone con mayor capacidad. En general esto significa un incremento en el poder de procesamiento y troncales extras en cada punto del backbone de la red.

Cuando se dé de alta un nuevo servicio, hay que asegurarse de que esta capacidad extra está disponible. Por ejemplo, en frame relay, medir todos los CIRs de cada usuario que entra al conmutador, calcular lo máximo que puede alcanzar el backbone, y determinar si el backbone puede manipular el rompimiento o la caída por tráfico.

¿Cuál será el futuro de una red de comunicaciones?

La siguiente figura muestra un posible resultado. Notese que la voz y datos viajan sobre esta red, y la tradicional red de voz jerárquica de LECs e IXCs desaparece y es reemplazada por una red digital de acceso de datos construida sobre una infraestructura SONET. El acceso puede ser directamente conectado a cualquier nivel de la red, siempre al corazón de SONET.



9.3 Tipos de Topología.

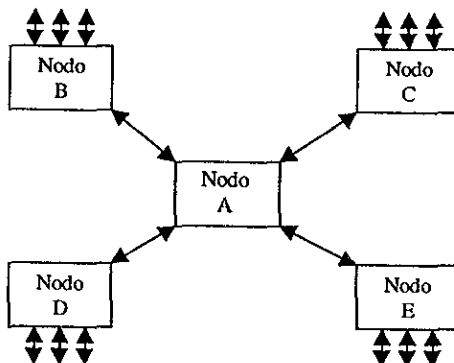
Las topologías del Backbone vienen en dos estilos (los planeados y los que solamente crecen). Recientes tendencias de redes públicas y privadas siguen esos estereotipos. Redes privadas especialmente LANs que crecen en MANs y después en WANs, tienden a tomar una forma extraña y asimétrica.

Por otro lado, las redes públicas responden a las necesidades del usuario y están siguiendo diseños más robustos

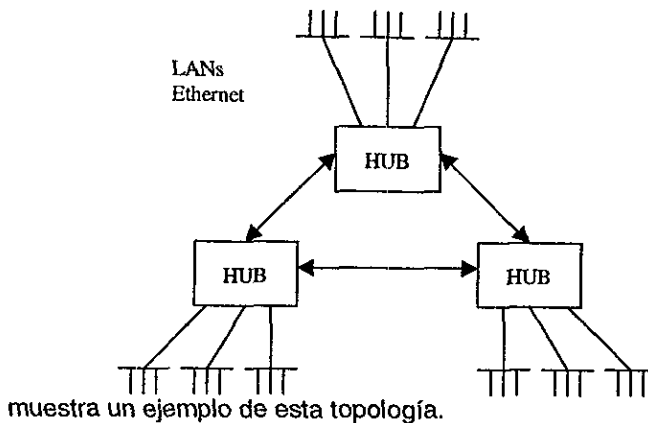
9.3.1 Estrella

El diseño en estrella es similar a una topología de estrella, donde hay un nodo central y otros nodos interconectados vía punto a punto hacia el nodo central. Todas las comunicaciones pasan a través del nodo central. $(N-1)$ enlaces son requeridos para N nodos. Este tipo de estrella es muy usado en ambientes LAN hub o ATM switch/hub. El nodo central es usualmente un dispositivo múltipuerto que puede manejar gran cantidad de concentración, puenteo, conmutación, o enrutamiento. Mientras esta configuración proporciona un máximo de dos saltos, esta es no muy confiable y susceptible a una falla general de tráfico cuando el nodo central falla.

La siguiente figura muestra esta topología.



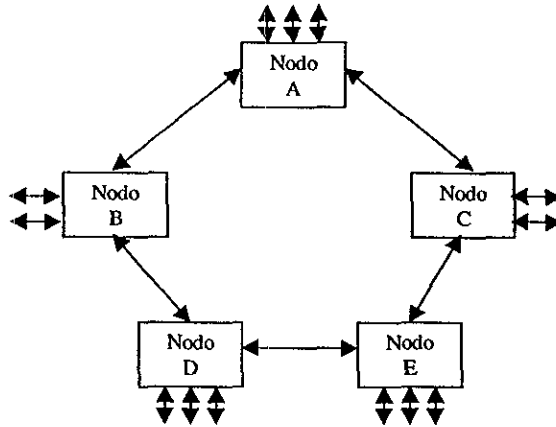
Una versión especial de la topología de Estrella es la Estrella Distribuida. Esta es típicamente usada en ambientes LAN que utiliza Hubs como concentradores y los hubs se interconectan entre ellos. La siguiente figura



9.3.2 Loop (Anillo)

El diseño en Loop es similar a una topología en Anillo. Cada nodo de la red es interconectado a otros dos nodos. $(N-1)$ enlaces son necesarios para N nodos. Este tipo es muy usado para redes distribuidas cuando los nodos primarios hablan a nodos locales, o cuando comunicaciones punto a punto son requeridas en cortas distancias. No hay un máximo número de saltos a través de esta red, pero está disponible hasta el punto de dos fallas en los enlaces, las

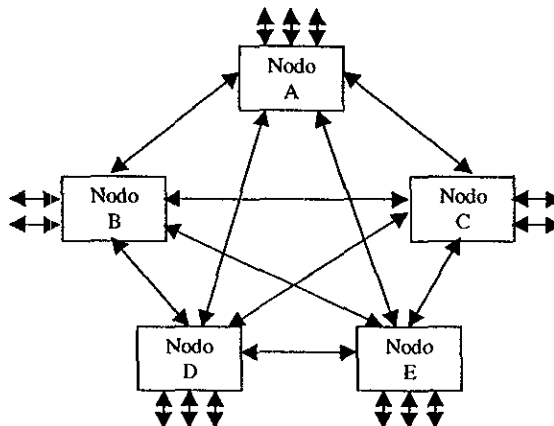
cuales aislan la red en dos partes. La siguiente figura muestra este tipo de topología.



9.3.3 Malla o malla completa.

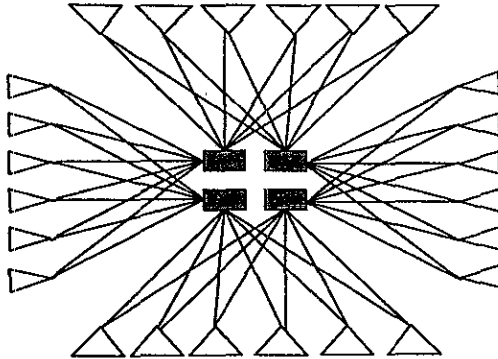
El grado en que es construida esta topología dependerá del precio de hardware y software de los puertos, incremento del costo de los enlaces, disponibilidad de los recursos de la red, y del monto de disponibilidad y redundancia requerido. El número de enlaces requeridos para una malla completa es $N(N-1)/2$. El número de enlaces requerido se incrementa de forma drástica con el número de nodos de la red. Obviamente, una malla completa es altamente disponible pero el costo es muy alto.

La siguiente figura muestra esta topología.



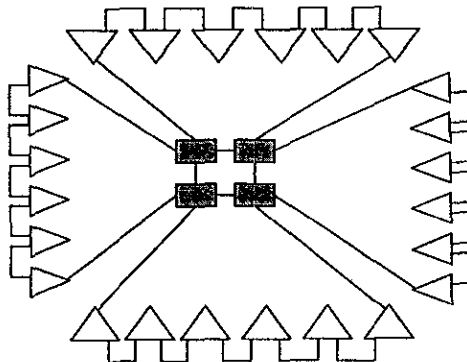
9.3.4 Nodos de acceso cadenas de margarita.

Considerando, por ejemplo, la red de paquetes que se muestra en la siguiente figura. Todos los PADs concentradores tienen dos conexiones una para cada conmutador de alta capacidad. Mientras esto proporciona alta disponibilidad, existe un alto desperdicio de ancho de banda si las aplicaciones



son regionales o su procesamiento es distribuido.

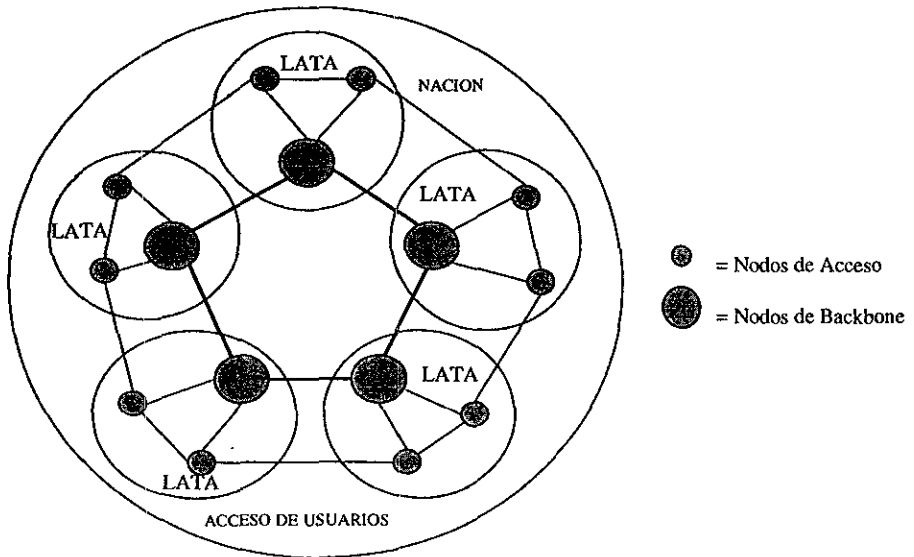
En la siguiente figura se muestra una alternativa, donde cada PAD también actúa como un conmutador de datos a través de una cadena de margarita. En este ejemplo el número de enlaces requeridos ha sido reducido de 54 a 32. Esto tiene reducción en los costos de equipamiento de los grandes conmutadores centrales, mientras se conservan los requerimientos de conectividad. La distancia entre los nodos también será acortada. Esta red será fácilmente migrada a una red frame relay por medio del cambio de PADs a FRADs, y la misma figura puede ser usada para representar una red distribuida frame relay o cell-switched.



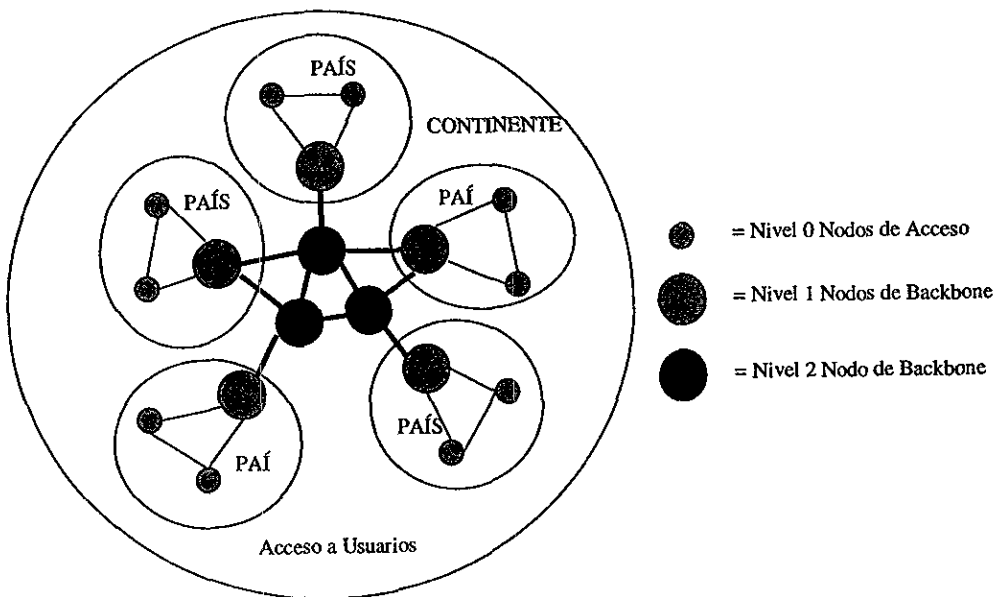
9.3.5 Backbones dentro de Backbones.

En la última sección fue asumido que la ubicación de los nodos backbone fuerón definidos por los nodos de acceso. En muchos casos, si embargo los nodos backbone y su topología está separada de la topología de los nodos de acceso. En realidad, muchos proveedores de servicios de red, con frecuencia construyen múltiples backbones dentro de backbones en una naturaleza jerárquica. Esta aproximación tiene ventajas y desventajas como veremos.

La siguiente figura muestra un ejemplo donde diez nodos de acceso reciben tráfico de usuarios CPE (Customer Premises Equipment). Cada LATA (Local Access Transport Area) atiende dos nodos de acceso. Estos nodos de acceso están configurados en una topología de acceso en loop, donde cada nodo de acceso es conectado a otros dos nodos de acceso. Estos nodos de acceso son entonces conectados a dos diferentes nodos backbone. En este punto, todos los circuitos son de velocidades T1 o E1. Los nodos backbone son también configurados en una topología en loop. (con un enlace adicional el cual limita el número de saltos en la red) y proporciona la mayoría del transporte de alto ancho de banda en una inter-LATA. El backbone provee alta capacidad de circuitos DS3 entre los nodos del backbone. Esta topología de red permite a cada usuario un máximo de tres saltos para alcanzar cualquier destino, o dos si el destino esta en una misma LATA o una adyacente.



La siguiente figura muestra a la misma red, esta vez con un backbone adicional (nivel 2) de alta velocidad dentro del backbone existente (nivel 1). Asumiendo que la distancia entre los nodos de acceso (nivel 0) es incrementada y las LATAs ahora son países. El backbone original ahora tiene un nodo de red para cada país y se extiende a un continente. La adición de un backbone de alto nivel será construido con tres nodos con una configuración de malla completa. Cada nodo del backbone de nivel 1 será conectado a 2 nodos del backbone del nivel 2. El nuevo backbone de nivel 2 proporcionará una conmutación de alta velocidad (ej. ATM) a niveles de gigabits.



De este análisis, es claro que las redes están construidas usando estructuras jerárquicas ofreciendo no sólo redundancia y disponibilidad, Si no también un número reducido de saltos y un incremento en la velocidad del tráfico que transita grandes distancias a través de la red.

9.4 Estrategias para la Topología de un Backbone

El backbone de una empresa no sólo proporciona interconexión de redes departamentales, sino también interconectividad de LAN/MAN/WAN a través de enrutadores o conmutadores.

El cuello de botella en las WANs son las facilidades T1/E1 punto a punto. Esto es lo primero que hay que observar cuando el tráfico LAN-a-LAN empieza a dormirse por todas partes de la red, mientras que el "throughput" de los dispositivos de la red es ahora mucho más alto que el medio de transporte.

9.4.1 Topologías deseables por tecnología.

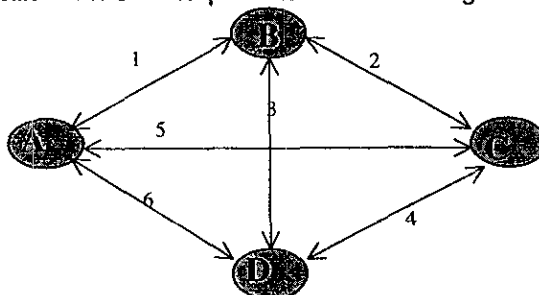
Combinado la topología correcta con la tecnología correcta, y viceversa, podremos evitar diseños con defectos. Es importante que el dispositivo seleccionado crezca con la red.

Algunos dispositivos pueden exceder las limitaciones físicas de circuitos T1 y T3, pero sólo en área local. Por ejemplo, los enrutadores pueden manejar las nuevas interfaces HiSSI (High Speed Serial Interface) que permiten 20M bps y 30M bps, más que los T1 impuestos por los multiplexores. También algunos dispositivos pueden ser más deseables que otros debido a sus servicios de valor agregado, mientras otros pueden ahorrar costo. Un ejemplo es usando puentes, como amplificadores de distancia.

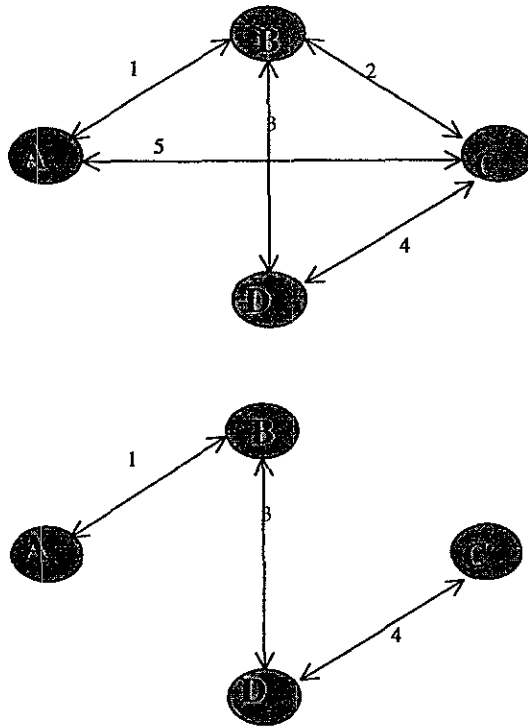
Para la conmutación de paquetes, las topologías disponibles son bastante flexibles. Para frame relay, todos los enlaces son punto a punto a menos de que cambien a otra plataforma de servicios de conmutación.

9.4.2 Requerimientos que manejan a la Topología.

Un método para el diseño de una topología de una red es agregar los enlaces que son requeridos inicialmente, y proceder a agregar más enlaces hasta que es cubierta la capacidad requerida para el flujo de datos. El diseñador entonces elimina enlaces y combina el tráfico sobre otros enlaces existentes basándose en muchos factores como el camino más corto, costo del enlace, cualidades y facilidades. Esto lo podemos ver en la siguiente figura en donde



observamos como se van eliminando enlaces ya sea por costo de los mismos o por distancia como es el caso del enlace 5.



Nunca se deben de perder de vista los requerimientos iniciales durante el diseño del backbone.

9.4.3 Topologías Híbridas

Muchos usuarios hoy en día mezclan facilidades privadas con servicios conmutados. Los servicios conmutados anteriormente se utilizaban como respaldo de facilidades privadas. Pero esto está cambiando.

Servicios como frame relay están ofreciendo a los usuarios costos efectivos para datos, los cuales están sobrepasando el tráfico de voz de diferentes corporaciones. De este modo las topologías híbridas pueden ser usadas. La regla que se debe de utilizar es que cuando se diseñe una red privada, esté seguro de que esta puede ser integrada (híbrida) con una red pública de servicios conmutados. Las redes híbridas públicas y privadas

permiten el control de recursos críticos al ser retenidos mientras se toman ventajas de la funcionalidad y precio de los servicios públicos.

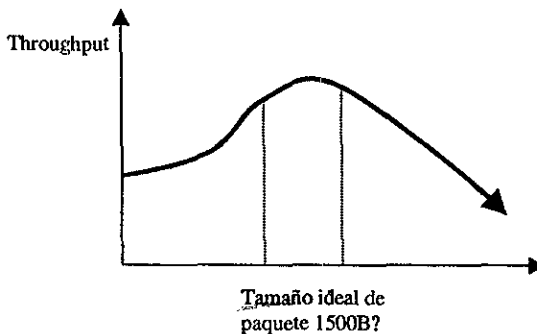
Cuando se diseñe un backbone de red híbrida, se debe intentar mantener las velocidades constantes. Mantener el ancho de banda uniforme tanto como sea posible a través de la red amplia. Además, se debe tener cuidado de los esquemas de múltiple encapsulación de redes híbridas, tomando en cuenta que dispositivos similares de red usualmente pueden ser usados como puntos de acceso y de salida de la red.

Una vez que una red híbrida pública/privada es construida, esta puede requerir ancho de banda adicional fuera del de la parte pública. Algunos "carriers" ofrecen servicios de suscripción de ancho de banda que pueden ser utilizadas por los usuarios cuando sean necesarios.

9.5 Direcccionamiento

Las direcciones son utilizadas para dirigir el tráfico a un destino dado. Las direcciones difieren de nombres ya que ellas forman una estructura de datos para el sistema de comunicaciones definiendo una específica localización física o lógica de una entidad, dispositivo o un sólo punto de acceso, tal como los nombres proporciona un símbolo de reconocimineto humano.

Las direcciones pueden ser asignadas con un esquema lineal o jerárquico correspondiendo al estilo de diseño de acceso y backbone. Por ejemplo el direccionamiento TCP/IP es arbitrario por naturaleza dentro del esquema de clases de direcciones de Internet mientras que E.164 es jerárquico con un significado geográfico (la asignación de direcciones IP pueden ser jerárquicas con un significado geográfico).



9.6 Afinación de la Red.

La afinación de la red puede ser realizada después que el diseño de la red es finalizado, así como en intervalos específicos dentro del tiempo de vida de la red. Esta afinación incluye optimización del tamaño de paquete, frame o celda, limitar la segmentación por protocolos de nivel inferior, reducir el retardo en la transferencia de puerto a puerto. Los CIRs de frame relay deben ser checados para saber como pueden ser usados y explotados.

9.6.1 Tamaños de paquete y frame

En las redes de conmutación (incluyendo celdas y frames de longitud variable) existe una negociación entre tamaños de paquete pequeños y grandes. Cuando son utilizados paquetes pequeños (y cada paquete tiene una pequeña cantidad de datos) la cantidad de "overhead" se incrementa. Esto causa una desproporcionada cantidad de "overhead" generado versus datos pasados, por lo que el "throughput" de datos se degrada. Paquetes pequeños tienen la ventaja de mejor tiempo de respuesta, menor posibilidad de errores, y por lo tanto menor posibilidad de retransmisiones.

Considerando el caso de paquetes de gran tamaño. Un alto "throughput" puede ser alcanzado por medio de colocar grandes bloques de datos dentro de cada paquete, frame, o celda y así crear un paquete, frame, o celda grande. Mientras esto mejora el "throughput", hay un punto en donde las retransmisiones debido a las pérdidas de paquetes, errores, o retardos en la transmisión y retención de datos en memoria podrán causar degradación en el "throughput".

En la siguiente figura se muestra este fenómeno de paquetes pequeños vs. paquetes de gran tamaño basandose en el "throughput" alcanzado.

Este ejemplo usa una red de paquetes IP, donde el "throughput" decrece con paquetes muy pequeños (hay mucho overhead) y con paquetes muy grandes (IP empieza a segmentar los archivos de usuario en paquetes menores de 1500 Bytes de longitud). Esto no muestra el efecto del incremento de uso de los buffers y el retardo impuesto en la transmisión de paquetes de gran tamaño. En el ejemplo el tamaño óptimo de paquete está alrededor de 1500 Bytes.

El tamaño de paquete es un acto de balance, donde factores adicionales influyen en el tamaño de paquete:

- el espacio en buffer tomado por los paquetes retenidos
- paquetes por segundo eliminados
- tiempo de envío de paquetes al próximo destino o dispositivo
- combinación de protocolos a puentear o enrutar.

entre otros. Además, cada tecnología y servicios tienen sus propios factores operacionales, así como frame relay, donde cada nodo debe leer el frame entero antes de su transmisión. En este caso frames de tamaño pequeño y mediano se

procesan de forma rápida a través de la red. El mejor método para alcanzar un óptimo tamaño de paquete es afinar la red basándose en el desempeño observado.

9.6.2 Segmentación

Revisando un ejemplo de IP. Cuando es usado un encapsulamiento IP en protocolo de alto nivel con archivos o mensajes de gran tamaño, sucede una segmentación. Así, si archivo NFS de 6,000 Bytes es encapsulado en IP, este es cortado en cuatro unidades de datos de 1,500 Bytes cada una y encapsulado con un encabezado IP. Esta fragmentación causa siempre más sobre carga en la transmisión. X.25, con un tamaño de paquete promedio de 128 Bytes puede agregar una exorbitante cantidad de "overhead" a esta transferencia de archivo. Ethernet es similar a IP, con un tamaño máximo de paquete de 1,500 Bytes. Así, cuando muchos niveles de encapsulación son encontrados a través de la red, los paquetes deben ser segmentados en cada nuevo nivel de protocolo.

9.6.3 Retardo en la transferencia de datos puerto-a-puerto

Si datos son enrutados a razón de una velocidad máxima de transferencia de datos, así como 12,600 PPS de un máximo de 14,840 PPS (de una LAN Ethernet), el "throughput" está abajo del 85% o el 15% de "overhead" es introducido por el dispositivo. Mucho del retardo y del "overhead" depende de la arquitectura y la manipulación del protocolo del dispositivo. Muchos dispositivos implementan múltiples puertos por tarjeta de interface, de este modo se reduce este efecto. Del mismo modo ocurre con la alta velocidad del bus, y la rápida transferencia de datos entre tarjetas de interface y de los procesadores centrales o distribuidos.

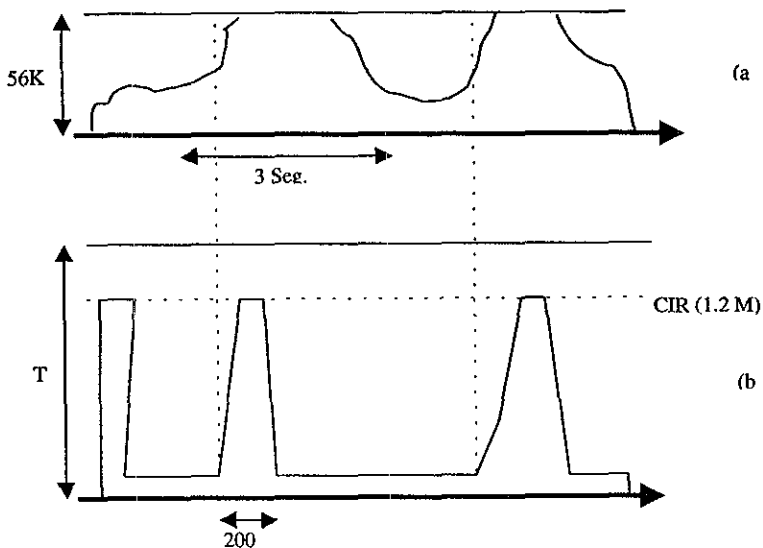
9.6.4 Tamaños de Ventana.

Los tamaños de ventana pueden ser afinados por cada nivel de la red de paquetes X.25, o en la parte de TCP (usualmente en el dispositivo de usuario o de acceso). Estas ventanas proporcionan control de flujo de transmisión. El tamaño de ventana determina cuantos paquetes pueden estar en la red antes de que un acuse de recibo de paquetes sea recibido desde el último reconocimiento enviado. En la conmutación de paquetes, líneas de alto índice de error pueden usar tamaños de ventanas de 2 y líneas de bajo índice de error pueden usar un tamaño de ventana de 7, o de otra forma, se ajustará el tamaño de ventana basándose en el actual "throughput" de la red. Si hay muchos errores en la red, se debe de disminuir el tamaño de ventana, o si no hay muchos errores se tiene que incrementar el tamaño de ventana. Incrementando el tamaño de ventana se incrementa el "throughput" pero se requiere más memoria y buffers en el

hardware y software de la red y pueden causar más problemas que reducirlos. Problemas en el rendimiento de la red pueden ser determinados por la tendencia en los cambios del tamaño de ventana y determinando en donde se requerirá "throughput" adicional en la red.

9.6.5 CIR (Committed Information Rate) y ráfagas

Frame relay fue diseñado para permitir acceso a la red para múltiples velocidades de bits de los usuarios. Estos son los mismos usuarios quienes una vez que pagan por líneas privadas de baja velocidad para conectarse a un equipo de computo local y al ambiente de comunicaciones. Cuando estos usuarios tienen una línea privada dedicada de 56K bps, sus ráfagas de datos puede tomar tres segundos para transmitir. El resto del tiempo su línea puede permanecer en baja utilización. Esto es mostrado en la siguiente figura.



Ahora, ellos pueden conectar su LAN a un enrutador y compartir accesos frame relay hacia una red conmutada de servicios con otras cuatro LANs. Ahora cada uno de sus ráfagas toman sólo 200 milisegundos para transmitir el archivo entero, debido a que durante esas ráfagas hay una buena oportunidad para que ellos puedan tener todo el ancho de banda disponible en el T1 arriba de su CIR (como se muestra en la anterior figura). En realidad, ellos siempre pueden estar disponibles para la ráfaga sobre el CIR durante tiempos de baja

utilización de la red. En este caso, la transferencia del archivo siempre toma menos tiempo (150 milisegundos).

El concepto exactamente describe trabajos tan grandes que los usuarios no intenten usar interfaces frame relay para anchos de banda de baja calidad. Si el usuario sobrecarga el servicio y lugares donde hay muchos usuarios en la misma interface, el usuario debe luchar por los mismos recursos al mismo tiempo, en contra de mucho más usuarios. Digamos que el dueño del puerto frame relay y del enrutador decide instalar 16 LANs en la interface. Si el incremento de la carga de tráfico en cada LAN es proporcional, nuestro usuario estará disponible para la ráfaga, pero la oportunidad de compartir el ancho de banda sólo será de 128K durante su transmisión de archivo.

Este ejemplo muestra que mientras los usuarios pueden utilizar el CIR de forma inteligente y con esto maximizar el "throughput", sus ahorros son pasados a los usuarios en forma de retardos. Los CIRs son repartidos para permitir la máxima ráfaga en la línea y así garantizar la transmisión. Estos no fueron diseñados para ser el promedio de velocidad de transmisión de velocidad y definitivamente no es la base de la velocidad del circuito. Dos medidas de ráfagas son **tamaño de ráfaga comprometido** para tráfico de envío y regreso y **exceso en tamaño de ráfaga** para tráfico de envío y regreso. Cada usuario puede ser mapeado de acuerdo a este criterio para tener una fotografía exacta de que puede esperar el circuito durante periodos pico. Idealmente los usuarios podrían moverse hacia el servicio basado en uso con configuraciones completas de PVC en malla. Esto permitirá una gran flexibilidad al usuario, a través de los grandes ahorros en los costos.

Capítulo 10 OPERACION Y MANTENIMIENTO

Después de que es finalizado el diseño de acceso y backbone de la red, el próximo paso es realizar la documentación. Esto requiere de un plan de ingeniería y un plan de operación y mantenimiento el cual proporciona una estructura de soporte para la implementación y mantenimiento de la red.

Las responsabilidades de cada departamento deben estar identificadas, y la documentación ayudarán a realizar la implementación del diseño de forma satisfactoria.

Un análisis detallado de la administración de la red es presentado, cubriendo el Protocolo de Administración de Red (SNMP), así como CMIP/CMIS y planes de administración de OSI.

10.1 Documentación.

La documentación es uno de los más importantes pasos en el proceso de diseño de la red. Esto ayuda a la gente a entender el diseño, y les permite recordar la consideraciones hechas durante el diseño. El diseñador y el usuario sufrirán si se encuentran con una pobre documentación. Esta debe ser desarrollada durante el proyecto.

Los cuatro primeros documentos requeridos para el diseño de la red son: documento del caso de negocio, documento de aceptación y especificaciones del usuario, el plan de ingeniería y el documento de Operación y Mantenimiento. El plan de ingeniería será desarrollado durante el diseño y distribuido cuando el diseño es finalizado. El documento de Operación y Mantenimiento también será distribuido después de la finalización del diseño de la red, pero requiere información específica del plan de ingeniería.

10.1.1 Documento del Plan de Ingeniería.

Este plan explica la historia que existe detrás de su actual conectividad, el razonamiento para el diseño de la red, que soportará la red y el diseño completo desde la aplicación hasta la conectividad de la red. La planeación de la capacidad puede ser incluida en el plan, o puede estar en un documento separado.

La información en el plan de ingeniería incluye:

- Configuración de Nodos
- Diagramas de circuitos
- Matriz de requerimientos
- Requerimientos físicos
- Situaciones
- Direccionamiento

- Números de serie
- Números de modelos
- Versión actual de software
- Versión actual de hardware

10.1.2 Documento de Operación y Mantenimiento (O&M).

Este documento presenta toda la información requerida para la instalación y mantenimiento de la red. Muchas secciones de la O&M son tomadas directamente del plan de ingeniería, y muchas secciones representan las normas de procedimientos para la instalación y mantenimiento del equipo de la red. Algunos de los tópicos representados en el documento de O&M incluyen:

- Descripción de Sistema/Red
- Descripción Física/Topología
- Descripción Lógica/Funcional
- Diseño de la red (Referencia al diseño de la red).
- Impactos de inversión
- Administración Sistema/Red
- Procedimientos de OE/OP
- Procedimientos de administración de la red
- Instalación y prueba
- Estructura del soporte y procedimientos de escalación
- Mantenimiento de hardware y software
- Requerimientos de prueba de equipos
- Entrenamiento
- Documentación del vendedor
- Glosario
- Acrónimos
- Referencias

Al nivel de específico del Site, los detalles incluyen:

- Instalación de Tierra y Corriente
- Implementación
- Convenciones de nombres y direccionamiento
- Levantamiento de todos los dispositivos
- Pruebas de todos los dispositivos
- Plan de construcción del piso
- Disposición de LAN/MAN
- Topología
- Localización de dispositivos
- Cableado
- Ubicación de recursos compartidos

- Ubicación de la Dirección y Administración de la red
- Calendario de mantenimiento

10.2 Matriz de responsabilidades.

Muchos grupos dentro de la compañía participan en el diseño de la red y su implementación. La activa participación de todos los grupos asegura la buena implementación y la continua operación de la red.

Ese grupo de responsabilidades son solo guías, cuando muchos de esos grupos caen sobre una sólo organización de soporte e ingeniería.

Planeación- proporciona la dirección de la futura arquitectura, planes de como los futuros servicios se integrarán y en que plataforma tecnológica residirán, y conceptos de diseño para la ingeniería.

Ingeniería de la red- proporciona toda la ingeniería de los requerimientos del usuario a través del diseño del acceso (y del backbone).

Servicio de Ingeniería- proporciona los mismos servicios como ingeniería, pero con el software, sistemas de control, y administración de la red con más de la orientación de software y servicios.

Orden de entrada/Orden de Suministro (OE/OP)- ordenes de acceso requerido y de circuitos del backbone, ordenes para acompletar circuitos, y suministro de los circuitos requeridos.

Administración de la red- proporciona todas las responsabilidades administrativas de los nodos, circuitos, direcciones para la red, administración de la configuración, administración de la base de datos, administración de la seguridad y reporte de rendimiento.

Facturación- Maneja la facturación de los clientes o el pago para el transporte de la red, acceso, hardware, software y cualquier otro aspecto de costo de la red.

Operaciones- instalar los dispositivos de la red (hardware y software), controlar la operación y el mantenimiento de la red una vez que es instalada, monitoreo de la red, estructura del soporte para el reporte de problemas y control de los mismos, monitoreo del rendimiento y soporte al cliente.

Pruebas- pruebas y control de problemas para todas las aplicaciones en los dispositivos de acceso en la red de acceso así como en el backbone, proporcionar componentes necesarios para realizar una prueba punto a punto de la red, y la certificación del vendedor del hardware y software.

Entrenamiento- asegura que todo el personal esté capacitado en todos los conocimientos necesarios para la administración y soporte de la red.

10.3 Definición de la Administración de la Red.

Ambrose Bierce, un autor Americano en el siglo 19, publicó un libro llamado *The Devil's Dictionary*, en el cual dió definiciones satíricas de varias palabras. Un movimiento reciente definió la administración de la red en términos de Bierce como:

“... el arte de hacer que una red aparente estar corriendo tranquilamente cuando en realidad esté balanceándose en el borde del desastre.”

10.3.1 Los usuarios demandan una mejor administración de la red.

Los clientes están demandando más control de las redes con la garantía de aumentar la disponibilidad y una recuperación rápida en caso de desastre. Los vendedores de equipo y servicios proporcionan tradicionalmente algún tipo de control y mantenimiento. Como la tecnología se ha improvisado y a su vez es compleja, los usuarios están demandando mejores formas de controlar y administrar sus sistemas.

La distribución de computadoras y la ampliación de la estructura organizacional ha causado el crecimiento de las redes. Los usuarios están interesados en que la administración de la red debe ser mejor, rápida, más precisa, menos cara, más integrada, fácil de usar, y disponible cuando se necesite, a un precio que los usuarios estén dispuestos a pagar.

10.3.2 Evolución de la administración de los elementos de la red.

En los 70's y los 80's el costo de procesamiento fué alto, así como las operaciones de la red fueron normalmente controladas por un centro principal. Una red centralizada fué vulnerable a un sólo punto de falla o catastrofe. Esta aproximación es similar a un ambiente de procesamiento centralizado de un mainframe. Hoy en día las PC's y estaciones de trabajo muestran una tendencia contraria. La administración de redes están también siguiendo esta tendencia.

Con frame relay, cell relay, y ATM y servicios SONET, el énfasis está en una mezcla de un inteligente CPE y avanzados elementos de transmisión que se monitoreen ellos mismos utilizando sistemas distribuidos de elementos de administración (DEM). Comites de estandares tal como ANSI T1 y X3, IEEE 802.X, y varios comites de CCITT/ISO ahora están creando estandares para la administración entre elementos de comunicaciones. Mientras el mundo está esperando los estándares, el mundo real de los vendedores y usuarios están

regularmente implementando aproximaciones. El "Simple Network Management Protocol" (SNMP) es un buen ejemplo de un estándar provisional.

10.3.3 Administración de una red según ISO.

ISO ha propuesto y publicado la estructura OSI para la administración de las redes el cuál usa dos principales protocolos: CMIS (Common Management In-Service protocol) y el CMIP (Common Management Information Protocol). Estos dos protocolos son para administrar redes multiprotocolo y de diferentes vendedores. CMIS es el vehículo para obtener información de los nodos de la red y enviarla hacia ellos. Este tiene un conjunto de servicios primitivos para generar reportes y recuperar información, controlando el conjunto de parámetros e iniciando acciones.

CMIS permite a los administradores de la red obtener información de la red, así como el valor de algún parámetro, de un protocolo de nivel de transporte. Esto también proporciona la disponibilidad para transmitir ciertos comandos de control, así como de poner tiempos de retransmisión o inicialización y pruebas de diagnóstico.

CMIP, es un conjunto de reglas gobernando cuanta información es intercambiada entre aplicaciones de sistemas separados de administración de redes. En el ambiente de multivendedores, desde que múltiples sistemas usan diferentes protocolos, CMIP es tomado como un "protocolo común" para interfaces de sistemas de múltiples vendedores. Con CMIP, la información es intercambiada los sistemas de administración de la red, mientras que CMIS es la gramática y el vocabulario de CMIP. CMIS identifica los servicios o funciones a ser comunicadas bajo CMIP entre aplicaciones de administración de la red.

10.3.4 Administración del vendedor de la red vs. OSI (CMIP(CMOL)/CMIS)

El forum de OSI ha propuesto un modelo que contiene 5 principales funciones para la administración de la red; administración de fallas, de configuraciones, de rendimiento, de seguridad y de contabilidad.

Las siguientes 10 áreas amplían los cinco puntos anteriores que varios vendedores actualmente están implementando:

Administración de configuración- proporciona la disponibilidad de monitorear y re-enrutar en bases dinámicas los cambios necesarios.

Administración de restablecimiento- Define una trayectoria de planes de recuperación y otros planes que han sido preprogramados para ser ejecutados cuando un desastre ocurra.

Administración de la base de datos- proporciona al usuario el significado de mantener la información lógica básica definida por la red en la base de datos de los usuarios.

Administración de operación- proporciona información concerniente a la operación presente del sistema incluyendo alarmas.

Administración de problemas- proporciona una administración en el registro de problemas en caso de problemas en línea, y un análisis histórico de los anteriores problemas registrados y su resolución.

Administración de Cuenta- proporciona información actual de la cuenta, formatos de facturas, métodos alternativos de llevar los gastos.

Administración de inventario y suministro- proporciona información referente a servicios de inventario, ordenes de entrada, y fechas de entrega.

Administración de tráfico- proporciona información de los patrones de tráfico actual, en transmisiones de tiempo real, y los patrones de tráfico pasado, siguiendo un análisis de troncales, análisis de datos de costo-rendimiento y así sucesivamente.

Administración del rendimiento proporciona información y reporta el actual rendimiento, por medio de transmisiones en tiempo real, y las tendencias históricas en el rendimiento de la red.

10.4 Facturación.

El esquema de facturación será basado en muchos factores:

- tecnología usada
- implementación de los protocolos
- tiempo que el circuito es utilizado
- número de de unidades de datos pasados en un cierto periodo de tiempo.
- número total de bytes

Los esquemas de facturación caen en tres categorías: fijado en costo, basado en uso o un híbrido de ambas. Esto es debido a que los usuarios sólo querran pagar solo por los datos enviados, no por el ancho de banda completo. El proveedor de servicio quien ofrece servicios conmutados establecerá una estructura de precios que haga a servicios como frame relay y SMDS efectivos en costo para velocidades de tráfico variable. Cada tarifa, sobre un análisis, muestra claramente el punto de ruptura entre comprar una línea privada o tener un servicio conmutado.

10.5 Seguridad

La seguridad en la red debe ser claramente definida en el plan de ingeniería, y debe ser estrictamente administrada. Ramas de seguridad pueden ser clasificadas como búsqueda u obtención de información, modificación, cambios permanentes, o robo. La forma más fácil de perder el control de la red es por medio de una insuficiente seguridad. Existen dos modos fundamentales de seguridad: acceso y transmisión.

Seguridad en la transmisión puede ser implementada por medio de modems protegidos con password, dispositivos de transmisión encriptadores, y una variedad de otros puntos de acceso a la red. Tecnologías como ATM y SONET tienen sus propios formas de seguridad de transmisión esto debido a que si es intervenido un circuito y es leído el flujo de datos no tiene algún significado.

La seguridad también puede ser implementada a varios niveles del protocolo dentro de la red, dentro del hardware, software y servicios de la computadora. Los filtros para el control de acceso son realizados inicialmente a niveles de aplicación, red y enlace de datos. Tal vez, el mejor control de seguridad es al nivel de la aplicación del usuario. Aquí, la protección por uso ilegal de la red es ganada a través de:

- nombres de usuarios
- passwords
- tiempo de vida de los passwords
- bloqueo de usuarios
- clave de identificación de usuario
- no realizar eco del password en pantalla
- asegurar caracteres no alfanuméricos
- ajustar la administración y control
- passwords para cada usuario y uno sólo
- explorador de huella dactilar o retina del ojo, etc

10.6 Capacitación

El proceso de capacitación puede empezar tan pronto que el diseño de la red está hecho, y puede empezar cuando el vendedor es seleccionado. También, permite al vendedor proporcionar material para la capacitación actual como práctica. La capacitación debe cubrir como mínimo:

- Capacitación del usuario tan pronto como sea posible
- Conceptos y arquitectura
- operación básica
- hardware y software
- instalación
- administración de la red
- técnicas avanzadas
- documentación

La capacitación es fundamental y crítica para quienes instalarán y configurarán el hardware y software.

PARTE V. Caso Práctico (Diseño de la Red Pública de Datos TELNORPAQ)

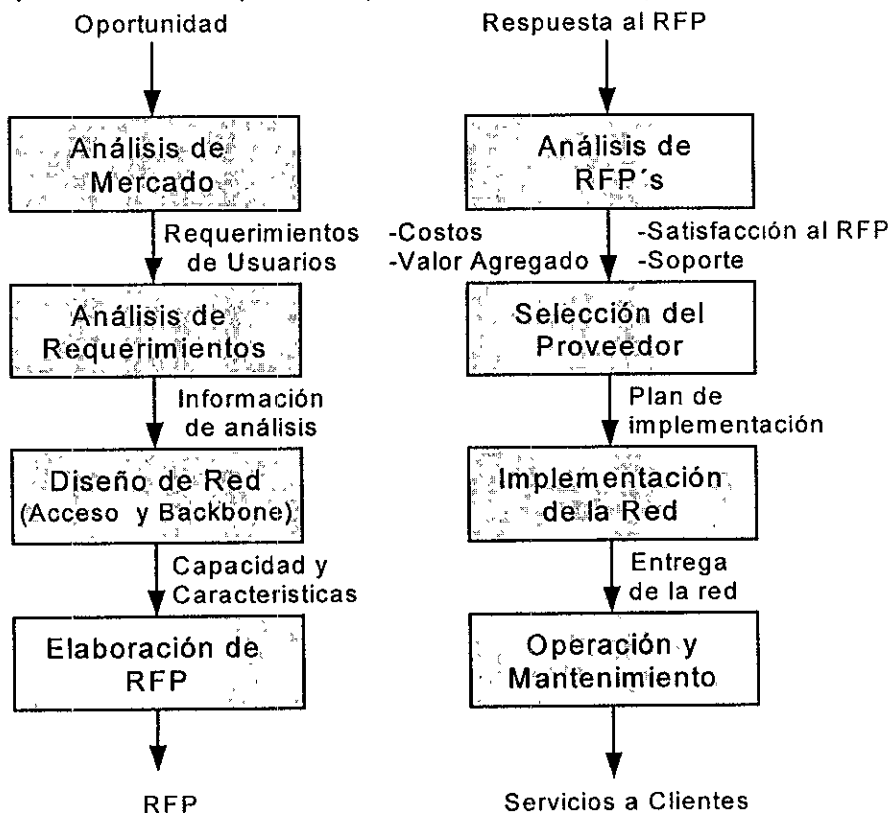
Capítulo 11 Caso Práctico.

Como resultado de la gama de conocimientos en los capítulos anteriores llegamos a la parte crítica de todo trabajo que es aplicar dicho aprendizaje en un caso real. Por lo cual el presente capítulo pretende mostrar al lector la serie de pasos fundamentales que nos permitirán diseñar una Red de Datos la cual satisficará las necesidades de comunicación de varias empresas en una región definida.

11.1 Acotamiento del proyecto

Para alcanzar este objetivo realizamos un análisis de la teoría para obtener un modelo general que nos permitiese acotar el proyecto y con esto definir la serie de pasos generales que sirvan de guía para la conclusión del mismo.

A continuación presentamos los pasos que se definieron como importantes, que nos llevan desde el análisis de requerimientos del mercado en ese momento, hasta la puesta en operación de la red que servirá para dar los servicios requeridos por los clientes.



11.2 Análisis de Mercado.

El primer paso de cualquier proyecto es identificar las necesidades a satisfacer dentro de un grupo de entes, los cuales en este caso son empresas que requieren servicios de comunicación que les permitan intercambiar información dentro o fuera de la misma de una forma confiable, rápida y a un costo justificable.

Se seleccionó a la región del Noroeste debido a sus características económicas ya que grandes corporaciones han establecido sucursales en esta región por su cercanía con Estados Unidos y por lo mismo su crecimiento económico en los diferentes sectores de trabajo.

El análisis de mercado, es decir los clientes potenciales que requieran servicios de comunicación, fué realizado por la empresa telefónica de la región, TELEFONOS DEL NOROESTE "TELNOR".

Durante el desarrollo de este análisis se procedió a obtener una lista de clientes que tuviesen una gran cantidad de líneas privadas utilizadas para satisfacer sus necesidades de comunicación en ese momento.

Estos clientes evidentemente pagaban grandes sumas de dinero por las rentas mensuales de dichas líneas. Otro factor importante es el hecho de que en esa región no existía algún proveedor de servicios de transporte de datos públicos, por lo que varias empresas estaban interesadas en proveer un servicio de esa naturaleza en esa región, con lo cual grandes usuarios de líneas privadas iban a tener una opción más barata y eficiente de intercambio de información.

Además de esto TELNOR en este momento ya contaba con la tecnología digital en sus medios que es la base importante de este proyecto.

Debido a los hechos anteriores en TELNOR surgió la inquietud de mantener a sus clientes dandoles un valor agregado a sus servicios: PROPORCIONAR UNA RED DE TRANSPORTE DE DATOS PUBLICA EN LA REGION.

Para esto TELNOR procedió a hacer una indagación directamente con los clientes para obtener información de las necesidades actuales y futuras a corto plazo de cada uno de ellos.

11.3. Definición de requerimientos de los clientes.

Como primer paso, para la obtención de información de necesidades de los clientes se generó un cuestionario que debían de contestar, esto con el fin de tener un panorama de las aplicaciones y topología de los clientes además de su logística de transporte de datos.

A grandes rasgos un cuestionario hacia el cliente debe de contener lo siguiente:

- Topología actual del esquema de comunicación y equipos utilizados o a utilizar.
- Situación geográfica de las localidades que requieren del servicio
- Protocolos utilizados.

- Tipo de aplicaciones (transaccionales, transferencia de archivos, otras)
- Volumen de datos en Kbytes transmitidos por tipo de aplicación.
- Horas pico
- Lógica de ruteo del tráfico de las aplicaciones.
- Migraciones en aplicaciones y tecnología proyectadas a corto plazo
- Crecimiento esperado a corto plazo.
- Disponibilidad requerida

11.4 Análisis de Requerimientos.

Después de recopilar los cuestionarios hechos a los clientes además de haber realizado reuniones con los mismos para detallar algunas dudas, se procede a realizar un análisis de esta información.

Durante este análisis se definieron los siguientes clientes en función de la cantidad de sucursales instaladas:

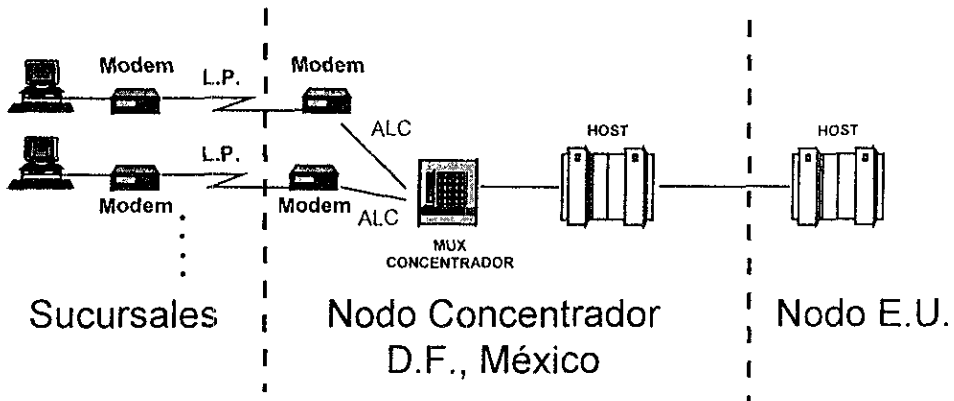
- Sabre
- Gigante
- Alphacom
- Telnor
- Otros

Para el caso de "Otros" se clasificaron dentro de este grupo a los clientes que no tienen cantidades significativas de servicios pero que si embargo en conjunto representan una parte importante de clientes que manejan en menor proporción servicios que los grandes usuarios tienen.

A continuación se presenta un resumen del análisis de los clientes anteriormente citados.

Sabre

- Topología, conectividad y flujo de tráfico.



La aplicación es de tipo transaccional, accediendo a base de datos localizada en Host Central en México. Este Host está en línea con el Host en E.U. La conexión de la Terminal es por medio de conectores V.24

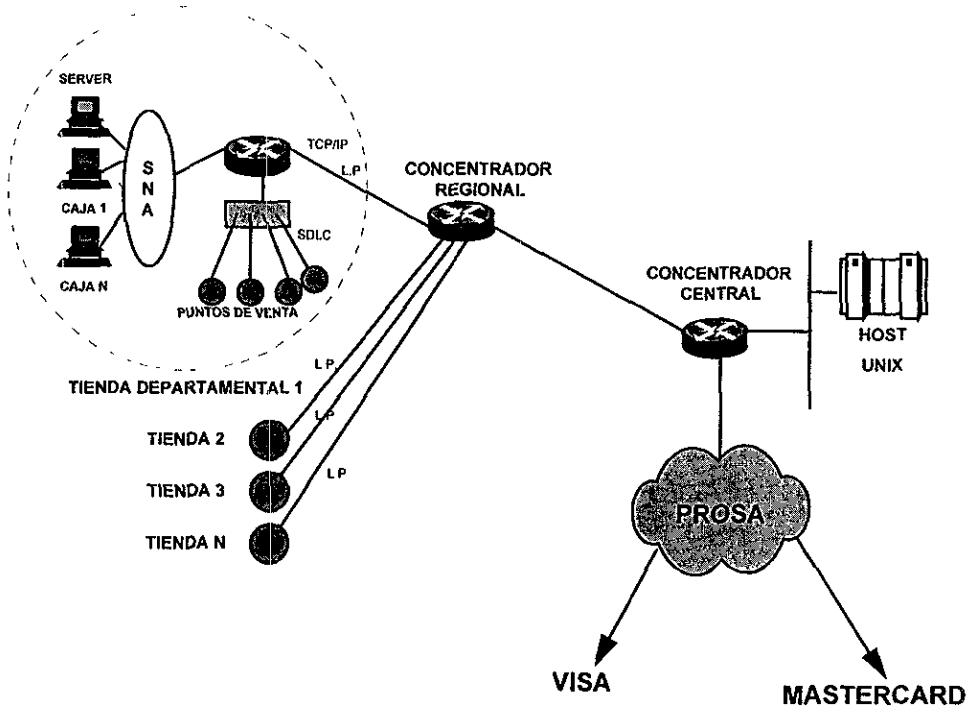
- Tipo de Aplicaciones
Aplicaciones transaccionales.
- Volúmen de datos transmitidos por aplicación en horas pico.
Las aplicaciones transmiten 128 bytes para consulta y como respuesta el host envía 1Kbyte.
- Número de Sesiones por sucursal en horas pico.
1 sesión por sucursal
- Horas Pico
De 10:00 a 12:00 y de 15:00 a 17:00
- Retardos soportados por la aplicación
El retardo soportado es de 3 segundos.
- Protocolos utilizados
ALC que es un protocolo propietario de NCR y se realizará una migración a X.25.
- Migración de aplicaciones y tecnología a corto plazo.
Migración de aplicaciones de ALC a X.25, esto debido a que se va a utilizar el mismo host que soporta X.25.

En un futuro se cambiará a una aplicación cliente-servidor soportada por TCP/IP.

- **Crecimiento esperado a corto plazo (1 año)**
Actualmente tiene 118 sucursales distribuidas en esta región y pretende tener un crecimiento de 40 sucursales en el próximo año es decir un 30% aproximadamente.

Gigante

- Topología, conectividad y flujo de tráfico.



Todas las tiendas departamentales tienen un servidor local que es el que tiene el inventario local y los precios de los productos. Este servidor y el de todas las sucursales tiene comunicación con un Host Central que es quien tiene el concentrado del inventario de todas las tiendas y es en donde se generan los pedidos y la contabilidad de la empresa en México.

Otro servicio con el que cuentan las tiendas son los puntos de venta que permite que los clientes paguen con tarjetas de crédito ya que se tiene comunicación desde el nodo central con PROSA que es el organismo concentrador que tiene comunicación con todos los Bancos para tener la consulta de crédito.

Para la conexión a su red, todas las tiendas tienen canales de 64 Kbps con conectores V.35.

- Tipo de Aplicaciones.

Las cajas tienen acceso a servidor local por medio de una aplicación SNA. Esquema de actualización de inventario en Host Central por medio de transferencias de archivos de forma periódica durante todo el día, además de actualización de precios en el servidor local de sucursal.

Maneja aplicaciones corporativas usando la misma red local, como ejemplo Control de recursos humanos y la contabilidad.

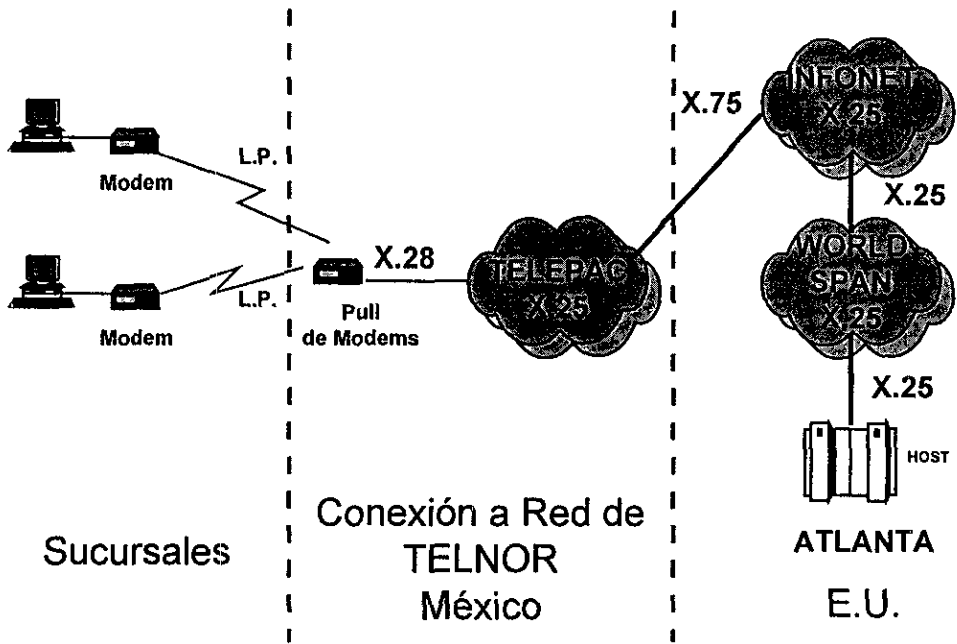
Otra aplicación muy importante que les gustaría implementar es el uso de la red pública de datos para la transmisión de tráfico de voz generado entre las sucursales y sus oficinas corporativas en las Cd. de México.

El servicio de puntos de venta es una aplicación que corre sobre SDLC que tienen acceso al TANDEM de PROSA.

- **Volúmen de datos transmitidos por aplicación en horas pico.**
Las transferencias de archivos para actualización de inventarios son de 2 Mbytes por sucursal en promedio 2 veces al día a las 11:00 y a las 17:00 hrs
La transferencia de actualización de precios en los servidores locales de las tiendas es de 2 Mbytes a las 1:00 de la mañana.
La transferencia de corte del día es a las 2:00 AM.
Los puntos de venta realizan transacciones de aproximadamente 128 bytes cada una.
- **Número de Sesiones por sucursal en horas pico**
20 sesiones locales por sucursal y 1 sesión remota para los file transfers durante el día.
- **Retardos soportados por la aplicación**
En la parte de la aplicación que hace las consultas locales no existe problema de retardo y en los file transfers no aplica.
En el sistema de crédito con el uso de las terminales de venta existe un máximo retardo a soportar que es de 3 segundos antes de considerar la transacción cancelada.
- **Horas Pico**
De 13:00 a 16:00 y de 19:00 a 23:00.
- **Protocolos utilizados**
SNA en la aplicación de las cajas, SDLC en los puntos de venta y TCP/IP para las aplicaciones corporativas.
- **Migración de aplicaciones y tecnología a corto plazo.**
Se pretenden mejorar las aplicaciones siendo estas cliente-seridor utilizando TCP/IP como protocolo.
- **Crecimiento esperado a corto plazo (1 año)**
Se espera un crecimiento de 15 sucursales distribuidas en toda esta región de las 32 que actualmente existen.

Alphacom

- Topología, conectividad y flujo de tráfico.



Alphacom maneja una aplicación transaccional que tiene acceso asincrono a la red de TELEPAC que a su vez tiene comunicación con la red de INFONET que sirve de conxión a la red de WORLD SPAN, que es en donde se encuentra el Host que maneja la base de datos del sistema de reservación de boletos de Aerolíneas.

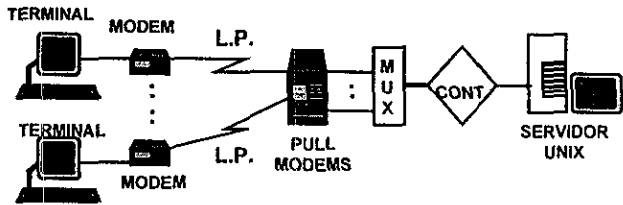
Todas las terminales se conectan a TELEPAC por medio de modems y conectores V.24.

- Tipo de Aplicaciones
Aplicacion transaccional.
- Volumen de datos transmitidos por aplicación en horas pico.
1128 Bytes por transacción incluye respuesta.
- Número de Sesiones por sucursal
1 sesión por sucursal.
- Retardos soportados por la aplicación
3 segundos
- Horas Pico
11:00 a 19:00

- Protocolos utilizados
X.28, X.25 y X75
- Migraciones de aplicaciones y tecnología a corto plazo.
Migración de aplicación a TCP/IP no a corto plazo.
- Crecimiento esperado a corto plazo (1 año)
Se espera un crecimiento de 40 sucursales sumadas a las 60 sucursales que actualmente están distribuidas en esta región.

Telnor

- Topología, conectividad y flujo de tráfico.



Las aplicaciones representativas de Telnor son el control de la Contabilidad y Costos, Nómina, Almacenes, Cobros, Reporte de Fallas e Instalaciones y Servicios.

En general estas aplicaciones se concentraban en varios servidores unix o microvax de Digital el cual daba acceso a terminales remotas, este esquema obsoleto se instaló con la justificación de que se utilizaría la propia infraestructura de medios con que contaba TELNOR en ese momento.

- Tipo de Aplicaciones
Transaccionales con accesos asincronos por medio de una terminal remota.
- Volumen de datos transmitidos por aplicación
Se transfiere toda la pantalla de terminal es decir 1024 bytes ya que la terminal es tonta.
- Número de Sesiones por sucursal en horas pico.
2 sesiones por sucursal.
- Retardos soportados por la aplicación
Existiendo el enlace sólo se realiza una emulaión de terminal, es decir la aplicación corre en el servidor. No aplica este retardo.
- Horas pico
De 9:00 a 17:00 hrs.

- **Protocolos utilizados**
No aplica ya que la transmisión es asincrónica.
- **Migraciones de aplicaciones y tecnología a corto plazo.**
Desarrollo de aplicaciones cliente-servidor que utilizarán TCP/IP como protocolo y conexión a la red Frame Relay que se tiene planeada. Aunque se seguirán teniendo aplicaciones X.28 y X.25.
- **Crecimiento esperado a corto plazo (1 año)**
Migración de todos los ambientes accedendo a una red de transporte de datos en X.28, X.25 y Frame Relay para hacer mejor uso de los medios y los recursos de cómputo.
Actualmente se tienen definidas en la región 150 servicios distribuidos principalmente en Tijuana Mexicali y Ensenada.

Otros

En los esquemas anteriores se muestran los clientes más representativos en cuanto al número de sucursales y el tipo de aplicaciones.

Dentro de la clasificación de "Otros" se incluyeron a todos los clientes que tienen aplicaciones cliente servidor en base a TCP/IP pero que sin embargo su esquema de red utilizado es de tipo jerárquico con enlaces privados punto a punto.

El total de sucursales que suman todos estos clientes es de 27.

Se puede mencionar Kenworth, maquiladoras, tiendas departamentales etc.

11.5 Diseño de la Red.

Hasta el momento ya tenemos información valiosa de los clientes potenciales, la cual nos permite conocer el tipo de protocolos que están utilizando, flujo y características de tráfico, cantidad de servicios, además del volumen de tráfico generado por cada aplicación.

El objetivo de esta parte se resume en obtener lo siguiente:

1. Definición de protocolos de transporte y acceso
2. Capacidad de puertos y tipo de puertos por nodo
3. Definición de Topología
4. Capacidad en conmutación de paquetes por Nodo
5. Anchos de banda de las troncales de Backbone
6. Capacidad Futura
7. Disponibilidad esperada

1. Definición de protocolos de transporte y acceso

Para definir este importante parámetro (debido a que es el que guiará que tipo de tecnología se utilizará en la red), se deben considerar cuidadosamente 3 factores que a continuación mencionamos:

- Protocolos utilizados y a utilizar por los usuarios.

Como se puede observar de los requerimientos de nuestros clientes, la fase del cambio de medios analógicos a digitales ha llevado a nuestros usuarios a utilizar protocolos como SNA, X.25 y X.28 los cuales como sabemos son idóneos para medios ruidosos y de baja velocidad, pero gracias al cambio de la infraestructura de los medios analógicos a los medios digitales (usando fibra óptica) varios de los clientes ya tienen aplicaciones cliente/servidor o están pensando en esta migración por lo que utilizan arquitecturas como TCP/IP, además de observar que los clientes están ansiosos de obtener más anchos de banda pero con menores costos para optimizar sus aplicaciones y así mejorar la productividad de su negocio.

- Situación de la infraestructura del país en la Región Noroeste

Telnor como promotor de los avances tecnológicos fue el primero en iniciar con la fase de digitalización de los medios de transporte del país, sin embargo el tipo de medios digitales utilizados varía en los siguientes anchos de banda a utilizar tanto por el propio Telnor como para proveer servicios al público en general de 64kbps a 34 Mbps (solo en casos especiales) por lo que generalmente el tipo de enlace soportado en la actualidad es de submúltiplos de E1s (considerando la posibilidad de canalización a circuitos de 64kbps).

- Selección de la Tecnología a utilizar.

Existen varias tecnologías de conmutación que podrían satisfacer las necesidades de los usuarios entre las cuales se pueden mencionar X.25, SMDS, ATM, Frame Relay. Pero es importante mencionar que actualmente varias de estas tecnologías no se encuentran totalmente estandarizadas o maduras por lo cual estarían sujetas a muchos cambios y problemas, entre estas tecnologías destaca la de ATM.

En el caso de X.25, esta tecnología está orientada a medios ruidosos y para garantizar que los datos de los clientes llegaran correctamente se deben de realizar chequeo de errores entre nodos por lo que esto generaba un overhead en la red que con los medios digitales que ya se están ofreciendo ya no es necesario realizarlo.

Considerando los puntos anteriores se puede llegar a una decisión que es la de instalar una red de servicio público de datos con tecnología Frame Relay, pero que soporte en acceso protocolos como el de X.25, X.28, SDLC (SNA), Frame Relay UNI. Esta decisión se basa en el hecho que frame relay es una tecnología totalmente madura en cuanto a sus especificaciones, que soporta el transporte de aplicaciones cliente/servidor gracias a su capacidad de proveer ancho de banda por demanda, así como por el hecho de que aprovecha eficientemente los medios digitales y es idónea para los anchos de banda actualmente proporcionados en el país (ATM para ser eficiente requiere anchos de banda mínimos a 45 Mbps) y finalmente porque las especificaciones de ATM proveerán el soporte de Frame Relay como acceso con lo cual se garantiza un crecimiento y escalabilidad sin impactar demasiado en los costos ocasionados por el cambio de tecnologías e infraestructuras de equipo.

2. Capacidad de puertos y tipo de puertos por nodo

Del análisis de requerimientos se obtuvo la distribución de todas las sucursales en la región, estas sucursales tienen una distribución en base a la infraestructura de comunicaciones existente hasta este momento. Como se puede observar en la siguiente tabla las ciudades de mayor concentración de sucursales son:

- Tijuana
- Mexicali
- Ensenada
- Hermosillo

Esto no es casualidad ya que en estas ciudades es donde existe un flujo económico importante y esto sirvió como pauta para definir la distribución de servicios de comunicación instalados por TELNOR en esa región. Cabe mencionar que en Tijuana y Mexicali existe un POP de comunicación hacia Estados Unidos.

A continuación se presenta el resumen de servicios en cada ciudad además ya se encuentran agrupadas las ciudades por nodo.

Esta agrupación por nodo se definió en función de la situación geográfica de las ciudades y de la infraestructura digital que TELNOR tiene disponible.

Localidad	Cientes	Sabre	Gigante	Alphacom	T e l n o r			Otros	Total
	X.25	F.R.	X.28	X.25	X.28	F.R.	F.R.		

Tijuana	25	7	20	34	16	23	14	139
Tecate	4	0	4	11	0	0	0	19
La Mesa	4	2	5	0	0	0	0	11
La Misión	5	0	3	0	0	0	0	8
El Rosarito	4	1	2	0	0	0	0	7
Primo Tapia	1	1	1	0	0	0	0	3
Valle Palmas	1	2	2	0	0	0	0	5
Plan Libertador	1	2	2	0	0	0	0	5
La Presa	1	2	2	0	0	0	0	5
L. Echeverria A.	1	2	2	0	0	0	0	5
Subtotal	47	19	43	45	16	23	14	207

Mexicali	10	2	5	18	7	10	10	62
La Rumorosa	0	0	1	0	0	0	0	1
Calexico	0	0	1	0	0	0	0	1
Cerro Prieto	2	0	0	0	0	0	0	2
Sn Luis Rio Colorado	2	0	2	0	0	0	0	4
Yuma	2	0	2	0	0	0	0	4
Subtotal	16	2	11	18	7	10	10	74

Ensenada	2	3	3	16	13	2	3	42
El Sauzal	1	1	0	0	0	0	0	2
R. S. Taboada	1	1	0	0	0	0	0	2
Sto. Tomás	1	1	0	0	0	0	0	2
L. Cárdenas	1	2	1	0	0	0	0	4
Subtotal	6	8	4	16	13	2	3	52

Hermosillo	10	3	1	0	0	10	10	34
Bahía Kino	5	0	0	0	0	0	0	5
Cd. Obregón	5	0	0	0	0	0	0	5
M. Alemán	1	0	0	0	0	0	0	1
Caborca	3	0	0	0	0	0	0	3
Nogales	2	0	0	0	0	0	0	2
Guaymas	5	0	0	0	0	0	0	5

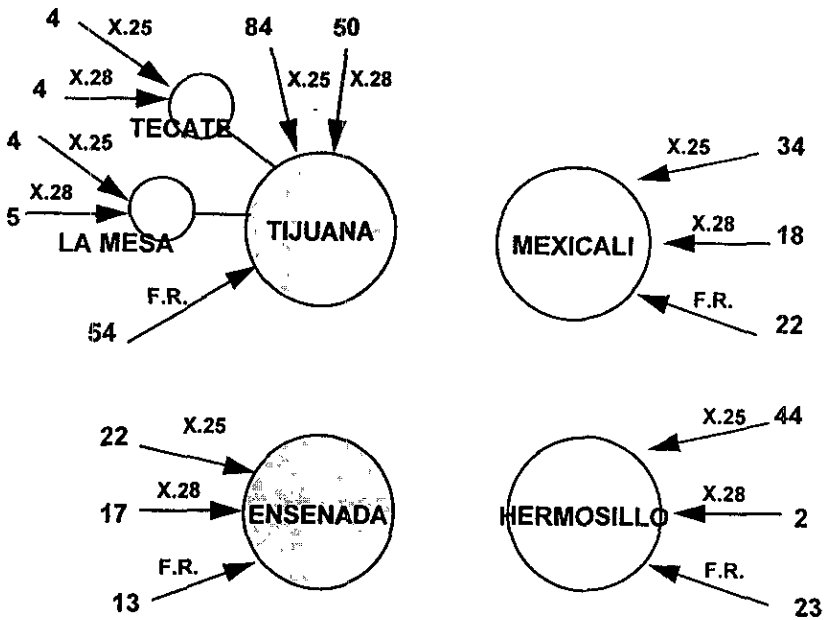
Sn nicolas	2	0	0	0	0	0	0	2
Agua Prieta	1	0	0	0	0	0	0	1
Navojoa	1	0	0	0	0	0	0	1
Los Mochis	2	0	0	0	0	0	0	2
Los Cabos	4	0	1	0	0	0	0	5
Sta. Rosalia	3	0	0	0	0	0	0	3
Subtotal	44	3	2	0	0	10	10	49

Total x cliente	113	32	60	79	36	45	37	402
------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------

Hasta el momento ya tenemos definidos la distribución de ciudades por nodo, es decir en que ciudad finalmente se concentrará el tráfico de todas las ciudades de su región. Esto no quiere decir que todos los servicios de las ciudades agrupadas en un nodo deben de llegar al mismo, ya que volveríamos al esquema de concentración punto a punto y no aprovecharíamos los anchos de banda como es debido.

Podemos observar que muchas de las aplicaciones en ciudades cercanas a Tijuana se manejarán aplicaciones X.28 y X.25 las cuales podemos concentrar en subnodos más pequeños y que nos podrán generar un mejor uso de los medios disponibles. Estas ciudades son la Mesa y Tecate que nos permitirán concentrar servicios X.25 y X.28 que son los que más predominan en esa parte de la región.

Esquemáticamente la distribución de puertos quedaría de la siguiente forma:



En resumen tenemos que el requerimiento es de 4 nodos principales (Tijuana, Mexicali, Ensenada y Hermosillo) que son los que soportarán la mayor parte de los servicios y 2 nodos secundarios (Tecate y La Mesa) que concentrarán servicios asincrónicos y X.25. La capacidad en servicios de usuario por nodo se presenta a continuación, además es tiempo de considerar el crecimiento esperado en la red.

En relación al crecimiento esperado, analizando el esperado por los clientes además de realizar un estudio de crecimiento económico de los últimos años en la región se considera un crecimiento del 40% en los próximos 4 años. En la siguiente tabla se presenta la capacidad inicial requerida.

Nodo	X.25	X.28	F. Relay	Total
Tijuana	84	50	54	188
Mexicali	34	18	22	74
Ensenada	22	17	13	52
Hermosillo	44	2	23	69
Tecate	4	4	0	8
La Mesa	4	5	0	9
Total	192	96	112	400

La tabla que se presenta a continuación ya considera el crecimiento esperado cuyos datos nos sirvan para realizar los siguientes análisis.

Nodo	X.25	X.28	F. Relay	Total
Tijuana	102	84	75	261
Mexicali	47	26	30	103
Ensenada	30	23	18	71
Hermosillo	61	2	30	93
Tecate	7	5	0	12
La Mesa	5	6	0	11
Total	252	146	153	551

En la tabla anterior se tienen el tipo de servicios que se tendrán que concentrar en los nodos pero es necesario definir el tipo de interfaz con que se recibirán estos servicios en función de la velocidad de transmisión de datos, para esto tenemos las siguientes definiciones:

- Los puertos V.24 manejan rangos de velocidad de 9600 a 38400 bps.
- Los puertos V.35 manejan rangos de velocidad de multiples de 64 Kbps hasta 256 Kbps
- Los puertos G.703 manejan rangos de velocidad de E1's canalizados es decir múltiplos de 64 kbps o el E1 completo.
- Los servicios X.28 se recibirán en puertos V.24. asincronos.
- Los servicios X.25 se pueden recibir en puertos V.24 sincronos o V.35.
- Los servicios Frame Relay se reciben en G.703.

En base a las definiciones citadas y los servicios que se recibirán por nodo se tiene lo siguiente:

Nodo Tijuana.

- Para los servicios X.28 se requieren **84 puertos V.24 asincronos.**
- Para los servicios X.25 se define que el 10% de los puertos van a ser V.35 y los restantes V.24.
Por lo que se requieren **10 puertos V.35 y 92 V.24 sincronos.**
- Para los servicios Frame Relay se requieren **3 puertos G.703** para recibir hasta 93 canales de 64Kbps o 3 E1's completos.

Nodo Mexicali

- Para los servicios X.28 se requieren **26 puertos V.24 asincronos.**
- Para los servicios X.25 se define que el 10% de los puertos van a ser V.35 y los restantes V.24.
Por lo que se requieren **5 puertos V.35 y 42 V.24 sincronos.**
- Para los servicios Frame Relay se requieren **1 puertos G.703** para recibir hasta 31 canales de 64Kbps o 1 E1's completos.

Nodo Ensenada

- Para los servicios X.28 se requieren **23 puertos V.24 asincronos.**
- Para los servicios X.25 se define que el 10% de los puertos van a ser V.35 y los restantes V.24.
Por lo que se requieren **5 puertos V.35 y 25 V.24 sincronos.**
- Para los servicios Frame Relay se requieren **1 puertos G.703** para recibir hasta 31 canales de 64Kbps o 1 E1's completos.

Nodo Hermosillo

- Para los servicios X.28 se requieren **2 puertos V.24 asincronos.**
- Para los servicios X.25 se define que el 10% de los puertos van a ser V.35 y los restantes V.24.
Por lo que se requieren **10 puertos V.35 y 51 V.24 sincronos.**
- Para los servicios Frame Relay se requieren **1 puerto G.703** para recibir hasta 31 canales de 64Kbps o 1 E1's completos.

Nodo Tecate

- Para los servicios X.28 se requieren **5 puertos V.24 asincronos.**
Para los servicios X.25 se requieren **7 V.24 sincronos.**

Nodo La Mesa

- Para los servicios X.28 se requieren **6 puertos V.24 asincronos.**
Para los servicios X.25 se requieren **5 V.24 sincronos.**

A continuación se presenta el resumen de puertos de acceso a los usuarios requeridos por nodo.

Nodo	V.24 Sinc.	V.24 Asin.	V.35	G.703	Total
Tijuana	92	84	10	3	189
Mexicali	42	26	5	1	74
Ensenada	25	23	5	1	54
Hermosillo	51	2	10	1	64
Tecate	7	5	0	0	12
La Mesa	5	6	0	0	11
Total	222	146	30	6	404

3. Definición de Topología

Un punto importante después de haber definido los nodos de concentración y la cantidad y tipo de puertos por nodo es la definición de interconexión de estos nodos es decir la Topología de la Red.

Para esto se deben de tomar en cuenta el flujo de tráfico de las aplicaciones y en que nodo se concentrarán, esto será fundamental para definir la capacidad que deben de tener los nodos y los enlaces de interconexión entre ellos, es decir, las troncales entre nodos, además es muy importante conocer la concentración de sucursales por nodo.

Con estos dos parámetros podemos definir una topología que soporte el tráfico y salidas de los nodos esperado.

3.1 Residencia de las aplicaciones.

En resumen tenemos información de cada cliente sobre la residencia de sus aplicaciones:

- Sabre tiene el objetivo de que la base de datos de su aplicación recida en TULSA, Estados Unidos.
- Para Gigante su host concentrador se encuentra en México.
- Alphacom su aplicación recide en Atlanta via la red INFONET, y su salida es por Tijuana.
- Telnor pretende que sus aplicaciones recidan en Tijuana y que exista intercambio de información con México.
- Otros, estos clientes tienen su presencia de aplicaciones principalmente en Tijuana.

Como podemos observar las aplicaciones de TELNOR y Otros se concentran en Tijuana esto nos indica que el flujo de tráfico de todas las sucursales de estos clientes tendrán que llegar a este nodo.

Para el caso de Sabre y Alphacom su destino es E.U. es decir requieren una salida internacional.

Para Gigante el tráfico se dirigirá a México.

3.2 Concentración de usuarios por nodo.

Es importante saber cual es la concentración de usuarios que tenemos por nodo de los diferentes clientes, ya que esto nos servirá como parámetro para definir las salidas internacionales y a México de los nodos definidos en la red en función de la concentración de los mismos.

En resumen tenemos la siguiente concentración de clientes por nodo.

	Tijuana	Mexicali	Ensenada	Hermosillo	Total
Sabre	47	16	6	44	113
Gigante	19	2	8	3	32

Alphacom	43	11	4	2	60
Telnor	84	35	31	10	150
Otros	14	10	3	10	27
Total	207	74	52	69	402

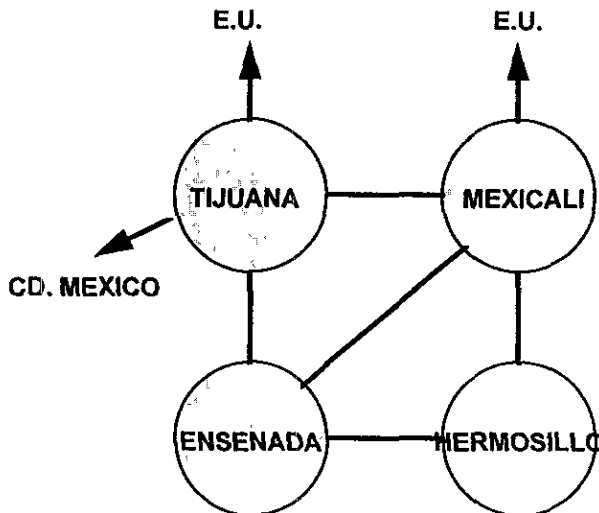
3.3 Definición de la Topología y troncales de salida

Después de haber analizado la residencia de las aplicaciones en suma a la concentración de usuarios por nodo ya tenemos la información necesaria para poder definir la topología de la red.

Los nodos principales son muy claros, estos son Tijuana, Mexicali, Ensenada y Hermosillo. Como observamos en la tabla de concentración de los clientes el Nodo Tijuana tiene una alta concentración de servicios es decir se vuelve crítico este nodo.

También sabemos que requerimos salidas internacionales las cuales pueden estar en Mexicali y Tijuana, con esto podemos concluir que estos dos nodos son los más importantes como salida y respaldo de la topología que se defina, además para llegar a México se hace a través de Tijuana lo que lo hace más crítico.

Pero primero definamos la interconexión entre estos nodos. A continuación presentamos una topología que consideramos idónea para esta red, la cual es una semimalla, con salidas internacionales en Mexicali y Tijuana y una conexión a México a través de Tijuana, además de tomar en cuenta la distribución de tráfico de aplicaciones entre nodos.



Como habíamos visto Mexicali y Tijuana son nodos importantes de salida por lo que de alguna forma debemos garantizar que Ensenada y Hermosillo tengan llegada a estos nodos. Debido a esto nos inclinamos por una topología semimallada, la definición de conexión de los nodos se debe a las siguientes consideraciones:

- Es obvio que debe de haber una **conexión entre los nodos Mexicali y Tijuana** esto debido al constante intercambio de información que debe de existir entre ellos.
- Para el nodo **Ensenada**, mucho del tráfico tiene concentración en **Tijuana** por lo que es importante que exista una conexión entre estos nodos.
- La salida a **México** más idónea según la infraestructura digital de TELNOR es por **Tijuana**.
- En **Tijuana** se encuentran concentrados un 60% de servicios de Alphacom y de Gigante los cuales requieren una salida a E.U. y México respectivamente, debido a esto es conveniente definir que la **salida de Alphacom a E.U.** sea a través de este nodo y por otro lado **Gigante** no tiene problema ya que **su salida a México será por este mismo nodo**.
- En **Hermosillo** existe un gran número de servicios de **Sabre** los cuales **requieren una salida a E.U.** para esto podríamos tener una salida por Tijuana, pero como sabemos este nodo está muy cargado por lo que podemos usar la salida que tenemos en **Mexicali** para esta aplicación. Además tenemos otros servicios que requieren llegar a Tijuana.
- Para tener una topología semimallada debemos definir la conexión entre Hermosillo y Ensenada para que el tráfico generado en Hermosillo tenga salida hacia Tijuana vía Ensenada. Además de lo anterior definimos la conexión de Ensenada a Mexicali ya que esto nos va a servir para poder garantizar que en caso de fallas graves en enlaces podamos tener respaldo de los mismos.

Con la definición de esta topología tenemos las siguientes ventajas:

- Respaldo entre nodos
- Respaldo en salidas internacionales a través de Mexicali o Tijuana y en su defecto por México
- Distribución del tráfico de tal forma de no saturar a Tijuana.

4. Capacidad en conmutación de paquetes por Nodo

El siguiente paso, después de haber definido la capacidad en puertos de usuario por nodo y la Topología, es definir la capacidad de conmutación de paquetes que deben de tener los nodos en función de:

- Topología de la Red.
- Flujos del Tráfico en la Red y salidas de las aplicaciones.
- Servicios concentrados por nodo

- Nodo donde se concentrarán las aplicaciones
- Volúmen de datos transmitidos por aplicación

Para la obtención de la capacidad de conmutación por nodo debemos tomar las siguientes consideraciones:

a) Los nodos que manejarán todo este tráfico son los nodos principales, es decir:

- Tijuana
- Mexicali
- Ensenada
- Hermosillo

b) En el caso de Tijuana consideramos que los nodos secundarios conectados a este finalmente se procesarán en el nodo Tijuana por lo que sumarán los servicios de estos 2 nodos secundarios al nodo principal. Esto con el fin de realizar el análisis de capacidad que es requerida.

c) El análisis se realizará en base a datos de tráfico en horas pico y sin considerar inicialmente el crecimiento.

d) El crecimiento esperado que es de 40% se agregará al final de cada resultado de análisis.

e) La ruta de Hermosillo a Tijuana será a través de Mexicali.

4.1 Análisis de tráfico entrante local por nodo.

Para este análisis sólo estamos considerando el tráfico que entra en el nodo procedente de los clientes que se encuentran conectados directamente al mismo. Una consideración importante para este punto es que no se está contabilizando el tráfico de troncales.

A continuación se presentan todos los nodos y el tráfico que deben manejar cada uno de ellos.

Tijuana

	Sucursales	Bytes/sesión	ses-Trans/hr.	Total	
Sabre x.25	47	1,128	30	1,590,480	
Gigante f.r.	32	32,000	100	102,400,000	
Alphacom x.28	60	1,128	30	2,030,400	
Otros F.R.	37	32,000	100	118,400,000	
Telnor F.R.	45	32,000	200	288,000,000	
Telnor x25,x.28	115	1,024	20	2,355,200	
Total	336			514,776,080	Bytes/hr.

Mexicali

	Sucursales	Bytes/sesión	ses-Trans/hr.	Total	
Sabre x.25	113	1,128	30	3,823,920	
Gigante f.r.	2	32,000	100	6,400,000	
Alphacom x.28	11	1,128	30	372,240	
Otros F.R.	20	32,000	100	64,000,000	
Telnor F.R.	20	32,000	200	128,000,000	
Telnor x25,x.28	25	1,024	20	512,000	
Total	191			203,108,160	Bytes/hr.

Ensenada

	Sucursales	Bytes/sesión	ses-Trans/hr.	Total	
Sabre x.25	50	1,128	30	1,692,000	
Gigante f.r.	8	32,000	100	25,600,000	
Alphacom x.28	4	1,128	30	135,360	
Otros F.R.	3	32,000	100	9,600,000	
Telnor F.R.	2	32,000	200	12,800,000	
Telnor x25,x.28	29	1,024	20	593,920	
Total	96			50,421,280	Bytes/hr.

Hermosillo

	Sucursales	Bytes/sesión	ses-Trans/hr.	Total	
Sabre x.25	44	1,128	30	1,488,960	
Gigante f.r.	3	32,000	100	9,600,000	
Alphacom x.28	2	1,128	60	135,360	
Telnor F.R.	10	32,000	200	64,000,000	
Otros F.R.	20	32,000	100	64,000,000	
Total	49			139,224,320	Bytes/hr.

Procesamiento intranodal en horas pico.

4.2 Análisis de procesamiento intranodal en horas pico.

Para realizar este análisis debemos considerar el flujo de tráfico de las aplicaciones y la salida de las mismas, ya que el tráfico entrante en los nodos de los clientes finalmente deben de ser procesados en el nodo que da la salida a la aplicación (hacer referencia a la residencia de las aplicaciones).

A continuación se presenta este análisis dando un crecimiento del 40% y donde "T" = tráfico.

Tijuana

T.local Tijuana	514,776,080	Bytes/hr.
T. Gte. Mexicali	6,400,000	Bytes/hr.
T. Gte. Hllo.	9,600,000	Bytes/hr.
T.Gte. Ensen.	25,600,000	Bytes/hr.
T. Telnor Mcali.	128,512,000	Bytes/hr.
T. Telnor Ens.	13,393,920	Bytes/hr.
T. Otros Mxcali.	64,000,000	Bytes/hr.
T. Otros Ens.	9,600,000	Bytes/hr.
T. Alpha. Mxcali	372,240	Bytes/hr.
T.Alpha. Hllo.	135,360	Bytes/hr.
T. Alpha. Ense.	135,360	Bytes/hr.
Total=	772,524,960	Bytes/hr.
	1,676	paq.xseg.
	2,347	+40% Crec.

Mexicali

T.local Mxcali	203,108,160	Bytes/hr.
T. Gte Hllo.	9,600,000	Bytes/hr.
T. Sabre Hllo.	1,488,960	Bytes/hr.
T. Sabre Ens.	25,600,000	Bytes/hr.
T. Sabre Tij.	1,590,480	Bytes/hr.
Total=	241,387,600	Bytes/hr.
	524	paq. x seg.
	733	+40% Crec.

Ensenada

T. local Ens.	50,421,280	Bytes/hr.
T. Gte. Hllo.	9,600,000	Bytes/hr.
Total=	60,021,280	Bytes/hr.
	130	paq.xseg.
	182	+40% Crec.

Hermosillo

T.local Hllo.	139,224,320	Bytes/hr.
Total=	139,224,320	Bytes/hr.
	302	paq.xseg.
	423	+40% Crec.

Considerando fallas en los enlaces tenemos que los peores casos de procesamiento en Ensenada y Hermosillo son los siguientes:

- El peor caso para Ensenada es que falle el enlace Mexicali Tijuana y Mexicali Ensenada lo que implica que Ensenada procese el tráfico de Mexicali y Hermosillo, lo que nos queda:

$$\text{Ensenada(nuevo)} = \text{Ensenada(local)} + \text{Hermosillo(local)} + \text{Mexicali(local)}$$

Por lo tanto **Ensenada(nuevo) = 1338 paq.xseg.**

- Para Hermosillo el peor caso es que falle Mexicali-Tijuana y Mexicali-Ensenada, lo que implica:

$$\text{Hermosillo(nuevo)} = \text{Mexicali(local)} + \text{Hermosillo(local)}$$

Por lo tanto **Hermosillo(nuevo) = 1156 paq.xseg.**

- Para Mexicali el peor caso es el que procese el tráfico de Ensenada y Hermosillo, lo que implica:

$$\text{Mexicali(nuevo)} = \text{Mexicali(local)} + \text{Ensenada(local)} + \text{Hermosillo(local)}$$

Por lo tanto **Mexicali(nuevo) = 1248 paq.xseg.**

5. Anchos de banda de las troncales de Backbone

Al igual que en el punto anterior es importante considerar la residencia de las aplicaciones además de la definición de el enrutamiento del tráfico que se define para los nodos.

Este análisis tiene 2 consideraciones importantes que son:

- a) Análisis sin considerar fallas en enlaces
- b) Análisis con fallas en enlaces

5.1 Análisis sin considerar fallas en enlaces.

Es importante mencionar que en los cálculos que a continuación se presentan está incluido el **Overhead** que se consideró de **6.3% adicional** del total del tráfico en cada troncal.

Mexicali-Tijuana

Sabre de Tijuana a Mexicali	1,590,480	Bytes/hr.
Alphacom Mexicali-Tijuana	372,240	Bytes/hr.
Gigante Mexicali Tijuana	6,400,000	Bytes/hr.
Gigante Hilo.via Mxli	9,600,000	Bytes/hr.
Otros Mexicali Tijuana	64,000,000	Bytes/hr.
Telnor Mexicali Tijuana	128,512,000	Bytes/hr.
Telnor F.R. Hello.Mxli	64,000,000	Bytes/hr.
Otros F.R. Hilo-Mxcali	64,000,000	Bytes/hr.
Suma:	359,798,627	Bytes/hr.
	799,553	bps
+40%	1,119,374	bps

Hermosillo-Mexicali

Gigante Hermosillo Mexli	9,600,000	Bytes/hr.
Sabre Hilo. Mecali.	1,488,960	Bytes/hr.
Telnor F.R. Hilo-Mxcali	64,000,000	Bytes/hr.
Otros F.R. Hilo-Mxcali	64,000,000	Bytes/hr.
Suma:	147,851,564	Bytes/hr.
	328,559	bps
+40%	459,983	bps

Ensenada-Mexicali

Sabre Ensenada Mexicali	1,692,000	Bytes/hr.
Suma:	1,798,596	Bytes/hr.
	3,997	bps
+40%	5,596	bps

Ensenada-Tijuana

Alphacom Ensenada Tijuana	135,360	Bytes/hr.
---------------------------	---------	-----------

Alphacom Hilo.Ensenada	135,360	Bytes/hr.
Telnor Ensenada Tijuana	13,393,920	Bytes/hr.
Gigante Ensenada Tijuana	25,600,000	Bytes/hr.
Otros Ensenada Tijuana	9,600,000	Bytes/hr.
Suma:	51,943,112	Bytes/hr.
	115,429	bps
+40%	161,601	bps

Hermosillo-Ensenada

Alpha Hermosillo-Ensenada	135,360	Bytes/hr.
Suma:	143,888	Bytes/hr.
	320	bps
+40%	448	bps

Tijuana-México

Gigante T-Mexico	153,072,000	Bytes/hr.
	340,160	bps
" +40% Crec	476,224	bps

Tijuana-Estados Unidos (INFONET)

Alphacom	4,280,658	Bytes/hr.
	9,513	bps
" +40% Crec	13,318	bps

Mexicali-Estados Unidos (TULSA)

Sabre	9,136,868	Bytes/hr.
	20,304	bps
" +40% Crec	28,426	bps

5.2 Análisis con fallas en enlaces.

- Considerando falla en el enlace Mexicali-Tijuana implica nueva ruta vía Mexicali-Ensenada-Tijuana.

Mexcli- Ensenada Normal	3,997	bps
Tij.-Mexcli extra	799,553	bps
Mexcli-Ensenada Nuevo	803,549	bps
+40%	1,124,969	bps

Nota.- Incluye el tráfico de Sabre que se queda en Mexicali.

Ensenada-Tijuana Normal	115,429	bps
Tij.-Mexcli extra	799,553	bps
Ensenada-Tijuana Nuevo	914,982	bps
+40%	1,280,974	bps

- Considerando falla en el enlace Ensenada-Tijuana implica nueva ruta vía Ensenada-Mexicali-Tijuana

Ens.-Mexcli. Normal	3,997	bps
Ens.-Tij. Extra	115,429	bps
Ens.-Mxcali Nuevo	119,426	bps
+40%	167,196	bps

Mxcli-Tij. Normal	799,553	bps
Ens.-Tij. Extra	115,429	bps
Mxcali-Tijuana Nuevo	914,982	bps
+40%	1,280,974	bps

- Considerando falla en enlaces Tijuana-Mexicali y Mexicali-Ensenada implica que todo el tráfico generado en Mexicali seguirá la ruta Mexicali-Hermosillo-Ensenada-Tijuana.

Mxcli.-Hillo Normal	328,559	bps
Mxcli-Tij. Extra	799,553	bps
Mxcli-Ensen. Extra	3,997	bps
Mxcali-Hillo Nuevo	1,132,108	bps
+40%	1,584,952	bps

Hillo-Ens Normal	320	bps
Mexicali-Hillo Nuevo	1,132,108	bps
Hillo-Ens Nuevo	1,132,428	bps
+40%	1,585,399	bps

Tij.-Ens. Normal	115,429	bps
Hillo.-Ens. Nuevo	1,132,428	bps

Tij.-Ens Nuevo	1,247,857	bps
+40%	1,747,000	bps

- Considerando falla en enlaces Tijuana-Mexicali y Mexicali-Hermosillo implica que el tráfico generado en Tijuana y que va a Tijuana siga la ruta Mexicali-Ensenada-Tijuana.

Mxcali-Ens. Normal	3,997	bps
Tij.-Mxcli	799,553	bps
Mxcali-Hllo.	328,559	bps
Mxcali-Ens Nuevo	1,132,108	bps
+40%	1,584,952	bps

Ens-Tij Normal	115,429	bps
Mxcali-Ens. Nuevo	1,132,108	bps
Ens-Tij Nuevo	1,247,538	bps
+40%	1,746,553	bps

- En el caso de que los enlaces internacionales fallen la salida de los mismos debe de ser a través de México.

México actual	340,160	bps
Tijuana-EU actual	9,513	bps
Mexcali-EU actual	20,304	bps
Mexico Nuevo	369,977	bps
+40%	517,967	bps

- Si alguno de los dos enlaces internacionales llegara a fallar la salida sería por cualquiera de ellos.

Tijuana-E.U.	9,513	bps
Mexicali-E.U.	20,304	bps
Tij-EU/Mxcali-EU Nuevo	29,817	bps
+40%	41,743	bps

6. Capacidad Futura.

La capacidad futura esperada en función del crecimiento esperado de los clientes y de

un análisis de crecimiento económico en la región se consideró que será del 40% en los próximos 3 años.

7. Disponibilidad esperada

La disponibilidad esperada por los clientes y por el mismo TELNOR es de **99.98%**.
(Aquí poner tiempo máximo sin servicio.)

11.6 Definición del RFP y publicación

Hasta el momento ya tenemos todos los elementos necesarios para generar el RFP lo que en resumen incluye.

- **Protocolos de Transporte y Acceso**

Los protocolos de acceso que debe de soportar la red son X.28, X.25 y Frame Relay.
El protocolo de transporte debe de ser Frame Relay.

- **Capacidad de puertos y tipo de puertos por nodo**

Para esta parte ya se consideró el crecimiento esperado por lo que por lo menos el equipo debe de soportar la siguiente cantidad de puertos.

Nodo	V.24 Sinc.	V.24 Asin.	V.35	G.703	Total
Tijuana	92	84	10	3	189
Mexicali	42	26	5	1	74
Ensenada	25	23	5	1	54
Hermosillo	51	2	10	1	64
Tecate	7	5	0	0	12
La Mesa	5	6	0	0	11
Total	222	146	30	6	404

Considerando las troncales de los nodos principales como G.703 Y V35, y sumandolas por cada nodo nos queda finalmente la cantidad de puertos por nodo como sigue:
Lo anterior debido al análisis de troncales que se resume en el siguiente punto.

Nodo	V.24 Sinc.	V.24 Asin.	V.35	G.703	Total
Tijuana	92	84	10	7	193

Mexicali	42	26	5	4	77
Ensenada	25	23	5	3	56
Hermosillo	51	2	10	3	66
Tecate	7	5	2	0	12
La Mesa	5	6	2	0	11
Total	222	146	34	17	415

- **Capacidad de Troncales**

En base al análisis realizado vamos a tomar el máximo valor que tomaron los enlaces considerando fallas y el posible tráfico por aplicación.

Enlace	Valor Mínimo	Valor recomendado
Tijuana-Mexicali	1,280,974	1 E1
Tijuana-Ensenada	1,747,000	1 E1
Ensenada-Hermosillo	1,585,399	1 E1
Ensenada-Mexicali	1,584,952	1 E1
Hermosillo-Mexicali	1,584,952	1 E1
Tijuana-E.U.	41,743	1 E0
Mexicali-E.U.	41,743	1 E0
Tijuana-Mexico	517,967	1 E1

- **Capacidad en conmutación de paquetes por nodo**

En resumen podemos considerar los siguientes datos como mínimos que debe de procesar cada nodo principal. Los datos siguientes consideran el peor caso para cada nodo.

Tijuana = 2347 paq./seg. mínimo
 Mexicali= 1248 paq./seg. mínimo
 Ensenada= 1338 paq./seg. mínimo
 Hermosillo= 1156 paq./seg. mínimo

- **Disponibilidad**

La disponibilidad requerida es de **99.98%**

En la publicación del RFP se vacian estos datos el cual se presenta en el ANEXO A.

11.7 Respuesta al RFP.

Después de haber realizado la publicación del RFP, para el concurso de selección del proveedor del equipo y la implementación de la red, se procede a responderlo por parte de cada proveedor interesado en el proyecto.

En general cualquier respuesta a un RFP debe de contemplar los siguientes puntos

- Resumen Ejecutivo
- Descripción de los equipos.
- Descripción de la solución
- Plan de implementación
- Plan de capacitación
- Precios

En cada punto anterior se debe de considerar y no olvidar contemplar todos y cada uno de los requerimientos descritos en el RFP ya que estos van a ser definitorios cuando se realice la selección del ganador del concurso.

Para nuestro caso tenemos lo siguiente.

11.7.1. Resumen Ejecutivo

Este es un proyecto llamado llave en mano que tiene el objetivo de entregar todos los elementos necesarios para tomar la operación de la red denominada Red Telnor para la operación mantenimiento y configuración de nuevos servicios.

El alcance de este proyecto es implementar una red pública que cubra en su totalidad la región Noroeste del país, tomando principalmente en cuenta a los estados de Sonora, B.C.N. y B.C.S.

Esta red pretende atender a la industria y prestadores de servicios que requieren comunicación de datos en esta región debido a su constante crecimiento y su necesidad de intercambio de información entre ellos y fuera de la región.

11.7.2. Descripción de los equipos.

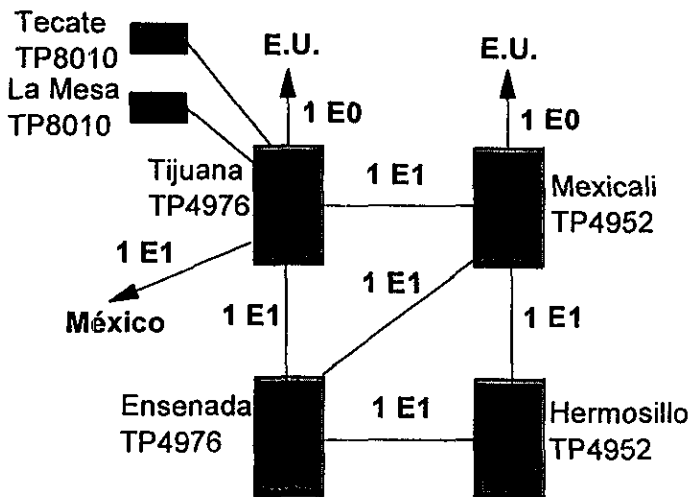
La descripción de cada equipo mencionado en esta solución se encuentra en las carpetas de manuales y características anexas a la propuesta.

11.7.3. Descripción de la solución.

La solución que se propone está compuesta por cuatro nodos principales de concentración de servicios, localizados en Tijuana, Mexicali, Ensenada y Hermosillo.

A continuación se presenta la topología propuesta:

11.7.3.1 Topología.



Esta topología está pensada para poder tener respaldo de enlaces en caso de falla de alguno de ellos considerando a Tijuana y Mexicali como nodos críticos de la red.

El Centro de Administración de la Red se localizará en Tijuana.

11.7.3.2 Protocolos Soportados.

Los protocolos de acceso soportados en los nodos de Tijuana, Mexicali, Ensenada y Hermosillo son X.25, X.28 y Frame Relay.

En los nodos Tecate y La Mesa se soportarán los protocolos X.25 y X.28.

11.7.3.3 Equipos involucrados.

Los equipos que se proponen por nodo a utilizar son los siguientes:

Tijuana

- 1 TP4976 con capacidad de 7 E1's, 16 puertos V.35, 96 puertos V.24 Síncronos y 96 puertos Asíncronos.
- 1 Servidor (TP5850) y 2 estaciones de trabajo (TP5815) con software X.25/Frame Relay para administración y monitoreo de la red.
- Software de Contabilidad (NTAS).
- 1 UPS con capacidad 5 KVA salida 110/220 y sistema de baterías.

Mexicali

- 1 TP4952 con capacidad de 4 E1's, 8 puertos V.35, 48 puertos V.24 Síncronos y 32 puertos V.24 Asíncronos.
- 1 UPS con capacidad 5 KVA salida 110/220 y sistema de baterías.

Ensenada

- 1 TP4976 con capacidad de / E1's, 16 puertos V.35, 96 puertos V.24 Síncronos y 96 puertos V.24 Asíncronos.
- 1 UPS con capacidad 5 KVA salida 110/220 y sistema de baterías.

Hermosillo

- 1 TP4952 con capacidad de 32 puertos V.24 Asíncronos y 64 puertos V.24 Síncronos.

Tecate y La Mesa

- 2 TP8010-16 con capacidad de 16 puertos V.24 Síncronos y Asíncronos.

11.7.4. Plan de Implementación.

La implementación de la Red TELNOR se realizará a partir de la firma del contrato en base a los tiempos que a continuación se presentan.

Item	Actividad	Duración
1	Firma de Contrato	1 día
2	Puesta de pedido	5 días
3	Fabricación de equipo	2 meses
4	Embarque e importación	2 semanas
5	Distribución de equipos	1 semana
6	Instalación Tijuana	2 semanas
7	Instalación Mexicali	1 semana
8	Instalación Ensenada	1 semana
9	Instalación Hermosillo	1 semana
10	Pruebas de aceptación	1 semana
11	Terminación del proyecto	1 día
	Total	4 meses 2 semanas

11.7.5. Capacitación.

El plan de entrenamiento está considerado para 2 personas en E.U. después de la terminación del proyecto.

Los cursos considerados son los siguientes:

- UNIX Overview
- Alcatel 1100 TPX X.25 Protocol
- Alcatel 1100 TPX Frame Relay Protocol
- Alcatel 1100 TPX Product
- Alcatel 1100 TPX NMS Monitoring and Diagnostics
- Alcatel 1100 TPX NMS Table Building

11.7.6. Precios.

Tijuana

<i>Item</i>	<i>Cant.</i>	<i>Equipo</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Total</i>
1	1	TP4976	117,000	117,000
2	1	Lógica Común de Respaldo	25,400	25,400
3	1	Disco Local	8,800	8,800
4	4	Módulos de alimentación DC adicional	6,700	26,800
5	6	Kit c/16 puertos V.24 Síncronos	9,800	58,800
6	3	Kit c/32 puertos V.24 Asíncronos	10,400	31,200
7	2	Kit c/8 puertos V.35 Síncronos	9,800	19,600
8	7	Kit E1	11,200	78,400
9	1	Kit redundancia puertos Síncronos	7,800	7,800
10	1	Kit redundancia puertos Asíncronos	7,700	7,700
11	1	Kit redundancia puertos E1	11,200	11,200
			Total	392,700

Mexicali

<i>Item</i>	<i>Cant</i>	<i>Equipo</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Total</i>
1	1	TP4952	58,000	58000
2	1	Lógica Común de Respaldo	25,400	25400
3	1	Disco Local	8,800	8800
4	2	Módulos de alimentación DC adicional	6,700	13400
5	3	Kit c/16 puertos V.24 Síncronos	9,800	29400
6	1	Kit c/32 puertos V.24 Asíncronos	10,400	10400
7	1	Kit c/8 puertos V.35 Síncronos	9,800	9800
8	4	Kit E1	11,200	44800
9	1	Kit redundancia puertos Síncronos	7,800	7800
10	1	Kit redundancia puertos Asíncronos	7,700	7700
11	1	Kit redundancia puertos E1	11,200	11200
			Total	226,700

Ensenada

<i>Item</i>	<i>Cant.</i>	<i>Equipo</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Total</i>
1	1	TP4976	58,000	58000
2	1	Lógica Común de Respaldo	25,400	25400
3	1	Disco Local	8,800	8800
4	4	Módulos de alimentación DC adicional	6,700	26800
5	6	Kit c/16 puertos V.24 Sincronos	9,800	58800
6	3	Kit c/32 puertos V.24 Asincronos	10,400	31200
7	2	Kit c/8 puertos V.35 Sincronos	9,800	19600
8	7	Kit E1	11,200	78400
9	1	Kit redundancia puertos Sincronos	7,800	7800
10	1	Kit redundancia puertos Asincronos	7,700	7700
11	1	Kit redundancia puertos E1	11,200	11200
			Total	333700

Hermosillo

<i>Item</i>	<i>Cant.</i>	<i>Equipo</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Total</i>
1	1	TP4952	58,000	58000
2	1	Lógica Común de Respaldo	25,400	25400
3	1	Disco Local	8,800	8800
4	4	Módulos de alimentación DC adicional	6,700	26800
5	4	Kit c/16 puertos V.24 Sincronos	9,800	39200
6	1	Kit c/32 puertos V.24 Asincronos	10,400	10400
7	2	Kit c/8 puertos V.35 Sincronos	9,800	19600
8	3	Kit E1	11,200	33600
9	1	Kit redundancia puertos Sincronos	7,800	7800
10	1	Kit redundancia puertos Asincronos	7,700	7700
11	1	Kit redundancia puertos E1	11,200	11200
			Total	248500

Equipo respecto a partida 2.

<i>Item</i>	<i>Cant.</i>	<i>Equipo</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Total</i>
1	2	TP 8010-16	10,500	21,000
2	2	Disco Local	2,700	3,400
			Total	24,400

Equipo respecto a partida 3.

<i>Item</i>	<i>Cant.</i>	<i>Equipo</i>	<i>Precio Total</i>
1	3	UPS con capacidad 5 KVA salida 110/220	
2	3	Sistema de baterias de respaldo c/autonomía 30 minutos.	
			7,000

Equipo respecto a partida 4.

<i>Item</i>	<i>Cant.</i>	<i>Equipo</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Total</i>
1	1	Lógica Común de Respaldo	25,400	25,400
2	1	Disco Local	8,800	8,800
3	1	Módulos de alimentación DC adicional	6,700	6,700
4	1	Kit c/16 puertos V.24 Síncronos	9,800	9,800
5	1	Kit c/32 puertos V.24 Asíncronos	10,400	10,400
6	1	Kit c/8 puertos V.35 Síncronos	9,800	9,800
7	1	Kit E1	11,200	11,200
			Total	82,100

<i>Item</i>	<i>Cant.</i>	<i>Equipo</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Total</i>
1	1	TP5850 (Server)	58,600	58,600
2	2	TP5815 (Work Station)	26,600	53,200

3	1	Expansión de memoria a 128 para TP5850	19,360	19,360
4	1	Expansión de disco duro a 4 GB para TP5850	2,980	2,980
5	1	Concentrador LAN 8 puertos UTP	1,000	1,000
6	1	Software X.25/Frame Relay ver. 7.0	0	0
7	1	Software Contabilidad NTAS	23,000	23,000
			Total	158,140

Ingeniería e Instalación

<i>Item</i>	<i>Cant</i>	<i>Concepto</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Total</i>
1	1	Ingeniería e Instalación	221,000	221,000
			Total	221,000

Capacitación

<i>Item</i>	<i>Cant.</i>	<i>Concepto</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Total</i>
1	2	UNIX Overview	890	1780
2	2	Alcatel 1100 TPX X.25 Protocol	2,225	4450
3	2	Alcatel 1100 TPX Frame Relay Protocol	890	1780
4	2	Alcatel 1100 TPX Product	3,560	7120
5	2	Alcatel 1100 TPX NMS Monitoring and Diagnostics	2,225	4450
			Total	24030

Gran Total

<i>Item</i>	<i>Concepto</i>	<i>Precio Total</i>
1	Equipo	1,473,240
2	Ingeniería	221,000
3	Capacitación	24,030
	Gran Total	1,718,256

ANEXO A

8

ANEXO A. Request For Proposal (RFP)

TELEFONOS DEL NOROESTE
DIRECCION CORPORATIVA DE ADMINISTRACION
SUBDIRECCION DE SERVICIOS CORPORATIVOS
GERENCIA DE INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES

En cumplimiento de las disposiciones que establece la Ley de Adquisiciones y Obras públicas, así como el Reglamento de la ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Prestación de Servicios Relacionados con Bienes muebles, TELEFONOS DEL NOROESTE/GIT, celebrará la Licitación Pública Internacional No. GIT-5-B-001-ITS18, Requisición 802-77620-7789, bajo la cobertura de los Tratados de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), Tratado de Libre Comercio México-Costa Rica (TLC M-CR), Tratado de Libre Comercio México-Bolivia (TLCM-B), Tratado de Libre Comercio México-Colombia-Venezuela (TLC-G-3), el día 14 de agosto de 1995, a las 10:00 hrs.

BASES

LICITACION PUBLICA INTERNACIONAL No. GIT-5-B-001-ITS18

**PARA EL SUMINISTRO, INSTALACION Y PUESTA EN OPERACION DE UNA
RED FRAME-RELAY, INTEGRADA POR UN CENTRO DE ADMINISTRACION Y CONTROL, QUE
INCLUYA PROTOCOLO SNMP, Y 4 NODOS DE CONMUTACION DE TRAMAS, CON PROTOCOLO
FRAME-RELAY**

IDENTIFICACION DE LOS BIENES Y SERVICIOS REQUERIDOS

En base a la requisición: 802-77620-7789

La descripción detallada de la requisición se encuentra en la Sección 2 (versión en español) y Sección 3 (versión en Inglés)

Esta Licitación se celebrará con el apoyo logístico de INTEGRATED TRADE SYSTEMS, INC (ITS), con domicilio en 3600 S. Gessner, Suite 100, Houston, Tx 77063, teléfono (713) 917-3100, fax (713) 917-3333, para que tenga verificativo la recepción y apertura de ofertas, junta de aclaraciones, etc

FECHA DE JUNTA DE ACLARACIONES: Julio 20 1995 HORA: 10:00 a.m

RECEPCION Y APERTURA DE OFERTAS.

PRIMERA ETAPA: Agosto 14, 1995 HORA: 10:00 a.m.

LUGAR DE PRESENTACION DE OFERTAS. INTEGRATED TRADE SYSTEMS, INC

1.- REQUISITOS QUE DEBEN CUBRIR LOS PARTICIPANTES

1.1 Las bases conteniendo las especificaciones necesarias para participar en esta Licitación, estarán a disposición de los interesados, a partir de la fecha de publicación de la Convocatoria, y hasta 7 días naturales previos al acto de presentación y apertura de proposiciones.

EL COSTO DE LAS BASES SERA DE N \$1000.00 (UN MIL NUEVOS PESOS 00/100) INCLUIDO EL IVA

FORMA DE PAGO Y OBTENCION DE LAS BASES:

Los proveedores que deseen participar deberán solicitar las Bases a Integrated Trade Systems, Inc. a más tardar 7 días naturales previos al acto de presentación y apertura de proposiciones, enviando el pago correspondiente mediante el cheque de caja o certificado por el importe arriba señalado, o el equivalente en dolares americanos o la moneda del país en que se encuentre el proveedor, al tipo de cambio vigente en la fecha de emisión del cheque, a nombre de TELEFONOS DEL NOROESTE.

Las bases podrán ser consultadas previamente a su compra, en el domicilio de I.T.S., o en la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones, Unidad de Administración Interna, ubicada en Av Pío Pico # 42 piso 2 Col Centro en Tijuana Baja California México, teléfono 52 66 33 22 45 en horario de 9:00 a 14:00 hrs a partir de la fecha de publicación de la Convocatoria, siendo obligatorio adquirirlas para participar.

1.2 El Objeto social de la empresa, deberá ser congruente con la fabricación, suministro y prestación de los bienes y servicios solicitados. Los proveedores deberán demostrar que tienen la experiencia y capacidad suficiente.

2.- INSTRUCCIONES PARA ELABORAR LAS PROPUESTAS

2.1 Las propuestas podrán ser elaboradas en español o en inglés.

2.2 Las propuestas deberán ser presentadas en dos sobres de la siguiente manera:

Deberá presentarse la documentación legal, en original y dos copias. En un sobre la oferta técnica, indicando el alcance de la misma, no se considerarán las ofertas que indiquen únicamente " cumple con especificaciones" o frase similar, original y dos copias. En un sobre la oferta comercial, la cual deberá de incluir la garantía de sostenimiento de ofertas y los precios deberán ser protegidos con cinta adhesiva transparente, en original y dos copias.

Los sobres deberán ser identificados con la siguiente información:

- Nombre y dirección del proveedor,
- Número de licitación y requisición,
- Indicar si es la propuesta comercial o técnica (original o copia).

2.3 El proveedor deberá indicar en su oferta comercial, los precios unitarios por partida cotizada, el importe total de cada una de las partidas, así como todas y cada una de las condiciones comerciales que cotice el proveedor.

2.4 Las propuestas con precios condicionados serán rechazadas.

2.5 La vigencia de las proposiciones deberá ser mínima de 90 días naturales a partir de la fecha del Acto de apertura de ofertas.

2.6 El proveedor deberá someter su propuesta bajo las siguientes condiciones de entrega, de acuerdo a INCOTERMS 1990:

- a) FCA su planta
- b) FCA puerto de entrada a México
- c) DDU Destino final

2.7 El proveedor deberá desglosar sus costos de acuerdo al anexo 1, los cuales quedarán registrados en el acta de apertura de proposiciones económicas. (2a etapa).

2.8 Tiempo de entrega requerido: 90 días, a partir de la formalización del contrato.

3 - PROHIBICION DE NEGOCIAR PRECIOS

Una vez iniciado el acto de apertura de ofertas, no se deberá negociar ni modificar ninguna de las condiciones contenidas en las bases, ni las ofertas presentadas por los participantes.

4.- ASPECTOS TECNICOS

4.1 El proveedor deberá cumplir con las especificaciones técnicas requeridas, indicadas en las secciones 2 y 3

4.2 El proveedor deberá detallar en su propuesta las características técnicas y físicas de operación y funcionamiento de los bienes que proponga

4.3 El proveedor deberá anexar a su propuesta, los catálogos, dibujos, boletines y demás literatura e información técnica necesaria para la adecuada revisión comprensión y evaluación de los bienes que cotiza.

5.- PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION Y PRUEBAS DE CALIDAD

5.1 TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.P. se reserva el derecho de realizar directamente o a través de terceros, visitas de inspección cuando lo considere pertinente

5.2 La adquisición puede ser objeto de inspección por parte del departamento de Contraloría Interna de TELNOR o la persona a quien esta designe, a fin de comprobar que la calidad, cantidad, el precio y demás circunstancias relevantes de la operación son los adecuados para el interés de la empresa

5.3 Efectuada la inspección, si el resultado es satisfactorio, la contraloría Interna o la persona a quien esta designe expedirá un aviso de conformidad, el cual servirá de base al proveedor para cobrar el importe que expresamente se indique. Si la inspección revela anomalías en calidad, cantidad, precio o cualquier otro aspecto de relevancia en la operación la contraloría o la persona a quien esta designe expedirá un aviso de no conformidad, el cual será notificado a TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., así como al proveedor.

5.4 TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. decidirá si acepta los bienes o si rescinde parcial o totalmente el contrato, sin asumir responsabilidad alguna, notificando al proveedor su decisión, independientemente de las acciones que procedan conforme a derecho.

5.5 El proveedor se obliga a otorgar todas las facilidades necesarias para el desahogo de la inspección.

6.- EMPAQUE

6.1 La forma de empaque que se deberá utilizar es la que mejor garantice a TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. que los bienes no sufran daño y/o avería alguna durante las maniobras de carga, transporte y descarga en el Centro de Trabajo.

6.2 El proveedor deberá proporcionar a TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. la asistencia necesaria para lograr el adecuado almacenamiento de los bienes, debiendo especificar por escrito en el primer embarque para cada destino las condiciones de almacenaje que deberán prevalecer para el material.

7.- ACTO DE ACLARACIONES TECNICO-ECONOMICA

7.1 Aclaraciones a las bases de la Licitación

En la junta de aclaración de dudas que se efectuará el día 20 de julio de 1995 para tal efecto, deberán enviar sus preguntas vía fax con tres días hábiles de anterioridad, en papel membretado de la Empresa, o entregarlas durante el registro de dicho acto y deberán versar sobre aspectos legales, técnicos y/o comerciales.

7.2 El orden del día para la junta

Será presidida por el funcionario que designe TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., el cual será el único facultado para moderar la sesión. La autorización de modificaciones, en su caso, estará a cargo de la Convocante, bajo el siguiente procedimiento.

Las preguntas solo podrán formularlas aquellos proveedores que hubiesen solicitado las bases.

Las mismas tendrán un sentido de aclaración sobre aspectos, que los participantes consideren se presten a confusión.

Las respuestas serán comunicadas por TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. a los participantes vía fax, o por el medio mas conveniente.

Las cláusulas de las bases solo podrán ser modificadas cuando la totalidad de representantes demuestren a juicio de TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. que lo solicitado no es posible de realizarse en lo técnico, o que los aspectos de orden comercial solicitados se encuentren en violación del derecho o de las prácticas del ramo

Si alguna modificación se efectuara, esta se documentará en la minuta que al efecto se levante en la propia sesión y se firmará de conformidad con los participantes y se les entregará copia con la indicación de formular la propuesta de acuerdo con dichos cambios.

8.- ACTOS DE APERTURA DE OFERTAS

La apertura de ofertas se llevará a cabo de acuerdo al procedimiento previsto por el Artículo 45 de la L.A.O.PA.

8.1 PRIMERA ETAPA

8.1.1 Lugar: Integrated Trade Systems, Inc.
3600 S. Gessner, Suite 100
Houston, Tx 77063

Fecha: Agosto 14, 1995
Hora: 10:00 a.m.

8.1.2 Se recibirán las propuestas técnicas y comerciales incluyendo en esta última la fianza para garantizar el sostenimiento de las propuestas.

Los proveedores que decidan no acudir al acto de apertura, deberán enviar sus ofertas con la debida anticipación a I.T.S , mismas que deberán ser recibidas antes de la fecha arriba mencionada.

8.1.3 Los sobres con la propuesta comercial se conservarán en custodia por TELEFONOS DEL NOROESTE/G.J T en la dirección señalada, y su apertura se llevará a cabo en la segunda etapa, una vez que se hayan dado a conocer las propuestas que sean aprobadas técnicamente.

8.1.4 Solamente se procederá a la apertura de los sobres que contengan las propuestas técnicas, desechándose las que hubieran omitido alguno de los requisitos exigidos.

8.1.5 Las ofertas recibidas deberán firmarse cuando menos por las partes de especificaciones, por todos los proveedores participantes en el acto de apertura y por los funcionarios designados para presidir el acto. En caso de que la apertura de las propuestas comerciales no se realice en la misma fecha, los sobres que la contengan serán firmados por los licitantes y los servidores públicos de TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. designados para este acto y quedaran en custodia por I.T.S., quien informará la fecha, lugar y hora en que se llevará a cabo la segunda etapa, la cual se llevará a cabo dentro del plazo establecido por la L.A O P. Durante este período se analizarán las propuestas técnicas.

8.2 SEGUNDA ETAPA

8.2.1 Únicamente se procederá a la apertura de las propuestas comerciales de los proveedores cuyas propuestas técnicas no hubiesen sido desechadas

8.2.2 De ser posible, en el mismo acto se dará el fallo de licitación o bien, en caso de que el fallo no se realice en la misma fecha, se fijará la fecha, hora y lugar para dar a conocer el fallo de adjudicación.

8.2.3 No es necesaria la presencia del proveedor en el acto de la apertura, para que sea tomada en cuenta su propuesta.

8.2.4 Una vez iniciado el Acto de apertura de cotizaciones, no se permitirá la entrada a ningún participante, ni que introduzcan documento alguno.

8.2.5 En la eventualidad de una descalificación, estos participantes deberán abandonar el recinto.

8.2.6 Se elaborará un acta en la que constarán las propuestas recibidas y sus importes, las rechazadas y las causas de ello, así como las observaciones de los participantes. A cada uno de ellos se les entregará una copia. La omisión de firma por los proveedores no invalidará el contenido y efecto del acta.

9.- GARANTIAS

9.1 GARANTIA RELATIVA AL SOSTENIMIENTO DE LA PROPUESTA

Con el objeto de garantizar la solvencia de la propuestas, el proveedor deberá entregar junto con su propuesta comercial una fianza por importe equivalente al 5% del importe total cotizado, a favor de TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., emitida por una afianzadora legalmente constituida, con una vigencia de cuando menos 90 días. Como alternativa, el proveedor podrá suministrar una carta de crédito por el mismo importe, a favor de TELEFONOS DEL NOROESTE /G.I.T., emitida por una institución bancaria aprobada por TELEFONOS DEL NOROESTE7G.I.T.

9.2 GARANTIA RELATIVA AL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO

Por cada contrato adjudicado, el proveedor deberá entregar una fianza equivalente al 10% del valor total del contrato, emitida por una afianzadora legalmente constituida, a favor de TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., dentro de los 10 días posteriormente a la recepción del contrato, con el objeto de garantizar el cumplimiento de los términos y condiciones del mismo. Como alternativa, el proveedor podrá suministrar una carta de crédito por el mismo importe, a favor de TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., emitida por una institución bancaria aprobada TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. El término de validez de la fianza deberá correr desde la fecha en que el proveedor acepte el contrato, hasta que TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. expidan el certificado de aceptación final de los bienes.

10.- GARANTIA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS BIENES

El período mínimo de garantía que se requiere es de 24 meses después de la instalación y puesta en servicio de los bienes.

11.- ASPECTOS COMERCIALES

11.1 CONDICIONES DE PAGO QUE SE APLICARAN

Los pagos se efectuarán a 50 días naturales a partir en que la fecha en que los bienes hayan sido inspeccionados y aceptado por TELEFONOS DEL NOROESTE /G.I.T.

TELEFONOS DEL NOROESTE /G.I.T. se reserva el derecho de efectuar el pago a travez de Integrated Trade Systems, Inc. por los medios financieros que estime convenientes, por lo que el proveedor deberá proporcionar toda la documentación que pudiera ser necesaria para esté propósito.

Las facturas deberán ser enviadas a:

TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T.
c/o Integrated Trade Systems, Inc.
3600 S. Gessner, suite 100
Houston, Tx 77063
atención: Departamento de fianzas

11.2 PRECIOS

El proveedor deberá cotizar en dolares americanos, o en la moneda del país de origen de los bienes, y seran firmes hasta la entrega y aceptación total de los bienes y pago total de los mismos.

11.3 IMPUESTOS

Todos los impuestos federales, estatales y municipales, que se causen con motivo de la firma del contrato que se derive de esta licitación serán a cargo del proveedor, con excepción de los impuestos causados por la importación de los bienes, en el evento de TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., decida tomar posesión de los bienes fuera de México, y del IVA, el cual será cubierto por TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T.

11.4 PODERES

El representante del proveedor deberá acreditar su personalidad legal para representarlo, mediante poder notarial vigente, que lo faculte por actos generales de administración, actos de dominio o poderes especiales que como mínimo le permitan participar en los siguientes actos legales: a) Firma de propuestas, b) solicitud de aclaraciones técnico-comerciales, c) firma de contratos. La documentación en los poderes deberá incluir el nombre completo de la persona, su dirección, número telefónico y de fax (si existe)

11.5 PATENTES, MARCAS Y DERECHOS DE AUTOR

El proveedor al que se le adjudique el contrato, asumirá la responsabilidad total para el caso en que al suministrar los bienes a TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. infrinja patentes, marcas o viole registros de derechos de autor, o de propiedad industrial.

11.6 LENGUAJE OFICIAL

Esta licitación se emite en español e inglés. En caso de alguna duda con respecto a la interpretación, alcance o significado de cualquiera de los términos aquí descritos, el proveedor deberá consultar la versión en español, la cual se tendrá por válida para todos los aspectos legales.

11.7 JURISDICCION

El proveedor acepta expresamente someterse a la jurisdicción y competencia de los Tribunales Federales en la Ciudad de México, para dirimir cualquier controversia que resulte de esta licitación, así como para la interpretación y alcance de los términos y condiciones de estas bases.

El proveedor acepta expresamente que está de acuerdo que las leyes federales de la República Mexicana se aplicarán para validar e interpretar los términos y condiciones de esta licitación. En tal virtud, el hecho de someter una propuesta por parte del proveedor, se entenderá como su aceptación incondicional al marco legal aplicable en la República Mexicana.

En el evento de que TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. decida adjudicar el contrato, el proveedor acepta que la validez e interpretación de los derechos y obligaciones de las partes, y en su momento, del contrato firmado, serán resueltos por las leyes de la República Mexicana. De la misma manera, el proveedor acepta que la formalidad de la presente licitación y el contrato que se finque, en relación a permisos de importación, instalación, registros, licencias, notificaciones y cualquier requerimiento legal o administrativo por parte de las autoridades mexicanas, estarán expresamente sometidos a la legislación mexicana aplicable y vigente.

12.- CRITERIOS DE EVALUACION

12.1.1 Verificación de poderes y su vigencia para representar a la empresa .

12.1.2. Que el objetivo social de la empresa sea congruente con la fabricación, suministro, prestación de servicio, etc., solicitados por TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T.

12.1.3 La experiencia del proveedor.

12.1.4 No encontrarse en los supuestos artículos 41 de la L.A.O.P. Si el proveedor falsea esta información y resultase adjudicado, se cancelará el contrato sin responsabilidad para TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T..

12.1.5 Entregar la fianza de sostenimiento de propuestas para el monto indicado en el punto 9 l.

12.1.6 Se analizará la información proporcionada por el proveedor, respecto de sus ventas anteriores de los productos licitados, currícula de la empresa, el nivel de sus activos fijos, capital invertido, y en suma, todos los parámetros que definan la solvencia de la propuesta.

12.1.7 Los proveedores, por el hecho de participar en esta licitación, aceptan los términos y condiciones aquí descritos.

12.1.8 TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. se reserva el derecho de cancelar esta licitación en cualquier momento, por cualquier razón y sin ninguna responsabilidad para ello, en cuyo caso, todos los participantes deberán ser notificados por escrito

12.1.9 El proveedor tendrá derecho a inconformarse de acuerdo a lo dispuesto por la L.A.O.P.

12.1.10 Ninguna de las condiciones establecidas en estas bases, o en la propuesta del proveedor, podrán ser modificadas o negociadas una vez que se inicie la ceremonia de apertura de propuestas.

12.1.11 Cualquier servicio cotizado por el proveedor y contratado por TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. que se lleve a cabo en México, estará sujeto a los impuestos aplicables en el momento del pago, en base a lo establecido por las leyes fiscales mexicanas

12.2 TECNICA

12.2.1 Satisfacer todos los incisos señalados en las secciones 2 y 3 de estas bases

12.2.2 El proveedor deberá indicar las características técnicas y físicas, para la operación de los bienes propuestos.

12.1.3 El proveedor deberá cotizar bienes nuevos y genuinos. Bienes usados y/o rehabilitados no se aceptarán.

12.2.4 Cumplimientos de los plazos y condiciones de entrega requeridos.

12.2.5 Aceptar que la entrega de los productos, el proveedor proporcionará certificados de calidad emitidos por institución facultada para ello (si es solicitado por TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T.).

El proveedor deberá indicar claramente el alcance de su oferta técnica. Al no detallar por partida, indicando marca, tipo, modelo o número de parte, especificaciones, dimensiones, etc., será motivo de descalificación. Cuando se aluda a un modelo o figura deberá anexar los catálogos correspondientes e indicar en el catálogo a que partida se refiere.

El proveedor deberá detallar su experiencia en el suministro de estos productos indicando centros y plantas, lugar y fecha de instalación. Esta documentación deberá incluirse en la oferta técnica.

12.3 ECONOMICA

12.3.1 Precios unitarios y totales de los bienes (anexo 1).
Los costos por fletes, seguro y empaque deberán ser desglosados.

12.3.2 Las propuestas deberán tener una vigencia mínima de 90 días naturales, contados a partir de la fecha en que se lleve a cabo la primera etapa de la licitación.

12.2.3 No se aceptan propuestas condicionadas

13.- EVALUACION DE SISTEMAS DE CALIDAD

TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. se reserva el derecho de practicar todas las evaluaciones de los sistemas de calidad del proveedor en base a las normas ISO 9000 que se consideren convenientes en el periodo comprimido por el proceso de licitación, proporcionando el proveedor todas las facilidades correspondientes al efecto

14.- CRITERIOS DE ADJUDICACION

14.1 Contar con la documentación necesaria que demuestre su capacidad legal, técnica, administrativa y financiera.

14.2 Cumplir con los aspectos técnicos, comerciales y legales indicados en las bases de esta licitación.

14.3 Las disposiciones establecidas en estas bases se aplicarán sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados

14.4 Los criterios que se aplicarán para adjudicar los Contratos serán conforme al dictámen de cumplimiento y análisis mas favorable para la institución. En ningún caso se aplicarán mecanismos de puntos o porcentajes para la evaluación de las proposiciones.

14.5 De acuerdo con el resultado del punto anterior, TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. adjudicará el contrato correspondiente, el cual incluirá la siguiente cláusula: "Para la interpretación del presente contrato, las partes otorgarán su conformidad en que serán aplicables las leyes mexicanas y que en su caso será competencia de los tribunales federales con residencia en la Ciudad de México, D.F., renunciando al fuero que por razón de su domicilio presente o futuro, pudiera corresponderles".

14.6 Las partidas de esta licitación se adjudicarán de manera total a un solo proveedor, en tanto este resulte solvente en su propuesta técnica y ofrezca las mejores condiciones económicas para las partidas en su conjunto (en caso de que el usuario lo requiera).

14.7 En el dictámen respectivo se señalará de acuerdo a lo establezcan en las bases de licitación, los motivos por los que la oferta en su conjunto resulta ser la mejor en su aspecto económico

15.- DESCALIFICACION DE UN PARTICIPANTE

Se descalificará a los participantes en cualquiera de las etapas de la licitación que incurran en una o varias de las siguientes situaciones:

15.1 Si existe cualquier incumplimiento a los requisitos contenidos en la bases de licitación.

15.2 Si se comprueba que tienen acuerdo con otros proveedores para elevar los precios de los bienes o servicios, objeto de esta licitación.

15.3 Encontrarse en cualquier supuesto del Artículo 41 de la L.A.O.P.

16.- CANCELACION O SUSPENSION TEMPORAL DE UNA LICITACION

16.1 CANCELACION DE LA LICITACION

TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T podrá cancelar parcial o totalmente la licitación en los siguientes casos:

Cuando existen circunstancias de orden técnico o administrativo sobrevinientes al período de planeación, programación y presupuestación de los trabajos concursados, que impliquen cambio o cancelación de los programas y en su caso del alcance de los trabajos.

Cuando se cancele la licitación totalmente, se notificará por escrito a los participantes y se hará la

publicación correspondiente, en tanto que si la cancelación es parcial, la notificación se hará por escrito o se comunicará en junta pública.

16.2 SUSPENSION NATURAL DE LA LICITACION

TELEFONOS DEL NOROESTE/G I.T , se reserva el derecho de suspender el acto de apertura de propuestas, cuando existan causas de fuerza mayor. Estas causas se comunicarán por escrito a los participantes. A excepción de lo asentado por la L.A.O P., TELEFONOS DEL NOROESTE7G.I.T., no serán responsables por los gastos en que incurran los participantes en la preparación de sus propuestas.

17.- DECLARAR DESIERTA LA LICITACION

Se podrá declarar desierta una licitación cuando:

17.1 Ningún proveedor solicite las bases.

17.2 Las ofertas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de licitación o sus precios no fueran aceptables.

17.3 Se compruebe la existencia de arreglos entre los participantes para elevar los precios objeto de la licitación, siempre y cuando no quede cuando menos un participante que no se hubiese descalificado.

17.4 En caso fortuito o de fuerza mayor.

17.5 Cuando existan circunstancias de orden técnico administrativo que impliquen cambio en los programas o en el alcance de suministro.

17.6 Cuando una licitación se declare desierta, TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., volverá a expedir una nueva convocatoria.

18.- FALLO

El fallo técnico-comercial será comunicado por TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. a cada uno de los participantes por escrito y en la oficina de I.T.S., dentro de los cuarenta (40) días naturales contados a partir de la fecha de la primera etapa y podrá diferirse por una sola vez siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de veinte (20) días naturales a partir del plazo establecido originalmente.

19 - RECEPCION DEL CONTRATO

El contrato será firmado en México, D.F. El proveedor deberá entregar la fianza de cumplimiento mencionada en la sección 9.2 en la dirección de I.T.S., dentro de los diez días naturales a partir de la recepción del contrato. El proveedor deberá confirmar la aceptación del contrato y/o hacer comentarios o aclaraciones dentro de los 7 días posteriores a la recepción del mismo. En caso de no hacerlo, se entenderá que ha aceptado el Contrato con todos sus términos y condiciones.

20.-INCONFORMIDADES

Las personas interesadas podrán conformarse, dentro de los diez días hábiles siguientes a aquel en que ocurra o el inconforme tenga conocimiento del acto impugnado.

Lo anterior, sin perjuicio de que las personas interesadas previamente manifiesten las irregularidades que a su juicio se hayan cometido, adjuntando las pruebas necesarias

Al escrito de inconformidad podrá acompañarse, en su caso, la manifestación aludida en el párrafo precedente, la cual

será valorada durante el periodo de investigación.

En el mismo escrito, el inconforme deberá manifestar, bajo protesta de decir verdad, los hechos que le consten, relativos al acto o actos impugnados y acompañar la documentación que sustente su petición. La falta de pruebas será causa de desechamiento de la inconformidad.

La manifestación de hechos falsos se sancionará conforme a las disposiciones legales aplicables

En caso de que el proveedor solicite únicamente aclaraciones podrá dirigirse por escrito manifestando, bajo protesta de decir verdad, los hechos que le consten, relativos al acto o actos impugnados y acompañar la documentación que sustente su petición, a TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., para agotar un procedimiento de buena fé, en el que ambas partes analizarán sus respectivos puntos de vista y se emitirá una resolución.

21.- CONTROVERSIAS

Las controversias que se susciten con motivo de la (s) adjudicación(es) derivada(s) de la licitación, se resolverán con apego a lo previsto en las disposiciones de carácter federal aplicables, por lo que toda estipulación contractual en contrario no suurrirá efecto legal alguno.

ANEXO TECNICO

A LA REQUISICION 802-77620-7789 "RED FRAME RELAY "

ESPECIFICACIONES DE LOS NODOS DE LA RED:

LOS CONMUTADORES "FRAME RELAY" DEBERAN DE CUMPLIR CON LAS RECOMENDACIONES DE LA ITU SIGUIENTES: I.233 - DESCRIPCION DEL SERVICIO; I.370.-PRINCIPIOS DE ADMINISTRACION DE CONGESTIONAMIENTO; I.372.- REQUERIMIENTO DE INTERFACE RED- A - RED,I.55 FRAME RELAY "INTERNETWORKIN"; Q.922.- PROCEDIMIENTOS DE CONTROL OPCIONAL DE ENLACE DE DATOS EXTREMO A EXTREMO; Q.922 ANEXO A.- DESCRIPCION DEL NUCLEO; Q.933 PROCEDIMIENTO DE SEÑALIZACION DE ACCESO PARA CIRCUITOS VIRTULES CONMUTADOS; Q.933 ANEXO A; SEÑALIZACION LOCAL DENTRO DE BANDA PARA CIRCUITOS VIRTUALES PERMANENTES Y VERIFICACION DEL ESTADO DE CONFIABILIDAD DEL ENLACE T.1.617 ANEXO G; X25 SOBRE FRAME RELAY.

CONEXION DE USUARIOS A LA RED CON CIRCUITOS VIRTUALES CONMUTADOS SEGUN EL ACUERDO DE IMPLEMENTACION FRF.4 DEL "FRAME RELAY FORUM TECHNICAL COMMITTEE" DEL 5 DE ENERO DE 1994, ADICIONAL A LA CAPACIDAD DE ESTABLECIMIENTO DE CIRCUITOS VIRTUALES PERMANENTES. DEBERA INDICARSE LA FACILIDAD DE ASIGNACION DE ANCHO DE BANDA COMPROMETIDO CON LOS USUARIOS (C.I.R. COMMITTED INFORMATION RATE) ASI COMO LA ASIGNACION Y DIMENCIONAMIENTO DE LOS PARAMETROS Be, Tc y Bc.

DEBERA DE SER POSIBLE LA CONEXION CON REDES DE DATOS X.25 CON LAS INTERFACES NECESARIAS PARA EL MANEJO DE X.25. PARA ESTE PROPOSITO LA RED X.25 QUE SE ENCUENTRA EN OPERACION, PUEDE CONTAR CON PUERTOS DE 64 KBPS A 2.048 MBPS, CON INTERFAZ V 35, LA CONEXION DEBERA EFECTUARSE DE TAL FORMA QUE NO SE CAUSE NINGUN DISTURBIO EN LA OPERACION DE LA RED, ASI MISMO DEBERA DE SER POSIBLE LA INTERCONEXION CON RDI (RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS) DE LA INSTITUCION, SEGUN SEA REQUERIDO EN UN FUTURO. LOS NODOS DEBERAN SER CAPACES DE LLEVAR A CABO LA CONMUTACION DE PUERTOS, CON LOS ENCAPSULAMIENTOS REQUERIDOS, SIN IMPORTAR EL PROTOCOLO DE ACCESO.

LA RED DEBERA PODERSE INTERCONECTAR CON OTRAS REDES FRAME RELAY Y POR MEDIO DE FR-NNI ("FRAME RELAY NETWORK-TO-NETWORK INTERFACE") NORMALIZADA, DE ACUERDO A LAS VERSIONES 1992, 1993 DE ANSI Y LA ITU PARA TENER LA POSIBILIDAD EN SU MOMENTO DE CONECTIVIDAD E INTEROPERABILIDAD CON REDES PUBLICAS Y SUS USUARIOS MANEJANDO FRAME RELAY. ASEGURANDO COMPATIBILIDAD CON: OPERACION Y UTILIZACION DEL CIR "INTERNETWORKING", IMPLEMENTACION DEL CONTROL DE CONGESTION "INTERNETWORKING", DE LA INTEFASE LMI ("LOCAL MANGEMENT INTERFASE") NUMERO DE DLCI'S POR PUERTO / DIRECCIONAMIENTO "INTERNETWORK".

CADA UNO DE LOS NODOS INDICADOS EN LA PARTIDA 1, DEBERA SER INSTALADO EN UN GABINETE, DENTRO DEL CUAL DEBERA CONTARSE CON EQUIPO DE REDUNDANCIA, EN LO REFENTE A LOS ELEMENTOS DE CONTROL COMÚN, TALES COMO CPU'S, MEMORIAS, TARJETAS DE LINEA EN LA MODALIDAD 1XN; DE TAL FORMA QUE EL EQUIPO GARANTIZE LA CONTINUIDAD DE OPERACION EN UN 99.98%. CADA UNO DE LOS NODOS DEBERA CONTAR CON DISCO DURO DE LA CAPACIDAD SUFICIENTE Y NECESARIA PARA EFECTUAR LA RECONFIGURACION DINAMICA Y EN LINEA Y CON FUENTE DE ALIMENTACION REDUNDANTE PARA LA OPERACION DE TODO EL EQUIPAMIENTO QUE SE ENCUENTRE INSTALADO EN DICHO GABINETE, LAS FUENTES DEBERAN SER INSTALADAS CON 220 VCD. EL GABINETE DEBERA ESTAR EQUIPADO CON SISTEMA DE VENTILACION (TIRO FORZADO) DE TAL FORMA QUE GARANTICE LA OPERACION DEL EQUIPO EN AMBIENTE DE OFICINA (25 GRADOS CENTIGRADOS PROMEDIO).

ESPECIFICACIONES CENTRO DE CONTROL DE RED:

CENTRO DE CONTROL DE RED REDUNDANTE, CON LA CAPACIDAD ADECUADA DE PROCESAMIENTO, MEMORIA Y ALIMENTACION PARA SOPORTAR LA OPERACION DE LA RED INICIAL Y FUTURAS AMPLIACIONES (HASTA DEL 500%). DEBERA INCLUIR TARJETA DE COMUNICACIONES PARA UN PUERTO LAN ETHERNET, DE TAL FORMA QUE SE EFECTUE INTERCONEXION CON DOS CONSOLAS (WORKSTATION CUYAS ESPECIFICACIONES GENERALES SE MENCIONAN MAS ADELANTE), ASI MISMO, TARJETA PARA PUERTOS SINCRONOS (AL MENOS 4 PUERTOS) CON PROTOCOLO FRAME RELAY/X.25, EL EQUIPO DEBERA TRABAJAR EN AMBIENTE DE OFICINA, CON UNA HUMEDAD RELATIVA DE 10-90% NO CONDENSADA, Y DEBERA SER ALIMENTADO CON 110 VCA Y 60 HZ.

EL CENTRO DE CONTROL DEBERA ESTAR BASADO EN UNA PLATAFORMA UNIX; EL DISEÑO DEBE DE CUMPLIR CON LAS FUNCIONES DE GESTION DE RED SIGUIENTES:

- A.- GESTION DE FALLAS
- B.- GESTION DE CONFIGURACION
- C.- GESTION DE CALIDAD DE SERVICIO
- D.- GESTION DE FACTURACION
- E.- GESTION DE SEGURIDAD

EL CENTRO DE CONTROL DE RED TAMBIEN DEBERA INCLUIR DISCO DURO DE LA CAPACIDAD ADECUADA PARA ALMACENAR EL SISTEMA OPERATIVO, TODOS LOS PROGRAMAS DE APLICACION, PROGRAMAS DE SERVICIO, CONFIGURACION TOTAL DE LA RED, ESTADISTICAS Y PROGRAMAS PARA LA ADMINISTRACION Y FACTURACION DE LOS SERVICIOS, ETC, CONSIDERANDO LA AMPLIACION DE LA RED EN 500% DE LA CAPACIDAD INICIAL. LAS "WORKSTATION" DEBEN SOPORTAR SISTEMA OPERATIVO UNIX, CON AMBIENTE WINDOWS, A FIN DE QUE SE MANEJEN EFICIENTE Y ADECUADAMENTE LAS FUNCIONES DE MONITOREO DE DIVERSOS SECTORES DE LA RED, PERO LO CUAL ESTAS ESTACIONES DE TRABAJO DEBERAN TENER LA CAPACIDAD DE MEMORIA RAM Y VIRTUAL (DISCO DURO) ADECUADA PARA TIEMPOS DE RESPUESTA MAXIMOS DE 15 SEGUNDOS EN EL LLENADO DE PANTALLAS PARA LO CUAL DEBERAN ESTAR EQUIPADAS CON UN PROCESADOR BASADO EN MICROPROCESADOR DE 32 BITS; DEBERA CONTAR CON SUBSISTEMA GRAFICO COMPUESTO POR UN MONITOR DE COLOR DE 19 PULGADAS CON RESOLUCION DE 1280 X 1024

ENTRE LAS APLICACIONES DEL CENTRO DE CONTROL DEBERAN INCLUIRSE LAS FACILIDADES DE ADMINISTRACION, OPERACION Y CONTROL QUE SE CITAN A CONTINUACION.

GRAFICAS DE COLORES, MENUS, ICONOS, PANTALLAS DE AYUDA, DOCUMENTACION DE LINEA Y VENTANAS MULTIPLES QUE PERMITAN CORRER APLICACIONES SIMULTANEAMENTE, PRESENTANDO LA TOPOLOGIA DE LA RED COMPLETA A NIVEL DE BLOQUES, ACERCAMIENTOS A NIVEL DE NODOS, ACERCAMIENTOS A NIVEL DE SISTEMAS DE NODO, ACERCAMIENTOS A NIVEL DE TARJETAS, ETC. LA PROGRAMACION DEBERA SER ORIENTADA A OBJETOS. INCLUYENDO SUS ATRIBUTOS.

DEBERA INCLUIRSE UNA APLICACION PARA LA SIMULACION DE REDES, DE TAL FORMA QUE PERMITA LLEVAR A CABO LA EVALUACION DE TRAFICO ENTRE NODOS, ENTRE UN NODO Y LOS EQUIPOS DE ACCESO, Y ENTRE UN EQUIPO DE ACCESO Y LOS USUARIOS; TAMBIEN DEBERA SER POSIBLE LA EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE TODOS Y CADA UNO DE LOS COMPONENTES QUE SE SIMULEN, ASI COMO LA EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE TODA LA RED. ESTA SIMULACION TIENE COMO PROPOSITO EL DE LLEVAR ACABO OPORTUNA Y EFICAZMENTE. LA RECONFIGURACION DE LA RED, CON EL PROPOSITO DE MANTENERLA EN OPERACION OPTIMA. EL SISTEMA DEBE PERMITIR EN LINEA LAS FUNCIONES DE GESTION DE LA RED SIGUIENTES

- A.- CARGADO DE DATOS DE LA CONFIGURACION LOCAL
- B.- DETECCION Y RECUPERACION DE FALLAS AUTOMATICAMENTE
- C.- GENERACION AUTOMATICA DE ALARMA Y DATOS DE FACTURACION
- D.- GENERACION DE DATOS DE ESTADO Y ESTADISTICAS EN RESPUESTA A UNA INSPECCION PERIODICA
- E.- SOPORTES DE COMANDOS DE OPERADOR.

EN LA GESTION DE FALLAS DEBERAN REALIZARSE LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:

- A.- REPORTE Y RECONOCIMIENTO DE FALLAS
- B.- AISLAMIENTO DE FALLAS
- C.- RESTAURACION DEL SERVICIO

ASI MISMO DEBERA INCLUIRSE VIGILANCIA Y DESPLÉGADO DEL ESTADO DE LA RED, ACTIVACION DE DISPOSITIVOS, PRUEBAS PARA DIAGNOSTICAR EL ESTADO OPERATIVO DE LOS COMPONENTES DE LA RED INICIADAS POR EL OPERADOR, PRUEBAS DE CALIDAD DE LOS ENLACES INICIADAS POR EL OPERADOR. EN LA GESTION DE CONFIGURACION DEBERA DE SER POSIBLE LLEVAR ACABO LA CONFIGURACION Y CONTROL DINAMICO DE LA RED, SUS COMPONENTES, SOFTWARE Y TODOS SUS SERVICIOS.

EN LA GESTION DE CALIDAD DE SERVICIO DE LA RED, DEBERA GARANTIZARSE REPORTES DE ESTADISTICAS:

- A.- DE ACCESO A RED POR LOS USUARIOS
- B.- DE TRAFICO DE CADA UNO DE LOS PUERTOS
- C.- DEL USO DE LA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO
- D.- DE FALLAS DEL EQUIPO
- E.- DE ERRORES DE SOFTWARE
- F.- DE CORTES DE LOS ENLACES (USUARIO Y RED)
- G.- DE TIEMPOS DE CONEXION DE USUARIOS (REPRESENTACION DE LAS ESTADISTICAS EN FORMATOS DIVERSOS (TABULAR, BARRAS, GRAFICOS, ETC...)).

EN LA GESTION DE FACTURACION, EL EQUIPO DEBE REGISTRAR INFORMACION DETALLADA PARA LA FACTURACION DE LA LLAMADA, INCLUYENDO DE LA DURACION DE LAS LLAMADAS VIRTUALES, EL VOLUMEN DE TRAFICO Y LAS FACILIDADES OPCIONALES USADAS. DEBERA REGISTRARSE LAS TENTATIVAS DE LLAMADAS INCOMPLETAS.

DEBERA SER POSIBLE REALIZAR UNA AMPLIA GAMA DE OPCIONES DE TARIFICACION USANDO LOS DATOS DE FACTURACION DEL EQUIPO CON CARGOS BASADOS EN FACTORES TALES COMO: VOLUMEN DE DATOS, DURACION DE LA LLAMADA, DISTANCIA, FACILIDADES USADAS, HORA DEL DIA Y TENTATIVA DE LLAMADA. DEBERA SER POSIBLE CAMBIAR DE MANERA FLEXIBLE, PARAMETROS DE FACTURACION EN LA RED A FIN DE PODER FACTURAR LOS SERVICIOS DE CADA LINEA DE USUARIO. LA FACTURACION DEBERA DETALLARSE SUFICIENTEMANTE PARA PROPORCIONAR INFORMACION AL USUARIO LLAMADA POR LLAMADA. DEBERA REGISTRARSE Y ALMACENARSE INFORMACION DETALLADA QUE INCLUYA LOS SIGUIENTES DATOS:

- A.- IDENTIFICACION DE LA CONEXION VIRTUAL (USUARIO ORIGEN, USUARIO DESTINO)
- B.- DURACION DE LA LLAMADA
- C.- FECHA Y HORA DEL USO DEL SERVICIO
- D.- COBRO LOCAL O REMOTO
- E.- NUMERO DE PAQUETES ENVIADOS Y RECIBIDOS.
- F.- NUMERO DE CARACTERES ENVIADOS Y RECIBIDOS
- G.- NUMERO DE CONEXIONES VIRTUALES.

EN LA GESTION DE SEGURIDAD, DEBE PROPORCIONAR METODOS DE ACCESO SEGUROS A LA RED, ASI COMO REPORTES QUE PERMITAN AUDITAR LOS MISMOS, INCLUYENDO PROTECCION DE ACCESO NO AUTORIZADO, INFORMACION Y CONTROL DE ACCESO DESDE OTRAS REDES. DEBERA INCLUIR DIFERENTES NIVELES DE ACCESO AL CENTRO DE CONTROL PARA REALIZAR LAS FUNCIONES DE ADMINISTRACION, SUPERVISION Y PASSWORDS.

ADICIONALMENTE, LOS PROVEEDORES PARTICIPANTES DEBERAN CUMPLIR CON LOS SIGUIENTES ASPECTOS TECNICOS:

- 1.- EL PROYECTO DE LA RED FRAME RELAY, ES DEL TIPO LLAMADO LLAVE EN MANO (TURNKEY) QUE CONSISTE EN EL SUMINISTRO, INSTALACION Y PUESTA EN OPERACION DE LOS EQUIPOS DE LA REQUISICION 802-77620-7789.

- 2.- CON EL OBJETO DE APLICAR EL PRESUPUESTO AUTORIZADO PARA LA ADQUISICION DE LOS EQUIPOS CONMUTADORES DE TRAMAS FRAME RELAY AMPARADOS POR ESTA REQUISICION, EL PROVEEDOR DEBERA CONSIDERAR 3 (TRES) MESES COMO PLAZO DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS. CONTADOS APARTIR DE LA COLOCACION DEL PEDIDO.
- 3.- SE REQUIERE UNA GARANTIA PARA TODOS LOS EQUIPOS Y PARTES QUE INTEGRAN EL SISTEMA, POR UN PERIODO DE 24 (VEINTICUATRO) MESES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE LA PUESTA EN OPERACION DE LA RED ADEMÁS, DEBERA SUMINISTRARSE UN LOTE DE PARTES CONSUMIBLES DESDE EL INICIO DE OPERACION DE LA RED PARA UN PERIODO DE 2 AÑOS.
- 4.- SE REQUIERE UN TIEMPO DE RESPUESTA PARA LA INSTITUCION DE LOS MODULOS Y/O UNIDADES QUE RESULTEN DAÑADAS DURANTE EL PERIODO DE GARANTIA, NO MAYOR A 30 (TREINTA) DIAS CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE NOTIFICACION POR PARTE DE LA GIT
- 5.- EL PROVEEDOR SE COMPROMETE A GARANTIZAR LA INGENIERIA DE TODO EL SISTEMA.
- 6.- EL PROVEEDOR SE COMPROMETE Y DEBERA CONFIRMAR POR ESCRITO A TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T. POR MEDIO DE UNA CARTA CERTIFICADA, A CONTAR CON LAS REFACCIONES DE TODOS LOS EQUIPOS SUMINISTRADOS POR UN PERIODO MINIMO DE 10 (DIEZ) AÑOS.
- 7.- EL PROVEEDOR DEBERA CONTAR CON SOPORTE TECNICO PROPIO EN LA REPUBLICA MEXICANA, ASI COMO PERSONAL CALIFICADO QUE SEA CAPAZ DE REALIZAR PRUEBAS, INSPECCIONES, REPARACIONES Y SERVICIOS DE MANTENIMIENTO CUANDO TELMEX ASI LO REQUIERA
- 8.- LA OFERTA DEBERA VENIR AUTORIZADA POR UN PERITO EN TELECOMUNICACIONES CON REGISTRO VIGENTE.
- 9.- CONTESTACION PUNTO POR PUNTO A CADA UNA DE LAS ESPECIFICACIONES Y DESCRIPCIONES QUE SE PRESENTAN EN EL ANEXO CON LAS INDICACIONES PRECISAS DE LO QUE OFRECEN NO LIMITANDOSE A DECIR "CUMPLE"
- 10.- TODOS LOS EQUIPOS QUE PROPONGA EL PROVEEDOR DEBERAN ESTAR HOMOLOGADOS ANTE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE DEL GOBIERNO MEXICANO EN CASO DE NO CUMPLIR CON ESTE REQUISITO, EL PROVEEDOR DEBERA COMPROBAR MEDIANTE DOCUMENTOS QUE SE ENCUENTRA EN TRAMITE DE HOMOLOGACION
- 11.- PRUEBAS DE ACEPTACION DE SITIO (OSAT).- UNA VEZ QUE EL SISTEMA SE ENCUENTRE INSTALADO EN EL LUGAR DEFINITIVO DE OPERACION, EL PROVEEDOR REALIZARA LAS PRUEBAS DE ACEPTACION DEL SISTEMA EN PRESENCIA DEL PERSONAL DE LA GERENCIA (GIT) DESIGNADO PREVIAMENTE PARA ESTE PROPOSITO. DURANTE EL PROCESO DE PRUEBAS, EL PROVEEDOR PROPORCIONARA TODAS LAS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE PRUEBA QUE SE REQUIERAN, EFECTUANDO POR SU CUENTA TODAS LAS MODIFICACIONES DE PROGRAMACION QUE SEAN NECESARIAS, CAMBIOS EN EL HARDWARE, REPARACIONES, ETC A FIN DE PROCEDER A LA ACEPTACION FINAL DEL SISTEMA.
- 12.- EN LA PRESENTACION DE SU PROPUESTA, EL PROVEEDOR DEBERA DE CONSIDERAR LA OPERACION DEL EQUIPO EN TODA LA RED EN SU CONJUNTO DE ACUERDO CON LOS ALCANCES DEL PLAN DE DESARROLLO DE LAS COMUNICACIONES DE TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., DADOS LOS AVANCES TECNOLOGICOS EN MATERIA EN CONMUTACION DE TRAMAS FRAME RELAY PARA REDES PRIVADAS, DEBERAN CONSIDERARSE ADEMÁS SOLUCIONES ALTERNATIVAS DE LOS CONCURSANTES ESTIMEN SUPERAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA REQUISICION ESTAS DEBERAN PRESENTARSE INDICANDO CON EL GRADO DE DETALLE Y FUNDAMENTACION CONVENIENTES LAS VENTAJAS QUE PRESENTAN RESPECTO A LO SOLICITADO EN UN CONTEXTO DE COMPATIBILIDAD CON OTRAS REDES DE DIFERENTES MARCAS.
- 13.- EN SU OFERTA EL PROVEEDOR DEBERA PROPORCIONAR EN FORMA DETALLADA LAS CARACTERISTICAS TECNICAS DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS ACCESORIOS, REFACCIONES, SERVICIOS, ETC. PROPUESTOS.

14.- EN SU OFERTA EL PROVEEDOR DEBERA CONSIDERAR EL SUMINISTRO POR CADA EQUIPO PROPUESTO DE TRES JUEGOS DE INSTRUCTIVOS DE INSTALACION, PROGRAMACION Y MANTENIMIENTO CON UNA DESCRIPCION DETALLADA DE CADA UNO DE LOS MODULOS QUE COMPONEN EL SISTEMA INCLUIDOS LOS DIAGRAMAS CORRESPONDIENTES DETALLADOS A NIVEL COMPONENTE.

LA INFORMACION DEBERA INCLUIR LISTAS DETALLADAS DE COMPONENTES ACTIVOS Y PASIVOS EN LOS QUE DEBERAN APARECER CON SU NUMERO O CLAVE USUAL EN EL MERCADO Y CON LOS DATOS DE SU FABRICANTE.

15.- EL PROVEEDOR DEBERA INCLUIR EN SU PROPUESTA LA IMPARTICION DE 2 (DOS) CURSOS DE CAPACITACION, TEORICO Y PRACTICO PARA 10 (DIEZ) INGENIEROS EN LO QUE SE EXPLIQUEN, LAS TECNICAS DE OPERACION, PROGRAMAS Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.

EN SU OFERTA EL PROVEEDOR ENTREGARA UN PROGRAMA DETALLADO DE LOS TEMAS A TRATAR EN CADA UNO DE LOS CURSOS, MENCIONANDO LOS TEMAS TEORICOS, SESIONES PRACTICAS Y APOYOS DIDACTICOS OFRECIDOS.

16.- (QUINCE) DIAS DESPUES DE CONCLUIDA LA INSTALACION, EL PROVEEDOR ENTREGARA A TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., POR TRIPPLICADO, LA MEMORIA DE INSTALACION DE CADA EQUIPO LA CUAL DEBERA CONTENER LA SIGUIENTE INFORMACION:

A.- DISTRIBUCION DE EQUIPO

B.- INTERCONEXION DEL EQUIPO A SISTEMAS DE ALIMENTACION

C.- DIAGRAMAS DE CABLEADO ENTRE GABINETES Y EL REMATE DE CABLES EN DISTRIBUCION PRINCIPAL.

D.- VERSION ACTUALIZADA DE PROGRAMACION FINAL EN CINTA O DISCO FLEXIBLE Y UNA COPIA IMPRESA DE LA INFORMACION

E.- LOS PLANOS E INFORMACION QUE EL PROVEEDOR CONSIDERE DE UTILIDAD.

LA MEMORIA DEBERA INCLUIR LA DESCRIPCION A DETALLE DE LOS TRABAJOS REALIZADOS Y LOS PLANOS DE INSTALACION ORIGINAL Y COPIA EN TAMAÑO DOBLE CARTA

17.- DURANTE LA INSTALACION DE LOS EQUIPOS, EL PROVEEDOR DEBERA COORDINARSE CON EL PERSONAL DE LA GERENCIA DE INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES QUE SE DESIGNE

18.-EL PROVEEDOR SE COMPROMETE A EFECTUAR LA MODIFICACIONES Y ADECUACIONES QUE SEAN NECESARIAS PARA OBTENER UNA PLENA COMPATIBILIDAD DE OPERACION.

19.- EL PROVEEDOR DEBERA PRESENTAR UNA RELACION EN LA QUE INDIQUE EL TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS COTIZADOS. EL PROVEEDOR SE COMPROMETE A ACEPTAR QUE EL EQUIPO COTIZADO NO PRESENTARA NINGUNA FALLA CATASTROFICA EN EL TIEMPO POR EL MISMO ESPECIFICADO EN LA INTELIGENCIA DE QUE SI ESTO LLEGARA A OCURRIR, TELEFONOS DEL NOROESTE/G.I.T., ESTARIA EN LA FACULTAD DE HACER LOS CARGOS POR LA INTERRUPCION DE LOS SERVICIOS.

20 - EL PROVEEDOR DEBERA CONSIDERAR EN SU PROPUESTA LA VERIFICACION DE LOS SISTEMAS DE TIERRA PARA QUE CUMPLAN CON LA RESISTENCIA MINIMA REQUERIDA. EN EL CASO DE QUE ESTOS NO CUMPLAN CON LO MINIMO REQUERIDO, DEBERAN NOTIFICARLO POR ESCRITO CON LAS RECOMENDACIONES NECESARIAS PARA PROCEDER A SU REPARACION.

21.- EL PROVEEDOR DEBERA ENTREGAR EN SU OFERTA LA INGENIERIA PREELIMINARDE LA RED, ASI COMO EL JUEGO COMPLETO DE MANUALES DE INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE TODOS Y DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA. NO SE PERMITIRA CAMBIAR POSTERIORMENTE MARCAS NI MODELOS DE LOS EQUIPOS PROPUESTOS.

22.- CUALQUIER OMISION DE DETALLE EN ESTAS ESPECIFICACIONES TECNICAS NO LIBERA AL PROVEEDOR DE SU OBLIGACION DE SUMINISTRAR LOS SISTEMAS COMPLETOS, LOS CUALES DEBERAN OPERAR SATISFACTORIAMENTE. ADEMÁS EL PROVEEDOR DEBERA SUMINISTRAR LOS SISTEMAS COMPLETOS, LOS CUALES DEBERA OPERAR SATISFACTORIAMENTE ADEMÁS EL

PROVEEDOR DEBERA SUMINISTRAR A TELEFONOS DEL NOROESTE/GIT CUALQUIER INFORMACION QUE CONSIDERE NECESARIAS E INCLUSIVE PARA PROPONER ALTERNATIVAS TECNICAS QUE MEJOREN LO ESPECIFICADO POR LA GIT

SECCION 2

LICITACION PUBLICA INTERNACIONAL: GIT-5-B-001-ITS18

REQUISICION: 802-77620-7789

PARTIDA: 1 CANTIDAD: 1 UNIDAD: LOTE
 DESTINO: OFICINAS CENTRALES- TELECOMUNICACIONES

RED "FRAME RELAY" INTEGRADA POR UN CENTRO DE ADMINISTRACION Y CONTROL, QUE INCLUYA PROTOCOLO SNMP, Y 4 NODOS DE COMUNICACION DE TRAMAS DE PROTOCOLO "FRAME RELAY" Y TRAMAS X.25 A TRAMAS FRAME RELAY O PROTOCOLO SUPERIOR, COMO PROPUESTA BASICA, BASADOS EN MICROPROCESADORES DE ALMENOS 32-BITS.

EL EQUIPO DEBE CONSTAR CON TRONCALES CUYA VELOCIDAD SEA DE 2.048 MBITS Y QUE CUMPLA CON LAS RECOMENDACIONES G.703, G732, LA CONEXION FISICA HACIA EL EQUIPO DE TRANSMISION DEBERA HACERSE A TRAVEZ DE CONECTORES BNC, HACIENDO USO DE CABLE COAXIAL DE 75 OHMS, LA CAPACIDAD TOTAL DE ESTOS PUERTOS DE RED DEBERA SER DE POR LO MENOS 17 Y LOS PUERTOS X.25 REQUERIDOS PARA LA ACEPTACION DE CLIENTES USANDO ESTE PROTOCOLO ES DE POR LO MENOS 250 EN V.24 Y POR LO MENOS 150 PUERTOS QUE SOPORTEN X.28. TAMBIÉN SE REQUIERE QUE EL EQUIPO SOPORTE POR LO MENOS 34 PUERTOS V.35

LOS EQUIPOS DE ESTA PARTIDA DEBERAN CONTAR CON PUERTOS DE USUARIO "FRAME RELAY" UNIVERSALES, CON LA POSIBILIDAD DE SER CONFIGURADOS POR "SOFTWARE" O "HARDWARE", PARA OPERAR A VELOCIDADES DENTRO DEL RANGO DE 64 KBPS A 2.048 MBPS.

LA TEMPERATURA DE OPERACION DEBERA SER DE 0 A 40 GRADOS CENTIGRADOS. LA ALIMENTACION ELECTRICA DE ESTOS EQUIPOS DEBERA SER DE 100 VAC, 60 HZ.

DEBERAN TENER REDUNDANCIA PARA SOPORTAR LA DISPONIBILIDAD DESCRITA ANTERIORMENTE (FUENTES DE ALIMENTACION, LOGICA COMUN, PUERTOS DE USUARIO Y PUERTOS TRONCALES.

LAS ESPECIFICACIONES POR NODO SON:

TIJUANA.

LA CATIDADAD DE PUERTOS REQUERIDOS COMO MINIMO PARA ESTE NODO

V.24 Sinc.	V.24 Asin.	V.35	G.703	Total
92	84	10	7	193

LA MINIMA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO PARA ESTE NODO ES DE 2347 paq./seg.

MEXICALI.

LA CATIDADAD DE PUERTOS REQUERIDOS COMO MINIMO PARA ESTE NODO

V.24 Sinc.	V.24 Asin.	V.35	G.703	Total
42	26	5	4	77

LA MINIMA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO PARA ESTE NODO ES DE 1248 paq./seg.

ENSENADA.

LA CATIDADAD DE PUERTOS REQUERIDOS COMO MINIMO PARA ESTE NODO

V.24 Sinc.	V.24 Asin.	V.35	G.703	Total
25	23	5	3	56

LA MINIMA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO PARA ESTE NODO ES DE 1338 paq./seg.

HERMOSILLO.

LA CANTIDAD DE PUERTOS REQUERIDOS COMO MINIMO PARA ESTE NODO

V.24 Sinc.	V.24 Asin.	V.35	G.703	Total
51	2	10	3	66

LA MINIMA CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO PARA ESTE NODO ES DE 1156 paq./seg.

PARTIDA: 2 CANTIDAD: 2 UNIDAD: PZ
DESTINO: OFICINAS CENTRALES- TELECOMUNICACIONES

EQUIPO DE COMUNICACION QUE SOPORTE POR LO MENOS 12 PUERTOS V.24 SINCRNOS/ASINCRONOS Y AL MENOS 2 PUERTOS V.35 PARA TONCALES EL PROTOCOLO QUE DEBEN DE MANEJAR PARA SERVICIOS ES X.25 Y X 28.

DISCO DURO PARA CARGA LOCAL.

LA TEMPERATURA DE OPERACION DEBERA SER DE 0 A 40 GRADOS CENTIGRADOS. LA ALIMENTACION ELECTRICA DE ESTOS EQUIPOS DEBERA SER DE 220 VDC.

PARTIDA: 3 CANTIDAD: 3 UNIDAD: PZ
DESTINO: OFICINAS CENTRALES-TELECOMUNICACIONES

SISTEMA DE ENERGIA ININTERRUMPIDA DE LA CAPACIDAD REQUERIDA, SEGUN SEA EL CASO, CON BANCO DE BATERIAS DIMENCIONADO PARA UNA AUTONOMIA DE 30 MINUTOS CON VOLTAJE DE ALIMENTACION DE ENTRADA DE 110/220 VOLTS DE CORRIENTE ALTERNA Y ENTREGA DE VOLTAJE DE SALIDA NOMINAL DE 110/220 VOLTS DE CORRIENTE ALTERNA, EL SISTEMA DEBE CONTAR CON:

CARGADOR/RECTIFICADOS DE BATERIAS, BANCO DE BATERIAS DE PLOMO ACIDO SELLADAS, LIBRES DE MANTENIMIENTO, ALOJADAS EN UN GABINETE ANEXO AL UPS. INVERSOR CON REGULACION DE VOLTAJE AUTOMATICO. INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA DE ESTADO SOLIDO PANEL DE SEÑALIZACION DEL ESTADO DE OPERACION DEL SISTEMA Y ALARMAS DE TIPO LOCAL Y REMOTO. ESTOS EQUIPOS DEBERAN SOPORTAR CADA UNO DE LOS NODOS DE LA PARTIDA 1 CON UNA TOLERANCIA ADICIONAL DEL 50%.

PARTIDA: 4 CANTIDAD: 1 UNIDAD: LOTE
DESTINO: OFICINAS CENTRALES-TELECOMUNICACIONES

REFACCIONES PARA LOS EQUIPOS DE LAS PARTIDAS ANTERIORES. PARA DOS AÑOS DESPUES DE LA GARANTIA. DEBERA DEGLOSARSE EL LOTE, INDICANDO LOS PRECIOS UNITARIOS DE LOS COMPONENTES.

PLAZO DE ENTREGA REQUERIDO: 90 DIAS MAXIMO

Conclusiones.

Ha sido una gran trayectoria recorrida desde el inicio de la tesis hasta este último paso la conclusión, en donde queremos subrayar el hecho de ver el diseño de la red desde el punto de vista global, no solo de la parte puramente técnica sus puntos, con el fin de poder obtener productos de alta calidad y dentro de los costos previstos, así como garantizar un funcionamiento ininterrumpido por varios años en sus diversos componentes, brindando a los usuarios de la misma un mejoramiento en su productividad laboral o personal y en la disponibilidad del oro del presente siglo la información.

El presente trabajo proporcionó bases fundamentales del campo de las telecomunicaciones, hablando desde sus bases teóricas de modulación y codificación de señales hasta los elaborados procedimientos de operación de una red, pasando por la descripción detallada de protocolos como X.25 y Frame Relay los cuales son fundamentales para entender el diseño de la red realizada.

Se presentó un proceso de diseño, que en una forma procedural y clara nos describe los pasos para diseñar, evaluar, implementar y operar una red de telecomunicaciones, se ejemplificó dicho proceso en el diseño de una red pública de datos que satisface las necesidades actuales de la región noroeste del país y que gracias a su buen diseño ha permitido la expansión a través de los años en número de puertos y en el uso de nuevas aplicaciones, alcanzando los niveles de disponibilidad y tiempos de transmisión previstos requeridos por sus usuarios.

La red realizada se presentó desde su inicio de análisis de requerimientos hasta la elaboración del diseño final, el cual sirvió para seleccionar los productos del mercado que permitieron satisfacer las necesidades de transporte de información de los usuarios del mismo Teléfonos del Noroeste así como de importantes empresas en la parte norte de nuestro país.

A pesar del énfasis dado al diseño utilizando tecnología Frame Relay, el método de diseño propuesto permite diseñar redes de cualquier tecnología ya que muestra pasos concretos que un buen diseño debe considerar, puntualizando su utilización en cada caso y el análisis pertinente requerido por la tecnología seleccionada.

Estamos seguros que la experiencia de varios años en el campo de las telecomunicaciones plasmados en esta tesis, así como los métodos y análisis propuestos en la misma, ayudarán en alguna forma a los ingenieros y expertos del área del transporte de información a crear los medios y las vías por los que continuarán pasando los vitales datos de la comunicación humana.

Bibliografía

- Tanenbaum Andrew S.: " Computer Networks" Prentice-Hall, Inc 1996
- Black, Ulysess : Frame Relay Networks: Specifications and Implementation, 2/e McGraw Hill
- McDysan/Spohn: ATM: Theory and Applications
- Darren L. Spohn: Data Network Design, McGraw-Hill Second Edition
- Comer, Douglas E., Internetworking with TCP/IP, 2nd Ed. Vol I-III, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1991
- Freeman, Roger L., Telecommunications Systems Engineering, 2nd., John Wiley & Sons, New York, 1989
- Schwartz, Misch, Telecommunications Networks, Addison-Wesley, Reading MA, 1987.
- Stalling, William, Data and Computer Communications, 3rd Ed., Macmillan, New York, 1991
- Stalling William, Local & Metropolitan Area Networks 5th Ed, Prentice Hall, 1997
- US Sprint, US Sprint Frame Relay Service Interface Specification, Document No 5136 03 July 12 1991
- Cisco CCIE Fundamentals: Network Design and Case Studies, Cisco Press, 1998
- Frame Relay Forum
- Alcatel Data Networks, X.25 Protocol Course Manual, August, 1994
- Alcatel Data Networks, TPX1100 Functional Description, 1994
- Alcatel Data Networks, TP8000 Functional Description, 1994
- Alcatel Data Networks, TPX1100 Hardware Installation Manual, 1994
- Alcatel Data Networks, TP8000 Hardware Installation Manual, 1994
- Ford/Lew/Spainer/Stevenson, Internetworking Technologies Handbook, Cisco Press, 1997
- Black, Uyless. X.25 and Related Protocols IEEE Computer Society Press, 1991.
- Hewlett-Packard. X.25: The PSN Connection; An Explanation of Recommendation X 25, 5958-3402, October 1985.
- Bellcore Technical Reference, *Generic Requirements for Frame Relay PVC Exchange Service*, TR-TSV-001369, Issue 1, May 1993.
- C. Brown, F. Baker, C. Carvalho, Network Information Center, *Management Information Base for Frame Relay DTEs*, RFC 1315, SRI International, Menlo Park, CA, April 1992.

Bellcore Technical Reference, *Phase 1 Frame Relay Customer Network Management Service*, GR-1371-CORE, Issue 1, March 1994.

T. Bradley, C. Brown, Network Information Center, *Inverse Address Resolution Protocol*, RFC 1293, SRI International, Menlo Park, CA, January 1992.

Multiprotocol Interconnect Over Frame Relay, RFC 1490, T. Bradley, C. Brown, A. Malis, Network Information Center, SRI International, Menlo Park, CA, July 1993.

American National Standard Institute, T1.606. *Integrated Services Digital Network (ISDN)--Architectural Framework and Service Description for Frame-Relaying Bearer Service*. 1990.

American National Standard Institute T1.617. *Integrated Services Digital Network (ISDN)--Signaling Specification for Frame Relay Bearer Service for Digital Subscriber Signaling System Number 1 (DSS1)*. 1991.

American National Standard Institute, T1.618. *Integrated Services Digital Network (ISDN)--Core Aspects of Frame Protocol for Use with Frame Relay Bearer Service*. 1991.

ATM Data Exchange Interface (DXI) Specification, Version 1.0. Document ATM_FORUM/93-590R1; August 4, 1993.

ITU Recommendation I.112, Framework for providing