

**SISTEMAS ELECTRONICOS**

**DE COMUNICACION DE DATOS**

Alternativas actuales y perspectivas futuras

*Partido*  
*C. I. F.*  
*25. IV. 96*

---

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Electrónica

SISTEMAS ELECTRONICOS

DE COMUNICACION DE DATOS

Alternativas actuales y perspectivas futuras

JUAN CARLOS VEGA LEMUS

Trabajo de investigación presentado para optar al grado  
académico de Licenciatura en Ingeniería Electrónica .



Guatemala

1994

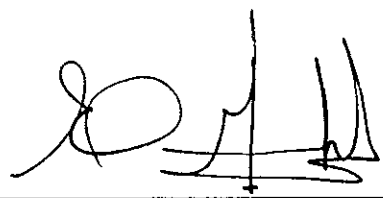
Vo. Bo. :

(f)  \_\_\_\_\_

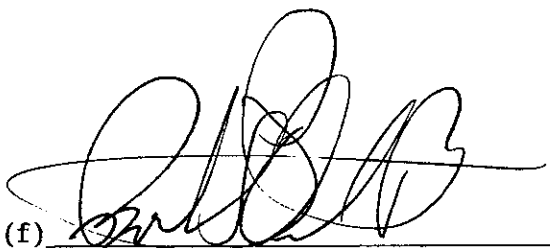
Ingeniero Juan Pablo Rodríguez

Asesor

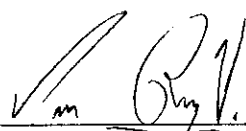
Tribunal:

(f)  \_\_\_\_\_

Ingeniero Erick del Cid

(f)  \_\_\_\_\_

Ingeniero Robert Duke

(f)  \_\_\_\_\_

Ingeniero Juan Pablo Rodríguez

Fecha de aprobación: 4 de noviembre de 1994.

A mis padres,  
por haberlo hecho posible  
A mi esposa,  
por su apoyo y comprensión  
A mi abuelo,  
por su confianza

## PREFACIO

En este trabajo se estudian las principales Arquitecturas de Redes de Datos; se presenta en detalle la estructura de cada una de ellas y las alternativas para su interconexión.

Se describen las principales redes públicas y privadas de datos disponibles actualmente en Guatemala y se mencionan los principales proyectos a corto y mediano plazo.

Por último, se analizarán las ventajas de cada tipo de red, de acuerdo a las necesidades actuales en nuestro país.

CONTENIDO	Páginas
PREFACIO	iii
I. INTRODUCCION	1
II. ARQUITECTURAS ESTRATIFICADAS DE REDES DE DATOS	3
A. Redes de comunicación de datos	3
B. Arquitecturas estratificadas	7
III. MODELO DE REFERENCIA OSI.	11
A. Niveles del Modelo De Referencia OSI	12
IV. PROTOCOLOS DE RED: NIVELES I,II Y III	21
A. Nivel Físico	21
B. Nivel de Enlace De Datos	29
C. Nivel de Red	34
V. PROTOCOLOS DE ALTO NIVEL	39
A. Nivel de Transporte	39
B. Nivel de Sesion, Presentación y Aplicación	43
VI. ARQUITECTURA DE RED DE SISTEMAS (SNA)	51
A. Estructura de la red	51
B. Niveles de la arquitectura SNA	54
C. Comparación entre SNA y OSI	59
D. Red Avanzada De Igual A Igual (APPN)	60
VII. OTRAS ARQUITECTURAS ESTRATIFICADAS	67
A. El Protocolo X.25	67
B. TCP/IP	69
VIII. SERVICIOS DIGITALES DE INTELSAT	71
A. Servicios IBS de INTELSAT	71
B. Servicios INTELNET de INTELSAT	76
IX. INTERCONEXION DE REDES	81
A. Puentes ( <u>Bridges</u> )	81
B. Enrutadores ( <u>Routers</u> )	84
C. Pasarelas o puertas ( <u>Gateways</u> )	86
X. REDES PUBLICAS EN GUATEMALA	89
A. Redes analógicas públicas	39
B. Redes digitales públicas	92

XI. CANALES PRIVADOS DE TRANSMISION	103
A. Redes de radio	103
B. Telefonía celular	110
C. IBS (COMSAT & Telepuerto)	113
D. Estaciones VSAT	115
XII. REDES PRIVADAS EN GUATEMALA	117
A. Redes privadas en el sector financiero y bancario	117
B. Redes en el sector comercial e industrial	122
C. Proyectos en el sector comercial e industrial	126
XIII. Perpectivas Futuras	129
XIV. CONCLUSIONES	133
XV. RECOMENDACIONES	139
XVI. BIBLIOGRAFIA	95
APENDICES	
A. Recomendaciones de la serie V del CCITT	143
B. Recomendaciones de la serie X del CCITT	145
C. Referencias ISO más importantes acerca de la gestión de ficheros y bases de datos.	147

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
4.1 Técnicas de enrutamiento en redes existentes	38
5.1 Niveles del servicio Teletex	45
10.1 Tarifas para canales arrendados a terceros a nivel nacional	98

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
3.1 Arquitectura OSI	11
4.1 Ejemplo de enrutamiento en una red SNA	35
5.1 Sistema de correo electrónico	46
6.1 Ejemplo de una red SNA	53
6.2 Niveles de la arquitectura de red SNA	55
6.3 Estructura de un nodo SNA	58
6.4 Estructura de una red APPN	64
7.1 Interfaz X.25	67
7.2 TCP/IP como una arquitectura estratificada	69
9.1 Interconexión por medio de puentes.	82
9.2 Interconexión por medio de enrutadores	84
9.3 Interconexión por medio de pasarelas	86
10.1 Zonas telefónicas de Guatemala	97
11.1 Mezcla de Servicios: IBS, VSAT y telefonía celular	116
12.1 BANCARED	119
12.2 Enlace IBS de GINSA	124

## I. INTRODUCCION

Hoy en día las redes de computadores juegan un papel vital en el mundo. Las grandes y pequeñas empresas necesitan intercambiar información de una forma rápida y económica para permanecer competitivas. Guatemala no es la excepción a esta regla, actualmente muchas empresas tienen planes de formar redes corporativas de computadores o bien compartir las redes de información ya existentes.

A nivel mundial, un aumento en la capacidad de los sistemas de comunicación está dando paso a una serie de nuevos productos y servicios. Según las predicciones de Insight Research Corp., una firma de investigación de mercado especializada en la industria de las telecomunicaciones, las comunicaciones de texto y datos aumentarán de 36,000 millones de dólares en 1990 a 94,000 millones en 1994; y la de imágenes de 22,000 millones a 74,000 millones en el mismo período.

Al mismo tiempo que en otros países como Canadá y Estados Unidos se dispone de líneas dedicadas en el rango de 19.2 Kbps a 1.544 Mb/s y los esfuerzos se dirigen a la creación de las llamadas "autopistas electrónicas". En nuestro país en este momento aún es difícil establecer enlaces a más de 9.6 Kbps con los departamentos y restantes países de Centroamérica.

El diseño y configuración de una red de computadoras no es una tarea sencilla debido a que el mercado está inundado de alternativas muy distintas una de otra. En la decisión entran en juego muchos factores técnicos

(arquitectura, topología, protocolos, conectividad con otras redes, etc.) y económicos (inversión inicial, costo por nodo, costos de crecimiento, etc.).

El objetivo de este trabajo es reunir la información técnica y financiera necesaria para que una empresa pueda hacer una elección objetiva respecto a su red de información.

En los primeros capítulos se estudian las principales arquitecturas estratificadas para redes de datos (OSI, SNA, TCP/IP). También se presenta una descripción de cada uno de los niveles que componen el modelo OSI y los niveles correspondientes en las otras arquitecturas. Este análisis se estructuró con base en el modelo OSI debido a que éste se está convirtiendo rápidamente en el estándar internacional para este tipo de arquitecturas.

En la siguiente parte se analizan redes de datos públicas y privadas disponibles en Guatemala. Se describen los objetivos de cada red, su capacidad total y disponible, los servicios que presta y los planes de expansión futura.

## II. ARQUITECTURAS ESTRATIFICADAS DE REDES DE DATOS

### A. Redes de Comunicación de Datos

Alrededor del mundo se encuentran instaladas miles de redes de comunicación de datos que permiten a sus usuarios comunicarse unos con otros. Estas redes van desde un computador conectado a sus terminales dentro de un edificio hasta redes mundiales. Los tipos de datos que más comúnmente se transmiten son:

- Datos interactivos ( entre una terminal y un computadora ), con un tamaño aproximado de 400 a 1000 bytes.
- Transmisión de archivos entre computadores o entre computadores y unidades de almacenamiento masivo, con tamaños de hasta varios millones de bytes.
- Voz digitalizada
- Facsímil
- Imágenes
- Etc.

Existen principalmente tres tipos de redes:

- Redes de conmutación de circuitos<sup>1</sup>,
- Redes de conmutación de mensajes<sup>2</sup> , y
- Redes de conmutación de paquetes<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup>Circuit switching

<sup>2</sup>Message switching

<sup>3</sup>Packet-switched technology

### Conmutación de circuitos

Aquí se establece una ruta exclusiva entre el grupo de usuarios que en un momento dado necesita comunicarse y esta ruta permanece hasta que termina la comunicación. En este contexto el término usuario tiene un significado más amplio, puede representar una persona, un computador o un programa de aplicación. La red telefónica es un ejemplo de este tipo de redes.

### Conmutación de mensajes

En este tipo de redes se pretende aprovechar el hecho que las comunicaciones de datos suelen contener cortos períodos de transmisión seguidos de intervalos largos sin datos. En este tipo de redes no es necesario que se establezca una conexión entre usuarios para efectuar la transmisión, en lugar de ello el mensaje se trasmite al siguiente nodo donde es almacenado hasta que exista un circuito disponible hacia el siguiente nodo donde este proceso se repite.

### Conmutación de paquetes

A pesar que la conmutación de mensajes es mucho más eficiente que la conmutación de circuitos, aún tiene algunas deficiencias:

- 1) los nodos deben tener la posibilidad de almacenar mensajes largos, aunque la mayor parte del tiempo los mensajes son pequeños,
- 2) el mensaje no se trasmite al siguiente nodo hasta que se termina de recibir completamente; si el mensaje es muy largo, el tiempo de transmisión se puede volver inaceptable,

- 3) al transmitir un mensaje largo por un circuito, cualquier mensaje en esa misma ruta (aunque sea muy corto) debe esperar a que se termine la transmisión del mensaje largo.

En una red de conmutación de paquetes, los problemas anteriores se solucionan subdividiendo los mensajes en pequeños paquetes (típicamente 1024 bits) y transmitiendo paquete por paquete. Luego se utiliza el mismo procedimiento que en la conmutación de mensajes.

Podemos distinguir dos modalidades de transmisión en un red de conmutación de paquetes:

1. El modo orientado a conexión o modo de circuito virtual. En éste inicialmente no existe conexión lógica entre los usuarios, la conexión de red se encuentra en estado libre. Si dos usuarios desean comunicarse deben empezar estableciendo una conexión utilizando un protocolo determinado. Una vez establecida la conexión, se pasa al estado de transferencia de datos: los usuarios intercambian datos siguiendo un protocolo preestablecido. A continuación, los usuarios liberan la conexión, tras lo cual ésta vuelve al estado libre.

Una red orientada a conexión cuida bastante los datos del usuario. El procedimiento exige una confirmación explícita de que se ha establecido la conexión, y si no es así, la red informa al usuario solicitante que no ha podido establecerse esa conexión. El control de flujo (es decir, la

comprobación de que los datos lleguen correctamente, en orden, y que no se desborde la capacidad de la red y el usuario receptor) es también responsabilidad de la red, que también se encarga tanto de la detección de errores como de la corrección de los mismos. Las redes orientadas a conexión llevan un control permanente de todas las sesiones entre distintos usuarios, e intentan asegurar que los datos no se pierden en la red. Esta especial atención hacia los datos supone una considerable carga de trabajo e incrementa los costes, dada la gran cantidad de funciones que exige.

2. El modo de datagramas o modo sin conexión, en el cual la red pasa directamente del estado libre al estado de transferencia de datos y luego de nuevo al estado libre. La principal diferencia con el modo anterior es la ausencia de las fases de establecimiento y liberación. Además, las redes no orientadas a conexión no ofrecen confirmaciones, control de flujo ni recuperación de errores aplicables a toda la red, aunque estas funciones sí existen para cada enlace particular. Evidentemente, el costo de una red no orientada a conexión es mucho menor.

Hoy en día es muy frecuente que el tráfico de datos tenga que cruzar múltiples redes, principalmente si el acceso a la red se hace a través de una red de área local. La comunicación a través de redes públicas de datos entre distintos países también requiere cruzar múltiples redes. Como resultado, la interconectividad juega un papel cada vez más importante en el análisis y diseño de las redes de datos

## B. Arquitecturas estratificadas

Los conceptos de conmutación de circuitos, de mensajes o de paquetes tienen que ver con llevar información de un extremo de la red a otro de una forma correcta y en un tiempo correcto. Sin embargo, el problema de comunicación de un usuario a otro incluye otro aspecto importante: la información debe llevarse a su destino en una forma reconocible y apropiada para su uso.

Una red puede estar comunicando computadores de varios tipos y de distintos fabricantes. Posiblemente para establecer una comunicación apropiada cada computador y cada programa de aplicación requiere un distinto método de acceso y un distinto protocolo. Ya que los datos deben presentarse al usuario final en una forma en que estos la puedan reconocer y manipular, lo anterior impone requerimientos específicos para ambos miembros de la "conversación".

Muchos de los requerimientos, como reordenar paquetes y regular el flujo de información, no tienen nada que ver con la operación correcta de la red de datos. Estos controles adicionales usualmente se incorporan como software en cada uno de los sistemas. Se ha vuelto común el llevar a cabo las tareas requeridas en una forma organizada, dando lugar al concepto de Arquitecturas Estratificadas de Comunicaciones.

Una de las primeras en desarrollarse fue la Arquitectura de Red de Sistemas de IBM (Systems Network Architecture SNA). El Modelo de Referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos (ISO Reference Model for Open Systems Interconnection OSI) se está convirtiendo rápidamente en el estándar internacional para este tipo de arquitecturas.

Estas arquitecturas y otras como ellas dividen el proceso de comunicación en dos partes:

- 1) La primera parte del problema se relaciona con la red de comunicaciones: llevar información de un extremo de la red a otro de una forma correcta y en un tiempo correcto. Las funciones relacionadas con esta parte se llevan a cabo a través de los Protocolos de Red.
- 2) La segunda parte del problema es asegurar que los datos llevados al usuario final sean reconocibles y estén en una forma apropiada para su uso. Estas funciones las llevan a cabo los llamados Protocolos de Alto Nivel.

Una arquitectura orientada al usuario debe comprender los dos tipos de protocolos. Cada uno de estos tipos de protocolos se subdividen usualmente en varios Niveles o Estratos que proporcionan cada uno, un servicio en particular respecto al problema inicial. De esto se deriva el nombre de Arquitecturas Estratificadas de Comunicación.

Es importante notar que no es necesario que todas las capas estén presentes en todos los nodos de la red. Los protocolos que proveen los Servicios de Red deben estar en cada nodo de la red, mientras que los protocolos de alto nivel sólo se requieren donde están los usuarios finales de la "conversación".

La separación del problema de comunicación entre dos usuarios en dos áreas básicas permite una gran variedad de alternativas para la red sin modificar la habilidad de que dos usuarios se sigan comunicando "abiertamente" a través de la red. Por ejemplo, un nodo intermedio en una red OSI podría sustituirse por una red de área local modificando apropiadamente algunas capas de los protocolos de red. Mientras las modificaciones cumplan con el concepto de OSI y sólo afecten un nivel a la vez, los niveles superiores no tienen que percibir el cambio.



### III. MODELO DE REFERENCIA OSI.

El Modelo de Referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) es un estándar internacional aprobado en 1983 por la ISO<sup>4</sup> y el CCITT<sup>5</sup>. El modelo de referencia consiste en un marco de referencia de siete niveles alrededor de los cuales es posible agrupar protocolos de comunicaciones específicos para que dos usuarios puedan comunicarse abiertamente.

Los tres niveles inferiores proveen los servicios de red y los protocolos que los implementan aparecen en todos los nodos de la red. Los cuatro niveles superiores proveen los servicios para usuarios finales. En la siguiente figura se muestran los distintos niveles mencionados

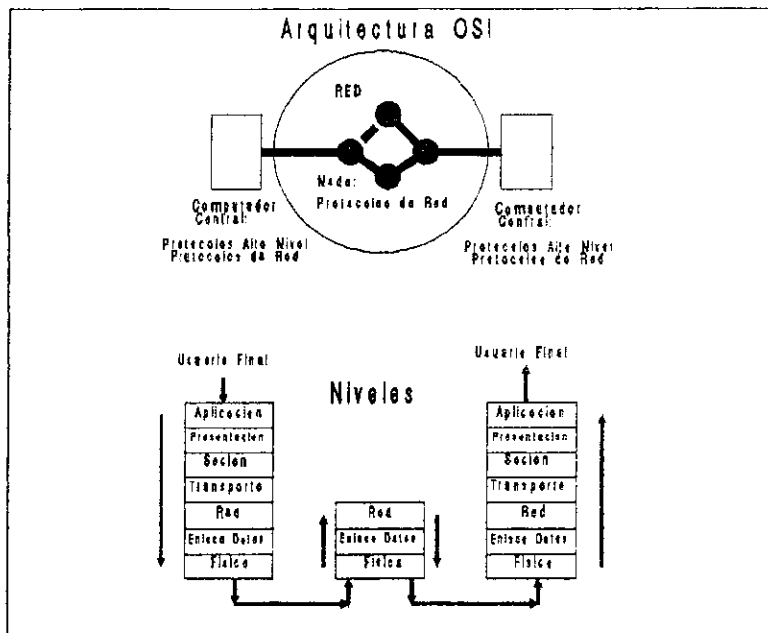


Figura 3.1 - Arquitectura OSI

<sup>4</sup>ISO International Standard 7498, Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model, Geneva, Oct. 1983.

<sup>5</sup>CCITT Draft Recommendation X.200, Reference Model of Open Systems Interconnection for CCITT Applications, Geneva, June 1983.

El Modelo de Referencia es simplemente una construcción abstracta que debe ser completada con detallados requerimientos de servicio para cada nivel y protocolos estandarizados que provean dichos servicios. A continuación se describe brevemente cada uno de los niveles del modelo:

#### A. Niveles del Modelo de Referencia OSI

##### Nivel 7: Aplicación

Este nivel, el más alto jerárquicamente, es el responsable de que dos aplicaciones que están cooperando para procesar información en ambos extremos de la red se entiendan entre sí. En otras palabras, este nivel es el responsable de la interpretación de la información que se está intercambiando.

No se intenta estandarizar a través del modelo todas las aplicaciones y sus procesos, sin embargo, existen algunos procedimientos comunes a todos los protocolos de aplicación. Los esfuerzos de estandarización en este nivel se centran en estos procedimientos llamados elementos comunes de servicio de aplicación. De esta forma podríamos ver el nivel de aplicación subdividido en dos partes:

- los elementos específicos relacionados con una aplicación en particular, y
- los elementos comunes a todos los procesos, los cuales realizan el interfase con el siguiente nivel (Presentación).

Adicionalmente a estos procedimientos comunes a todos los protocolos de aplicación, dentro del modelo OSI se han desarrollado tres servicios y sus

protocolos. Estos son los servicios y protocolos de terminal virtual, transferencia y manipulación de archivos, y de trabajos.

#### Nivel 6: Presentación

Este nivel permite aislar los procesos en el nivel de aplicación de las diferencias en representación y de sintaxis de los datos realmente transmitidos. También provee de un medio para que dos entidades intentando comunicarse puedan intercambiar información acerca de la sintaxis de los datos transmitidos por cada una. Cuando la sintaxis de la información enviada difiere de la utilizada por el sistema receptor, el nivel de presentación debe proveer del mapeo necesario. Dos funciones muy importantes que realiza este nivel son: el cifrado (encryption) y la compresión de datos.

El cifrado es necesario para asegurar que cualquier mensaje enviado sea entendido únicamente por el receptor. Consiste en convertir un mensaje en algo ininteligible, por medio de algún esquema reversible de codificación desarrollado en torno a una clave privada que sólo conocen el emisor y el receptor.

El cifrado se puede hacer en este nivel o aún en el de aplicación, llamándose en ambos casos cifrado de extremo a extremo (end-to-end encryption). En el caso de que se realice en el nivel de enlace de datos, se llama cifrado de enlace de datos (data link encryption). En el primero de los casos el usuario es quien elige la técnica de cifrado, mientras que en el segundo lo hace la Red.

### Nivel 5: Sesión

El servicio que presta este nivel al nivel superior es la administración del diálogo entre los usuarios del servicio. Una conexión de sesión debe prepararse y luego los parámetros de la conexión deben ser negociados a través del intercambio de información de control.

El nivel de sesión provee del servicio de sincronización para sobreponerse a cualquier error detectado. Esto se logra insertando marcas de sincronía en el diálogo, de tal forma que al ocurrir un error ambos usuarios puedan regresar a un punto designado en el diálogo y reiniciar la conversación.

Por último también es posible utilizar la función de administración de actividades mediante la cual un diálogo se puede descomponer en subconjuntos de actividad. De esta forma es posible interrumpir el diálogo en cualquier momento y luego reanudarlo en la siguiente actividad.

### Nivel 4: Transporte

Este nivel tiene la responsabilidad de proveer un transporte confiable y eficiente de datos entre los usuarios, asegurando que las unidades de datos sean entregadas en orden, sin pérdida ni duplicación. Además se consideran procedimientos para llevar a cabo la detección y recuperación de errores, segmentación y reensamble de datos, posible multiplexación de varias conexiones a través de una sola conexión de red, o bien la separación de una conexión en varias conexiones de red para mejorar del desempeño.

El propósito de este nivel es aislar el Nivel de Sesión de las peculiaridades de la red que los soporta. Las redes de comunicación pueden ser de muchos tipos y formas. Las facilidades de comunicación pueden ser de conmutación de circuitos o de paquetes. La red puede ser una red local (LAN), una red metropolitana (MAN), una red de área amplia (WAN) o una combinación. En regiones poco accesibles los enlaces pueden incluir enlaces de satélite de baja velocidad o enlaces terrestres con ruido.

El servicio que se provee es un mecanismo de transferencia de datos transparente y confiable, el cual se expresa en términos de los Requerimientos de Calidad de Servicio.

Los requerimientos de Calidad de Servicio se definen en términos de la capacidad de transmisión (bytes transmitidos por unidad de tiempo), retardo de transmisión, tasa residual de errores (unidades de datos incorrectas o perdidas / unidades de datos transmitidas totales). Otros factores que se pueden incluir son retardo de inicio de conexión, retardo de fin de conexión, probabilidad de falla de inicio y fin de conexión. Por supuesto los requerimientos deben ser obtenidos al mínimo costo.

En el nivel de transporte se pueden distinguir dos tipos de transmisión de datos:

- a. Transmisión orientada a conexión, y
- b. Transmisión sin conexión.

Estos son similares a los conceptos de circuito virtual y datagramas mencionados anteriormente. Inicialmente sólo existen protocolos para la transmisión orientada a conexión.

### Nivel 3: Red

Este nivel provee el servicio real de comunicación para el Nivel de Transporte, aislándolo de esta forma de los detalles de la red de comunicaciones utilizada para la transmisión de datos.

Dentro de las funciones que generalmente efectúa este nivel están el enrutamiento, control de errores, garantizar el orden de los paquetes en el modo orientado a conexión y proveer de algún mecanismo de control de flujo y congestión. Debido a que se ha desarrollado una gran variedad de redes cada una con sus propias características, aún no se han desarrollado estándares específicos para este nivel.

La ISO<sup>6</sup> ha desarrollado el estándar para el Protocolo Internet (IP) como la parte más alta del Nivel de Red. Como su nombre lo indica, este protocolo permite comunicarse a usuarios en distintas redes ya sean estas redes locales, redes de conmutación de paquetes, redes de satélite o algo más.

La recomendación para interfase de red X.25 del CCITT, que se ha convertido en un estándar internacional, juega un importante papel ya que

---

<sup>6</sup>International Standards Organization.

cubre los tres niveles más bajos del Modelo OSI. Sin embargo es necesario tener presente que el X.25 no es una arquitectura de red sino únicamente un interfase para redes.

A pesar de que el Nivel de Transporte está aislado de la red por este nivel, el nivel de servicio que puede proveer está estrechamente ligado al tipo de red utilizado. Por ejemplo, no existe forma donde el nivel de transporte pueda sobrepasar los retrasos por una red muy lenta.

### Nivel 2: Enlace de Datos

Como su nombre lo indica, el propósito de este nivel es proveer el servicio de nivel de enlace. Este servicio garantiza una transmisión secuencial y sin errores de unidades de datos a través de cada enlace en la red de comunicaciones. Para alcanzar esto, las unidades de datos llevan campos de sincronización, secuencia y detección de errores, además de los de control y datos.

Las redes existentes hoy en día y sus correspondientes protocolos se pueden dividir en dos grupos.

- a. Las redes distribuidas o de área amplia, en las cuales el protocolo de enlace se presenta en cada segmento de la red desde el inicio hasta el destino. De esta forma el nivel de red situado sobre éste, puede asumir que un paquete insertado en un extremo de un segmento llegará correctamente y en secuencia al otro extremo. Para este caso el protocolo

HDLC (High-Level Data Link Control) se está convirtiendo en el estándar internacional.

- b. Las redes de área local, donde generalmente sólo hay un segmento en la red. En este caso el nivel de red podría ser nulo. Los estándares para este tipo de redes han sido desarrollados por la IEEE<sup>7</sup> a través de un comité especial llamado Comité 802 de IEEE. Estos estándares cubren el nivel Físico y una porción del nivel de Enlace de Datos, y cumplen con el modelo OSI.

Estos estándares son el Estándar IEEE 802.3 para el bus con CSMA/CD, el Estándar IEEE 802.4 para el bus con paso de testigo (token) y el Estándar IEEE 802.5 para el anillo con paso de testigo (token). El estándar 802.3 es casi idéntico a la especificación Ethernet desarrollada conjuntamente por Xerox, Intel y DEC.

#### Nivel 1: Físico

Este nivel se encarga de la transmisión real de datos a través del canal físico de comunicaciones. Específicamente, el Nivel Físico considera la señalización apropiada para establecer una conexión y negociar la velocidad de transmisión para que la tasa de errores resultante sea aceptable.

---

<sup>7</sup>The Institute of Electrical and Electronics Engineers

Dos estándares bastante utilizados a este nivel, además de los propuestos por el Comité 802 de la IEEE, son el Estándar V.24 del CCITT y el estándar X.21. El primero se emplea principalmente al transmitir sobre líneas analógicas mediante modems y el segundo al transmitir con líneas digitales.



#### IV. PROTOCOLOS DE RED: NIVELES I,II Y III

##### A. Nivel Físico

Como se dijo anteriormente, el nivel físico es el nivel inferior del Modelo de Referencia OSI, y de las demás arquitecturas como SNA. Las funciones incluidas dentro de este nivel se encargan de activar, mantener y desactivar un circuito físico entre un Equipo Terminal de Datos (DTE) y un Equipo de Terminación de Circuito de Datos (DCE). Para llevar a cabo estas funciones, en la mayoría de las especificaciones relativas a interfases de nivel físico se describen los siguientes atributos del interfaz:

- Eléctricos: son los que determinan los niveles de tensión (o corriente) y la temporización de los cambios eléctricos que representan los unos y los ceros. Muchos de los protocolos de nivel físico clasifican estas funciones en cuatro grupos: control, sincronismo, datos y masa.

- Mecánicos: describen los conectores y los hilos del interfaz.

- De procedimiento: describen lo que deben hacer los conectores y la secuencia de eventos necesaria para llevar a cabo la transferencia eficaz de datos a través del interfaz.

Existe una gran cantidad de estándares publicados para interfases de nivel físico, los cuales pueden agruparse de la siguiente forma:

- 1) Interfases para redes telefónicas, descritos en la serie V de recomendaciones del CCITT.

- 2) Interfases para redes de datos, incluidos en la serie X de recomendaciones del CCITT.
- 3) Interfases para la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN) correspondientes a la serie I de recomendaciones del CCITT.
- 4) Los interfases para Redes de Area Local, descritos en las recomendaciones del Comité 802 de IEEE.

### **Interfases para Redes Telefónicas**

Las Recomendaciones de la Serie V del CCITT no están restringidas a los interfases de nivel físico. En el Apéndice I de este documento, se incluyen también otros aspectos como niveles de potencia, normalización de velocidades, especificaciones para modems, etc.

A continuación se mencionan las principales recomendaciones para interfases físicos utilizando líneas telefónicas.

#### V.24

Este es uno de los interfases más ampliamente utilizados en la actualidad. Este estándar también se describe en el estándar EIA<sup>8</sup> RS232C, aunque en realidad el RS232C puede considerarse como un subconjunto del V.24.

Este interfase utiliza un conector de 25 pines ISO DIS 2110 y la máxima longitud para el cable es de 15 metros. La máxima velocidad de transmisión es

---

<sup>8</sup>Electronic Industries Association

20 Kbps. Los niveles de señal para las líneas no balanceadas de este interfase, cumplen con la recomendación V.28 y son:

Encendido (0 binario): de +3 a +15V

Apagado (1 binario): de -3 a -15V.

Ya que el voltaje de circuito abierto para este interfase está definido entre -25 y +25 voltios, algunos equipos aceptan voltajes entre +3 y +25 voltios y entre -3 y -25 voltios.

### V.35

Este interfase se aplica principalmente a la transmisión de datos a velocidades de 48 Kbps. Sin embargo, se aplica frecuentemente para interfaces de 56 y 64 Kbps. En este interfase las líneas de datos y reloj son balanceadas, mientras que las de control son no balanceadas. Este interfase no cumple con los niveles de señal definidos en la recomendación V.11 y sus niveles son:

1 binario:  $- 0.55 \text{ V} \pm 20\%$

0 binario:  $+ 0.55 \text{ V} \pm 20\%$ .

El conector de 34 pines utilizado en este interfase cumple con el estándar ISO 2593.

EIA<sup>9</sup> 449

Este interfase diseñado para sustituir el EIA RS232C, se utiliza para velocidades de transmisión arriba de 20 Kbps. Dependiendo de la velocidad de transmisión, es posible hacer configuraciones balanceadas y no balanceadas.

Las características eléctricas de las líneas no balanceadas se definen en el estándar EIA RS423 (que corresponde a la recomendación V.10 del CCITT). Se soportan velocidades de hasta 100 Kbps. Las longitudes máximas del cable son 50 m a 20 Kbps y 10 m a 100 Kbps. Se puede utilizar un conector de 15 pines ISO 4903 para conexiones a circuitos de datos, o un conector de 37 pines ISO 4902 para conexiones a circuitos telefónicos.

Las características de las líneas balanceadas se describen en el estándar EIA RS422 (que corresponde a la recomendación V.11 del CCITT). Se permiten velocidades de hasta 10 Mbps. Las longitudes máximas para cable con terminación son 1000 m a 100 Kbps, 50 m a 2 Mbps y 10 m a 10 Mbps.

**Interfases para Redes de Datos**

A continuación se verán los estándares más utilizados de la Serie X de recomendaciones del CCITT enumeradas en el Apéndice II.

---

<sup>9</sup>Electronic Industries Association

X.20 y X.20bis

La recomendación X.20 define la interfase para redes de datos en modalidad de arranque/parada. En la transmisión con arranque/parada las conexiones se establecen y terminan utilizando los circuitos de transmisión de Datos (T y R). Se definen dos clases de servicios según la recomendación X.1:

Clase de Usuario 1: 300 bps con 11 bits por carácter

Clase de Usuario 2: 50 a 200 bps con 7.5 a 11 bits por carácter

En vista de que muchos DTE están equipados con interfases V.24, se ha adoptado una solución temporal en la forma de la recomendación X.20bis. De esta forma un modem asincrónico de la serie V puede comunicarse en modalidad arranque/parada.

X.21 y X.21bis

El X.21 es otro interfaz estándar que ha sido objeto de considerable atención, a pesar de que su uso no está tan extendido como el V.24, fue desarrollado para transmitir datos en modo sincrónico. Utiliza un conector de 15 pines igual al del RS-449. Los niveles lógicos se definen con base en la recomendación V.10 y son:

Encendido (0 binario) = +0.3 a +6 V

Apagado (1 binario) = -0.3 a -6 V



Para redes de conmutación de circuitos se definen características físicas y procedimientos de control. Las velocidades permitidas en estas redes son 0.6, 2.4, 4.8, 9.6, 48 y 64 Kbps. Para las redes de conmutación de paquetes sólo se utilizan las características físicas. Las velocidades permitidas en estas redes son 2.4, 4.8, 9.6, 48 Kbps.

El X.21bis permite conectar modems sincrónicos de la serie V a redes de datos, utilizando los circuitos del interfase V.24 y los niveles de V.28. Es importante recordar que el nivel 1 (nivel físico) de la recomendación X.25 corresponde a los interfases X.21 y X21bis.

### **Interfases para ISDN**

Los dos principales interfases para ingresar la red digital de servicios integrados (ISDN) son el interfase de acceso primario y el interfase de acceso básico.

El interfase de acceso primario descrito en la recomendación I.431 opera a velocidades de 2048 o 1544 Kbps y provee 30 o 23 canales tipo B a 64 Kbps para los datos y un canal tipo D a 64 Kbps para la señalización.

El interfase de acceso básico opera a una velocidad de 192 Kbps y se define en el estándar I.430. Provee dos canales tipo B a 64 Kbps y un canal tipo D a 16 Kbps para señalización. Además se ha definido el interfase tipo R, que permite conectar dispositivos no ISDN a través de un adaptador de terminal.

## Interfases para Redes de Area Local

Como se dijo anteriormente, los niveles físico y de enlace de datos de las principales redes de área local están descritos en las recomendaciones del comité 802 de la IEEE. A continuación se describen estos estándares:

### CSMA/CD (IEEE 802.3) – Ethernet

El procedimiento más probado para controlar una red local con estructura en bus es el acceso múltiple con escucha de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD). La versión más extendida de este método es la especificación Ethernet. En 1980, Xerox, Intel y DEC publicaron de manera conjunta una especificación para la red local Ethernet, que se convertiría posteriormente en el estándar IEEE 802.3.

El mecanismo de acceso CSMA/CD funciona de la siguiente forma: antes de iniciar la transmisión, la estación escucha el canal para detectar la presencia de una portadora. Si una portadora es detectada, esto indica que el canal está ocupado y la estación debe esperar hasta que esté libre. Si no se detecta una portadora en el canal, éste está libre y la estación inicia su transmisión. Durante la transmisión la estación compara la señal en el canal con la que está transmitiendo, si no son iguales significa que hubo una colisión y se debe cancelar la transmisión y esperar un tiempo aleatorio antes de reintentar.

El nivel físico de esta especificación incluye dos subniveles:

- 1) Codificación y Descodificación de Datos. Genera las señales necesarias para sincronizar las estaciones del canal y codifica/descodifica la corriente

de datos binarios con un código con autosincronización Manchester.

- 2) Acceso al canal Introduce la señal física en el canal en el lado emisor, y toma esa señal del canal en el lado receptor. De esta forma este subnivel detecta la presencia de una portadora lo cual indica que el canal está ocupado. También detecta colisiones en el canal al comparar la señal transmitida con la recibida.

### Testigo en Anillo - Token Ring (IEEE 802.5)

La red con paso de señal (token) en anillo con prioridad es un método utilizado por muchos fabricantes y funciona de la siguiente forma. Existe una trama especial llamada token que va pasando de una estación a otra en el anillo, y que incluye en su interior un indicador para indicar si la red está ocupada o no.

Si algún nodo desea transmitir datos y el token está libre, la estación captura el control del anillo, convirtiendo el token en un indicador de comienzo de trama de usuario y lo enviará a la siguiente estación del anillo.

Cada estación debe examinar el token. Si comprueba que se encuentra ocupado, debe regenerarlo y entregarlo a la siguiente estación. Únicamente copia sus datos si éstos deben ser entregados a la aplicación de usuario conectada a ese nodo específico. Cuando la información regresa de nuevo al nodo de partida, el token vuelve a inicializarse y se inserta en la red. Además de lo anterior, cada estación posee una determinada prioridad de acceso a la red con base en indicadores de reserva ubicados en el token.

El nivel físico puede subdividirse en dos subniveles:

- 1) Multiplexación del enlace. Provee el enrutamiento de las tramas con nivel de enlace de datos que corresponda según el nodo con el que se esté comunicando. Es necesario para ello tener las direcciones de fuente y destino. Adicionalmente, este subnivel efectúa un chequeo de secuencia de trama antes de la transmisión.
- 2) Acceso al enlace. Regula la transferencia de datos hacia el medio físico. Al recibir una trama se efectúan chequeos de validez y se modifican los indicadores apropiados en el token. Además se detectan y generan los delimitadores de la trama.

#### **B. Nivel de Enlace de Datos**

Como ya se dijo, el nivel de enlace de datos de cualquier arquitectura de comunicaciones tiene que asegurar la entrega ordenada y correcta de paquetes entre dos nodos vecinos en la red. Se ha desarrollado una variedad de protocolos para este propósito. Sin embargo el Control de Alto Nivel de Enlace de Datos (HDLC) desarrollado por la ISO se ha convertido en el estándar internacional. A continuación se mencionan los protocolos más difundidos a este nivel.

#### Control Síncrono Binario (BSC)

Este protocolo, llamado también en ocasiones **Bisíncrono**, fue introducido a mediados de los años setenta por IBM como el primer sistema de control de enlace de propósito general. Este protocolo ha recibido gran aceptación y es

uno de los más utilizados en el mundo, teniendo versiones de prácticamente todos los fabricantes.

El BSC es un protocolo semidúplex. Las transmisiones fluyen en ambos sentidos de forma alternada. Se pueden manejar conexiones punto a punto y punto a multipunto sobre canales conmutados y no conmutados.

Este es un protocolo orientado a caracter, y por lo tanto cada caracter transmitido debe ser decodificado para comprobar si se trata de un caracter de control o de un dato de usuario.

Un canal o enlace BSC puede funcionar en dos modalidades. El modo de control es utilizado por las estaciones principales para controlar las operaciones que ocurren en el enlace. El modo de mensajes o modo texto sirve para transmitir un bloque de información entre estaciones.

#### Control de Alto Nivel de Enlace de Datos (HDLC)

Este protocolo es el sucesor (y en algunos aspectos se basó en él) del Control Sincrono de Enlace de Datos (SDLC) de IBM. El Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI) ha publicado un estándar equivalente conocido como **Procedimiento Avanzado de Control de Comunicaciones de Datos (ADCCP)**.

Este protocolo es un ejemplo de protocolos orientados a bits en los cuales la estructura de trama utilizada elimina la dependencia de un formato específico

de caracteres. Existen varios subconjuntos del HDLC que se describirán más adelante, estos son: LAP, LAPB, LAPD, LAPX y el LLC.

Se han definido tres modos de operación:

- 1) Modo de Respuesta Normal (NRM). Este modo se utiliza en un ambiente de control centralizado, en el cual una estación primaria única se comunica con una o más estaciones secundarias, las cuales sólo pueden iniciar transmisiones en respuesta a un comando de la estación primaria.
- 2) Modo de Respuesta Asíncrona (ARM). Este es similar al NRM, excepto que la estación secundaria no requiere permiso de la primaria para iniciar transmisión.
- 3) Modo Asíncrono Balanceado (ABM). Este modo se utiliza sólo para enlaces punto a punto, con ambas estaciones actuando de igual a igual.

A cada uno de estos modos de operación corresponde una clase de HDLC:

- 1) Clase UN: modo de respuesta normal no equilibrado
- 2) Clase UA: modo de respuesta asíncrono no equilibrado
- 3) Clase BA: modo asíncrono equilibrado

La técnica de control de errores y retransmisiones utilizada por HDLC se conoce como Transmisión Continua o Regresar-N. En esta técnica las tramas se transmiten de una forma continua sin esperar un reconocimiento (ACK) del receptor. Si se recibe un no-reconocimiento (NAK) o se excede el tiempo de espera para el ACK del receptor, se retransmite la trama en cuestión y todas las posteriores.

### Subconjuntos de HDLC

La amplia aceptación del HDLC ha proporcionado una base sólida a partir de la cual pueden extraerse diversos subconjuntos de este protocolo. En la actualidad son varios los subconjuntos existentes.

El estándar HDLC ofrece una serie de extensiones opcionales a las tres clases básicas mencionadas UN, UA y BA. De esta forma, es posible clasificar los distintos subconjuntos del HDLC. Por ejemplo, un protocolo designado como BA-4 es asíncrono equilibrado y permite el envío de información no numerada (opción 4).

Los subconjuntos más importantes son los siguientes:

- LAP, o Procedimiento de Acceso al Enlace. Fue uno de los primeros subconjuntos en aparecer. Funciona sobre configuraciones no equilibradas con modo de respuesta asíncrona. Ya no es muy utilizado debido a que el procedimiento de activación es complicado.
- LAPB, o Procedimiento Equilibrado de Acceso al Enlace. Es utilizado en muchas redes de datos alrededor del mundo. Extraído de los procedimientos de la clase BA es la base para el nivel de enlace del X.25. Está clasificado como BA-2,8, lo que quiere decir que además de utilizar el modo asíncrono balanceado permite el rechazo simultáneo de tramas bidireccionales (opción 2) y no permite transmitir información en las tramas de respuesta (opcion 8).
- LLC, o Control Lógico de Enlace (IEEE 802.2) es un estándar desarrollado por el Comité IEEE 802 para redes de area local. El

comité 802 ha desglosado el nivel de enlace en dos subniveles: Control de Acceso al Medio (MAC) y Control Lógico de Enlace (LLC).

El LLC es el subnivel superior y es independiente del método de acceso. Al ser este el subnivel que se comunica con el Nivel de Red, ello permite conectar la red de area local con una red más extensa.

El MAC constituye el subnivel inferior, y está descrito en las recomendaciones 802.3, 802.4 y 802.5 del IEEE. Las funciones que realiza incluyen el direccionamiento, detección de errores y administración del canal con base en las señales de colisión o detección de portadora recibidas del nivel físico.

**LAPD,** o Procedimiento de Acceso al enlace, Canal D. Se utiliza en el nivel de enlace para la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN).

**LAPX,** o LAPB extendido Es una versión semidúplex de HDLC y se utiliza en los nuevos estándares de Teletex.

#### Control Síncrono de Enlace de Datos (SDLC)

Este protocolo desarrollado por IBM constituye el Nivel de Control de Enlace de Datos de la arquitectura SNA. El SDLC es muy similar, aunque anterior, al HDLC. Muchas de sus funciones y formatos de trama son idénticos.

Si se compara con el HDLC se puede notar que el SDLC utiliza el modo de respuesta normal no equilibrado y muchas de las extensiones. Por lo tanto

podría clasificarse como UN-1,2,4,5,6 y 12. Sin embargo esto no es muy preciso porque el SDLC posee además otras funciones que no están descritas en el ámbito HDLC. Como consecuencia de las extensiones adicionales al HDLC, es posible manejar canales punto a punto, multipunto o en anillo.

### C. Nivel de Red

Como se ha dicho hasta el momento, dentro de las funciones de este nivel están el llevar a cabo el enrutamiento a través de la red y proveer el control de flujo para asegurar la entrega adecuada y puntual de paquetes de un extremo de la red (origen) hacia el otro (destino). A continuación presentamos los principales protocolos de este nivel:

#### Control de Ruta de SNA (Path Control)

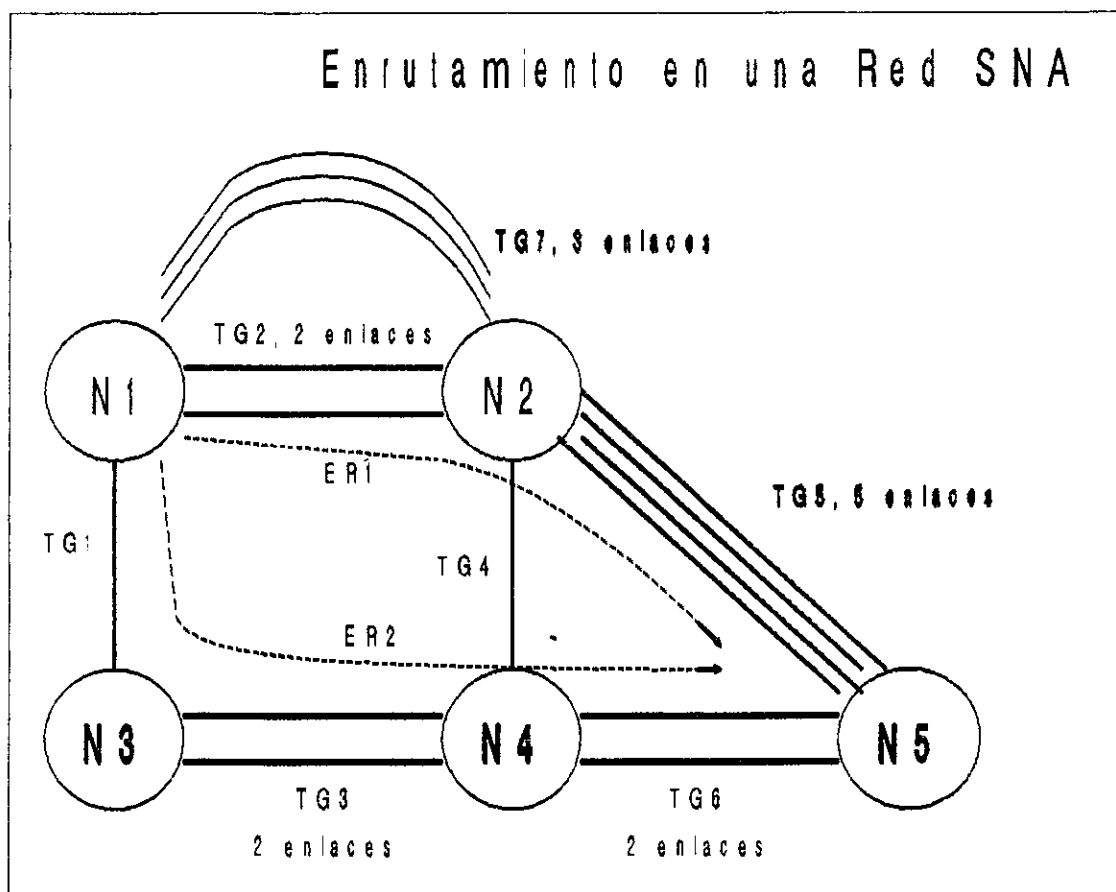
Este es el nivel de la arquitectura SNA que corresponde al nivel de Red en la arquitectura OSI. Este nivel controla el enrutamiento y flujo de mensajes a través de la red. El Control de Ruta recibe del Control de Trasmisión (el nivel superior) una unidad básica de información (BIU) a la cual le agrega un encabezado de trasmisión (TH) para formar una unidad de información de ruta (PIU).

Una vez formado, el PIU puede entregarse al Control de Enlace de Datos sin alteración, o bien, puede efectuarse segmentación o concatenación, dependiendo de su longitud. En todos los casos la unidad final entregada al nivel de Control de Enlace de Datos se llama Unidad Básica de Trasmisión (BTU).

Cada BTU se convierte en el nivel inferior en el campo de datos de las tramas SDLC, las cuales se transmiten entre los nodos adyacentes de la red.

Para mostrar cómo funciona el enrutamiento en este protocolo se presente la siguiente figura:

Figura 4.1 - Ejemplo de enrutamiento en una red SNA



En la figura puede observarse un grupo de Nodos de Subárea (PU\_T4 o PU\_T5) formando el segmento de transporte de la Red. Cada uno de dichos nodos está conectado por grupos de enlaces llamados Grupos de Transmisión (TGs).

Cuando dos usuarios o Unidades Lógicas (LUs) desean comunicarse lo hacen a través de una sesión entre ellos. Los mensajes para una sesión se enrutan sobre una trayectoria física llamada Ruta Explícita (ER), que consiste en una serie de nodos y los TGs que los conectan. Las trayectorias en ambos sentidos pueden utilizar Rutas Explícitas diferentes.

En adición a las ERs, SNA define rutas lógicas dúplex entre los nodos de los extremos. Estas son llamadas Rutas Virtuales (VR) y corresponden a los circuitos virtuales del X.25. Entre dos nodos de subárea pueden definirse hasta 48 VR. Estas se obtienen definiendo 16 números de VR y tres niveles de prioridad para cada una.

De esta forma el Control de Ruta multiplexa varias sesiones de los distintos Controles de Trasmisión en una Ruta Virtual (VR). Además varias VRs pueden utilizar la misma ER.

La Ruta Virtual sólo es conocida en los nodos de los extremos. El enrutamiento a lo largo de la trayectoria se determina por el Numero de Ruta Virtual (ERN) y la dirección de la Subárea Destino.

### Nivel de Paquetes X.25

En vista de la gran variedad de redes establecidas en el mundo, el Modelo de Referencia no incluye hasta el momento algún protocolo de red para proveer las funciones de Control de Flujo y Enrutamiento.

La recomendación de interfaz X.25 se ha convertido en el estándar internacional para dar acceso a las redes de datos existentes. El X.25 provee de mecanismos de control de flujo y detección de errores. Sin embargo los protocolos de Control de Congestión y Enrutamiento se han dejado al criterio del fabricante y generalmente son específicos de cada red.

El nivel de paquetes del X.25 es el responsable de administrar y multiplexar los distintos canales lógicos a través de un canal de datos provisto por el nivel inferior (LAPB).

Respecto de los protocolos de enrutamiento, la mayor parte de las redes existentes utilizan alguna variante del Método de Ruta Mínima. Las redes orientadas a conexión generalmente hacen un cálculo centralizado para determinar las trayectorias físicas, mientras que las redes no orientadas a conexión (datagramas) utilizan técnicas distribuidas.

A continuación se dan algunos ejemplos de redes de datos y sus respectivas técnicas de enrutamiento.

Tabla 4.1 - Técnicas de Enrutamiento en Redes Existentes

Nombre de la Red	Tipo	Descripción	Técnica de Enrutamiento	Control Central o Distrib
TYMNET	Conexión	Desarrollada por Tymshare Es una de las dos redes públicas de conmutación de paquetes en EE. UU.	Ruta Mínima	Central
GTE Telenet	Conexión	Desarrollada por GTE Es la otra red pública de conmutación de paquetes de EE. UU.	Ruta Mínima	Comb. de Central y Distrib.
TRANSPAC	Conexión	Constituye el servicio francés de conmutación de paquetes	Ruta Mínima	Central
ARPAnet	Datagrama	Desarrollada por el servicio al Depto. de la Defensa de EE. UU. y otras agencias gubernamentales, así como a varias universidades	Ruta Mínima	Distrib.
Datapac	Datagrama (interno) Conexión (externo)	Es la red pública de conmutación de paquetes de TransCanada Telephone System.	Ruta Mínima	Distrib.

## V. PROTOCOLOS DE ALTO NIVEL

### A. Nivel de Transporte

#### Protocolo de Transporte OSI (TP)

El Protocolo de Transporte ISO fue introducido en 1984 después de varios años de trabajo conjunto del CCITT, ECMA, ANSI y la Oficina Nacional de Estándares de EE. UU. Como se ha dicho, el propósito de este protocolo es proveer un mecanismo de transferencia de extremo a extremo, transparente y confiable.

Para manejar los distintos tipos de transferencia de datos que pueden darse y la gran variedad de redes que pueden utilizarse, se han definido cinco clases (0,1,2,3 y 4) en este protocolo.

La clase a escoger se determina por la clase de servicio requerido por el usuario del nivel de transporte, así como por las conexiones de redes disponibles. Para hacer esto más explícito el TP define tres tipos de conexiones de redes:

El tipo A, es una conexión con una tasa de errores aceptable y una tasa aceptable de fallas señalizadas por la red. En resumen la conexión es bastante buena y se asume que los paquetes no se pierden o desordenan. Un ejemplo sería una conexión de circuito virtual.

El tipo B, se refiera a las conexiones con una tasa aceptable de errores, pero una tasa inaceptable de fallas señalizadas. Los protocolos en este ambiente deben tener la capacidad de recuperarse de errores.

El tipo C, incluye las conexiones con una tasa no aceptable de errores. Los protocolos en este ambiente deben proveer la capacidad de detectar y recuperar errores y fallas de la red. Algunas redes locales, redes de datagramas, redes urbanas con nodos móviles y redes de paquetes por radio pueden caer en este tipo.

A continuación se describen las Clase del Protocolo de Transporte.

Clase 0, es la más simple de las conexiones de transporte, con un mínimo de funciones definidas. En esta clase de protocolo solo se requiere una conexión simple de extremo y la capacidad de segmentar mensajes si es necesario. Esta clase está diseñada para trabajar sobre conexiones tipo A.

Clase 1, también es una conexión sencilla pero incorpora capacidades básicas de recuperación de errores. Está diseñada para trabajar sobre conexiones tipo B.

Clase 2, es similar a la clase 0 pero incluye funciones de multiplexación. También está diseñada para trabajar sobre conexiones tipo A por lo que no incluye recuperación de errores.

Clase 3, diseñada para trabajar sobre conexiones tipo B. Incluye funciones de multiplexación y recuperación de errores.

Clase 4, diseñada para trabajar sobre conexiones tipo C, incluye detección y corrección de errores.

Este protocolo permite comunicaciones orientadas a conexión, así como comunicación sin conexión.

### Protocolo de Control de Trasmisión (TCP)

Como se verá al tratar el tema de la arquitectura TCP/IP, este protocolo fue desarrollado originalmente para utilizarse con ARPAnet y se ha vuelto el estandar del Depto. de la Defensa de EE. UU.

Los objetivos y funciones del TCP son muy similares a aquellas del TP clase 4. Está diseñado para utilizarse sobre redes de conmutación de paquetes o grupos interconectados de ellas, en un ambiente en el cual no se puede confiar en la red para entregar los datos en una forma confiable y ordenada.

El propósito del TCP es proveer un servicio de transferencia de datos orientado a conexión, que entrega los datos confiable y ordenadamente a pesar de la posibilidad de pérdida, daño, duplicación o desorden de paquetes por la red. La trasmisión de datos es full-dúplex con control de flujo.

Si comparamos el TCP con el TP Clase 4 (TP4) encontramos las siguientes diferencias:

- 1) El TCP puede abrir una conexión de dos modos: Pasivo o Activo. En el modo pasivo el TCP espera la llegada de una solicitud de conexión desde

algún otro sistema. En el modo activo, el ULP (Upper Layer Protocol) designa un sistema con cual se quiere establecer una conexión, entonces el TCP intenta establecer la conexión. Por su parte el TP4 permite que cualquier usuario intente establecer conexión con cualquier otro.

- 2) Como consecuencia del inciso 1, el TCP sólo permite establecer una conexión entre dos direcciones, mientras que el TP lo hace con conexiones múltiples.
- 3) El TCP es un protocolo orientado a "corriente de datos" (stream oriented protocol) ya que los datos son entregados por el usuario de una forma continua y el TCP los agrupa en segmentos de una forma arbitraria. Por su parte el TP está orientado a unidades de datos. El TP recibe del usuario una Unidad de Datos del Servicio de Transporte (TSDU) la cual es segmentada en unidades más pequeñas llamadas Unidades de Datos del Protocolo de Transporte (TPDU).
- 4) Como consecuencia del inciso 3, para llevar el control de secuencia de las unidades de datos, el TP numera cada unidad, mientras que el TCP numera cada octeto.
- 5) TCP provee una terminación controlada de conexión y el TP sólo provee una terminación abrupta o desconexión.

Además de lo anterior, encontramos las siguientes similitudes:

- 1) Ambos protocolos utilizan un procedimiento de tres vías (three way handshake) durante la fase de conexión
- 2) Ambos protocolos utilizan el mismo tipo control de flujo de ventanas (credit type sliding window control).

## B. Nivel de Sesión, Presentación y Aplicación

Hasta este momento hemos cubierto los principales protocolos de red relacionados con los primeros cuatro niveles del Modelo de Referencia ISO. A continuación procederemos a describir los protocolos más utilizados relacionados con los tres niveles superiores. Los protocolos de nivel superior incluyen, entre otros:

- Manejo de Mensajes X.400
- Transferencia, Acceso y Administración de archivos (FTAM)
- Elementos comunes de servicio de aplicación (CASE)
- Transferencia y Administración de Trabajos (JT&M)
- Manejo de Mensajes ISO
- Lenguaje de Base de Datos
- Terminal Virtual
- Procesos Distribuidos de Aplic.
- Gráficas
- Videotex

Considerando que estos protocolos no guardan relación directa con las redes, sino que están relacionadas con alguna aplicación de usuario. Se presentan los protocolos organizados en base a su aplicación.

### Teletex

En los últimos años ha surgido una nueva tecnología que, según todos los indicios, acabará convirtiéndose en el sistema estándar para las

comunicaciones de red basadas en terminales. El término que se emplea para referirse a esta tecnología es Teletex. Este servicio constituye una evolución de los servicios originales de TELEX y TWX (teleimpresión).

El desarrollo del Teletex comenzó a mediados de los años setenta, cuando el gobierno alemán formó una comisión encargada de explorar las posibilidades de un servicio de comunicaciones más avanzado que el TELEX. El objetivo era establecer una terminal que ofreciera funciones de generación de texto y de comunicaciones, utilizando todo el repertorio de caracteres de máquina de escribir.

También a mediados de los setenta, el organismo de comunicaciones sueco, Televerket, empezó a trabajar en un sistema capaz de ofrecer a los equipos de oficina las funciones de tratamiento de textos, comunicaciones y archivo y recuperación de documentos.

Estos estudios fueron los que sentaron las bases para el servicio de Teletex. Poco tiempo después, el CCITT intervino en proyectos destinados a mejorar el servicio TELEX, y desarrolló una serie de documentos detallados en los que se apuntaban los estándares para los sistemas Teletex. En 1980, el CCITT adoptó las siguientes recomendaciones:

- F.200 - Servicio Teletex
- S.60 - Equipos terminales para el servicio Teletex
- S.61 - Repertorio de caracteres y juego de caracteres codificados para Teletex.

S.62 - Procedimientos de control para el servicio Teletex

S.170 - Servicio de apoyo básico independiente de la red de Teletex.

Los estándares también especifican los diversos procedimientos mediante los cuales se comunican los sistemas Teletex. En la siguiente tabla podemos ver un resumen de los tres primeros niveles de este servicio:

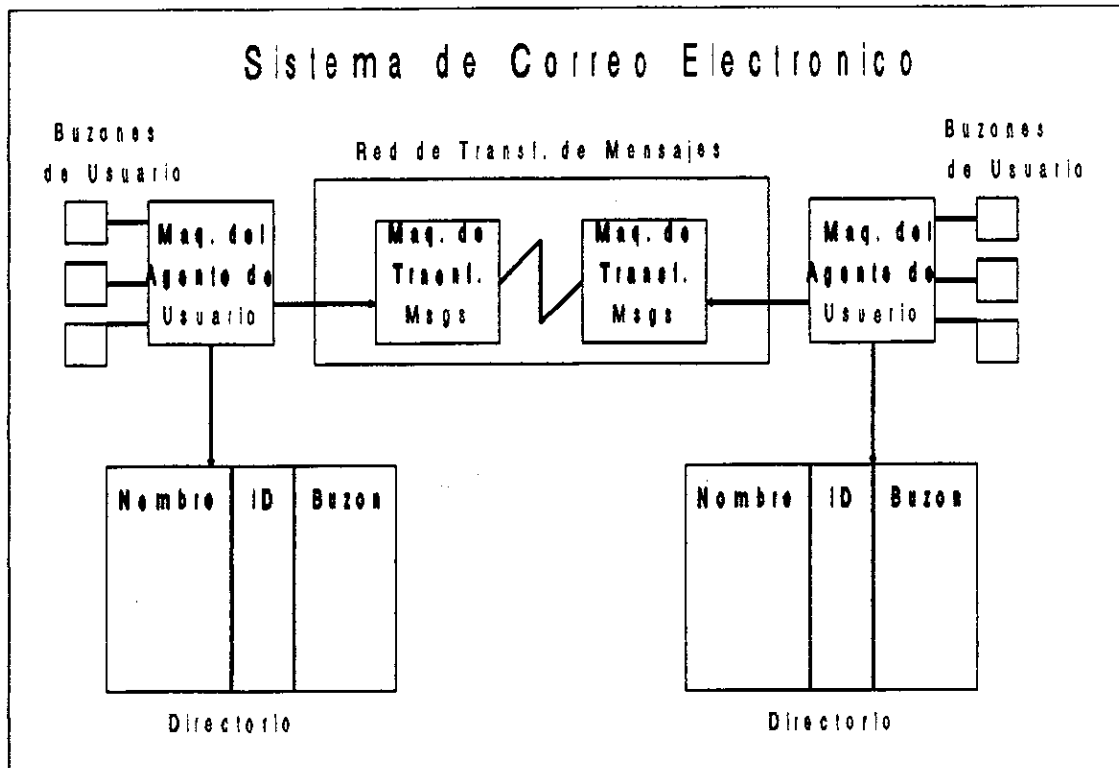
Tabla 5.1 - Niveles del Servicio Teletex

Nivel de Presentación	S.61 y S.62 Presenta la información necesaria para crear documentos			
Nivel de Sesión	S.62 Define los procedimientos de conexión y conclusión de sesión.			
Nivel de Red	Llamada virtual X.25 Transf. de datos X.25	Llamada X.21 Trasnf. de datos S.70	Marcado de Telefono Llamada y Transf. X.25	Marcado normal Llamada y Transf. X.25
Nivel de Enlace de Datos	LAPB (X.25)	Procedimiento de enlace único X.25	Procedimiento de enlace único X.75	LAPX
Nivel Físico	X.21, X.21bis	X.21, X.22, X.21bis	V.24, V.25	V.24, V.25
Canal	Red de datos pública en modo de paquetes	Red de Datos por conmutación de circuitos	Red Telefónica Pública Conmutada	Red Telefónica Pública Conmutada

### Correo Electrónico

El correo electrónico es un servicio muy utilizado en toda la industria de comunicación de datos. Esta tecnología proporciona una velocidad de reparto mayor que el servicio de mensajería convencional. La siguiente figura muestra la estructura de este servicio.

Figura 5.1 – Sistema de Correo Electrónico



El CCITT describe las funciones principales del servicio de correo electrónico en una serie de documentos titulada *Sistemas de Manejo de Mensajes (MHS - Message Handling Systems)*. Estos estándares están publicados dentro de los documentos X.400. La serie de recomendaciones MHS ofrece un servicio de correo electrónico con dos opciones de usuarios:

- 1) la modalidad MT (transferencia de mensajes) dirigida a los sistemas independientes de la aplicación;
- 2) la modalidad IPM (servicio de mensajería interpersonal) dirigida a las comunicaciones basadas en servicios telemáticos.

Los servicios de transferencia de mensajes (MT) están definidos en las recomendaciones X.400 que son:

- X.400 Elementos de servicio del modelo del sistema. Describe el modelo básico MHS de acuerdo con el modelo de referencia ISO. Estas normas de correo electrónico entran en el nivel de aplicación.
- X.401 Elementos de servicio básicos y facilidades opcionales. Describe los servicios y facilidades del modo MT y el modo IPM.
- X.408 Reglas de conversión de tipos para la información codificada. Incluye las recomendaciones relativas a la conversión de códigos y de formatos; incluye, por ejemplo, la conversión entre el alfabeto internacional número 5 (código ASCII) y el juego de caracteres S.61 de Teletex.
- X.409 Sintaxis y notación para las transferencias con nivel de presentación. Define los convenios que gobiernan las transferencias con el nivel de presentación.
- X.410 Operaciones remotas y notación para las transferencias fiables. Aquí se describe una parte importante del estándar de correo electrónico. Se incluyen las operaciones remotas, así como la descripción de una entidad llamada servidor de transferencia viable (RTS).  
RTS forma parte del nivel de aplicación, aunque dentro de X.410 también se describen otras funciones de apoyo correspondientes a los niveles de presentación y sesión.  
Los servicios procedentes del RTS son entregados desde el nivel de Aplicación hasta el de Sesión, pasando por el de Presentación, y ofrecen las siguientes funciones básicas: transferencia de datos,

liberación de sesión, informe acerca de las posibles excepciones, y gestión de la actividad en curso.

X.411 Nivel de transferencia de mensajes (MTL). Además de describir los servicios de este nivel, incluye recomendaciones acerca de las operaciones de transferencia de las unidades de datos del protocolo de correo electrónico a través del sistema.

X.420 Nivel de agente de usuario para el servicio de mensajería interpersonal (IPM). Indica la semántica y sintaxis asociadas al envío y recepción de tráfico entre personas.

X.430 Protocolo de acceso para las terminales de Teletexto. Describe el interfaz entre la lógica MHS y los dispositivos Teletex.

#### Protocolos para gestión de archivos

Un aspecto de gran interés de los nacientes protocolos de nivel superior son los procedimientos y normas orientados a la gestión de ficheros y bases de datos de usuario. Cada uno de los distintos fabricantes ha desarrollado productos y técnicas específicos para llevar a cabo esta importante función.

En la actualidad, el ISO está implicado activamente en el desarrollo de varias propuestas para los sistemas de gestión de ficheros y bases de datos de usuario. Aún queda mucho por hacer en este campo, y es poco probable que aparezcan productos basados en el modelo ISO, al menos en un futuro próximo.

En el apéndice 3 es posible observar las referencias ISO más importantes acerca de la gestión de ficheros y bases de datos. A continuación se presentan las características más importantes de los borradores propuestos.

Cada tipo de aplicación utiliza los datos en forma distinta. Sin embargo, la aparición de un modelo común para todos los ficheros y bases de datos constituiría un valioso punto de referencia para la transferencia, acceso y gestión de archivos a través de diversas aplicaciones.

Los elementos de este modelo se conocen como "archivos o ficheros virtuales". Cada archivo virtual contiene las características, estructura y atributos del archivo. Su objetivo es disminuir el nivel de detalle necesario para comunicarse con un archivo situado en un lugar remoto de la red.

La idea de archivo virtual es proporcionar un mapa de las definiciones de archivos procedentes o dirigidas hacia los archivos verdaderos, conocidos como archivos reales.

En las propuestas también se incluyen especificaciones para gobernar la actividad de una base de datos a través de múltiples nodos de una red. Se trata de un proyecto muy ambicioso, ya que un sistema semejante ha de proporcionar estados consistentes para todos los datos que operan en el fichero virtual.

Al hablar de estados consistentes queremos decir que todas las bases de datos han de ser exactas y correctas, y que las copias de las mismas deben contener los mismos valores en todos los campos. Esta tarea se complica extraordinariamente cuando hay varias bases de datos a las que hay que aplicarles transacciones en tiempo real, ya que la recuperación de datos y la protección contra errores se hacen más difíciles.

## VI. ARQUITECTURA DE RED DE SISTEMAS (SNA)

La Arquitectura de Red de Sistemas, una arquitectura de siete niveles diseñada para proveer interconectividad entre equipos IBM, fue anunciada en 1974 después de un desarrollo iniciado al final de los años 1960. A partir de ese momento ha tenido varias mejoras y nuevas versiones.

La Arquitectura SNA precedió al Modelo OSI y, en consecuencia, no existe una correspondencia estricta nivel por nivel. Sin embargo, existen similitudes de funcionamiento. Al igual que en el Modelo OSI, los niveles de SNA pueden agruparse en dos categorías:

- a. Los niveles altos, encargados de establecer y mantener una conexión (sesión en terminología SNA) entre dos usuarios; así como de la semántica y sintaxis de los datos intercambiados.
- b. Los niveles bajos, encargados de proveer la transferencia de un extremo a otro de la red.

### A. Estructura de la Red

Los usuarios finales se comunican con una red SNA a través de puertos de acceso o administradores de recursos de conexión llamados Unidades Lógicas (LU). La Unidad Lógica en cualquier extremo establece la sesión por medio de la cual se transportan los datos del usuario final. Una Unidad Lógica puede soportar varios usuarios finales y también sesiones hacia múltiples LUs.

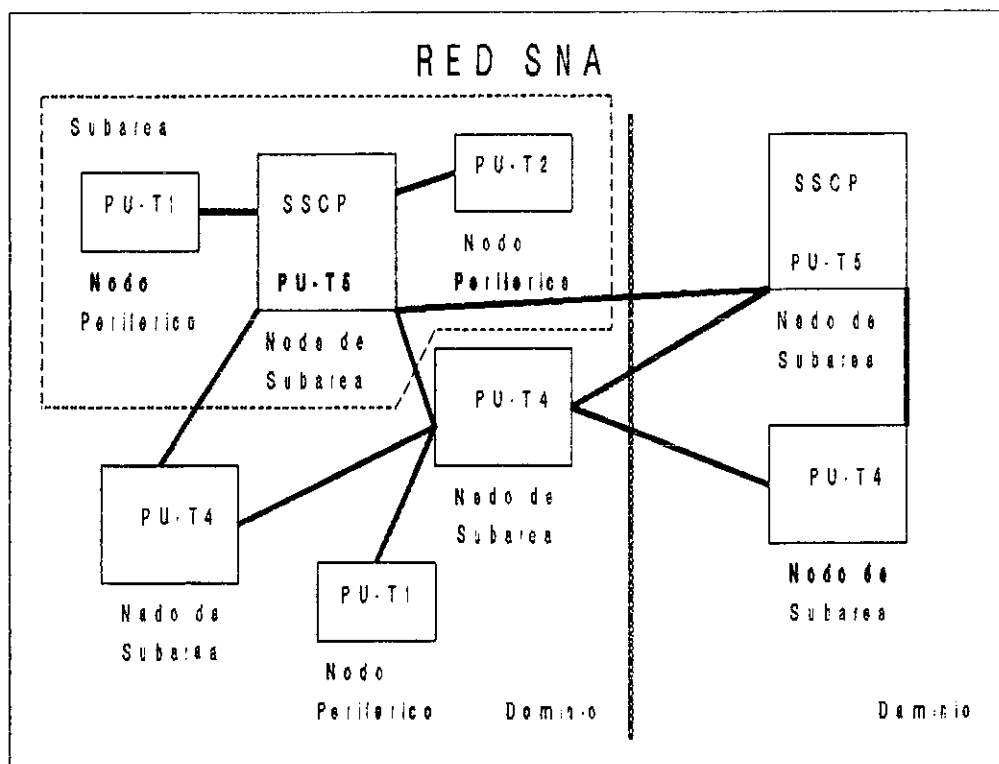
Para colaborar en la administración de la red, se han definido otros dos tipos de administradores de recursos. Las Unidades Físicas (PU) encargadas de manejar los recursos de comunicaciones en un nodo determinado. Los Puntos de Control de Servicios del Sistema (SSCP) manejan todos los recursos en un subconjunto de la red llamado dominio.

Los tres tipos de unidades mencionados LUs, PUs y SSCPs componen las Unidades Direccionables de la Red (NAUs) de una red SNA. Cada unidad tiene una dirección única de red y puede ser contactada desde cualquier punto dentro o fuera de la red.

Las Unidades Físicas junto con un SSCP que las supervisa se encargan de mantener los enlaces de comunicación disponibles y listos. Los Puntos de Control de Servicios del Sistema intervienen en el proceso de establecer y terminar las sesiones, mantienen control y soporte de mantenimiento para su dominio, mantienen los directorios y tablas de enrutamiento, se comunican con los SSCP de la red, etc.

Un ejemplo de una red SNA se muestra en la siguiente figura

Figura 6.1 - Ejemplo de una Red SNA



La red está formada por una serie de nodos interconectados. Cada nodo contiene un PU responsable de los enlaces de comunicaciones y puede contener varias LUs. Se pueden distinguir cuatro clases de nodos, los cuales se designan como un tipo de Unidad Física.

1. PU\_T1, el tipo más simple, hecho de terminales y controladores simples.
2. PU\_T2, consiste de terminales avanzadas y controladores de grupo (cluster controlers) que a su vez controlan dispositivos como los del tipo anterior. Los PU\_T1 y PU\_T2 se conocen como odos periféricos ya que no participan en el manejo de la red y siempre funcionan unidos a uno de los tipos que se describen a continuación.

3. PU\_T3, generalmente es un controlador de comunicaciones. Por ejemplo un 3705 ejecutando el Programa de Control de Red (NCP).
4. PU\_T4, generalmente es un computador. El PU\_T3 y el PU\_T4 se conocen como nodos de subarea, los cuales estan conectados para formar la red de transporte.

Un nodo de subárea, incluyendo sus nodos periféricos, constituye una subárea. En la práctica, las redes están hechas principalmente de controladores de comunicaciones PU\_T4, con los nodos PU\_T5 proveyendo el control de la red, pero sin participar en la función de transporte. La red de la figura anterior tiene cinco subáreas.

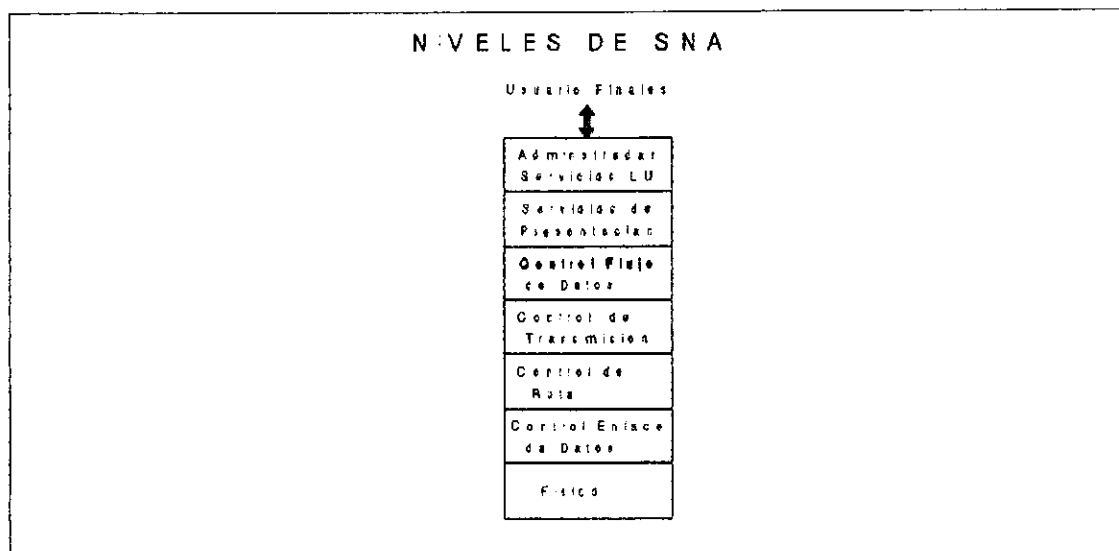
Un SSCP siempre reside en un nodo PU\_T5 y controla un dominio compuesto de nodos PU\_T4, PU\_T2 y PU\_T1. Un nodo PU\_T4 puede pertenecer a dos o más dominios. Una red está constituida por dos o más dominios. La red de la figura contiene dos dominios. La porción de transporte de la red en la figura está formada por los cinco nodos de subárea, más los siete enlaces entre ellos. El SSCP en cada dominio es el responsable de controlar todos los recursos en dicho dominio.

#### **B. Niveles de la Arquitectura SNA**

Consideremos ahora un nodo típico de la red. Un usuario final al intentar comunicarse con otro, en el mismo nodo o en cualquier parte, lo hace a través de una LU que establece una sesión con la LU que se comunica con el otro usuario. Una LU siempre es designada como primaria y la otra como

secundaria, con "media sesión" establecida en cada extremo. La comunicación se lleva a cabo utilizando la arquitectura de siete niveles descrita a continuación.

**Figura 6.2 - Niveles de la Arquitectura de Red SNA**



En la figura anterior podemos ver claramente la similitud entre la Arquitectura SNA y el Modelo OSI.

#### Nivel 7: Administrador de Servicios de LU

Este es el nivel al cual se conecta el usuario final. Participa junto con los PUs y los SSCPs en establecer y finalizar sesiones y maneja los servicios de aplicación. Parte de este nivel corresponde al Nivel de Aplicación OSI. Este nivel puede administrar múltiples LUs, cada uno de las cuales interactúa con los siguientes tres niveles en la jerarquía: servicios de presentación, control de flujo de datos y control de transmisión.

### Nivel 6: Servicios de Presentación

Provee de la transformación de datos, lleva a cabo la codificación y compresión de datos y hace el formateo de pantallas. Es comparable con el nivel de Presentación OSI.

Para ayudar en estas y otras funciones, SNA ha definido varios tipos de LUs dependiendo del tipo de sesión que lleva a cabo. Estas son:

- LU Tipo 1, diseñada para soportar la comunicación entre un programa y una terminal de procesamiento de datos.
- LU Tipo 2, utilizada para que un programa se comunique con una terminal de pantalla en forma interactiva.
- LU Tipo 3, corresponde al caso en que un programa de aplicación se comunica con una impresora.
- LU Tipo 4, permite comunicarse a las pantallas de procesamiento de datos conectadas como nodos periféricos.
- LU Tipo 6, sirve para establecer una comunicación programa a programa.

Para cada uno de estos tipos se han definido los protocolos y formatos de datos necesarios.

### Nivel 5: Control de flujo de datos

Asigna numeros de mensaje y hace todo el encadenamiento lógico de los mensajes de usuario.

#### Nivel 4: Control de transmisión

Maneja la transmisión de información de extremo a extremo, hace el enciframiento y deciframiento, así como chequeos de secuencia. Los dos niveles anteriores, Control de Flujo de Datos y Control de Transmisión realizan las funciones de los Niveles de Sesión y Transporte OSI; sin embargo, no existe una correspondencia uno a uno entre ellos.

#### Nivel 3: Control de Ruta (path)

Este nivel es comparable con el Nivel de Red OSI. Provee de las funciones de enrutamiento y control de congestión y flujo. En cada nodo solo hay un Control de Ruta, en el cual se multiplexan todas las medias sesiones LUs de dicho nodo.

#### Nivel 2: Control de Enlace de Datos

Al igual que en el Modelo OSI, este nivel es el responsable de asegurar una transmisión libre de errores de las unidades de datos a través de los enlaces entre los nodos.

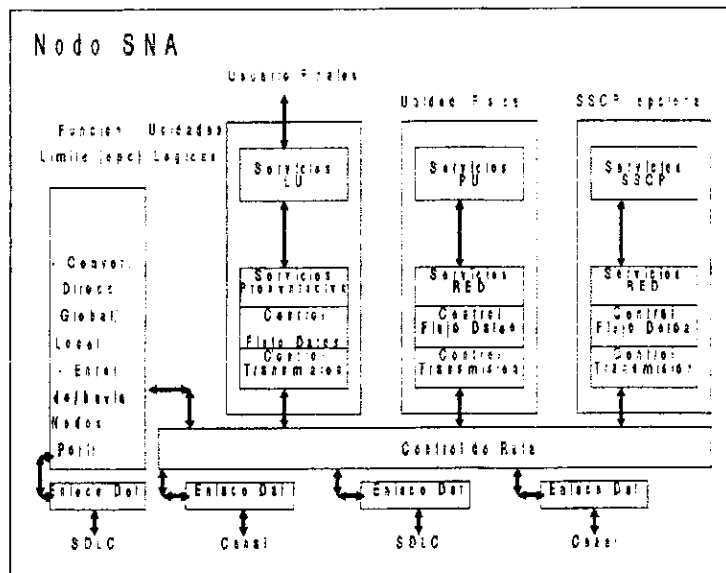
El protocolo de control de enlace de datos de IBM se llama SDLC (Synchronous Data Link Control), que es muy similar al HDLC de la ~~Arquitectura~~ Arquitectura OSI. Ya que el desarrollo del protocolo HDLC se basó en el SDLC, muchas de las funciones de control y los formatos de unidades de datos son idénticas en ambos protocolos.

Nivel 1: Nivel Físico

Equivale al Nivel Físico de OSI.

Es importante hacer notar que además de la comunicación entre LUs, es necesario que existan comunicaciones entre el LU y el SSCP, entre el PU y el SSCP, entre PU y PU, y entre SSCP y SSCP. Para realizar estas interacciones también es necesario establecer sesiones. En este caso también se aplica una arquitectura estratificada como podemos ver en la siguiente figura.

Figura 6.3 - Estructura de un nodo SNA



Puede notarse en la figura anterior que en las PUs y los SSCPs el nivel de Servicios de Presentación se ha reemplazado por un nivel de Servicios de Red. Los protocolos de este nivel se encargan de las operaciones de la red y controlan las sesiones SSCP-LU, SSCP-SSCP y SSCP-PU. Aunque no aparece en la figura, los LUs también poseen un componente de servicios de red.

Al agrupar los Servicios de Presentación y los Servicios de Red en este nivel de la arquitectura obtenemos los Servicios de Datos de Administración de Funciones (Function Management Data Services o FMD). Por ello nos referimos a dicho nivel como el Nivel de Servicios FMD.

### C. Comparación entre SNA y OSI

La arquitectura SNA fue desarrollada para permitir que un gran número de terminales no programables se conectaran a un número pequeño de máquinas de gran escala (Mainframes). El objetivo era que un usuario en una terminal pudiera utilizar cualquiera de las aplicaciones en los computadores centrales.

Antes de la llegada de SNA en 1974, cada subsistema<sup>10</sup> de cada computador era responsable de administrar sus propias terminales. La única forma en que un usuario podía contactar dos subsistemas era teniendo dos terminales en su escritorio. La arquitectura SNA se desarrolló para resolver este problema, de esta forma las terminales son propiedad y se enlazan a un subsistema solo cuando es necesario.

Como resultado de estos requerimientos podemos ver las siguientes características en SNA:

---

<sup>10</sup>el Sistema de Control de Información de Clientes (CICS), la Opción de Tiempo Compartido (TSO), y otros.

- a. La arquitectura SNA es orientada a **sesiones**. En cualquier momento una terminal está o no está en sesión con una aplicación, y el software en el computador lleva un rastreo de dicho estado.
- b. La arquitectura SNA esta orientada hacia un **control centralizado**, mientras que OSI se orienta a interacciones de igual a igual (peer to peer).
- c. SNA es una arquitectura **asimétrica**. Muchos protocolos fueron diseñados para aprovechar el hecho que el computador central es un dispositivo más poderoso que una terminal. Como ejemplos tenemos que se requiere que una de las LUs sea primaria y la otra secundaria; o bien, que el protocolo SDLC es desbalanceado o asimétrico.
- d. SNA es una arquitectura **jerárquica**. Ya que para cada computador existe un gran número de terminales conectadas, no es posible administrar caracteres viniendo de todas las terminales a la vez. En cambio, se utilizan uno o más niveles de concentradores (PU2s y PU4s). Además el SNA participa activamente en la comunicación.

#### D. Red Avanzada de Igual a Igual (APPN)

La arquitectura SNA ha evolucionado gradualmente, permitiendo que hoy en día las redes SNA de amplio alcance sean redes abiertas, multiprotocolo, interconectadas y basadas en redes de area local.

IBM ha reconocido las limitaciones de diseño en la arquitectura SNA para la integración de redes de área local a sus redes de amplio alcance y para la interconexión de redes basadas en redes de área local. En vista de ello se han hecho grandes esfuerzos para llevar la arquictura SNA de su origen jerárquico hacia una conectividad de igual a igual.

APPN (Advanced Peer-to-Peer Networking) es una extensión de la arquitectura SNA y es el elemento fundamental de una nueva arquitectura SNA.

Adicionalmente, el protocolo de comunicaciones simétrico conocido como APPC (Advanced Peer-to-Peer Communications) y el estándar CPI-C (Common Programming Interfase for Communications) son componentes esenciales de esta nueva arquitectura.

IBM intenta eliminar con la arquitectura APPN muchas de las restricciones de la arquitectura SNA original, proveyendo muchas de las capacidades de interconexión dinámica y con orientación de igual a igual proporcionada por otros protocolos como el TCP/IP.

#### Comunicación Avanzada de Igual a Igual (APPC)

Inicialmente, a principios de los ochentas, el término APPC era equivalente a los protocolos SNA LU 6.2. Era el término de mercadeo utilizado para describir la comunicación programa-a-programa que permitían estos nuevos protocolos.

Los protocolos LU 6.2 reemplazarían eventualmente los antiguos tipos de unidades lógicas (LU1, LU2 y LU3) utilizados para soportar las comunicaciones de terminales 3270 con los computadores centrales.

Mientras que los antiguos protocolos se orientaban hacia terminales, el tipo LU 6.2 se diseñó para proveer una serie de servicios que pueden ser utilizados para desarrollar servicios distribuidos como acceso remoto a archivos y bases de datos o correo electrónico.

Mientras que los LUs orientados a terminales fueron diseñados para soportar configuraciones jerárquicas en las cuales las terminales están conectadas a un computador central, el LU 6.2 fue diseñado para soportar comunicaciones directas de igual a igual entre dos sistemas sin la intervención de un computador central.

A pesar que los protocolos LU 6.2 soportan comunicaciones de igual a igual, su uso inicial en las redes de área local interconectadas a redes SNA estaba restringido a comunicaciones jerárquicas. Las capacidades de LU 6.2 se comenzaron a utilizar en su totalidad con la introducción de los nodos SNA tipo 2.1 que soportan comunicaciones de igual a igual con otros nodos tipo 2.1.

Múltiples nodos tipo 2.1 pueden interconectarse vía redes de área local o redes de amplio alcance; y de esta forma se pueden establecer sesiones LU 6.2 entre dos usuarios sin la intervención de un computador central.

### LU 6.2

El LU 6.2 es un conjunto de protocolos de nivel de sesión que soportan comunicaciones de programa a programa. Estos programas son llamados TPs (Transaction Programs).

IBM ha diseñado una serie de TPs de servicio que realizan varias funciones distribuidas como acceso remoto a bases de datos, distribución de documentos y correo electrónico.

Además de los protocolos SNA que soporta, LU 6.2 incluye también un interfase mediante el cual los programas interactúan con la unidad lógica (LU) y obtienen acceso a los servicios proveídos por LU 6.2. Este interfase es la frontera del protocolo LU 6.2 (LU 6.2 protocol boundary), y consiste en una serie de verbos LU 6.2.

De esta forma un TP puede utilizar una interfase de programa de aplicación (API) que cumpla con la frontera de protocolo LU 6.2 para comunicarse con otros programas en otros sistemas. Sin embargo no es el mejor método debido a incompatibilidades entre interfases de un producto IBM a otro.

### CPI-C

El método más recomendable para utilizar los servicios de LU 6.2 es utilizar el Interfase Común de Programación para Comunicaciones (CPI-C). Esta es una interfase de programa de aplicación (API) que es consistente a través de múltiples plataformas y ambientes, así como varios lenguajes de programación.

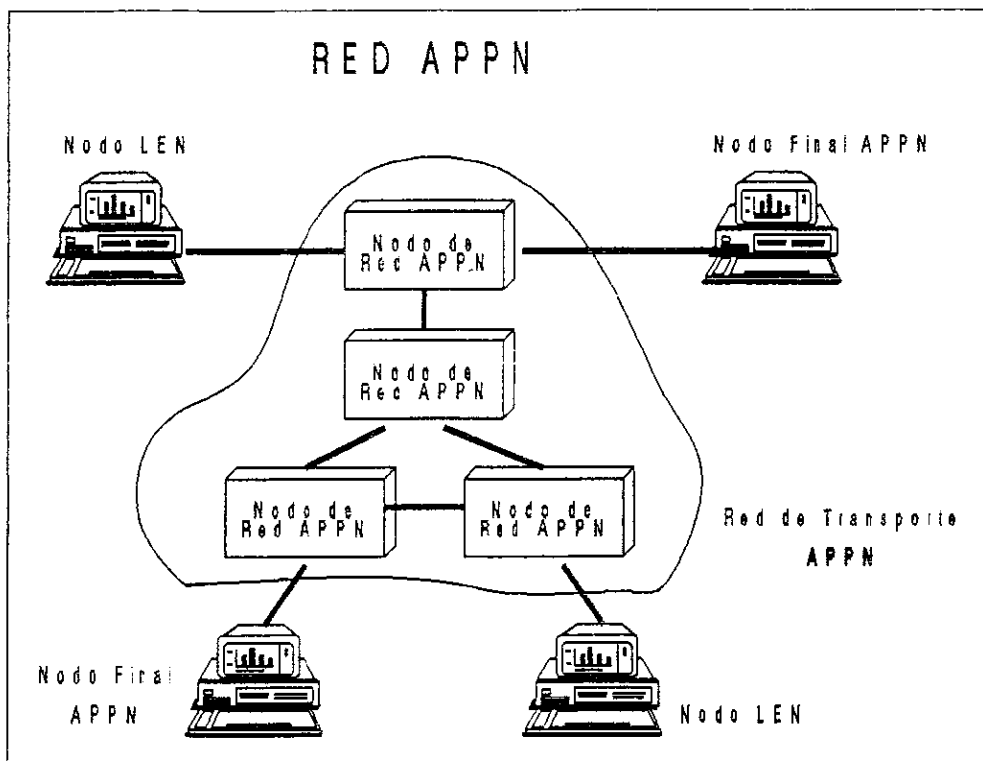
Otra ventaja de utilizar CPI-C en lugar de una API de APPC, es que es un interfase de más alto nivel y por lo tanto permite que se utilicen otros protocolos como TCP/IP en lugar de los de LU 6.2.

APPN

La arquitectura APPN está construida con base a LU 6.2 y los nodos tipo 2.1. Al igual que estos últimos APPN fue introducida por IBM desde 1986 para los Sistemas/36. Sin embargo, últimamente se ha implementado en una variedad de plataformas IBM y no IBM.

La estructura de una red APPN consiste de tres tipo de nodos, como se muestra en la siguiente figura y que se describen a continuación.

Figura 6.4 - Estructura de una Red APPN



**a. Nodos de Red APPN (APPN Network Nodes)**

Los Nodos de Red interconectados forman el segmento de transporte de una red APPN y proveen la mayoría de los servicios con orientación de igual a igual. Estos servicios incluyen la reconfiguración dinámica de la red y la habilidad para ubicar dinámicamente usuarios en la red.

Los nodos de red actúan como servidores para los otros tipos de nodos. Las funciones de servidor incluyen servicios de directorio para ubicar LUs y servicios de selección de rutas.

Adicionalmente, los Nodos de Red proveen soporte de sesión para las LUs locales, enrutamiento intermedio de sesiones y servicios de administración.

Cada Nodo de Red contiene un Punto de Control (CP) que se comunica con los CPs en los nodos adyacentes a través de LU 6.2 para coordinar los servicios en todo el segmento de transporte de la red.

**b. Nodos Finales APPN (APPN End Nodes)**

Estos nodos proveen soporte para un número limitado de funciones APPN, incluyendo servicios de directorio y enrutamiento locales. Contienen CPs que pueden establecer sesiones con los CPs de los Nodos de Red para registrar su LU en dichos nodos o utilizar los servicios de directorio de la Red. Estos Nodos, al igual que los de Baja Entrada descritos posteriormente, no proveen enrutamiento intermedio de sesiones y por ello están restringidos a la periferia de las redes APPN.

**c. Nodos Finales de Baja Entrada o LEN (Low Entry Networking)**

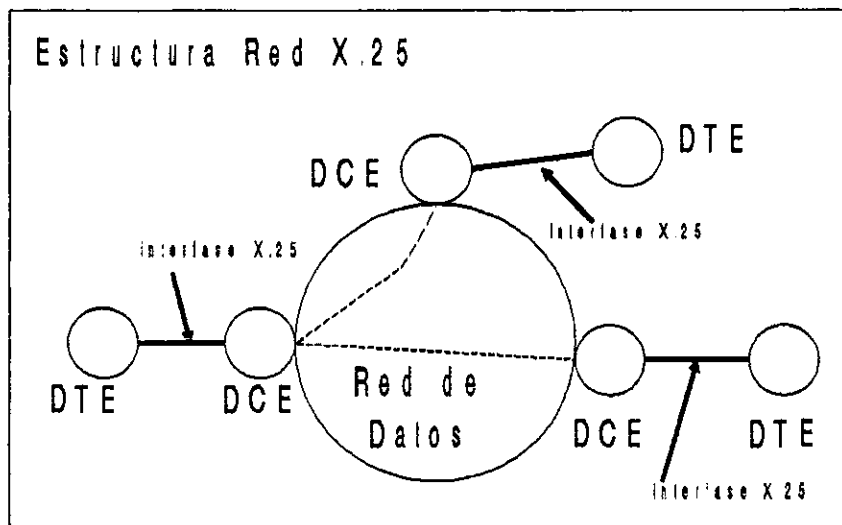
Estos no son realmente nodos APPN, sino que son los nodos tipo 2.1 previos a APPN. No proveen sesiones CP a CP con sus Nodos de Red y por lo tanto no proveen las funciones que encontramos en los Nodos Finales. Las definiciones tanto locales como remotas tienen que ser configuradas manualmente en estos nodos, ya que estos ven toda la red como únicamente otro nodo tipo LEN.

## VII. OTRAS ARQUITECTURAS ESTRATIFICADAS

### A. El Protocolo X.25

A pesar de que estrictamente hablando X.25 no es una arquitectura, su estructura estratificada presenta muchas de las propiedades de las arquitecturas de red. X.25 es un recomendación de interfaz, es decir, describe detalladamente los protocolos necesarios para que un Equipo Terminal de Datos (DTE) se comuniquen con un Equipo Terminador de Circuito de Datos (DCE) que le dará acceso a un red de conmutación de paquetes. Sin embargo no presenta ninguna recomendación sobre la red que manejará la entrega de datos entre los DCEs.

Figura 7.1 - Interfaz X.25



El protocolo X.25 consiste de tres niveles que corresponden a los primeros tres niveles del modelo OSI, los cuales se describen a continuación:

El Nivel Físico, que corresponde a la recomendación X.21 del CCITT.

El Nivel de Enlace o Tramas, consiste de un conjunto de procedimientos llamados LAPB (Procedimiento Balanceado de Acceso de Enlace). El LAPB es un subconjunto y es compatible con el HDLC.

El Nivel de Paquetes, corresponde al Nivel de Red y está descrito completamente dentro de la recomendación X.25. Se han definido cuatro tipos de servicio:

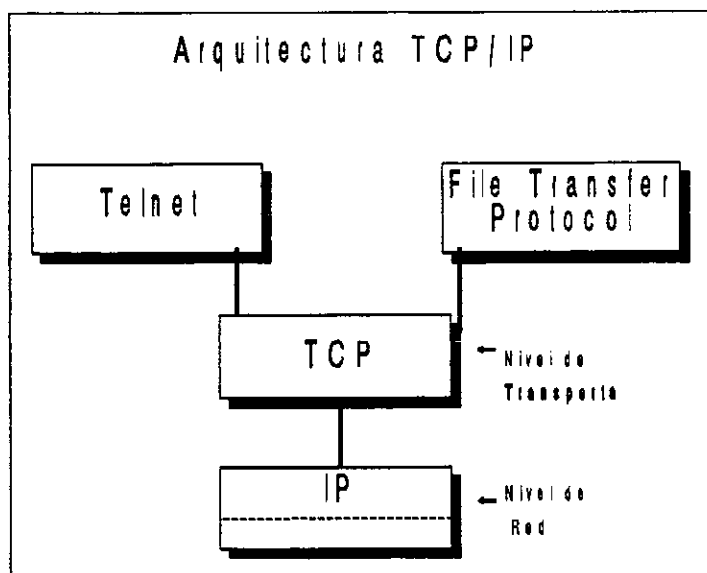
- 1) Circuito Virtual. En este servicio la red asegura la entrega ordenada de paquetes en el otro extremo de la red. Este servicio requiere que se establezca un circuito virtual (VC) cada vez que se desee transmitir información. Un circuito virtual aparece como una conexión dedicada entre dos DCE, aunque en la realidad los enlaces entre ellos pueden estar compartidos por muchos VCs.
- 2) Circuito Virtual Permanente. Este servicio es similar al anterior, pero la conexión entre los usuarios permanece disponible todo el tiempo.
- 3) Datagrama. En este servicio los paquetes se transmiten hacia la red uno a uno sin una garantía de llegada o llegada en orden al otro extremo. Este es un servicio no orientado a conexión que fue eliminado del X.25 en la revisión de 1984.
- 4) Selección Rápida. En este servicio los paquetes utilizados para activar un circuito virtual (VC) también pueden llevar datos.

El propósito del interfaz X.25 es proveer los procedimientos para manejar cada uno de los tipos de servicio. Además provee el control de flujo necesario para no desbordar al usuario en el otro extremo y mantener una entrega eficiente de paquetes. Esto último también suele llamarse Control de Congestión.

## B. TCP/IP

El Protocolo de Control de Trasmisión (TCP), desarrollado originalmente para utilizarse con ARPAnet, ha sido adoptado como el estándar para protocolos de transporte por el Depto. de la Defensa de los Estados Unidos. Además, con el tiempo se ha convertido en el estándar para la comunidad universitaria involucrada con redes de computadoras, y muchos fabricantes lo han incorporado en sistemas inteligentes diseñados para comunicarse a través de redes de área local.

Figura 7.2 - TCP/IP como una Arquitectura Estratificada



Como puede observarse en la figura anterior, el TCP fue ideado para residir entre una serie de Protocolos de Niveles Superiores o ULPS (transferencia de archivos, terminal virtual, etc) y un subconjunto del nivel de red llamado Protocolo Interred o IP (Internet Protocol).

El IP, también desarrollado por el Departamento de la Defensa Norteamericano (DOD), fue diseñado para soportar la interconexión de redes utilizando un servicio interno de datagramas. De hecho, IP también surgió de las actividades de investigación de ARPAnet y por algún tiempo coexistió con TCP como un protocolo completo. El IP también ha sido adoptado como estándar por el mencionado Departamento de la Defensa.

Uno de los protocolos de niveles superiores es TELNET, el cual fue desarrollado para ARPAnet como un protocolo de terminal para sistemas de línea.

## VIII. SERVICIOS DIGITALES DE INTELSAT

El canal de comunicaciones está fuera del alcance del Modelo de Referencia OSI o cualquier arquitectura de comunicaciones. Sin embargo al desarrollar una red de datos, las características de la red y los niveles de servicio que ésta puede ofrecer están determinados, en gran parte, por la capacidad de los canales disponibles.

Más adelante podrá verse que, a un mediano plazo, los canales digitales a través de satélite se presentan como una de las alternativas para establecer comunicaciones a nivel regional y mundial.

A continuación se describen los principales servicios digitales de comunicación por satélite ofrecidos por INTELSAT para la comunidad empresarial.

### A. Servicios IBS de INTELSAT

La tendencia más importante en la evolución del sistema INTELSAT en los próximos años es la implantación de la tecnología digital. Esta evolución es crítica ya que permitirá a los usuarios mezclar e integrar información de voz, datos e imágenes, y además facilitará la transmisión con cualquier grado de calidad, seguridad y confiabilidad deseado.

Actualmente INTELSAT provee de comunicaciones digitales a la comunidad empresarial y estimula la implementación de redes digitales para los servicios públicos de telefonía conmutada al promover sus servicios TDMA (Time

Division Multiple Access) e IDR (Intermediate Data Rate). Los avances tecnológicos acompañados de reducción de costos están causando que el mundo analógico se convierta en digital a corto plazo.

Algunas de las principales razones para esta evolución hacia los servicios digitales son las siguientes:

- a) Ahorros en costos del segmento espacial gracias a las nuevas técnicas de multiplicación de circuitos que exceden la máxima ganancia de 2:1 de FM/FDMA.
- b) Insuficiencia de capacidad en el segmento espacial de SCPC/QPSK.
- c) Para satisfacer la demanda de los usuarios para servicios digitales arrendados.
- d) Posibilidad de nuevos negocios como redes privadas internacionales para transmisión de voz y datos que sufrirían retrasos inaceptables durante horas críticas del día, si utilizaran la red conmutada pública.
- e) Menores Costos de Expansión. La expansión de una salida digital completamente establecida es significativamente más económica que la expansión de una salida analógica, debido a las ganancias de multiplicación de circuitos obtenidas en los equipos digitales.

La Red Digital de Servicios Integrados (ISDN) es un factor importante que afectará los servicios de telecomunicación en el futuro. Los satélites pueden suministrar una alta capacidad digital compatible con las normas ISDN. A nivel internacional la única forma de obtener servicios ISDN hoy en día es a través

de las facilidades que brinda INTELSAT. En particular esto es posible de tres formas: TDMA de INTELSAT, portadoras IDR y Super-IBS. Todos estos servicios son capaces de proveer una tasa de errores (BER o Bit Error Rate) mejor a  $10^{-7}$  y una disponibilidad del sistema en exceso de 99.96% anualmente.

Intelsat Business Service (IBS) es un servicio digital totalmente integrado diseñado para satisfacer la gran variedad de necesidades empresariales de telecomunicaciones. IBS ofrece una cobertura global que puede ser utilizada para las siguientes aplicaciones locales e internacionales:

- Comunicaciones de voz.
- Transferencia de datos a baja y alta velocidad.
- Teleconferencias de audio y video.
- Facsimile
- CAD/CAM.
- Distribución electrónica de documentos.
- Transferencia de fondos electrónica.
- Aplicaciones ISDN.

El IBS permite el acceso al segmento espacial mediante instalaciones próximas al cliente para reducir al mínimo el costo total del servicio. Esto permite a los usuarios minimizar su dependencia de las redes terrestre conmutadas. La transmisión de datos representa la aplicación empresarial más grande. La aplicación ocasional más importante de IBS son las videoconferencias.

IBS se encuentra disponible desde septiembre de 1983 y ofrece tasas de transmisión desde 64Kb/s hasta 8.448 Mb/s para proveer todas las formas de servicios no conmutados a los usuarios finales.

La tecnología IBS fue concebida para usuarios finales del área empresarial. La telefonía pública conmutada internacional no se permite en IBS. Se dispone de dos niveles de calidad de servicio.

#### IBS básico:

se ofrece tanto en banda C como en banda K, y ofrece un alto grado de confiabilidad y disponibilidad de canales. El IBS básico es compatible con la ISDN en banda C. En banda K se provee un BER nominal de  $10^{-8}$  o mejor bajo cielo despejado y un BER de  $10^{-6}$  o superior bajo condiciones degradadas en un 99% del tiempo.

#### Super IBS:

ofrece mayor disponibilidad de canales en banda K. Es compatible con la ISDN, con una calidad (BER) de  $10^{-8}$  o superior con cielo despejado, y de  $10^{-6}$  en condiciones degradadas durante el 99.96% del tiempo.

#### **Modulación y Acceso Multiple**

Las portadoras IBS utilizan modulación QPSK con la técnica de acceso múltiple FDMA. Las portadoras IBS tienen frecuencias previamente asignadas dentro de un transpondedor dado. El servicio se ofrece, tanto en base a un canal o a canales múltiples por portadora. Como puede verse, el sistema de

modulación es similar al utilizado por IDR. Más adelante se verá que existen algunas diferencias tales como la detección de errores. Es posible la utilización de TDMA, ésta será considerada caso por caso.

### **Tasas de Transmisión**

IBS ofrece tasas de transmisión desde 64 Kbps a 8.448 Mbps.

### **Capacidades ofrecidas**

#### Capacidad baja a mediana

Se ofrecen trenes de bits de 64 a 768 Kbps, adecuados para comunicaciones telefónicas, transferencia de datos a baja y mediana capacidad, fax, etc.

#### Gran Capacidad

Se ofrecen velocidades de 1.544 a 8.448 Mbps, adecuados para videoconferencias con movimiento y color completos, transparencia de datos a gran velocidad, servicios multiplexados, y otros tipos de comunicaciones de gran capacidad.

#### Transpondedores alquilados por unidad o fracción

La capacidad para IBS puede alquilarse en asignaciones de tan sólo 9 MHz por un período mínimo de un año. Se ofrece capacidad adicional en incrementos de 9 MHz.

### **Opciones de arquitectura de red**

INTELSAT tiene dos categorías de estaciones terrenas además de las estaciones de estándares A, B y C, el standard F para operar en banda C y

standard E para operar en banda K. Esto permite una flexibilidad total para escoger la arquitectura de red que se adapte mejor a las necesidades de comunicación. Se dispone de las siguientes opciones:

#### Acceso de usuario (User Gateway)

Pequeñas estaciones terrenas (3.5m a 5.5m en banda K o 5m a 7m en banda C) que pueden ser utilizadas como una estación terrena dedicada para un usuario empresarial. Minimiza la dependencia de servicios terrestres.

#### Acceso Urbano o Telepuerto (Urban Gateway or Teleport)

Estaciones de tamaño medio localizadas en una ciudad para minimizar la interferencia terrestre y los problemas de coordinación. El tráfico se enruta por medio de redes terrestres.

#### Acceso Nacional

Utilizando accesos nacionales planificados con antenas de 16 a 30 m en banda C y de 11 a 18 m en banda K.

### **B. Servicios INTELNET de INTELSAT**

El servicio INTELNET fue creado para proveer comunicaciones empresariales en una configuración punto-multipunto utilizando antenas del tipo VSAT (Very Small Aperture Terminals) con una antena central (HUB) de mayor tamaño. INTELNET ofrece dos niveles de servicio:

#### INTELNET I

Consiste en comunicaciones de una vía desde la antena central hacia las antenas VSAT. En este sistema la velocidad de transmisión puede ser desde 1.2 Kbps hasta 19.2 Kbps. Algunas de la aplicaciones de este servicio son:

- Distribución de Noticias
- Transmisión de datos corporativos
- Distribución de información meteorológica o información de emergencia para aeropuertos

### INTELNET II

Permite establecer comunicaciones de doble vía con velocidades desde 1.2Kbps hasta 512 Kbps. Este servicio es utilizado en actividades como:

- Recolección de datos para exploración petrolera y minera
- Recolección de datos ambientales
- Sistemas de reservaciones
- Aplicaciones de punto de venta
- Sistemas de autorización de tarjeta de crédito
- Sistemas bancarios y financieros

### **Modulación y Acceso Múltiple**

Los servicios están diseñados para operar con dos tipos de modulación y técnicas de codificación: Espectro Disperso (Spread Spectrum) y BPSK (Binary phase-shift-keying).

### Spread Spectrum

Esta es una técnica de modulación que se ha estado utilizando en redes comerciales de comunicación desde 1981. Esta técnica se adapta particularmente bien a las comunicaciones con estaciones terrenas muy pequeñas ya que provee una transmisión de datos confiable aún en presencia de fuerte interferencia.

En las aplicaciones de comunicación vía satélite con estaciones muy pequeñas, las redes están limitadas más por la potencia del satélite que por el ancho de banda. La idea principal de esta técnica es dispersar la potencia de la señal sobre un ancho de banda mucho mayor que el ancho de banda de la señal.

Lo anterior se lleva a cabo multiplicando la señal por un código en particular durante la transmisión. Posteriormente la señal es detectada y decodificada por la terminal receptora autorizada. De esta forma, la técnica de Espectro Disperso actúa como una combinación de enciframiento y protección ante interferencias.

#### Modulación BPSK con FEC (Forward Error Correction) de tasa 1/2

Con esta técnica se asigna a cada estación terrena en la red una portadora monocanal SCPC (Single Canal per Carrier) con una frecuencia y velocidad de transmisión preasignada. La portadora tiene una modulación BPSK y una codificación FEC que provee una ganancia de 6dB que permite el uso de estaciones terrenas pequeñas.

En lo referente al método de acceso, no existe una especificación de INTELSAT. En vista de que la mayoría de los sistemas VSAT son sistemas propietarios, estudiaremos uno a manera de ejemplo.

#### Sistema FASTAR de Alcatel TELSPACE:

El sistema FASTAR es una familia de sistemas digitales de comunicaciones

por satélite para todo tipo de transmisiones entre una estación central (HUB) y microestaciones remotas. El sistema es completamente automático proveyendo, además, funciones de diagnóstico remoto, monitoreo y restablecimiento automático de estaciones remotas.

El método de administración de tramas (frames) habilita el transporte simultáneo de pequeños paquetes como los de tarjeta de crédito y de grandes transferencias de archivos en la misma trama.

El método de acceso utilizado es una mezcla de TDM y TDMA. Para transmitir desde el concentrador (HUB) a las terminales se utiliza una señal de 256 Kbps con multiplexación por división de tiempo (TDM). Para transmitir hacia el concentrador un grupo de terminales comparte un canal común de 64 Kbps con Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA). Se utiliza modulación BPSK + 1/2 FEC.

Cada microestación posee cuatro puertos programables con velocidades de 50 a 19.2 Kbps o 64 Kbps opcionalmente. Se pueden utilizar los siguientes protocolos V28, V24, V35, X25, PAD X25 (X3, X28, X29) y SNA/SDLC.



## IX. INTERCONEXION DE REDES

A medida que aumenta el número de redes y su funcionalidad, es más frecuente que los usuarios finales necesiten comunicarse con más de una red para obtener un determinado servicio. Así, por ejemplo, un terminal que utilice habitualmente la red A, podría necesitar una base de datos situada en otra red B. Para ello, el servicio de extremo a extremo habrá de incluir la interconexión de las redes A y B. Esta operación se conoce en inglés como Internetworking (Interconexión de Redes).

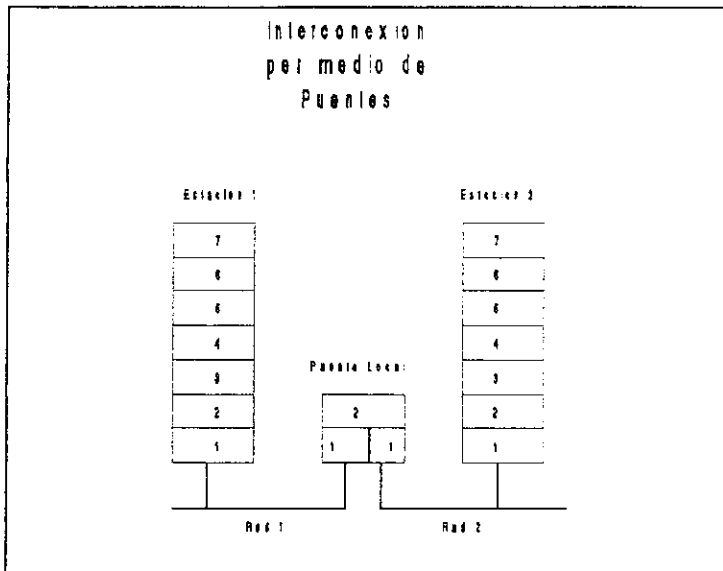
La tendencia actual para las redes corporativas se dirige hacia una serie de redes de área local interconectadas por medio de otra red de área local, una red metropolitana o una red de área amplia. Generalmente a dicha red se le conoce como Interred (Internet).

En la actualidad existe una gran variedad de productos para interconectar las redes corporativas. A continuación se describen las más comunes:

### A. Puentes (Bridges)

Los puentes utilizan los dos niveles inferiores del modelo OSI, el físico y el de enlace de datos (incluyendo LLC y MAC) para conectar dos redes, que usualmente tienen protocolos idénticos en dichas capas. Además de lo anterior, las capas 3 a 7 deben ser idénticas para obtener una comunicación exitosa de extremo a extremo.

Figura 9.1 – Interconexión por medio de puentes.



Un puente es transparente (no ve dentro) para los protocolos de alto nivel y transfiere paquetes entre dos redes almaneceniéndolos y luego transmitiéndolos.

Los puentes que permiten conectar redes con protocolos en los niveles 1 y 2 realizan la conversión de protocolos necesaria. No se realiza alguna conversión de protocolos sobre el formato ni el contenido de los paquetes, ya que los protocolos de red en ambas redes deben ser iguales.

Algunos puentes requieren solamente una tabla de enrutamiento fija, mientras que otros son capaces de construir automáticamente dicha tabla. Tanto el subcomité IEEE 802.1 como IBM, Corp. han desarrollado especificaciones de enrutamiento.

La especificación del IEEE se basa en el protocolo de expansión en árbol (STP o Spanning-tree Protocol). El STP define la forma en que una tabla de enrutamiento dentro de cada puente puede ser modificada dinámicamente para eliminar círculos cerrados (loops) y evitar rutas en mal funcionamiento.

Los loops no se permiten dentro de una red con puentes porque pueden producir paquetes circulando indefinidamente o paquetes duplicados. Eliminar loops no utilizando algunos enlaces puede significar una utilización poco eficiente de los recursos.

Además, después de una falla en la red, el STP puede causar demoras de hasta 1 minuto, mientras reconstruye la tabla de enrutamiento. Debido a lo anterior el STP se adapta más a las interredes formadas solamente por puentes locales, que a una red corporativa con muchas rutas alternas.

La especificación de enrutamiento de IBM, llamada Protocolo de Enrutamiento De Origen (SRP o Source Routing Protocol), permite que cada estación de la red le agregue información única de enrutamiento a los paquetes. Luego cada puente en la trayectoria utiliza dicha información.

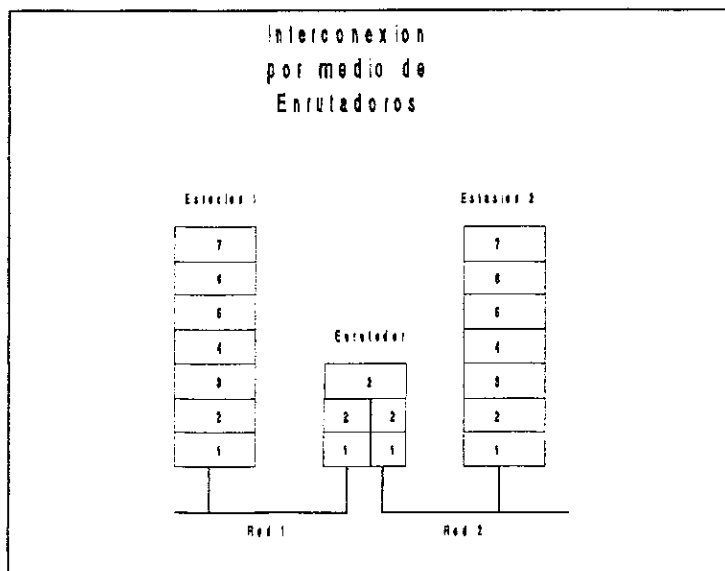
El SRP fue diseñado originalmente para interredes con puentes locales simples, pero algunos fabricantes han desarrollado puentes multipuerto con enrutamiento llamados Brouters que soportan la técnica SRP.

También existen puentes remotos multipuerto que se basan en STP. Para facilitar las cosas para el usuario final, el Comité 802 del IEEE ha creado la especificación 802.1 conocida como Transporte de Enrutamiento de Origen (SRT o Source Routing Transport), que intenta unificar los esquemas STP y SRP. En esta especificación existirá un bit en el campo de información de enrutamiento para indicar qué técnica se quiere utilizar.

### B. Enrutadores (Routers)

Los enrutadores utilizan los tres nivel inferiores del modelo OSI para interconectar redes con el mismo protocolo interred (El protocolo interred es el subnivel más alto del nivel de red). Los protocolos a partir del nivel cuatro deben ser iguales, pero las redes no. A continuación podemos ver un esquema de cómo funciona un enrutador.

Figura 9.2 - Interconexión por medio de enrutadores



El protocolo interred más conocido es el DOD-IP (Department of Defense Internet Protocol), que forma parte de la arquitectura TCP-IP. El ISO ha emitido el protocolo OSI-IP (ISO 8473) que tiene algunas mejoras sobre el anterior.

El principal beneficio de utilizar enrutadores es el control de congestión, ya que estos utilizan mecanismos de control de flujo para dirigir el tráfico por rutas alternativas menos congestionadas. Para escoger la ruta más corta hacia un nodo se utilizan varios algoritmos.

El algoritmo más utilizado para escoger la ruta más corta es el Protocolo de Información de Enrutamiento (RIP o Routing Information Protocol), que se basa en el número de saltos para determinar la distancia a un nodo. Este tiene la desventaja de no considerar las capacidades de los enlaces y el tamaño de los saltos, además crea tráfico adicional al requerir que cada enrutador transmita sus tablas de enrutamiento cada 30 segundos aproximadamente. Un nuevo estándar llamado OSPF (Open shortest path first) utiliza más información de los enlaces, como capacidad y congestión, para elegir las rutas.

Los enrutadores diseñados para redes simples utilizan tablas de enrutamiento estáticas. En configuraciones complejas, los enrutadores bien diseñados mantienen tablas dinámicas que reflejan las condiciones cambiantes de fallas en la red y rutas congestionadas. Este enrutamiento dinámico se lleva a cabo intercambiando paquetes especiales (address resolution packets) con los otros enrutadores en la red.

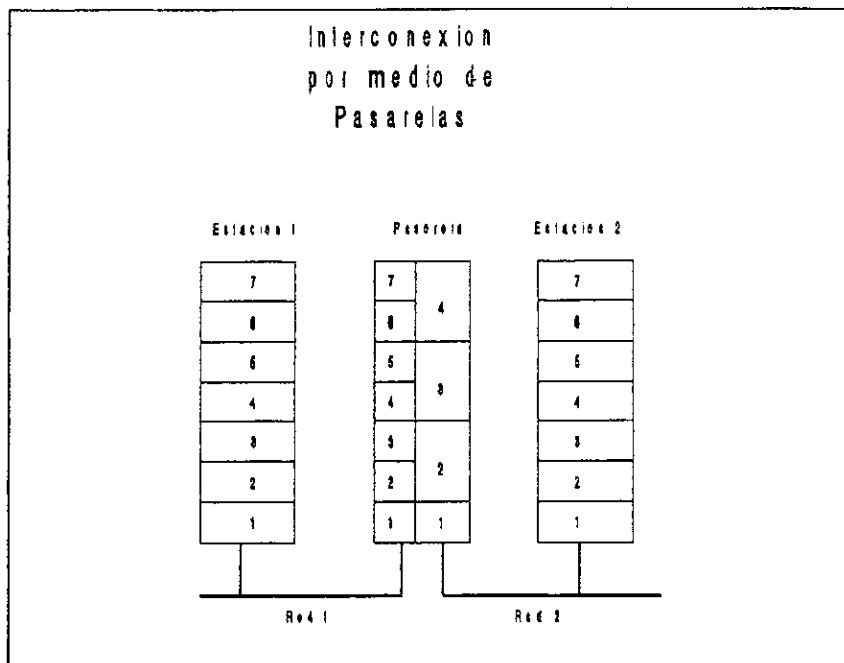
Otras funciones que realizan los enrutadores son:

- la segmentación y concatenación de paquetes para ajustarse al tamaño especificado para cada una de las subredes
- proveer lo suficiente en términos de traducción para acomodarse a las diferencias de interfase asociadas con cada subred de la interred.

### C. Pasarelas o Puertas (Gateways)

Cuando se tienen redes distintas que emplean distintos protocolos de alto nivel, como TCP/IP, DECNet, y SNA, un Gateway traductor parece ser la mejor opción. Como puede verse en la siguiente figura, un Gateway involucra los siete niveles del modelo OSI.

Figura 9.3 - Interconexión por medio de Gateways



A pesar de que los Gateways cuestan mucho más que los puentes y enrutadores, pueden utilizarse como elementos universales para construir redes corporativas formadas por muchas redes dispersas y no homogéneas. Adicionalmente, pueden proveer una alternativa para evolucionar gradualmente hacia OSI.



## X. REDES PUBLICAS EN GUATEMALA

las leyes confieren al Estado el derecho exclusivo de  
redes que viajan por el espacio territorial, en consecuencia,  
quien desee utilizarlas está supeditada a los permisos

de las comunicaciones como un elemento vital e imprescindible  
y cuyo control debe seguir en manos del estado, se decidió  
que la función sería la de crear y mantener un sistema  
de comunicaciones dando origen a la Empresa Guatemalteca de Tele-  
comunicaciones (GUATEL), quien ahora mantiene el monopolio de las  
comunicaciones telefónicas.

Las redes existentes en Guatemala las podemos agrupar en dos  
grupos: redes para transmisión de información analógicas y redes  
para transmisión de información digitales.

El grupo para transmisión de información analógica  
este grupo está constituido, únicamente por la Red Telefónica  
Nacional, la cual es el principal medio para transmitir datos en nuestro

### Nacional

La red telefónica de Guatel contiene 4 grandes segmentos:

- Red internacional
- Red interdepartamental
- Red troncal (área metropolitana)
- Red de abonado

a. Red internacional

Permite la comunicación hacia otros países, usando para ellos los circuitos de microondas para Centroamérica por un lado, y el circuito satélite de INTELSAT y la estación terrena QUETZAL para el resto del mundo.

Guatemala está unida a la red de INTELSAT, que ha lanzado al espacio 5 satélites de comunicación, desde el INTELSAT-I lanzado en 1965 hasta el INTELSAT-V lanzado en 1980. Guatemala tiene un enlace con este último, el cual tiene una vida útil de 10 años, por lo que debería ser reemplazado a partir de 1990.

La INTELSAT u Organización Internacional de Satélites de Comunicación cuenta con más de 300 estaciones terrenas alrededor del mundo. El consumidor final no puede obtener circuitos directamente, sino que debe hacerlo a través de cada país, en nuestro caso GUATEL.

Guatemala, debido a su alto costo, no tiene suficientes acciones de INTELSAT para tener derecho a voto. Para solucionar este problema los países de Centroamérica y Panamá se organizaron en el Comité de

Telecomunicaciones de Centro América, cuyo voto es ejercido por el representante llamado Gobernador.

A través de INTELSAT, GUATEL puede comunicarse con otros países usando el circuito que más le convenga. El circuito no necesariamente tiene que ser por satélite, sino que puede combinar cable telefónico, microondas, satélite, cable submarino, etc. Simultáneamente al método anterior, Centroamérica se encuentra unida por la red de microondas, que es la forma estandarizada por convenios.

b. Red interdepartamental

La red interdepartamental, al igual que la centroamericana, funciona por medio de la red nacional de microondas, que fue instalada hace más de 20 años y ha tenido frecuentes ampliaciones y modificaciones desde entonces.

c. Red Troncal

La red troncal corresponde a la red metropolitana y se refiere a la unión entre centrales, ya sea por cable multipar o bien por fibra óptica. Para ello la conmutación se inicia desde las centrales, pasando la señal luego a una caja distribuidor.

d. Red de Abonado

Es la que une las centrales con los usuarios finales. Se subdivide a su vez en:

- Red Primaria: Conecta las cajas distribuidor con los armarios.
- Red Secundaria: Conecta los armarios con las cajas telefónicas.
- Abonados: Incluye dos elementos: la caja telefónica y los instrumentos terminales (teléfonos, módems, etc.).

## 2. Servicios que presta GUATEL

A través de la red telefónica nacional, GUATEL presta los siguientes servicios de comunicación.

### **Línea pública conmutada**

Este es el servicio telefónico normal, el cual permite que dos abonados se conecten a través de una central de conmutación telefónica. Esta es la forma más económica, siempre que se utilice poco. No es posible acondicionar este tipo de líneas.

### **Línea arrendada**

Este servicio que también se conoce como línea dedicada, permite que dos abonados se conecten directamente sin necesidad de utilizar una central de conmutación. GUATEL presta este servicio, tanto a nivel local como internacional. Estas líneas tienen la ventaja que pueden ser acondicionadas.

## **B. Redes digitales públicas**

### 1. Red Pública de Datos (MAYAPAQ)

Actualmente hay muchos usuarios que hacen uso de redes de datos internacionales, tanto públicas como privadas. A través de la división de

informática de GUATEL se ha implantado un servicio de transmisión de datos utilizando la técnica de conmutación de paquetes y permitir en el futuro la integración de bases de datos nacionales de acceso público.

Por medio de este sistema es posible comunicarse con cualquier red pública del mismo tipo, con posibilidad de acceso a teleimpresores, computadores que prestan servicio de consulta de Bases de Datos, Correo Electrónico, almacenamiento y envío de mensajes y procesamiento de información. El objetivo de la red nacional de informática es sustituir el método tradicional de acceso internacional utilizando líneas telefónicas.

Mayapaq está basada en equipos de tecnología TELENET. La estructura de la red de datos está basada en dispositivos PAD (Packet assembly disassembly) distribuidos en las principales ciudades de la república y enlazados a 9.6 Kbps hacia el nodo más cercano, en la capital, y con el nodo de Guarda Viejo o el de Quetzaltenango, en el interior.

En la capital se encuentra el Centro de Control y Gestión de la Red y se dispone de nodos en las centrales de Centro, Tivoli, El Carmen, Monte Verde y Guarda Viejo en una red completamente mallada con enlaces a 64 Kbps; además existe un Nodo interurbano en Quetzaltenango, que también está enlazado a 64Kbps con la red en la ciudad capital. Todos estos enlaces son duplicados para prevención de fallas.

Mayapaq dispone de dos enlaces X.75 a 19.2 Kbps para comunicarse con RACSAPAQ<sup>11</sup> y así tener acceso a los nodos de esta red en varios países de Centroamérica. Adicionalmente, utilizando compañías como Sprint, MAYAPAQ tiene acceso a redes de conmutación de paquetes a nivel mundial.

Los usuarios que utilizan protocolo X.25 pueden conectarse directamente a los nodos de la red; los que utilizan otros protocolos, pueden hacerlo utilizando el servicio de conversión de protocolo.

La subdirección de MAYAPAQ presta actualmente los siguientes servicios:

a. Acceso conmutado a Mayapaq

Este servicio consiste en el acceso a Mayapaq utilizando una línea telefónica normal y un módem asincrónico de 1200 bps a 9600 bps.

Las tarifas de este servicio son las siguientes:

Derecho de acceso por la red telefónica conmutada (cobro único)	US\$ 10.00
Cuota mensual mínima	US\$ 6.00

---

<sup>11</sup>RACSAPAQ es la red de conmutación de paquetes de Costa Rica. En sus inicios MAYAPAQ era un nodo de dicha red. Actualmente, RACSAPAQ tiene nodos en otros países de Centro América como El Salvador y Honduras.

Además de los anteriores existe una tarifa en función del tiempo de conexión y la cantidad de caracteres transmitidos, ésta es:

Tipo de Tarifa	Nacional	Internacional
Por Tiempo	US\$ 0.50 por hora	US\$ 8.00 por hora
Por Kilosegmento	US\$ 0.50	US\$ 10.00

Un kilosegmento es equivalente a 64 kilocaracteres. La cuota mínima mensual da derecho a cursar cierta cantidad de tráfico en volumen y tiempo, de acuerdo a la tarifa indicada; si se supera éste, se cobrará el tráfico adicional.

b. Acceso permanente a Mayapaq

Este servicio consiste en el acceso a la red de datos a través de una línea dedicada. El acceso se puede hacer a velocidades entre 2400 bps y 64000bps. Mayapaq provee la conversión de protocolos necesaria para permitir la conexión a través de los siguientes protocolos:

- X.25
- SDLC
- BSC
- Asíncronico

Las tarifas para este servicio son:

Velocidad (bps)	Instalación línea dedicada (cobro único)	Instalación equipo terminal (cobro único)	Cuota mensual mínima
300 a 2400	US\$ 300.00	US\$ 50.00	US\$ 50.00
4800 a 9600	US\$ 300.00	US\$ 100.00	US\$ 100.00
19200 a 64000	US\$ 300.00	US\$ 1500.00	US\$ 1500.00

Las tarifas en función del tráfico transmitido son las mismas que para el acceso conmutado. Y el costo por tiempo es de \$ 0.60 por hora.

c. Correo electrónico (MayaMail)

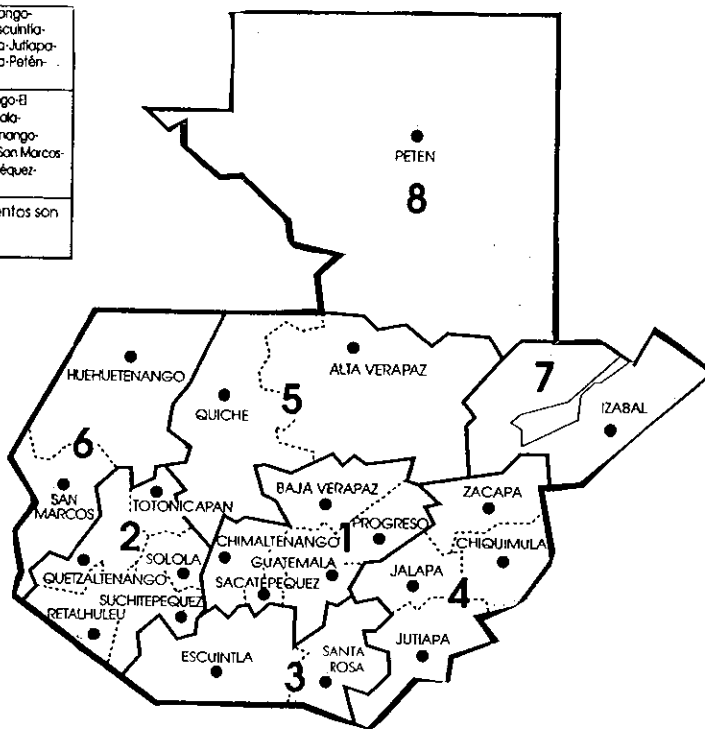
Con este servicio se obtiene un apartado postal electrónico con el cual se puede intercambiar mensajes con otros usuarios de la red, tanto nacionales como internacionales.

d. Canales arrendados a terceros

Esto consiste en arrendamiento de canales analógicos dedicados punto a punto, a nivel nacional e internacional. Las tarifas actuales están organizadas por zonas (misma, adyacente y no adyacente) y por sector.

Figura 10.1 - Zonas Telefónicas de Guatemala

ZONA 1:	ZONA ADYACENTE	ZONA NO ADYACENTE
Baja Verapaz Chimaltenango El Progreso Guatemala Sacatepéquez	Alta verapaz-Chiquimula-Escuintla-Jalapa-Jutiapa-Quetzaltenango-Quiché-Retalhuleu-Santa Rosa-Sololá-Suchitepéquez-Totonicapán-Zacapa	Huehuetenango-Izabal-Petén-San Marcos
ZONA 2: Quetzaltenango Retalhuleu Sololá Suchitepéquez Totonicapán	Alta Verapaz-Baja Verapaz-Chimaltenango-El Progreso-Escuintla-Guatemala-Huehuetenango-Quiché-Sacatepéquez-San Marcos-Santa Rosa	Chiquimula-Izabal-Jalapa-Jutiapa-Petén-Zacapa
ZONA 3: Escuintla Santa Rosa	Baja Verapaz-Chimaltenango-Chiquimula-El Progreso-Guatemala-Jalapa-Jutiapa-Quetzaltenango-Retalhuleu-Sacatepéquez-Sololá-Suchitepéquez-Totonicapán-Zacapa	Alta Verapaz-Huehuetenango-Izabal-Quiché-Petén-San Marcos
ZONA 4: Chiquimula Jalapa Jutiapa Zacapa	Baja Verapaz-Chimaltenango-El Progreso-Escuintla-Guatemala-Izabal-Sacatepéquez-Santa Rosa	Alta Verapaz-Huehuetenango-Petén-Quetzaltenango-Quiché-Retalhuleu-San Marcos-Sololá-Suchitepéquez-Totonicapán
ZONA 5: Alta Verapaz Quiché	Baja Verapaz-Chimaltenango-El Progreso-Guatemala-Huehuetenango-Izabal-Petén-Quetzaltenango-Retalhuleu-Sacatepéquez-San Marcos-Sololá-Suchitepéquez-Totonicapán	Chiquimula-Escuintla-Jalapa-Jutiapa-Santa Rosa-Zacapa
ZONA 6: Huehuetenango San Marcos	Alta Verapaz-Quetzaltenango-Quiché-Retalhuleu-Sololá-Suchitepéquez-Totonicapán	Baja Verapaz-Chimaltenango-Chiquimula-El Progreso-Escuintla-Guatemala-Izabal-Jalapa-Jutiapa-Sacatepéquez-Santa Rosa-Petén-Zacapa
ZONA 7: Izabal	Alta Verapaz-Chiquimula-Jalapa-Jutiapa-Quiché-Petén-Zacapa	Baja Verapaz-Chimaltenango-El Progreso-Escuintla-Guatemala-Huehuetenango-Quetzaltenango-Retalhuleu-Sacatepéquez-San Marcos-Santa Rosa-Sololá-Suchitepéquez-Totonicapán
ZONA 8: El Petén	Petén	Todos los departamentos son zona no adyacente



Las tarifas vigentes se muestran a continuación.

**Tabla 10.1 Tarifas canales arrendados a terceros a nivel nacional**

Concepto	Sector Privado, Entidades autónomas y semiautónomas	Dependencias del Estado y Entidades Especiales no Lucrativas
Instalación por línea (pago único)	Q.1,500.00	Q.1,500.00
Canal Local (mensual)	Q.1,500.00	Q.150.00
Misma Zona (mensual)	Q.2,500.00	Q.600.00
Zona Adyacente (mensual)	Q.4,200.00	Q.1,000.00
Zona no Adyacente (mensual)	Q.6,300.00	Q.1,400.00

A nivel internacional las tarifas varían dependiendo del país destino.

A nivel centroamericano estas tarifas son dadas por COMTELCA y están en función de la distancia entre los puntos.

e. TELEX

Permite al usuario la transmisión directa e inmediata de un mensaje escrito al destinatario por medio de teleimpresores enlazados al circuito de

red telegráfica. Puede lograrse comunicación a nivel local, nacional o internacional, y en forma automática o semiautomática (por operadora). Este servicio también puede prestarse en forma temporal en caso de eventos especiales. Las agencias de GUATEL también prestan el servicio de télex. El télex permite enviar mensajes con velocidad promedio de 55 PPM (Palabras por minuto, 50 b/s), y usa una clave de 5 bits.

## 2. IBS

Este servicio se describió anteriormente en el capítulo relativo a canales de comunicación. Según la legislación la autorización para prestar este servicio sólo puede obtenerse a través de Guatel.

Actualmente los servicios IBS se están prestando únicamente por medio de GUATEL y COMSAT. Los segmentos espacial y terrestre son proveídos por GUATEL y la comercialización está a cargo de COMSAT. Está previsto dar el servicio a velocidades desde 64Kbps hasta 2048 Kbps. El medio circuito en el país destino está a cargo de otras compañías como AT&T y SPRINT.

Las tarifas para un canal de 64 Kpbs son:

- Cargo único	US\$ 3000.00
(incluye conexión y 1 módem)	
- Contrato de 1 año	US\$ 4500.00 /mes
- Contrato de 5-9 años	US\$ 4250.00 /mes
- Contrato de 10 años o más	US\$ 4000.00 /mes

Una ventaja de los servicios IBS es que los cargos mensuales son fijos y conocidos con anticipación.

### 3. Datalink

Este servicio aún está a nivel de proyecto pero consistirá en la red nacional de circuitos dedicados digitales. Se basaría en el uso de nodos procesadores de red interconectados entre sí por enlaces de 2 Mb/s a través de fibras ópticas o microondas digitales.

Cada cliente de Datalink podrá desarrollar redes privadas con velocidades de 2.4 Kb/s hasta 2 Mb/s, integrando sus aplicaciones de datos, voz y video por medio de tecnologías de multiplexación. Además este será el canal más apropiado para acceder los servicios de IBS.

Se espera que este servicio esté disponible en la ciudad capital y en las ciudades de Quetzaltenango, Retalhuleu, Mazatenango, San Antonio, Santa Lucía Cotz., Escuintla, Amatitlán, Totonicapán y Cobán. Se utilizarán enlaces de microonda digital en unos casos y enlaces de fibra en otros al concluirse la red de fibra óptica en el sur del país.

### 4. VSAT

En lugares donde el acceso a los servicios IBS no pueda hacerse por vía terrestre, GUATEL tienen planeado proporcionar acceso a dichos servicios utilizando Estaciones Terrenas Tipo VSAT.



Ya que en estos casos sería necesario realizar una mayor inversión en la compra de equipo, las tarifas serían mayores que en el acceso metropolitano a través del telepuerto JEZRIEL.

## XI. CANALES PRIVADOS DE TRANSMISION

En Guatemala, además de los canales de comunicación provistos por las redes publicas, existen algunas alternativas interesantes para el corto y mediano plazo. A continuación se describen las más importantes.

### A. Redes de Radio

Los modems para radiotransmisión ofrecen una solución eficiente para la conectividad de voz, datos e imágenes, reemplazando o mejorando los sistemas convencionales alambrados.

Los modems inalámbricos permiten establecer rápidamente un enlace entre dos edificios en una ciudad. Una antena omni-direccional estándar permite establecer enlaces de hasta 1000 pies. Además es posible establecer enlaces de hasta 30 millas con línea de vista utilizando antenas direccionales como las del tipo Yagi.

Los enlaces por radio permiten establecer enlaces permanentes a un costo mensual menor que el de los servicios alambrados o bien proveen de enlaces temporales casi instantáneos para recuperación de desastres o eventos especiales. Actualmente varias empresas en nuestro país prestan el servicio de canales dedicados de comunicaciones utilizando enlaces de radio.

En Guatemala se utilizan dos tipos de modulaciones de radiofrecuencia: Narrowband y Spread Spectrum. Estas formas de comunicación están bajo el control y regularización de Asesoría de Frecuencias.

### NARROW BAND

En las modulaciones digitales del tipo Narrow Band (FSK, PSK, QPSK, etc), por lo general, el espectro se encuentra en un canal de 25 KHz para el cual se otorga la licencia. Con este ancho de banda es posible obtener velocidades de transmisión de hasta 19.2 Kbps, aunque ampliando el ancho de banda es posible obtener velocidades más elevadas.

En lo referente a protocolos de comunicación, algunos equipos funcionan con transparencia y otros proveen interfases para una amplia variedad de protocolos como TCP/IP, X.25, SDLC, Bisync, etc. Algunos sistemas permiten utilizar protocolos estandarizados de Gestión de Red.

Internamente algunos equipos manejan protocolos propios de enlace de datos y técnicas especiales de modulación y procesamiento de señales. Además de lo anterior, algunos equipos tienen funciones avanzadas de conversión de protocolo que evitan que el sondeo (polling) del protocolo utilizado sea transmitido a través de la red. De esta forma se optimiza la utilización del canal, permitiendo que otros nodos se comuniquen.

Respecto de los interfases físicos, el más utilizado es el RS-232 pero existe la opción de utilizar interfases RS-449, V.35, Ethernet, etc.

Para ejemplificar las características de este tipo de equipos, a continuación se presentan las características de la serie de equipos RAN fabricados por Multipoint Networks.

MODELO	RAN 19	RAN64	RAN 128
Velocidad en modo asincrónico (Kbps)	1.2 a 4.8	No Disponible	No Disponible
Velocidad en modo sincrónico (Kbps)	1.2 al 9.2	56, 64	128
Interfases	RS-232, RS-449	RS-232, RS-449, V.35	Winchester 34 pines (V.11)
Modos de Operación	Half Duplex o Full Duplex		
Frecuencia RF Serie 400 Serie 900	400-512 MHz 820-960 Mhz		
Ancho de Banda	25 KHz	100 KHz	200 KHz
Potencia Transmisión	4.5 ± 0.5 W		
Umbral de Recepción < 10 <sup>-6</sup> BER < 10 <sup>-8</sup> BER	-103 dBm -101 dBm	-98 dBm -96 dBm	-95 dBm -93 dBm

### SPREAD SPECTRUM

El Spread Spectrum es una técnica en la cual una señal, ya modulada, es modulada una segunda vez; de modo, que la forma de onda producida

interfiera de una forma apenas perceptible con cualquier una señal convencional en la misma banda de frecuencias. Se dice entonces que las otras señales son "transparentes" para el Spread Spectrum y que el Spread Spectrum es "transparente" para las otras señales.

Como ejemplo podemos tomar una señal de AM con un ancho de banda de 10KHz y una potencia  $P$ . Consideremos ahora que con la misma portadora está operando una señal de Spread Spectrum con un ancho de banda de 1 MHz y la misma potencia  $P$ . Entonces, en el ancho de banda de 10 KHz de la señal de AM la potencia de la señal de Spread Spectrum es  $P \times (10^4/10^6) = P / 100$ . Es decir, la señal de Spread Spectrum produce un ruido que está 20 dB bajo la potencia de la señal de AM.

La aplicación más difundida del Spread Spectrum es su uso en las comunicaciones militares para dos propósitos. El primero es que permite transmitir un mensaje sin que este sea detectado por un receptor no autorizado; el segundo, es que permite establecer comunicaciones confiables en presencia de interferencia.

En el campo de las comunicaciones comerciales, la técnica de Spread Spectrum ha permitido transmitir información sobre una portadora que ya se está utilizando para un canal de Narrowband. Además, como ya se mencionó, esta técnica se utiliza en las comunicaciones via satélite.

Dentro de la técnica Spread Spectrum existen dos tipos principales:

- a) **Spread Spectrum de Secuencia Directa**, que se origina al realizar una modulación en amplitud utilizando una señal binaria NRZ de gran velocidad.
- b) **Spread Spectrum de Salto de Frecuencia (Frequency Hopping)**, que surge de aplicar una modulación FM o FSK a la señal ya modulada, generalmente en BFSK. Es decir, la frecuencia de la portadora cambia de una manera pseudo-aleatoria entre un conjunto predeterminado de frecuencias (32 a 500) con una periodicidad también predefinida. La principal ventaja de esta técnica es que permite al transmisor modificar su frecuencia y así evitar interferencias.

Para ejemplificar las características de este tipo de equipos, a continuación se presentan las características de la serie de equipos AirLink fabricados por Cylink Corporation.

Características Generales:

Tipo de Modulación	BPSK Spread Spectrum
Código de Dispersión	Secuencia Directa
Potencia Máxima	28 dBm ( 0.63 W )

MODELO	VELOCIDAD	INTERFAZ	GANANCIA SISTEMA	SENSIBIL 10 <sup>-6</sup> BER	ANCHO DE BANDA
Airlink VF	Voz Analógica	RJ-11: 2 hilos	128 dB	-100 dBm	2.5 MHz
Airlink 64	64 Kbps sinc 19.2 Kbps asinc	V.11 V.24 EIA-530	125 dB	-97 dBm	5.0 MHz
Airlink 128	128 Kbps sinc. 38.4 Kbps asinc.	V.11 V.24 EIA-530	122 dB	-94 dBm	10 MHz
Airlink 256	256 Kbps sinc.	V.11 EIA-530	119 dB	-91 dBm	20 Mhz

#### COMPARACION DE SPREAD SPECTRUM VRS. NARROW BAND

Las modulaciones convencionales del tipo Narrowband se utilizan para establecer enlaces de velocidad intermedia sobre distancias relativamente largas (30 millas).

Las modulaciones tipo Spread Spectrum, aunque proporcionan mayores velocidades de transmisión (64 Kbps o más), fueron diseñadas para operar en distancias pequeñas como dentro de un edificio o un LAN pequeña. La razón

de esta restricción es para asegurarse que las únicas fuentes de energía serán las deseadas, limitando entonces la cantidad de potencia requerida y evitando así posibles interferencias.

La potencia típica de esta tecnología es alrededor de 0.8 W, la cual es una potencia débil. El funcionamiento correcto y eficiente de esta técnica depende directamente de que la ganancia de procesamiento (codificación) sea mayor que el factor de ruido que obtenga al expandir el ancho de banda de la señal.

Las exigencias del mercado han hecho que la técnica de Spread Spectrum se empiece a utilizar en redes metropolitanas con distancias de hasta 30 millas. Ya que las frecuencias de transmisión en Spread Spectrum no se regulan individualmente como en Narrow Band, el aumento en la potencia de transmisión requerida produce una serie de dificultades entre las que podemos mencionar:

- Interferencia entre sistemas cercanos de Spread Spectrum.
- Interferencia con sistemas ya existentes de Narrow Band.

Como respuesta a este problema la FCC ha limitado el rango de alcance y potencia total que puede utilizarse con la técnica Spread Spectrum.

### PACKET RADIO

En algunos países como EE. UU. se han desarrollado redes de radio específicas para transmisión de datos. Estas redes utilizan tecnología de conmutación de paquetes.

## B. Telefonía Celular

Hoy en día los teléfonos celulares han cobrado una gran importancia como herramientas de negocios. Un teléfono celular permite a una persona convertir parte del tiempo de "manejar" en tiempo de "trabajo", también le permiten estar en contacto con su oficina, sus clientes y su casa. A pesar de que este servicio no es barato, muchas empresas han encontrado que el acceso inmediato que proveen los teléfonos celulares se paga por si mismo.

Cada vez más los telefonos celulares se están volviendo más capaces de conectarse a una computadora portátil para recibir datos y faxes. Utilizando un modem celular (cellular capable modem) y el conector apropiado, es posible tener acceso a correo electrónico, faxes y otros datos de negocios desde cualquier lugar.

Desafortunadamente, las comunicaciones de datos por medio de una red celular son un poco más complicadas que solo conectar el módem al telefono celular. Lo primero que se necesita es un teléfono equipado con un conector para módem o alguno de los interfases que permitan conectar dicho teléfono al modem.

Muchos telefonos celulares ofrecen hoy en día conecciones directas para módem. Por ejemplo, Nokia y Motorola tienen telefonos que se conectan directamente a un modem tipo PCMCIA. Por otro lado Megahertz ha creado interfases para conectar sus modems celulares PCMCIA a varios telefonos de Mitsubishi, NEC y DiamondTel.

Para conectar un modem a un teléfono que no tiene un conector de módem, es necesario adquirir un interfaz que replique una señal tipo RJ-11. Si el teléfono no dispone de un puerto RJ-11, será necesario utilizar un acoplador. En este último caso, será necesario marcar manualmente y luego colocar el teléfono en el acoplador.

Para garantizar que los datos se transfieran correctamente a través de la red celular es indispensable que el modem esté diseñado para este tipo de transmisión (Cellular Ready). Esto significa que sea compatible con los protocolos de transmisión celular como el V.32 y el MNP-5 o MNP-10. Algunos nuevos modems también soportan el nuevo protocolo ETC (Enhanced Throughput Cellular) de AT&T. Los protocolos V.42 y V.42bis para corrección y compresión de datos también son útiles y permiten incrementar la cantidad de datos transmitidos por minuto de conexión.

En el pasado, la transmisión celular era considerada de muy baja calidad para transmitir datos. Esto se debe no solo a que esta tecnología es menos confiable que una línea terrestre, sino también a que las características topográficas pueden afectar la calidad de la llamada. Como resultado de lo anterior las transmisiones algunas veces se desconectan durante uno o dos segundos. Esto es tolerable para una comunicación de voz, pero inaceptable para una transmisión de datos.

Para tratar con estas lagunas de transmisión, se ha desarrollado nueva tecnología que provee una solución en tres partes que incluye:

1. Una compresión de datos estándar , basada principalmente en los protocolos V.42bis y MNP-5.
2. Tecnicas especiales de control de errores como las del V.42 y MNP-4.
3. Velocidades de transmisión de datos variables en función de la calidad del canal , como en el protocolo MNP-10 de Microcom.

Estas nuevas soluciones están haciendo que muchos negocios en los EE. UU. se orienten hacia la tecnología celular para solucionar sus necesidades de comunicación inalámbrica. Como resultado de ello el FCC ha autorizado nuevas asignaciones para canales celulares y servicios de satélite para descongestionar los servicios actuales.

La introducción del servicio y los teléfonos celulares digitales está ofreciendo una mejor calidad y más disponibilidad de canales. Una de las últimas tecnologías en desarrollarse para los sistemas celulares locales , es la posibilidad de transmitir los datos en forma digital en lugar de utilizando el canal de voz. De esta forma se permite que los sistemas de comunicaciones se desarrollen alrededor de la tecnología CDPD (Cellular Digital Packet Data). CDPD está diseñado para hacer efectiva en costos la transmisión rápida y sin errores de datos , aprovechando la infraestructura ya existente.

La tecnología CDPD trabaja en una forma similar a una llamada celular normal. Sin embargo, en lugar de transmitir comunicaciones de voz, los paquetes de datos se transmiten utilizando canales celulares disponibles. El tiempo disponible de un canal celular ocurre en el intervalo desde que se

termina una llamada hasta que el canal se asigna a una nueva llamada. Este tiempo está disponible aún en las horas de mayor tráfico.

Los datos del sistema CDPD toman el canal desocupado durante un pequeño intervalo antes de "saltar" a otro canal desocupado. Las llamadas de voz tienen prioridad sobre los canales, pero el sistema DCPD pueden "saltar" dentro y fuera de un canal en menos tiempo del necesario para establecer una llamada de voz.

Los teléfonos celulares en conjunto con las computadoras portátiles (Laptops y Notebooks) se están convirtiendo rápidamente en una ventaja en productividad, permitiendo que la información correcta esté en la computadora correcta en el tiempo correcto.

En Guatemala, la empresa que presta el servicio de comunicaciones celulares se llama COMCEL, S.A. Las tarifas para este servicio son:

Línea telefónica y teléfono

(cobro único):                    desde \$750.00 aprox.

Tarifa mínima mensual:    Q.157.00

Tarifa por minuto:            Q.2.00

#### C. IBS (COMSAT & Telepuerto)

En Guatemala existen dos empresas privadas que estarían en capacidad de prestar dicho servicio.

### COMSAT de Guatemala

A nivel mundial COMSAT es una de las corporaciones más grandes de comunicaciones por satélite. COMSAT a través de su división Sistemas Mundiales es dueño del 23% de INTELSAT. COMSAT de Guatemala forma parte de la red Subsidiarias Internacionales.

El servicio permitiría realizar conexiones punto a punto con localidades en Estados Unidos, el Caribe y Europa. COMSAT tiene una relación cercana con varios proveedores (carriers) de IBS con lo cual el usuario tiene la opción de elegir el que más le convenga. Entre los carriers disponibles se encuentran: AT&T, GTE Spacenet, Sprint International, MCI, etc.

### Telepuerto de Guatemala

La Industria Telepuerto de Guatemala es subsidiaria del Grupo Zeta, una corporación italiana que también tiene subsidiarias en el resto de Centroamérica y Panamá.

Aunque actualmente no está funcionando, Telepuerto de Guatemala tiene planeado prestar los servicios de IBS sin utilizar la infraestructura de Guatel. Para ello se utilizarán las 3 antenas ubicadas en la estación terrena ubicada en sus oficinas. La conexión de "última milla" o segmento terrestre se hará por medio de enlaces de radio o microondas, aunque también será posible hacerlo utilizando la red telefónica local o una línea arrendada.

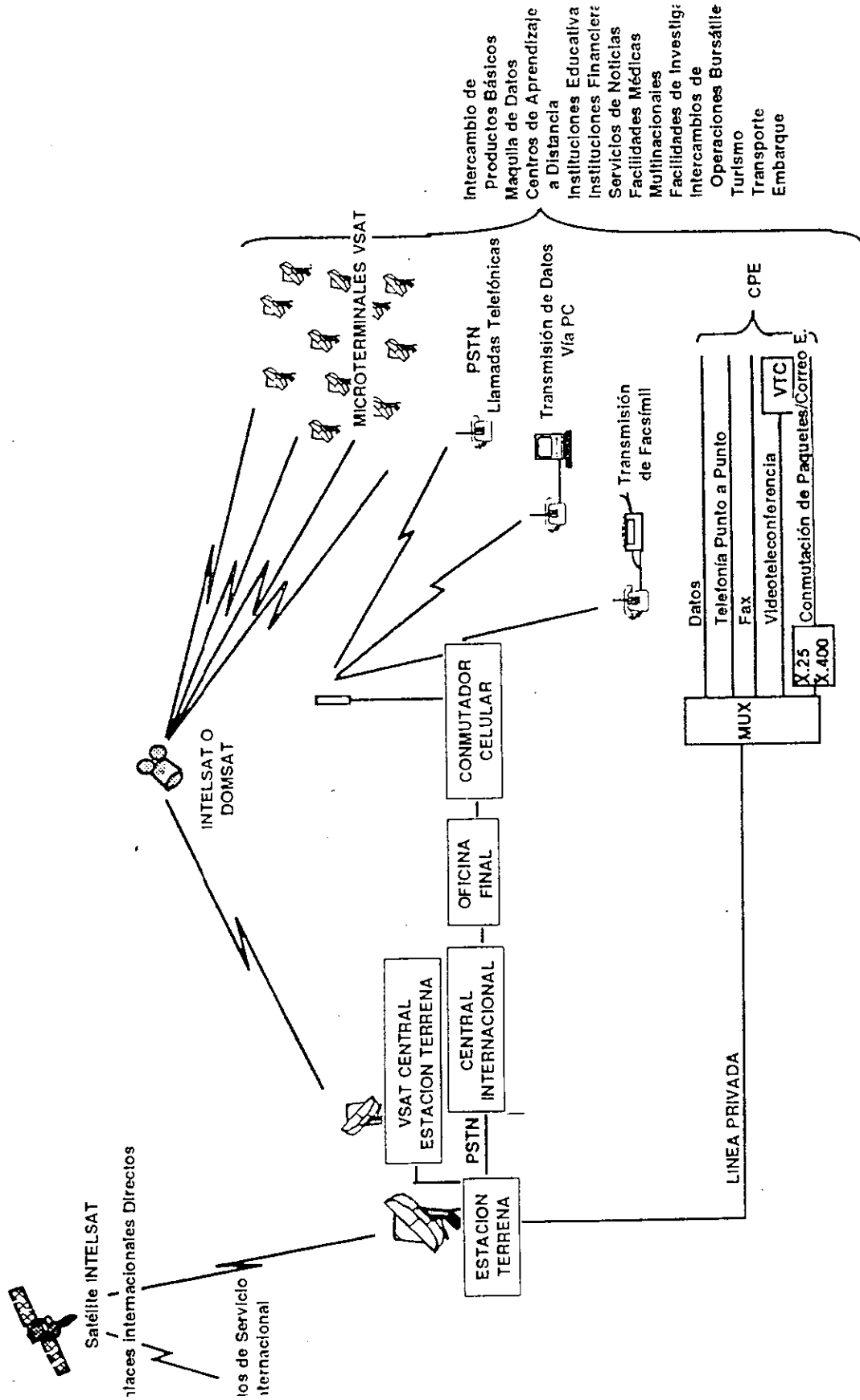
Telepuerto dará acceso internacional por medio los Satelites de INTELSAT y PANAMSAT. Para acceder los satelites de PANAMSAT ya se tiene certificada una antena y se está a la espera de asignación ya que el satellite en este momento se encuentra saturado. En referencia al acceso a la red de Satelites de INTELSAT, se están llevando a cabo los trámites para certificar la antena a utilizar.

#### **D. Estaciones VSAT**

Las dos empresas mencionadas anteriormente COMSAT y TELEPUERTO tienen al igual que Guatel, la capacidad de proveer enlaces por satélite utilizando la estaciones terrenas tipo VSAT para aquellos clientes en donde la ubicación geográfica impida establecer un enlace hacia la estacion terrena principal. De esta forma el cliente dispone de un acceso directo al satélite.

En la siguiente figura podemos observar la forma en que se pueden combinar los servicios de IBS, VSAT y telefonía Celular.

**Figura 11.1 - Mezcla de Servicios: IBS, VSAT y Celular**



## XII. REDES PRIVADAS EN GUATEMALA

Además de las redes públicas de datos existentes, en Guatemala se ha desarrollado una gran variedad de redes privadas de datos. Estas redes en muchas ocasiones están interconectadas con alguna red pública u otras redes privadas. En algunos casos se utilizan las redes públicas como segmentos de la red.

En vista de que las necesidades de comunicación varían de acuerdo al sector de negocios a que pertenezca la empresa, estudiaremos cada sector independientemente.

### A. Redes privadas en el Sector Financiero/Bancario

El sector financiero es el que tradicionalmente ha manifestado el mayor desarrollo en el área de las comunicaciones. Este desarrollo al inicio se debió a la necesidad de tener información actualizada y confiable en cada una de las agencias de los bancos. Hoy en día, con la gama de servicios disponibles (tarjetas de crédito y débito, banca en el hogar, transfencias electrónicas, puntos de venta, cajeros automáticos, etc.) un sistema de comunicaciones eficiente y confiable es indispensable para cualquier institución.

Debe notarse que muchos de los servicios ofrecidos implican la participación de más de una institución financiera, por lo cual la importancia de las comunicaciones no se limita a las comunicaciones internas, sino que incluye las comunicaciones con otras instituciones.

Los sistemas de comunicaciones en este sector cubren principalmente el área metropolitana, en donde se realiza la mayor cantidad de transacciones. Sin embargo, es necesario proveer acceso para todas las agencias departamentales. En algunos casos también se dispone de enlaces internacionales para los servicios de tarjeta de crédito. Algunas de las principales redes en este sector son:

#### BANCARED

La red bancaria BANCARED es una red privada que da servicio y es propiedad de los siguientes bancos del país:

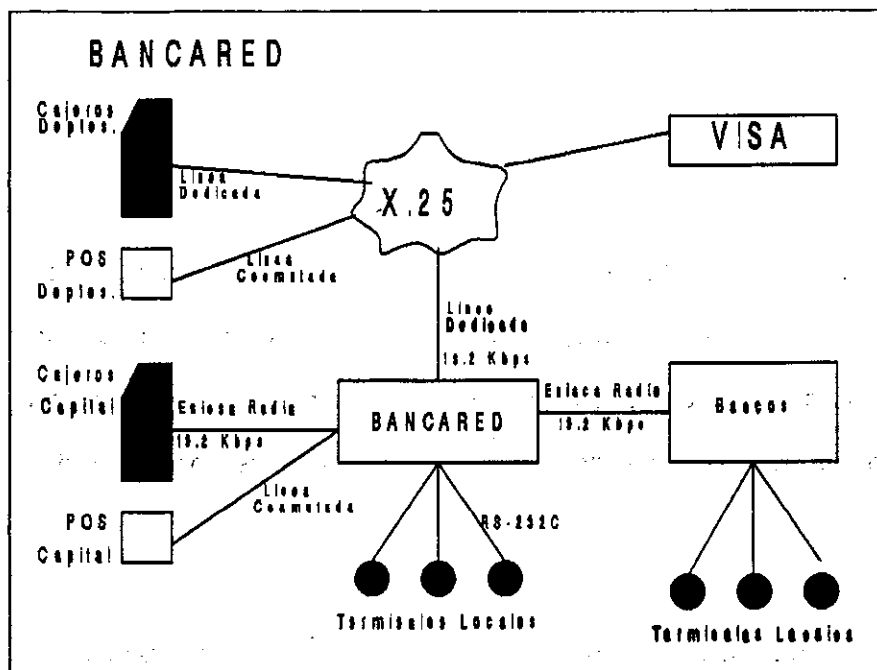
- Banco Continental
- Banco del Ejército
- Banco Empresarial
- Crédito Hipotecario Nacional
- Banco del Comercio
- Banco Uno
- Banco de Exportación
- Multibanco.

Originalmente, se planificó que esta red iniciara operaciones en febrero de 1994. Los primeros servicios que se prestará la red son los de administración de las tarjetas de crédito y de débito de dichos bancos. Los servicios de autorización, retiros, etc. se proporcionan por medio de una red de cajeros automáticos o ATMs (Automatic Teller Machines) y una red de terminales de punto de venta o POSs (Point Of Sales).

Por otro lado, las consultas de saldos y la actualización de transacciones hacia los bancos pueden funcionar de dos formas: en línea, operando las transacciones en el banco correspondiente o bien en la red internacional de VISA; y fuera de línea, con base en los últimos saldos transferidos periódicamente al computador central de la red.

En de octubre de 1994, esta red inició operaciones con 19 cajeros automáticos y la red de POS. Inicialmente se están manejando las operaciones de 4 bancos y una tarjeta de crédito.

Figura 12.1 BANCARED



El computador central de la red es un IBM RS/6000 modelo 570. Los computadores de los bancos afiliados incluyen equipos WANG, NCR,

Computadores Personales, RS/6000 e IBM AS/400. La comunicación de éstos con la computadora central de Bancared se realiza a través de conexión directa para los bancos ubicados en las cercanías, y por medio de enlaces de radio para el resto. La velocidad de estos enlaces actualmente es de 19.2 Kbps.

Como se dijo anteriormente, esta red tiene acceso a la red Internacional de Visa. El acceso se realiza por medio de Mayapaq, con el cual se dispone de una línea arrendada a 19.2 Kbps. La línea dedicada a Mayapaq también se utiliza para establecer comunicaciones con los cajeros y puntos de venta en los departamentos.

Los puntos de venta en el perímetro metropolitano se comunican por acceso conmutado a la red. Los cajeros automáticos lo hacen por medio de enlaces de radio, también a 19.2 Kbps.

La elección de equipos de radio en el área metropolitana se basó en un estudio costo-beneficio contra las otras alternativas disponibles: líneas arrendadas y cableado propio. Para los bancos que están muy cerca de las oficinas de BancaRed, se utilizó cableado propio según los datos obtenidos del mismo estudio.

La red que se está utilizando tiene la ventaja de ser una red multiprotocolo en la cual los computadores de los bancos utilizan sus propios protocolos para conectarse. Por ejemplo, los bancos que poseen sistemas AS/400 de IBM están utilizando protocolo SDLC.

Otra característica de esta red es que, a diferencia de las otras que utilizan el estándar de transacciones de VISA Internacional, utiliza el estándar ISO 8583. Este estándar posee nuevas funciones que permiten sincronizar las bases de datos remotas en la siguiente transacción después de haber operado fuera de línea.

### CREDOMATIC

Credomátic de Guatemala es la empresa encargada de administrar todas las operaciones de tarjeta de crédito de MasterCard en el país. Además de ello se administran operaciones de tarjetas Visa y Credomátic. Credomátic de Guatemala procesa aproximadamente el 50% de las operaciones con tarjeta de crédito que se ejecutan en Guatemala.

Credomátic posee una red de comunicaciones muy extensa que le permite brindar una amplia variedad de servicios. Esta red incluye una enorme cantidad de terminales POS para autorizaciones en los establecimientos afiliados, la red de cajeros automáticos Pronto, y una gran variedad de enlaces a otras instituciones financieras con equipos de varios fabricantes (WANG, UNISYS, IBM). Estas conexiones incluyen protocolos X.25, SDLC y BSC.

El medio principal de conexión que se ha utilizado es a través de líneas dedicadas. Sin embargo se dispone de enlaces conmutados y por medio de Mayapaq. Ultimamente, se está considerando hacer algunos enlaces utilizando radiofrecuencia.

Además de los enlaces locales con los bancos a los cuales Credomátic les administra su tarjeta de crédito, Credomatic posee dos enlaces internacionales muy importantes. El primero es un enlace analógico de 9.6 Kbps con las oficinas de Credomátic en Miami, que comunica a Credomátic de Guatemala con cualquiera de las oficinas en Centroamérica o bien con la red internacional de Mastercard.

El segundo es un enlace digital de 56 Kbps hecho a través del servicio IBS, el cual permite comunicarse con la red internacional de VISA.

Recientemente se interconectó la red de cajeros Pronto con la red de cajeros 5B, con lo cual se amplía la cobertura de ambas redes.

#### **B. Redes en el Sector Comercial e Industrial**

Los principales desarrollos en este sector se están desarrollando por la necesidad de las empresas multinacionales de intercambiar información con el resto de países.

Adicionalmente, desde el punto de vista de las casas matrices, Centroamérica es tan pequeña que se considera como una sola región y es necesario presentar información consolidada.

La baja capacidad de las líneas de comunicación a nivel centroamericano, los bajos volúmenes de información que se manejan en algunos países y principalmente la falta de software de aplicación diseñado para operar en un

ambiente distribuido, crean una tendencia hacia un procesamiento centralizado de información. La estrategia informática de las empresas se está orientando hacia instalar un computador central en alguno de los países y proveer acceso vía teleproceso al resto de países.

Con esta estrategia, además de superarse los problemas presentados anteriormente, se obtienen otros beneficios:

- Los procesos de consolidación se vuelven más simples y rápidos e independientes de las fallas en la red de comunicaciones.
- El personal de soporte técnico se puede concentrar en el país líder resultando en una reducción de costos.
- Los procedimientos de actualización, distribución y copias de seguridad de las aplicaciones se simplifican.

Algunas redes representativas en este sector son:

#### GINSA

Gran Industria de Neumáticos, S. A. (GINSA) es el fabricante y distribuidor de los productos Goodyear para Centro América. El sistema de comunicaciones de GINSA incluye un enlace vía satélite con la red de su casa matriz y una red de acceso conmutado con los distribuidores en Centroamérica.

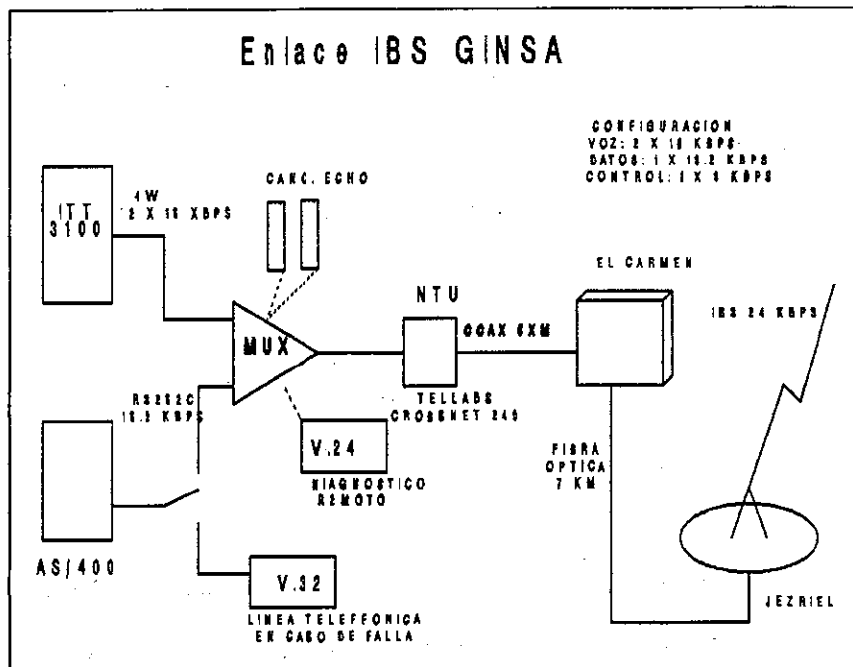
El enlace vía satélite con casa matriz en la ciudad de Akron EE. UU., se realiza utilizando el servicio de IBS que proporciona GUATEL. El enlace

disponible actualmente tiene una capacidad de 64 Kbps que se utilizan de la siguiente forma:

- 1 canal de datos a 19.2 Kbps
- 2 canales de voz y FAX (2 x 16 Kbps)
- 1 canal de control (8 kbps)

En la siguiente figura se puede observar la configuración del enlace de IBS.

Figura 12.2 - Enlace IBS de GINSA



Los dos canales de voz permiten hacer una llamada interna o enviar un FAX a cualquier extensión telefónica en casa matriz u otra planta de Goodyear en el mundo. Esta facilidad, además de elevar la productividad, ha producido ahorros significativos en llamadas internacionales.

Por otra parte, el canal de datos permite a los usuarios del AS/400 comunicarse, vía un procesador de comunicaciones (Front End Processor), con el computador central de casa matriz. De esta forma, los usuarios tienen la posibilidad de arrancar una sesión remota en dicho computador y así utilizar los servicios de emulación de terminal, transferencia de archivos, correo electrónico, impresión remota de la red mundial de Goodyear. Esto también es posible en el sentido inverso.

Adicionalmente los AS/400 de las plantas en EE. UU. y Latinoamérica forman una red APPN con nodos tipo LEN, mediante la cual pueden utilizar servicios adicionales como acceso remoto de archivos, distribución de objetos, etc.

En adición a lo anterior, GINSA a proveído a sus distribuidores en Centroamérica la posibilidad de utilizar un computador personal y módem asincrónico para conectarse como terminal remota del AS/400 en Guatemala. A través de este servicio los distribuidores pueden realizar tareas como ingreso de órdenes, seguimiento de órdenes, consulta de estados de cuenta, consulta de vencimientos de pago, etc.

#### GBM de Guatemala

GBM de Guatemala es el distribuidor para Guatemala de los Productos IBM. GBM está conectado a la red mundial de IBM por medio de un enlace IBS a 64 Kbps entre Guatemala y Nueva York, utilizando protocolo SDLC.

La conexión se realiza a través de un controlador de comunicaciones (Front End Processor) 3745 conectado al computador central (IBM 43xx). Esta conexión permite a los usuarios ingresar a la red mundial de IBM y utilizar los servicios de emulación de terminal (3270), correo electrónico, transferencia de archivos, etc.

#### Colgate Palmolive de Guatemala

Colgate Palmolive a establecido un enlace a 19.2 Kbps con El Salvador, utilizando una línea dedicada através de la red centro-americana de Microondas. Este canal se está utilizando así:

- 1 canal de datos a 7.2 Kbps
- 2 canales de voz (2 x 4.8 Kbps)

De esta forma se han instalado terminales remotas en San Salvador. Además las plantas telefónicas de ambas ciudades están interconectadas lo cual a producido ahorros en llamadas internacionales. Se planea en un futuro establecer un enlace similar con Honduras.

#### **C. Proyectos en el Sector Comercial e Industrial**

##### Laboratorias LAPROFA

Laboratorios LAPROFA es el representante para Guatemala de Wagner Lambert y ADAMS. Sus oficinas funcionan como cabeza de región para Centroamérica. Debido a ello, se planea centralizar en el computador de

Guatemala todo el procesamiento de información. Los usuarios en los otros países tendrían acceso al computador de Guatemala al conectar sus terminales a través de controladores de estaciones remotos.

La principal dificultad para realizar este proyecto consiste en que, actualmente, la única forma de comunicarse con toda centroamérica es a través de la red de microrondas centroamericana. Como resultado de lo anterior se presentan dos problemas:

- La máxima velocidad de conexión es 19.2 Kbps, así que los tiempos de respuesta con varios usuarios podrían ser inaceptables.
- No existe un sistema de respaldo en caso de falla. Debido a ello cada país tendrá que tener un sistema de cómputo local en caso de que fallen las comunicaciones con Guatemala.

Una alternativa para solucionar estos problemas es utilizar el servicio IBS. Sin embargo este servicio es demasiado costoso para el volumen de transacciones de algunos países. Por otra parte, de momento sólo es posible hacer conexiones IBS con Costa Rica.

Además de las comunicaciones con Centroamérica, esta empresa requiere establecer conexiones con su casa matriz en EE. UU. Hasta el momento se han hecho pruebas utilizando Mayapaq pero debido a que los tiempos de respuesta de la red son muy variables, no se obtenía confiabilidad. Temporalmente se ha solucionado este problema haciendo las conexiones a través de llamadas telefónicas internacionales, lo cual es más costoso.

Química Hoechst

Química Hoechst también requiere establecer comunicaciones con el resto de Centroamérica y el Caribe para consolidar información. Debido a la baja capacidad de los enlaces a nivel centroamericano se pretende ubicar terminales remotas en los países con bajo volumen (Honduras y Nicaragua), y tener computadores en el resto de países (El Salvador, Costa Rica y Panamá) los cuales periódicamente transferirán la información necesaria en Guatemala.

Para realizar este proyecto se pretende utilizar el servicio IBS en algunos casos y en otros se usará la red centroamericana con la opción de hacer llamadas telefónicas en caso de falla. Se espera que cuando esté operativa la red de microondas digitales centroamericana se pueda obtener un mejor calidad en las comunicaciones.

### XIII. Perspectivas Futuras

Históricamente las redes de área local basadas en computadores personales, y las redes área amplia basadas en computadores de mediano y gran alcance han evolucionado por separado.

Hoy en día, la principal tendencia a nivel mundial se dirige a la formación de redes corporativas multiprotocolo que incluyen tanto las redes de área amplia como las redes de área local, utilizando redes que se han denominado Interredes (Internets).

Para hacer este tipo de interconexiones generalmente se utilizan portadoras de alta velocidad como los enlaces T1, T3 , IBS, ISDN y próximamente, las autopistas digitales; y en otras ocasiones servicios de conmutación de alta capacidad como Fast Packet Switching, Frame Relay, etc.

Respecto a la transmisión de Multimedia (video, texto y gráficas integradas), el CCITT está desarrollando las especificaciones para la Red de Comunicaciones Integradas de Banda Ancha o CIBA (B-ISDN ó Broadband Integrated Services Digital Network).

Simultaneamente el CCITT está refinando sus recomendaciones para el SDH (Synchronous Digital Hierarchy o Jerarquía Digital Sincrónica), el cual se espera que forme parte de la infraestructura de la red CIBA.

Las redes basadas en CIBA proveerán a los usuarios de altas velocidades de transmisión (hasta 155.52 Mbps) de un forma conmutada. Esto quiere decir que una estación podrá tener multiples conexiones virtuales hacia distintos destinos utilizando solo un enlace hacia la red.

Para proveer estos servicios, la red tendrá capacidades internas de transmisión de 622 Mbps, 1.244 Gpbs y 2.488 Gbps. Estas velocidades provienen de la especificación SDH, la cual fue adoptada por el CCITT como el medio de transmisión sobre el cual operará la red CIBA.

Al comparar la Red CIBA con la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) podemos encontrar las siguientes características:

1. Se utilizará cable de fibra óptica
2. Solo se utilizará conmutación de paquetes
3. Los canales virtuales no tendrán una velocidad predeterminada.

Una decisión crucial en el desarrollo de la red CIBA fué hecha en 1988 cuando el CCITT seleccionó el ATM (Modo de transferencia asíncrono) como la técnica de conmutación sobre la cual se basaría el desarrollo de la red. Esta decisión fué confirmada por el primer conjunto de recomendaciones en 1990.

El ATM es una técnica híbrida que combina la flexibilidad y alta capacidad de la conmutación de circuitos con la flexibilidad de la conmutación de paquetes. De esta forma es posible transmitir flujos de información que tienen

restricciones temporales como voz y video, junto con flujos de información esporádicos y de velocidad variable.

En Guatemala, se prevee que a mediano plazo estén disponibles algunas alternativas de este tipo a través de proyectos como Datalink. Datalink permitirá establecer enlaces de alto volumen de datos a nivel nacional e integrarlos a los canales internacionales de IBS y VSAT.

Adicionalmente a lo anterior, se espera que para 1995 se concluya la Red Digital de Microndas Centroamericana, que reemplazará a la ya obsoleta red analógica existente.

También para 1995, se espera que esté funcionando la red de fibra óptica que unirá las ciudades Quetzaltenango, Retalhuleu, Mazatenango, San Antonio, Santa Lucía Cotz., Escuintla y Amatitlán con la ciudad de Guatemala.

Recientemente se han iniciado proyectos de redes de microndas digitales que utilizarán SDH.



## XIV. CONCLUSIONES

### A. Arquitecturas de Comunicación

Hoy en día predominan dos arquitecturas estandarizadas para la interconexión de computadores: OSI y SNA. Además, existen varias arquitecturas especializadas que dependen en cierto grado de alguna de las primeras para comunicarse entre sí.

A pesar de que ambas (OSI y SNA) son arquitecturas estratificadas que pueden sobreponerse en ciertas áreas, cada una fue diseñada con distintos objetivos y desarrollada en forma diferente. SNA es una arquitectura para sistemas totales que incluyen computadores centrales, controladores y terminales. Además SNA provee de facilidades avanzadas para la administración de la red y los sistemas.

OSI, por su parte; es una arquitectura que permite la comunicación de igual a igual entre sistemas independientes y autocontenidos, utilizando redes públicas. En el modelo OSI, la independencia del hardware pretende simplificar la interconexión entre sistemas de diferentes fabricantes.

En resumen, las arquitecturas OSI y SNA deben verse como arquitecturas complementarias, cada una de las cuales obedece a necesidades específicas. Uno de los objetivos de IBM es alcanzar una compatibilidad funcional entre SNA y OSI, de tal forma que una interfase a través de Gateways se pueda realizar sin afectar otros productos en el sistema SNA.

## B. Alternativas para el Area Metropolitana

En el área metropolitana, tradicionalmente se han utilizado las líneas arrendadas como el principal canal para la interconexión de sistemas. Otras alternativas disponibles son Mayapaq, enlaces de radio frecuencia o bien a través de la red telefónica conmutada.

Para aplicaciones de bajo volumen de datos y velocidades de hasta 64Kbps, la transmisión a través de Mayapaq es eficiente en costo-beneficio considerando los servicios adicionales que se prestan (conversión de protocolo, conversión de velocidad, enlaces multipunto, administración de la red, etc.)

Para aplicaciones con alto volumen de tráfico, las líneas arrendadas, siguen siendo el método más eficiente en costos. Sin embargo, la saturación de la red metropolitana hace hoy en día muy difícil conseguir líneas arrendadas.

Una alternativa hacia las utilización de Mayapaq o líneas dedicadas, son los enlaces de radio. Utilizando modems de radio, es posible construir redes privadas de datos a distancias de hasta 30 millas y velocidades de hasta 19.2 Kbps. Si se utiliza Spread Spectrum, es posible transmitir a velocidades mayores pero en distancias más cortas.

Las redes de radio generalmente tienen costos de operación más reducidos que los servicios públicos como Mayapaq, sin embargo, al inicio

es necesario hacer una fuerte inversión. Una ventaja que ofrecen estos sistemas es que permiten que todo el equipo de la red esté bajo el control del usuario y no de una institución independiente. Por otra parte, como ya se dijo, la utilización del espectro de frecuencias está regulada por el estado.

Una solución que ha resultado efectiva para atacar el problema de la fuerte inversión inicial es realizar proyectos que den servicio a varias empresas. Un ejemplo de esta estrategia se puede ver en el sistema de Bancared.

Para aplicaciones de baja velocidad, la red telefónica presenta una opción bastante económica.

#### C. Alternativas para el Area Rural

Fuera del área metropolitana, la principal alternativa disponible es la red Mayapaq. Esto se debe a la extensa cobertura de dicha red, a la eficiencia en costos (ya que la conexión con la red se realiza a nivel local) y a los elevados costos que representaría construir una red privada con la misma cobertura.

#### D. Alternativas a Nivel Internacional

Para realizar enlaces a nivel centroamericano las dos alternativas disponibles son a través de la red centroamericana de microondas a velocidades de hasta 19.2 Kbps y por medio de Mayapaq y su interconexión

a 19.2 Kbps con Racsapaq.

Para enlaces internacionales de tráfico moderado, el servicio de Mayapaq es la principal alternativa disponible. Por otra parte, para aplicaciones con un alto volumen de información durante períodos prolongados, el servicio IBS es una excelente solución. Utilizando IBS es posible integrar aplicaciones de voz y datos en un mismo canal, obteniendo ahorros considerables por concepto de llamadas telefónicas internacionales.

**E. Perpectivas para el Area Metropolitana y el Area Rural**

La red de datos Datalink permitirá a mediano plazo la realización de enlaces de datos de alto volumen y confiabilidad en el área metropolitana y algunas ciudades del interior. Datalink funcionará utilizando la infraestructura ya existente de microondas digitales, fibra óptica y posiblemente estaciones tipo VSAT.

**F. Perpectivas para las comunicaciones Internacionales**

Para 1995 está programada la finalización de la Red Centroamericana de Microonda Digital. Una vez este terminada, será posible establecer enlaces a velocidades mayores a 19.2 Kbps con el resto de países de Centro América. Además los costos de comunicación utilizando esta red serán menores en comparación con el IBS.

Cuando el servicio de Datalink esté disponible, las principales ciudades del país podrán establecer enlaces de datos a Centro America y el resto del mundo. Es decir se tendrá una red nacional que integrará los servicios de Mayapaq, IBS y la Red Centroamericana de Micro Ondas.

#### G. Comunicaciones Móviles

Una alternativa que en el futuro podría aplicarse en Guatemala es la conexión a través de modems para teléfonos celulares. Esta solución estaría orientada principalmente a aplicaciones interactivas con periodos cortos de conexión, o bien para aplicaciones de transferencia de datos.

Actualmente, esta tecnología tiene algunos problemas referentes a ruido y a las interrupciones causadas al cambiar de célula. Estos cambios de célula se producen por cambio de ubicación o por congestionamiento. Sin embargo, en el futuro la utilización de los nuevos protocolos descritos en la sección de canales de comunicación podría proveer un servicio de buena calidad.

#### H. Necesidades del Usuario

A nivel centroamericano y en el interior del país la principal necesidad de comunicación consiste en proveer a los usuarios remotos de acceso via teleproceso a los computadores centrales ubicados en la ciudad de Guatemala.

Para satisfacer esta necesidad, las capacidades de transmisión disponibles hoy en día son bastante limitadas. Esto se debe a que la única infraestructura existente es la red de Mayapaq y la red de microondas centroamericana que proveen capacidades de transmisión limitadas. La incorporación de las estaciones terrenas VSAT y los servicios digitales IBS presentan una alternativa viable pero con altos costos.

En esta área podrían minimizarse los costos iniciales y de operación con la creación de sistemas de comunicación por satélite que den servicio a varias empresas de modo que el canal se utilice a su máxima capacidad.

En la actualidad, el acceso y manejo de la información se ha vuelto una prioridad para que el país pueda competir en la economía globalizada del futuro. La inversión en proyectos como la red digital de microondas centroamericana y la red digital nacional y el mejoramiento de servicios como Mayapaq son indispensables para el desarrollo del país.

## XV. RECOMENDACIONES

Elaborar y publicar un catalogo técnico con las características de los distintos productos y servicios que presta Guatel.

Considerar en el diseño de los sistemas de comunicación de datos, especialmente en el sector financiero-bancario, técnicas de enciframiento y autenticación de datos.

Hacer un estudio de la confiabilidad y desempeño de los distintos canales de comunicación en Guatemala.

Hacer una racionalización de las tarifas de Guatel para permitir la utilización más efectiva de las distintas redes disponibles

Ampliar el estudio de las distintos protocolos de red para comparar el desempeño de las distintas técnicas de Control de Congestión y Flujo.

Hacer un estudio del desempeño (Máxima de transmisión, tasa de errores, inmunidad al ruido, etc.) de cada técnica de modulación, sobre los canales de comunicación disponibles.



## XVI. BIBLIOGRAFIA

- ASCHENBRENNER, J. R. Open Systems Interconnection. IBM Systems Journal, Vol 25. NOS 3/4. 1986
- BLACK, UYLESS. Computer Networks. Protocols, Standards, and Interfases. 1987 Prentice Hall, Inc.
- CASCALDO, ALEX Having Designs on SNA. LAN Magazine. September 1993
- CHANG, GERMAN ROLANDO. Uso del Teleproceso en Guatemala. Canales, Protocolos y Metodología Práctica. Tesis UFM. 1988
- DIXON, R.C, N. C. STROLE & J. D. MARKOV A token-ring network for local data communications. IBM Systems Journal. VOL 22. NOS 1/2, 1983
- IEEE. Special Guide to Data Communications. Spectrum. Agosto 1991.
- INTELSAT Implantación de la Tecnología IDR/DCME y Beneficios en Función del Costo del Segmento Espacial. 1989
- INTELSAT Servicios Empresariales de INTELSAT (IBS).
- INTELSAT INTELSAT Service Manual. 1987.
- INTELSAT INTELSAT Services And Networks. Caribbean And Central American Seminar. 1987
- GALVEZ, MARIA REGINA. Estudio de Factibilidad y Diseño de un Sistema de Telefonía Rural via Satelite para Guatemala. Tesis UDELV. 1989
- GOMMLICH, HANS Interfases for Datacomms Systems. Wandel & Goltermann.
- GUATEL. Directorio Telefónico 1994. Publicar de Guatemala, S. A. 1994
- LEYENBERGER, A. Cellular vs. Radio. PC Laptop Computer Magazine. March 1994
- LOPEZ, ORELLANA. Análisis de los medios teleinformáticos en Guatemala. 1994 Tesis UFM.
- LORING, HAROLD Aspects of Distributed Computer Systems. J. Wiley & Sons. 1980

MANN, C. W. Make the Cellular Connection. PC Laptop Computer Magazine. 1994 March.

MULLENDER, SAPE. Distributed Systems. ACM Press. 1989

RANDESI, STEPHEN. An APPN Blueprint. LAN Magazine. September 1993.

RODRIGUEZ, JUAN PABLO. Diseño de una red distribuida de datos para la 1990 Universidad del Valle de Guatemala. Tesis UDELV.

SALOMON, J. INTELSAT Progress Towards Network. Digitalization: The 1988 ALCATEL Solutions. INTELSAT IDR/DCME Seminar. Washington.

SCHWARTZ, MISCHA. Telecommunication Networks: protocols, modeling and 1987 analysis. Addison Wesley Publishing Company. Reading, Mass.

TAUB, H. & D. SHILLING Principles of Communication Systems. Second 1986 Edition. McGraw-Hill Book Company. New York. 1986.

## APENDICE A

### Recomendaciones de la serie V del CCITT

Número	Título
V.1	Equivalencia entre los símbolos de la notación binaria y las condiciones significativas de un código bicondicional.
V.2	Niveles de potencia para la transmisión de datos a través de líneas telefónicas.
V.3	Alfabeto internacional número 5.
V.4	Estructura general de las señales del código correspondiente al alfabeto internacional número 5 para la transmisión de datos a través de redes telefónicas públicas.
V.5	Normalización de las velocidades de señalización de datos para la transmisión síncrona de datos a través de la red general pública conmutada.
V.6	Normalización de las velocidades de señalización de datos para la transmisión síncrona a través de circuitos alquilados.
V.7	Definición de los términos relativos a las comunicaciones de datos a través de la red telefónica.
V.10 (X.26)	Características eléctricas de los circuitos de intercambio no equilibrados con dos corrientes, de uso general en equipos de comunicación de datos basados en circuitos integrados.
V.11 (X.27)	Características eléctricas de los circuitos de intercambio equilibrados con dos corrientes, de uso general en equipos de comunicación de datos basados en circuitos integrados.
V.15	Empleo del acoplamiento acústico para la transmisión de datos.
V.16	Módems de transmisión de datos médicos de carácter analógico.
V.19	Módems para la transmisión de datos en paralelo utilizando frecuencias de señalización telefónica.
V.20	Módems para la transmisión de datos en paralelo para su empleo en redes telefónicas conmutadas.
V.21	Módem dúplex de 300 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas.
V.22	Módem dúplex de 1200 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas y en circuitos de alquiler.
V.23bis	Módem dúplex de 2400 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas y en circuitos de alquiler.
V.23	Módem de 600/1200 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas.
V.24	Lista de definiciones para los circuitos de intercambio entre equipos terminales de datos (ETD) y equipos de terminación del circuito de datos (ETCD).
V.25	Equipos de llamada y/o respuesta automáticas sobre redes telefónicas conmutadas, que se encargan de la desactivación de los supresores de eco en las llamadas establecidas manualmente.
V.26	Módem de 2400 bits por segundo para su empleo en circuitos de alquiler a cuatro hilos.
V.26 bis	Módem de 2400/1200 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas.
V.27	Módem de 4800 bits por segundo con circuitos de equalización manual de tipo telefónico para su empleo en circuitos de alquiler.
V.27 bis	Módem de 4800/2400 bits por segundo con equalizador automático para su empleo en circuitos telefónicos de alquiler.
V.27 ter	Módem de 4800/2400 bits por segundo para su empleo en redes telefónicas conmutadas.
V.28	Características eléctricas de los circuitos de intercambio no equilibrados con doble corriente.

- V.29 Módem de 9600 bits por segundo para su empleo en circuitos telefónicos alquilados punto a punto sobre cuatro hilos.
- V.31 Características eléctricas de los circuitos de intercambio con una sola corriente controlados por cierre de un contacto.
- V.35 Transmisión de datos a 48 kilobits por segundo utilizando circuitos de la banda de grupo entre 60 y 180 kHz.
- V.36 Módems para la transmisión sincrónica de datos utilizando circuitos de la banda de grupo entre 60 y 180 kHz.
- V.37 Transmisión sincrónica de datos a velocidades de señalización de datos mayores de 72 kbits, utilizando circuitos de la banda de grupo entre 60 y 180 kHz.
- V.40 Indicación de error en equipos electromecánicos.
- V.41 Sistema de control de errores independiente del código.
- V.50 Límites normalizados para la calidad de transmisión de una transmisión de datos.
- V.51 Organización del mantenimiento de los circuitos telefónicos internacionales utilizados para la transmisión de datos.
- V.52 Características de los aparatos de medida de la distorsión y de la tasa de errores para las transmisiones de datos.
- V.53 Límites para el mantenimiento de los circuitos telefónicos empleados para la transmisión de datos.
- V.54 Dispositivos de prueba de bucle para módems.
- V.55 Especificaciones de los instrumentos de medida de impulsos de ruido para circuitos telefónicos.
- V.56 Pruebas comparativas de módems para su empleo en circuitos telefónicos.
- V.57 Prueba global de datos para elevadas velocidades de señalización de datos.

## APENDICE B

### Recomendaciones de la serie X del CCITT

Número	Título
X.1	Clases de servicio para usuarios internacionales en redes de datos públicas.
X.2	Servicios y facilidades para usuarios internacionales en redes de datos públicas.
X.3	Facilidad de ensamblado/desensamblado de paquetes (PAD) en una red pública de datos.
X.4	Estructura general de las señales del código correspondiente al alfabeto internacional número 5 (IA5) para la transmisión de datos a través de redes de datos públicas.
X.15	Definiciones de los términos relativos a las redes de datos públicas.
X.20	Interfaz entre equipos terminales de datos (ETD) y equipos de terminación del circuito de datos (ETCD) para los servicios de transmisión por arranque/parada en redes de datos públicas.
X.20 bis	Empleo en las redes de datos públicas de equipos terminales de datos (ETD) diseñados para conectarse con módems asíncronos en dúplex de la serie V.
X.21	Interfaz entre equipos terminales de datos (ETD) y equipos de terminación del circuito de datos (ETCD) para funcionamiento síncrono en redes de datos públicas.
X.21 bis	Empleo en las redes de datos públicas de equipos terminales de datos (ETD) diseñados para conectarse con módems síncronos en dúplex de la serie V (similares a la RS-232-C).
X.22	Interfaz múltiplex entre ETD y ETCD para las clases de usuarios 3 a 6 (ver X.1 en el Apéndice E).
X.24	Lista de definiciones para los circuitos de intercambio entre equipos terminales de datos (ETD) y equipos de terminación del circuito de datos (ETCD) en redes de datos públicas.
X.25	Interfaz entre equipos terminales de datos (ETD) y equipos de terminación del circuito de datos (ETCD) para terminales que operen en modo paquete en redes de datos públicas.
X.26 (V.10)	Características eléctricas de los circuitos de intercambio no equilibrados con doble corriente para su empleo general en equipos de comunicación de datos basados en circuitos integrados.
X.27 (V.11)	Características eléctricas de los circuitos de intercambio equilibrados con doble corriente para su utilización general en equipos de comunicación de datos basados en circuitos integrados.
X.28	Interfaz entre ETD y ETCD para equipos terminales de datos en modo arranque/parada que accedan a una facilidad de ensamblado/desensamblado de paquetes (PAD) en una red de datos pública situada en el mismo país.
X.29	Procedimientos para el intercambio de información de control y datos de usuario entre una facilidad de ensamblado/desensamblado de paquetes (PAD) y un ETD en modo de paquetes u otro PAD.
X.40	Normalización de los sistemas de transmisión por modulación y por desplazamiento de frecuencia para el suministro de canales telegráficos y de datos mediante división de las frecuencias de un grupo.
X.50	Parámetros de un esquema de multiplexado para el enlace internacional entre redes de datos síncronas.
X.50 bis	Parámetros de un esquema de transmisión con 48 kbits por segundo de velocidad de señalización de los datos de usuario, para el enlace entre internacional entre redes de datos síncronas.
X.51	Parámetros de un esquema de multiplexado para el enlace internacional entre redes de datos síncronas.
X.51 bis	Parámetros de un esquema de transmisión con 48 kbits por segundo de velocidad de señalización de los datos de usuario, para el enlace internacional entre redes de datos síncronas mediante estructura de envoltorio de 10 bits.

- X.53 Numeración de canales en enlaces internacionales multiplexados de 64 kbps.
- X.54 Asignación de canales en enlaces internacionales multiplexados de 64 kbps.
- X.60 Señalización del canal común para aplicaciones de datos a través de circuitos conmutados.
- X.61 Sistema de señalización número 7.
- X.70 Sistema de señalización para el control del terminal y del tránsito para los servicios de arranque/parada a través de circuitos internacionales.
- X.71 Sistema descentralizado de señalización para el control del terminal y del tránsito para los servicios de arranque/parada a través de circuitos internacionales entre dos redes de datos síncronas.
- X.75 Sistema de señalización para el control del terminal y del tránsito para los servicios de arranque/parada a través de circuitos internacionales entre dos redes de datos de conmutación de paquetes.
- X.80 Interconexión de sistemas de señalización de intercambio para servicios de datos basados en circuitos conmutados.
- X.87 Principios y procedimientos para la realización de facilidades internacionales de usuario y de utilidades de red en redes de datos públicas.
- X.92 Conexiones de referencia hipotéticas para redes de datos públicas síncronas.
- X.96 Señales de llamada en curso para redes de datos públicas.
- X.110 Principios de encaminamiento para servicios públicos de datos de carácter internacional a través de redes de datos públicas conmutadas del mismo tipo.
- X.121 Plan internacional de numeración para redes de datos públicas.
- X.130 Objetivos provisionales en cuanto a los tiempos de establecimiento de llamada y de liberación de la misma en redes públicas de datos síncronas (por conmutación de circuitos).
- X.132 Objetivos provisionales en cuanto al grado del servicio en comunicaciones internacionales a través de redes de datos públicas de circuitos conmutados.
- X.150 Pruebas de bucle para ETD y ETCD en redes de datos públicas.
- X.180 Estructuración administrativa de los grupos cerrados de usuarios internacionales.

## APENDICE C

### Referencias ISO más importantes acerca de la gestión de ficheros y bases de datos.

Número ISO	Título ISO
DP 8571/1	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - Gestión, acceso y transferencia de ficheros. Primera parte. Descripción general.
DP 8571/2	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - Gestión, acceso y transferencia de ficheros. Segunda parte. El fichero virtual.
DP 8571/3	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - Gestión, acceso y transferencia de ficheros. Tercera parte. Definición de servicios de ficheros
DP 8571/4	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos. Gestión, acceso y transferencia de ficheros. Cuarta parte. Especificación del protocolo de ficheros
ISO 7498	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - Modelo básico de referencia
DP 8831	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - conceptos y servicios de manipulación y transferencia de tareas.
DP 8832	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - especificaciones del protocolo de clase básica para la manipulación y transferencia de tareas.
DP 8509	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - convenciones de servicio
DP 8822	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - definición del servicio de presentación.
DP 8824	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - Notación Sintáctica Abstracta 1 (ASN.1).
DP 8825	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - reglas básicas de codificación para la Notación Sintáctica Abstracta 1 (ASN.1).
DIS 8326	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - definición del servicio básico de sesión orientada a conexión
DP 8649/3	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - definición de los elementos comunes de servicio de la aplicación - Tercera parte: compromisos, concurrencia y recuperación.
DP 8650/3	Sistemas de procesamiento de información - Interconexión de sistemas abiertos - especificación de los protocolos para los elementos comunes de servicio de la aplicación - Tercera parte: compromisos, concurrencia y recuperación.

