



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

PROTOCOLOS DE TELECOMUNICACIONES Y SUS APLICACIONES EN REDES DE BANDA ANCHA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
P R E S E N T A:
JOSÉ ANTONIO ATZAYACATL ALCÁNTARA MIRANDA

ASESOR:
ING. ENRIQUE GARCÍA GUZMÁN

MÉXICO, D.F.

2005

m. 345502



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A MI PODER SUPERIOR:

Por concederme la serenidad y la paciencia para concluir esta etapa en mi vida y que gracias a Él no estaría aquí y ahora.

A MIS PADRES:

Porque gracias a su amor por mi, me han dado la mejor familia que pude haber tenido, los amo mamá y papá.

A MI HERMANO:

Porque eres el mejor carnal del mundo.

A MI ESPOSA:

Porque a lo largo de estos años has sido mi amiga, mi novia, mi esposa y espero muy pronto la madre de mi hijo, Te amo Ara.

A MIS ABUELITOS:

Pachis, Yoya, Pi y Cayetano, por ser una de las principales razones de concluir esta etapa, ya que estoy orgulloso de ser su nieto y espero algún día yo sea el orgullo de ustedes.

**A MIS TÍAS, TÍOS, PRIMAS,
PRIMOS Y SOBRINAS:**

Porque siempre en algún momento de nuestras vidas, hemos compartido felicidad y tristezas, gracias por sus consejos y por su compañía.

A MI ASESOR:

Por sus comentarios, paciencia y ayuda en la realización de este trabajo, gracias Ing. Enrique García.

A LA U.N.A.M.:

Por recibirme en sus aulas, por darme la oportunidad de llegar al conocimiento, por poner en mi camino a profesores capaces de despertar el interés por estudiar y porque siempre seré de sangre azul y piel dorada.

GRACIAS Y HASTA SIEMPRE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I. MODELO DE REFERENCIA OSI.

	Pag.	
1.1	Introducción	1
1.2	Modelo de referencia OSI	1
1.3	Concepto de capas	2
1.4	Definición de OSI	8
1.4.1	Antecedentes	8
1.4.2	Principios del modelo OSI	8
1.4.3	Objetivos del modelo OSI	9
1.4.4	Capas del modelo OSI	9
1.5	Capa física	11
1.6	Capa de enlace de datos	12
1.7	Capa de red	14
1.7.1	Encaminamiento	15
1.7.2	Congestión	15
1.7.3	Interconexión de redes	16
1.8	Capa de transporte	18
1.8.1	Direccionamiento	19
1.8.2	Liberación de conexión	20
1.9	Capa de sesión	21
1.9.1	Servicios suministrados a la capa de Presentación	22
1.9.2	Intercambio de datos	23
1.9.3	Sincronización	23
1.9.4	Primitivas del servicio de sesión OSI	24
1.10	Capa de presentación	25
1.10.1	Notación sintáctica abstracta 1 (ASN.1)	26
1.10.2	Reglas de codificación ASN.1	27
1.10.3	Sintaxis de transferencia	27
1.11	Capa de aplicación	29

CAPÍTULO II. PROTOCOLO TCP/IP

2.1	Introducción al protocolo TCP/IP	32
2.2	Modelo de niveles TCP/IP	32
2.2.1	Interconexión de redes TCP/IP	35
2.3	Nivel de enlace de datos y físico	36
2.4	Nivel de protocolo de Internet	36
2.4.1	Estructura IP	37
2.4.2	Características de IP	39
2.4.3	Protocolo de resolución de direcciones (ARP)	39
2.4.4	Protocolo de mensaje de control de Internet (ICMP)	40

2.4.5	Enrutamientos de datagramas IP	42
2.5	Protocolo de control de transferencia IP	43
2.5.1	Funciones TCP	44
2.5.2	Bloque de control de transmisión (TCB)	46
2.5.3	Concepto de ventana deslizante	46
2.5.4	Formato de segmento de TCP	47
2.5.5	Protocolos de datagramas de usuario (UDP)	49
2.6	Nivel de aplicación	50

CAPÍTULO III. REDES DE SUSCRIPTORES DE BANDA ANCHA

3.1	Introducción	53
3.2	Red de abonado basado en par de cobre	54
3.2.1	Línea de abonado digital (DSL)	55
3.2.2	Línea de abonado digital de alta tasa de transmisión (HDSL)	55
3.2.3	Línea de abonado digital asimétrica (ADSL)	57
3.2.4	Línea de abonado digital (VDSL)	59
3.3	Cable Híbrido Fibra / Coaxial (HFC)	60
3.3.1	Red convencional CATV	60
3.3.2	Redes de antenas de televisión para la comunidad (CATV) bidireccional	61
3.4	Fibra óptica	63
3.5	Red de suscriptor inalámbrico	70
3.5.1	Tecnología de anillo suscriptor inalámbrico	70
3.5.2	Acceso de suscriptor inalámbrico de banda Ancha	71

CAPÍTULO IV ARQUITECTURAS DE RED DE BANDA ANCHA

4.1	Introducción	73
4.2	Operación de las redes de área local	73
4.2.1	Topologías	74
4.2.2	Conexión de hardware	75
4.2.3	Medio de transmisión	75
4.2.4	Administración de la red	76
4.3	Redes de área local de banda ancha	77
4.3.1	Ethernet	78
4.3.2	Fast Ethernet	82
4.3.3	Token Ring	84

CAPÍTULO V APLICACIONES EN LAS REDES DE BANDA ANCHA

5.1	Aplicaciones en las líneas de cobre	88
5.2	Aplicaciones en suscriptores inalámbricos	92
CONCLUSIONES		116
GLOSARIO		117
BIBLIOGRAFÍA		122

INTRODUCCIÓN

A través de la historia de la humanidad, la comunicación ha sido parte fundamental en el desarrollo de las actividades de la sociedad.

La necesidad de comunicar en una forma rápida, eficaz y eficiente, ha llevado al desarrollo de técnicas de intercambio de información muy importantes y fundamentales, de tal forma que en el día de hoy, es imposible de imaginar que sería de nuestras vidas sin estas tecnologías.

Para poder manejar la información, ya sea voz, datos o video, se han desarrollado tecnologías, las cuales han sido tomadas como estándares por los fabricantes de equipos, varias de las cuales se hace referencia en este trabajo.

Para lograr una comunicación clara y rápida, se necesitan de varios factores importantes, entre estos factores se encuentran los protocolos de comunicación. De ahí la importancia de su estudio y aplicación: en este trabajo se estudian 2 de los más importantes: el protocolo TCP/IP y el modelo de referencia OSI.

El primer capítulo esta dedicado a explicar qué es un protocolo de telecomunicaciones, para poder comenzar a describir el modelo de referencia OSI basado en sus 7 capas, de las cuales se hace una descripción general de cada una de ellas.

En el capítulo 2, nos introducimos a la descripción del protocolo TCP/IP y sus niveles; este capítulo es muy importante, ya que las redes de comunicación de banda ancha no pueden prescindir de este protocolo de comunicación para su correcto funcionamiento.

Después de explicar la base de los protocolos de telecomunicaciones, en el siguiente capítulo se describen las redes por medios de transmisión, ya sea par de cobre, cable coaxial, fibra óptica y las redes inalámbricas.

Posteriormente en el cuarto capítulo, se explican los tipos de arquitectura de las redes de banda ancha, redes de área local, sus topologías, protocolos, medios de transmisión y su administración.

En el último capítulo, se demuestra las aplicaciones en la vida real de las redes de banda ancha en líneas basadas en par de cobre y un estudio de línea de vista para poner en marcha un enlace para suscriptores inalámbricos de banda ancha.

El objetivo final de este trabajo es exponer a los estudiantes, profesores y profesionales del área de las telecomunicaciones, información especializada sobre protocolos de comunicaciones y sus aplicaciones en redes de telecomunicaciones con tecnología de punta, para comprender y analizar dichas tecnologías se esboza un poco el panorama actual del desarrollo de la ingeniería en las comunicaciones con casos prácticos del aprovechamiento y arquitecturas de las redes de banda ancha; para ejemplificar y demostrar que en el mundo actual no se puede prescindir de la importancia que representan para poder comunicarnos.

El constante desarrollo en materia de telecomunicaciones nos ha llevado a la necesidad de intercambiar información entre puntos remotos. Basándose en esto y con la finalidad de remarcar la importancia que tienen la conectividad y las redes de banda ancha y su aplicación en las comunicaciones de voz, datos y video, fue por lo que despertó mi interés en describir en las páginas de este trabajo.

CAPÍTULO I

MODELO DE REFERENCIA OSI

1.1 INTRODUCCIÓN

Un protocolo es un conjunto de reglas que se utilizan en el intercambio de información entre sistemas o dispositivos; juega un papel muy importante en redes de computadoras, y en general en las telecomunicaciones.

Independientemente del tipo de comunicación que se pretenda utilizar, además de la información que una persona quiere transmitir a la otra, debemos adicionar datos extras, tales como códigos que nos ayuden a realizar dicha comunicación de manera exitosa, por ejemplo cuando dos personas hablan por teléfono, la persona que realiza la llamada puede saber si la otra persona está hablando con otra persona en ese instante por el tono de ocupado, también se da cuenta que la persona a la que le está haciendo la llamada ha contestado en el momento en que se interrumpe el tono de llamada y esta persona dice "bueno", todas esas claves que se siguen son los protocolos.

Una familia de protocolos hablando de comunicación de datos, es un conjunto de protocolos que tienen que realizar todo el trabajo necesario para llevar a cabo una comunicación exitosa.

1.2 MODELO DE REFERENCIA OSI (OPEN SYSTEM INTERCONNECTION / INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS)

Con la finalidad de ayudar a la gente que se encarga de diseñar familias de protocolos, la ISO (International Organization for Standardization / Organización de Estandarización Internacional) ha desarrollado un modelo en el cual cada protocolo que pertenece a la familia, pertenece a una capa que realiza una determinada función.

La idea de que los protocolos estén arreglados en capas, es un poco difícil de entender, pero alguien que haya enviado una carta, ha utilizado protocolos estratificados en capas sin percatarse de ello. Cuando escribimos una carta, se acostumbra dar a conocer a la otra persona cual fue la última carta que recibió de ella antes de empezar a hablar a cerca del tema en cuestión. Al texto de la letra se le antecede un saludo como *querido José*, y se le precede una despedida como *sinceramente*. Una vez terminada la carta, se empaqueta de acuerdo a las reglas estipuladas por la oficina postal (SEPOMEX), y es enviada a esta. Nótese que hay un protocolo que nos dice que debemos indicar al receptor de su última carta, un protocolo que nos dice que el texto debe de estar contenido entre el saludo y la despedida, y un protocolo para el transporte físico de la carta.

Una parte importante del concepto de los protocolos estratificados por capa es la idea de que cada capa proporciona un servicio a la siguiente capa, en nuestro ejemplo de la carta, la oficina postal proporciona el servicio de la entrega de la carta, y el protocolo que se sigue para el formato que debe tener el sobre ayuda a la entrega rápida, económica y correcta a la parte interesada especificando el lugar donde deben ir las direcciones, de manera que dichos datos puedan ser leídos rápidamente por la gente que realiza este trabajo o por una máquina.

Toda carta debe de llevar saludo y despedida con la finalidad de que la parte receptora sea capaz de identificar rápidamente que persona es la que envió la carta, o si la carta no contiene su nombre, el receptor se ha dado cuenta que se ha cometido un error.

El protocolo que nos indica que debemos informar al receptor cuando fue la última vez que se recibió una carta suya, ayuda a que ambos se den cuenta si se perdió alguna carta o si ambos han recibido todas las cartas enviadas.

El que los protocolos estén dispuestos en capas permite que en un momento dado un protocolo de determinada capa sea sustituido por otro diferente pero que realice la función de la capa correspondiente, sin que por ello ocurra alguna alteración en el desarrollo de la comunicación.

Protocolos y Acuerdos de Redes

Para lograr cierto nivel de uniformidad entre los fabricantes de redes, la ISO propuso las normas y estándares de interconexión para los sistemas abiertos. Las computadoras interconectadas necesitan saber en que forma recibirán la información, cuando comienza una palabra específica, cuando termina y cuando empieza la palabra siguiente, así como el momento en que la computadora verifica si el mensaje fue distorsionado durante la transmisión.

El modelo OSI implementará los criterios necesarios para la interconexión entre diferentes tipos de usuarios.

1.3 CONCEPTO DE CAPAS

Cada capa es un conjunto ordenado de subsistemas, con funciones lógicamente relacionadas, agrupadas en conjunto. El modelo OSI separa actividades de interconexión, entre sistemas en dos grupos distintos. Funciones orientadas a comunicaciones son separadas de funciones orientadas a usuarios; características las cuales mueven la información a través de la red son distintas de las que formatean y manejan la información.

Dentro del modelo OSI existen 7 capas, las cuales comunican a dos sistemas terminales. Estas capas cubren todos los aspectos del flujo de información desde el aspecto físico hasta la presentación de la información de una manera entendible al usuario final.

Comunicación entre Capas

Una capa es aquella que proporciona las funciones del servicio para realizar conversaciones en código. Una función es un subsistema de una capa (por ejemplo, una determinada subrutina de un programa). Cada subsistema puede estar formado por entidades donde una entidad es un módulo especializado de una capa o subsistema.

La idea básica es de que cada capa proporcione un valor añadido a las capas superiores que atiende. En consecuencia, la capa superior que sirve de interfaz con la aplicación de usuario, dispone de todos los servicios que proporcionan las capas inferiores.

Las capas superiores solicitan a las capas inferiores los servicios que realmente necesitan en cada momento. Existen 4 acciones, denominadas primitivas. Cada capa las llama mediante identificadores denominados puntos de acceso (PAS). En la figura 1.1 se muestra la comunicaciones entre protocolos estratificados.



Figura 1.1 Comunicaciones entre Protocolos Estratificados

- Solicitud.- Primitiva para que el usuario de un servicio llame a una función
- Indicación.- Primitiva para que el proveedor de un servicio (a) llame a una función (b) o indique que una función ha sido llamada a un punto de acceso de servicio (PAS)
- Respuesta.- Primitiva por la que el usuario de un servicio completa una función llamada previamente mediante una indicación de un (PAS)
- Confirmación.- Primitiva por la que el solicitador del servicio completa una función llamada por la solicitud en un PAS

Las aplicaciones de usuario llaman a las funciones de los suministradores de servicio enviando una *solicitud* a la capa inmediatamente inferior. El proveedor de servicio envía a la capa solicitante una *confirmación* en respuesta. Si el servicio debe de proporcionar una función al otro usuario, el proveedor del servicio debe enviar una *indicación* a B, tras la cual se requiere que B proporcione una respuesta. Si el proveedor del servicio es una capa, ésta conecta a los usuarios A y B a través de los PAS. A y B deben conocer los PAS para recibir los servicios específicos de los proveedores. Los PAS contiene las direcciones o identificadores de las funciones de un servicio específico.

La figura 1.2 muestra la terminología estándar para la solicitud de servicio en redes estratificadas. En dicha figura podemos ver tres capas involucradas en un proceso de comunicación: las capas $N + 1$, N , y $N - 1$. La numeración y etiquetado de las capas es relativa a uno de ellos. En esta figura la capa de referencia es la capa N . Por tanto, la capa superior se etiqueta como $N + 1$, y la capa inferior $N - 1$. En estas 3 capas podemos ver 5 componentes que se comunican entre sí.

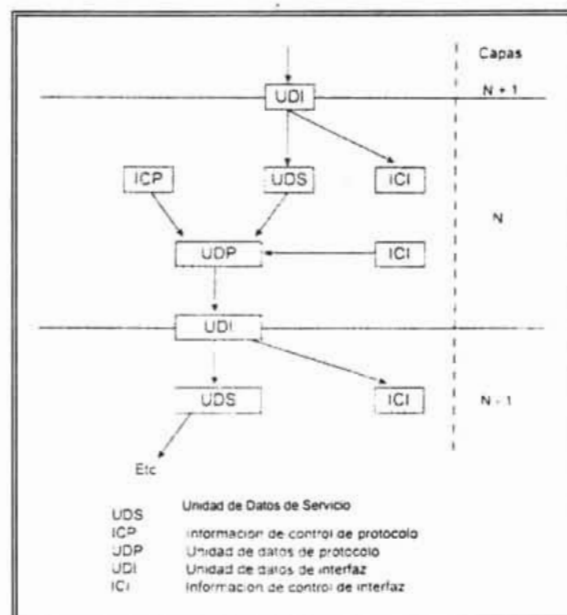


Figura 1.2 Comunicaciones entre Capas

Esfos componentes se explican a continuación:

- UDS (Unidad de Datos del Servicio). Transmite los datos de usuario de forma transparente desde la capa $N + 1$ a la capa N o $N-1$
- ICP (Información de Control de Protocolo). Intercambia información entre entidades gemelas en diferentes lugares de la red. Dicha información sirve para indicar a una entidad que realice una determinada función de servicio
- UDP (Unidad de Datos de Protocolo). Combinación de UDS's e ICP's
- ICI (Información de Control de Interfaz). Un parámetro temporal que pasa entre capas N y $N - 1$ para invocar funciones de servicio (como un argumento de llamada a un procedimiento)
- UDI (Unidad de Datos de Interfaz). La unidad total de información que se transfiere por la frontera entre capas incluye la ICP, UDS y ICI. La UDI se transmite por el punto de acceso de servicio (PAS)

Cuando la UDI de la capa $N + 1$ pasa a la capa N , se convierte en la UDS de dicha capa. Por su parte, la ICI se utiliza en la capa N , cumple su función y se descarta. La UDS de la capa N lleva incorporada una ICP y otra ICI para convertirse en la UDI de la capa $N - 1$.

De este modo, cada capa recibe una unidad de protocolo completa. A la UDS se le añade una ICP en cada capa. Lo que se hace de hecho, es añadir una *cabecera* en cada capa, la cabecera se utilizará por una entidad gemela en otro nodo para llamar a una función el proceso se va repitiendo así en cada capa.

Este proceso se puede entender más fácilmente si re-dibujamos la figura 1.2 en la forma que se muestra en la figura 1.3. En dicha figura se han eliminado los conceptos abstractos de UDS e ICP, sustituyéndolos por las palabras *datos de usuario* y *cabeceras*. Mientras una unidad se mueve por las capas, lleva acoplada una cabecera.

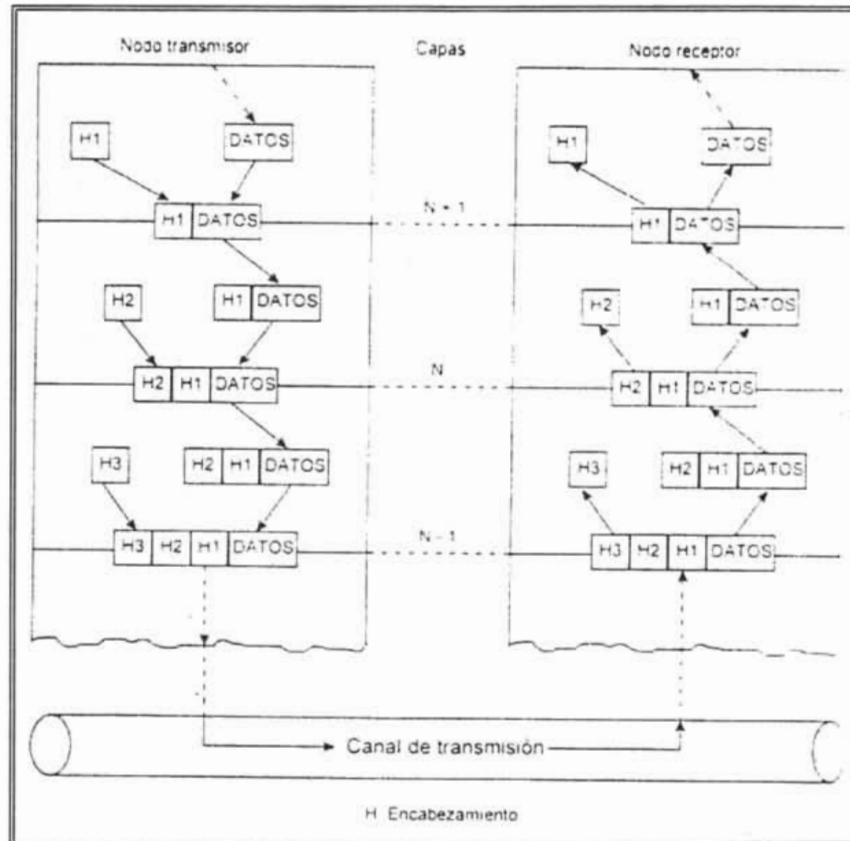


Figura 1.3 Comunicaciones entre dos Nodos

De ese modo, el conjunto de datos / cabecera de una capa se convierte en los datos de usuario de la siguiente capa. Finalmente la UDP llega al canal de comunicaciones y se transmite al nodo receptor.

Al llegar a dicho nodo, se va transmitiendo por las sucesivas capas en orden inverso (ascendente) a como se fue propagando en el nodo emisor. Las cabeceras que se añadieron en las capas gemelas del nodo transmisor se utilizan para llamar a las funciones simétricas y complementarias en el nodo receptor.

Una vez que se realiza la función, la unidad se pasa a la capa superior. El encabezado que fue añadido en la entidad gemela del nodo transmisor se elimina por la entidad correspondiente en el nodo receptor.

Examinando en detalle el procedimiento, puede observarse que, gracias a la cabecera, la capa gemela del otro extremo de la red puede llamar a las funciones correspondientes. La figura 1.4 es una aplicación de la figura 1.3. En lugar de las cabeceras se han situado instrucciones para llamar a las funciones en las entidades gemelas del otro nodo de la red. Están involucradas 3 capas.

En cada capa solo se llama a una entidad de servicio. La capa $N + 1$ llama a una entidad de servicio que proporciona el campo de comprobación de secuencia en el nodo transmisor. En el nodo transmisor la capa $N + 1$ comprueba la existencia de errores de secuencia en la transmisión utilizando el campo de número de secuencia y comparándolo con el contador en recepción.

La entidad de servicio de la capa N añade un campo de control de errores. Este campo es una cabecera que se utilizará en la capa N de recepción para comprobar que los datos llegan sin errores. Por último, la entidad en la capa $N - 1$ se encarga de comprimir el código. En el nodo receptor se utilizará la información de otra cabecera para que la capa $N - 1$ descomprima el código y lo traslade a su forma original (aunque esta función en particular se podría realizar sin necesidad de cabeceras).

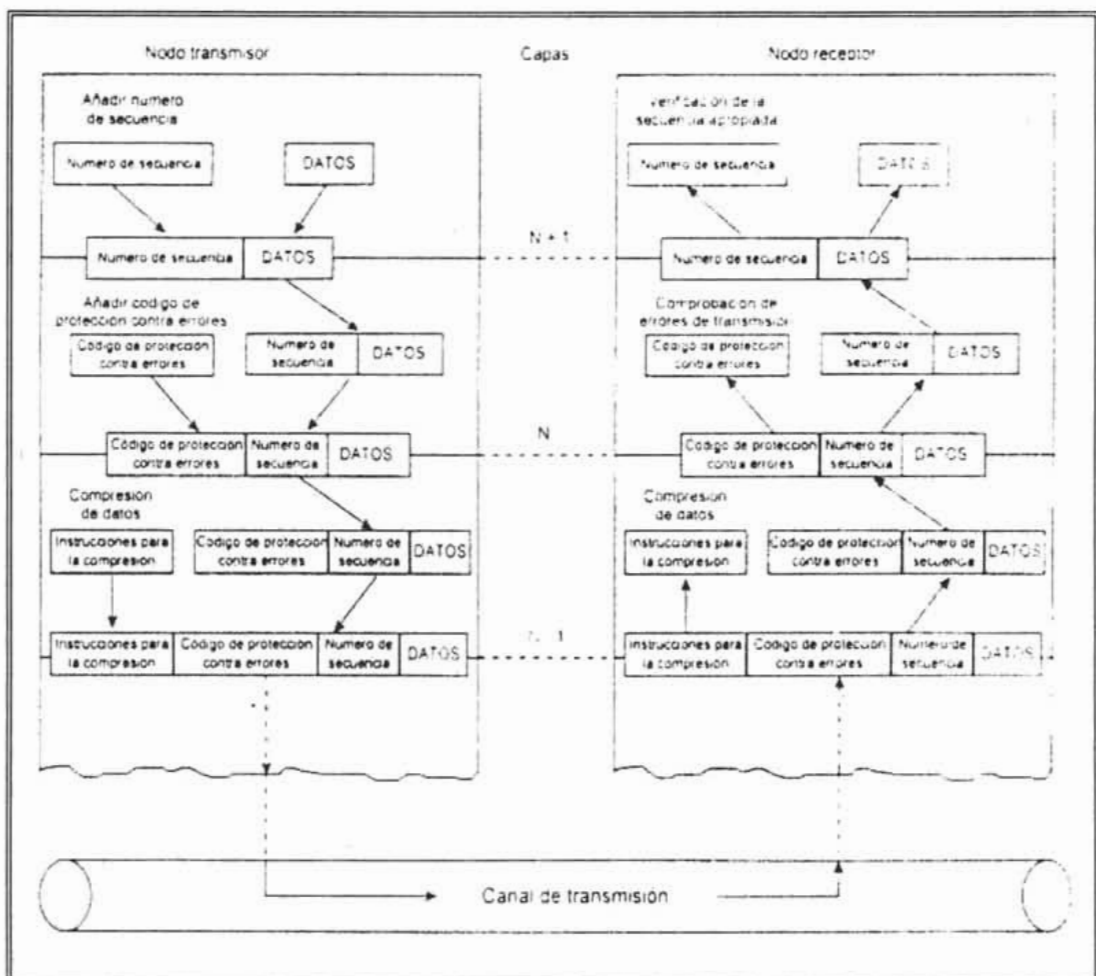


Figura 1.4 Llamada a Funciones de Soporte con la ICP (cabecera)

Podemos ahora examinar un ejemplo de uso de la ICI en redes estratificadas. La ICI se utiliza solamente entre capas adyacentes del mismo nodo. La ICI proporciona instrucciones para ser ejecutadas por las capas inferiores del nodo transmisor y por las capas superiores del nodo receptor. Por ejemplo, la ICI podría proporcionar a la capa inferior instrucciones para asegurar el encaminamiento en su capa.

1.4 DEFINICIÓN DE OSI

El modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) está estratificado y se estructura en 7 capas. En el concepto de OSI, un sistema es un conjunto de una o más computadoras, el software asociado, los periféricos, las terminales, los operadores humanos, los procesos físicos, los medios de transferencia de información, etc. que forman un ente autónomo con capacidad de realizar el procesamiento de la información.

1.4.1 Antecedentes

En 1977 la OSI formó un comité para estudiar la compatibilidad del equipo para redes, trabajo que condujo eventualmente a la publicación del modelo OSI. En este contexto sistema abierto se refiere a un modelo de red abierto a equipo de fabricante de la competencia.

El modelo de referencia fue creado para hacer posible la definición de procedimiento estandarizado que permita la interconexión y el subsiguiente intercambio efectivo de información entre usuarios. Usuarios en este sentido, se refiere a sistemas que constan de una o más computadores, programas asociados, periféricos, terminales, operadores humanos, procesos físicos, mecanismos de transferencia de información y elementos relacionados.

1.4.2 Principios del Modelo OSI

La ISO formuló una serie de premisas sobre las cuales se funda el modelo OSI, de los cuales se mencionan a continuación:

1. Por simplicidad se han de conservar un número de capas mínimo.
2. Se crean fronteras entre capas que minimicen su interacción y su descripción de servicios.
3. Se separan las capas de acuerdo a sus funciones, esto es, a cada función diferente una capa diferente. Como corolario igualmente se separan las capas de tecnología diferente.
4. Agrupar las funciones similares en la misma capa.

5. Elegir las fronteras de capa que se han probado ser correctas según la experiencia,
6. Institucionar funciones específicas que permitan rediseños con pocos efectos entre capas.
7. Incrementar fronteras que permitan estandarizar interfases.
8. La creación de una capa cuando la información se deba manejar de forma diferente.
9. Efectuar cambios necesarios en una capa, sin afectar a las otras.
10. Cada capa tiene interacción con las capas cercanas.

1.4.3 Objetivos del Modelo OSI

Las redes de computadoras actuales se diseñan basándose en el concepto de protocolos o funciones basados en capas. El diseño de estas técnicas se viene considerando desde hace algunos años; los objetivos que se persiguen son:

- Proporcionar estándares para comunicación entre sistemas
- Retirar cualquier impedimento técnico para la comunicación entre sistemas
- Interesarse en la descripción de la operación interna de un sistema
- Definir los puntos de interconexión para intercambio de información entre sistemas
- Incrementar las opciones para aumentar la posibilidad de comunicación sin conversaciones costosas y traslaciones entre productos
- Proporcionar un punto razonable de partida para los estándares en caso de que no cumplan con los requerimientos necesarios
- Desarrollar una compatibilidad entre sistemas y con los muchos productos y servicios ofrecidos por los proveedores y las redes transportadoras alrededor del mundo

El modelo de referencia OSI constituye el marco de trabajo para el desarrollo de protocolos estándares para la comunicación entre 2 capas homónimas ubicadas en equipos separados.

1.4.4 Capas del Modelo OSI

En la figura 1.5 se muestra un modelo, basado en una propuesta desarrollada por la ISO, como primer paso hacia la normalización internacional de varios protocolos. A este modelo se le conoce como **Modelo de Referencia OSI**, porque precisamente se refiere a la conexión de sistemas heterogéneos, es decir, a sistemas dispuestos a establecer comunicación con otros distintos.

Como se menciona anteriormente este modelo tiene 7 capas. Los principios aplicados para el establecimiento de las 7 capas fueron los siguientes:

1. Una capa se creará en situaciones en donde se necesita una capa diferente de abstracción.
2. Cada capa deberá efectuar una función bien definida.
3. La función que realizará cada capa deberá seleccionarse con la intención de definir protocolos normalizados internacionalmente.
4. Los límites de las capas deberán seleccionarse tomando en cuenta la minimización a través de las interfases.
5. El número de capas deberá ser lo suficientemente grande para que funciones diferentes no tengan que ponerse juntas en la misma capa, y por otra parte, también deberá ser lo suficientemente pequeño para que su arquitectura no llegue a ser difícil de manejar.

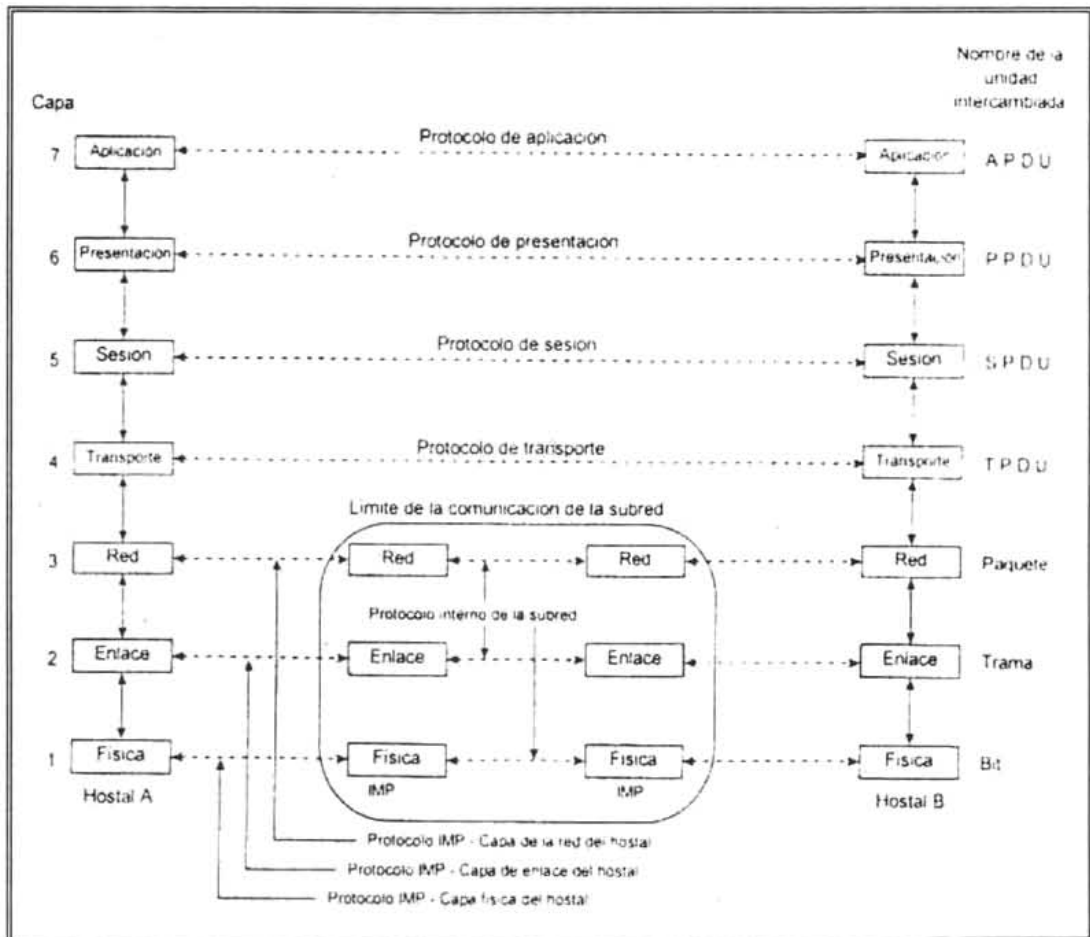


Figura 1.5 Arquitectura de la Red Basada en el Modelo OSI

Debemos considerar que el modelo OSI, por sí mismo, no es una arquitectura de red, dado que no especifica, en forma exacta, los servicios y protocolos que se usarán en cada una de las capas. Sólo se indica lo que cada capa deberá hacer.

Una descripción general de cada una de las capas es la siguiente:

Capa Física: Es la responsable de la interfaz mecánica y eléctrica para el medio de comunicación.

Capa de Enlace: Es la responsable de la transmisión, control de trama y detección de errores en un enlace de comunicación.

Capa de Red: Es la responsable de la transferencia de datos a través de la red independiente de la topología y la compresión de datos.

Capa de Transporte: Es la responsable de la confiabilidad y multiplexación en la transferencia de datos a través de la red.

Capa de Sesión: Proporciona el manejo y el control de flujo de datos.

Capa de Presentación: Proporciona una común presentación de los datos a la capa de aplicación. Básicamente es la responsable de la adición de estructuras a unidades de datos que son intercambiadas.

Capa de Aplicación: Es la capa donde la meta del OSI es revisada, es finalmente responsable de la comunicación entre aplicaciones. Estas capas se detallan más profundamente en los puntos siguientes.

1.5 CAPA FÍSICA

Es la capa más baja del modelo OSI donde se aplican los estándares y las reglas respecto al hardware que se emplea para transmitir datos. Entre los aspectos que se cubren en esta capa están los voltajes utilizados para la sincronización de la transmisión y las reglas para establecer el inicio de la conexión de la comunicación.

Otras descripciones de hardware que se cubren en los estándares de la capa física comprenden a los conectores e interfases aceptables para los medios. En esta capa, el modelo OSI se ocupa de los bits de las consideraciones eléctricas a lo largo de un canal de comunicación. Su diseño debe asegurar cuando un extremo envía un bit con valor "1", este se reciba como un bit "1", y no como un bit de valor 0.

En esta capa deberán considerarse los niveles de voltaje para representar un bit de valor "1" ó "0", el intervalo de tiempo que durará un bit; la posibilidad de realizar transmisiones bidireccionales en forma simultánea; la forma de establecer la conexión inicial y como interrumpirla cuando ambos extremos terminan su comunicación; o bien cuantas puntas terminales tiene el conector de la red y cual es el uso de cada una de ellas.

La interfaz entre el ordenador, o terminal, y el módem es un ejemplo de protocolo de la capa física en el que debe especificarse en forma detallada los aspectos mecánico, eléctrico y funcional de dicha interfaz.

1.6 CAPA DE ENLACE DE DATOS

La capa de enlace de datos de cualquier arquitectura de comunicación debe asegurar la entrega correcta y ordenada de paquetes entre nodos vecinos en una red. Se ha desarrollado una variedad de protocolos para este propósito. El protocolo DIC (High Level Data Link Control, control de enlace de datos de alto nivel), desarrollado por la ISO, que se ha convertido en el estándar internacional para este fin.

Un protocolo de enlace debe incorporar reglas o procedimientos que permitan la comunicación entre dos sistemas de un enlace en vías de establecerse (esto se llama fase de conexión o de establecimiento del protocolo). También se debe asegurar la transferencia ordenada de los paquetes de datos durante la fase subsiguiente de transferencia de datos. Finalmente, el protocolo debe incluir procedimientos para terminar la comunicación cuando el enlace ya no se necesita o cuando se vuelve ruidoso o falla arruinando la conexión.

La comunicación entre dos extremos de un enlace es, por su propia naturaleza, asíncrona. De esta manera, los paquetes individuales deben llevar información de sincronización, para permitir que se realice el registro de bits. Los paquetes recibidos con error deben reconocerse como tales. Debe establecerse un procedimiento de aceptación para indicar si los paquetes se reciben correcta o incorrectamente. Por último, los paquetes debe numerarse para asegurar la entrega ordenada a la siguiente capa más alta del extremo receptor de un enlace.

Para llevar a cabo estas funciones, se agregan campos de control a los paquetes. Entre estos campos de control se encuentran un campo o campos de sincronización, un campo de verificación de errores, campos de números de secuencia, y otros. La combinación de los paquetes de datos con estos campos de control agregados se llama comúnmente trama. Por lo tanto, es la trama la que en realidad se transmite entre nodos vecinos de un enlace. El paquete representa la porción de datos de la trama.

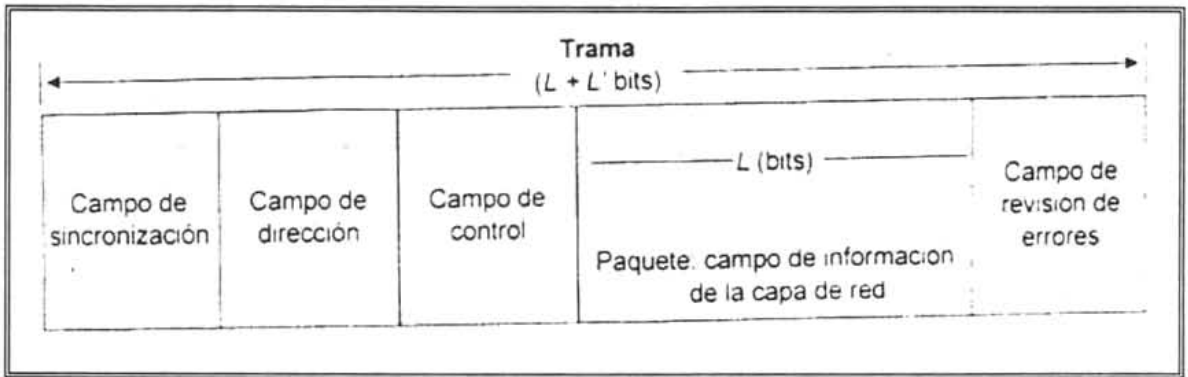


FIGURA. 1.6 Trama de Enlace de Datos

Existen varias maneras de efectuar el proceso de detección y corrección de errores. Una es agregar suficientes bits de verificación (llamados bits de paridad) en el campo de verificación de errores para corregir un número especificado de ellos. La razón básica es que se necesitan demasiados bits de verificación para asegurar el nivel requerido de corrección de errores. En lugar de esto, se ha adoptado universalmente la detección de errores por retransmisión, también conocida como detección ARQ (Automatic Repeat Request / Petición de Respuesta Automática).

Son posibles varias versiones de procedimientos de ARQ: cada trama recibida correctamente puede ser aceptada en forma individual por parte de una trama especial de aceptación (ACK), o este puede interconstruirse como un campo de control en tramas de datos que fluyan en dirección contraria. También pueden usarse aceptaciones negativas (NAKS) para indicar una condición de error. En cualquier caso, deben usarse tiempos fuera para evitar situaciones de bloque mutuo. De no recibir una respuesta (ACK o NAK) durante un intervalo de tiempo fuera especificado después de la transmisión el transmisor repite la trama en cuestión.

Si este procedimiento no estuviese construido en el protocolo, el transmisor bien podría esperar indefinidamente una ACK/NAK que por si mismo se hubiera extraviado o hubiera sido entregado con error y, en consecuencia, descartado. Por lo tanto, para acomodar el procedimiento de tiempo fuera los paquetes deben mantenerse en un área de almacenamiento temporal de transmisión hasta que se les dé aceptación correctamente.

También existen varias maneras de manejar la respuesta ACK/NAK. Los procedimientos más comunes son los siguientes:

1. *Protocolo Parar y Esperar.*- En este procedimiento sólo puede transmitirse una trama a la vez. El transmisor espera entonces un ACK/NAK. Se transmite la trama ya sea si llega un NAK o expira en tiempo fuera. Solo cuando llega un ACK, el paquete en cuestión se desecha del área de almacenamiento temporal de transmisión.
2. *Regresar a N o Transmisión Continua.*- En este caso, las tramas de datos, si las hay, se transmiten de manera continua, sin esperar un ACK. Cuando se recibe un NAK o expira el tiempo fuera sin haber recibido un ACK/NAK, se transmite la trama en cuestión y todas las que le siguen.
3. *Procedimiento de Repetición Selectiva.*- Aquí solo se necesita retransmitirse la trama reconocida en forma negativa o la trama para la cual el tiempo fuera expira sin recibir un ACK positivo. Es evidente que esto mejora el rendimiento sobre el caso de regresar a N. Sin embargo, en el extremo receptor se requiere de un área de almacenamiento temporal para reordenamiento, ya que las tramas se pueden retransmitir o recibir en desorden. Las áreas de almacenamiento temporal son relativamente grandes para transmisión vía satélite con retardos prolongados en la propagación, trayectorias largas y, en consecuencia, numerosos paquetes en camino entre el transmisor y el receptor. Por esta razón, aunada al costo de implantación del protocolo, la repetición selectiva no ha recibido aceptación comercial.

1.7 CAPA DE RED

La capa de red se ocupa de la obtención de paquetes procedentes de la fuente y de encaminarlos durante todo el trayecto a fin de alcanzar su destino. La capa de red es la capa más baja, que se ocupa de la transmisión extremo a extremo.

Para que la capa de red pueda alcanzar sus objetivos, deberá conocer la topología de la subred de comunicación y seleccionar trayectorias apropiadas a través de ella. También deberá tener cuidado, al seleccionar las rutas, de evitar sobrecarga en alguna de las rutas de comunicación, mientras deja otras inactivas. Por último, cuando la fuente y el destino se encuentran en redes diferentes, dependerá de la capa de red ocuparse de esas diferencias y resolver los problemas que resulten de ellas.

La capa de red proporciona servicios a la capa de transporte. Debido a que en algunas redes, la capa de red opera en los IMP (Interchange Message Procesor) y la capa de transporte en los hostales. Los servicios de la capa de red se han diseñado con los siguientes objetivos:

- Los servicios deberán ser independientes de la tecnología de la subred
- La capa de red debe tener oculto el número, tipo y topología de las subredes que se encuentren presentes
- Las direcciones de la red se ponen a disposición de la capa de transporte deberán utilizar un plan de numeración uniforme, aún a través de las redes LAN y WAN.

1.7.1 Encaminamiento

La función de la capa de red consiste en el encaminamiento de paquetes, desde la máquina origen hasta la máquina destino. El encaminamiento resulta ser un asunto interesante si el origen y el destino no se encuentran en la misma red.

El *algoritmo de encaminamiento* es aquella parte del software correspondiente a la red, que es responsable de decidir sobre que línea de salida se deberá transmitir un paquete que llega.

Si la subred utiliza datagramas internamente, esta decisión deberá tomarse de nuevo con cada paquete de datos que llega. Sin embargo, si la subred utiliza circuitos virtuales internamente, las decisiones de encaminamiento solo se tomaran cuando se establezca un circuito virtual nuevo.

1.7.2 Congestión

Cuando se tiene la presencia de muchos paquetes en la subred el rendimiento se degrada. Esta situación se conoce como *congestión*, la cual puede ser ocasionada cuando las capas de red son muy lentas para efectuar las diferentes tareas para las que se necesita por lo que las colas suelen crecer. En este contexto cabe mencionar la diferencia entre el control del flujo y el control de congestión.

El *control de congestión* tiene que ver con la seguridad de que la subred sea capaz de transportar el tránsito ofrecido, mientras que el *control de flujo*, se refiere al tránsito punto a punto entre un emisor y un receptor, el trabajo del control de flujo consiste en asegurar que, en caso de que haya un emisor muy rápido, este no pueda enviar datos en forma continua, a una velocidad mayor a aquella, con la que pueda recibir el extremo receptor.

1.7.3 Interconexión entre redes

A parte del encaminamiento, otro problema que surge con la interconexión de redes es que no todas las redes utilizan los mismos protocolos. El hecho de tener diferentes protocolos indica tener varios formatos para los paquetes, cabeceras procedimientos de control de flujo, etc.

La figura 1.7 muestra 4 tipos de conexiones LAN-LAN, LAN-WAN, WAN-WAN, y LAN-WAN-LAN, representadas por líneas punteadas, donde los bloques marcados con B representan los puentes y los marcados con G representan a los Gateways. En cada caso resulta necesario incluir una caja negra, la cual indica la unión existente entre dos redes.

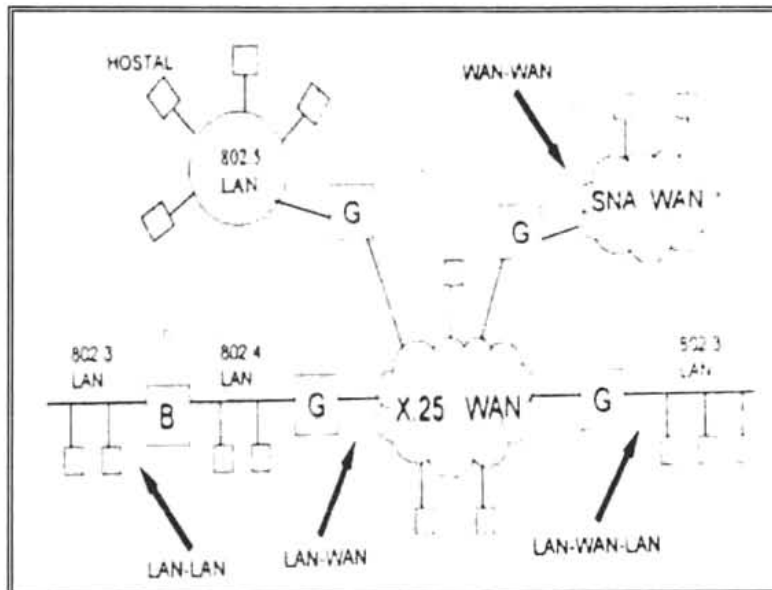


Figura 1.7 Redes Interconectadas

En el modelo OSI la interconexión de redes se lleva cabo en la capa de red, la cual siempre que sea necesario, se puede subdividir en tres subcapas: *la subcapa de acceso a la subred, la subcapa de mejora de la subred y la subcapa de interconexión de redes*, como se muestra en la figura 1.8.

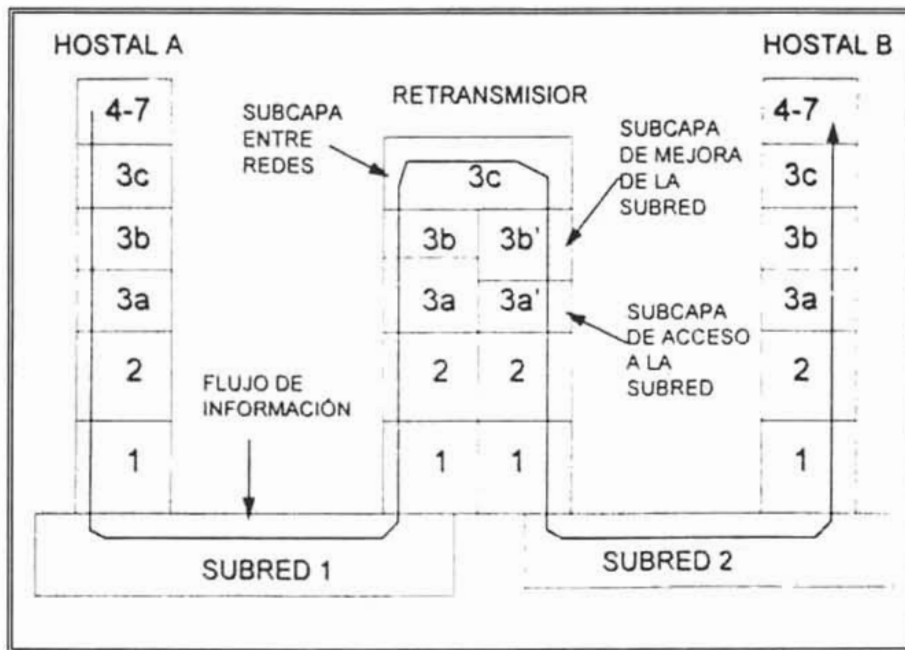


Figura 1.8 Estructura Interna de la Capa de Red

El propósito de la subcapa de acceso a la subred consiste en soportar el protocolo de la capa de red para la subred. La subcapa de mejora de la subred está diseñada para armonizar las subredes que ofrecen diferentes servicios. La función principal de la subcapa de interconexión de redes es el encaminamiento extremo a extremo. Cuando llega un paquete a retransmitir se lleva a la subcapa de interconexión de redes, que lo revisa y decide si lo reexpide.

Veamos como se establece una conexión de red en una subred. Cuando la solicitud de conexión llega desde arriba, la subcapa de interconexión de red la pasa hacia la subcapa de acceso (la subcapa de mejora es nula para todas las subredes OSI, debido a que no se necesitan mejoras).

La subcapa de acceso construye un paquete CALL REQUEST que contiene las direcciones NSAP del que llama y del llamado, y se lo entrega a la capa de enlace para que lo transmita. Posteriormente, recibe una respuesta y se establece la comunicación.

1.8 CAPA DE TRANSPORTE

La capa de transporte no solo representa otra capa dentro del modelo OSI; sino que desarrolla un papel muy importante y viene a ser realmente el corazón de la jerarquía de protocolos. Su tarea consiste en hacer que el transporte de datos se realice en forma segura desde la máquina destinataria, independientemente de la red o redes físicas que se encuentran en uso.

El objetivo fundamental de la capa de transporte consiste en proporcionar un servicio eficiente, confiable y económico a sus usuarios, normalmente entidades (procesos) de la capa de sesión. Para alcanzar este objetivo, la capa de transporte utiliza los servicios que proporciona la capa de red. Al hardware y/o software que hacen este trabajo dentro de la capa de transporte se les conoce como entidades de transporte. En la figura 1.9 se muestra la relación que guardan las capas de red, transporte y sesión.

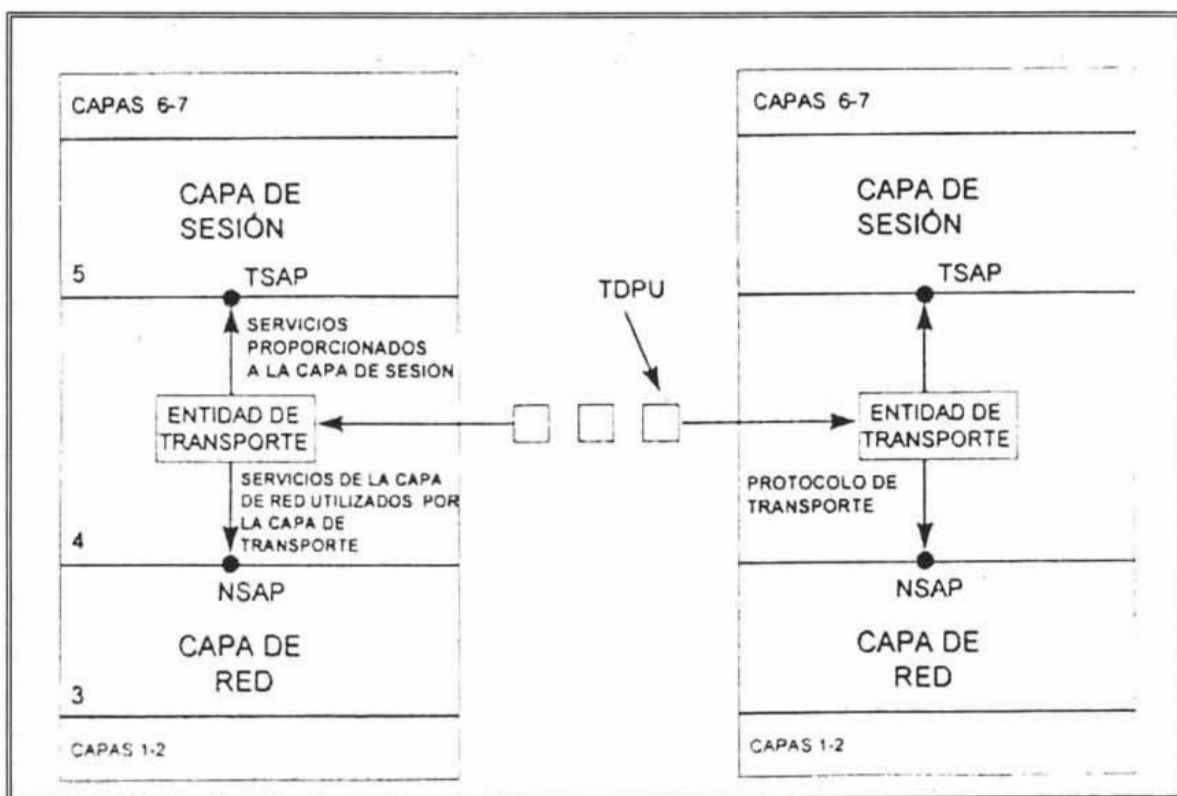


Figura 1.9 Las Capas de Red, Transporte y Sesión

De la misma forma como hay dos tipos de servicio de transporte: es decir, orientado a conexión y sin conexión. En ambos casos, las conexiones tienen tres fases la de establecimiento, la de transferencia de datos y la de liberación. Se puede decir que la existencia de la capa de transporte hace posible que el servicio de transporte sea más fiable que el proporcionado por la capa de red subyacente.

1.8.1 Direccionamiento

Cuando un usuario de transporte desea establecer una conexión con algún otro usuario, deberá especificar con que usuario remoto se conectará. El método que normalmente se emplea consiste en definir puntos de acceso al servicio de transporte (TSAP, Transport Service Acces Point), a los cuales puedan unirse los procesos y esperar a que llegue alguna solicitud de conexión. Los TSAP son completamente análogos a los NSAP (Punto de Acceso al Servicio de Red), a diferencia que estos existen en la parte superior de la capa de transporte, en lugar de la parte superior de la capa de red.

En la figura 1.10 se muestra la relación que existe entre los NSAP, TSAP, conexión de red y conexión de transporte. Un posible escenario de la conexión entre estos sería el siguiente:

1. Un proceso servidor proporciona un servicio en la máquina B se une solo al TSAP 122 para esperar un *T-CONNECT. Indication*.
2. Un proceso en la máquina A desea utilizar el servicio que ofrece la máquina B, por lo que emite un *T-CONNECT. Request*, especificando como el TSAP 6 como la fuente y el TSAP 122 como destino.
3. La entidad de transporte que se encuentra en A, selecciona un NSAP de su máquina, así como de la máquina destinataria, y establece una conexión de red entre ambas. Mediante el empleo de esta conexión, puede hablarle a la entidad de transporte localizada en B.
4. Lo primero que la entidad de transporte en A le comunica a su corresponsal en B es "el querer establecer una comunicación entre el TSAP 6 de A y el TSAP 122 en B".
5. La entidad de transporte en B emite entonces un *T-CONNECT. Indication*, y si el servidor de servicio que esta en TSAP 122 esta de acuerdo, entonces se establecerá la conexión de transporte.

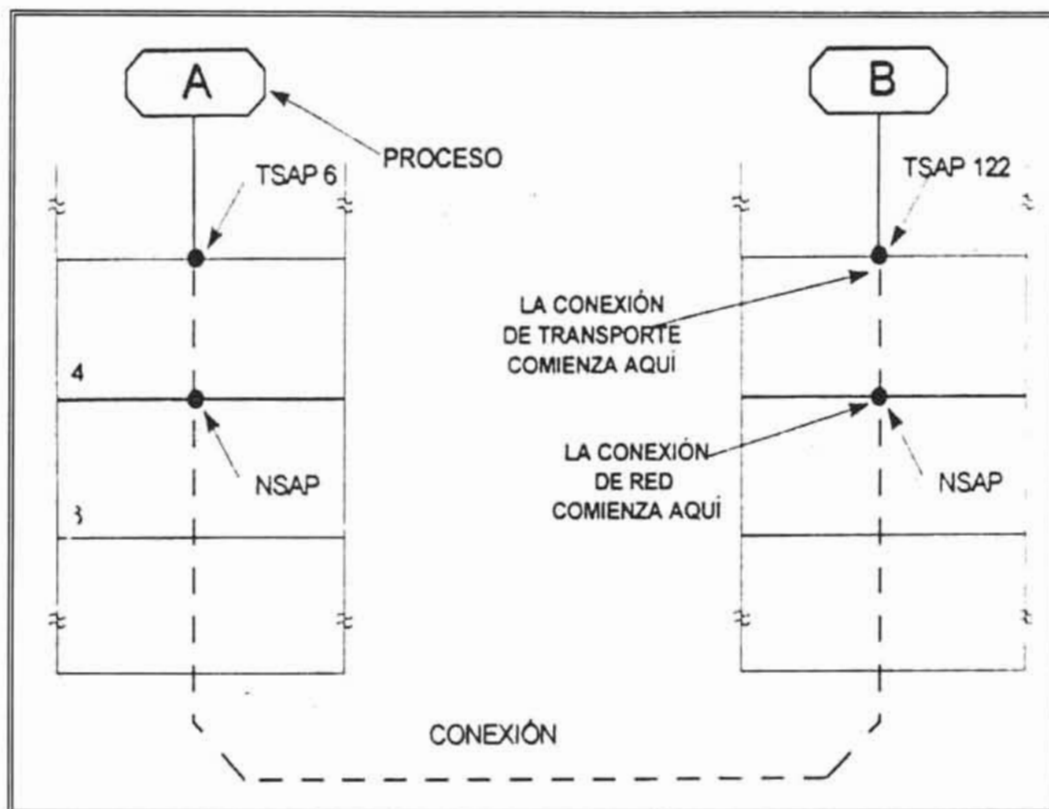


Figura 1.10 TSAP, NSAP y Conexiones

1.8.2 Liberación de conexión

La liberación de una conexión es mucho más sencilla que el proceso de establecimiento; existen tres maneras diferentes de liberar una conexión. La primera de ellas es la más común, en donde uno de los usuarios emite una primitiva *T-DISCONNECT.Request*. La capa de transporte, entonces, genera un *T-DISCONNECT.indication*, en el otro extremo liberando así la conexión.

La segunda forma de liberación puede suceder cuando los dos usuarios emiten en forma simultánea una primitiva *T-DISCONNECT.request*. Por último, la tercera forma se presenta cuando la capa de transporte se da por vencida y emite un *T-DISCONNECT.request* y antes de que en el otro extremo se produzca el *T-DISCONNECT.indication*, la misma capa de transporte desconecta el otro extremo.

Todas estas formas de desconexión tienen una característica en común: son abruptas, y pueden dar lugar a pérdida de datos. Considérese, por ejemplo, la situación que se presenta en la figura 1.11. Después de que la conexión queda establecida, A transmite una TPDU que llega adecuadamente a B.

Posteriormente A transmite otra TPDU y se desconecta. Desgraciadamente, B emite un *T-DISCONNECT.request* antes de que se reciba la segunda TPDU. Todo esto trae como consecuencia la liberación de la conexión y la pérdida de datos.

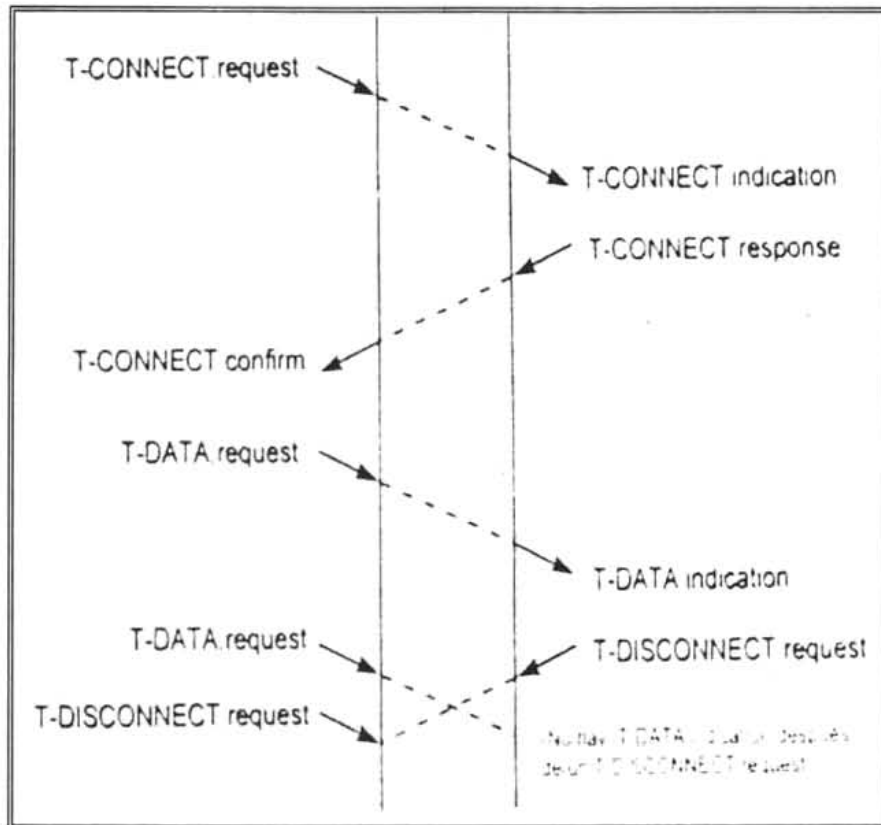


FIGURA 1.11 Desconexión Abrupta con Pérdida de Información

1.9 CAPA DE SESIÓN

Las capas de sesión, presentación y aplicación constituyen las capas superiores en el modelo de referencia OSI. A diferencia de las cuatro capas inferiores, las cuales están fundamentalmente involucradas en proporcionar una comunicación fiable de extremo a extremo, el objetivo de las capas superiores consiste en proporcionar una serie de servicios a los usuarios.

La capa de sesión es una capa muy delgada, con relativamente pocas características, comparada con las capas inferiores. En el momento en que se establece una conexión en la capa de sesión, se pueden seleccionar diferentes opciones para deshabilitar la mayor parte de las características disponibles.

1.9.1 Servicios suministrados a la capa de presentación

La capa de sesión proporciona una serie de servicios a la capa de presentación. En la figura 1.12 se muestra su posición dentro de la estructura jerárquica. Los puntos de acceso a servicio se llaman ahora *puntos de acceso al servicio de sesión* (SSAP), y las unidades de datos de protocolo se denominan *unidades de datos de protocolo de sesión* (SPDU).

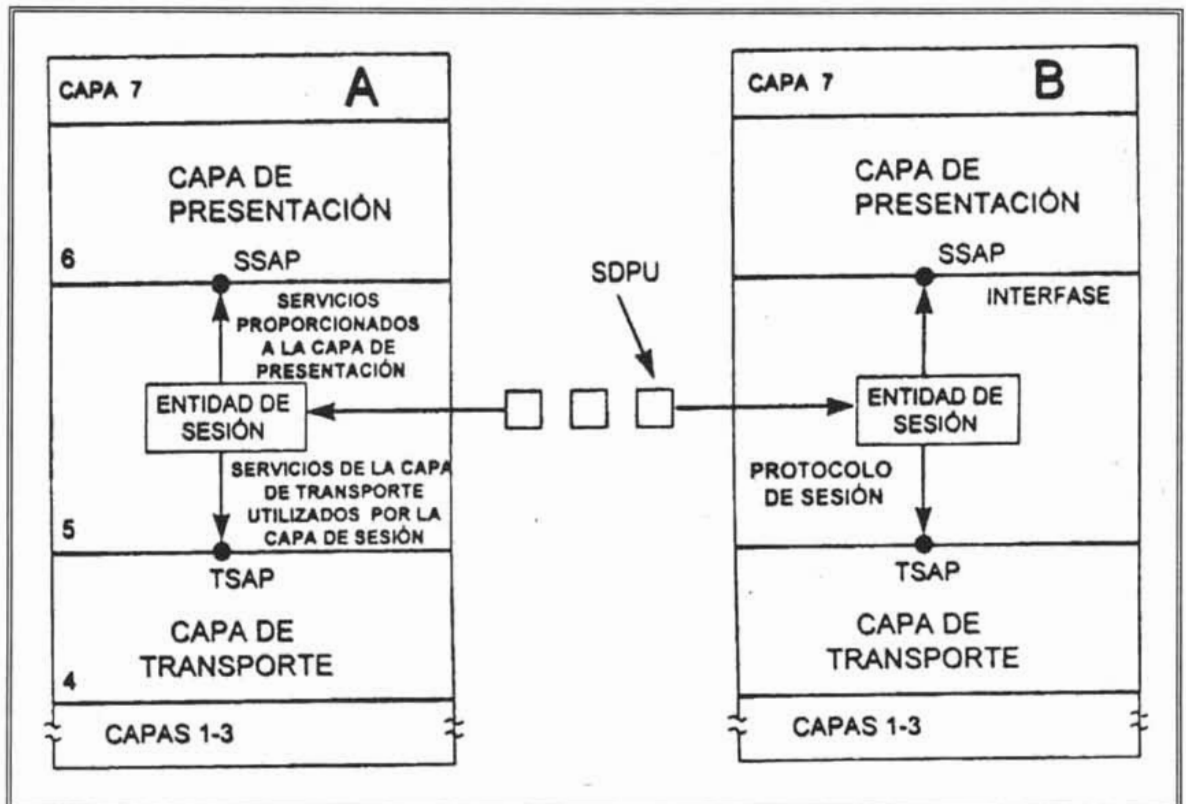


FIGURA 1.12 Las Capas de Transporte, Sesión y Presentación

La función principal de la capa de sesión consiste en proporcionar una manera por medio de la cual los usuarios de la capa de sesión establezcan conexiones, llamadas *sesiones*, y transfieran datos sobre ellas en forma ordenada. Una sesión podría utilizarse para un acceso remoto desde una terminal a un ordenador remoto, o para una transferencia de archivo, o para cualquier otro propósito.

Una sesión se parece a una conexión de transporte pero no son idénticas. Por lo general, cuando llega a presentarse una solicitud para que la capa de sesión establezca una sesión, se deberá establecer una conexión de transporte que se encargue de soportar la conexión. Cuando termina sesión, se libera la conexión de transporte. En este ejemplo hay una correlación uno a uno entre las conexiones de sesión y de transporte.

1.9.2 Intercambio de datos

La característica más importante de la capa de sesión es el intercambio de datos. Una sesión, al igual que una conexión de transporte, sigue un proceso de 3 fases: la de establecimiento, la de utilización y la de liberación.

Las primitivas que se le proporcionan a la capa de presentación, para el establecimiento, utilización y liberación de sesiones, son muy parecidas a las proporcionadas a la capa de sesión para el establecimiento, uso y liberación de conexiones de transporte.

Existen importantes diferencias entre una sesión y una conexión de transporte. La principal entre estas es la forma como se liberan las sesiones y las conexiones de transporte. Las conexiones de transporte se terminan con la primitiva *T-DISCONNECT.request*, que produce una liberación abrupta y puede traer como resultado la pérdida de los datos en tráfico que se haya en el momento de la liberación.

Las sesiones se terminan con la primitiva *S-REALEASE.Request*, que resulta en una liberación ordenada en la cual los datos jamás se llegan a perder. Una liberación abrupta, como *T-DISCONNECT.request*, también se encuentra disponible bajo la forma *S-U-ABORT*.

1.9.3 Sincronización

Otro servicio de la capa de sesión es la sincronización, la cual se utiliza para llevar las entidades de sesión de vuelta a un estado conocido, en caso de que haya un error o algún desacuerdo. A primera vista, este servicio parecería innecesario por lo que la capa de transporte se ha diseñado cuidadosamente para que se pueda recuperar, en forma transparente, de todos los errores de comunicación, así como de los fallos de las subredes. Sin embargo la capa de transporte se ha diseñado para enmascarar solamente los errores de comunicación. Esta no se puede recuperar de los errores cometidos en la capa superior.

Es importante entender cuál es la semántica de la sincronización en la capa de sesión. Los usuarios de sesión pueden insertar puntos de sincronización en el flujo del mensaje. Cada uno de estos puntos lleva un número de serie. Cuando un usuario invoca una primitiva para solicitar un punto de sincronización, el otro obtiene una indicación. De la misma manera, si uno de ellos invoca una primitiva para la resincronización el otro también obtiene una indicación de esto.

En el almacenamiento de los mensajes y la subsiguiente retransmisión posterior se lleva a cabo arriba de la capa de sesión; lo que la capa de sesión proporciona es una forma de transportar señales de sincronización y resincronización numeradas a través de la red.

1.9.4 Primitivas del servicio de sesión OSI

En la tabla 1.1 se encuentra una lista de todas las primitivas, donde cada tipo de primitiva tiene versiones de *request*, *indication*, *response* y *confirm*, las cuales se indican como 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Sin embargo, no todas las combinaciones son válidas; el *S-DATA*, por ejemplo, solo tiene *request* e *indication*. Los asentimientos están a cargo de las capas inferiores. Aunque hay 58 primitivas de servicio de sesión orientadas a conexión, se pueden dividir en 7 grupos:

1. Establecimiento de Conexión
2. Liberación de Conexión
3. Transferencia de Datos
4. Administración de Testigos
5. Sincronización
6. Administración de Actividades
7. Notificación de Excepciones

El primer grupo contiene 4 primitivas de la forma *S-CONNECT. XXX*. La primitiva *S-CONNECT. XXX.request* especifica un identificador de sesión, las direcciones SSAP del que llama y del llamado, la calidad de servicio, el número inicial de los puntos de sincronización, la asignación inicial de los testigos y algunos datos del usuario.

El segundo grupo contiene siete primitivas relacionadas con la liberación de sesiones; la primitiva *S-RELEASE.request*, por ejemplo, se utiliza para solicitar la terminación ordenada de la sesión.

El tercer grupo se ocupa de la transferencia de datos. El cuarto grupo se ocupa de la administración de los testigos.

La primitiva *S-TOKEN-GIVE.request* se pueden pasar uno o más testigos a la entidad corresponsal. La primitiva *S-TOKEN-PLEASE.request* se pueden utilizar para anunciar que el usuario esta emitiendo la primitiva quiere los testigos especificados. La primitiva *S-CONTROL.GIVE.request* puede emplearse para renunciar a todos los testigos simultáneamente. Las primitivas de sincronización están incluidas en el quinto grupo.

Cada primitiva especifica el número de serie del punto de sincronización que se quiere insertar o a cual volver. El sexto grupo de primitivas está relacionado con la administración de actividades. Las actividades pueden ser iniciadas, interrumpidas, reanudadas y desechadas. El séptimo grupo contiene las primitivas de notificación de excepciones.

Primitivas de Sesión OSI	1	2	3	4	Significado
S-CONNECT	X	X	X	X	Establece una conexión
S-RELEASE	X	X	X	X	Termina una sesión ordenadamente
S-U-ABORT	X	X			Liberación abrupta iniciada por el usuario
S-P-ABORT	X	X			Liberación abrupta iniciada por el proveedor
S-DATA	X	X			Transferencia de datos normales
S-EXPEDITED-DATA	X	X			Transferencia de datos acelerados
S-TYPED-DATA	X	X			Transferencia de datos fuera de banda
S-CAPABILITY-DATA	X	X	X	X	Transferencia de datos de información ctrl.
S-TOKEN-GIVE	X	X			Dar un testigo al corresponsal
S-TOKEN-PLEASE	X	X			Solicitar un testigo al corresponsal
S-CONTROL-GIVE	X	X			Dar todos los testigos al corresponsal
S-SYNC-MAJOR	X	X	X	X	Insertar un punto de sincronización mayor
S-SYNC-MINOR	X	X	X	X	Insertar un punto de sincronización menor
S-RESYNCHRONIZE	X	X	X	X	Regresar a un punto de sincronización anterior
S-ACTIVITY-START	X	X			Inicio de una actividad
S-ACTIVITY-END	X	X	X	X	Fin de una actividad
S-ACTIVITY-DISCAR	X	X	X	X	Abandono de actividad
S-ACTIVITY-INTERR	X	X	X	X	Suspensión de una actividad
S-ACTIVITY-RESUM	X	X			Reinicio de una actividad suspendida
S-U-EXCEPTION-REPORT	X	X			Notificación de una excepción del usuario
S-P-EXCEPTION-REPORT		X			Notificación de una excepción del proveedor

TABLA 1.1

1.10 CAPA DE PRESENTACIÓN

A diferencia de las 5 capas inferiores, que solamente se ocupan del movimiento ordenado de bits desde el extremo fuente al extremo destinatario, la capa de presentación se encarga de la preservación del significado de la información transportada. El trabajo de la capa de presentación consiste precisamente en codificar los datos estructurados del formato interno utilizado en la máquina transmisora, a un flujo de bits adecuado para la transmisión y, después de codificarlos para presentarlos en el formato del extremo del destinatario.

La capa de presentación esta relacionada con la presentación de los datos en los sistemas de comunicación de datos. Proporciona los medios que permiten definir la estructuración de los bits en las PDU y dentro de los campos de las PDU. Por ejemplo podría definir si los bits se deben situar en un campo de orden superior o inferior. Permite también que dos usuarios finales de máquinas diferentes negocien el tipo de sintaxis que se va a utilizar entre las dos aplicaciones. Por ejemplo, un usuario puede trabajar en ASCII y el otro en EBCDIC. La capa de presentación permite que los dos usuarios negocien la forma de representar los datos y soporta también la conversión de los mismos a una sintaxis que sea aceptable para ambos programas.

La capa de presentación utiliza ASN.1 (Notación Sintáctica Abstracta 1) para definir los tipos de datos como enteros, reales, octeto, cadena de bits, etc. también emplea un estándar (X.209) para definir la estructura de los datos en el canal de comunicaciones.

1.10.1 Notación sintáctica abstracta 1 (ASN.1)

ASN.1 incorpora varios tipos definidos. Esto significa que hay varios tipos de datos que se consideran parte esencial del estándar ASN.1. Se denominan así porque pertenecen al estándar. A continuación se da la lista de los tipos predefinidos:

BOOLEAN	Identifica a los datos lógicos (condiciones de verdadero o falso)
INTEGER	Identifica números enteros con signo (cardinales)
BIT STRING	Identifica datos binarios (secuenciales ordenadas de ceros y unos)
OCTET STRING	Identifica texto o datos que se pueden considerar como una cadena de octetos
NULL	Un tipo simple que consta de un solo valor
SÉQUENCE	Un tipo estructurado que se define referenciando una lista ordenada de varios tipos
SÉQUENCE OF	Un tipo estructurado, que se define referenciando un tipo simple en que cada valor de tipo es una lista ordenada
SET	Un tipo estructurado similar al tipo séquence excepto porque se define referenciando una lista no ordenada de tipos, con lo que los datos se pueden enviar en cualquier orden
SET OF	Hace lo mismo que el set
CHOICE	Modela un tipo de datos que se escoge de un conjunto de posibles alternativas, con lo que se permite que una estructura de datos tenga más de un tipo
SELECTION	Modela una variable cuyo tipo es una alternativa de las que contiene un choice definido previamente
TAGGED	Modela un nuevo tipo perteneciente a un tipo existente, pero con un identificador nuevo

ANY	Modela datos cuyo tipo no está restringido y puede ser utilizado con cualquier tipo válido
OBJECT IDENTIFIER	Un valor diferenciable asociado a un objeto o grupo de objetos, como una biblioteca de reglas, sintaxis, etc.
CHARACTER STRING	Modela una cadena de caracteres de un conjunto de caracteres definido
ENUMERATED	Un tipo simple; sus valores reciben identificadores distintos como parte de la notación del tipo
REAL	Modela valores reales
ENCRYPTED	Tipo resultante de cifrar otro tipo

Cada objeto tiene asignado un identificador (valor) y pertenece a una clase (con un número de clase). Actualmente, el estándar define cuatro clases:

- **Universal** (Universal) es la clase de los tipos predefinidos
- **Application** (Aplicación) es una clase ampliamente utilizada en OSI, pero no universal
- **Private** (Privada) es una clase para identificadores específicos de empresas
- **Context Specific** (Específica de Contexto) es una clase utilizada para identificar objetos de acuerdo al código ASN.1

1.10.2 Reglas de codificación de ASN.1

Como todo lenguaje ASN.1 tiene sus reglas de codificación, no obstante, hay que hacer un comentario sobre los aspectos de diferenciación mayúsculas / minúsculas de ASN.1. La diferenciación está determinada por la notación del código en una de estas tres formas:

- Una notación del código empieza con la letra mayúscula: ASN.1 exige esta notación para los valores de tipo (integer, boolean, etc.)
- Una notación del código en mayúscula es una palabra reservada de ASN.1
- Una notación del código comienza con minúscula: no es considerada por el compilador de ASN.1, se utiliza para aumentar la legibilidad del código

1.10.3 Sintaxis de transferencia

El uso de ASN.1 por sí solo no es útil desde el punto de vista del intercambio de tráfico entre dos máquinas. Es necesaria otra herramienta que describa la sintaxis del tráfico que se envía por el circuito entre las 2 máquinas.

La sintaxis de transferencia se conoce también con el nombre de reglas de codificación básicas (BER). Se utiliza para describir a) el tipo de datos que se envían por el canal, b) la longitud del valor (octetos o bits) y c) los propios valores de los datos.

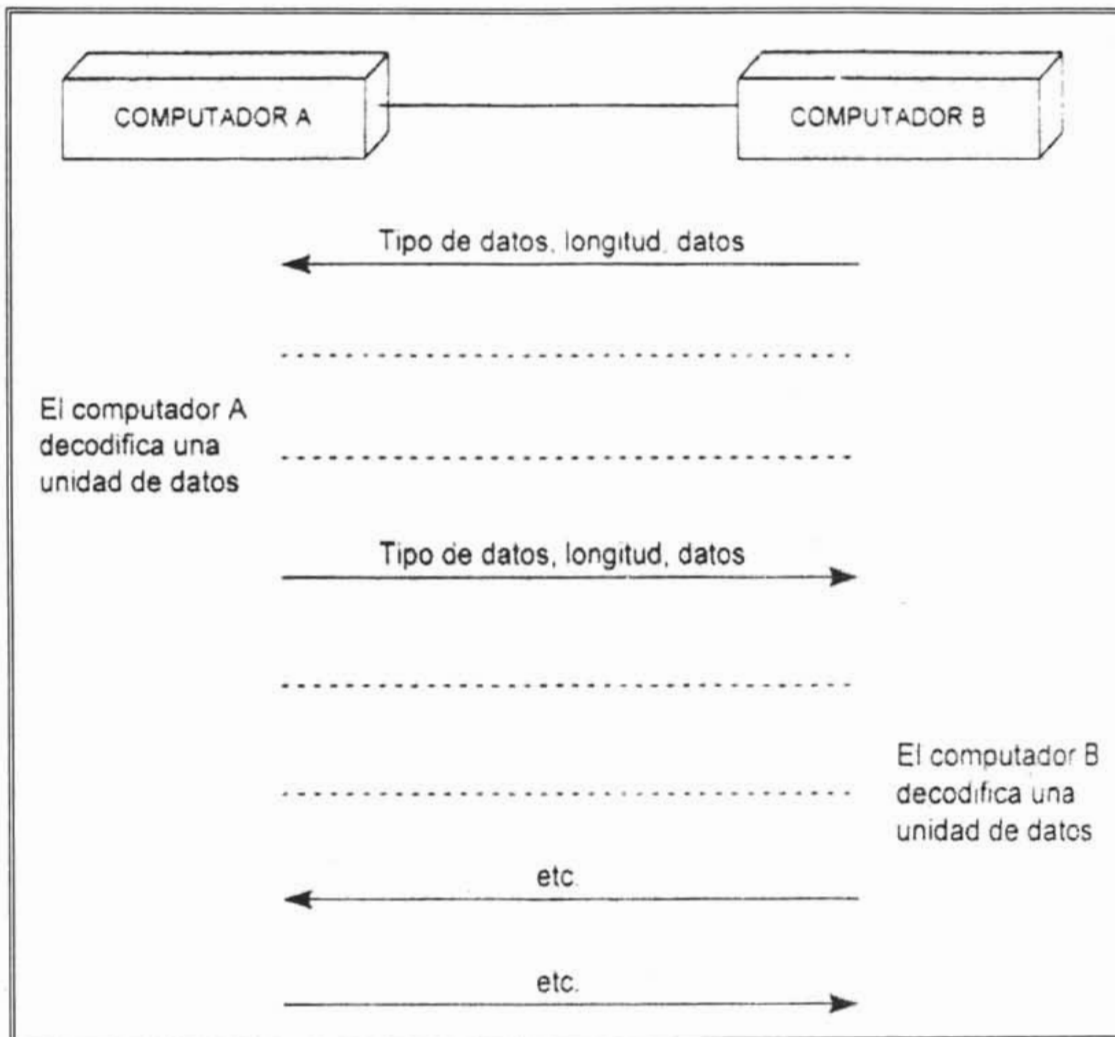


FIGURA 1.13 El Esquema de la Sintaxis de Transferencia

Mediante el uso de una sintaxis de transferencia común, se puede programar computadoras diferentes para que reconozca las reglas de sintaxis comunes y decodifiquen correctamente las unidades de datos.

Las máquinas que se comunican utilizando la sintaxis abstracta codificada en ASN.1 con una sintaxis de transferencia específica. Esto se realiza mediante un identificador de contexto de presentación (PCI). El PCI se puede utilizar para identificar el contexto necesario para realizar transferencias entre dos máquinas. La suma de todos los contextos se denomina *conjunto de contextos definidos* (DCS).

En la figura 1.14 se muestra un campo que consta de "tres subcampos". Se utilizan dos bits para identificar si la clase es universal, específica de contexto, privada o específica de aplicación.

El bit P / C significa primitivo / complejo. Este bit se pone a cero si el objeto es un tipo simple; se pone a uno si es un tipo complejo o estructurado, es decir, si consta de más de un tipo. Los restantes cinco bits contienen el valor del identificador. Puede ser un número identificador universal o bien específico de contexto o de aplicación.

El campo de los bits 1, 2, 3 4 y 5 debe preceder a cada valor. En consecuencia el uso de la sintaxis de transferencia produce una sobre carga considerable.

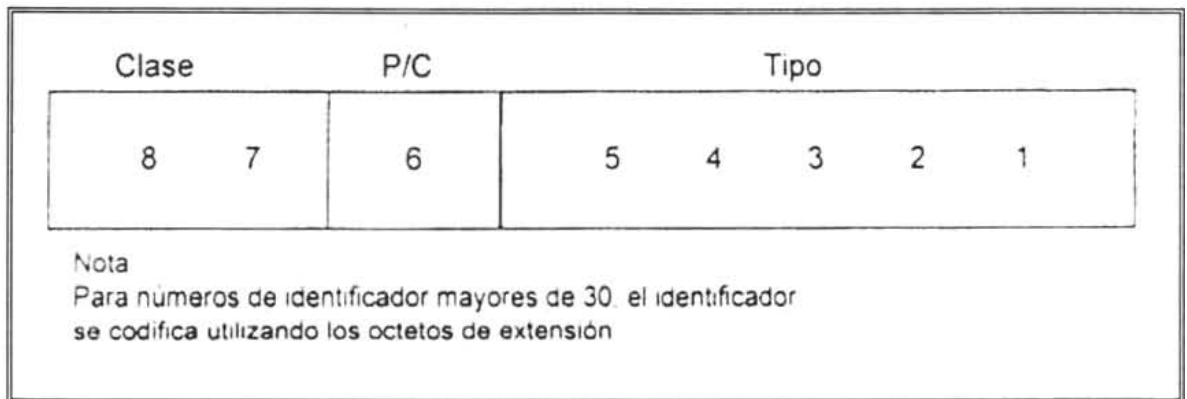


FIGURA 1.14 Campo de 8 bits

1.11 CAPA DE APLICACIÓN

La capa de aplicación contiene los programas del usuario (a los que también se les conoce como aplicaciones), que hacen el trabajo real para el cual fueron adquiridos las computadoras. Estos programas utilizan los servicios que ofrece la capa de presentación para sus necesidades de comunicación. Sin embargo, ciertas aplicaciones, como la transferencia de archivos, son tan comunes que precisamente se han desarrollado normas para eliminar la necesidad de que cada compañía desarrolle la suya propia y, además, para asegurar que todos utilicen los mismos protocolos. Como la capa de aplicación es compleja y presenta mucha diversidad, se enfocan cuatro importantes protocolos que nos ayudaran a estudiar su estructura.

- ACSE: Elementos de servicio de control de asociación
- RTSE: Elemento de servicio de transferencia fiable
- ROSE: Elemento de servicio de operaciones remotas

- CCR: Depósito, concurrencia y recuperación

Estos protocolos se denominan ASE comunes, debido a que son utilizados por muchas aplicaciones. La mejor forma de interpretar estos protocolos es considerarlos como códigos de comunidad. Las capas superiores del modelo OSI están fuertemente relacionadas entre sí, a diferencia de las capas inferiores, cuya relación es débil y desconocen muchas operaciones que se realizan en otras capas.

Podría argumentarse que las 3 capas superiores del modelo OSI podrían ser en realidad una sola debido a su gran complementariedad y a sus fuertes interacciones. Una capa no podría existir si no existen las otras dos. Es más, si se realiza alguna negociación entre estas tres capas y una entidad en cualquiera de ellos falla, ninguno de ellos puede funcionar.

Las capas se comunican entre sí mediante PSAP y SSAP. Los *elementos de servicio de aplicación* residentes en la capa de aplicación (considerados el conjunto) forman la *entidad aplicación* (AE). Los procesos de aplicación trabajan con la AE. Los procesos de aplicación trabajan con el AE en la capa de aplicación.

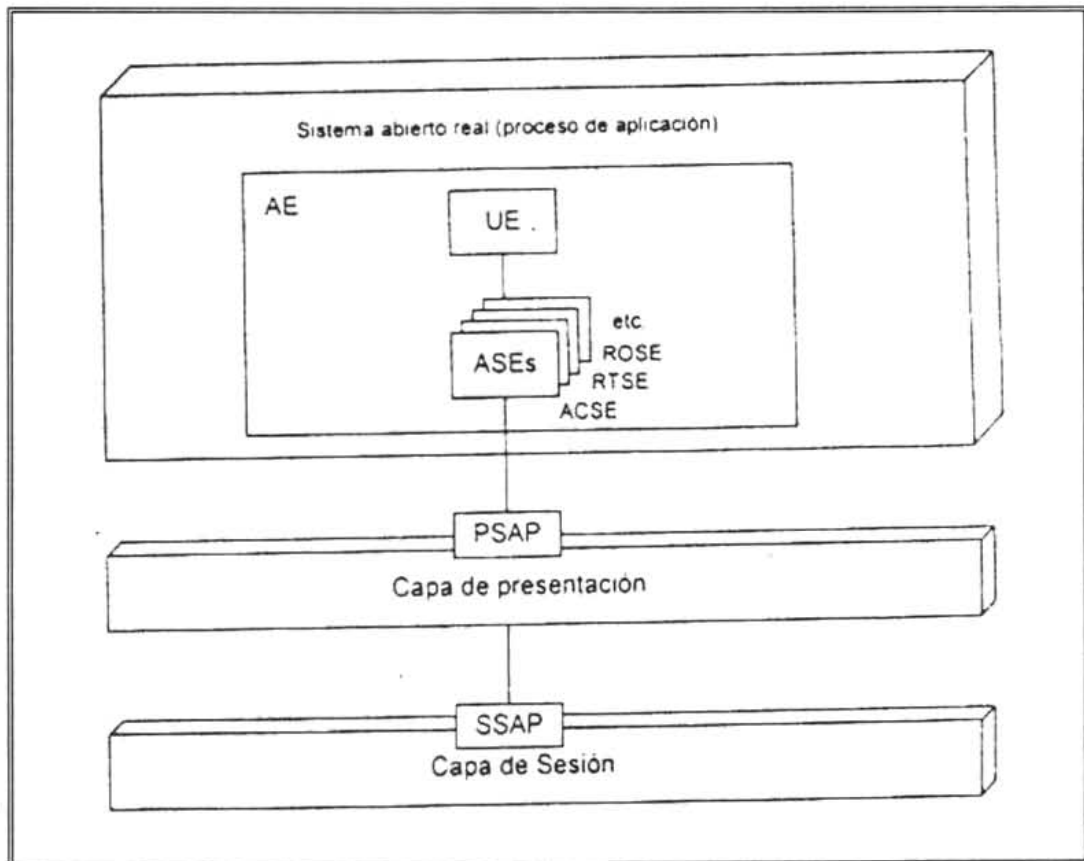


FIGURA 1.15 Arquitectura de las Capas Superiores

La mayoría de las instalaciones utilizan varios ASE muy comunes. El ASE más común y ampliamente utilizado en la capa de aplicación es el *elemento de control de asociación (ACSE)*. Se utiliza para gestionar el establecimiento y el cierre de asociaciones entre aplicaciones.

El *elemento de servicio de transferencia fiable (RTSE)* es responsable de la transmisión fiable en la capa de aplicación y proporciona operaciones de temporización para asegurar la recepción de los datos.

El *elemento de servicio de operaciones remotas (ROSE)* es un servicio de llamada remota de procedimientos (RPC) que es útil para las actividades orientadas a la transacción entre entidades. El protocolo de *comisión, concurrencia y recuperación (CCR)* se utiliza para gestionar el tráfico entre archivos y bases de datos, y para proporcionar puntos de comprobación y vuelta atrás.

ACSE se encarga del "encapsulamiento" de los diversos elementos de servicio de aplicación necesarios para dar soporte a las aplicaciones de usuario final. El conjunto de las tres capas superiores, junto con los recursos necesarios para dar soporte a las aplicaciones de usuario final se denomina *contexto de aplicación*.

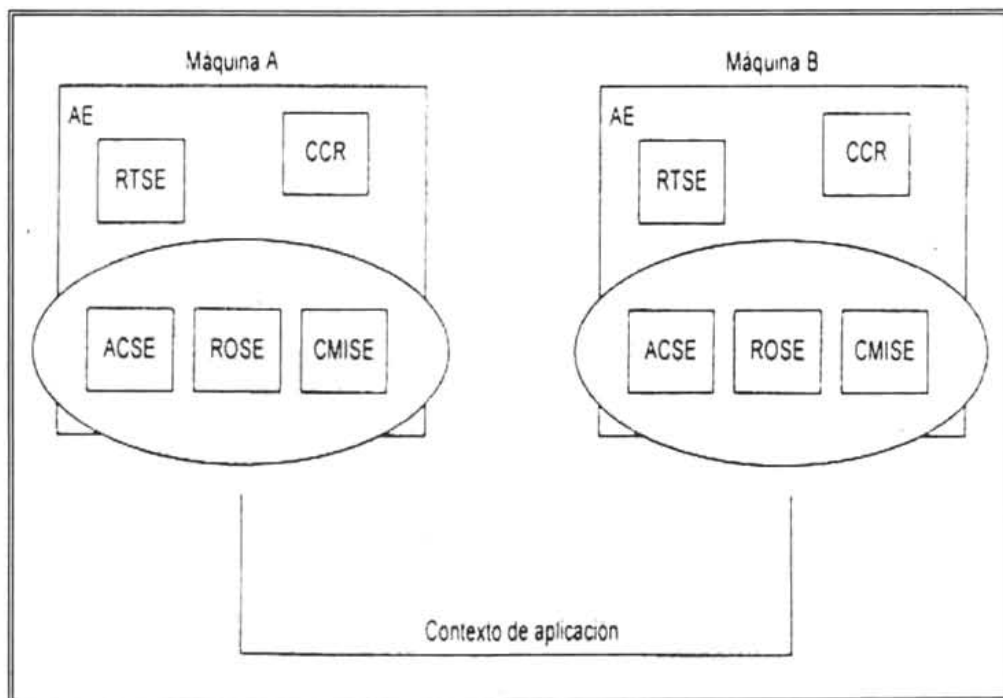


FIGURA 1.16 Contexto de Aplicación

CAPÍTULO II

PROTOCOLO TCP/IP

2.1 INTRODUCCIÓN AL PROTOCOLO TCP/IP

A finales de los años 60 y principios de los 70, las redes no estaban diseñadas de forma tal, que fuera posible compartir recursos entre redes diferentes. Por su parte, los administradores de las redes no permitían que los usuarios invadieran sus recursos por motivos de seguridad. Además experimentaban una utilización excesiva de los recursos de las redes.

Como resultado era difícil que los usuarios extendieran el uso de los sistemas de información a otros usuarios entre redes diferentes. O bien las redes eran incompatibles entre sí, o no se podían comunicar debido al problema de administración. Desde entonces se ha hecho cada vez más patente la necesidad que las aplicaciones de usuario compartan recursos.

En 1973 la Agencia de Proyectos de Investigación avanzada para la Defensa (DARPA, Defense Advanced Reserch Projects Agency), de los Estados Unidos, inicia un programa para la investigación de tecnologías que permitieran la transmisión de paquetes de información entre redes de diferentes tipos y características. El proyecto tenía por objetivo la interconexión de redes, por lo que se le denominó *internetting*, y la familia de redes de computadoras que surgieron de esta investigación se le denominó *Internet*. Los protocolos desarrollados por DARPA se denominaron conjunto de protocolos TCP/IP, que surgieron de dos conjuntos previamente desarrollados; Los Protocolos de Control de Transmisión (Transmisión Control Protocol) y Protocolo de Internet (Internet Protocol).

2.2 MODELO DE NIVELES DE TCP/IP

Para comprender el funcionamiento de TCP/IP, presentaremos algunos términos y conceptos. En la figura 2.1 se utilizan los términos compuerta (gateway) y sistema de encaminamiento (router) para denominar a los equipos que realizan la retransmisión de datos entre redes.

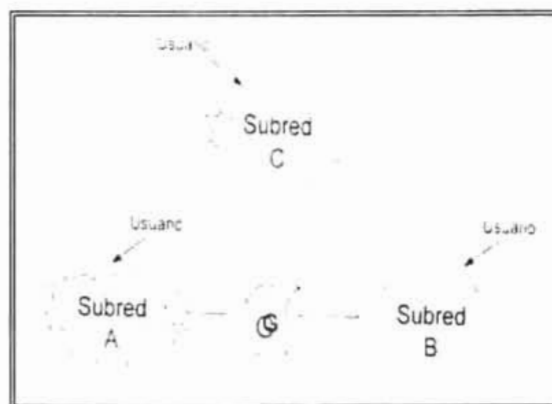


Figura 2.1 Subredes y Compuertas

También se muestra una compuerta situada entre las redes A, B y C, las cuales llamamos o denominamos subredes, las cuales contribuyen en las operaciones globales de interconexión, en la figura las tres subredes forman una interred (Internet).

Las compuertas entre redes se diseñan de forma que sean transparentes a las aplicaciones de los usuarios finales. De hecho, las aplicaciones de usuario residen en las computadoras conectadas a la red. Es raro que las compuertas contengan aplicaciones de usuario. De esta forma la pasarela no necesita encargarse de los protocolos de nivel de aplicación, por lo que se puede dedicar a otras áreas, como la gestión del tráfico entre redes.

También no se ocupa de funciones del nivel de aplicación como el acceso a bases de datos, correo electrónico y gestión de archivos. Por otro lado, la compuerta da soporte a cualquier tipo de aplicación, ya que considera que el mensaje de la aplicación no es más que una unidad de datos de protocolo transparente (PDU, Protocol Data Unit).

La figura 2.2 muestra la relación entre las subredes, las compuertas y los protocolos de nivel. En esta caso, la aplicación del usuario de la computadora A envía una PDU de aplicación al protocolo del nivel de aplicación de la computadora B, como en un sistema de transferencia de archivos. El software de transferencia de archivos realiza unas determinadas funciones y añade una cabecera de transferencia de archivos a los datos del usuario.

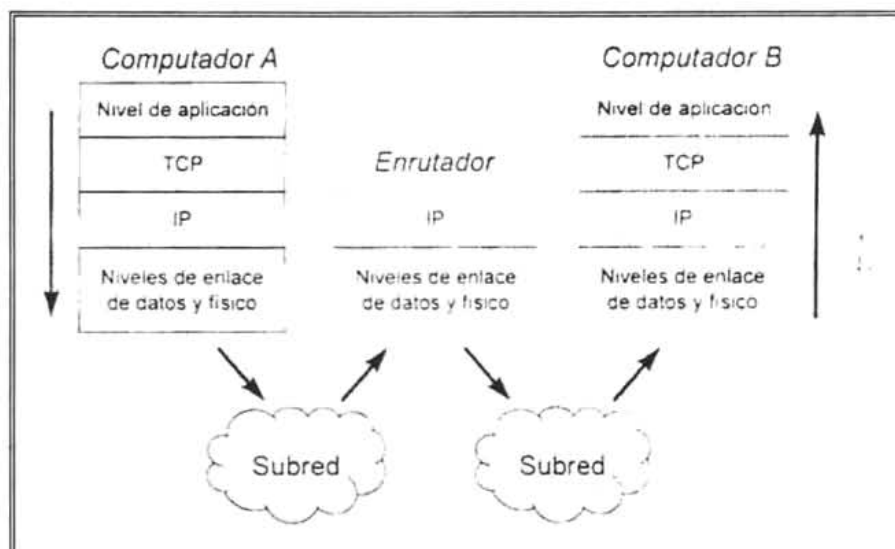


Figura 2.2 Ejemplo de Operaciones de TCP/IP

La información fluye en el sentido de las flechas, es decir, hacia abajo en los niveles de la computadora A, esta unidad se pasa a TCP, que es un protocolo de nivel de transporte. TCP realiza varias funciones y añade una cabecera a la PDU (Protocol Data Unit) que se le transfiere. La unidad de datos se le denominará ahora *segmento*. Las PDU de los niveles superiores son consideradas por TCP como datos.

Después, el TCP pasa el segmento a nivel de red, que trabaja con IP. IP realiza de nuevo unos determinados servicios y añade otra cabecera. La unidad resultante (denominada *datagrama* en la terminología de TCP/IP) se pasa a los niveles inferiores. El nivel de enlace de datos añade otra cabecera, denominada como trama, la cual se envía a través del nivel físico.

TCP/IP no tiene conocimiento de lo que realmente está circulando a través de la red, en este nivel se toman las decisiones de encaminamiento basándose en la información de direccionamiento proporcionada por la computadora principal.

Después de tomar las decisiones de encaminamiento el datagrama se envía al enlace de comunicaciones conectado a la subred apropiada. El datagrama es encapsulado para formar una PDU (denominada trama) en el nivel de enlace de datos y se pasa a la subred siguiente.

La computadora destino recibe el tráfico a través de los niveles inferiores e invierte el proceso que se realizó en la computadora origen A, es decir, realiza el desencapsulado retirando las cabeceras en el nivel apropiado para determinar las acciones a seguir, de esta forma se puede decir que la cabecera correspondiente gobierna las operaciones que se realizan en cada nivel.

De lo anterior podemos decir que el conjunto de protocolos de TCP/IP está compuesto de cuatro capas las cuales se ilustran en la figura 2.3

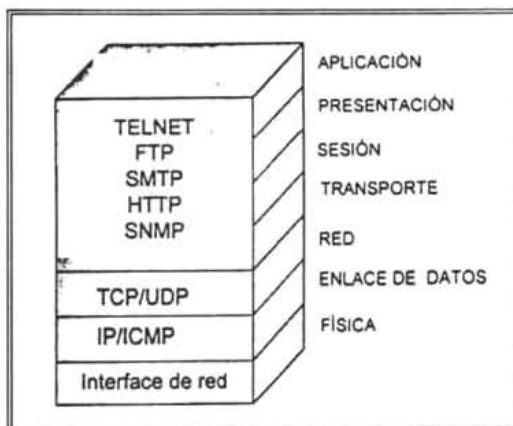


Figura 2.3 Modelos de Niveles TCP/IP

Como se observa en la figura 2.3 se hace referencia al modelo de capas de la ISO en donde las arquitecturas basadas en TCP/IP proponen 4 niveles siendo que las capas de Sesión, Presentación y Aplicación (OSI) son responsabilidad del nivel de Aplicación (TCP/IP) y las capas de Enlace de Datos y Física son vistas como el nivel de interfaz de red.

2.2.1 Interconexión de Redes en TCP/IP

Para entender el funcionamiento de los protocolos TCP/IP debe tenerse en cuenta la arquitectura que ellos proponen para poder comunicar redes. Tal arquitectura ve como iguales a todas las redes a conectarse, sin tomar en cuenta el tamaño de ellas, ya sean locales o de cobertura amplia. Define que todas las redes que intercambiaran información deben estar conectadas a una misma computadora o equipo de procesamiento (dotados con dispositivos de comunicación); a tales computadoras se les denominan compuertas (gateways), pudiendo recibir otros nombres como enrutadores o puentes.

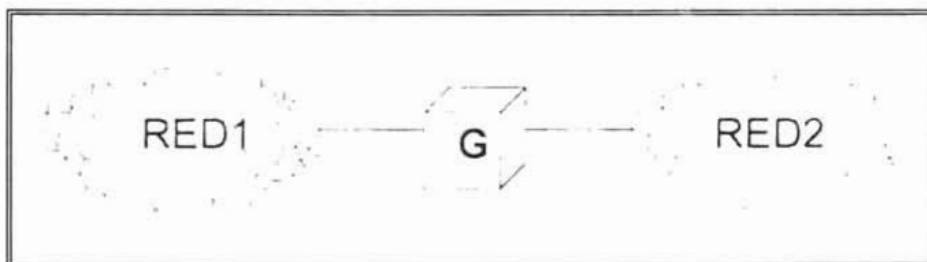


Figura 2.4 Compuerta Interconectando Dos Redes

Para una interconexión de redes en TCP/IP se deben seguir las siguientes metas:

- Independencia de tecnología de conexión a bajo nivel y la arquitectura de la computadora
- Conectividad universal a través de la red
- Reconocimiento de extremo a extremo
- Protocolos de aplicación estandarizados

Además deberá tener las siguientes características:

- Protocolos de no conexión en el nivel de red
- Conmutación de paquetes entre nodos
- Protocolos de transporte con funciones de seguridad
- Conjunto común de programas de aplicación
- Las redes se comunican mediante compuertas
- Todas las redes son vistas como iguales

TCP/IP puede funcionar conjuntamente con una amplia variedad de protocolos. Los protocolos que se apoyan en TCP son ejemplos de protocolos de capa de aplicación, que suministran servicios como la transferencia de archivos, correo electrónico, servicios de terminales, etc. Los dos niveles inferiores representan las capas física y de enlace de datos, los cuales se realizan con una amplia variedad de normas y protocolos.

2.3 NIVEL DE ENLACE DE DATOS Y FÍSICO

Al igual que en el modelo OSI, es el nivel más bajo de la arquitectura y es el encargado de emitir al medio físico los flujos de bit y recibe los que de él provienen. Consiste en definir el tipo de medio de transmisión a emplear, como son cable coaxial, par trenzado, fibra óptica o alguna línea telefónica. Independientemente del medio de transmisión que se utilice se requiere de una interfaz de red la cual transmitirá las señales.

2.4 NIVEL DE PROTOCOLO DE INTERNET

Este nivel se encarga de controlar la comunicación entre un equipo y otro, decide que rutas deben seguir los paquetes de información para alcanzar su destino. Estructura los paquetes IP que serán enviados por la capa inferior. Desencapsula los paquetes recibidos, pasando al nivel superior la información dirigida a una aplicación.

Para que en una red, dos computadoras puedan comunicarse entre sí, ellas deben estar identificadas con precisión. Este identificador puede estar definido en niveles bajos (identificador físico) o en niveles altos (identificador lógico) dependiendo del protocolo utilizado. TCP/IP utiliza un identificador denominado dirección de Internet o dirección IP, cuya longitud es de 32 bits. La dirección IP identifica tanto a la red que pertenece una computadora, como a ella misma dentro de dicha red.

Este nivel es capaz de realizar la conmutación de paquetes en caso de utilizar una compuerta para cambiar de TCP/IP a DECNET. Una compuerta que encamina datos desde una subred a otra también trabaja en este nivel.

Todos los demás protocolos se montan sobre el Protocolo Internet, IP, lo podemos describir como el sobre que lleva la dirección, y contiene el número IP del sistema al que se dirige el paquete. Este nivel también, maneja el protocolo de mensaje de control de Internet (ICMP) el cual se describirá más adelante.

El modelo OSI se diseñó para que fuera genérico en lugar de específico para la arquitectura TCP/IP o cualquier metodología de red conocida. El nivel OSI equivalente al nivel IP se llama capa de red.

Las tareas principales del protocolo de Internet son direccionamiento de los datagramas de información entre computadoras y la administración del proceso de fragmentación de dichos datagramas, así como las rutas alternas en caso de problemas, como es el caso de congestión.

El protocolo de Internet está orientado a la no conexión, lo que significa que no se preocupa acerca de los nodos a través de los cuales pasa un datagrama a lo largo de la ruta, e incluso en que máquinas se inicia y termina el datagrama. Esta información se encuentra en el encabezado, pero el proceso de analizar y pasar el datagrama no tiene nada que ver con el análisis por parte de IP del envío y la recepción de las direcciones IP.

2.4.1 Estructura IP

Como se ha mencionado las redes TCP/IP identifican a las computadoras y las redes en las que están conectadas y esto lo hacen utilizando formatos de 32 bits. Tomando tal cual está definida una dirección IP, podría surgir la duda de cómo identificar que parte de la dirección identifica a la red y que parte al nodo en dicha red. Lo anterior se resuelve mediante la definición de las "Clases de direcciones IP".

Para clarificar lo anterior veamos que una red con dirección clase A queda precisamente definida con el primer octeto de la dirección, la clase B con los dos primeros y la C con los tres primeros octetos. Los octetos restantes definen los nodos en la red específica.

Haciendo referencia a la tabla 1 las direcciones de la clase A se utilizan para redes con un gran número de computadoras conectadas. El campo identificador de computadora tiene 24 bits, por lo que se podría identificar hasta 2^{24} computadoras. El identificador de red ocupa 7 bits, con lo que se podría identificar hasta 127 redes (con valores de 1 a 127).

Clases	Número de redes	Número de nodos	Rango de direcciones IP					
A	127	16,77,215	1.0.0.0 a la 127.0.0.0					
B	4095	65,535	128.0.0.0 a la 191.255.0.0					
C	2,097,151	255	192.0.0.0 a la 223.255.255.0					
Clase								
	0	1	2	3	8	16	24	31
A	0	Id. de red			Id de nodo			
B	1	0	Id. de red			Id. de nodo		
C	1	1	0	Id. de red			Id. de nodo	
D	1	1	1	0	Dirección		Multiemisión	
E	1	1	1	1	0	reservado	usos	futuros

Tabla 2.1 Clase de Direcciones IP

Las direcciones de clase B se utilizan para redes de tamaño intermedio. El identificador de red utiliza 14 bits y el identificador de ordenador 16 bits, por lo que se podrían identificar hasta 4095 redes. Las redes de clase C contienen al menos 256 PC's (2^8). El identificador de red utiliza 21 bits con lo cual podemos identificar hasta 2,097,151 redes. Por último las direcciones de clase D y E están reservadas para multiemisión y para usos futuros respectivamente.

Se ha mencionado que el enrutamiento sirve para alcanzar redes distantes. También se señaló que las direcciones IP se agrupan en clases. Ahora bien para cada clase se pueden contar con un número determinados de subredes. Las subredes son redes físicas independientes que comparten la misma dirección IP (es decir, aquella que identifica a la red principal). La pregunta entonces es ¿Cómo se logra que equipos que comparten el mismo identificador pero se sitúan en redes diferentes podrán comunicarse usando compuertas?

La solución a este problema es determinando una máscara de dirección. Por ejemplo: supóngase que la dirección IP de un equipo es 148.204.151.4 y la máscara de subred es 255.255.255.0, por lo tanto el equipo está en la subred 148.204.151.0.

Recordemos que los protocolos TCP/IP están enfocados a la transmisión de paquetes de información, buscando la independencia de la arquitectura de la red. Arquitecturas como la Ethernet logran la comunicación solo mediante el conocimiento de la dirección física de las computadoras.

Así en cada computadora que opere con el protocolo IP debe contar con algún procedimiento para la traslación de la dirección IP a la dirección física de la computadora con la que establezca comunicación.

Lo anterior conlleva a que las subredes en IP:

- Son redes físicas distintas que comparten una misma dirección IP
- Deben identificarse una de otra usando una máscara de subred
- La máscara de subred es de 4 bytes para obtener el número de subred se realiza una operación AND lógica entre ella y la dirección IP de algún equipo
- La máscara de subred deberá ser la misma para todos los equipos de la red IP

2.4.2 Características de IP

IP es un protocolo de servicio orientado a no-conexión. Permite sin establecimiento de llamada previa, el intercambio de datos entre dos computadoras. IP oculta la subred que hay debajo de los usuarios finales. Crea para ellos una red virtual, es decir permite que diferentes redes se conecten a una compuerta IP.

Dado que IP es un protocolo de tipo datagrama, no proporciona procedimientos de recuperación de errores en las redes subyacentes, ni mecanismos de control de flujo. Los datos de usuario (datagramas) pueden perderse, duplicar o incluso llegar desordenados. No es trabajo de IP el ocuparse de estos problemas, la mayoría de estos problemas pasan al nivel superior, TCP.

IP soporta operaciones de fragmentación. La fragmentación es una operación por la que la unidad de datos de protocolo (PDU) se divide y segmenta en unidades más pequeñas.

2.4.3 Protocolo de Resolución de Direcciones (ARP)

Una conversión dinámica de direcciones Internet a direcciones físicas es la más adecuada, debido a que se obtiene la dirección física por respuesta directa del nodo que posee la dirección destino. Una vez que la dirección física se obtiene ésta es guardada en una tabla temporal para subsecuentes transmisiones, de no ser así podría haber una sobrecarga de tráfico en la red debido a la conversión de direcciones por cada vez que se transmitiera un paquete.

El protocolo ARP (Address Resolution Protocol), provee un método para sistemas en una red de área local, para encontrar la dirección de un servidor en una subred, cuando conozcamos su dirección de Internet. De manera general el ARP tiene las siguientes características:

- Permite a un equipo obtener la dirección física de un equipo destino, ubicado en la misma red física, proporcionando solamente la dirección IP destino
- Las direcciones IP y física de la computadora que consulta, es incluida en cada emisión general ARP, el equipo que contesta toma esta información y actualiza su tabla de conversión
- ARP es un protocolo de bajo nivel que oculta el direccionamiento de la red en las capas inferiores, permitiendo asignar, a nuestra elección, direcciones IP a los equipos en una red física

La implementación del protocolo ARP es la siguiente:

La interfaz de red recibe un datagrama IP para enviar a un equipo destino, en este nivel se coteja la tabla temporal de conversión, si existe una referencia adecuada de ésta se incorpora al paquete y éste se envía. Si no existe la referencia, un paquete ARP de emisión general, con la dirección IP destino, es generado y enviado.

Todos los equipos en la red física reciben el mensaje general y comparan la dirección IP que contienen con la suya propia, enviando un paquete de respuesta que contiene su dirección IP. La computadora origen actualiza su tabla temporal y envía el paquete IP original, y los subsecuentes, directamente a la computadora destino.

En la tabla 2.2 se describen cada uno de los campos que conforman el formato del mensaje ARP.

CAMPO	DESCRIPCIÓN
HLEN	Longitud de la dirección del hardware
PLEN	Longitud de la dirección del protocolo
Operación	Indica si es mensaje de consulta o de respuesta
HW Emisor	Dirección física del emisor
IP Emisor	Dirección IP del emisor
HW Destino	Dirección física del destino
IP Destino	Dirección IP del destino

Tabla 2.2 Formato de Mensaje de ARP

2.4.4 Protocolo de Mensaje de Control de Internet (ICMP)

Como se ha mencionado el protocolo de Internet es un protocolo orientado a no-conexión, por lo que, no proporciona mecanismos de corrección ni de información de errores. Se basa en un módulo denominado ICMP (Internet Control Message Protocol) para:

- a) Informar de los errores ocurridos en el procesamiento de los datagramas
- b) Proporcionar algunos mensajes de administración

Este protocolo reporta sobre destinos inalcanzables, indica el control de flujo de datagramas y la congestión de ellos, controla los requerimientos de cambio de rutas entre compuertas, detecta rutas circulares o excesivamente largas y también verifica la existencia de trayectorias hacia alguna red y el estatus de la misma.

Su función es la notificación de eventos, en los que los paquetes enviados no alcanzaron su destino. Proporciona un medio de transporte para que los equipos de compuerta envíen mensajes de control y error. ICMP no está orientado a la corrección de errores, sólo a su notificación.

ICMP reside en computadoras o en compuertas y acompaña a IP. Se utiliza entre computadoras y compuertas por diversas razones, entre ellas:

- a) Cuando no se pueden enviar los datagramas
- b) Cuando las compuertas encaminan el tráfico por rutas más cortas
- c) Cuando una compuerta no dispone de suficiente capacidad de almacenamiento (buffer) para retener y enviar PDU's

ICMP notificará a la computadora si el destino no se puede alcanzar. Es también responsabilidad de ICMP crear un mensaje de tiempo sobrepasado en el caso de que expire el periodo de vida de un datagrama.

ICMP realiza también ciertas funciones de edición para determinar si la cabecera de IP es errónea o inteligible.

Formato de Mensaje de ICMP

La figura 2.5 muestra el formato de los mensajes ICMP. Estos mensajes se sitúan en la parte de usuario del datagrama IP.

El campo de protocolos de las cabeceras de IP se pone 1 para indicar que se está utilizando ICMP. Todos los mensajes de ICMP contienen tres campos: a) *el campo de tipo* que define el tipo de mensaje, b) *el campo de código* que describe el tipo de error o información de estatus y c) *el campo de checksum* para calcular un complemento de unos 16 bits del mensaje de ICMP.

El mensaje de errores ICMP, lleva también la cabecera de Internet y los primeros 64 bits del campo de usuario. Estos bits son muy útiles en el análisis y resolución de problemas.

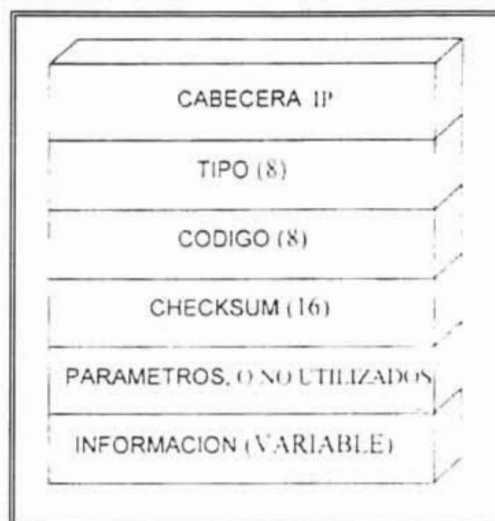


Figura 2.5 Formato de Mensaje ICMP

Como se mencionó anteriormente, el formato de ICMP cambia dependiendo de la función que realice, exceptuando los campos de *Tipo*, *Código* y *Checksum*. Un 1 en el campo de protocolo de mensaje IP indicará que se trata de un datagrama ICMP.

La función de un mensaje determinado ICMP estará definida por el campo de Tipo; el campo Código proporciona información adicional para realizar la función; el campo de Checksum sirve para efectuar una verificación por suma que solo corresponde al mensaje ICMP.

2.4.5 Enrutamiento de Datagramas IP

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

Enrutamiento Directo: Es la transmisión de datagramas IP entre dos equipos de la misma red física sin la intervención de compuertas. El emisor encapsula el datagrama en la trama de la red, efectuando la vinculación entre la dirección física y la dirección IP, y envía la trama resultante en forma directa al destinatario.

Enrutamiento Indirecto: Las compuertas forman una estructura cooperativa, interconectada, por medio de ellas se envían los datagramas hasta que se alcanza a otra compuerta, esta puede distribuirla en forma directa a la red destino.

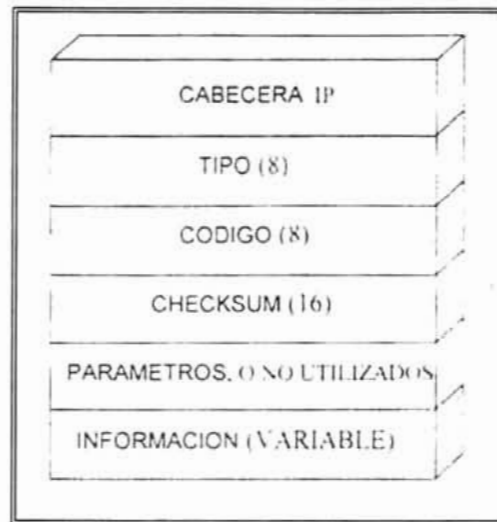


Figura 2.5 Formato de Mensaje ICMP

Como se mencionó anteriormente, el formato de ICMP cambia dependiendo de la función que realice, exceptuando los campos de *Tipo*, *Código* y *Checksum*. Un 1 en el campo de protocolo de mensaje IP indicará que se trata de un datagrama ICMP.

La función de un mensaje determinado ICMP estará definida por el campo de Tipo; el campo Código proporciona información adicional para realizar la función; el campo de Checksum sirve para efectuar una verificación por suma que solo corresponde al mensaje ICMP.

2.4.5 Enrutamiento de Datagramas IP

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

Enrutamiento Directo: Es la transmisión de datagramas IP entre dos equipos de la misma red física sin la intervención de compuertas. El emisor encapsula el datagrama en la trama de la red, efectuando la vinculación entre la dirección física y la dirección IP, y envía la trama resultante en forma directa al destinatario.

Enrutamiento Indirecto: Las compuertas forman una estructura cooperativa, interconectada, por medio de ellas se envían los datagramas hasta que se alcanza a otra compuerta, esta puede distribuirla en forma directa a la red destino.

En este direccionamiento un equipo debe enviar a una compuerta el datagrama con destino a una red física distante. La compuerta de la red física envía el datagrama a otras compuertas hasta alcanzar a aquel que puede emitirlo en forma directa a la red destino. La compuerta debe conocer las rutas hacia las diferentes redes externas, ellas pueden utilizar a su vez un enrutamiento indirecto en el caso de no conocer la ruta a una red específica. Las compuertas conocen las trayectorias de una a otra red mediante tablas de enrutamiento.

Tablas de Ruteo IP: Este es el algoritmo comúnmente utilizado para el enrutamiento de IP. Las tablas de enrutamiento están presentes en todo equipo que almacene información de cómo alcanzar posibles destinos. En las tablas no se almacena la ruta específica de un equipo, sino la dirección de la red donde se encuentre. Cada puerto de comunicación de la compuerta debe poseer una dirección IP.

Debido a que en el enrutamiento directo, los datagramas se transmiten de un equipo a otro, en la misma red física, el proceso es muy eficiente. La vinculación entre la dirección física y la IP se realiza mediante el ARP.

En el indirecto, la transmisión del datagrama se efectúa mediante la intersección de las compuertas. Aquí la compuerta que actúa como ruteador debe estar provista de mecanismos para conocer, y por tanto decidir, la trayectoria de la red que se desea alcanzar.

2.5 PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA IP

En los párrafos anteriores se mencionó que el protocolo de Internet IP no estaba diseñado para solucionar problemas, ni puede garantizar el envío de tráfico. IP está diseñado para descartar los datagramas obsoletos o que han sobrepasado el número de saltos entre redes permitidos.

Ciertas aplicaciones de usuario que han llegado requieren asegurarse de que todos los datagramas han llegado correctamente a su destino. Los mecanismos para realizar estos importantes servicios residen en la capa de TCP (Transfer Control Protocol). TCP debe ser capaz de satisfacer un amplio rango de requerimientos de las aplicaciones, debe ser capaz también de adaptarse a un entorno dinámico en la interred, debe ser capaz de establecer y gestionar sesiones (conexiones lógicas) entre los usuarios locales y remotos.

Esto significa que TCP debe tener conocimiento de las actividades de los usuarios para dar soporte a la transferencia de sus datos por la interred.

Como se observó en la figura 2.3 TCP reside en el nivel de transporte del modelo de capas convencionales (OSI). En la figura se puede observar que TCP no está cargado en las computadoras. TCP está diseñado para residir en las computadoras o en las máquinas que se ocupan de conservar la integridad de la transferencia de datos entre extremos. Lo más común es que TCP reside en las computadoras de usuario.

TCP provee comunicación extremo a extremo desde un programa de aplicación a otro, regula el flujo de información. Puede proveer un transporte confiable asegurándose que los datos lleguen sin errores y en la secuencia correcta.

Coordina a múltiples aplicaciones que se encuentren interactuando con la red simultáneamente de tal manera, que los datos que envíe una aplicación remota, esto lo hace añadiendo identificadores de cada una de las aplicaciones. Realiza además una verificación por suma, para asegurar que la información no sufrió alteraciones durante su transmisión.

Es TCP quien se debe de encargar de las tareas de fiabilidad, control de flujo, secuenciamiento, aperturas y cierres de sesiones.

2.5.1 Funciones de TCP

Como se mencionó anteriormente TCP proporciona comunicación bidireccional completa mediante circuitos virtuales, desde el punto de vista del usuario de la información es transmitida por flujos de datos. Tiene una confiabilidad en la transmisión de datos, por medio de asignación de números de secuencia a la información segmentada y validaciones por suma, también este protocolo realiza un reconocimiento de los paquetes recibidos utilizando el principio de ventana deslizante para esperar reconocimientos y reenviar información.

También proporciona un mecanismo fiable para la transferencia de flujos de información, aunque está íntimamente relacionado con IP, TCP es un protocolo independiente de propósito general ya que es un protocolo de alto nivel, su función es que grandes volúmenes de información lleguen correctamente a su destino, pudiendo recobrar la pérdida esporádica de paquetes.

Como TCP es un protocolo orientado a conexión, este debe mantener la información del estado de cada cadena de datos de usuario que circula por él. TCP es responsable de la transferencia de cada uno de los caracteres (bytes u octetos) que recibe del nivel superior correspondiente. En consecuencia, utiliza números de secuencia y aceptaciones / rechazo.

Cada octeto transmitido lleva asignado un número de secuencia. El módulo TCP receptor utiliza una rutina de checksum para comprobar la posible existencia de daños en los datos, producidos mediante el proceso de transmisión. Si los datos son aceptables, TCP envía una captación positiva al módulo TCP remitente. Si los datos han sido dañados, el TCP receptor los descarta y utiliza un número de secuencia para informar al TCP remitente el problema.

Como muchos otros protocolos orientados a conexión, TCP emplea temporizadores para garantizar que no trascorra un lapso de tiempo demasiado grande antes de la transmisión de aceptaciones desde el nodo receptor y/o de la transmisión de datos desde el nodo transmisor.

TCP recibe datos de un protocolo de nivel superior de forma orientada a cadenas. Este tipo de protocolos se diseñan para enviar caracteres separados y no bloques, tramas o datagramas. Los datos son enviados por un protocolo de nivel superior en forma de cadenas, byte por byte. Cuando llegan a TCP, los bytes son agrupados para formar segmentos TCP. Dichos segmentos se transfieren a IP para su transmisión al siguiente destino. La longitud del segmento también lo determina TCP.

TCP comprueba la duplicidad de los datos. En el caso de que el TCP remitente decida transmitir los datos, el TCP es capaz de descartar los datos redundantes. Estos datos redundantes podrían aparecer en la interred, por ejemplo cuando el TCP receptor no acepta el tráfico de manera temporizada, el TCP remitente tomará la decisión de retransmitir los datos.

Además de la transmisión de cadenas, TCP soporta también el concepto de función *push*. Esta función se utiliza cuando una aplicación desea asegurarse de que todos los datos que han pasado al nivel inferior se han transmitido.

Para hacer esto, la función *push* gobierna la gestión del buffer de TCP, para obtener esta función, el protocolo de nivel superior envía una orden a TCP con un indicador de parámetro de *push* a 1. Esta operación implica que TCP envía todo el tráfico almacenado en forma de segmento o segmentos hacia su destino.

Como se mencionó antes, TCP descansa sobre un protocolo no orientado a conexión, por lo que es muy posible que en la interred se creen datagramas duplicados. En este aspecto TCP también elimina los datagramas duplicados.

El módulo TCP receptor se ocupa del control de flujo de los datos del transmisor, lo que es muy útil para evitar el desbordamiento de los dispositivos de almacenamiento y la saturación de la máquina receptora. La idea que utiliza TCP es algo poco usual en protocolos de comunicaciones.

Cada octeto transmitido lleva asignado un número de secuencia. El módulo TCP receptor utiliza una rutina de checksum para comprobar la posible existencia de daños en los datos, producidos mediante el proceso de transmisión. Si los datos son aceptables, TCP envía una captación positiva al módulo TCP remitente. Si los datos han sido dañados, el TCP receptor los descarta y utiliza un número de secuencia para informar al TCP remitente el problema.

Como muchos otros protocolos orientados a conexión, TCP emplea temporizadores para garantizar que no trascorra un lapso de tiempo demasiado grande antes de la transmisión de aceptaciones desde el nodo receptor y/o de la transmisión de datos desde el nodo transmisor.

TCP recibe datos de un protocolo de nivel superior de forma orientada a cadenas. Este tipo de protocolos se diseñan para enviar caracteres separados y no bloques, tramas o datagramas. Los datos son enviados por un protocolo de nivel superior en forma de cadenas, byte por byte. Cuando llegan a TCP, los bytes son agrupados para formar segmentos TCP. Dichos segmentos se transfieren a IP para su transmisión al siguiente destino. La longitud del segmento también lo determina TCP.

TCP comprueba la duplicidad de los datos. En el caso de que el TCP remitente decida transmitir los datos, el TCP es capaz de descartar los datos redundantes. Estos datos redundantes podrían aparecer en la interred, por ejemplo cuando el TCP receptor no acepta el tráfico de manera temporizada, el TCP remitente tomará la decisión de retransmitir los datos.

Además de la transmisión de cadenas, TCP soporta también el concepto de función *push*. Esta función se utiliza cuando una aplicación desea asegurarse de que todos los datos que han pasado al nivel inferior se han transmitido.

Para hacer esto, la función *push* gobierna la gestión del buffer de TCP, para obtener esta función, el protocolo de nivel superior envía una orden a TCP con un indicador de parámetro de *push* a 1. Esta operación implica que TCP envía todo el tráfico almacenado en forma de segmento o segmentos hacia su destino.

Como se mencionó antes, TCP descansa sobre un protocolo no orientado a conexión, por lo que es muy posible que en la interred se creen datagramas duplicados. En este aspecto TCP también elimina los datagramas duplicados.

El módulo TCP receptor se ocupa del control de flujo de los datos del transmisor, lo que es muy útil para evitar el desbordamiento de los dispositivos de almacenamiento y la saturación de la máquina receptora. La idea que utiliza TCP es algo poco usual en protocolos de comunicaciones.

Se basa en enviar al dispositivo transmisor un valor de "ventana", de esta manera se le permite al transmisor enviar un número máximo de bytes igual al valor de su ventana. Cuando se ha llegado a ese valor, la ventana se cierra y el transmisor debe de interrumpir el envío de datos.

TCP proporciona una transmisión de modo duplex integral entre las entidades que se comunican. De esta forma, la transmisión se puede efectuar en ambos sentidos sin necesidad de esperar a la señal de indicación de cambio de sentido, la cuál es necesaria en las transmisiones semiduplex. Además, TCP permite a los usuarios especificar niveles de seguridad y prioridades en las conexiones.

TCP proporciona el cierre seguro de los circuitos virtuales (conexión lógica entre 2 usuarios). El cierre seguro se ocupa de que todo el tráfico sea reconocido antes de la desactivación del circuito virtual.

En general cada vez que un paquete es enviado se inicializa un contador de tiempo, cuando se alcanza el tiempo de expiración, sin haber recibido el reconocimiento, el paquete se reenvía y al llegar el reconocimiento el tiempo de expiración se cancela.

Cada paquete que es enviado, se le asigna un número de identificador, el equipo que lo recibe deberá enviar un reconocimiento de dicho paquete, lo que indicara que fue recibido.

Si después de un tiempo dado, el reconocimiento no ha sido recibido el paquete se volverá a enviar. Obsérvese que puede darse el caso en el que el reconocimiento sea el que se pierda, en este caso se reenviará un paquete repetido.

2.5.2 Bloque de Control de Transmisión (TCB)

Como TCP debe de recordar varias cosas durante la conexión virtual, almacena esa información en un *Bloque de Control de Transmisión* (TCB), entre la información que se almacena, están los punteros de los buffers de transmisión y recepción, los punteros de cola de retransmisión, los valores de seguridad y prioridad de conexión y el segmento en curso. El TCB contiene también varias variables asociadas a los números de secuencias de envío y recepción.

2.5.3 Concepto de Ventana Deslizante

Si el protocolo solo contara con reconocimientos positivos, gran parte de la capacidad de la red estaría desperdiciada, pues no se enviarán más paquetes hasta recibir el reconocimiento del último paquete enviado.

El concepto de ventana deslizante hace que exista una continua transmisión de información, mejorando el desempeño de la red.

Primeramente se define un tamaño de la ventana, que serían el número de paquetes a enviar sin esperar reconocimiento de ellos. Conforme se recibe el reconocimiento de los primeros paquetes transmitidos, la ventana avanza de posición enviando los paquetes siguientes. Los reconocimientos pueden recibirse en forma desordenada.

2.5.4 Formato de Segmento de TCP

Las PDU's que se intercambian entre dos módulos de TCP se denominan *segmentos*. En la figura 2.6 se muestra el formato de un segmento. El segmento se divide en dos partes, la parte de la cabecera y la parte de datos.

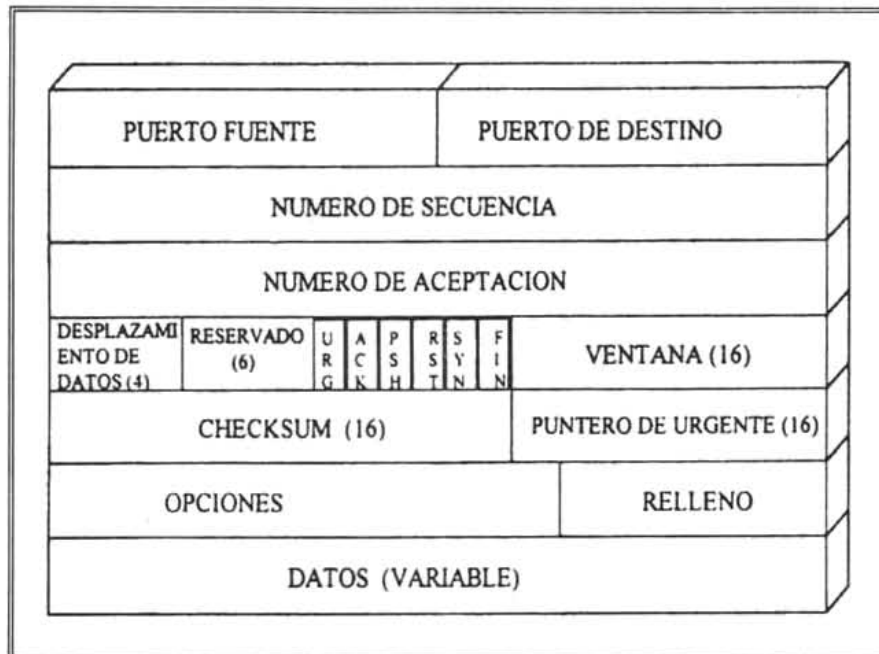


Figura 2.6 Segmento TCP (PDU)

Los dos primeros campos del segmento se denominan puerto de fuente y puerto de destino. Estos dos campos de 16 bits identifican a los programas de aplicación de nivel superior que utilizan la conexión TCP.

El siguiente campo se denomina número de secuencia. Este campo contiene el número de secuencia del primer octeto del campo de datos del usuario. Este campo especifica la posición de la cadena de bits del módulo transmisor. Si dos entidades TCP utilizan el segmento de solicitud de conexión, entonces el número de secuencia especifica el número de secuencia de envío inicial (ISS, Initial Send Sequence).

El valor del número de aceptación permite aceptar los datos previamente recibidos; este campo contiene el valor del número de secuencia del siguiente octeto que se espera recibir del transmisor.

Como es de esperarse, el campo reservado consta de 6 bits que deben valer 0; estos bits están reservados para usos futuros.

Los 6 bits siguientes se denominan banderas (flags). Son bits de control de TCP y se utilizan para especificar ciertos servicios o utilidades que se pueden utilizar durante la sesión. El valor de algunos de esos bits indican como interpretar otros campos de la cabecera. Los seis bits mencionados llevan la siguiente información:

- URG Indica que el campo de puntero de urgencia es significativo
- ACK Indica si el campo de aceptación es significativo
- PSH Significa que el módulo va a utilizar la función push
- RST Indica que la conexión va a empezar
- SYN Indica que se va a sincronizar los números de secuencias. Sé utiliza en los segmentos de establecimiento de conexión.
- FIN Indica que el remitente no tiene más datos para enviar

El campo siguiente denominado ventana, se pone a un valor que indica cuántos octetos desea aceptar el receptor. Este valor se establece teniendo en cuenta el valor del campo de aceptación (número de aceptación).

El campo de checksum contiene el complemento a 1 de 16 bits del complemento a 1 de la suma de todas las palabras de 16 bits del segmento, incluyendo la cabecera y el texto. El propósito de este cálculo, es determinar si el segmento procedente del transmisor ha llegado libre de errores.

El siguiente campo del segmento, denominado puntero urgente, se utiliza solo si el indicador de URG esta en 1. El objetivo de este puntero, es el de identificar el octeto de datos al que siguen datos urgentes.

El campo de opciones está concebido para facilitar futuras mejoras de TCP. Está diseñado de forma semejante al campo de opción de los datagramas IP, en el sentido de que cada opción se especifica mediante un byte, que especifica el número de opción, un campo que contiene la longitud de la opción, y finalmente, los valores de la opción propiamente dichos. El estándar TCP solo especifica tres opciones:

- 0 Fin de la lista de opciones
- 1 No operación
- 2 Tamaño máximo de segmento

Finalmente el campo de relleno asegura que la cabecera TCP ocupe un múltiplo de 32 bits.

2.5.5 Protocolo de Datagramas de Usuario (UDP)

Este protocolo proporciona los mecanismos primordiales para que los programas de aplicación se comuniquen con otros, en computadoras remotas, utilizando el concepto de puerto para permitir que múltiples conexiones accedan a un programa de aplicación; una de las desventajas es que provee un servicio no confiable orientado a no-conexión.

Dado que el programa de aplicación tiene la total responsabilidad del control de confiabilidad de mensajes duplicados, perdidos, retardados y paquetes fuera de orden.

El Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP, User Datagram Protocol) deja al programa de aplicación la responsabilidad de una transmisión fiable, con él puede darse el caso de que los paquetes se pierdan o bien no sea reconstruidos en forma adecuada, ya que permite un intercambio de datagramas más directo entre aplicaciones y puede elegirse para aquellas que no demanden una gran cantidad de datagramas para operar óptimamente.

Cabe recordar que los protocolos no orientados a conexión no proporcionan fiabilidad ni mecanismos de control de flujo. No proporcionan procedimientos de recuperación de errores. UDP es un protocolo no orientado a conexión. Este protocolo se utiliza en ocasiones como sustituto de TCP cuando no hay que utilizar los servicios de éste. Por ejemplo, varios protocolos de nivel de aplicación, como el protocolos de nivel de aplicación, como el Protocolo de Transferencia de Archivos (TFTP) y la Llamada de Procedimiento Remoto (RCP) utilizan el protocolo UDP.

- **Puerto Fuente:** Este valor identifica el puerto del proceso de aplicación remitente, es decir el número de puerto de la capa de aplicación de servicio de donde proviene el datagrama. Este campo es opcional. Si no se utiliza, se coloca un "0".
- **Puerto Destino:** Este valor identifica el proceso de recepción en la computadora destino. Es el número de puerto de nivel de aplicación de servicio a donde se desea enviar el datagrama.
- **Longitud:** Este valor indica la longitud del datagrama de usuario, incluyendo la cabecera y los datos. Es el tamaño del datagrama UDP. La longitud mínima es de 8 octetos.
- **Checksum:** Este valor contiene el complemento a 1 en 16 bits del complemento a 1 de la suma de la seudocabecera de IP, la cabecera de UDP y los datos. Es un chequeo que se realiza para proteger los datos transportados por UDP.

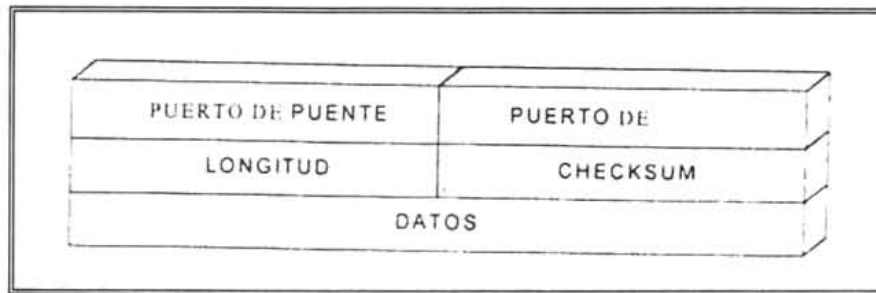


Figura 2.7 Formato UDP

2.6 NIVEL DE APLICACIÓN

Invoca programas que acceden a los servicios en la red. Interactúan con uno o más protocolos de transporte para enviar o recibir datos, en forma de mensajes o bien en forma de flujos de bytes.

En la actualidad se utilizan cientos de protocolos de aplicación. Algunos aún están en fase experimental y otros están en espera de reconocimiento formal. A continuación se describen algunos de los protocolos más comunes y su utilización:

FTP y TELNET: Son los protocolos de aplicación más antiguos que existen. Los primeros sistemas utilizaban solo FTP (File Transfer Protocol) y TELNET para transferir datos de un sistema a otro y ejecutar programas en un sistema remoto. Pero FTP sigue generando la mayor parte del tráfico del Internet. TELNET es usado para servicios de terminales, mientras que FTP para servicios de transferencia de archivos más elaborados.

NNTTP (NETWORK NEWS TRANSFER PROTOCOL): El protocolo de transferencia de noticias, se creó para hacer uso del Internet en la transmisión de estos comunicados en lugar de utilizar conexiones telefónicas caras. Es una extensión del protocolo TCP/IP utilizado para acceder al servicio de noticias de USENET.

NTP: Es el protocolo de horario de red y permite que todos los sistemas sincronicen su hora con un sistema designado como servidor de hora.

SNMP (SIMPLE NETWORK MANAGEMENT): El protocolo sencillo de gestión de red sirve para administrar los sistemas de forma remota. Se ha utilizado mucho anteriormente para supervisar el tráfico de la red y la disponibilidad del sistema. De hecho este robusto protocolo puede utilizarse para realizar muchas tareas de administración rutinarias, usado para servicios de transferencia de mensajes (correo electrónico). Este protocolo describe cómo pasa la información entre dispositivos que informan el estado de la red y los programas de recogida de datos.

SMTP (SIMPLE MAIL TRANSFER PROTOCOL): Es un protocolo en el que se basa el servicio de correo electrónico en Internet. Define el formato que deben tener los mensajes y como deben de ser transmitidos.

X.400: Es un protocolo estándar ISO para enviar mensajes de una red a otra. Forma parte del modelo OSI.

UUCP (UNIX to UNIX COPY): Es un programa que permite copiar archivos de un sistema UNIX en otro a través de una línea telefónica y un módem.

POP3 (POST OFFICE PROTOCOL): Este protocolo permite a los usuarios acceder a una estación y transferir a la computadora todo el correo dirigido a ellos.

RIP, EGP, OSPF, IGP y HELLO: La transferencia de datos del punto A al punto B es una de las funciones primarias de TCP/IP; y estos son algunos de los los protocolos que difunden información y realizan un seguimiento de la ruta que sigue.

SUN-NFS y SUN-RPC: SUN Microsystems fué el primero en la utilización de discos virtuales en TCP/IP cuando se desarrollo NSF. SUN descubrió que necesitaban un protocolo específicamente para ello, y más tarde desarrollo las llamadas a procedimientos remotos (RPC).

NFS (NETWORK FILE SYSTEM): Es un protocolo que permite a una pc acceder a los archivos de otra PC como si fuesen propios, este protocolo es ampliamente utilizado en Internet.

DOMAIN: Este protocolo es la base de sistemas de nombres de dominio, es el servicio principal de nombres para localizar dominios y sistemas en Internet.

TFTP (TRIVIAL FILE TRANSFER PROTOCOL): Es utilizado para servicios simples de transferencia de archivos.

DNS (DOMAIN NAME SERVER): Servidor de nombres de dominio. Cualquiera de los servidores automáticos de Internet que convierten nombres fáciles de entender a números IP, utilizan este protocolo.

HTTP (HYPERTEXT TRANSFER PROTOCOL): Es un protocolo con la ligereza y velocidad necesaria para distribuir y manejar sistemas de información hipermedia. Es un protocolo genérico orientado al objeto, que puede ser usado para muchas tareas como servidor de nombres y sistemas distribuidos orientados al objeto, por extensión de los comandos, o métodos usados. Una característica de HTTP es la independencia en la visualización y presentación de los datos.

Se utiliza para manejar la consulta hipertexto y el acceso a datos con World Wide Web (WWW). La ventaja de HTTP es que los programas que lo utilizan pueden solicitar datos de cualquier lado en forma casi instantánea.

PPP (POINT TO POINT PROTOCOL): Es un protocolo utilizado para acceder a Internet mediante una línea telefónica y un módem de alta velocidad. Es una versión más moderna del protocolo SLIP (Serial Line Protocol).

CAPÍTULO III

**REDES DE SUSCRIPTORES DE BANDA
ANCHA**

3.1 INTRODUCCIÓN

El anillo suscriptor es la habilidad para transmitir, señalar y conectar con facilidad el equipo terminal del abonado a la central telefónica. El anillo suscriptor proporciona canales para transferir el servicio de información y señalización, ambos del equipo terminal del usuario al equipo terminal de la central. El anillo suscriptor frecuentemente mantiene la potencia para el equipo terminal del abonado local.

El anillo suscriptor es el puente para los servicios de comunicaciones, para los clientes es muy importante, en este tipo de conexión, para desarrollar y utilizar los beneficios de los servicios del suscriptor mejorados. Esta sección de introducción trata las características de la red suscriptora y su evolución a los servicios de banda ancha.

Características de las Líneas de Abonado

La línea suscriptora tiene que satisfacer los requerimientos de un servicio de transmisión en particular y debe adaptarse a los requerimientos de señalización y control relacionado a la transmisión. Por lo tanto, el abonado puede demandar tratamiento especial a las señales dependiendo las características físicas, distancia de la central y tipo de servicio de comunicación.

El anillo suscriptor constituye una red suscriptora con una topología en estrella alrededor de la central.

La red suscriptora puede ser dividida en red abastecedora y red distribidora, con la unión de puntos, llamados nodos remotos. La abastecedora consiste de paquetes de líneas de abonado, cada paquete contiene de 500 a 1000 líneas.

Los paquetes son divididos en piezas más pequeñas consistentes en alrededor de 50 pares de líneas. La red suscriptora formada de esta manera utiliza una topología en estrella.

La red suscriptora se distingue de la red troncalizada por varios factores. Primero, el número de líneas es tan grande como el número de abonados. Segundo, el par de cobre, que constituye más del 90% de los abonados existentes, tiene un limitado ancho de banda y una limitada distancia de transmisión. El ancho de banda de transmisión es limitado a la banda de señales de voz que es menor a 4 kHz y la distancia es limitada de 5 a 10 Km.

3.2. RED DE ABONADO BASADO EN PAR DE COBRE

Más del 90% de las 700 millones de líneas de abonados en el mundo están basadas en el par trenzado, y continúan una absoluta ascendencia hasta el año 2003, cuando la perspectiva del número de líneas de abonado es de cerca de 900 millones. Esto ilustra la importancia de maximizar el uso de las líneas de par trenzado.

Algunas tecnologías están listas para proveer los medios para conectar más de un teléfono a un par trenzado sencillo, que puede ser el punto de partida de la expansión del ancho de banda de las líneas convencionales.

El surgimiento de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) en los años 80's demostró, que el par trenzado puede transportar más de un canal de voz, y el resultado (DSL), quizá sea considerado como el punto de partida práctico de la expansión del ancho de banda.

La técnica de modulación que habilita como expansión del ancho de banda fue desarrollada para producir varios avances en las líneas digitales de abonados, como son HDSL, ADSL y VDSL. Las tasas de transmisión y las distancias de estas líneas se encuentran en la tabla 3.1.

Tecnología	Tasa de Bits (Mbps)	Distancias (Km)
DSL	0.16	5.4
HDSL	1.5-2	4
ADSL	1.5-2	5.4
	6	3.6
VDSL	13-14	1.5
	26-28	1
	52-56	0.3

Tabla 3.1 Tasas de transmisión y distancias

En los siguientes puntos examinaremos una a una estas tecnologías y sus características.

3.2.1 Línea de Abonado Digital (DSL)

La Línea Digital de Abonado (DSL) viene disponible con la introducción de la RDSI en los 80's que tenía la incorporación normalizada del concepto de integración de múltiples y diferentes servicios. La integración tenía raíces en el dominio digital en que cada señal de diferente servicio se ocupa la misma forma externa del bit digital de salidas.

El acceso de tasa base (BRA) tiene 2 canales 2B+D a 144 kbps, incluyendo un canal de mantenimiento de 16 kbps. Entre los canales 2B+D. El canal B es un canal de 64 kbps que se usa para transmisión de voz y datos y el canal D a 16 kbps se usa para mensajes de control de llamada o paquetes de datos. El acceso de tasa base proporciona una conexión directa de los suscriptores a la central local.

Las técnicas de modulación usadas para la transmisión de la señal BRA de 160 Kbps sobre líneas de abonado de par trenzado son 2B1Q, 4B3T y Multiplexaje por Compresión de Tiempo (TCM por sus siglas en ingles). 2B1Q y 4B3T son técnicas de líneas de codificación (o modulación) convencionales, pero TCM es el tiempo-repartido de la técnica de transmisión duplex, esta utiliza un canal sencillo de transmisión de flujo de datos de dos caminos en forma de "ir y regresar".

El TCM tiene la ventaja que no requiere de un cancelador de eco, pero requiere el doble de ancho de banda de transmisión, que a su vez, reduce la distancia de transmisión.

3.2.2 Línea de Abonado Digital de Alta Tasa de Transmisión (HDSL)

La Línea de Abonado Digital de Alta Tasa de Transmisión es una tecnología que puede proporcionar canales E1/T1 sobre par trenzado. HDSL es una tecnología probada por más de un cuarto de millón de sistemas en operación en el mundo.

Esta es referida al sistema "plug-and-play" porque puede ser instalada fácilmente y utilizada inmediatamente. HDSL emplea electrónica avanzada para transformar las líneas existentes de par trenzado en líneas de alta velocidad.

Las líneas con un E1/T1 son líneas de transmisión tradicional portando la señal digital fundamental, que es un agregado de 30 usuarios de datos a 64 Kbps y canales arriba, de la tasa de transmisión en Norteamérica 1.544 Mbps o 2.048 en México y Europa.

El E1/T1 era originalmente desarrollado en la trocal Inter-central, y después empezaba a ser desarrollado en la planta de alimentación. Desde entonces el E1/T1 se ha desarrollado para ser la mayor opción para alimentar los sistemas DLC en el nodo remoto, que concentra múltiples líneas de abonado para conexión a la central.

En el caso del T1, la transmisión de la señal es codificada en Inversión Alternada de Marcas AMI (por sus siglas en inglés), que toma un ancho de banda de 1.5 MHz con una señal pico resultado a 750 kHz. Debido a este arreglo de espectro de frecuencia ineficiente, es necesario un repetidor en los primeros 900 m de la central repetidora o del equipo del abonado y después también cada 1.8 Km. En general la distancia de transmisión de un E1/T1 4 es 4.8 km/5.4 Km

HDSL puede transmitir las señales E1/T1 a distancias de hasta 4 km sobre hilo de par trenzado de 0.5 mm sin usar repetidores y la distancia de la transmisión puede ser incrementada si son instalados repetidores.

Para la tasa de 1.5 Mbps (T1) son necesarios 2 hilos de par trenzado y para la tasa de 2.0 Mbps (E1) son necesarios 3 hilos de par trenzado. Cada hilo, en este caso, porta una tasa de señal modulada 2B1Q a 784Kbps

HDSL transmite señales a niveles de potencia normales, y puede mantener o reestablecer la integridad de la señal constante si el hilo de par trenzado no es perfecto. Esto es posible porque el ecualizador incluido puede compensar la distorsión de la señal.

Esta función de ecualización trabaja como una vía para que la señal transmitida pueda ser reestablecida en el receptor a pesar de cambios en las condiciones del medio. Gracias a estos avances en la electrónica, HDSL no requiere cable condicionado y es inmune a la polaridad inversa y a la diafonía. Debido a que los repetidores son totalmente eliminados, existe la confiabilidad del sistema y una mejora en el desempeño de la transmisión.

La línea de abonado digital de alta tasa de transmisión es comparable a la línea E1/T1 en todos los aspectos, excepto en los repetidores que no son necesarios en HDSL. Esto indica que HDSL es apropiado para uso en lugar de la línea E1/T1, o en aplicaciones donde son necesarios canales simétricos de alta velocidad.

Por lo tanto, HDSL puede ser utilizado como líneas alimentadoras o como servicio localizado en las líneas de abonado, dentro de 4 Km del nodo remoto o la central.

La línea de abonado digital de alta tasa de transmisión se utiliza como una extensión para conexión de fibra a la red pública, o como una línea privada dedicada para interconectar una red de área local.

3.2.3 Línea de Abonado Digital Asimétrica (ADSL)

La línea de abonado digital asimétrica es una tecnología de anillo (bucle) de abonado digital que fue diseñada en consideración a la naturaleza asimétrica de los servicios de banda ancha multimedia para ser provistos a abonados residenciales.

Puede proporcionar transmisión asimétrica de canales de alta velocidad de 1.5 a 6 Mbps (T1) o de 2 a 8 Mbps (E1) de bajada y tasas de transmisión de subida de 16 a 640 kbps. Transmite estas tasas sobre un hilo sencillo de par trenzado a distancias de hasta 5.4 Km con repetidores.

Todas estas propiedades indican que ADSL es apropiado para proporcionar servicios de banda ancha multimedia, incluyendo servicios de video en demanda (VOD) o tono-marcado-video (VDT) a áreas residenciales.

El sistema ADSL consiste de una unidad ADSL en ambas terminales del hilo par trenzado, que modula y demodula tres canales de información para transmisión: Un canal de alta velocidad de bajada, un canal duplex de velocidad media y un Canal de Servicio Telefónico Normal (POTS por sus siglas en inglés).

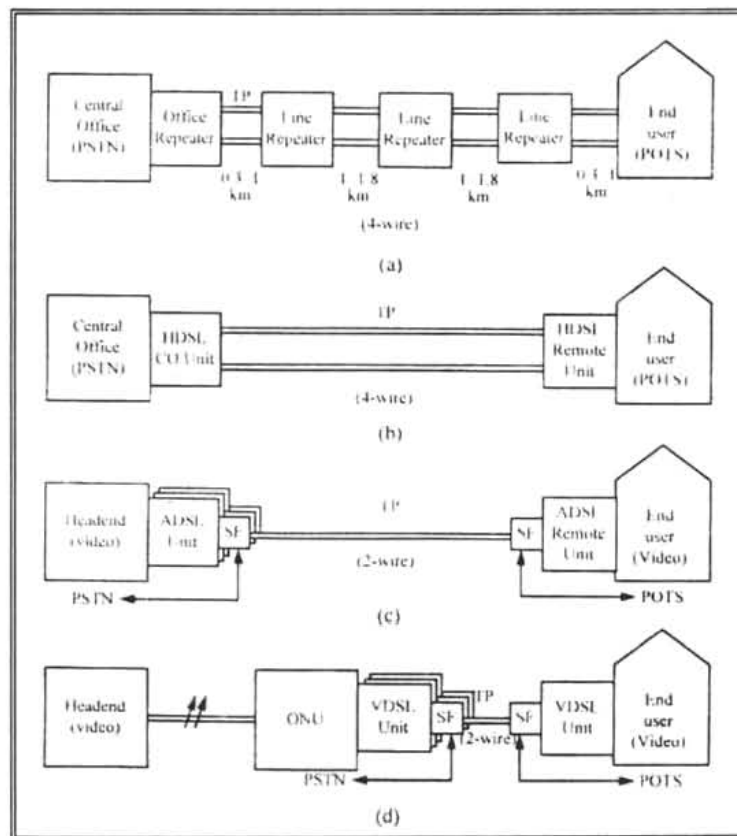


Figura 3.1 Comparación de las Líneas de Abonado Digital

El canal de servicio telefónico normal es separado del módem digital, usando filtros divisores, estos POTS son provistos interrumidamente aún y cuando falle ADSL. El canal de alta velocidad tiene tasas de 1.5 a 6 Mbps y el canal duplex tiene una tasa de 16 a 640 Kbps.

Las unidades de ADSL soportan tasas de datos conforme a los estándares en Norteamérica como en Europa (SDH y PDH): proporciona 1.5 Mbps (T1) o 2.0 Mbps (E1) de transmisión de bajada y canales duplex de 16 Kbps en la terminal baja, como la configuración mínima y proporciona 6 Mbps (T2) o 8 Mbps (E2) de transmisión de bajada y canales duplex de 64 Kbps en la otra terminal. Adicionalmente, las unidades pueden acomodar transporte ATM con tasas de bit variables.

La tasa de datos de bajada del canal de alta velocidad depende de algunos factores, entre ellos la longitud y el diámetro del cable son los más importantes. En general, la atenuación en la transmisión aumenta con la longitud del cable y la frecuencia de la señal decrece con el diámetro del cable.

Por ejemplo, el canal de 1.5 o 2.0 Mbps puede alcanzar una distancia de 5.4 Km sobre cable de par trenzado de 0.5 mm de diámetro, pero puede alcanzar una distancia de 4.6 Km sobre cable de par trenzado de 0.4 mm de diámetro. Así mismo, la distancia para los canales de 6 Mbps es reducida de 3.6 a 2.7 Km cuando el diámetro del cable disminuye de 0.5 a 0.4 mm.

ADSL consiste en una tecnología basada en el módem, que es como se procesa la señal, porque esta tecnología activa enormes cantidades de datos para ser comprimidos dentro del par trenzado. En múltiples canales para diferentes usos, ADSL emplea las técnicas de multiplexación por división de frecuencia (FDM) o cancelador de eco. Con ambas técnicas ADSL puede separar la banda de frecuencia baja (4 Khz.) para un POTS.

La unidad ADSL adjunta un código de corrección de error para cada bloque de datos, que es un agregado de flujos de datos creados por la multiplexación de los canales de bajada, los canales duplex y los canales de mantenimiento. Este código es utilizado por la unidad ADSL de recepción en corrección de los errores de los bloques recibidos durante la transmisión. Las técnicas de modulación usadas por ADSL son modulación de amplitud de fase sin portadora (CAP) y la de multitono discreto (DMT).

Comparada con HDSL, ADSL tiene propiedades que son idóneas para conexiones residenciales: pueden operar con un cable de par trenzado, mientras que HDSL requiere dos cables. Alcanza una distancia que puede abarcar casi todas las áreas de abonados de anillo, mientras que HDSL alcanza distancias limitadas.

Esta distancia de transmisión es más grande que HDSL porque esta libre de la diafonía, que es el impedimento del sistema bidireccional, pero, en cambio, la distancia esta sujeta a pérdidas en la señal.

3.2.4 Línea de Abonado Digital (VDSL)

Es la línea de abonado digital de distancias cortas a alta velocidad que se ha convertido en la respuesta para usuarios que requieren conexión y se encuentran a distancias lejanas de la zonas de cobertura del proveedor del servicio. En este sentido VDSL es la tecnología de línea de abonado sobre par trenzado que complementa la red de fibra óptica de control para la conexión de la unidad de red óptica a las instalaciones de los abonados.

VDSL puede ayudar a incrementar la capacidad de servicio de la unidad de red óptica, de 8 a 32 abonados hasta 100 a 200 abonados, de ese modo se alcanza considerables ahorros en los costos.

La línea de abonado digital esta aún en etapa de estudio. La transmisión de subida y bajada no esta bien determinada, las tasas de transmisión pueden variar dependiendo la distancia: por ejemplo, de 52 a 56 Mbps, hasta 300 m; 26 a 28 Mbps, hasta 1 Km; de 13 a 14 Mbps, hasta 1.5 Km; y de 1.6 a 2.3 Mbps, hasta 300 m. La transmisión de bajada de 52 Mbps iguala la tasa de SONET STS-1, o en SDH a un STM-1, que indica que la transmisión de una célula ATM puede alcanzar las instalaciones del abonado sobre par trenzado.

Los canales de datos asimétricos portan servicios multimedia de banda ancha que son separados en frecuencia de los canales de servicio bidireccionales como canales POTS e ISDN. La banda de frecuencia es destinada como las señales RDSI que ocupan la banda baja de 80 kHz (incluyendo la banda de baja de 4 kHz), con los datos de subida y bajada ocupando, respectivamente, las bandas de 300 a 700 kHz y más allá de 1 MHz.

Este arreglo activa el servicio suministrado para cubrir VDSL, en los servicios existentes. El canal analógico puede ser arreglado para dividir a la entrada de la unidad VDSL, como sucedió en el caso de ADSL.

Para la conexión entre la unidad VDSL y equipos terminales de múltiples suscriptores, la instalación del suscriptor la red puede tener la configuración tipo estrella con cada equipo local del cliente (CPE) conectado a un switch o hub.

VDSL es comparable con ADSL en varios aspectos. Ofrecen servicios asimétricos de datos a los abonados. La tasa de datos ofrecida es significativamente alta comparativamente con ADSL, que, sin embargo, es apto para la transmisión terminal a distancia. Después de todo, VDSL puede ser considerada como una variación de ADSL.

3.3 CABLE HÍBRIDO FIBRA / COAXIAL (HFC)

Las redes de Antenas de Televisión para la Comunidad (CATV) tienen un largo despliegue únicamente para la distribución de programas televisivos a los abonados y el medio de transmisión podría ser principalmente el cable coaxial.

3.3.1 Red Convencional CATV

La red convencional CATV básicamente consiste de árboles y conexiones ramificadas de cables coaxiales con las terminales principales y los equipos del suscriptor ubicados en ambas terminales. El cable coaxial en las troncales conectando la terminal a los hub pueden ser reemplazados con troncales ópticas, pero las señales del mismo canal analógico CATV son transportadas sobre la fibra óptica.

La terminal principal recibe programas proporcionados a través de enlaces de microondas o enlaces ópticos, entonces enviados al hub primario por medio de la fibra, donde la señal es transmitida por fibra.

Dependiendo en como los dispositivos son equipados, la terminal principal puede dividir directamente las señales ópticamente y entonces transmitir las a múltiples unidades de red óptica (ONU's). Después de las ONU's las señales CATV son distribuidas sobre árboles y conexiones ramificadas de cables coaxiales.

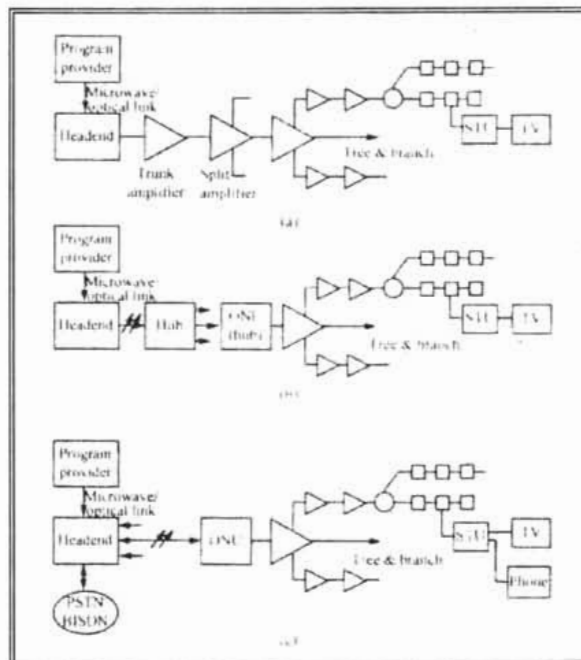


Figura 3.2 Arquitectura de una Red de CATV

Las unidades de red óptica es la terminación óptica en la zona del abonado, y son normalmente instalados en el polo, en un cobertizo aterrizado o en un acceso subterráneo . Esto no solo convierte la señal óptica en una señal eléctrica, también alimenta a varios amplificadores en el árbol y conexiones ramificadas.

Los canales de programa CATV de la red CATV existente, ocupa la banda de frecuencias estrecha 450 MHz en el rango de frecuencias de 50 a 550 MHz. Cada canal de programa tiene un ancho de banda de 6 MHz y este espectro de frecuencia es el mismo que el del sistema de televisión tradicional. La señal de video es modulada VSB-Am y la señal de audio modulada en FM.

3.3.2 Redes de Antenas de Televisión para la Comunidad (CATV) Bidireccional

Las redes convencionales de CATV son solamente habilitadas para transmitir señales CATV de la terminal principal a las televisiones. Para adaptar servicios bidireccionales, la arquitectura existente tiene que ser modificada.

Para una red híbrida Fibra / Coaxial, los servicios bidireccionales pueden ser soportados con un cambio mínimo en la infraestructura física. Esto significa, actualizar y reemplazar el equipo de transmisión, amplificadores y repetidores pueden ayudar a pover servicios bidireccionales como telefonía.

En la figura 3.3 se observa un clásico ejemplo del espectro en frecuencia del HFC. La banda de frecuencias en la CATV analógica para el resto de los mismos servicios, y los canales de 25 MHz en el rango 5 a 30 MHz es usado para señal de telefonía de subida así como las señales de control.

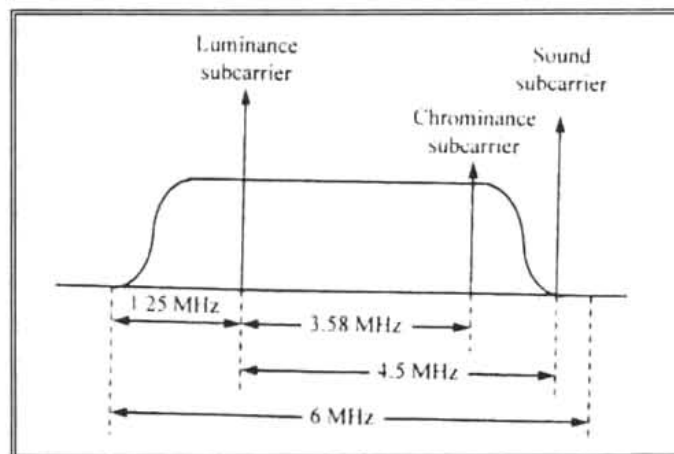


Figura 3.3 Espectro en Frecuencia del HFC

Otro canal de 25 MHz es agregado en el rango de 575 a 600 MHz para transmisión de señales de telefonía de subida y bajada. En general, la banda de 375 MHz en la región de 625 a 1,000 MHz es asignada a servicios digitales interactivos como el Vídeo en Demanda (VOD).

En el caso de las señales digitales de bajada, la capacidad de información digital que puede ser transportada sobre, el ancho de banda dado depende de las técnicas de modulación. Por ejemplo, si se utiliza QPSK, 8 Mbps pueden ser transportados sobre un canal de 6 MHz, y si es usada 256-QAM o 16-VSB, 30 a 43 Mbps pueden ser transportados. En la siguiente tabla se muestran las capacidades disponibles para las diferentes técnicas de modulación.

Tipo de Modulación	Mbps en un Canal de 6 MHz
BPSK	4
QPSK	8
16-QAM	16
64-QAM	24-27
256-QAM / 16 VSB	30-43

Tabla 3.2 Velocidades para las diferentes tipos de modulación

El canal de subida de la región 5 a 30 MHz incluye el canal para el retorno de las señales CATV como el control del sistema. Sin embargo, si un espectro de retorno adicional es proporcionado en alto del espectro CATV, esta banda de frecuencias puede ser permitida para el uso en la subida.

La banda baja de 5 a 30 MHz puede ser utilizada como un canal bidireccional operando pasivamente sin ningún amplificador. La pérdida en el cable es muy baja en esta banda y altamente segura en transmisión, es posible, incluso, en fallas en la potencia de los amplificadores. Esto es una consecuencia para los servicios bidireccionales como la telefonía.

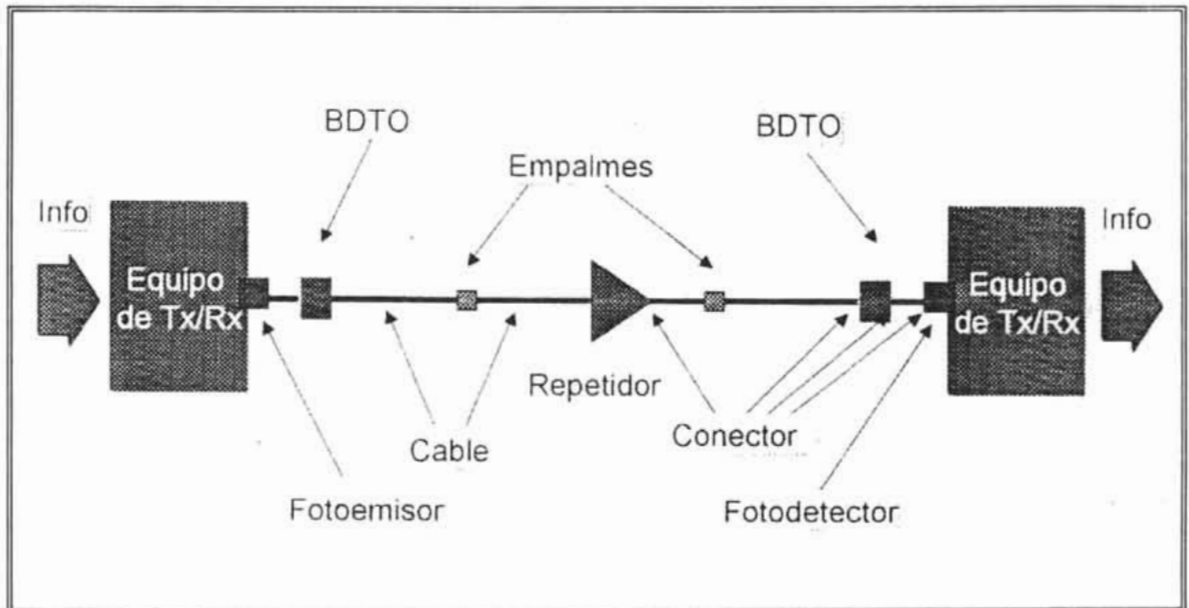
Esta frecuencia baja de 25 MHz se acomoda cerca de 24 señales DS-1 si se emplea modulación QPSK. Este número se calcula como sigue: desde que QPSK tiene eficiencia en codificación de 2 bits/Hz, la tasa del DS-1 de 1.544 Mbps puede ser modulada dentro de un ancho de banda a 0.772 MHz.

Y si cerca del 30% de la banda de guarda es permitido, un DS-1 puede ser transportado en un canal de 1 MHz. Por lo tanto, dado que un canal de 25 MHz puede colocar cerca de 24 DS-1, que es equivalente a 576 canales de voz a kbps cada uno. En realidad este número puede aumentar más si una técnica de modulación de alta eficiencia es empleada.

En una típica red HFC, cada ONU sirve de 200 a 2000 abonados; puede proporcionar los servicios equivalentes a 500 canales de voz, 80 canales analógicos CATV y 300 canales digitales interactivos compartidos.

3.4 FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica se emplea cada vez más en la comunicación, debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información con la frecuencia. En las redes de telecomunicaciones se emplean sistemas de láser con fibra óptica. Hoy en día funcionan muchas redes de fibra óptica para comunicación a larga distancia que proporcionan conexiones *transcontinentales* y *transoceánicas*.



3.4 Enlace Óptico

Una ventaja de los sistemas de fibra óptica es la gran distancia que puede recorrer una señal antes de necesitar un repetidor para recuperar su intensidad. En la actualidad, los repetidores de fibra óptica están separados entre sí unos 100 km, frente a 1.5 km en los sistemas eléctricos. Los amplificadores de fibra óptica recientemente desarrollados pueden aumentar todavía más esta distancia.

Otra aplicación cada vez más extendida de la fibra óptica son las redes de área local, al contrario que las comunicaciones de larga distancia, estos sistemas conectan a una serie de abonados locales con equipos centralizados como computadoras o impresoras. Este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios. El desarrollo de nuevos componentes electroópticos y de óptica integrada aumentara aún más la capacidad de los sistemas de fibra óptica.

Con motivo de la normalización de interfases existentes, se dispone de los sistemas de transmisión por fibra óptica para los niveles de la red de telecomunicaciones públicas en una amplia aplicación, contrariamente para sistemas de la red de abonado (línea de abonado), hay una serie de consideraciones.

Para la conexión de un teléfono es completamente suficiente con los conductores de cobre existentes. Precisamente con la implantación de los servicios de banda ancha como la videoconferencia, la videotelefonía, etc, la fibra óptica se hará imprescindible para el abonado.

Con el BIGFON (Red Urbana Integrada de Telecomunicaciones en Banda Ancha por Fibra Óptica) se han recopilado amplias experiencias en este aspecto. Según la estrategia elaborada, los servicios de banda ancha posteriormente se ampliarán con los servicios de distribución de radio y de televisión en una red de telecomunicaciones integrada en banda ancha (IBFN).

Estas son algunas de las ventajas de la fibra óptica:

- Insensibilidad a la interferencia electromagnética
- Las fibras no pierden luz, por lo que la transmisión es segura y no puede ser perturbada
- Carencia de señales eléctricas en la fibra
- Livianidad y reducido tamaño del cable capaz de llevar un gran número de señales
- Gran ancho de banda
- Grandes velocidades de transmisión de datos
- Baja atenuación e independencia de la frecuencia : No equalización

La innovación más importante en los cables submarinos es la introducción de fibra óptica. Las ondas ópticas conducidas por tales cables dan la vuelta a la tierra en fracciones de segundos.



3.5 Sistema Submarino Columbus

El primer cable intercontinental, el TAT8 transporta más de 32,000 conversaciones al mismo tiempo a parte de una masa de datos, que puede ser enviada a intervalos.

Los cables de fibra óptica normalmente pueden ser operados sin amplificadores y debido a su pequeño diámetro de 25 a 30 mm son de peso liviano, más elásticos y fácil de instalarse.

Ahora presentamos algunas de las desventajas de la fibra óptica:

- Fragilidad de las fibras
- Dificultad de reparar un cable de fibras roto en la línea de transmisión
- Los sistemas de transmisión son caros
- La canalización para redes de larga distancia tiene sus complicaciones

Las fibras ópticas presentan limitaciones químicas que adhieren mayor intensidad para determinadas longitudes de onda, a los efectos de la irradiación, determinándose que los láseres de elevada potencia pueden motivar cierto deterioro.

Aún cuando resulten de costo elevado, las fibras de silicio fundidas dopadas con Germanio presentan muy buena resistencia a la irradiación, pero el tiempo de restauración de una capacidad transmisora del 50% de la capacidad inicial resulta inferior al de ciertas fibras de material sintético.

Una de las aplicaciones más importantes de estos sistemas de comunicación es la telefonía. En esta, los canales de voz son utilizados para la transmisión de señales eléctricas analógicas que contienen ya sean conversaciones, o señales de datos que han sido procesadas analógicamente.

La señal óptica se propaga a través de la fibra, y es convertida de nuevo a su forma eléctrica en el receptor. Las no linealidades producen problemas de armónicas y de intermodulación, los cuales pueden en un momento dado, llegar a distorsionar la información recibida.

Una solución que evita este problema es la utilización de la modulación usando una banda vestigial lateral, y una subportadora que permita la modulación de la intensidad de la fuente. Si la frecuencia de la subportadora es lo suficientemente alta, las armónicas y la intermodulación pueden alejarse bastante del ancho de banda de interés como para que un filtro elimine los posibles problemas de distorsión.

En un sistema de comunicación por fibras ópticas se aplica la canalización por división de tiempo (TDM); existen varios tipos de codificaciones: entre ellas destacan la codificación Bipolar, Manchester, HDB3 y aleatorizador.

Después de codificada la señal, esta pasa por una etapa de amplificación para que su nivel de entrada al transmisor óptico sea el adecuado; dicho transmisor puede estar constituido por dos tipos de fuentes luminosas: el Diodo Emisor de Luz (LED) y el LASER.

Los requerimientos de un equipo de fotoemisión (fuente luminosa) son los siguientes:

- Tamaño similar al de la fibra (10 – 100 μm)
- Modulación fácil con una señal eléctrica
- Linealidad para prevenir distorsiones armónicas y de intermodulación
- Acoplamiento eficiente, alta potencia
- Ancho espectral

La emisión del LED es de tipo Incoherente, lo que significa que los rayos de luz son emanados sobre un hemisferio completo, los rayos son emitidos en todos los ángulos. Esto provoca una cierta ineficiencia en el acoplamiento de un LED a la fibra óptica.

El LASER es un dispositivo de umbral: una vez encendido provee una larga cantidad de potencia óptica. El ancho espectral del LASER es mucho más angosto que el del LED, por lo que los problemas de dispersión se disminuyen significativamente; además el LASER puede transmitir a mayores velocidades que un LED convencional.

Las propiedades básicas de un LASER son la coherencia y la colimación. La coherencia implica que los rayos se encuentren en fase con otros, por lo que se refuerzan entre ellos; la luz proveniente de una fuente totalmente coherente posee una sola longitud de onda. La colimación se refiere a que todos los rayos viajan en caminos paralelos.

El LED se aplica principalmente en sistemas limitados en ancho de banda, y de corto alcance, mientras que los LASER se emplean en enlaces de largo alcance.

Principales características que tienen las fuentes de emisión:

LASER

- Manejo de velocidades binarias mayores
- Mayor potencia de salida
- Mayor eficiencia de acoplamiento a la fibra
- Usos en 1301 nm y 1550 nm
- Fuente coherente
- Vida estimada 100,000 horas
- Requiere enfriamiento y control de potencia

LED

- Potencia baja acoplada
- Mejor linealidad, mayor confiabilidad
- Menor costo
- Usos en 850 nm y 1310 nm
- Fuente incoherente
- Vida estimada 1,000,000 horas

Una vez descritos los tipos de fuentes luminosas o equipos de fotoemisión, se debe considerar la etapa propiamente de transmisión de la señal óptica a través de la fibra misma; por lo general el acoplamiento entre el transmisor y la fibra óptica se realiza lo suficientemente cerca para que el área de emisión de la fuente sea comparable con la sección transversal de la fibra; esto disminuye los problemas de pérdida de potencia óptica.

En la etapa de recepción, el primer paso es la recuperación de la información óptica transmitida, para que posteriormente pase a ser decodificada. Para ello es necesario la conversión de la señal óptica incidente a su correspondiente señal eléctrica.

El dispositivo a utilizar se conoce como fotodetector. Dos tipos de fotodiodos son los más usados para este propósito; uno de ellos consiste en la unión PN con una capa intrínseca entre las regiones P y N. Este se conoce como el diodo PIN.

El otro diodo se conoce como fotodiodo de avalancha APD. En cada uno de estos diodos, el hecho de que sean iluminados por la fibra en la región cercana a la unión, provoca un aumento del nivel de energía de los electrones en la unión. La resistencia de la unión disminuye, lo que permite un flujo mayor de corriente a través de la unión, y consecuentemente a lo largo del circuito.

El fotodiodo avalancha es más eficiente que el tipo PIN. Debido a que niveles más altos de energía en la unión representan un mayor flujo de corriente, el efecto avalancha genera una ganancia en la potencia de la señal a través del diodo; por ello, los fotodiodos avalancha poseen mejor sensibilidad que los diodos PIN y también este efecto avalancha introduce un poco de ruido.

La sensibilidad se define como la máxima entrada de luz requerida para un nivel de funcionamiento dado.

El APD es más útil que el PIN en los sistemas que requieren grandes anchos de banda. Sin embargo, los APD tienen la desventaja de necesitar altos voltajes de polarización, y una gran sensibilidad a la temperatura. Esto obliga al empleo de fuentes de alimentación con voltajes altos (100 a 400 Volts).

Requerimientos para el receptor:

- Alta sensibilidad
- Que cubra el ancho de banda necesario
- Ruido propio bajo
- Características estables
- Tamaño adecuado a las dimensiones de la fibra
- Bajo costo

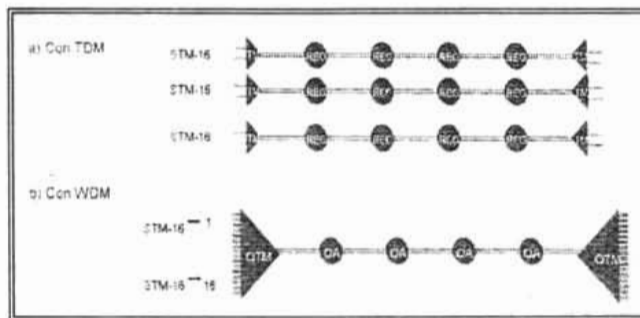
Posteriormente, las señales eléctricas provenientes del fotodetector son conectadas a la entrada de un amplificador. Este amplificador debe de ser de bajo ruido, de banda ancha y que no cargue resistivamente al diodo.

La salida del amplificador óptico, simplemente eleva la potencia de la señal óptica que se presenta a su entrada, al emitir con una potencia mayor, se extiende la distancia al siguiente repetidor (si se requiere). Estas señales pasan por el decodificador correspondiente, para finalmente pasar al demultiplexador por división de tiempo, y se reintegren las diferentes señales a sus canales correspondientes.

En un enlace por fibras ópticas habrá distancias a las cuales es necesario elevar el nivel de la señal óptica. La distancia estará determinada por los coeficientes de atenuación y dispersión, por el número de empalmes y conectores y por el espacio entre puntos a comunicar.

Por lo consiguiente hay dos tipos de repetidores:

- Regeneradores (empleados en redes con técnicas TDM)
- Amplificadores ópticos (empleados en redes con técnicas WDM)



3.6 Equipos Repetidores

Las etapas de proceso que lleva a cabo un regenerador son las siguientes:

- Conversión óptica a eléctrica
- Regeneración del pulso y de la información del reloj
- Conversión eléctrica a óptica

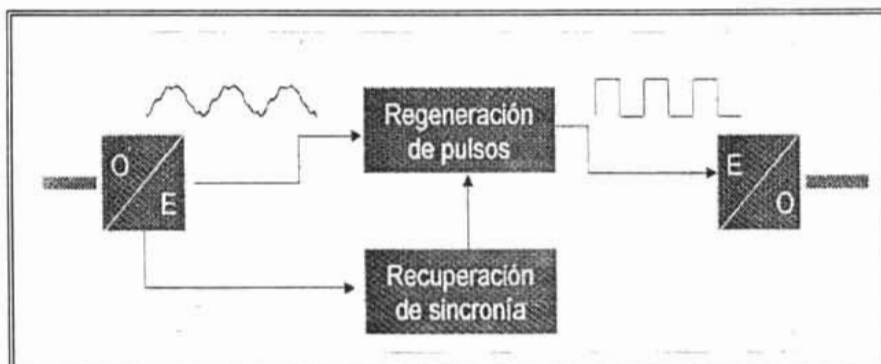


Figura 3.7 Regeneradores

3.5 RED DE SUSCRIPTOR INALÁMBRICO

La idea de la red de suscriptor inalámbrico tiene una mayor importancia en los años recientes como el complemento de la red de suscriptor basada en cobre. Si las desventajas inherentes a la naturaleza de las conexiones inalámbricas pueden ser fijadas, las redes de suscriptor inalámbricas para proporcionar servicios flexibles y versátiles.

3.5.1 Tecnología de Anillo de Suscriptor Inalámbrico

El concepto de red de suscriptor inalámbrico surge a finales de los ochentas como producto de la tecnología celular inalámbrica. Como la demanda de los servicios celulares explotados alrededor del mundo, el costo de los componentes de las redes inalámbricas disminuyeron, mientras que el costo de la red de suscriptor basada en cobre se esta incrementando.

La red de suscriptor, aparece como una pequeña parte de las redes de telecomunicaciones, ocupa solo el 25% de las redes en el mundo. Las redes de suscriptor inalámbrico fueron las primeras en desarrollarse en áreas rurales. Recientemente es una alternativa efectiva para las redes basadas en cobre en las áreas urbanas.

La red de suscriptor inalámbrico permite llegar a áreas en donde la red alámbrica no existe y permite conexiones complementarias en áreas donde si existen dichas redes cuando tienen mucho tráfico. En muchos países es el medio principal de acceso a la red telefónica conmutada.

Existen tres diferentes tipos de arquitecturas aplicadas a las redes inalámbricas, microondas punto a punto, celular y sistemas inalámbricos. En las áreas rurales, el sistema de microondas punto-multipunto es el adecuado porque esta diseñado para conectar suscriptores por medio de enlaces con línea de vista (LOS). Para usuarios móviles en áreas urbanas y sub-urbanas, el sistema celular es el más apropiado. En áreas de alta densidad, por ejemplo, entre edificios, dentro de residencias, el sistema inalámbrico es la opción deseable.

Si el aspecto de banda ancha de una red inalámbrica es considerado, la distribución de servicios de video analógico pueden ser proporcionados en áreas con baja densidad de suscriptores. Un ejemplo típico de esto es el Servicio de Distribución Multipunto Multicanal (MMDS), que se proporciona sobre el rango de frecuencia de 2 GHz. Desde entonces el ancho de banda del MMDS es bastante limitado.

Para arquitecturas de redes de banda ancha inalámbricas, arquitecturas microcelular o picocelular pueden ser empleadas dependiendo del servicio en las áreas. En las áreas urbanas arquitecturas microcelular o picocelular con diámetros de pocos kilómetros a cientos de metros pueden ser adecuados debido a la alta densidad de usuarios.

En el caso de sistemas de altas frecuencias como LMDS (Servicio de Distribución Multipunto Local), la alta atenuación se utiliza para el diseño de reuso de frecuencias

3.5.2 Acceso de Suscriptor Inalámbrico de Banda Ancha

Las redes de distribución inalámbrica de banda ancha se dividen en dos categorías: MMDS y LMDS. El sistema MMDS opera en la banda baja de frecuencias, típicamente debajo de los 4 GHz, pero el sistema LMDS opera en el rango de las ondas milimétricas.

El sistema MMDS es de rango largo y frecuencias bajas, mientras que el sistema LMDS es de rango corto y de frecuencias altas en que el servicio de distribución es transmitido por medio de cable óptico al radiotransmisor cerca de los suscriptores.

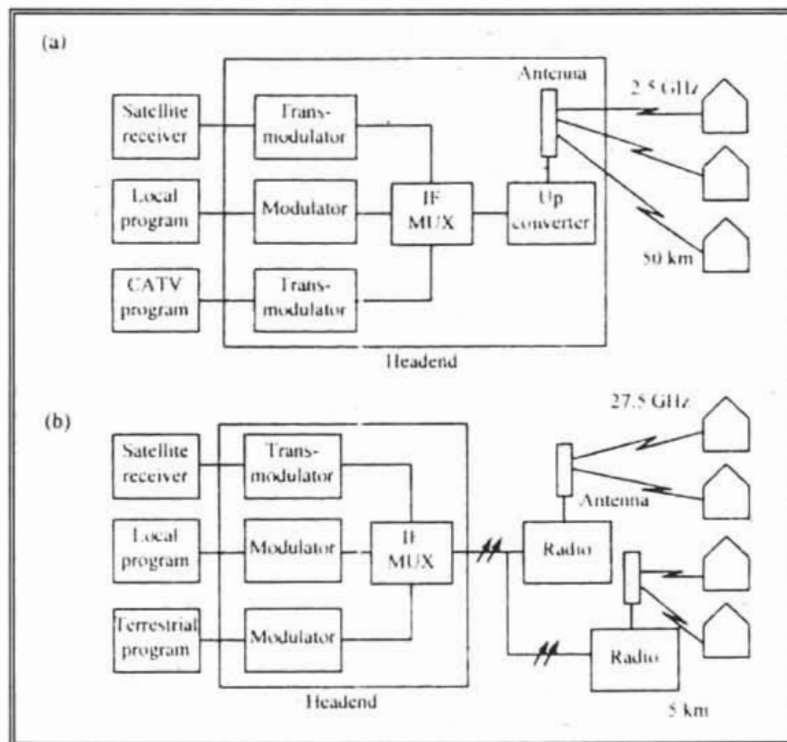


Figura 3.8 Arquitecturas de los Sistemas MMDS y LMDS

El sistema de distribución multipunto multicanal MMDS es utilizado usualmente para la distribución de servicios de CATV (Antenas de Televisión para la Comunidad) analógica pago por evento en áreas rurales o en países donde las redes de cable no existen.

En general, el rango de frecuencias de 2.5 a 2.7 GHz es utilizado por MMDS en canales de 6 a 8 MHz, que proporcionan servicios de video en formato NTSC. Si se utiliza modulación 16 QAM, la tasa neta de datos disponible para canales de 6 MHz es de 25 a 28 Mbps, que suelen contener de 4 a 6 programas de video de cada 6 Mbps. Con estas especificaciones la distancia máxima de propagación es de cerca de los 50 km.

El rango de frecuencia del sistema LMDS es de 27.5 a 29.5 en los Estados Unidos y de 40.5 a 42.5 GHz en Europa. El sistema emplea modulación 4 PSK. Con estas especificaciones la máxima distancia de propagación esta limitada de 4 a 5 km, pero puede ser aumentada de 10 a 15 km por el aumento de la potencia de transmisión con TWT.

Para áreas rurales, el sistema MMDS con distancia de transmisión más amplia es el más adecuado, pero para áreas urbanas el sistema LMDS es más recomendable, particularmente porque tiene más densidad. El canal de retorno es esperado para proporcionar en ambos sistemas en orden para proporcionar servicios interactivos a suscriptores residenciales.

CAPÍTULO IV

ARQUITECTURAS DE RED DE BANDA ANCHA

4.1 INTRODUCCIÓN

Las redes de área local (Local Area Network) emergieron como los medios de computación dominantes, reemplazando a las redes de mini computadoras y mini programas. Posteriormente la estandarización de Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE) transforma a Ethernet y Token Ring en los tipos de LAN más comunes.

Ambos combinan una variedad de computadoras personales, estaciones de trabajo, servidores y dispositivos periféricos dentro de una misma red. La red puede incluir estaciones telefónicas ordinarias para cada dispositivo en la red y interconectar varios pisos, también en cuanto a enlaces de fibra entre edificios.

Un nuevo y potente elemento de la red es el servidor. El servidor proporciona el punto de interacción entre el usuario y los servicios como la impresión y las bases de datos almacenadas.

4.2 OPERACIÓN DE LAS REDES DE ÁREA LOCAL

Las redes de área local son actualmente una forma de red de banda ancha. Las redes transportan información a tasas de hasta 100 Mbps y emplean una protección de error de datos y mecanismos de control de congestión propuestos por las nuevas redes de banda ancha WAN (Red de Área Amplia).

La red de área local transporta datos por medio de simple manipulación de direcciones y tramas. La información para ser transportada es encapsulada dentro de una trama que contiene las direcciones necesarias para el ruteo y la administración. Los protocolos de la red deciden compartir el medio para permitir a los dispositivos en la red comunicarse.

Para la arquitectura de la red, la LAN representa una isla de computadores interconectadas. Existen dos categorías generales de LAN relacionadas con el equipo: Intra-LAN e Inter-LAN.

El mecanismo de transmisión intra-LAN consiste principalmente de servidores y unidades de interfaz de red que proporcionan servicios y terminales de enlace al bus de la LAN. Los productos Inter-LAN (ruteadores, compuertas y puentes) son utilizados para conectar diferentes redes de área local.

Las redes difieren en términos de topologías, métodos de acceso, conexión del hardware, multimedia, sistemas operativos y protocolos. De todos estos, la topología tiene el mayor impacto en la instalación, expansión y costos de operación de la red.

4.2.1 TOPOLOGÍAS

Las topologías comunes en las redes de área local son: bus, anillo y estrella; cada topología influye en el desempeño de la red. A diferencia de una red telefónica, la LAN tiene una estructura fija que está optimizada para una comunicación dispositivo a dispositivo.

En este punto solo las características de las topologías de bus y anillo son consideradas.

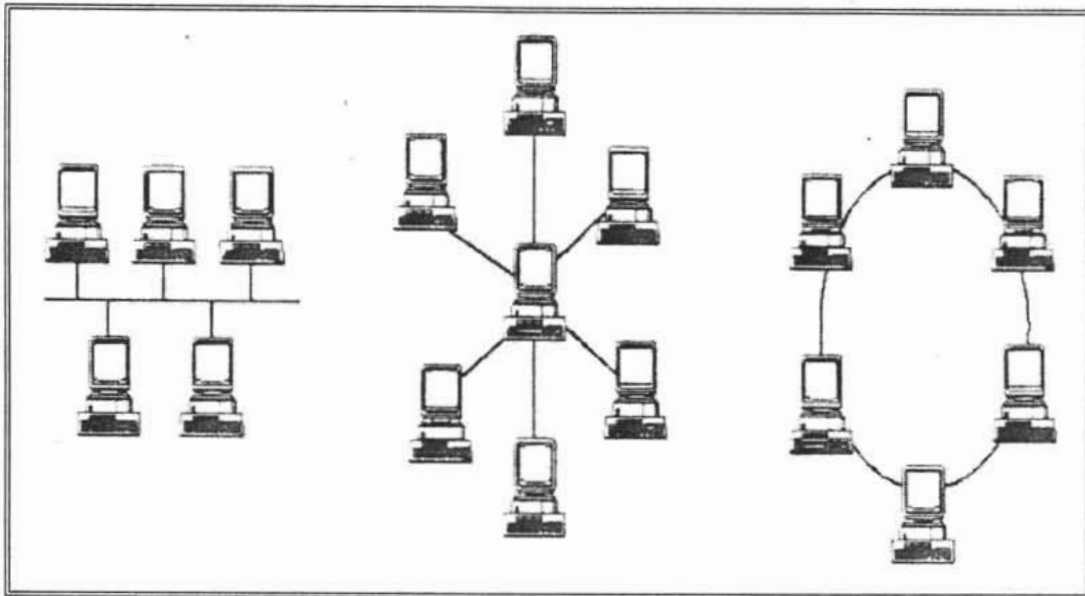


Figura 4.1 Tipos de Topologías en una LAN

Topología de Bus

Esta topología es generalmente la más usada. Tiene una configuración multipunto con múltiples estaciones conectadas a un medio común, consecuentemente, solo una estación puede transmitir datos en cada instante.

Cuando una estación en el bus transmite datos por el medio, el nivel de señal debe ser mantenido dentro de un rango en particular. Debe ser bastante grande para el receptor en la terminal remota para detectar la atenuación del medio.

Sin embargo, si el nivel de señal es muy alto, impone un límite de potencia en el transmisor y también genera señales espurias. Puede ser comparativamente fácil para un sistema punto a punto encontrar un nivel de señal balanceado, pero es complicado para sistemas multipunto balancear los niveles de señal entre todas las estaciones.

Para resolver el problema del balanceo de las señales, esta topología divide el medio de transmisión en pequeños segmentos, balancea el nivel de señal dentro de cada segmento, y conecta los segmentos individuales usando repetidores o amplificadores.

Existen dos caminos para transmitir datos por el medio de transmisión, utilizar sistemas en banda base o sistemas en radiofrecuencia (RF). El sistema en banda base transmite datos como flujos de pulsos digitales, mientras que el sistema en banda de RF modula los datos en banda base a una señal analógica de RF.

Topología de Anillo

La red en forma de anillo consiste en múltiples repetidores, que conjuntamente forman una trayectoria de transmisión unidireccional cerrada. Los datos son transmitidos en un flujo de bits y cada repetidor genera el flujo de bits recibidos.

Un repetidor tiene que cumplir con tres funciones básicas requeridas para la transmisión de datos en una red tipo anillo: transmisión de datos, recepción de datos y eliminación de datos; cada repetidor proporciona un punto de conexión para una estación importante.

En contraste con la red bus, la red de anillo requiere de la eliminación de datos. Los paquetes de datos en la red de anillo son regenerados por los repetidores y por consiguiente pueden circular interminablemente.

Hay dos caminos posibles para eliminar los paquetes de datos: dejar que el repetidor de la estación destinataria los elimine o dejar que los elimine la estación transmisora cuando hayan retornado.

El esquema anterior es elegido usualmente porque puede verificar si los paquetes de datos tienen una circulación normal en el anillo y también puede permitir a una estación transmitir a múltiples estaciones al mismo tiempo.

4.2.2 CONEXIÓN DE HARDWARE

Los dispositivos Ethernet son conectados a la red de bus por medio de una tarjeta de red, que esta insertada en la computadora o dispositivo periférico. Para la red de anillo, la conexión es hecha con un adaptador de tarjeta que es insertado en la computadora o dispositivo periférico.

4.2.3 MEDIO DE TRANSMISIÓN

La eliminación de los medios de transmisión restringidos ha acelerado la popularidad de las redes de área local inalámbricas. Las redes de área local operan sobre una gran variedad de materiales, del cableado de par de cobre a cable de fibra óptica a ondas de radiofrecuencia.

Las tasas de datos determinan el medio de transmisión. Las primeras LAN's utilizaban cableado coaxial grueso lo que lo hacía inflexible y difícil de instalar. Después, un cableado coaxial más flexible fue introducido y le siguió el par de cobre trenzado. El cableado de par trenzado ya existía en muchas de las oficinas debido a que es utilizado en los sistemas telefónicos.

La fibra óptica es la columna vertebral con velocidades de 100 Mbps; también mejora la inmunidad a las interferencias electromagnéticas y la interferencia de radiofrecuencia.

Las redes de área local inalámbricas usan ondas de radio para conectar terminales en el mismo piso o edificio. Aunque las LAN's inalámbricas no son tan seguras como las redes alámbricas, existe una gran mejora si se emplea la técnica de espectro disperso y algoritmos de encriptación.

4.2.4 ADMINISTRACIÓN DE LA RED

La interfaz que el usuario conoce y el número de usuarios que comparten la red al mismo tiempo, es administrada por el sistema de administración de red. Este sistema incorpora seguridad y protección a los datos, como también a las bases de datos para recursos contables y servicios como el correo electrónico.

El sistema de administración utiliza agentes de programas que residen en cada dispositivo de la LAN. Las instrucciones son comunicadas a dispositivos individuales de la estación central de administración de red.

La necesidad de trabajar en un medio de administración jerárquico, ha creado la necesidad de estandarizar los sistemas de administración de red para poder operar el desempeño, fallas, seguridad, configuración y administración de dispositivos. Varias herramientas de administración incluyen:

- Herramientas de administración de fallas identifican el problema en la red con poca o sin intervención humana. Reenvían alarmas a otros dispositivos en la red o al administrador de la red. Cuando ocurre una falla, es buscada en la base de datos para que las posibles soluciones puedan ser enviadas junto con la señal de alarma
- Las herramientas de administración de la configuración gestionan con las propiedades de red físicas. Esta herramienta identifica a cada elemento de la red como puentes, ruteadores, terminales, etc. Esta información es guardada en la base de datos de la red y es usada para construir un mapa de la topología de red con todos estos elementos

- Herramientas de administración de la seguridad garantizan la integridad del sistema. Algunas herramientas pueden configurar una dirección sencilla para recibir o transmitir datos a nivel del puerto. Cuando otra dirección se trata de comunicar a través de este puerto, este puede ser particionado automáticamente o bloqueado para toda la red. Esto permite la creación de sub-redes seguras para proteger la integridad de la información confidencial
- Herramientas de administración del desempeño permiten estadísticas de red para ser analizadas y recolectadas. Las alarmas son generadas cuando falla el desempeño fuera de los límites establecidos

4.3 REDES DE ÁREA LOCAL DE BANDA ANCHA

Aunque la administración de las LAN's requiere sistemas heterogéneos sofisticados, las redes de banda ancha son por sí mismas redes relativamente simples. La arquitectura de la LAN puede ser separada en dos partes: el Control de Acceso al Medio (MAC) y el Control de Enlace Lógico (LLC), subcapas del enlace de datos OSI y capas físicas.

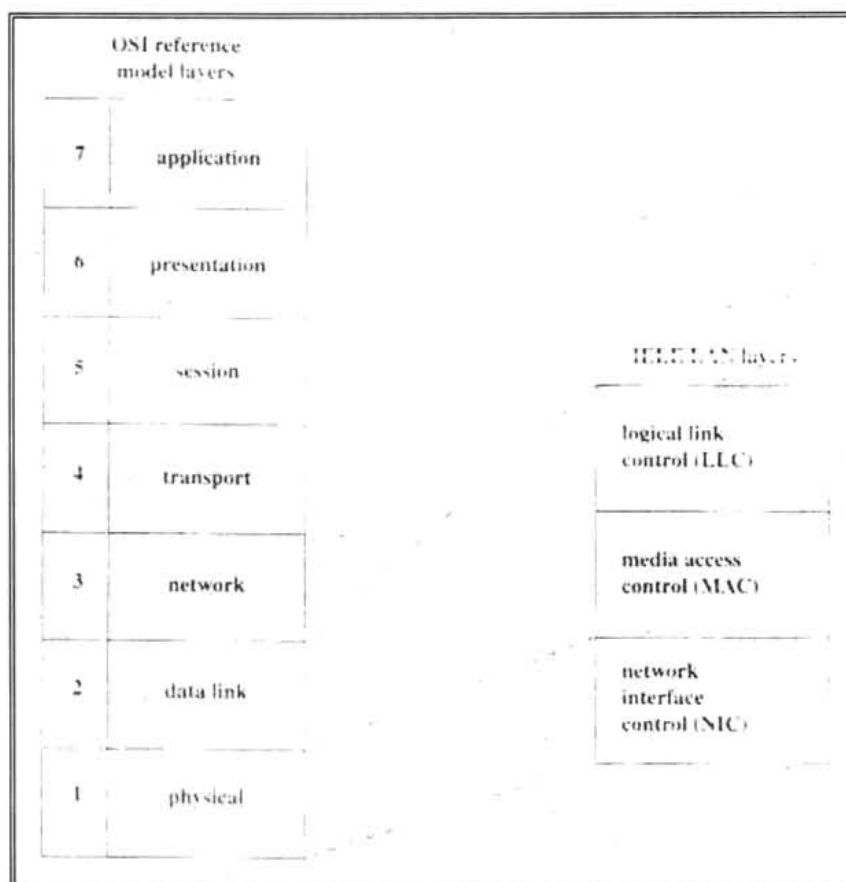


Figura 4.2 Relación entre el modelo OSI y estándares IEEE

La subcapa MAC especifica como un dispositivo transmite y controla la señal sobre el medio de transmisión en los niveles de cable coaxial, par trenzado y de fibra óptica a radiofrecuencia. La subcapa superior, LLC, mejora la capacidad de ruteo a la capa de enlace de datos.

Se tienen 3 formas para encaminar la información en las redes LAN:

1. Servicio sin conexión no reconocido: para transporte dentro de la LAN esta es una conexión no lógica entre la fuente y el destino. Las tramas son entregadas en una gestión base, empleando el sistema de datagramas. La entrega no está garantizada y las tramas perdidas son dejadas, requiriendo un dispositivo receptor para solicitar que las tramas sean retransmitidas.
2. Servicio en modo de conexión: para interconectar LAN's, una conexión lógica entre la fuente y el destino es establecida antes de la transmisión. Esto mejora la eficiencia de intercambios largos mientras protocolos de alto nivel de la carga de administración de la conexión.
3. Servicio sin conexión reconocida: este es utilizado por aplicaciones especializadas como son: punto de venta o armado en fábrica donde un largo número de dispositivos de inteligencia limitada pueden comunicarse con procesadores centrales.

4.3.1 ETHERNET

Ethernet es la red de área local con mayor despliegue basada en la topología de Bus. A principio de los años 70, Ethernet fue promovida por Xerox, DEC e Intel. Permite a todas las computadoras en la red el mismo acceso al bus lineal.

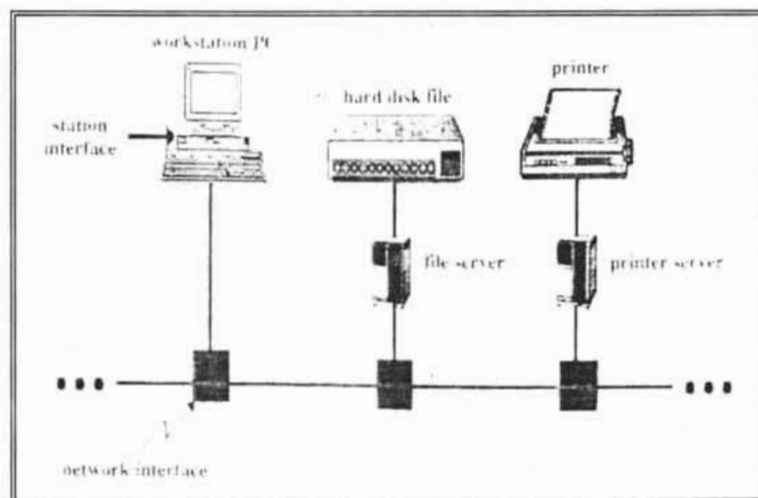


Figura 4.3 Red de Área Local Ethernet

La información transportada por Ethernet es reducida a tramas relativamente pequeñas que incluye la dirección fuente y destino, también los mecanismos de protección de error.

La arquitectura fue diseñada para transferir datos a 10 Mbps, manteniendo sencillez y bajo costo. Son detectadas las colisiones y los cambios en las trayectorias y el tráfico es controlado limitando la distancia sobre la cual los protocolos son efectivos.

El método de Acceso Múltiple por Disposición de Portadora / Detección de Colisiones CSMA/CD, regula como compartir terminales en el bus común. La probabilidad que ocurra una colisión depende del número de terminales en la LAN: a mayor número de terminales, mayor número de colisiones. Cada terminal "escucha" para determinar si el bus esta desocupado antes de transmitir la trama.

Si terminales distintas intentan transmitir al mismo tiempo, resulta una colisión y los datos llegan distorsionados. Esta condición es resuelta teniendo las terminales liberadas al bus y reconectando a intervalos escalonados.

Otra fuente de retraso es el camino, el volumen de tráfico es controlado cuando existe mucho tráfico para el dispositivo receptor, el dispositivo simplemente descarta el mensaje. Desde que los mensajes son numerados y el dispositivo de transmisión espera un reconocimiento, los mensajes descartados pueden ser detectados y retransmitidos, pero esto degrada el desempeño sustancialmente.

Ethernet utiliza tres tipos de cables, coaxial delgado, coaxial grueso y UTP. El uso de CSMA/CD impone un límite práctico en la longitud del bus. El estándar Ethernet IEEE 802.3 permite longitud de cable de 500 metros sin repetidores para regeneración de la señal.

Los repetidores extienden el bus hasta 2,500 metros. Un máximo de 4 unidades repetidoras pueden estar en la trayectoria de la señal entre 2 estaciones cualesquiera en la red. Mientras los repetidores amplifican y reconstituyen las señales débiles, esto no compensa los retrasos en la propagación de la señal.

TRAMA

Un flujo de datos representa un patrón de bits binarios. Con Ethernet, este flujo es transportado como tramas. Los datos son encapsulados en un formato IEEE 802.3, la trama es reconocida por cualquier adaptador Ethernet. La trama contiene direcciones, información de ruteo y verificación de errores, así como también los siguientes campos de datos:

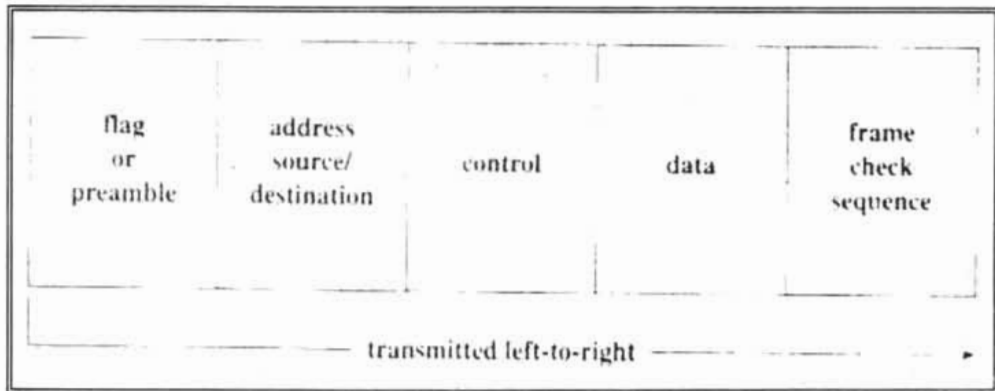


Figura 4.4 Trama LAN

1. Campo de preámbulo: cada trama comienza con un campo de 8 bytes: 7 bytes son utilizados para sincronización y para definir la trama. El byte sobrante indica el comienzo de la trama.
2. Campo de dirección: el campo de dirección consiste de las direcciones de la fuente y el destino. El campo de dirección destino identifica la localización de la terminal receptora. El campo de dirección fuente identifica la estación enviada. El campo de dirección puede ser de 2 bytes (16 bits) o de 6 bytes (48 bits) en longitud. La dirección destino puede referirse a una terminal, a un grupo específico de terminales o a todas las terminales.
3. Campo de control: el campo de control de Ethernet indica la longitud del campo de datos y proporciona un mejoramiento para la detección de colisiones. La longitud del campo de datos es indicada por el campo de 2 bytes de longitud. Este campo determina la longitud de la unidad de datos cuando el campo es incluido en la trama. La trama debe de contener un número especificado de bytes. Si la trama no satisface la longitud mínima, se añaden bits extras.
4. Campo de datos: transportada la información es encapsulada en el campo de datos como bytes de 8 bits. La dimensión mínima de la trama refleja las consideraciones prácticas relacionadas a la necesidad de limitar la longitud del tiempo, el medio es enlazado en una trama sencilla. Si los datos que van a ser enviados exceden 1.526 Kbytes, las capas altas las fraccionan en paquetes individuales en el procedimiento llamado *Fragmentación*.

5. Secuencia de verificación de trama: esta secuencia tiene dos propósitos: para definir el final de la trama y para verificar errores. Las terminales de recepción y transmisión desempeñan verificaciones redundantes cíclicas en la trama de bits. La terminal transmisora almacena el resultado de este cálculo en el campo de secuencia de verificación de trama de 4 bytes. La terminal receptora compara la verificación redundante cíclica calculado con este valor. Si dos números no son iguales, ha ocurrido un error de transmisión y la trama es retransmitida.

DIRECCIONES DE RED

Ethernet soporta direcciones de red universales y específicas. En Ethernet cada dispositivo tiene una dirección única e identificable sin importar donde esta localizada. Así, los dispositivos de interconexión de red como los puentes, pueden rutear automáticamente tramas basadas en la existencia de una dirección única para la terminal receptora.

En una red específica, la dirección puede ser colocada por la terminal misma durante la inicialización. Cualquier trama enviada a esta dirección es recibida y procesada por la terminal. Con una dirección universal, todos los dispositivos en la red tienen direcciones únicas.

Con una dirección de red específica, cada terminal toma una dirección que es única dentro de la red, pero que puede ser la misma de otra terminal en otra red.

Ethernet también soporta el uso de direcciones de transmisión y multitransmisión. Una dirección que consiste solo de bits "1" esta definida como la dirección de transmisión y es recibida por todas las terminales. Una dirección asociada con un grupo de estaciones en particular son direcciones de multitransmisión. Una dirección de multitransmisión es identificada por el valor "1" en el primer bit de la dirección. Terminales individuales pueden ser activadas para multitransmisión, permitiendo a las terminales aceptar tramas con direcciones de multitransmisión.

ELEMENTOS FÍSICOS

Ethernet define las siguientes características mecánicas y eléctricas:

- Configuración física: esto define los límites, longitud del cable, número de repetidores, longitud total de la trayectoria. La arquitectura más común de Ethernet, 10BASE5, utiliza transmisión en banda base sobre cable coaxial a velocidades de 10 Mbps. La máxima longitud del cable es 500 metros

- Especificaciones del cable coaxial: esto incluye el cable, conectores y terminales. Instalaciones 10BASE5, usan cable coaxial de 50 ohms con diámetro de 10 mm
- Especificaciones del transreceptor: esto incluye el cable y el transreceptor. La migración del cable coaxial al par de cobre trenzado TP incrementa la complejidad del transreceptor, pero salva la instalación y los costos de cable
- Especificaciones del medio: esto incluye la temperatura, humedad, etc..

4.3.2 FAST ETHERNET

El desempeño convencional de Ethernet esta limitado a distintos caminos. Primero, la tasa de datos y los protocolos de conexión no soportan trafico de voz. Segundo, el medio compartido limita la cantidad del ancho de banda disponible para aplicaciones específicas.

Como son usuarios agregados, cada uno recibe un pequeño porcentaje del total del ancho de banda. La tasa a la que el dispositivo sencillo (servidor, PC, o estación de trabajo) puede transmitir y recibir de la red esta limitada porque todos los accesos son compartidos en el bus.

Una solución temporal es la conmutación Ethernet, que permite dinámicamente una conexión de 10 Mbps para cada usuario en la red Ethernet. Otra solución es la conmutación duplex Ethernet que permite nodos para transmisión y recepción simultánea a 10 Mbps por puerto de conmutación.

El término "Fast Ethernet" describe 3 variantes: 100Base-T4, Tx y Fx. El Ethernet convencional transmite datos a 10 Mbps, mientras que Fast Ethernet transmite a 100 Mbps. Estos son otros de los muchos beneficios de Fast Ethernet:

- Fácil Migración: porque el corazón de la tecnología 100Base-T (Capa de control de acceso al medio CSMA/CD) es inalterado de 10 Mbps Ethernet, 100Base-T es introducida fácilmente en medios Ethernet estándar
- Tecnología probada: con varios de millones de nodos Ethernet en uso, la tecnología Ethernet 10 Mbps probada para ser segura, robusta y de bajo costo. Usuarios, administradores e integradores de sistemas están familiarizados con la tecnología, cableado y software usado en redes Fast Ethernet
- Bajo costo: Fast Ethernet conserva las ventajas de costo tradicionales del estándar Ethernet

Implementación

La popularidad de Ethernet esta basada en la conectividad. Fast Ethernet es una tecnología de medio compartido. Los nodos de cliente se conectan a los hubs o repetidores y el ancho de banda es compartido por todos los usuarios. Una característica de Fast Ethernet es el uso del cableado existente (fibra óptica y par de cobre). El estándar IEEE define 4 especificaciones de capa física OSI en orden para soportar los diferentes tipos de cableado:

1. Proporciona 100 Mbps (100Base-T4) sobre cable UTP categoría 3, 4 o 5. utiliza un esquema de codificación ternario 8B/6T en el que 4 bits binarios son codificados en 6 símbolos con tres valores (-1, 0, +1). Estos símbolos se dividen entre tres pares de cable para datos y cuatro pares de cable para detección de colisiones, proporcionando una tasa de símbolos de 25 Mbps. Estos solo pueden ser utilizados en transmisión Half Duplex: dos son usados para transmisión unidireccional y dos para transmisión bidireccional.
2. Proporciona 100 Mbps (100Base-TX) servicio sobre cable de dos pares UTP categoría 5, usando el sistema de señalización de la capa física TP-PMD desarrollado para transmisión FDI sobre cobre. Un par transmite y el otro recibe las señales. Con una tasa de reloj de 125 MHz, codifica campos 4B/5B y un ancho de banda efectivo de 100 Mbps. Puede transmitir en Full Duplex (recepción y transmisión) sobre dos pares o Half Duplex (recepción y transmisión) sobre cuatro pares. La longitud de los enlaces 100Base-T se pueden extender a 2 km utilizando transmisión Full Duplex.
3. Proporciona 100 Mbps (100Base-FX) servicio sobre dos fibras multimodo, utilizando sistemas de señalización FDI. Tiene cero emisiones electromagnéticas.

100Base-T (IEEE 802.3)

El Acceso Múltiple por Disposición de Portadora / Detección de Colisiones CSMA/CD MAC reduce significativamente el tiempo de normalización desde que los usuarios de Ethernet están familiarizados con la tecnología, cableado y software usado en las redes 100Base-T. El estándar opera sobre cableado de cobre ordinario, también con cableado de fibra y los usuarios tienen la opción de re-cablear Fast Ethernet.

La base de la tecnología 100Base-T, la capa CSMA/CD MAC, es la misma que 10 Mbps Ethernet que hace fácil su introducción al estándar Ethernet. El estándar 100Base-T mantiene el esquema basado en CSMA/CD usado para decidir el acceso a Ethernet y el mismo formato de trama y la arquitectura usada CSMA/CD en el Ethernet convencional.

Mientras una red está en transición, configurando la combinación de conmutadores 10 y 100 Mbps Full y Half Duplex, concentradores y adaptadores, puede ser simplificada porque el estándar Fast Ethernet incluye una configuración opcional de mecanismo de auto-detección *Nway*.

4.3.3 TOKEN RING

Es la técnica de control de anillo más antigua. IBM fue el primero en desarrollar un producto basado en el estándar Token Ring y desde entonces numerosas compañías han presentado productos compatibles.

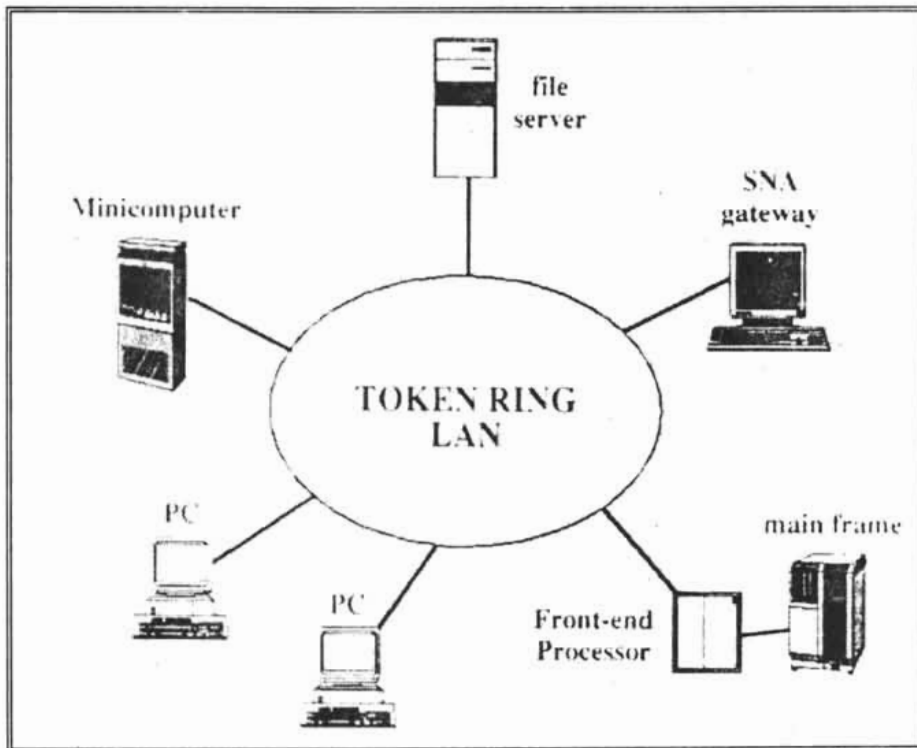


Figura 4.5 Red Token Ring

En la estructura Token Ring, una estación puede transmitir un flujo de datos donde recibe la señal; el bit 1 del campo delimitador terminal (ED) es colocado en 1 durante la transmisión y 0 cuando la trama final empieza a transmitirse.

Si todas las tramas transmitidas por la estación esta completa su rotación alrededor del anillo y retornada a la estación fuente, la estación realiza la señal y otra estación puede transmitir los datos.

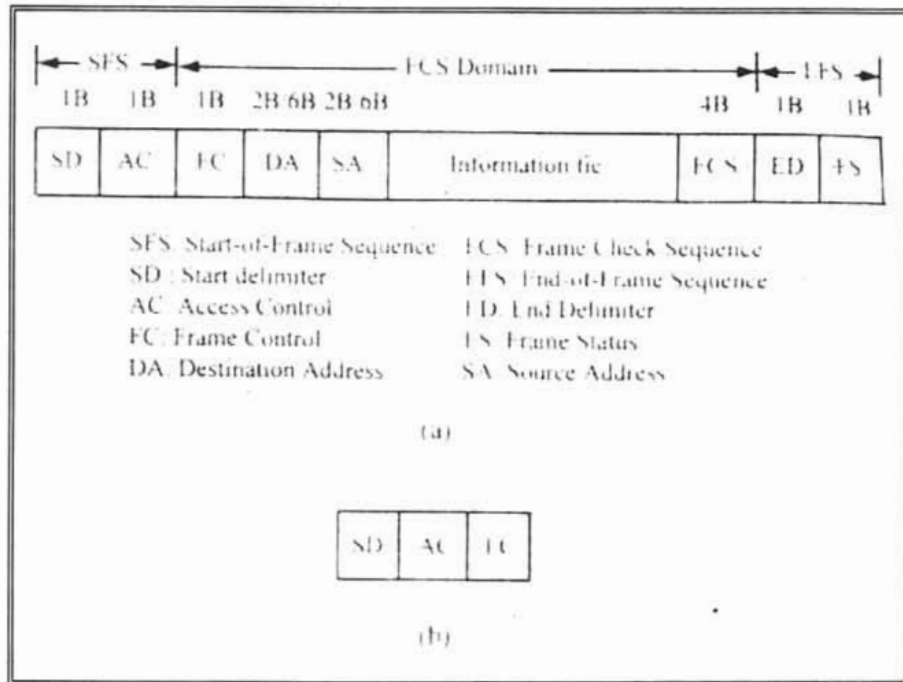


Figura 4.6 Formato de la Trama Token Ring

Cada estación verifica la dirección del destinatario (DA) cuando recibe la trama transmitida por la estación previa y si la DA es la misma, copia la trama y la transmite a la próxima estación.

La estación que transmite la trama verifica cual de la trama retornada ha sido transmitida correctamente y si ha ocurrido algún error y entonces elimina la trama del anillo.

El esquema de control prioritario del Token Ring es controlado utilizando al campo AC dentro de la señal. Los campos AC bits prioritarios (PPP) y los bits reservados (RRR) pueden ser usados para designar 8 clases de prioridad. Una señal puede tener varias clases de prioridades y la estación esta permitida para transmitir si tiene una trama de alta prioridad que el anillo.

También cuando una trama de datos pasa por una estación de procesamiento, una trama de alta prioridad puede modificar el valor RRR del campo AC a su propio valor prioritario, por lo tanto reservando el correcto para la transmisión.

Después que la estación ha completado la transmisión de la trama, almacena el valor de RRR (contenido en la trama de datos) en el buffer, y conduce sobre la señal después reemplazando los valores de las señales PPP con los valores de las tramas de datos RRR.

Cuando la señal gira alrededor del anillo, si no hay estaciones con alta prioridad que el valor PPP de la señal, la señal llega a la estación sin haber hecho una reservación.

Después de la transmisión de los datos de alta prioridad, la estación acepta el retorno de la señal que tiene el mismo valor de PPP, como cuando la señal fue recibida.

La estación ha transmitido por el incremento del valor de las señales PPP, compara el valor prioritario de la señal (cuando esta llega) con el valor almacenado en el buffer, y si los 2 valores son los mismos, se asume que no es una estación de alta prioridad y libera la señal.

Protocolo LLC

Este protocolo controla la transmisión y recepción de las tramas independientemente de la topología de la red. La relación de la trama LLC a la trama MAC se ilustra en la figura 4.7.

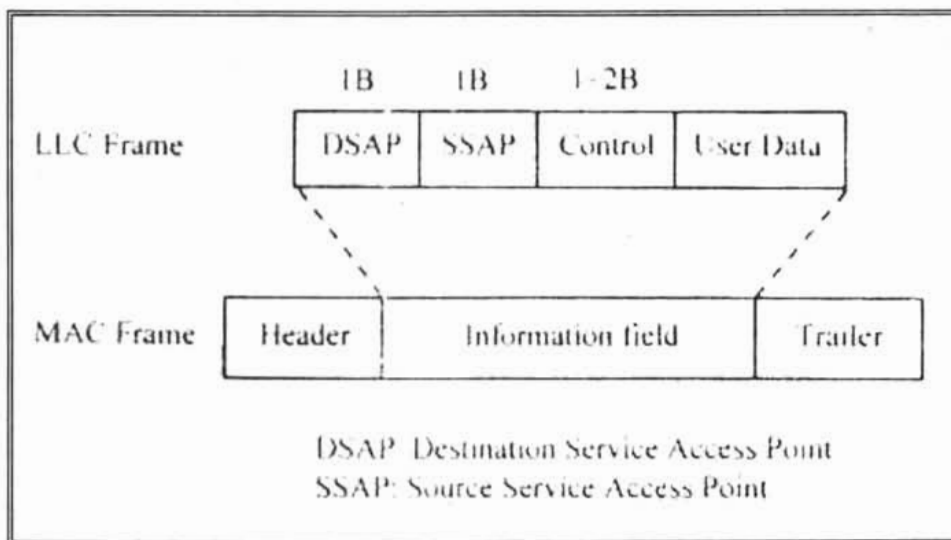


Figura 4.7 Formato de la Trama LLC

Un servicio LLC esta definido por los servicios primitivos y los parámetros de servicios cambiados por el usuario y la entidad de servicio. LLC proporciona los siguientes 3 tipos de servicios a la capa superior:

- Tipo 1: proporciona servicio sin conexión no reconocido
- Tipo 2: proporciona servicio orientado a conexión
- Tipo 3: proporciona servicio sin conexión reconocido

Existen diversos tipos de tramas LLC, llamadas, trama sin numeración para indicar el comienzo y el final de la comunicación, la trama supervisora para confirmar la información de la trama y para controlar los errores, y la trama de información para transmitir los datos de usuario y protocolos de capas altas.

Estas capas están asignadas por diferentes valores al campo de control. Cada estación en la red de área local(LAN) tiene múltiples servicios de puntos de acceso (SAP) para proveer de servicios LLC a las capas superiores y el proceso de aplicación en la estación, se comunica con el proceso de aplicación en otra estación a través de los SAP's.

CAPÍTULO V

APLICACIONES EN LAS REDES DE BANDA ANCHA

5.1 APLICACIONES EN LAS LÍNEAS DE COBRE

Es innegable el conocimiento e información que sobre fibra óptica existe en México, por sobre todo en su aplicación como medio de banda ancha en las redes públicas, tal como sucede para los proyectos de larga distancia.

Esto prendió la idea en el mercado de que la fibra óptica sería la solución casi única como medio de alta velocidad, hasta para las redes privadas. Pero desde los 90's se trabajan técnicas de transmisión de alta velocidad atendiendo la necesidad de emplear un activo importante de la empresa operadora de telecomunicaciones: su planta exterior formada por las líneas de cobre.

Hacia esa planta exterior se dirigen las técnicas de transmisión de datos, que son las técnicas de las cuales ya se hablaron en el capítulo III, HSDL, ADSL Y VHDSL. Estas tecnologías llegan a México como solución a necesidades de comunicación en las redes públicas y privadas, al ampliar el estrecho ancho de banda del cobre tradicional para lograr transmitir 2.048 Mbps.

Las aplicaciones van desde ser solución para la última milla y en redes privadas como: extensor de enlaces E1 en circuitos conmutados de voz, conectividad LAN-LAN, conexión PABX's-PABX's, enlaces de bajo costo de banda ancha, video sobre demanda y video interactivo. Todo por par de cobre que llega a la oficina o al hogar.

Los servicios de comunicación de banda ancha en México eran provistos desde cuando TELMEX (Teléfonos de México) fue paraestatal, donde se promovió la solución de una "red superpuesta" que crecería sobre la red de cobre existente para efectuar enlaces de comunicación a las organizaciones más importantes de México.

Esta red pasa a ser la red digital integrada (RDI), red que creció de los 33,600 enlaces en 1990 a más de 400,000 accesos en 1995 basada en fibra óptica para canales E1 en el marco normativo europeo derivado del suministro tecnológico de Ericsson y Alcatel. La norma americana es T1 de 1.544 Mbps.

La infraestructura RDI, sólo es una parte de una red digital de servicios integrados (ISDN) que por un par de cobre entrega servicios de comunicación a 144 Kbps por un contacto estándar (roseta), y considerada una tecnología pre-HDSL.

La red digital integrada empezó siendo muy cara, al principio se entregaban un E0 (contenido en un E1 a 32 canales), así como la infraestructura necesaria para la RDI: tierra física, site RDI, verificación, ajustes a la instalación, el equipo; una inversión cercana a los 15,000 USD.

La red pública de comunicaciones diferencia entre dos tipos de redes: la primaria (conexiones entre centrales) y secundaria (red de suscriptores). Los operadores telefónicos tienen su infraestructura de grandes velocidades en base a la fibra óptica como una solución de alta eficiencia y confiabilidad, y tan es así, que también ésta existe en algunas redes privadas.

Y aquí aparecen dos situaciones:

1. La comunicación entre las centrales telefónicas y los puntos de presencia (puntos de conexión no definitiva, pero cercanos al usuario) son construidos en fibra óptica. Y la distancia para conectar al punto de presencia (el más cercano) del operador con el usuario define la última milla teóricamente 1.5 km.
2. El reto de esta conexión final de última milla, exhibe diferentes soluciones, complejidades y costos, y más aún si no se justifica una instalación en fibra óptica en función de los usuarios potenciales, disponibilidad y planes.

Para estos fines el costo es un elemento insoslayable, aún cuando en México el costo promedio por instalación de línea es de 1,500 dólares comparado contra los 5,000 y 6,500 dólares en los EUA. En los términos del operador considérese la importancia de la planta externa como un activo de los operadores.

Actualmente existen más de 16.5 millones de suscriptores de servicios telefónicos en México, todos ellos soportados por una red telefónica instalada y lograda a partir de la existencia de más de 15,000 distritos telefónicos (lugar donde se encuentran conectados usuarios residenciales y de empresas) a las centrales públicas.

Por lo que se refiere a los distritos, estos conectan a usuarios que van en número, desde los 50, hasta que manejan 500 usuarios en un edificio corporativo.

La conexión entre las centrales telefónicas y los suscriptores o abonados, definitivamente se logra a través de pares de cobre, y en término promedio, cada distrito está habilitado para mantener a través de sí un 40% de capacidad instalada adicional de pares de cobre, para nuevos servicios.

Por el otro lado, se observa que dentro de los planes de crecimiento en la planeación de centrales telefónicas se ha llegado a inyectar más de 2,000 millones de dólares en inversiones consolidadas en nuevas líneas telefónicas y enlaces para la red secundaria.

Así, aún cuando la digitalización de la planta instalada de las centrales telefónicas esta totalmente lograda, es un hecho que la planta externa sigue siendo de cobre.

Se supone que existen entre 4 y 66 millones de km de pares de cobre instalados todos ellos en las paredes, calles y sin fin de lugares.

Así, al hablar de la planta externa es hablar por definición de la última milla, y es aquí donde cualquier operador deberá asegurar el conectar a un suscriptor a sus servicios, y más aún cuando se habla de los servicios de banda ancha.

La solución socorrida en RDI para asegurar la conexión del local loop (última milla), va desde colocar un sistema de microondas para llevar servicios a un edificio distante, unos 500 m a un costo promedio de 20,000 dólares.

Existen otras soluciones que involucran diferentes complejidades, sin embargo por el momento la situación anterior llama la atención de los siguientes elementos:

- El costo de acometida inicial de RDI por F. O. es alto
- El costo de la conexión de última milla por F. O. es considerable
- Existe una amplia red de pares de cobre ya tendida con posibilidades de aplicación más allá de los 56 kbps actuales

La tecnología HDSL tiene cabida en la comunicaciones de red públicas y privadas también. Cada empresa puede tener requerimientos diferentes, orientados al uso de líneas privadas, de fácil acceso y obtención, para que con productos de tecnología HDSL se puedan obtener soluciones de bajo costo y alta efectividad.

Operadores Telefónicos

En México, empresas como TELNOR trabajan con HDSL para brindar servicios en 2.048 Mbps y lo han hecho usando los sistemas *Campus Star* (con capacidad de monitoreo con agente SNMP) y *Campus E1*.

En TELNOR tienen una planta externa de cobre relativamente nueva (10 a 12 de existencia y en su mayor parte con un promedio de 3 años) con un excelente comportamiento eléctrico, manejada con una arquitectura de red basada en muchos concentradores (centrales pequeñas) o puntos de presencia en vez de centrales grandes con redes de acceso largas, lo que acerca mucho al cliente (de 2 a 3 km).

Algo muy importante, pues entre más corta es la distancia, es posible transmitir un mayor ancho de banda; ambos factores han permitido explotar perfectamente el HDSL para transmitir por par de cobre a distancias mayores a 2 km.

En cuanto a las razones de uso correcto, muchos de los clientes, se encuentran alejados a más de 1.8 km; y emplear una tecnología que implicara repetidores era una solución poco aceptable.

Una vez que se comprobó que con HDSL se puede también alcanzar más de los 2 km sin emplear repetidores, lo empezaron a usar. Así la aplicación típica queda en 2.048 Mbps ya que en 128 Kbps tenemos un producto RDSI para 4 ó 5 km basado en 2B1Q.

Redes Privadas

Las aplicaciones son variadas y van desde realizar enlaces E1 en campus para interconectar redes locales LAN a LAN en ambientes diversos, para conectar PABX's a PABX's, como extensión de enlaces digitales E1, como enlace remoto de videoconferencia, y suministrador de enlaces voz / datos digitales en lo general.

Extensión E1

Algunos usuarios de bancos han trabajado con esta tecnología, y en su experiencia, han realizado enlaces para conectar 2 redes LAN con un ancho de banda de 2.048 Mbps utilizando productos Campus E1 en combinación con ruteadores CISCO 2500.

El producto HDSL presenta la particularidad de entregar los 2.048 Mbps planos sin importar cómo son los canales de sincronía y control y la señalización, para HDSL es transparente.

Conexión LAN-LAN

Otro usuario HDSL es Banco Obrera, dispone de un enlace de voz / datos usando como medio un producto Campus Flex, operando con una base de 64 Kbps (creciendo por Software hasta $n \times 64$, donde $1 \leq n \leq 24$), que ha evitado tener varias líneas contratadas al sitio remoto (unos 2 km), lo que en principio ha indicado que la tecnología empleada como lo indica el Flex; es flexible, atractiva y económica.

En cuanto al factor costo por el volumen de tráfico piensan en manejar varias líneas privadas, en cambio con esta tecnología el beneficio fue inmediato: velocidad y ancho de banda.

La aplicación HDSL sirvió en un inicio para conectar servicios informáticos a poco más de 70 usuarios, de entre dos redes en su conjunto.

Conexión de PABX's a PABX's

Una aplicación relevante es la experiencia del banco mexicano al realizar un enlace entre dos conmutadores Meridian de Northern Telecom. A través de este enlace se cursa un tráfico pico de 25 erlangs y provee conexión a casi 3,000 puertos de extensiones telefónicas.

La conexión PABX's a PABX's está trabajando a un buen nivel de calidad a través de HDSL, en el monitoreo y evaluación estadística del BER tenemos un 10^{-9} .

Por lo que se refiere a la implementación de la tecnología se realizó de manera ágil; y en cuanto a la calidad, no han tenido caídas, no hay ecos y el sistema trabaja al 100%.

Para los operadores, esta tecnología podría significar la solución de transporte digital, que se ofrece como una alternativa de los carriers a los usuarios. Esta solución coloca a TELMEX en la posición de ofrecer servicios de conexión a 2.048 Mbps en E1 por par físico, con capacidad de ser administrados centralmente.

En confiabilidad, HDSL tiene un tiempo promedio de falla de 32 años (MTBF) y cada uno de ellos es probado exhaustivamente (por ser de misión crítica) antes de ser embarcados para su instalación.

En la parte relativa a costo una solución con HDSL es el 25% de lo pagado por un enlace de microondas.

Limitaciones

En TELNOR, no usaron cables especiales, es una condición de instalación. No es factible adaptar la planta instalada a una serie de condiciones que el producto demande, de lo contrario se instalaría fibra óptica.

Por lo que se requiere a otras soluciones de última milla una probable limitación sería la distancia de conexión (sin embargo opera a distancias de los 4 km a 12 km) en relación a los otros enlaces, pero la ventaja es que HDSL es mucho más barata.

Se afirma que TELMEX no estaría en condiciones de ofrecer servicios de calidad para estas tecnologías, sin embargo, es un hecho que ya implementó un plan para restaurar más de 10,000 distritos telefónicos en todo México, con especial énfasis en cerca de 4,500 de éstos que son de operación crítica, y donde se reporta el mayor número de fallas de comunicación de la planta externa.

Mercado

El mercado mexicano de los servicios de banda ancha en 1994 se caracterizaba por exhibir una demanda insatisfecha, situación expresada en la disparidad de sus precios y en la calidad de los servicios.

Los clientes se encontraban en la disyuntiva de un solo proveedor. El avance de las telecomunicaciones para 1994 se inscribe solamente en enlaces RDI caros y enlaces satelitales.

Actualmente en México, existen más de 2,300 sites de fibra óptica. De un 100% de instalaciones para RDI un 40 y 50% de estos arribos, pueden ser conectados como última milla por medio de: Microondas, comunicaciones inalámbricas, espectro disperso y ahora HDSL.

Por el lado de los servicios de banda ancha, la demanda de mercado para trenes de 2.048 Mbps con aplicación de HDSL, se estima pueda presentar una tasa de crecimiento del 30% desde 1995 a la fecha.

Por las características de las necesidades de comunicación en los usuarios, se observa lo siguiente: 50% de ellos son de usos profesionales, y el restante para el gran público.

Manejo del Mercado

Algunos de los elementos que han venido a dinamizar los servicios de banda ancha y con ello HDSL son:

- Las mayores solicitudes de enlaces a redes corporativas
- Los accesos a Internet
- La creciente demanda para la videoconferencia
- La interconexión de operadores con otros operadores a través de E1's
- Los 100,000 puntos potenciales de conexión (la mezcla de usuarios de servicios profesionales, PyMES) de un México demandante de costos accesibles

A estos hechos se agrega la estrategia de la Red de Fibra Óptica Flexible (ROF) de TELMEX y TELNOR, que busca mejorar los niveles de confiabilidad de la anterior RDI, enfocando la tarea en áreas de alta concentración de usuarios, dejando la posibilidad de solucionar con HDSL a los que estén fuera de alcance de los puntos de presencia. Lo anterior, es compatible con la filosofía de TELMEX, de invertir donde le sea más rentable.

Futuro

Por lo que se refiere al tema de banda ancha en México, la demanda por canales de 2.048 Mbps es muy elevada (se estima una tasa anual del 30%) al pasar clientes de los 9,600 a los 2.048 Mbps y en el Inter encontrándose los de 64 Kbps con una demanda de hace 6 años a la fecha, y con ello la necesidad no sólo del usuario, sino también del proveedor para ofrecer servicios.

Ante este panorama para los operadores se plantea lo siguiente:

- Dar uso a una planta externa metálica, al buscar amortizar las inversiones realizadas en ella
- Hallando aplicaciones al cobre para servicios de banda ancha
- Esto impacta ya en estos momentos a usuarios de servicios profesionales (PyMES)
- Actualmente es una realidad que las PyMES y usuarios residenciales, se integran a los servicios de comunicación digitales, anteriormente de uso exclusivo para las grandes empresas; y donde el integrar esas empresas, ha sido y es consecuencia de utilizar HDSL en la solución de la última milla

Así desde tiempo atrás, se abrió un nicho de negocio para HDSL que como tecnología apareció para complementar la oferta de servicios de las empresas de telecomunicaciones, y que desde el punto de vista de producto (en una economía como la mexicana) tendrá un ciclo de vida de no menos de 25 años para redes públicas.

HDSL gana terreno actualmente en aplicaciones donde convive con tecnologías centralizadas, y es evidente que en los sistemas abiertos encuentre más aplicaciones potenciales, prueba de ello es su aceptación en el sector bancario, lo que hace que HDSL se agregue como un factor multiplicador en la conectividad y expansión en las redes de voz y datos.

Las líneas privadas permanentes y temporales, redes virtuales y líneas públicas conmutadas, contribuirán a satisfacer la demanda de servicios de banda ancha de México.

En este sentido, la justificación y aplicación proviene entre otros factores de la continuidad y frecuencia del uso en los servicios. Para un trabajo continuo valdría una conexión de línea privada, y para tráfico fuerte (en ráfaga) o con usuarios distribuidos, una red de conmutación.

Por último, en las redes privadas, HDSL encuentra un lugar en diversas aplicaciones que favorecen conexiones de alta velocidad punto a punto. Y esta es la razón, por la que no ha sido extraño en México, encontrar que enlaces de microondas, radio y láser sean reemplazados por un par de cobre transmitiendo a 2.048 Mbps, en un trámite técnico no mayor a los 30 minutos y con ahorros considerables.

5.2 APLICACIONES EN SUSCRIPTORES INALÁMBRICOS

Estudio de Línea de Vista de un Enlace de Microondas Punto a Punto

En un sistema inalámbrico de transmisión punto a punto o punto-multipunto se tiene que realizar un estudio de línea de vista (Path Survey) antes de instalarlo y ponerlo en funcionamiento. A continuación se describe los pasos a seguir en un estudio de línea de vista.

En el estudio de línea de vista se tienen dos puntos separados por una distancia X, en este caso en particular son el BTS SITE A y EL BTS SITE B con las características que se enlistan a continuación.

BTS SITE A

En este sitio existe una torre autosoportada triangular tubular de 40.00 metros de altura. La antena se propone a 29.00 metros de altura para asegurar el buen funcionamiento del enlace.

El tipo de soporte a utilizar cuando se instale la antena es esquinero de 1.50 mts x 4" pared gruesa, cedula 40, para pierna tubular de 4". El equipo interior será instalado en un BTS que se encuentra a un lado de la torre propiedad de Ingenieros Asociados.

De acuerdo a la orden de trabajo del cliente la banda de operación es 38 GHz, capacidad 4E1, configuración 1+1 y antenas de 0.30 mts de diámetro, sin embargo de acuerdo al resultado del cálculo para obtener la disponibilidad necesaria, se propone una antena de 0.60 mts de diámetro.

BTS SITE B

En la orden de trabajo proporcionada por el cliente, este sitio estaba considerado como BTS, pero realmente es un Radio Base RB, ya que existe shelter para la instalación del equipo interior.

En este sitio existe una torre autosoportada triangular tubular de 30.00 metros de altura. La antena se propone a 26.00 metros de altura para asegurar el buen funcionamiento del enlace.

El tipo de soporte a utilizar cuando se instale la antena es esquinero de 1.50 mts x 4" pared gruesa, cedula 40, para pierna tubular de 3.6". El equipo interior será instalado en un shelter que se encuentra a un lado de la torre. Se propone un tramo de escalerilla exterior sobre torre de 0.40 mts x 4 mts de longitud, para completar el ultimo tramo a la altura de la antena propuesta.

Tabla de Equipo Utilizado:

a) Para el estudio de Línea de Vista.

Equipo Utilizado	Marca	Modelo	Versión de Software	Calibración	Precisión
Strobo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Binoculares	Konus	10 x 30 x 60 mm	N/A	N/A	N/A
Brújula	Brunton	SUM-360-LA	N/A	N/A	0.25°
Cámara	Sony	DCR-TRV340	N/A	N/A	700X
DGPS	Trimble	TSC1	GPS Pathfinder Office	N/A	0.5- 0.6 m
Flexometro	Estándar	N/A	N/A	N/A	N/A
Telescopio	Binar	607 AZ10	N/A	N/A	525

b) Para los Cálculos del enlace.

Programa para el Cálculo	Marca	Versión
Path Loss	Contract Engineering	PL 4.0
Plano INEGI 1: 50000	E 14 - A 29	
Plano INEGI 1: 50000	E 14 - A 29	

Auditoria y Características para la Adecuación de los Sitios

DATOS	SITIO A	SITIO B
Nombre de Sitio:	BTS SITE A	BTS SITE B
Coordenadas:	Latitud [°] 19° 37' 05.12" N Longitud [°] 99° 03' 46.94" W	Latitud [°] 19° 36' 08.03" N Longitud [°] 99° 03' 18.18" W
Propiedad	INGENIEROS Y ASOCIADOS	INGENIEROS MECÁNICOS Y ASOCIADOS
SALA DE COMUNICACIÓN		
Tipo de sala	BTS	SHELTER
Propiedad	INGENIEROS MECÁNICOS Y ASOCIADOS	INGENIEROS MECÁNICOS Y ASOCIADOS
TORRE/MASTIL		
Propiedad	INGENIEROS ASOCIADOS	INGENIEROS MECÁNICOS Y ASOCIADOS
Tipo de Torre o Mástil:	AUTOSOPORTADA	AUTOSOPORTADA
Altura de Torre o Mástil:	40.0 m	30.0 m
ANTENAS		
Marca de Antena:	ANDREW	ANDREW
Modelo de Antena:	UKY 210 80 / SC15	UKY 210 80 / SC15
Diámetro:	0.60 m	0.60 m
Azimut [°]:	154.48	334.48
Altura total de Antena:	29.00 m	26.00 m
SOPORTE		
Soporte para Antena Tipo:	ESQUINERO	ESQUINERO
Longitud de Mástil:	1.5 m	1.5 m
Diámetro de Mástil:	4.0"	4.0"
ESCALERILLA EXTERIOR		
Se requiere escalerilla (SI / NO)	NO	NO
Distancia de Torre a Feeders.	6.2 m	5.0 m
ESCALERILLA INTERIOR		
Se requiere cama (SI/NO)	NO APLICA	NO
Distancia de Feeders a Rack.	2.0 m	5.0 m
BOOT		
Se requiere instalar Boot	EXISTENTE	SE REQUIERE
Tipo de Boot	N/A BTS EXISTENTE	ESTÁNDAR
RACK		
Se requiere instalar rack	BTS EXISTENTE	RACK EXISTENTE
Tipo de Rack	BTS EXISTENTE	RACK EXISTENTE 19"
BARRA DE TIERRA PARA RACK		
Se requiere instalar barra de tierra	EXISTENTE	EXISTENTE
Tipo de tierra	FÍSICA	FÍSICA
CABLE COAXIAL		
Tipo de cable	RG-8	RG-8
Longitud de cable por tirada	82.0 m	73.0 m

ANÁLISIS DE TRAYECTORIA

Información Del Análisis Del Terreno

DATOS DEL TERRENO	BTS SITE A	RB SITE B
Latitud	19 37 05.12 N	19 36 08.03 N
Longitud	099.03.46.94 W	099 03 18.18 W
Azimut verdadero (°)	154 28 47.18	334 28 56.83
Distancia calculada (km)	1.945	
Distancia del perfil	1.950	
Datum	WGS 1984	
Zona UTM	14N	14N
Easting (km)	493.390	494.227
Northing (km)	2169.221	2167.466
Elevación (m)	2309.00	2309.00

Distancia (km)	Elevación (m)	Suelo	Estructura (m)
0.000	2309.00	TP	
0.100	2307.20	TP	12.0 Edificio comienzo de rango
0.265	2307.20	TP	15.0 Árbol
0.500	2300.00	TP	
0.600	2299.40	TP	15.0 Árbol
1.000	2297.00	TP	17.0 Árbol
1.500	2300.00	TP	
1.560	2306.00	TP	Fin de rango
1.600	2312.00	TP	
1.650	2316.00	TP	18.0 Árbol-obstrucción fuera de trayectoria
1.669	2315.00	TP	14.0 Edificio
1.730	2313.00	TP	12.0 Edificio-comienzo de rango
1.920	2309.85	TP	Fin de rango
1.950	2309.00	TP	

Reporte De Alturas De Antena

ALTURA DE ANTENAS	BTS SITE A	RB SITE B
Latitud	19 37 05.12 N	19 36 08.03 N
Longitud	099.03.46.94 W	099 03 18.18 W
Azimuth verdadero (°)	154.48	334.48
Elevación (m)	2309.00	2309.00
Altura de antena (m)	29	26
Altura de torre (m)		
Distancia (km)	1.95	
Frecuencia (MHz)	38000.00	
Orientación K de antena	1.33	
Ángulo vertical (°)	-0.09	0.08
Error en K = 2/3 (°)	0.01	0.01
Error en K = 1 (°)	0.00	0.00
Error en K = 100 (°)	-0.01	-0.01

Reporte De Pérdidas Por Difracción

Algoritmo de difracción	Pathloss
Método de filo de cuchillo múltiple	Deygout
Número máximo de obstáculos	2
Método de radio	Mayor obstáculo
Método de pérdida de primer plano	Ganancia de altura

	BTS SITE A	RB SITE B
Elevación (m)	2309.00	2309.00
Altura de antena (m)	29.00	26.00
Altura efectiva de antena (m)	35.01	32.01

Distancia (km)	1.95
Frecuencia (MHz)	38000.00
Factor de curvatura K	1.33
Polarización	Vertical
Tipo de árbol	Árboles descubiertos, hojas secas
Tipo de terreno	promedio

Longley-Rice IRRT

Rango de elevación del terreno (m)	0.00
Pérdida (dB)	0.00
Pérdidas por difracción (dB)	0.00
Pérdida por árbol-edificio (dB)	0.00
Pérdidas de espacio libre (dB)	129.86
Pérdidas de absorción atmosférica (dB)	0.24
Pérdida total	130.10

DESEMPEÑO DEL ENLACE

Desempeño del Enlace ERICSSON Polarización Vertical

	BTS SITE A	RB SITE B
Elevación	2309.00	2309.00
Latitud	19 37 05 .12 N	19 36 08.03 N
Longitud	099 03 46.94 W	099 03 08.03 W
Azimuth Verdadero (°)	154.48	334.48
Ángulo Vertical (°)	-0.09	0.08
Modelo de Antena	UKY 210 80 / SC15	UKY 210 80 / SC15
Altura de Antena (m)	29.00	26.00
Ganancia de Antena (dBi)	44.30	44.30
Pérdidas Misceláneas (dB)	0.50	0.50
Frecuencia (MHz)	38000.00	
Polarización	Vertical	
Longitud de la trayectoria (km)	1.95	
Pérdidas de espacio Libre (dB)	129.86	
Pérdidas de absorción Atmosférica (dB)	0.24	
Margen de Campo (dB)	1.00	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	43.50	43.50
Modelo de Radio	MINILINK 38 E	MINILIK 38 E
Potencia de Transmisión (W)	0.02	0.02
Potencia de transmisión (dBm)	12.00	12.00
PIRE (dBm)	55.80	55.80
Designador de Emisor	7M00G7WDR	7M00G7WDR
Criterio de Umbral de Recepción	BER 10 ⁻⁵	BER 10 ⁻⁵
Nivel de Umbral (dBm)	-77.00	-77.00
Señal Recibida (dBm)	-31.50	-31.50
Margen de Desviación-Térmico (dB)	45.50	45.50
Factor Climático	1.00	
Rugosidad del Terreno (m)	6.10	
Factor C	3.29	
Fade Occurrence Factor (Po)	5.56E-04	
Temperatura Anual Promedio (°C)	23.00	
Región de Precipitación	ITU Región N	
0.01% Intensidad de Lluvia (mm/hr)	70.00	
Margen de Desviación-Plano por Lluvia (dB)	45.50	
Atenuación por Lluvia (dB)	45.50	
Fuera de Servicio Anual por Lluvia (%-seg)	99.99815 - 583.29	
Total Anual (%-seg)	99.99815 - 583.65	

DESEMPEÑO DEL ENLACE

Desempeño del Enlace ERICSSON Polarización Horizontal

	BTS SITE A	RB SITE B
Elevación	2309.00	2309.00
Latitud	19 37 05 .12 N	19 36 08.03 N
Longitud	099 03 46.94 W	099 03 08.03 W
Azimuth Verdadero (°)	154.48	334.48
Ángulo Vertical (°)	-0.09	0.08
Modelo de Antena	UKY 210 80 / SC15	UKY 210 80 / SC15
Altura de Antena (m)	29.00	26.00
Ganancia de Antena (dBi)	44.30	44.30
Pérdidas Misceláneas (dB)	0.50	0.50
Frecuencia (MHz)	38000.00	
Polarización	Horizontal	
Longitud de la trayectoria (km)	1.95	
Pérdidas de espacio Libre (dB)	129.86	
Pérdidas de absorción Atmosférica (dB)	0.24	
Margen de Campo (dB)	1.00	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	43.50	43.50
Modelo de Radio	MINILINK 38 E	MINILIK 38 E
Potencia de Transmisión (W)	0.02	0.02
Potencia de transmisión (dBm)	12.00	12.00
PIRE (dBm)	55.80	55.80
Designador de Emisor	7M00G7WDR	7M00G7WDR
Criterio de Umbral de Recepción	BER 10 ⁻⁶	BER 10 ⁻⁶
Nivel de Umbral (dBm)	-77.00	-77.00
Señal Recibida (dBm)	-31.50	-31.50
Margen de Desviación-Térmico (dB)	45.50	45.50
Factor Climático	1.00	
Rugosidad del Terreno (m)	6.10	
Factor C	3.29	
Fade Occurrence Factor (Po)	5.56E-04	
Temperatura Anual Promedio (°C)	23.00	
Región de Precipitación	ITU Región N	
0.01% Intensidad de Lluvia (mm/hr)	70.00	
Margen de Desviación-Plano por Lluvia (dB)	45.50	
Atenuación por Lluvia (dB)	45.50	
Fuera de Servicio Anual por Lluvia (%-seg)	99.99682 - 1001.45	
Total Anual (%-seg)	99.99682 - 1001.82	

7.- CONFIGURACIÓN DE SITIOS

PUNTA	BTS SITE A	BTS SITE B
SALA		
Posición Del DDF A Utilizar	Por Definir	Por Definir
Cableado De Tributarias	Al DDF	Al DDF
Longitud Del Cable De Tributarias	Por Definir	Por Definir
Tipo De Conector	BNC	BNC
Plano INEGI	E 14 - A 29	E 14 - A 29

ESTRUCTURA

Distancia De Equipo IDU A ODU	82.0 M	73.0 M
Tipo De Torre:	Autosoportada	Autosoportada
Altura:	40.0 M	30.0 M
Estructura Propiedad De	INGENIEROS Y ASOCIADOS	INGENIEROS MECÁNICOS Y ASOCIADOS
Ubicación De Las Antenas	Torre Existente	Torre Existente
Altura De La Antena Sobre Estructura	28.70 M	25.60 M
Barra De Tierra En Estructura	Existente	Existente
Puesta A Tierra De Estructura	Si	Si
1° Opción Ericsson	SITIO A	SITIO B
Banda De Frecuencia	37.0 - 39.5	37.0 - 39.5
Equipo Modelo	MINILINK 38E	MINILINK 38E
Capacidad Del Equipo	4E1	4E1
Antena Modelo	UKY 210 80 / SC15	UKY 210 80 / SC15
Diámetro De Antena	0.6 M	0.6 M
2° Opción -	SITIO A	SITIO B
Banda De Frecuencia	-	-
Equipo Modelo	-	-
Capacidad Del Equipo	-	-
Antena Modelo	-	-
Diámetro De Antena	-	-

REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA

EN SALA	SITIO A	SITIO B
Tipo De Guía	Coaxial	Coaxial
Barra De Tierra	Existente	Existente
Posiciones De Fuerza	1 Y 2	1 Y 2
Bastidor De 19"	BTS Existente	Rack Existente
Panel De Fusibles	N/A BTS Existente	Se Requiere
Ventana De Boots Adicional	Existente	Existente
EN TORRE	SITIO A	SITIO B
Tipo De Guía	Coaxial	Coaxial

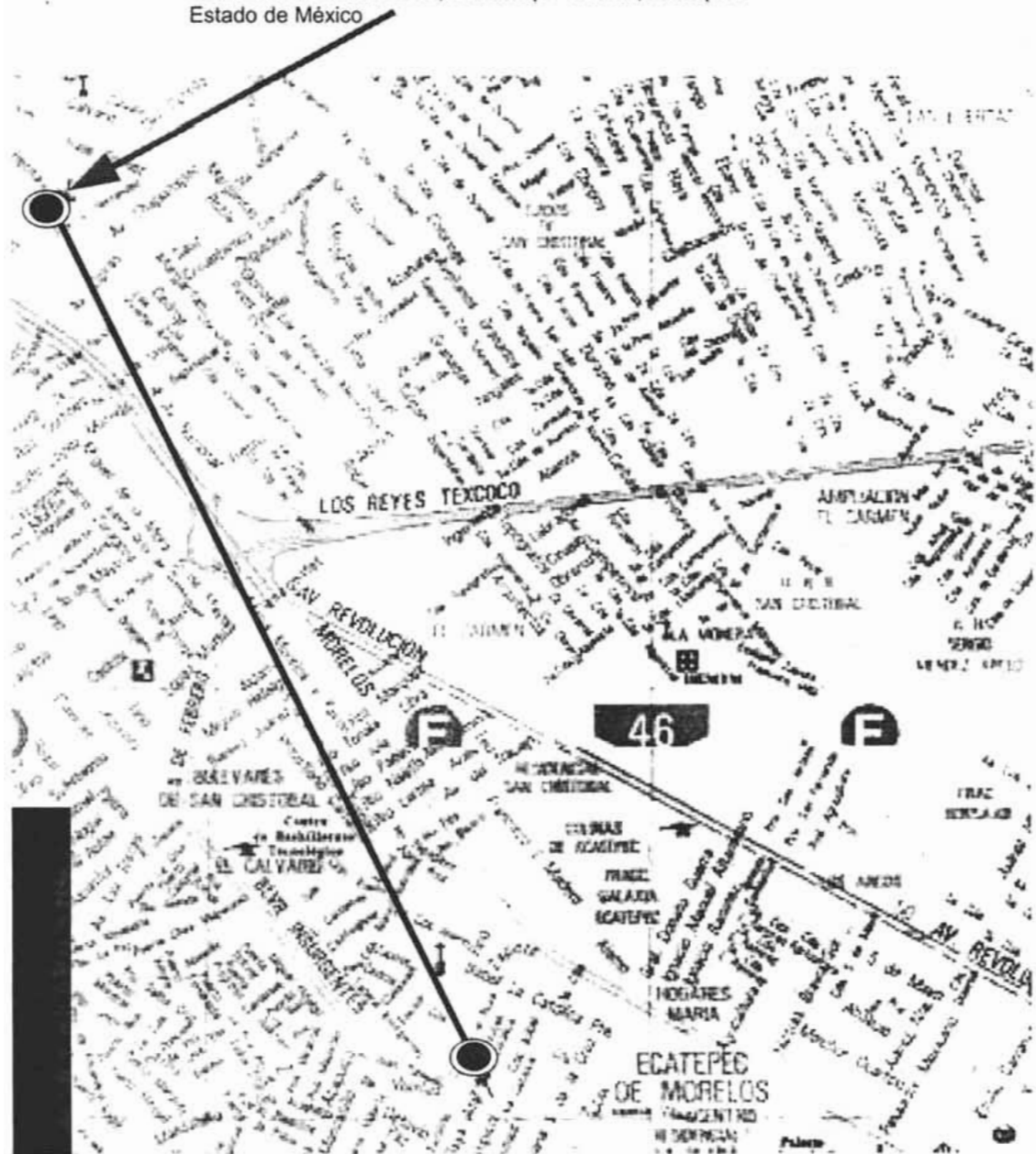
6.1.2 UBICACIÓN DE LOS SITIOS EN PLANO CROQUIS

BTS SITE A

19° 37' 05.12" N

99° 03' 46.94" W

Gabriel Hernández No 39, Guadalupe Victoria, Ecatepec -
Estado de México



Coordenadas	Tipo de Estructura	TORRE	Altura de Edificio	0.00 m
19° 37' 05.12" N	Distancia entre Piernas	2.7 m	Altura de Dado	0.30 m
99° 03' 46.94" W	Diámetro de Mástil del soporte	4.0"	Altura del Remate	3.00 m
WGS84	Tipo de Pierna	TUBULAR	Altura del Pararrayos	1.50 m
Comentarios:	N.T.C. Nivel Tope de Concreto		Altura de la Estructura	40.00 m
	N.T.T. Nivel de Tope de Torre		Altura Total de la Estructura	44.80 m
	N.C.G.O. Nivel de Cama de Guia de Onda		Altura CL	29.00 m
	N.A. Nivel de Azotea			
	N.I.P. Nivel Inferior de Planta			
Altura de antena sobre estructura				28.70 m
				154.48°

C

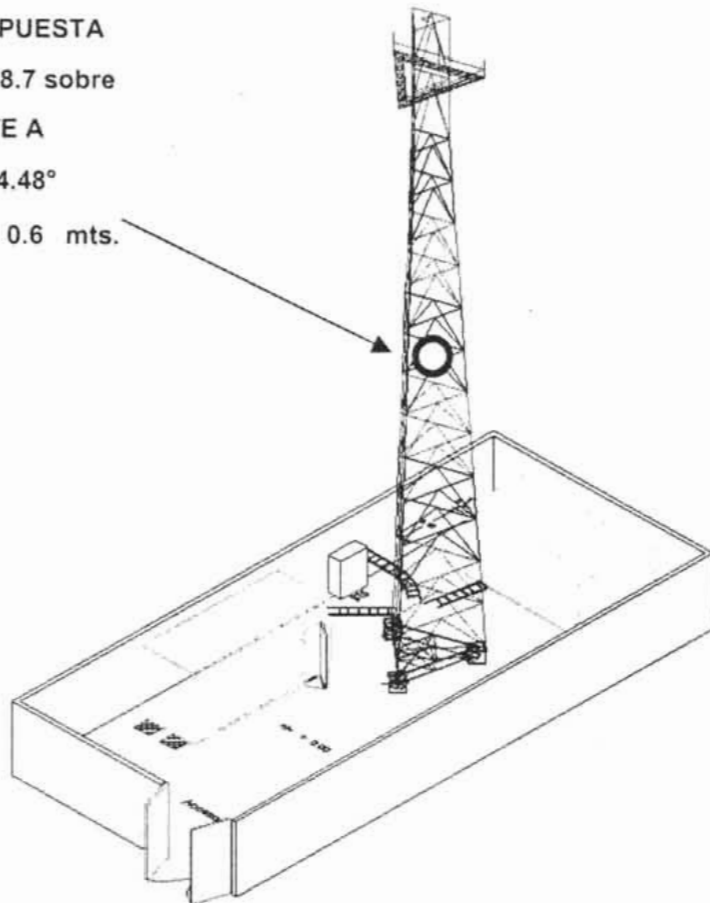


Proyecto	BTS SITE A - BTS SITE B	
Sitio	BTS SITE A	
Plano	CROQUIS DE PLANTA	
Región	Acotación	
9	Metros	

Coordenadas	Tipo de Estructura	TORRE	Altura de Edificio	0.00 m
19° 37' 05.12" N	Distancia entre Piernas	2.7 m	Altura de Dado	0.30 m
99° 03' 46.94" W	Diámetro de Mástil del soporte	4.0"	Altura del Remate	3.00 m
WGS84	Tipo de Pierna	TUBULAR	Altura del Pararrayos	1.50 m
Comentarios:	N.T.C. Nivel Tope de Concreto		Altura de la Estructura	40.00 m
	N.T.T. Nivel de Tope de Torre		Altura Total de la Estructura	44.80 m
	N.C.G.O. Nivel de Cama de Guía de Onda		Altura CL	29.00 m
	N.A. Nivel de Azotea			
	N.I.P. Nivel Inferior de Planta		Altura de antena sobre estructura	28.70 m
			Azimut	154.48°

ANTENA PROPUESTA

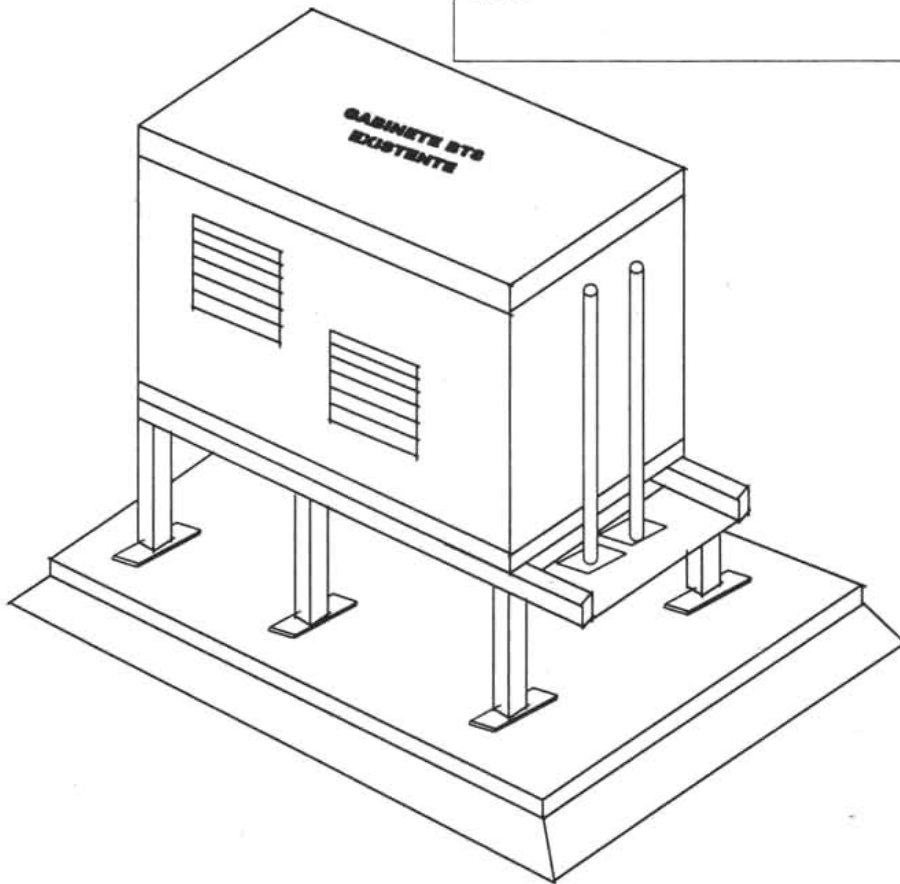
ALTURA: 28.7 sobre
DIR: BTS SITE A
AZIMUT: 154.48°
DIÁMETRO: 0.6 mts.



Proyecto	BTS SITE A - BTS SITE B	
Sitio	BTS SITE A	
Plano	VISTA FRONTAL	
Región	Acotación	
9	Metros	

Capítulo 5
Aplicaciones en las Redes de Banda Ancha

Coordenadas	Tipo de Contenedor	Altura de Edificio	0.00 m	
19° 37' 05.12" N	BTS	Altura de Dado	0.30 m	
99° 03' 46.94" W	Comentarios:	Altura de Remate	3.00 m	
WGS84		N.T.C. Nivel Tope de Concreto	Altura del Pararrayos	1.50 m
		N.T.T. Nivel de Tope de Torre	Altura de la Estructura	40.00 m
		N.C.G.O. Nivel de Cama de Guia de Onda	Altura Total de la Estructura	44.80 m
		N.A. Nivel de Azotea	Altura CL	29.00 m
	N.I.P. Nivel Inferior de Planta	Altura de antena sobre estructura	28.70 m	
		Azimut	154.48°	



Proyecto	BTS SITE A - BTS SITE B
Sitio	BTS SITE A
Plano	DETALLE DEBTS
Región	Acotación
9	Metros

Coordenadas	Tipo de Estructura	TORRE	Altura de Edificio	0.00 m
19° 37' 05.12" N	Distancia entre Piernas	2.7 m	Altura de Dado	0.30 m
99° 03' 46.94" W	Diámetro de Mástil del soporte	4.0"	Altura de Remate	3.00 m
WGS84	Tipo de Pierna	TUBULAR	Altura del Pararrayos	1.50 m
Comentarios:	N.T.C. Nivel Tope de Concreto		Altura de la Estructura	40.00 m
	N.T.T. Nivel de Tope de Torre		Altura Total de la Estructura	44.80 m
	N.C.G.O. Nivel de Cama de Guía de Onda		Altura CL	29.00 m
	N.A. Nivel de Azotea		Altura de antena sobre estructura	28.70 m
	N.I.P. Nivel Inferior de Planta			
			Azimut	154.48°

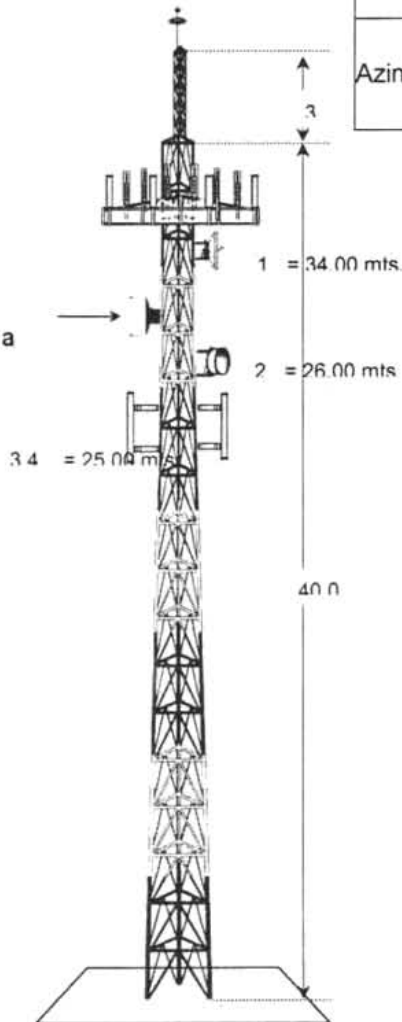
ANTENA PROPUESTA

ALTURA: 28.7 sobre estructura a

DIR: BTS SITE A

AZIMUT: 154.48°

DIÁMETRO: 0.6 mts.



Proyecto	BTS SITE A - BTS SITE B	
Sitio	BTS SITE A	
Plano	DETALLE DE TORRE	
Región	Acotación	
9	Metros	

Coordenadas	Tipo de Estructura	TORRE	Altura de Edificio	0.00 m
19° 36' 08.03" N	Distancia entre Piernas	1.0 m	Altura de Dado	0.40 m
99° 03' 18.18" W			Altura del Remate	3.00 m
WGS84	Tipo de Pierna	TUBULAR	Altura del Pararrayos	1.00 m
Comentarios:	N.T.C. Nivel Tope de Concreto		Altura de la Estructura	30.00 m
	N.T.T. Nivel de Tope de Torre		Altura Total de la Estructura	34.40 m
	N.C.G.O. Nivel de Cama de Guía de Onda		Altura CL	26.00 m
	N.A. Nivel de Azotea		Altura de antena sobre estructura	25.60 m
	N.I.P. Nivel Inferior de Planta			
			Azimut	334.48°

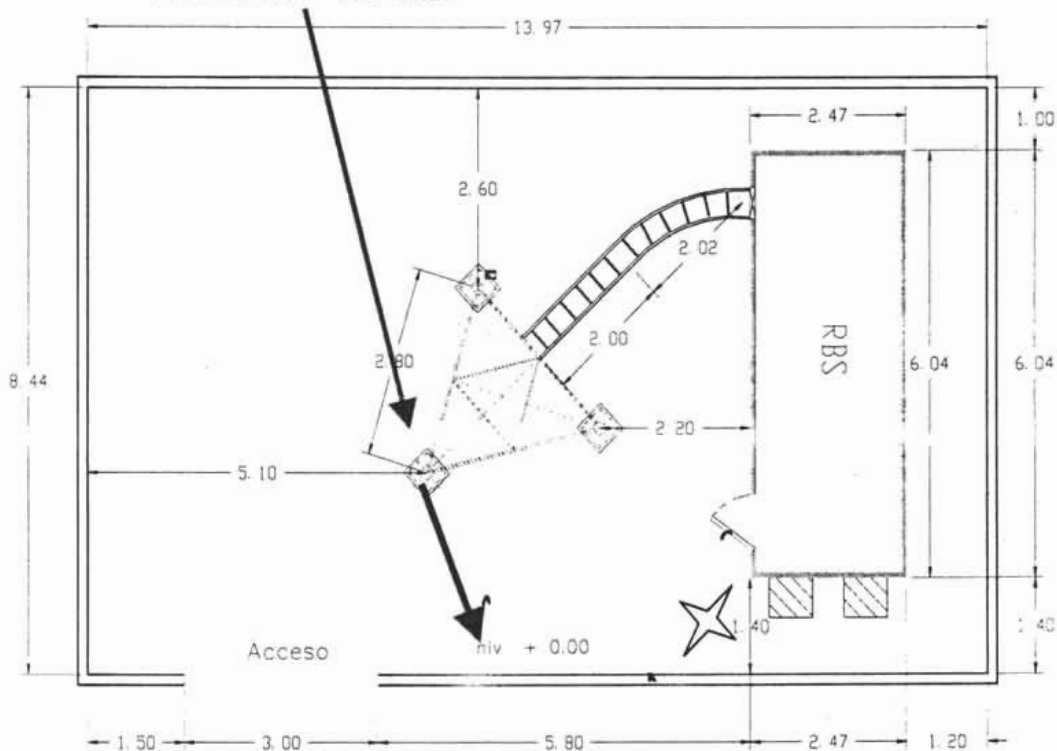
ANTENA PROPUESTA

ALTURA: 25.6 sobre estructura

DIR: BTS SITE B

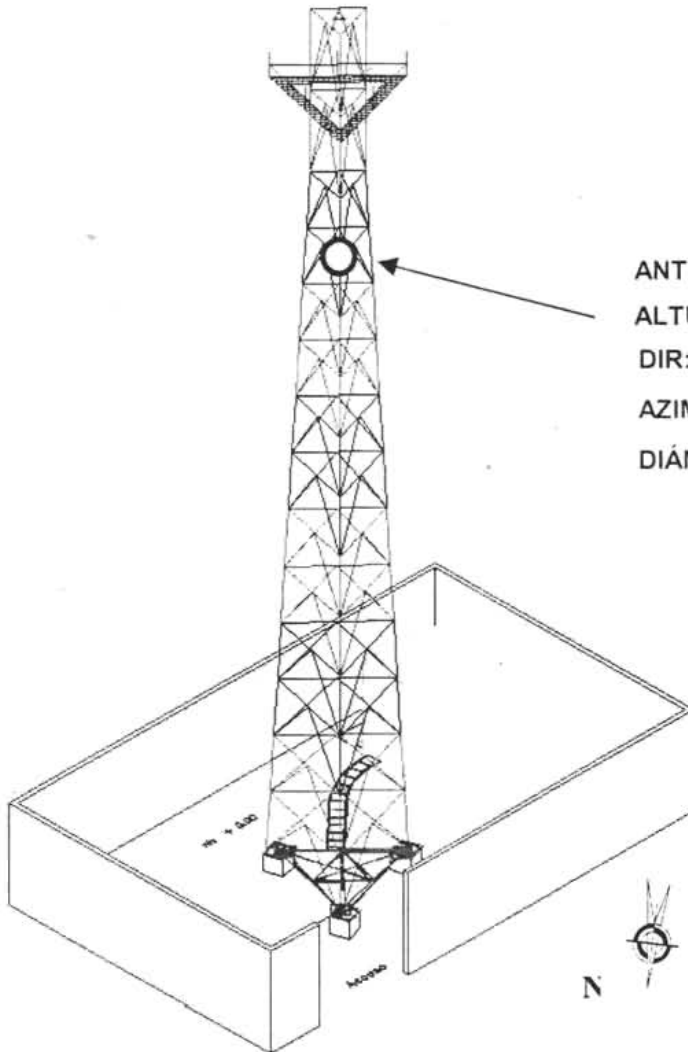
AZIMUT: 334.48°

DIÁMETRO: 0.6 mts.



Proyecto	BTS SITE A - BTS SITE B
Sitio	BTS SITE B
Plano	CROQUIS DE PLANTA
Región	Acotación
9	Metros

Coordenadas	Tipo de Estructura	TORRE	Altura de Edificio	0.00 m
19° 36' 08.03" N	Distancia entre Piernas	1.0 m	Altura de Dado	0.40 m
99° 03' 18.18" W	Diámetro de Mástil del soporte	4.0"	Altura del Remate	3.00 m
WGS84	Tipo de Pierna	TUBULAR	Altura del Pararrayos	1.00 m
Comentarios:	N.T.C. Nivel Tope de Concreto		Altura de la Estructura	30.00 m
	N.T.T. Nivel de Tope de Torre		Altura Total de la Estructura	34.40 m
	N.C.G.O. Nivel de Cama de Guía de Onda		Altura CL	26.00 m
	N.A. Nivel de Azotea			
	N.I.P. Nivel Inferior de Planta			
			Altura de antena sobre estructura	25.60 m
			Azimut	334.48°



ANTENA PROPUESTA

ALTURA: 25.6 sobre estructura

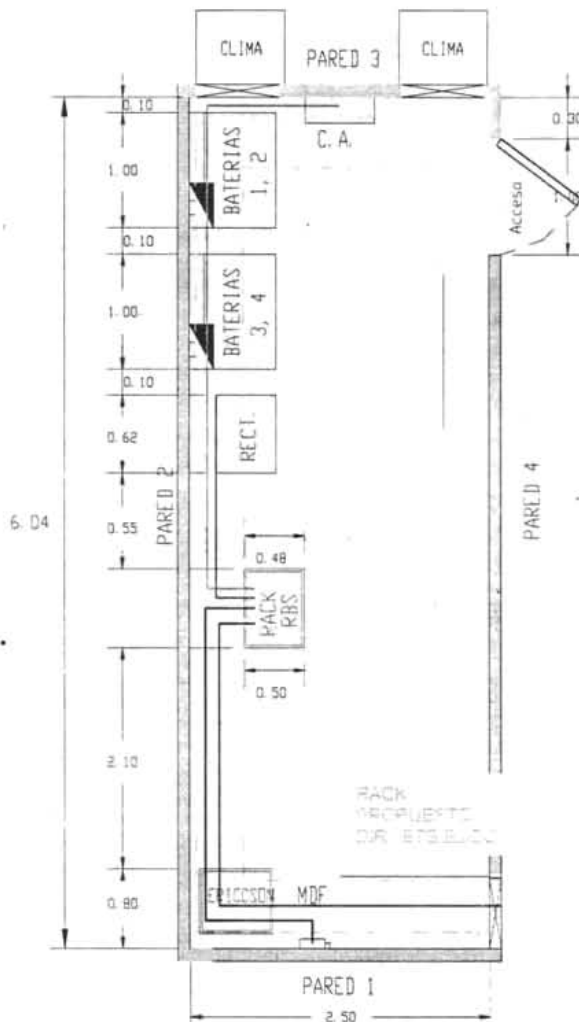
DIR: BTS SITE B

AZIMUT: 334.48°

DIÁMETRO: 0.6 mts.

Proyecto	BTS SITE A - BTS SITE B
Sitio	BTS SITE B
Plano	VISTA FRONTAL
Región	Acotación
9	Metros

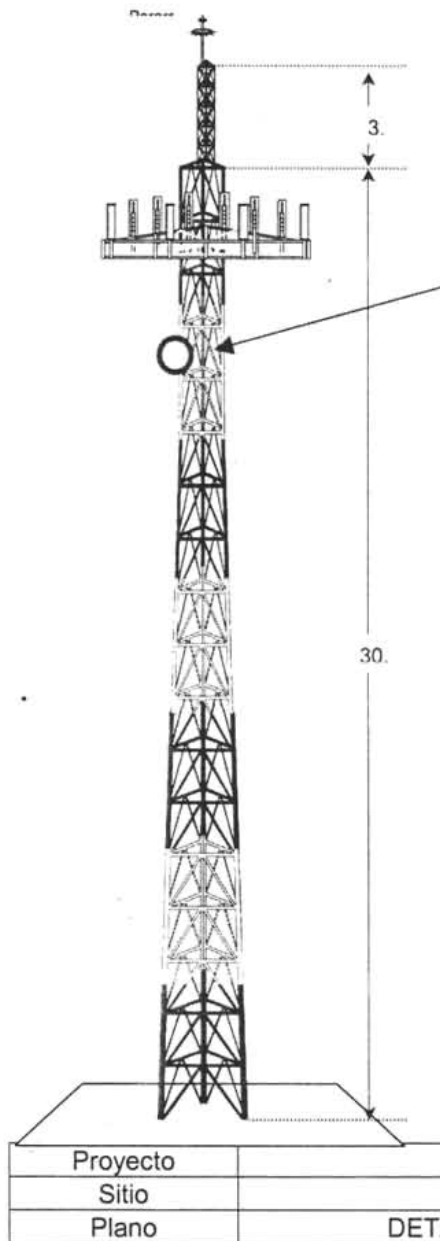
Coordenadas	Tipo de Contenedor	Altura de Edificio	0.00 m
19° 36' 08.03" N	SHELTER	Altura de Dado	0.40 m
99° 03' 18.18" W	Comentarios:	Altura del Remate	3.00 m
WGS84	N.T.C. Nivel Tope de Concreto	Altura del Pararrayos	1.00 m
Comentarios:	N.T.T. Nivel de Tope de Torre	Altura de la Estructura	30.00 m
	N.C.G.O. Nivel de Cama de Guía de Onda	Altura Total de la Estructura	34.40 m
	N.A. Nivel de Azotea	Altura CL	26.00 m
	N.I.P. Nivel Inferior de Planta		25.60 m
		Altura de antena sobre estructura	
		Azimut	334.48°



- LÍNEA DE ALIMENTACIÓN.
- LÍNEA DE TIERRA
- LÍNEA B.B.

Proyecto	BTS SITE A - BTS SITE B	
Sitio	BTS SITE B	
Plano	DETALLE DESHELTER	
Región	Acotación	
9	Metros	

Coordenadas	Tipo de Estructura	TORRE	Altura de Edificio	0.00 m
19° 36' 08.03" N	Distancia entre Piernas	1.0 m	Altura de Dado	0.40 m
99° 03' 18.18" W	Diámetro de Mástil del soporte	4.0"	Altura del Remate	3.00 m
WGS84	Tipo de Pierna	TUBULAR	Altura del Pararrayos	1.00 m
Comentarios:	N.T.C. Nivel Tope de Concreto		Altura de la Estructura	30.00 m
	N.T.T. Nivel de Tope de Torre		Altura Total de la Estructura	34.40 m
	N.C.G.O. Nivel de Cama de Guia de Onda		Altura CL	26.00 m
	N.A. Nivel de Azotea		Altura de antena sobre estructura	25.60 m
	N.I.P. Nivel Inferior de Planta			
		Azimut	334.48°	



ANTENA PROPUESTA

ALTURA: 25.6 sobre estructura

DIR: BTS SITE B

AZIMUT: 334.48°

DIÁMETRO: 0.6 mts.

Proyecto	BTS SITE A - BTS SITE B
Sitio	BTS SITE B
Plano	DETALLE DE TORRE

USANDO EL PROTOCOLO SIMPLE DE GESTIÓN DE RED SNMP (SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL) PARA CONTROLAR LA RED INALÁMBRICA

En esta parte del estudio de microondas es donde se aplica los protocolos para redes de banda ancha.

Para tomar las ventajas del agente SNMP en el radio de microondas, se debe de tener un Sistema de Gestión de Red NMS (Network Management System / Sistema de Gestión de Red) que soporte el software propio de la marca del equipo, en este caso es StarEquipment.

El protocolo de aplicación SNMP, la margen con el transporte UDP/IP, direcciona y rutea protocolos.

La figura 5.1 muestra una aplicación simple. En este ejemplo, el NMS se comunica con el radio de microondas por medio de un módem. El radio que está conectado al módem entra al ruteador por una subred que consiste de 2 radios de microondas, que se puede referir como la red de los radios de microondas.

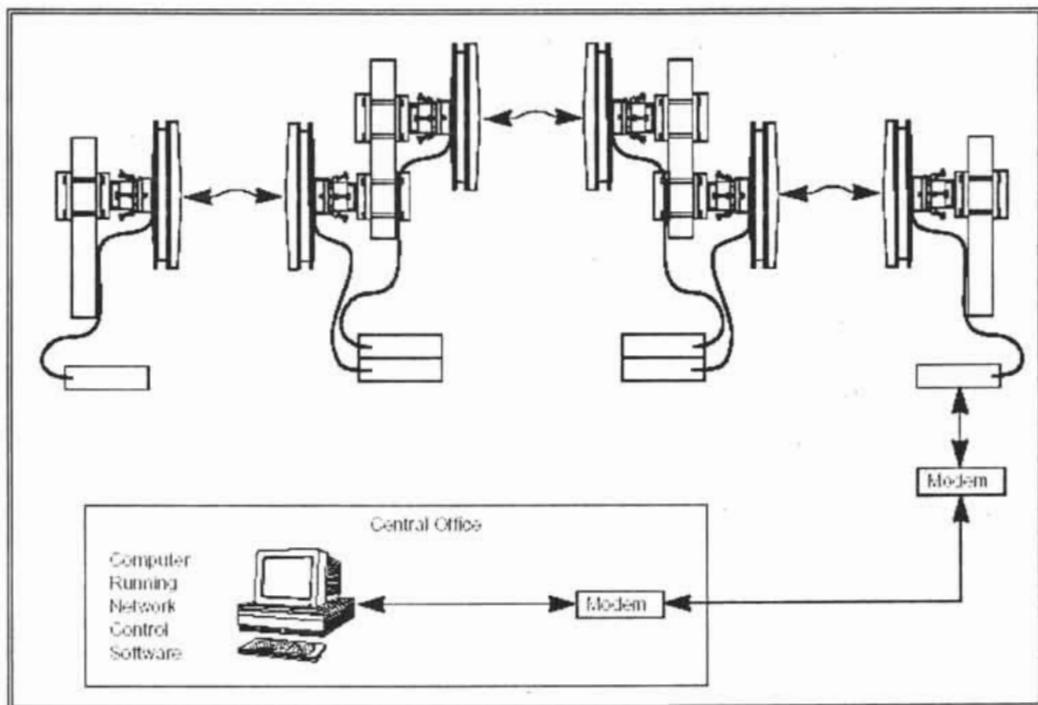


Figura 5.1 Controlando la Red a través de un Módem

La red de los radios de microondas puede comunicarse con ambos NMS directamente, o por medio de un módem, dependiendo en donde se localice la estación de gestión. En ambas trayectorias, el radio es el responsable de encaminar los paquetes al mundo externo, usando el puerto RTU para comunicarse con el NMS.

Cada radio de microondas es capaz de funcionar como un ruteador. Sin embargo, la red de radios de microondas solo puede tener un ruteador para comunicarse con el NMS.

El radio que actúa como ruteador, debe de tener el puerto RTU en PPP (enlace directo) o PPPMODEM (enlace de conexión con módem). Todos los demás radios que integran la red de radios de microondas deben de tener sus puertos configurados en otra opción diferente de PPP y PPPMODEM.

Cada radio en una red de radios de microondas tiene una interfaz de red, excepto el ruteador que tiene 2 interfases. Tiene una interfaz de red interna que conecta los radios en la red de radios de microondas, y tienen una interfaz PPP que se conecta al NMS.

Estas interfases reciben diferentes direcciones IP. Todos los radios en la red deben de tener una INTNET IP ADRS (dirección de Internet). La dirección INTNET IP identifica cada radio para el NMS. Solo el ruteador tiene una PPP IP ADRS.

Estas direcciones tienen el formato estándar IP de 4 bytes.

Existen dos diferentes redes: la red de radios de microondas y la red a la que la interfaz del ruteador PPP pertenece. Cada una de estas redes tiene una máscara de subred INTNET MASK y PPP MASK, que cumple con el formato IP estándar.

Cuando el ruteador recibe un paquete, este verifica cual es esta dirección al mundo exterior o no por la verificación de INTNET IP ADRS, así como también INTNET MASK. Si este concluye que el paquete es destinado al mundo externo (NMS), dirige el paquete a la interfaz PPP. Las direcciones INTNET IP ADRS y PPP IP, deben de estar en diferentes subredes.

Por razones de seguridad definidos por el protocolo PPP, el ruteador también tiene puntos de configuración adicionales relatados para la identificación PPP.

La figura 5.2 muestra una red más complicada donde el NMS se conecta a varias redes de radios de microondas por medio de la red telefónica pública conmutada o directamente.

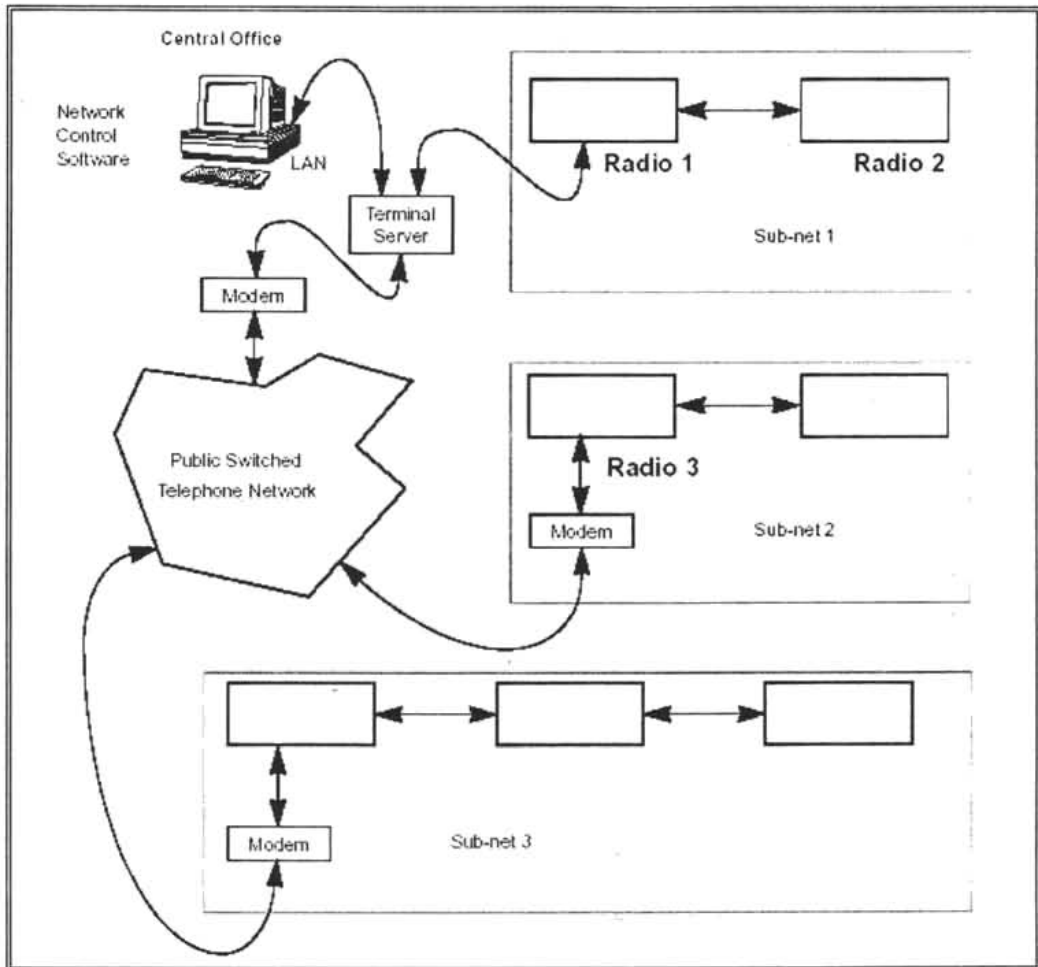


Figura 5.2 El Sistema utilizando Subredes

Cada uno de estos radios juega uno de tres diferentes roles, este radio puede jugar en una red de radios de microondas SNMP.

Ejemplo de configuración 1: el radio es el ruteador en la subred 1 y es enlazado directamente al servidor terminal en la oficina central:

Configuración	IDU	Puerto RTU	PPP
Configuración	IDU	Baudio RTU	19200
Configuración	IDU	SNMP	NMS IP ADRS 198.105.20.32
			PPP PEER ID 9876
			PPP PEER PSWD 1111
			INTNET IP ADRS 198.105.16.41

```

INTNET MASK      255.255.255.248
PPP IP ADRS      198.105.16.33
PPP MASK         255.255.255.248
PPP ID           1234
PPP PSWD         9999
    
```

Ejemplo de configuración 2: el radio juega un rol ordinario en la red 1 y tiene una configuración simple:

```

Configuración    IDU  Puerto RTU          ni PPP o PPPMODEM
Configuración    IDU  Baudio RTU         19200
Configuración    IDU  SNMP  NMS IP ADRS      198.105.20.32
                  PPP PEER ID      9876
                  PPP PEER PSWD    1111
                  INTNET IP ADRS   198.105.16.42
                  INTNET MASK     255.255.255.248
    
```

Ejemplo de configuración 3: el radio es el ruteador en la subred 2 pero conectado a la central a través de un módem:

```

Configuración    IDU  Puerto RTU          PPPMODEM
Configuración    IDU  Baudio RTU         19200
Configuración    IDU  SNMP  NMS IP ADRS      198.105.20.32
                  PPP PEER ID      5874
                  PPP PEER PSWD    9511
                  INTNET IP ADRS   198.105.16.49
                  INTNET MASK     255.255.255.248
                  PPP IP ADRS     198.105.16.34
                  PPP MASK       255.255.255.248
                  PPP ID         4521
                  PPP PSWD       7997
                  PPP DISC TMR    10
                  PHONE 1        4558
                  PHONE 2        NULL
                  PHONE 3        NULL
    
```

El PPP DISC TMR define el tiempo que es activado cuando el tráfico cesa para pasar a través de la interfaz PPP. En este ejemplo después de 10 minutos de silencio en esta interfaz, el módem pierde la línea.

CONCLUSIONES

Actualmente las empresas, grandes, medianas y pequeñas, asigna un valor alto a determinados atributos para lograr sus comunicaciones, uno de estos atributos es la demanda insaciable de velocidad y seguridad en sus datos, voz y video.

El Internet, voz sobre IP, videoconferencia, están alentando las exigencias de banda ancha, alámbrica e inalámbrica. La Internet se mantiene en operación las 24 horas del día los 365 días del año. Esta creciendo más aceleradamente que ningún otro medio, también la telefonía celular esta creciendo de manera exponencial, ocho veces más rápido que la radio y tres veces más rápido que la televisión.

A consecuencia de esto es la creciente demanda de servicios de banda ancha y el uso de sus protocolos para la transmisión de datos, comunicación de voz y multimedia. Todo lo que el Internet tiene para ofrecer, no puede compararse con el desarrollo de otras tecnologías en el pasado.

Por lo tanto el futuro inmediato de las telecomunicaciones es el desarrollo las tecnologías de banda ancha como líneas de abonado digital, banda ancha inalámbrica, fibra óptica y cable coaxial.

Las conclusiones que se despenden de este trabajo son:

1. Los protocolos de telecomunicaciones, tales como el modelo de referencia OSI y TCP/IP, son la base para el desarrollo de las redes de banda ancha actuales.
2. El protocolo TCP/IP se esta convirtiendo en la alternativa para transmitir no solo datos, como lo fue en sus inicios, sino también voz y video, sobre la misma plataforma de telecomunicaciones.
3. Las nuevas tecnologías basadas en las líneas de abonado digital y las redes CATV, están siendo la solución para que los suscriptores residenciales accedan a conexiones de Internet de banda ancha.
4. La fibra óptica sigue siendo una tecnología cara para ser utilizada en la parte del acceso, no obstante se sigue investigando para que la fibra óptica llegue en un corto tiempo a ser un medio de transmisión de bajo costo.

GLOSARIO

Ancho de Banda. Capacidad de transmisión de datos que tiene un medio determinado, generalmente cuantificado según el número de bits que se transmiten en un segundo.

Armónica. Magnitudes sinusoidales cuyas frecuencias son múltiplos enteros de una cierta frecuencia tomada como fundamental.

ARP. Address Resolution Protocol / Protocolo de Resolución de Direcciones

ARQ. Automatic Repeat Request / Petición de Respuesta Automática

ASN.1. Notación Sintáctica Abstracta.

Azimuth. Ángulo de apuntamiento horizontal.

BER. Bit Error Rate / Tasa de Error de Bits.

BIU. Basic Information Unit / Unidad Básica de Información.

BPSK. Binary Phase Shift Keying / Modulación por Desplazamiento de Fase Binaria.

BTS. Base Transceiver Subsystem / Subsistema de Base Transreceptora.

BTU. Basic Transmission Unit / Unidad Básica de Transmisión.

Buffer. Pequeña área de almacenamiento de información.

Bus. Trayecto común dentro de un equipo o estación por el cual pasan las señales procedentes de varios canales.

Byte. Grupo de 8 bits de información equivalente a un carácter, llamado también un octeto.

Canal. Conjunto de dispositivos y medios de propagación, que proporcionan la posibilidad de encauzar señales de información.

Capacidad. La mayor velocidad de transmisión posible (fiable) en un canal o circuito.

Checksum. Método de detección de errores en la transmisión de datos.

CSMA / CD. Carrier Sense Múltiple Access With Colission Detect / Acceso Múltiple con Detección de Portadora con Detección de Colisiones.

DARPA. Defense Advanced Research Proyects Agency / Agencia de Proyectos Avanzados de Investigación para la Defensa.

Datagrama. Unidad de información transmitida por los protocolos de nivel de red.

Diafonía. Efecto de un acoplamiento dañino entre dos circuitos o canales, consistente en que las señales causadas en uno son perceptibles en el otro.

ECD. Equipo de Conmutación de Datos.

EIA. Electronics Industries Association / Asociación de Industrias Electrónicas.

Erlangs. Unidad de la intensidad de tráfico. Ocupación continua de un dispositivo telefónico durante una hora.

ETD. Equipo Terminal de Datos.

Ethernet. Tipo de red local diseñada originalmente para trabajar a 10 Mbps sobre cable coaxial. Se basa en una topología en bus, que especifica el método CSMA/CD para control de acceso al medio.

EU. End User / Usuario Terminal.

Fast Ethernet. Estándar de Ethernet que provee velocidad de 100 Mbps.

FDDI. Fiber Data Distributed Interface / Interfaz de Datos Distribuidos por Fibra.

Full Duplex. Circuitos o equipos que permiten la recepción y transmisión al mismo tiempo.

Half Duplex. Modo de operación de un sistema o circuito de telecomunicaciones, permite establecer una comunicación simple en la cual pueda invertirse el sentido de la comunicación.

HDLC. High Level Data Link Control / Control de Enlace de Datos de Alto Nivel.

ICMP. Internet Control Message Protocol / Protocolo de Mensaje de Control de Internet.

ICP. Información de Control de Protocolo.

IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers / Instituto de Ingenieros Electrónicos y Electricistas.

IMP. Interchange Message Processor / Procesador de Intercambio de Mensajes.

Interfaz. Especifica la interconexión entre dos equipos conectados a funciones distintas,

IP. Internet Protocol / Protocolo de Internet.

ISDN. Integrated Services Digital Network / Red Digital de Servicios Integrados.

ISO. International Organization for Standardization / Organización de Estandarización Internacional.

LAN. Local Area Network / Red de Área Local.

LASER. Light Amplification by Stimulated Emissions of Radiation / Amplificación de Luz por Emisión Estimulada de Radiación.

LED. Light Emitting Diode / Diodo Emisor de Luz.

LLC. Logical Link Control / Control de Enlace Lógico.

MAC. Media Access Control / Control de Acceso al Medio.

Módem. Dispositivo que realiza las funciones de modulación y demodulación en una transmisión.

Modulación. Proceso por el que se modifican algunas características de una onda de acuerdo con las variaciones de otra señal llamada moduladora.

MTBF. Mean Time Between Failures / Tiempo Medio Contra Fallas.

NMS. Network Management System / Sistema de Gestión de Red.

Nodo. Punto de intersección de una red de comunicaciones.

NSAP. Network Service Access Point / Punto de Acceso al Servicio de Red.

OSI. Open System Interconnection / Interconexión de Sistemas Abiertos.

PABX. Public Automatic Branch Exchange / Conmutador Telefónico Privado Automático.

PAD. Packet Assembler/Disassembler / Ensamblador – Desensamblador de Paquetes.

Paquete. Unidad de información que viaja a través de una red.

Par Trenzado. Cable similar a los cables telefónicos estándar. Consiste en dos cables aislados "trenzados" entre sí y encapsulados en plástico. Los pares aislados vienen en dos formas: cubiertos y descubiertos.

PAS. Punto de Acceso al Servicio.

PDH. Plesiochronous Digital Hierarchy / Jerarquía Digital Plesíncrona.

PDU. Protocol Data Unit / Unidad de Datos de Protocolo.

PIRE. Potencia Isotrópica Radiada Equivalente.

Polaridad Inversa. Propiedad que presentan los elementos activos de un circuito al entrar en operación y pasar por ellos una corriente eléctrica con un voltaje negativo.

Polarización. Desarrollo lineal o circular que se imprime a una onda electromagnética, la cual se modifica en su trayecto por rotación del plano de polarización o despolarización de la onda.

PU. Physical Unit / Unidad Física.

Puente. Circuito utilizado para interconectar redes con un grupo común de protocolos del más alto nivel.

PyMES. Pequeñas y Medianas Empresas.

QAM. Quadrature Amplitude Modulation / Modulación de Amplitud en Cuadratura.

QPSK. Quadrature Phase Shift Keying / Modulación por Desplazamiento de Fase Cuaternaria.

RAM. Read Access Memory / Memoria de Solo Lectura.

Ruido. Fenómeno físico variable que no contiene en apariencia información y que puede superponerse o combinarse en una señal útil.

Ruteador. Dispositivo que puede interconectar redes sobre largas distancias y usualmente sobre diferentes medios.

SDLC. Synchronous Data Link Control / Control de Enlace de Datos Síncronos.

SDH. Synchronous Digital Hierarchy / Jerarquía Digital Síncrona.

Señales Espurias. Frecuencias que no son útiles para transmitir o recibir.

SPDU. Session Protocol Data Unit / Unidad de Datos de Protocolo de Sesión.

SPX. Sequenced Packet Exchange / Cambio Secuencial de Paquetes.

TCB. Transmisión Control Block / Bloque de Control de Transmisión.

TCP. Transfer Control Protocol / Protocolo de Control de Transferencia.

TCP/IP. Transfer Control Protocol – Internet Protocol / Protocolo de Control de Transferencia – Protocolo de Internet.

TPDU. Transport Protocol Data Unit / Unidad de Datos de Protocolos de Transporte.

Trama. Conjunto cíclico de intervalos consecutivos en el cual se puede identificar la posición relativa de cada uno de ellos.

TSAP. Transport Service Access Point / Punto de Acceso al Servicio del Transporte.

UDI. Unidad de Datos de Interfaz.

UDP. Unidad de Datos de Protocolo.

UDP. User Data Protocol / Protocolo de Datagrama de Usuario.

UTP. Unshield Twisted Pair / Par Trenzado no Blindado.

VSB-AM. Vestigial SideBand – Amplitude Modulation / Banda Lateral Residual – Modulación en Amplitud.

WAN. Wide Area Network / Red de Área Extendida.

BIBLIOGRAFÍA

- OSI Explained
John Henshall
Ellis Horwood, 1989
- Ipng and TCP/IP Protocols
Thomas A. Stephen
Jhon Wiley & Sons, 1996
- Broadband Networks a Manager's Guide
Robert P. Davison
Wiley
- Broadband Telecommunications Technology
Byeong gi Lee
Artech House
- Datapro Reports on Communications Alternatives
Mc Graw Hill, 1991
- II Curso Internacional de Telecomunicaciones
Módulo II, Telecomunicaciones vía Fibra Óptica
Facultad de Ingeniería, D.E.C., U.N.A.M., 1993
- ABC de las Telecomunicaciones
Revista Red, Edición Especial, 2004