



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

## EVOLUCIÓN, TENDENCIAS Y APLICACIONES DE PROTOCOLOS EN SISTEMAS DE TRANSFERENCIA DE DATOS

### T E S I S

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

PRESENTAN:  
CUAUHTÉMOC MENDOZA ROLDÁN  
ERIK ROMERO CHÁVEZ

DIRECTORA DE TESIS:  
ING. GLORIA MATA HERNÁNDEZ



CD. UNIVERSITARIA

MÉXICO, D.F., 2002

TESIS CON  
FALTA DE ORGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres Jorge y Débora, por el apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanos Jorge y Diana, por todo lo que he aprendido de ustedes.

A mi abuela Güicha, por la paciencia y cariño que ha tenido conmigo.

A Reyna y Emilio, ya que han cambiado mi forma de ver el mundo.

A mis tíos Hugo, Humberto, Rocío, Elizabeth y Fausto, ya que ustedes han contribuido a que este momento sea posible

A la ingeniera Gloria Mata, por la enorme paciencia que ha tenido para la realización de este trabajo

A los amigos, compañeros de banca, profesores y todos aquellos con los que conservo una amistad

y todos aquellos de cuerpo ausente pero alma presente.

**Erik Romero Chávez**

## AGRADECIMIENTOS

Antes que a nadie y principalmente agradezco a mis padres Margarita y Florencio por el ejemplo de trabajo, constancia, sacrificio y amor que siempre me han dado.

A mis hermanos Miguel, Araceli y Ma. Antonia porque que siempre han estado a mi lado apoyándome en todo momento. En especial a Fátima por la alegría que ha traído a nuestro hogar.

A mis amigos con los que siempre puedo contar y porque hoy hace un buen día para agradecerles su amistad.

A la ingeniera Gloria Mata Hernández por su paciencia y gran apoyo en la realización de este trabajo.

A todos mis profesores a lo largo de mi carrera porque gracias a sus experiencias he adquirido nuevos conocimientos.

A todos ustedes, muchas gracias.

**Cauhtémoc Mendoza Roldán**

# PRÓLOGO

---

La comunicación siempre ha sido una necesidad natural para el hombre, en un principio la comunicación se realizaba a través del uso de señas, sonidos guturales hasta llegar al lenguaje, pero no se quedó ahí, debido a que el hombre siempre ha buscado nuevas vías y formas de comunicación que le permitan comunicarse mejor y con más personas, inclusive ha llevado el término de comunicación más allá del lenguaje humano.

Es fácil darse cuenta que los avances tecnológicos hoy en día se dan con una rapidez que algunas veces es imposible conocer y mantenerse al corriente con todos ellos, sin embargo, algunos conceptos y definiciones que se crearon en años anteriores siguen siendo vigentes y han sido la base para la creación de nuevas herramientas en los sistemas de comunicaciones actuales. Gracias al avance tecnológico se ha hecho común el hablar de comunicación entre computadoras, terminales, redes, etc. Actualmente a la comunicación entre éste tipo de sistemas también se le concibe como transferencia de datos o información. Las tecnologías de comunicaciones se han constituido desde hace algún tiempo en componentes que permiten no sólo mejorar procesos y actividades individuales, sino que adicionalmente se han convertido en una fuente de ventajas competitivas para empresas y organizaciones. Lo cierto es que estas tecnologías han provocado que diariamente infinidad de personas acudan a los sistemas de transferencia de datos para atender sus necesidades privadas o comerciales. Esta tendencia ha hecho que hoy en día el contacto con estos sistemas de comunicaciones sea casi parte de la vida cotidiana del ser humano, ya que cada vez se está haciendo más común e indispensable el uso de teléfonos celulares, cajeros automáticos, terminales punto de venta, sistemas de comunicación personal, internet, etc.

La ingeniería como disciplina fundamental en el desarrollo tecnológico ha sido un gran artífice en la expansión de los sistemas de comunicaciones para la transferencia de datos. Los diálogos o lenguajes utilizados por los sistemas de comunicaciones se conocen como protocolos de comunicaciones de ahí la importancia de analizar detalladamente sus orígenes, su evolución hasta nuestros días y cual es su proyección a futuras aplicaciones. Esto trae consigo la propuesta de realizar un trabajo de tesis sobre la forma en que los protocolos se aplican en las diversas tareas en que se involucran. El objetivo de la tesis es desarrollar un procedimiento de análisis y evaluación de las aplicaciones en que los protocolos de comunicaciones intervienen hoy en día en la transferencia de datos, donde se detallen los puntos de mayor importancia tomando como referencia el modelo OSI, y además se describan las posibles tendencias y estructuras que pueden adoptar.

Este trabajo se compone de 6 capítulos, conclusiones y un glosario de términos. En el capítulo 1 titulado “ Introducción a los Sistemas de Comunicaciones ” partimos de los antecedentes (telégrafo, teléfono, etc.), y los elementos que intervienen en la transferencia de datos resaltando la importancia de los protocolos de comunicaciones como el lenguaje o conjunto de reglas que rige la comunicación entre dispositivos de comunicaciones.

En el capítulo 2, titulado “ Organismos de Normalización ”, se presentan algunos de los foros e instituciones más importantes encargados de proponer, evaluar y en su caso aprobar reglas, procedimientos y estándares sobre los cuales los organismos gubernamentales y privados basan sus sistemas cuando desean desarrollar e instrumentar diferentes tecnologías de transferencia de datos. Debido a que cada día surgen nuevos procedimientos y formas de comunicarse, es necesario que estas instituciones emitan recomendaciones para asegurar la mayor compatibilidad posible entre diferentes sistemas de datos.

En el capítulo 3, titulado “ Modelo OSI ” se aborda el origen y descripción del modelo OSI, el cual es un modelo de 7 niveles o capas, en donde se definen los diferentes procesos que intervienen en la transferencia de datos. La importancia de este modelo en los sistemas de comunicaciones modernos radica en la forma que se ha estructurado, permitiendo un desglose sencillo de todas las partes que intervienen en los sistemas de transferencia de datos y como fluyen a través de las redes, dándonos las herramientas para la solución de problemas complejos dada la simplicidad de su arreglo.

El capítulo 4, titulado “ Protocolos de uso Comercial ”, presenta la evolución de los protocolos de comunicaciones y se mencionan los de mayor importancia, ya que algunos de éstos protocolos fueron los pioneros en este campo. Además incluimos su estructura en las redes de comunicación de datos, específicamente se abordan los protocolos SDLC, X.25, Frame Relay y TCP/IP.

Como se ha mencionado el avance tecnológico evoluciona día a día surgiendo nuevas necesidades de comunicación, por lo que es necesario crear tecnologías para transmitir mayor cantidad de datos, generando con esto nuevas aplicaciones de los protocolos para el manejo de la información, es por ello, que en el capítulo 5, titulado “ Análisis de los Protocolos y sus Aplicaciones ” se presenta el procedimiento de análisis y evaluación en una aplicación específica en la cual intervienen los protocolos que se describieron en el capítulo 4.

El capítulo 6, titulado “ Tendencias de los Protocolos y sus Aplicaciones ” se presentan algunas tendencias, es decir hacia donde se dirigen y cuales protocolos serán los utilizados en un corto y mediano plazo, como por ejemplo ATM, IPV6, WAP y algunos que se encuentran en su fase de desarrollo y/o estandarización. También incluimos una aplicación con IPV6 haciendo uso del procedimiento de análisis. Finalmente, se exponen las conclusiones a las que hemos llegado al término de este trabajo de tesis e incluimos un glosario de términos que ayuda a identificar rápida y fácilmente términos usados comúnmente en los sistemas de comunicaciones.

# CONTENIDO

---

<b>Prólogo</b>		<b>i</b>
----------------	--	----------

---

<b>Capítulo 1</b>	<b>Introducción a los Sistemas de Comunicación</b>	<b>1</b>
	Introducción	2
	Antecedentes históricos	2
	Elementos de comunicaciones de datos	4
	Ancho de banda	7
	Códigos de señales digitales	7
	Transmisión asíncrona y síncrona	10
	Protocolos de comunicaciones de datos	11

---

<b>Capítulo 2</b>	<b>Organismos de Normalización</b>	<b>12</b>
	Introducción	13
	Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU	13
	Instituto Nacional Americano de Estándares ANSI	15
	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE	16
	Asociación de Industrias Electrónicas EIA	18
	Organización Internacional de Estándares ISO	19
	Foros	20

---

<b>Capítulo 3</b>	<b>Modelo OSI</b>	<b>22</b>
	Introducción	23
	Modelo OSI	23
	Capa física	26
	Capa de enlace de datos	27
	Capa de red	29
	Capa de transporte	31
	Capa de sesión	32
	Capa de presentación	33
	Capa de aplicación	35

<b>Capítulo 4</b>	<b>Protocolos de uso comercial</b>	<b>37</b>
	Introducción	38
	Protocolo SDLC	38
	Protocolo X.25	41
	Protocolo Frame Relay	46
	Protocolo TCP/IP	50
<hr/>		
<b>Capítulo 5</b>	<b>Análisis y evaluación de las aplicaciones de los protocolos</b>	<b>60</b>
	Introducción	60
	Procedimiento de análisis y evaluación	62
	Análisis de la red de cajeros automáticos de Banorte	64
<hr/>		
<b>Capítulo 6</b>	<b>Tendencias de los protocolos y sus aplicaciones</b>	<b>75</b>
	Introducción	76
	Protocolo ATM	77
	Protocolo IPv6	81
	Protocolo WAP	83
	Análisis de la red IPv6 de la UNAM	86
<hr/>		
<b>Conclusiones</b>		<b>91</b>
<hr/>		
<b>Glosario</b>		<b>94</b>
<hr/>		
<b>Bibliografía</b>		<b>100</b>

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES



---

Introducción	2
Antecedentes históricos	2
Elementos de comunicaciones de datos	4
Ancho de banda	7
Códigos de señales digitales	7
Transmisión asíncrona y síncrona	10
Protocolos de comunicaciones de datos	11

---

## INTRODUCCIÓN

La transferencia de datos está en continua evolución y creciendo rápidamente, sin embargo para llegar a la transferencia de datos tal y como hoy la conocemos fueron necesarias las investigaciones y aportaciones de muchas personas. Este grupo de científicos enfrentaba como principal reto satisfacer la demanda cada vez mayor de comunicar en el menor tiempo posible a personas que tenían distancias enormes que las separaban. Aproximadamente desde hace 200 años las investigaciones hechas en los campos de la electricidad, el magnetismo y la electrónica han traído como resultado que pasemos del primer mensaje telegráfico transmitido hasta el internet, de la primera transmisión de voz por medios eléctricos hasta los teléfonos celulares. Se puede considerar que las reglas establecidas para el telégrafo y teléfono en sus inicios, fueron las precursoras de los protocolos y de los sistemas de comunicaciones de hoy en día.

En este capítulo se describen los aspectos más importantes que han llevado a la transferencia de datos al lugar en que se encuentran actualmente y en consecuencia a la evolución de los protocolos de comunicaciones. Para esto se hace referencia a los hechos históricos que han marcado el rumbo de las comunicaciones y también se describen los elementos que hacen posible la transferencia de datos.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Actualmente es común el hablar de telecomunicaciones, su significado ha evolucionado rápidamente por la convergencia de diferentes tecnologías que han posibilitado la interconexión de dispositivos de comunicaciones.

Las primeras referencias sobre la posibilidad de transmitir mensajes por medio de la corriente eléctrica se encuentran en una carta firmada sólo con las iniciales C.M., aparecida en 1753 en uno de los números de la Scots Magazine de Scotland, Inglaterra. En ella se proponía el empleo de 26 cables separados, cada uno de los cuales correspondería a una letra del alfabeto, con lo que se podrían transmitir mensajes letra por letra.

En el año de 1837 el norteamericano Samuel Morse (1791-1872) inventó un código de signos o alfabeto en el que las letras están representadas por combinaciones de rayas y puntos, que por emisiones alternadas de una corriente eléctrica se grababan en el extremo opuesto de un conductor metálico. Con ello, el envío de mensajes se hizo sistemático, fluido y al alcance del público. El sistema original de telegrafía manual, requería que la persona que realizaba la transmisión conociera el código Morse, leyera el mensaje a enviar y accionara la máquina telegráfica para convertir cada letra en un grupo codificado de pulsaciones largas y cortas. El operador - receptor debía escuchar los grupos de códigos para traducirlas a letras y reconstruir el mensaje.

Las redes telegráficas experimentaron un rápido crecimiento, incluso mayor que el del ferrocarril. En Estados Unidos por ejemplo, para 1853 se habían tendido poco más de 37 mil kilómetros de líneas telegráficas; en 1860 eran casi 81 mil y al año siguiente ya comunicaban al país de costa a costa con una red que enlazaba a Nueva York con San

Francisco. No sólo en Estados Unidos la telegrafía se extendió rápidamente. Ciudades grandes y pequeñas en todo el mundo recibieron casi al mismo tiempo los beneficios del novedoso medio de comunicación. En México, la primera línea telegráfica entró en funcionamiento el 5 de noviembre de 1851, comunicaba la ciudad de México con el poblado de Nopalucan, Puebla.

Entre 1924 y 1928, con la introducción del teletipo o teleimpresor, la telegrafía manual empezó a reemplazarse por la de impresión que operaba a 500 palabras por minuto, haciéndola más eficiente, barata y de fácil manejo. En el teleimpresor las combinaciones de pulsos eléctricos, líneas y puntos, se traducían automáticamente a la llegada en letras que eran impresas en papel. El teleimpresor ha sido prácticamente suplantado por el fax, que funciona a través de líneas telefónicas, pero que a su vez está siendo reemplazado por enlaces de computadoras y también por el correo electrónico actual, que puede funcionar vía líneas telefónicas enlazando equipos de computo.

La telefonía es uno de los medios de comunicación que más impacto ha tenido sobre la humanidad. El invento del teléfono constituyó una carrera apasionante. A la par que se hacían experimentos para poner en práctica las transmisiones telegráficas y una vez que éstas se lograron, muchos científicos y aficionados a las comunicaciones intentaron enviar también la voz humana y no sólo puntos y líneas; el problema principal era transformar las ondas sonoras en señales eléctricas y viceversa. Los norteamericanos Alexander G. Bell (1847-1922) y Elisha Gray (1835-1901) con gran éxito llevaron a cabo en Estados Unidos, entre 1872 y 1876, intensos experimentos para lograr las comunicaciones de voz, construyeron aparatos similares sólo que el de Gray no tenía transmisor y el de Bell sí, aunque posteriormente Gray logró establecer los principios del transmisor, y Bell había completado las especificaciones que patentó en la ciudad de Boston el 20 de enero de 1876.

Uno de los aspectos más interesantes de la invención del teléfono de Bell, fue que a diferencia del telégrafo, no requirió un operador que enviara y otro que recibiera los mensajes, ni necesitó del conocimiento del código Morse o la habilidad de escribir en teleimpresor, simplemente requirió hablar y escuchar. Los avances tecnológicos a partir del teléfono de Bell no se hicieron esperar. En 1878 Tomas Alba Edison (1847-1931) lo perfeccionó adaptándole un micrófono de carbón que aumentó su potencia, y lo convirtió en el detonante para la expansión del servicio telefónico.

La telefonía se convirtió en una próspera industria mundial con una demanda impresionante del servicio. En los Estados Unidos creció más rápidamente, pues para 1900 ya contaba con 675 mil aparatos telefónicos. En 1925 había más de 26 millones de aparatos en el mundo, correspondiendo a Estados Unidos 17 millones y alrededor de 700 mil a Europa. En México, en ese mismo año, funcionaban poco más de 50 mil aparatos.

La rápida popularidad del teléfono provocó serias dificultades en las conexiones entre usuarios. Las líneas se saturaban, pues cada aparato estaba conectado por una línea de dos hilos con una central en donde todas las líneas se juntaban en un conmutador atendido por operadoras. Esto ocasionó enormes telarañas de cables detrás de los conmutadores y hacía poco práctico el servicio. Sin embargo el descubrimiento que revolucionó la comunicación telegráfica y telefónica fue la aplicación de las comunicaciones inalámbricas, mismo que

permitió la transmisión telegráfica inalámbrica, facilitaron la comunicación entre largas distancias y ahorró la construcción de extensas redes de hierro galvanizado o cobre.

El físico británico James C. Maxwell (1831-1879) formuló la teoría electromagnética de la luz señalando su carácter ondulatorio. Estableció que los campos eléctrico y magnético, actuando juntos, producían un nuevo tipo de energía llamada radiación. En 1873 publicó el tratado sobre electricidad y magnetismo.

Diez años antes de que Hertz comprobara la existencia de las ondas electromagnéticas, el italiano Guillermo Marconi (1874-1937) consiguió el 2 de junio de 1891 una patente para la telegrafía sin hilos. Marconi se había concentrado en la idea de utilizar dichas ondas para transmitir señales a través del espacio. Construyó un aparato con el objeto de conectar al transmisor y receptor con una antena. En junio de 1896 transmitió el primer mensaje radio telegráfico hallándose el receptor a 250 metros del emisor y separados por muros. Para 1897 logró comunicaciones más lejanas cuando transmitió un telegrama a una distancia de nueve millas entre las ciudades de Lavernock y Brean Down, en Italia. Con ello, las ondas electromagnéticas posibilitaron la comunicación inalámbrica entre los hombres.

La comunicación inalámbrica maravilló al mundo, muy pronto todos los barcos de guerra fueron provistos de aparatos de radio telegrafía y en 1904 los grandes trasatlánticos ya imprimían diariamente periódicos a bordo.

Al mismo tiempo que la telegrafía se instauraba como medio eficiente de comunicación, surgían otros medios más avanzados como el teléfono, la radio telefonía y la televisión, para lo cual transcurrieron diversas relaciones de carácter técnico y económico al grado que los sistemas telegráficos y telefónicos empezaron pronto a compartir redes; e incluso desde la década de los cuarenta de este siglo las compañías telefónicas y telegráficas empezaron a emplear equipos de red similares a gran escala.

## **ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN DE DATOS**

A continuación se ilustra en la figura 1.1 un esquema general de comunicaciones para la transferencia de datos y sus elementos que lo conforman:

- *Fuentes de información*
- *Procesos de Aplicación*
- *Equipo Terminal de Datos (DTE)*
- *Equipo de Comunicación de Datos (DCE)*
- *Medio de Transmisión*

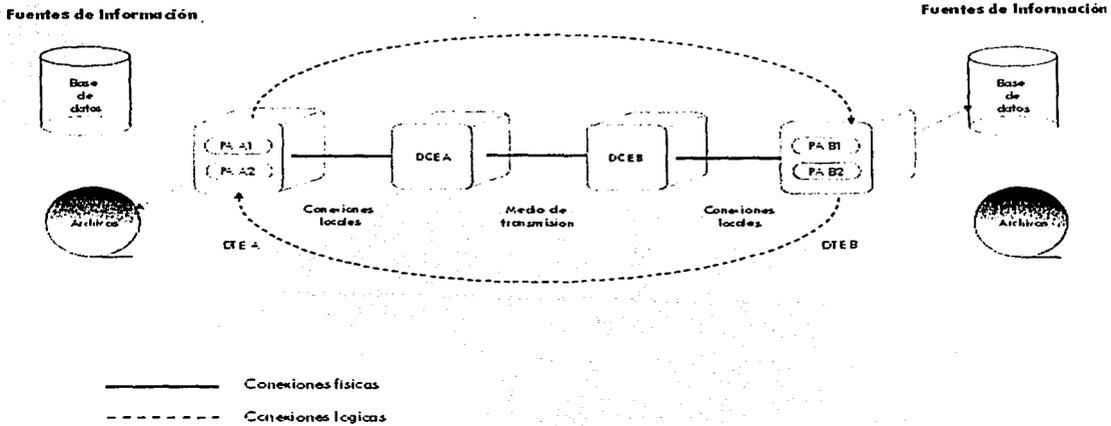


Figura 1.1

### Fuentes de información

La fuente es el origen de la información y acondiciona los datos para ser transmitidos. La forma en que se representan los datos permite distinguir dos tipos esenciales de fuentes:

- **Fuentes analógicas.** Son aquellas en que la magnitud a transmitir es análoga a la que se tiene en la realidad. Es decir, la correspondencia entre lo transmitido y lo representado es directa. Son sistemas más sencillos de construir a pequeña escala, y ha sido la forma dominante en el mundo de las comunicaciones hasta la aparición de la tecnología digital. Un ejemplo de este tipo de fuentes es la radiodifusión, la radio AM transmite una forma de onda idéntica salvo factores de escala a la señal de audio que representa.
- **Fuentes digitales.** Se caracterizan porque representan la información mediante un conjunto discreto de valores. Un ejemplo de este tipo de fuentes es una computadora, ya que transmite dígitos binarios a través de su bus interno y de un módem. La clave Morse es un sistema digital puesto que los símbolos transmitidos son el punto y la raya, que se unen para formar letras según un código.

En un sistema de comunicaciones existe un dispositivo transmisor y otro receptor, para que la comunicación se establezca debe existir un mensaje el cual se compone de caracteres o símbolos, los cuales definen las señales digitales o analógicas. Siendo que el mensaje puede ser una secuencia de dígitos de un conjunto finito de símbolos o alfabeto es necesario definir los siguientes conceptos:

- **Carácter.** Es el elemento de un conjunto de símbolos de un alfabeto. Los caracteres pueden ser representados por una secuencia de dígitos binarios. Existen varios códigos estándar como por ejemplo el código estándar americano para el intercambio de información (ASCII), el EBCDIC, el Hollerit, el Baudot, el Morse y el Murray.

- ❑ **Dígito binario (bit).** Es la unidad elemental de información para todos los sistemas digitales.
- ❑ **Cadena de bits.** Es una secuencia de dígitos binarios (unos y ceros).

### Procesos de Aplicación

Habitualmente son programas de computadora que ejecutan procesos que controlan la asignación de recursos del equipo, tales como accesos no autorizados, accesos a discos y ficheros, la gestión de la memoria, la ejecución de tareas, etc.

### Equipo Terminal de Datos (DTE)

Término para designar a la máquina del usuario final, que puede ser una computadora o solo una terminal.

### Equipo de Comunicación de Datos (DCE)

Su función es conectar los equipos DTE al medio de transmisión y en la actualidad algunos contienen parte de los procesos de aplicación, sin embargo la función primordial es la de servir de interfaz entre el DTE y medio de transmisión. Un ejemplo de este tipo de dispositivo es un módem.

### Medio de transmisión

Este es el medio físico por el cual los equipos de comunicaciones establecen el intercambio de información. Los medios de transmisión se pueden clasificar en medios guiados y no guiados, en ambos casos, la comunicación se realiza con ondas electromagnéticas.

- ❑ **Medios de transmisión guiados.** En los medios guiados, como, por ejemplo, en los pares trenzados, los cables coaxiales, etc., las ondas se transmiten transportándolas a lo largo de un camino físico y la velocidad de transmisión depende de la distancia entre los dispositivos de comunicaciones.
- ❑ **Medios de transmisión no guiados.** Los medios no guiados proporcionan una forma de transmitir las ondas electromagnéticas sin confinarlas, como la propagación a través del aire y el vacío, es decir, no necesita un medio guiado como los cables sino que utiliza principalmente el aire como medio de transmisión.

Los medios de transmisión guiados y no guiados se clasifican a su vez con base a la dirección de la transmisión como:

- ❑ **Dúplex.** Permite la transmisión en ambos sentidos simultáneamente. Un ejemplo de este modo de transmisión es la telefonía.

- **Semidúplex.** No permite la transmisión simultánea en ambos sentidos, sino de manera alternativa. Un ejemplo de este modo de transmisión es la radiocomunicación móvil de banda civil.
- **Simplex.** Sólo se permite la transmisión en un sentido, desde la fuente hasta el receptor. Un ejemplo de este modo de la televisión y la radio.

## ANCHO DE BANDA

El ancho de banda de un canal, es el rango de las frecuencias comprendidas entre dos límites que se pueden pasar a través de un canal de comunicación y puede ser expresado en términos de la diferencia entre el límite de la frecuencia alta y el límite de la frecuencia baja.

Por ejemplo, el ancho de banda de una línea telefónica es 3,000 Hertz porque el límite bajo es 300 Hertz y el límite alto es de 3,300 Hertz. Generalmente para esta definición la unidad usada es el Hertz.

La fórmula de Nyquist puede ser utilizada para determinar la tasa máxima de información (datos) de un medio de transmisión como función de su ancho de banda. Si una línea de transmisión tiene un ancho de banda  $B$  en hertz, Nyquist demostró que la máxima tasa de información, asumiendo solo 2 niveles de codificación del elemento, es  $2B$ . En general la fórmula de Nyquist para determinar la máxima transferencia de datos de una línea o sistema dada como  $C$ , y asumiendo  $M$  como el número de niveles de codificación esta dado por:

$$C = 2B \log_2 M \text{ bps}$$

## CÓDIGOS DE SEÑALES DIGITALES

Una señal digital es una secuencia de pulsos de tensión discretos y discontinuos, donde cada pulso es un elemento de la señal. Los datos binarios se transmiten codificando cada bit de datos en cada elemento de señal. Para mejorar los servicios de un sistema de transmisión, se debe utilizar un buen esquema de codificación, que establece una correspondencia entre los bits, las características de la señal y el medio de transmisión, como por ejemplo: sincronización para separar un bit de otro, el espectro de la señal transmitida y el ancho de banda del medio, lo cual implica la elección de un sistema de codificación adecuado al sistema de transferencia de datos.

Algunos de los códigos de señales digitales comúnmente empleados en los sistemas de comunicaciones son:

- **NRZ (NonReturn to Zero)**
- **NRZI (NonReturn to Zero Invert)**
- **Multinivel**
- **Bifase**

## NRZ

La manera más fácil de transmitir señales digitales es utilizando 2 niveles diferentes de voltaje para dos dígitos binarios, los códigos que utilizan esta forma mantienen constante el nivel de voltaje durante el intervalo del bit, es decir, no hay transición (o no hay un retorno a cero). A esta técnica se le conoce como NRZ que se esquematiza en la figura 1.2. En las aplicaciones que usan este tipo de codificación, un voltaje negativo se utiliza para representar un uno binario, siendo por el contrario un valor positivo de voltaje un cero (para el caso del estándar RS-232). Los códigos NRZ (Non Return to Zero) son fáciles de construir y hacen un uso eficiente del ancho de banda, sin embargo, presenta deficiencias como la presencia de componentes de corriente directa y una baja capacidad de sincronización.

## NRZI Marca

Existe otra forma de codificación que utiliza el mismo principio del anterior es el NRZ marca también llamado NRZI (Non Return to Zero Invert) que se muestra en la figura 1.2, una transición de un nivel bajo a alto o viceversa denota el inicio de un uno, la no-transición de niveles se considera un cero binario.

## Multinivel

La característica principal de este tipo de codificación es que usa más de dos niveles de voltaje para representar a los bits (ceros y unos), como ejemplo de esto tenemos el código Bipolar – AMI y el Pseudoternario.

- **Bipolar – AMI.** Representa al cero binario por la ausencia de una señal, mientras que al uno binario lo representa por un valor positivo o negativo de voltaje, los unos binarios siguen un esquema de alternación de polaridad. Las ventajas que tienen estos códigos es que no pierden la sincronía en una cadena larga de unos binarios.
- **Pseudoternario.** Sigue la misma filosofía del Bipolar – AMI, solo que el bit uno es representado por la ausencia de señal y el bit cero por voltajes alternados (positivos y negativos).

## Bifase

Este tipo de codificación cubre algunas deficiencias de la codificación NRZ, entre las que se encuentran las técnicas de codificación Manchester y Manchester Diferencial.

- **Manchester.** En el código Manchester, existe una transición a la mitad del período de un bit, para una transición de un nivel bajo a alto representa un uno, mientras el cambio de un nivel alto a bajo representa un cero.
- **Manchester Diferencial.** En éste la transición a la mitad del bit se utiliza tan sólo para proporciona sincronización. La codificación de un cero es representada por la transición de un nivel de tensión al inicio del período del bit, y un uno se representa mediante la ausencia de transición al inicio del periodo del bit.

Los esquemas bifásicos no contienen componentes de corriente directa. Para un bus de red de área local donde se utiliza como medio transmisión cable coaxial o el cable de pares trenzados la codificación comúnmente empleada es Manchester y para una topología Token-Ring la codificación utilizada es Manchester Diferencial.

En la figura 1.2 se muestran las características de cada código.

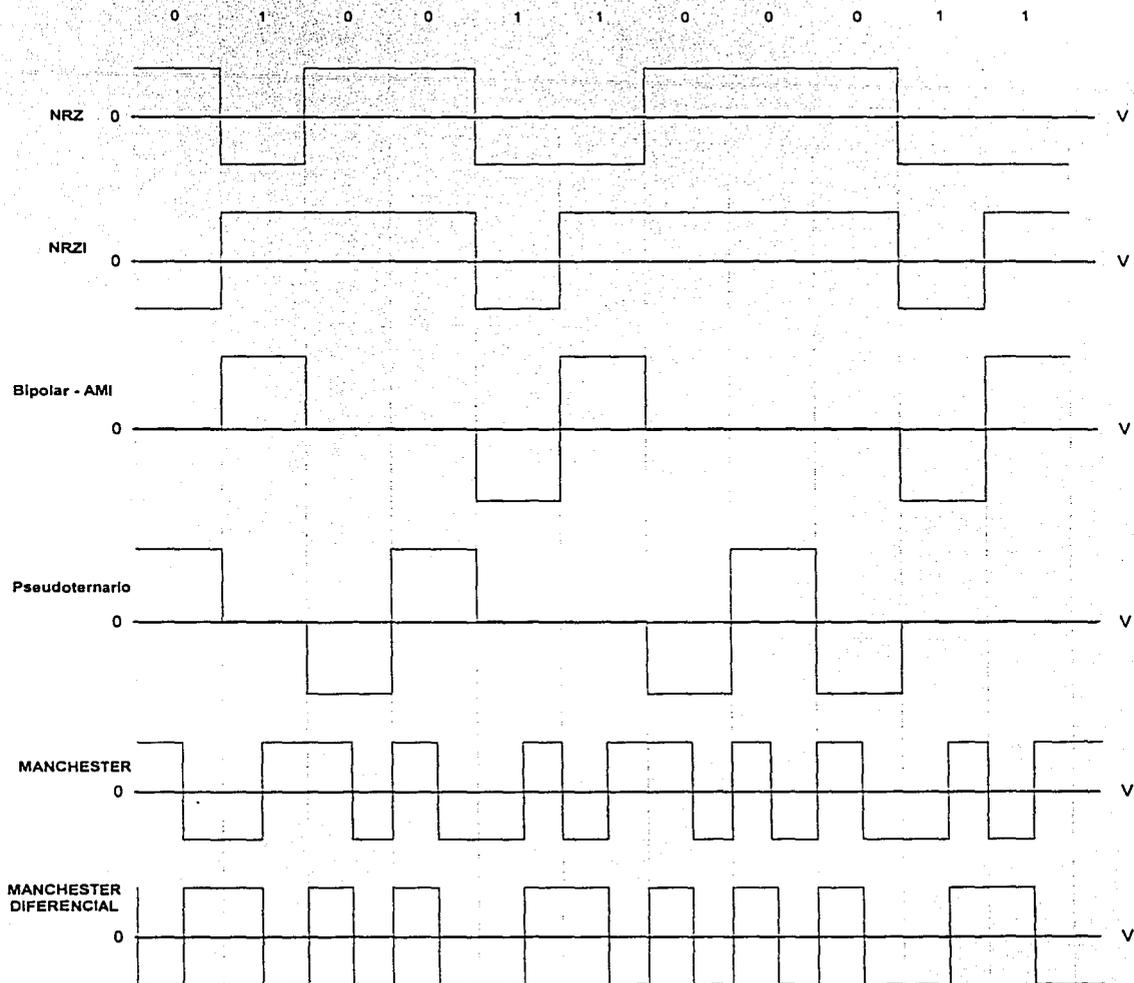


Figura 1.2

## TRANSMISIÓN ASÍNCRONA Y SÍNCRONA

Cuando un transmisor envía los datos por un medio de transmisión pueden presentarse problemas debido a que el receptor debe saber cada cuanto tiempo va a llegar un dato; para esto se utilizan técnicas de sincronización. Las dos técnicas utilizadas en la comunicación entre dispositivos de comunicaciones en la transferencia de datos son:

- Transmisión Asíncrona
- Transmisión Síncrona

### Transmisión Asíncrona

Al utilizar la transmisión asíncrona se pretende prevenir problemas de sincronización no enviando largas cadenas de caracteres, por lo que los datos son transmitidos a razón de un carácter a la vez. La transmisión asíncrona consiste en que a cada carácter transmitido se le agrega al inicio un bit, seguidos de una serie de 5 u 8 bits que conforman un carácter, los cuales son transmitidos empezando por el bit menos significativo. Inmediatamente después de terminar los bits que conforman al carácter, llega un bit de paridad, el cual se encuentra en la posición más significativa y es puesto por el equipo transmisor; finalmente se envía el bit de paro o fin. Este tipo de transmisión es utilizado por las interfaces de las computadoras personales (teclado, mouse, impresora, etc.) debido al bajo costo de implementación de los componentes. La figura 1.3 muestra la transmisión asíncrona

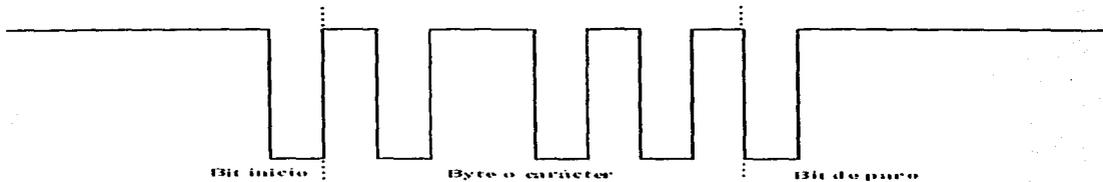


Figura 1.3

### Transmisión Síncrona

En este tipo de transmisión no hay bits de inicio ni de paro, por lo que se transmiten bloques de bits para evitar errores de delimitación, se pueden sincronizar receptor y transmisor mediante una línea aparte (método utilizado para líneas cortas) o incluyendo la sincronización en la propia señal (codificación Manchester o utilización de portadoras en señales analógicas). Además de los datos propios y de la sincronización, es necesario la presencia de grupos de bits de comienzo y de final del bloque de datos, además de bits de detección de errores y de control. A todo el conjunto de bits y datos se le llama trama.

La trama inicia con uno o más caracteres de sincronía llamados banderas, los cuales son una serie de bits que el receptor entiende como el inicio de la trama, al recibir los bits de bandera el equipo receptor queda avisado que una cadena de datos esta por llegar; el receptor busca dentro de la trama los campos de control para determinar la longitud de la trama, si está completa espera los siguientes bits de sincronía (bandera). Esto se indica en la figura 1.4.

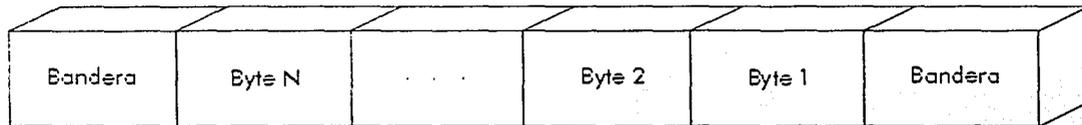


Figura 1.4

## PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE DATOS

Los protocolos de comunicación de datos son la descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que rigen el modo de transferir datos. Un protocolo está relacionado con la disciplina de control de línea, que puede ser asíncrona (Start/Stop) o síncrona (BSC, SDLC, etc.), para redes de comunicación a larga distancia. Para un ambiente de redes locales varios son los protocolos conocidos: CSMA/CD, Token Passing, Ethernet, etc. Básicamente se puede definir los protocolos en dos grupos:

- **Protocolos Orientados a Byte.** En los protocolos orientados a byte existe un conjunto de caracteres convencionales para desempeñar determinadas funciones. Los más difundidos son el Start/Stop y el BSC.
- **Protocolos orientados a bit.** Son aquellos que no incorporan en su estructura ningún carácter destinado a cumplir reglas o funciones específicas, de tal forma que sus funciones son ejecutadas a partir de secuencias de dígitos binarios estructurados para realizar una función determinada. Dentro de los protocolos orientados a bit, los más difundidos son el HDLC, SDLC entre otros. A pesar del desarrollo de los protocolos orientados a bit, que son más eficientes y flexibles, los protocolos orientados a byte se usan todavía en muchos sistemas.

# CAPÍTULO 2

## ORGANISMOS DE NORMALIZACIÓN



---

Introducción	13
Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU	13
Instituto Nacional Americano de Estándares ANSI	15
Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE	16
Asociación de Industrias Electrónicas EIA	18
Organización Internacional de Estándares ISO	19
Foros	20

---

## INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan algunas organizaciones que contribuyen a la unificación de criterios en la comunidad científica, industrial, etc. sobre todo aquellas que tienen un alto impacto en las telecomunicaciones. Durante el último siglo cada vez más gente se involucro en el campo de la comunicación de datos, por lo cual surgió la necesidad de realizar reuniones o hacer foros para presentar el avance de sus investigaciones y llegar a la estandarización de tecnologías.

Estas reuniones con el paso del tiempo no sólo se han llevado a cabo en una determinada población sino que han trascendido en congresos nacionales e internacionales. Todo este movimiento ha llevado a la formación de foros, sociedades y organizaciones a nivel nacional e internacional surgiendo así instituciones como la ANSI, IEEE, ISO, ITU entre otras. Estas organizaciones tienen como fin proponer, evaluar y en su caso aprobar las reglas sobre las cuales las entidades gubernamentales e industrias de todo el mundo basan la construcción y mantenimiento de sus sistemas.

## UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, ITU

El 24 de mayo de 1844 Samuel Morse envió el primer mensaje público sobre una línea de telégrafo entre Washington y Baltimore, iniciando la era de las comunicaciones. Apenas diez años más tarde la telegrafía ya era disponible al público. Sin embargo las líneas del telégrafo no cruzaron fronteras nacionales porque cada país usó un sistema diferente, teniendo cada país su propio código telegráfico para salvaguardar el secreto de sus mensajes militares y políticos, estos mensajes tenían que ser traducidos antes de ser retransmitidos en la red telegráfica del país vecino.

En vista de la expansión de las redes telegráficas en un número creciente de países, 20 estados europeos decidieron reunirse para llegar a un acuerdo, en el cual se adoptaron reglas comunes para regularizar equipo y sistemas garantizando una interconexión generalizada. Este fue prácticamente el inicio de los protocolos de comunicaciones.

El 17 de mayo de 1865 después de dos meses y medio de negociaciones arduas, la primera Convención del Telégrafo Internacional estaba firmada por los 20 países participantes y se creó la Unión Internacional del Telégrafo, este acuerdo marcó el nacimiento de la ITU. Hoy, casi 130 años después, las razones que llevaron al establecimiento de la ITU se aplican y los objetivos fundamentales de la organización son básicamente los mismos.

Desde ese tiempo, las telecomunicaciones han continuado desarrollándose, siguiendo la invención del teléfono en 1876 y la expansión de este. Con la invención en 1896 de la telegrafía inalámbrica y la utilización de esta para propósitos marítimos, dieron pie a una conferencia preliminar de la radio en 1903 para estudiar regulaciones internacionales en comunicaciones del radiotelégrafo. Esta convención contuvo las primeras regulaciones en telegrafía inalámbrica mismas que se han enmendado subsecuentemente y han sido revisadas a lo largo de los años y son ahora conocidas como las Regulaciones de la Radio.

En 1927 el Comité Consultivo Internacional de la Radio (CCIR) se estableció, CCIR se ha hecho responsable de coordinar los estudios técnicos, pruebas y medidas que se llevan en el campo de telecomunicaciones y la preparación de normas internacionales. Otros comités como el Comité Consultivo Internacional Telefónico (CCIF) y el Comité Consultivo Internacional del Telégrafo (CCIT) nacieron en los mismos principios del CCIR. Los CCIs se involucraron así en la preparación de las Conferencias Reguladoras en las que se concluyen acuerdos internacionales que regían todos los tipos de telecomunicaciones existentes en esa época.

En 1927, la ITU asignó bandas de frecuencia a varios servicios de la radio que existían en aquel momento para asegurar mayor eficacia en vista del aumento del número de servicios y usuarios que usaban las frecuencias y las peculiaridades técnicas de cada servicio. En la Conferencia de Madrid, en 1932, la ITU decidió combinar la Convención Internacional del Telégrafo de 1865 y la Convención Internacional de Radiotelégrafo de 1906 para formar la Convención Internacional de las Telecomunicaciones. También decidió cambiar su nombre por Unión Internacional de Telecomunicaciones, el 1 de enero de 1934, redefiniendo el alcance de sus responsabilidades y objetivos.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la ITU se convirtió en una agencia especializada de las Naciones Unidas, dicho acuerdo se firmó el 15 de octubre de 1947 designando que la sede principal se ubicase en Ginebra, la cual originalmente se encontraba en Berna donde se había establecido en 1868. El CCIR preparó un grupo de estudio responsable de estudiar la radiocomunicación espacial en 1959 y una Conferencia Administrativa Extraordinaria para comunicaciones espaciales se sostuvo en 1963, para asignar frecuencias a los servicios espaciales y fue en ese mismo año que el primer satélite fue colocado en la órbita terrestre.

En 1956, la CCIT y la CCIF se fusionaron formando el CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía) para responder eficazmente a los requisitos generados por el desarrollo de nuevos tipos de comunicación. En 1989, una Conferencia realizada en la capital de Argentina, Buenos Aires, reconoció la importancia de dar ayuda a los países en vías de desarrollo, la ITU haría actividades como coordinación, regularización internacional y preparó una Mesa de Desarrollo de Telecomunicaciones (BDT) para encaminar esfuerzos y el desarrollo de los países del Tercer Mundo en el ámbito de las comunicaciones. El BDT empezó sus actividades a principios de 1990.

El trabajo de la ITU tiene una complejidad tal, que el tiempo disponible para crear soluciones adecuadas está reduciéndose. En el área de telecomunicaciones, las nuevas tendencias están surgiendo: globalización de servicios de telefonía y datos, desregularización de las frecuencias, reestructuración del valor agregado de las redes de servicios, convergencia de servicios así como de tecnologías, redes inteligentes, etc.

La ITU con su nueva estructura ha sabido adaptarse para responder mejor a la naturaleza cambiante del ambiente de la telecomunicación y particularmente, responder al desafío propuestos por el dinamismo de mayor creatividad y competitividad. Estos cambios fundamentales también son necesarios para encontrar de una manera más rentable el crecimiento constante en volumen y la complejidad de las tareas realizadas por la ITU.

La Conferencia que se realizó en Ginebra del 7 al 22 de diciembre de 1992 se decidió el alcance de cambios estructurales y asociados para que la Unión llegue fortalecida a los requerimientos del nuevo milenio.

## **INSTITUTO NACIONAL AMERICANO DE ESTÁNDARES, ANSI**

ANSI ha servido como administrador y coordinador de los sectores privados en Estados Unidos, fundado en 1918 por cinco sociedades de ingeniería y tres agencias gubernamentales, el Instituto sigue siendo una organización no lucrativa apoyada por diversos sectores tanto privados como públicos. Este instituto abraza una gran cantidad de áreas que van desde la industria electrónica, acústica, aeroespacial, aire acondicionado, industria automotriz, etc., llegando hasta las gubernamentales como el centro de control de enfermedades.

A lo largo de su historia, la ANSI ha mantenido como su meta primaria el perfeccionamiento de competitividad global de Estados Unidos, así como el de la calidad, promoviendo y facilitando normas. El Instituto representa los intereses de casi 1,400 compañías entre las que se encuentran organizaciones, agencias gubernamentales, miembros institucionales e internacionales a través de su oficina principal en la ciudad de Nueva York, y de su oficina secundaria en Washington, D.C.

ANSI no hace por sí misma normas, facilita el desarrollo de éstas, estableciendo acuerdos generales entre grupos. El Instituto asegura que sus principios se sigan en distintas entidades, actualmente acreditadas bajo uno de los tres métodos (organización, comité, o escrutinio). En 1996 el número de normas aumentó casi 4%, dando un nuevo total de 13056 normas aceptadas. Los diseñadores se comprometen con ANSI a apoyar el desarrollo de normas nacionales y en muchos casos de normas internacionales, dirigiendo las tendencias de innovación tecnológica. ANSI promueve el uso de normas así como la adopción de normas internacionales donde éstas satisfacen las necesidades de la comunidad.

ANSI es un representante americano además de miembro de la ISO (Organización Internacional de Estándares) vía el Comité Nacional de Estados Unidos (USNC) y también de la Comisión Internacional Electrotécnica (IEC).

ANSI participa en el programa técnico de ISO con 78% de representación en los comités técnicos, además de administrar comités y subgrupos. Como parte de las responsabilidades de ANSI es acreditar en Estados Unidos a consejeros técnicos (TA) que tienen el propósito primario de desarrollar y transmitir, vía ANSI, normas a la ISO. Los comités técnicos son llevados a cabo por voluntarios de la industria y gobierno, ANSI no provee de personal para estos casos y el éxito de estos esfuerzos depende en gran medida de la industria americana y el gobierno para asegurar la participación técnica en el proceso de las normas internacionales. Valoración de conformidad, es el término que describe los pasos tomados por fabricantes para evaluar las normas. El programa de ANSI para acreditar la certificación de un producto ha tenido un crecimiento significativo experimentado en recientes años, y el instituto continúa sus esfuerzos para obtener aceptación mundial de tales certificaciones realizadas en Estados Unidos y la promoción de acuerdos entre los

acreditadores y certificadores. Uno de los indicadores de la fuerza del sistema americano es la confianza extensa del gobierno en que el sector privado haga sus propias normas. El gobierno federal promueve que las normas de ANSI sean tomadas de manera voluntaria para regularse, de modo tal que estas agencias tengan similitudes en la forma de operar. El Estado, los gobiernos locales y las agencias han adoptado miles de normas voluntariamente que se han emitido por ANSI, y el proceso parece estarse acelerando.

En resumen, ANSI continúa involucrada totalmente con la regularización global y esta comprometida a reforzar la calidad de vida de todos los ciudadanos.

## **INSTITUTO DE INGENIEROS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS, IEEE**

La última cuarta parte del siglo XIX fue marcada por un tremendo crecimiento en tecnología eléctrica. La actividad eléctrica incitó al Instituto Franklin para patrocinar una exhibición eléctrica internacional en Filadelfia en 1884. Esta exhibición demostró ser el catalizador que produciría la formación del Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos (AIEE), un antepasado del IEEE.

El 15 de abril, se reunieron en la oficina principal de la Sociedad Americana de Ingenieros civiles (ASCE) en Nueva York, gente relacionada con la electricidad para crear una estructura orgánica para la sociedad de ingeniería eléctrica. La primera reunión general se celebró el 13 de mayo, aquí las reglas orgánicas propuestas fueron adoptadas y se eligieron funcionarios. Norvin Green, presidente de la compañía de telégrafo de unión occidental, se eligió presidente, Nathaniel Keith y Rowland R. Risk se hizo tesorero. Seis vicepresidentes también eran escogidos: Alejandro Graham Bell, Charles D. Cross, Thomas A. Edison, George A. Hamilton, Charles H. Haskins, y Franklin L. Pope.

Una de las actividades importantes del AIEE era el desarrollo de normas para la ingeniería y la industria eléctrica. Los esfuerzos más tempranos del instituto se dirigieron hacia regularizar las unidades, definiciones, y nomenclatura que relacionan a la ciencia eléctrica básica. La primera acción en este área era la adopción del nombre "Henry" para la unidad práctica de inductancia en 1890. En 1898 el instituto en el área de normas técnicas se fijó el propósito de "definir y declarar en idioma simple, la naturaleza, características, conducta y métodos de comprobación de la maquinaria eléctrica y aparatos, particularmente con una vista a preparar normas de prueba de aceptación para la industria eléctrica."

En 1902, bajo la presidencia de Charles F. Scott, la formación de secciones fue autorizada, con Chicago e Ithaca, Nueva York. En el mismo año, organizaciones de estudiantes estaban diseminadas en varias escuelas de ingeniería; la primera estaba en la Universidad de Lehigh. AIEE se extendió pronto más allá de los límites de los Estados Unidos; en 1903, la primera sección fuera de los Estados Unidos se formó en Toronto.

El crear una organización de ingenieros de la radio era el trabajo de Robert Marriott en 1908. Una organización temporal se formó el 23 de enero de 1909 y la primera reunión regular se sostuvo el 10 de marzo en Nueva York. El Instituto empezó con éxito, pero a

través de 1912 el número de miembros había caído de 99 a 27. El Instituto de Ingenieros de Radio (IRE) celebró su primera reunión oficial el 13 mayo de 1912.

El nombre seleccionado para la nueva organización indica algo sobre las ambiciones de los fundadores. Excluyendo la palabra explícitamente "americano," los ingenieros de la radio estaban intentando volverse una sociedad internacional. Estas ambiciones fueron comprendidas y a finales de 1915, había 83 miembros de once países y cuando el instituto nombró a su primer representante en 1914, escogió a un ciudadano de Alemania, Jonathan Zenneck como vicepresidente, desde ahí el Instituto la costumbre de siempre elegir a un vicepresidente de un país que no fuera de los Estados Unidos.

El informe del primer comité de regularización, publicado en 1913, trató de definiciones de términos, la carta y símbolos matemáticos, métodos de comprobación y probado de equipos. En los años 1920 a 1930, el IRE empezó a coordinar sus actividades de las normas con radio y las asociaciones de comercio eléctricas como la Asociación de los Fabricantes Eléctrica Nacional y la Asociación de Fabricantes de Radio.

En una área relacionada a la regularización, el IRE a lo largo de su historia coopera con el gobierno federal en el desarrollo de regulaciones para la industria de la radiodifusión. En los años 1922-25, el Secretario de comercio Herbert Hoover sostuvo una serie de conferencias de la radio en las que IRE participó. Estas conferencias llevaron a la formación de la comisión de la radio federal (después Comisión Federal de Comunicaciones, FCC) en 1927. El IRE también trabajó con los dos Comités de Sistemas en Normas de Televisión Nacionales para el servicio de la televisión negro y blanco comercial en los Estados Unidos y después la televisión a colores.

Como pasó en el AIEE, los miembros del IRE que compartían una especialidad técnica común buscaron maneras de actuar recíprocamente más directamente. En 1948, por consiguiente, el instituto autorizó el sistema de grupos profesionales. Los primeros dos grupos fueron el de audio y el de ingenieros de la transmisión.

Durante los primeros treinta años de su existencia, IRE era una de las más pequeñas sociedades de ingeniería. Pero los miembros del IRE eran practicantes de la tecnología del futuro. Los años después de la segunda guerra mundial trajeron cambios drásticos al campo de la ingeniería eléctrica. La tecnología estaba moviéndose rápidamente con la aparición del radar, computadoras, televisión, electrónica transistorizada y la exploración espacial atrajo a la mayoría de estudiantes de ingeniería eléctrica y ofreciendo la mayoría de nuevos trabajos. Esto se tradujo en un aumento en número de miembros en el IRE. La tabla 2.1 ilustra este crecimiento.

Año	IRE	AIEE
1947	18,000 miembros	26,500 miembros
1957	55,500 miembros	50,000 miembros
1962	96,500 miembros	57,000 miembros

Tabla 2.1

En enero de 1961, el presidente de IRE, Ronald McFarlan fue invitado a asistir a una reunión del AIEE. Después Clarence Linder, presidente del AIEE, hizo una presentación similar ante el IRE. Representantes de las dos sociedades se encontraron e hicieron el anuncio de la creación de un comité para discutir una fusión. En 1961 de octubre, el IRE había autorizado a su Presidente, Patrick E. Haggerty, para presentar ante la AIEE que la fusión iba por buen camino. La publicación de AIEE, había padecido una falta de crédito. Los procedimientos del IRE eran aprovechables desde un punto de vista de publicidad, pero sus papeles eran demasiado voluminosos. En 1964, se lanzó el nuevo "centro" de publicación, con procedimientos que permanecen con una alta calidad.

En 1973, el IEEE se creo, llevando las tradiciones de sus predecesores. Con la adopción de una nueva constitución, el IEEE se formo como una sociedad con relación en el avance, diseminación de conocimiento y de una sociedad profesional involucrada con los intereses técnicos de sus miembros.

Hoy, con más de un millón de miembros, el IEEE es la sociedad profesional más grande del mundo, y sus actividades se extienden más allá de lo que sus antepasados pudieron prever.

## **ASOCIACIÓN DE INDUSTRIAS ELECTRÓNICAS EIA**

La Asociación de Industrias de Electrónica es una organización comercial con oficinas en Washington D.C. la cual representa a la mayoría de las industrias manufactureras de electrónica en los Estados Unidos. Desde su fundación en 1924, el departamento de ingeniería de la EIA ha publicado mas de 400 documentos relacionados con la estandarización.

Para el área de comunicaciones la EIA estableció su comité técnico en 1962. El principal objetivo de este comité es el desarrollo y mantenimiento de estándares orientados hacia equipo terminal de datos (DTE), como son terminales de datos, puertos de computadoras, así como también de equipo terminal de comunicaciones (DCE) como modems y unidades de datos.

Dentro de las actividades, el comité desarrolló un estándar, RS-232, el cual describe el funcionamiento de un conector de 25 pines comúnmente usado en interfaces físicas para conectar un DTE con un DCE y los niveles de voltaje.

Otros estándares de este comité son los estándares RS-366, RS-449 y RS-530. La RS-366 describe la interfase física empleada para conectar terminales con unidades de llamadas automáticas; la RS - 449 originalmente se implemento para sustituir a la RS-232, debido a que con este estándar se aumenta la distancia entre los dispositivos DTE y DCE. La RS-530 se utiliza para reemplazar a las dos anteriores eliminando muchas de las desventajas que se encontraron a la RS-449.

El comité para el área de comunicaciones trabaja conjuntamente con comités de ANSI y grupos internos del Comité Consultivo Internacional de telefonía y telegrafía (CCITT). De hecho el estándar de CCITT V.24 básicamente es idéntico al estándar RS-232.

## ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE ESTÁNDARES ISO

La Organización Internacional de Estándares es una institución que está integrada por más de 130 países actualmente. Los orígenes de esta organización se remontan hasta el año 1906 con la comisión electrotécnica, con el pasar de los años esta organización evolucionó para convertirse en la Federación Internacional de Asociaciones de Estandarización que nació en 1926. Teniendo una mayor inclinación hacia los campos de la ingeniería mecánica, esta última asociación dejó de trabajar en 1942 por la segunda guerra mundial.

Veinticinco países se reunieron en 1946 con el fin de crear un nuevo organismo con el objeto de facilitar una coordinación internacional así como la unificación de estándares industriales. Este nuevo organismo que se creó a partir de esta reunión fue la Organización Internacional de Estándares y empezó a funcionar el 23 de febrero de 1947 publicando su primer estándar en 1951.

La no existencia de estándares en las diferentes tecnologías puede provocar barreras de tipo comercial y técnico, por eso las industrias vieron la necesidad de tener procesos específicos iguales en todo el mundo para tener un mejor desarrollo económico y tecnológico, esto dio origen a la creación de la ISO. Algunas causas que dieron origen a la fundación de la Organización Internacional de Estándares son:

- La interacción de sectores económicos y técnicos.
- El progreso mundial hacia el libre comercio.
- La creciente demanda de servicios de comunicación a nivel mundial.
- Estándares globales para nuevas tecnologías.
- Crecimiento económico y tecnológico de los países.

El tener una organización como ISO aporta ventajas como:

- Mejoramiento de la calidad y rentabilidad de producto a un precio bajo.
- Compatibilidad y operatividad de bienes y servicios.
- Incremento en la distribución y baja en el mantenimiento de bienes y servicios.
- Mejoramiento constante en la salud, seguridad del hombre, así como protección al ambiente.

La forma en que trabaja ISO es en comités técnicos, subcomités y grupos de trabajo, estos comités son integrados por representantes de la industria, institutos de investigaciones, agencias o secretarías gubernamentales y otras organizaciones que también elaboran estándares como ANSI, IEEE, etc., los estándares creados por ISO siguen los siguientes principios:

- Consenso, que es la opinión de industrias, vendedores, usuarios, grupos, laboratorios de prueba, etc.
- Tamaño de la industria, para que la norma satisfaga a todas las partes y clientes en el mundo.
- Voluntad de las partes para adoptar y respetar los estándares.

Dentro de los estándares más conocidos de ISO tenemos:

- Código par la velocidad de las películas fotográficas.
- La ISO 9000 y 14000 para mejoramiento de la calidad.
- El estándar ISO 216, la cual da medidas para las hojas cartas, oficio, etc.
- El Sistema Internacional Unidades.
- El modelo OSI.

ISO ha contribuido a que la gente en cualquier país del mundo pueda hablar, dependiendo del área en que se desenvuelva, un lenguaje común.

## FOROS

Debido al continuo avance tecnológico en el área de comunicación de datos, muchas veces es necesario encontrar espacios en los cuales se puedan discutir e intercambiar ideas, estos espacios son los foros en los cuales se plantean y se llevan a cabo desarrollos para instrumentar protocolos, aunque estos no estén basados en estándares oficiales.

Ya que las tecnologías de transferencia de datos tienen un tiempo de vida limitado, debido a que los programas del usuario reclaman cada vez mayores velocidades para mover los datos y de que los comités técnicos de los organismos de normalización trabajan notoriamente lento para establecer la aprobación de los estándares. Por esto algunos foros que actualmente están en trabajo son (figura 2.1):

- **Foro Frame Relay.** En el caso de este foro algunas compañías decidieron unirse para establecer sus propios estándares pensando en que éstos pudieran ser adoptados posteriormente por los organismos de normalización. El resultado fue la formación del grupo de los cuatro conformado por DEC (Digital Equipment Corporation), Northern Telecom., Cisco y Stratacom. Este grupo más tarde se convirtió en el foro Frame Relay.
- **Foro ATM.** Es una organización sin fines de lucro cuyo objetivo es acelerar el uso del ATM (Asynchronous Transfer Mode), los productos y servicios a través del aseguramiento de la interoperatividad. El foro se crea en 1991 y actualmente consta de más de 600 miembros y esta abierta a recibir a más miembros que estén interesados en acelerar este protocolo.
- **Foro IPv6 (Internet Protocol version 6, protocolo de internet versión 6).** Es un foro integrado por una comunidad de investigadores, desarrolladores, instituciones educativas y líderes de la industria en Internet, que tiene como fin crear y asegurar la calidad de la siguiente generación del protocolo de internet. Este foro tiene como fin compartir, discutir y promover la operatividad y uso del este protocolo para la creciente demanda de usuarios.
- **Foro WAP (Wireless Application Protocol, protocolo inalámbrico de aplicación).** El foro WAP es la asociación de una industria de más de 500 compañías que

desarrollan un estándar para intercambio de información por vía inalámbrica, usando los servicios móviles de telefonía. La formación de este foro es para atraer a todo el sector de las comunicaciones móviles inalámbricas para asegurar la interoperatividad de todos estos dispositivos trayendo consigo un crecimiento del mercado. Este foro representa al 90 % del mercado global de dispositivos personales móviles.



**The ATM Forum**



Figura 2.1

# CAPÍTULO 3

## MODELO OSI



---

Introducción	23
Modelo OSI	23
Capa física	26
Capa de enlace de datos	27
Capa de red	29
Capa de transporte	31
Capa de sesión	32
Capa de presentación	33
Capa de aplicación	35

---

## INTRODUCCIÓN

Durante la década de los 70's varias organizaciones tenían sistemas autónomos, es decir, sistemas independientes donde los usuarios adquirían equipo de una cierta compañía y tenían problemas de compatibilidad entre los programas (software) y los dispositivos electrónicos (hardware) al tratar comunicarse con productos de otros fabricantes. Los problemas de compatibilidad crecían de tal manera que el usuario tenía dos opciones, comprar productos de una misma compañía o hacer una actualización con otro fabricante.

Las compañías empezaron a exigir compatibilidad entre fabricantes ya que los sistemas autónomos no le eran adecuados, además si otras áreas en el campo de la electricidad tenían estándares, vieron la necesidad que la industria de cómputo y en general de comunicaciones creara los suyos. Para enfrentar el problema de incompatibilidad de los sistemas y su imposibilidad de comunicarse entre sí, la organización internacional de estándares revisó esquemas de red como DECNET, SNA y TCP/IP a fin de desarrollar un modelo estándar. Es así como la Organización Internacional de Estándares (ISO) comenzó a trabajar sobre la posibilidad de crear un modelo para sistemas de interconexión abierta y en 1984 fue publicado el modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI, Open System Interconnection) que actualmente es un estándar utilizado por las compañías de telecomunicaciones.

Con la contribución de otras organizaciones como ANSI, IEEE, EIA y de la ITU a través del CCITT trabajaron en los procesos de estandarización de los sistemas actuales y varios de sus trabajos se encuentran dentro de las especificaciones de OSI. El modelo de referencia OSI, lanzado en 1984, proporcionó a los fabricantes un conjunto de estándares que aseguraron una mayor compatibilidad e interoperabilidad entre los distintos tipos de tecnología de red utilizados por las empresas a nivel mundial.

## EL MODELO OSI

El modelo de referencia OSI es el modelo principal para las comunicaciones de datos. Aunque existen otros modelos, en la actualidad la mayoría de los fabricantes de redes relacionan sus productos con el modelo de referencia OSI, especialmente cuando desean enseñar a los usuarios cómo utilizar sus productos. Los fabricantes consideran que es la mejor herramienta disponible para enseñar como sea envían y reciben datos a través de una red.

El modelo de referencia OSI es un marco que se puede utilizar para comprender cómo viaja la información a través de una red. Además, puede usar el modelo de referencia OSI para visualizar cómo la información o los datos viajan desde los programas de aplicación (por ej., hojas de cálculo, documentos, etc.), a través de un entorno de red (por ej., cables, etc.), hasta otro programa de aplicación ubicado en otra computadora de la red, aún cuando el remitente y el receptor tengan distintos tipos de tecnologías.

El modelo OSI se divide en 7 capas y propone básicamente:

- Establecimiento de vías comunes para el desarrollo de estándares.
- Creación de estándares para comunicaciones entre sistemas.
- Definir puntos de interconexión para intercambiar datos entre sistemas.
- Descomposición de un sistema complejo en uno más pequeño por medio de capas o niveles.
- Límites entre cada capa.
- Simetría en las funciones hechas por cada capa.

Para definir el número de capas que eran necesarias, ISO en conjunción con otras asociaciones tomó en cuenta los siguientes principios:

- Mantener el número de capas lo más pequeño posible.
- Crear límites en cada capa para minimizar las interacciones entre ellas.
- Separación de las capas basándose en las funciones y procedimientos que realiza cada una, debido a que cada capa utiliza diferentes tecnologías.
- Agrupar funciones similares en una misma capa.
- Crear límites en cada capa que permitan estandarizar interfaces.
- Creación de capas cuando los datos sean manejados en una forma nueva o diferente a las conocidas.
- Los cambios que se hagan a una capa no deben afectar a las otras. Es decir la comunicación entre procesos se lleva a cabo entre capas iguales.
- Cada capa sólo se comunica con su capa inmediata superior e inferior.

El modelo OSI se desarrolló para que una arquitectura de comunicación de datos sea dividida en siete capas. Las primeras tres capas (física, enlace de datos y red) se encargan de transmitir y recibir datos de un punto A hacia un punto B; las siguientes cuatro capas (transporte, sesión, presentación y aplicación) están encargadas de intercambiar datos independientemente del tipo de red que sea utilizada.

Entonces, así como se muestra en la figura 3.1 las capas del modelo OSI son:

- Capa Física
- Capa de Enlace de Datos
- Capa de Red
- Capa de transporte
- Capa de Sesión
- Capa de Presentación
- Capa Aplicación

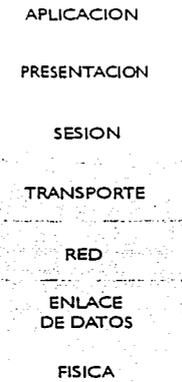


Figura 3.1

El modelo OSI especifica las formas de coordinar y controlar los datos para comunicarse con su capa equivalente en otro sistema de información. Es decir que la comunicación entre sistemas de comunicación se realiza en los procesos de aplicación de capas equivalentes, mostrado en la figura 3.2

La información de control son procesos (solicitudes e indicaciones), donde estos son únicos para cada capa del modelo OSI. Los procesos se presentan en forma de encabezado y de terminador, así cada capa agrega un encabezado y un terminador; una unidad de información que llega a una capa cualquiera tiene encabezados y terminadores más datos de todas las capas superiores. Cada capa lee el encabezado de su capa equivalente, lo retira y pasa la unidad de información resultante a la capa adyacente.

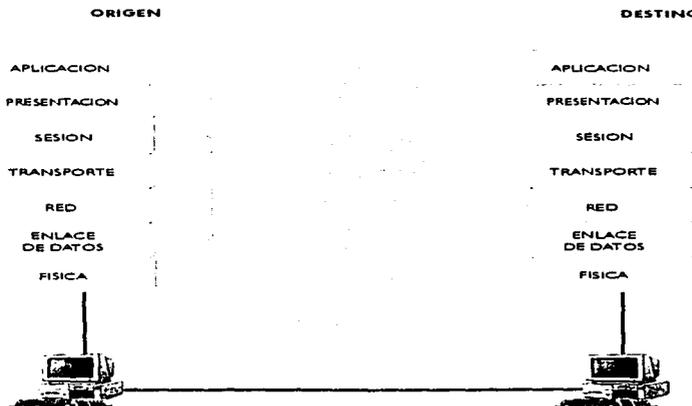


Figura 3.2

## CAPA FÍSICA

La capa física del modelo OSI es nombrada así debido a que los equipos de comunicaciones se encuentran enlazados ya sea por medio de cables, fibra óptica y/o microondas. La capa física especifica los procedimientos y mecanismos eléctricos para activar o desactivar un enlace físico entre nodos adyacentes. Una conexión física puede involucrar la interconexión con dispositivos intermedios, en estos casos la transmisión de los datos a un nivel físico se realiza entre todas las entidades físicamente conectadas. Los servicios proporcionados por la capa física están determinados por las características del medio y modo de transmisión (ver figura 3.3). Las interfaces dentro de la capa física del modelo OSI deben entre otras cosas cumplir con las siguientes funciones:

- ❑ Intercambio físico de datos entre equipos adyacentes.
- ❑ Suministrar señales de control entre los dispositivos de comunicaciones DTE y DCE
- ❑ Proporcionar señales de sincronización y regular la velocidad de transmisión.
- ❑ Proporcionar la especificación mecánica y eléctrica de las interfaces físicas.

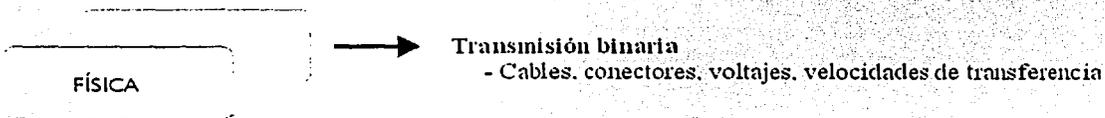


Figura 3.3

Los datos, que pueden estar formados por elementos tales como texto, figuras, audio o video, viajan a través de los cables y se representan mediante la presencia de pulsos eléctricos en cables conductores de cobre o pulsos luminosos en fibras ópticas, aunque generalmente se usa el término bit para denominar a los pulsos luminosos o eléctricos. La transmisión de datos sobre una interfaz física podría ser muy simple, siempre y cuando no ocurrieran errores. Desafortunadamente esto no ocurre en una conexión física real, debido a numerosas razones como son:

- ❑ Los fenómenos naturales tales como el ruido e interferencia que se introducen en la conexión causando errores en la detección de los datos.
- ❑ El retardo debido a la propagación de la señal en la conexión.
- ❑ El tiempo finito requerido por las estaciones transmisora y receptora para el procesamiento de los datos.

Las especificaciones físicas de conexión entre DCE y DTE son publicadas por varias asociaciones como ANSI, IEEE, EIA, ITU por medio del CCITT. Las normas de la capa física son divididas en dos segmentos, las especificaciones para redes de área local (LAN) y las especificaciones para redes de cobertura amplia (WAN). Las especificaciones EIA – 232, EIA- 449, V.24, V.35, X.21 bis, como se muestra en la figura 3.4, son algunas de las más usadas en el mercado de WAN y las especificaciones IEEE 802.3, 10BaseT, Token Ring, Ethernet, se utilizan para el mercado de LAN.

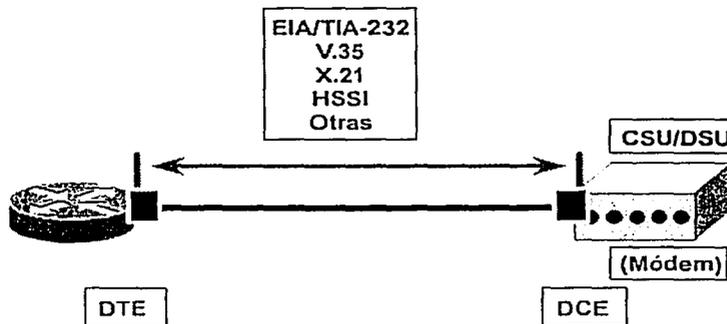


Figura 3.4

## CAPA DE ENLACE DE DATOS

El propósito de la capa de enlace de datos es transferir bloques de datos sin errores entre nodos adyacentes, esta función se logra dividiendo los datos en bloques llamados tramas, que son las unidades de información para esta capa. Los dispositivos adyacentes son conectados físicamente por un canal de comunicaciones tales como líneas telefónicas, cables coaxiales, fibras ópticas o satélites.

La razón del envío de tramas es hacer que los datos de las capas superiores, lleguen desde la estación origen a la destino. El paquete de datos que desea enviar se compone de dos partes. En primer lugar, el mensaje que desea enviar y, segundo, los bytes encapsulados que desea que lleguen a la estación destino. Junto con estos datos, también debe enviar algunos bytes adicionales.

Estos bytes se denominan bytes de relleno, y a veces se agregan para que las tramas tengan una longitud mínima con fines de temporización. Dado que la capa física solamente acepta y transmite un flujo de bits sin ninguna consideración de significado o estructura, la función de crear y reconocer los límites de una trama de datos es asignada a la capa de enlace de datos, por tal razón se añaden patrones de bits especiales al comienzo y al final de la trama. Una función de la capa de enlace de datos es detectar los errores, en este caso la capa de enlace de datos del dispositivo destino pide al dispositivo fuente retransmitir la trama. Es función de la capa de enlace de datos resolver los problemas causados por el daño, pérdida y duplicación de las tramas.

La capa de enlace de datos se encarga de tomar el flujo de bits y transformarlo en tramas, para cada una de ellas verifica si hubo error utilizando técnicas diseñadas específicamente para este propósito, una forma efectiva y eficiente de hacerlo, en la que sólo se descartan y se vuelven a transmitir las tramas defectuosas es el campo de secuencia de verificación de trama (FCS), contiene un número calculado por la computadora origen y se basa en los datos de la trama. Cuando la computadora destino recibe la trama, vuelve a calcular el número FCS y lo compara con el número FCS que se incluye en la trama. Si los dos

datos son distintos, se da por separado que se ha producido un error, se descarta la trama y se le pide al origen que vuelva a realizar la transmisión.

Las funciones de esta capa se limitan a un enlace individual, es decir esta capa es la responsable únicamente por el tráfico entre nodos o estaciones adyacentes. Una vez que los datos van transmitidos hacia una estación adyacente y un reconocimiento de la transmisión es regresado a la estación fuente, se dice que el trabajo de la capa de enlace de datos se ha completado. En esta capa se proporcionan las siguientes funciones: figura 3.5:

- 1) *Sincronización* entre la estación fuente y destino.
- 1) *Control de flujo de datos.*
- 1) *Detección de errores de las tramas.*
- 1) *Mantenimiento de la condición del enlace,* como distinguir los datos y los comandos de control.

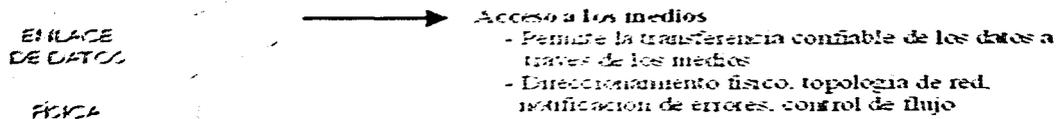


Figura 3.5

Hay varios tipos de tramas que se describen en diversos estándares. Una trama genérica tiene secciones denominadas campos, y cada campo está formado por bytes, mostrado en la figura 3.6. Los nombres de los campos son los siguientes:

- 1) Campo de inicio de trama.
- 1) Campo de dirección.
- 1) Campo de longitud, tipo o control.
- 1) Campo de datos.
- 1) Campo de secuencia de verificación de trama.
- 1) Campo de fin de trama.

Estructura de una trama genérica					
Campo de inicio de trama	Campo de dirección	Campo de tipo/ longitud	Campo de datos	Campo de FCS	Campo de fin de trama

Figura 3.6

## CAPA DE RED

Esta capa del modelo OSI proporciona el ruteo y las funciones relacionadas que permiten a múltiples enlaces de datos combinarse en una red. Esto se logra a través del direccionamiento lógico de los dispositivos. La capa de red ofrece los siguientes servicios:

- ❑ Conocimiento específico de los datos.
- ❑ Direccionamiento y ruteo de los datos a través de la red
- ❑ La capa de red es responsable del desplazamiento de datos a través de un conjunto de redes.
- ❑ Los dispositivos utilizan el esquema de direccionamiento de la capa de red para determinar el destino de los datos a medida que se desplazan a través de las redes.

La capa de red provee servicios de ruteo y control de congestión, ver la figura 3.7. En esta capa los paquetes, (que son las unidades de información de esta capa) viajan de un nodo a otro en la red, además esta capa debe cumplir con lo siguiente:

- ❑ Los servicios que se proveen deberán ser independientes de la tecnología de soporte.
- ❑ El diseño de la capa no debe evitar el conectar dos redes con diferentes tecnologías.
- ❑ Todo lo que a esta capa le interesa son las rutas para enviar los datos y no la forma en que estas se construyen.
- ❑ Se requiere de un esquema de direccionamiento.

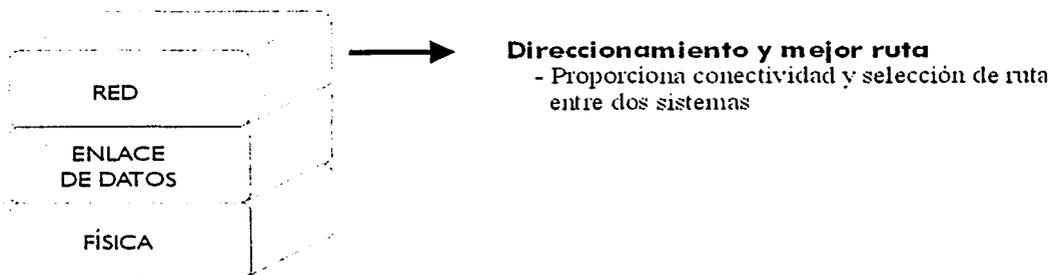


Figura 3.7

Con esto en mente es necesario definir el tipo de conexión que se va a implementar, el cual puede ser orientado a conexión o no conexión. Durante la etapa de desarrollo de la capa de red, la ISO dudó de si esta capa debiera ofrecer servicios orientados a conexión o no conexión, ya que algunos sistemas trabajan en algún servicio de los antes mencionados. ISO determinó que la capa de red debe ofrecer ambos servicios para cumplir con el propósito de que todos los sistemas fueran completamente abiertos y no limitar a los fabricantes y usuarios a trabajar sobre un tipo específico de conexión.

Para explicar un servicio no orientado a conexión podemos hacer una analogía con el servicio postal. Una serie de cartas numeradas son dirigidas de una dirección A a una dirección B, todas las cartas llevan la dirección del destinatario (B), las cartas son

entregadas independientemente una de otra, dichas misivas no necesariamente llegan en el orden en que fueron enviadas y puede darse el caso de que alguna de ellas se pierda durante su recorrido, si este fuera el caso, B le escribiría a A para pedirle que reenvíe la carta faltante, diciéndole el número del faltante, así en los servicios sin conexión los usuarios son responsables del correcto funcionamiento del envío y recepción de los datos. La tabla 3.1 muestra las principales diferencias entre los servicios orientados a conexión y sin conexión.

Tarea	Servicio Orientado a Conexión	Servicio Orientado a no Conexión
Establecimiento de la conexión lógica	Necesario	No existe
Dirección destino	Sólo al inicio de la conexión	Requisito en todos los paquetes
Secuenciamiento de paquetes	Garantizado	No garantizado
Control de error	Se hace en la capa de red	Se hace en la capa de transporte
Control de flujo	Suministrado por la capa de red	No es proporcionado por la capa de red
Identificadores de conexión	Necesario	No existe

Tabla 3.1

En la operación interna de la capa de red, a una conexión lógica entre dos direcciones se le conoce como un circuito virtual (CV), los cuales se utilizan en servicios orientados a conexión. Así cuando una transferencia de datos se realiza mediante un circuito virtual, primeramente se establece una conexión lógica entre la maquina origen y destino, al haberse establecido este circuito los datos empiezan a ser transferidos siguiendo siempre la misma ruta y cuando todos los datos han sido transferidos la conexión es cerrada y el circuito virtual es desechado. Debido a que cada máquina elige números de circuito virtual independientemente, estos números tienen sólo significado local.

Otra forma de operación interna de la capa de red es por medio de datagramas, ocupados generalmente en los servicios orientados a no conexión, en esta forma no hay rutas previamente establecidas. Cada paquete enviado puede tomar diferentes rutas y es independiente de sus predecesores. Esto es posible ya que cada paquete de datos tiene la dirección completa del destino. La comparación de operación por circuitos virtuales y por datagramas se hace en la tabla 3.2.

Tarea	Circuito Virtual	Datagrama
Dirección	Cada paquete contiene un número de CV	Cada paquete tiene la dirección completa del destino y la fuente
Ruteo	Todos los paquetes siguen la misma ruta	Cada paquete es ruteado independientemente
Establecimiento de circuito	Requerido	No se necesita

Tabla 3.2

Así la principal función de la capa de red es que los paquetes de datos tomen la ruta correcta desde la estación fuente, durante toda su trayectoria y hasta la estación destino. En ocasiones el destino no se encuentra cerca del origen, pudiendo haber cientos o miles de kilómetros entre ellos, en este caso los datos podrán hacer varios saltos en nodos

intermedios a lo largo del recorrido. Para lograr esto es necesario realizar procesos de ruteo, estos procesos no son más que algoritmos responsables de decidir sobre que línea de salida se deben transmitir los paquetes.

## CAPA DE TRANSPORTE

La capa de transporte, mostrada en la figura 3.8, debe implementar servicios confiables de datos entre redes, en esta capa la unidad de información son los segmentos, entre las funciones más conocidas de la capa de transporte se encuentran:

- Transportar y regular el flujo de información desde el origen hasta el destino de manera confiable y precisa.
- Envían segmentos de un host origen a host destino.
- Esta capa es la que establece, mantiene y termina a los circuitos virtuales.
- Tener el control de extremo a extremo, que suministran las ventanas deslizantes, y la confiabilidad proporcionada por el uso de números de secuencia y acuses de recibo.

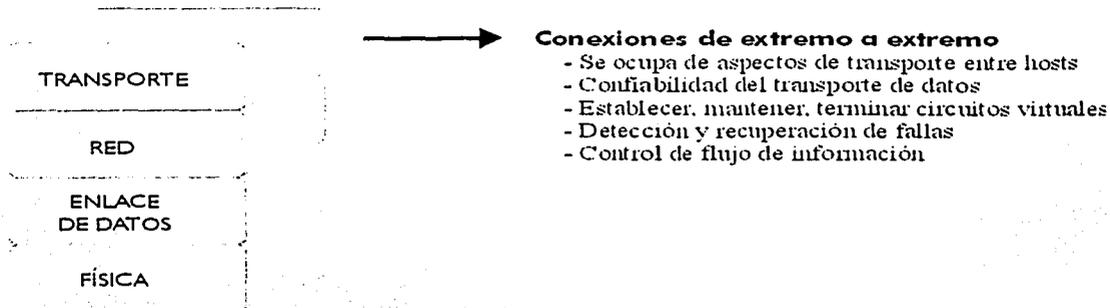


Figura 3.8

De la misma manera como la capa de transporte puede multiplexar varias conexiones de transporte en una conexión de red, el multiplexaje se lleva a cabo para reducir el costo o mejorar el rendimiento, procedimientos que vienen a ser funciones de la capa de transporte.

Las funciones de la capa de transporte son muy parecidas a las de la capa de enlace de datos; ya que también cuentan con control de errores, secuenciamiento, control de flujo, etc. pero a su vez, tienen diferencias fundamentales. Antes de hacer referencia a ellas es importante mencionar que un segmento es la unidad de datos de esta capa. La tabla 3.3 presenta las principales diferencias entre la capa de enlace de datos y la de transporte

Enlace de datos	Transporte
No existen rutas específicas, cada línea de salida está conectada al destino.	Se necesita el direccionamiento explícito del destino.
No hay capacidad de almacenamiento en el medio de comunicación. (Una trama llega o no llega, pero nunca se queda perdida).	Un segmento puede retrasarse y llegar todavía.
Sólo existe una conexión lo que facilita el control de flujo.	Las conexiones son creadas dinámicamente.

Tabla 3.3

## CAPA DE SESIÓN

Después de que las unidades de información (bits, tramas, paquetes y segmentos) provenientes de las cuatro capas inferiores, la capa de sesión coordina las peticiones y respuestas de servicio que se producen cuando las aplicaciones se comunican entre diferentes hosts. Entre las principales tareas que se llevan a cabo en la capa de sesión son:

- ❑ Establecer, administrar y terminar las sesiones entre las aplicaciones.
- ❑ Las sesiones de comunicación consisten en miniconversaciones que se producen entre aplicaciones ubicadas en diferentes dispositivos de red.
- ❑ Las peticiones y respuestas son coordinadas por protocolos implementados en la capa de sesión.
- ❑ La capa de sesión decide si se utilizará la conversación simultánea de dos vías o la comunicación alternada de dos vías, mediante el control de diálogo.
- ❑ La capa de sesión usa la separación de diálogo para iniciar, terminar y administrar la comunicación de manera ordenada.

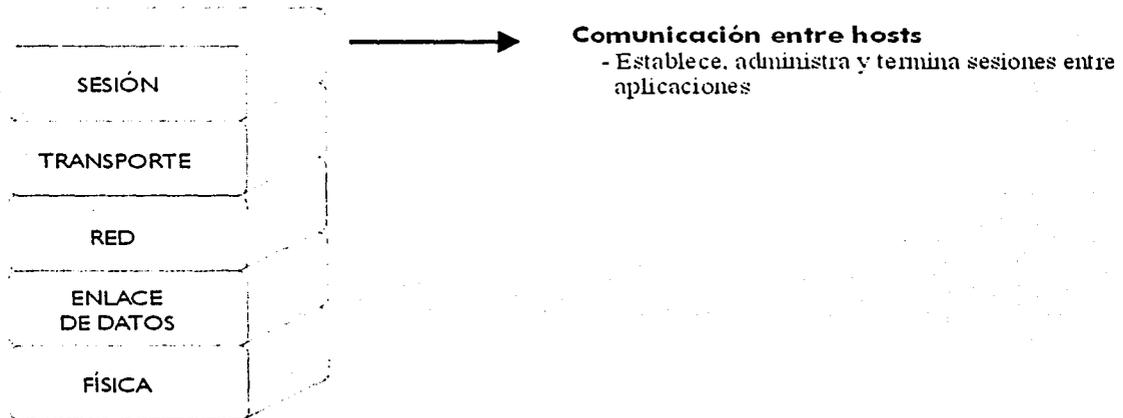


Figura 3.9

La capa de sesión establece, administra y termina las sesiones entre las aplicaciones. Esto incluye iniciar, terminar y resincronizar dos computadoras que están manteniendo una "sesión". La capa de sesión coordina las aplicaciones mientras interactúan en dos hosts que se comunican entre sí. Las comunicaciones de datos viajan a través de redes conmutadas

por paquetes, al contrario de lo que ocurre con las llamadas telefónicas que viajan a través de redes conmutadas por circuitos. La comunicación entre dos PC involucra una gran cantidad de miniconversaciones, permitiendo de esta manera que las dos computadoras se comuniquen de forma efectiva. Un requisito de estas miniconversaciones es que cada host tenga un doble rol: el de solicitar el servicio, como si fuera un cliente y el de contestar con servicio, como lo hace un servidor. La determinación del rol que están desempeñando en un preciso momento se denomina control de diálogo (la capa de sesión decide si va a utilizar la conversación simultánea de dos vías o la comunicación alternada de dos vías.).

Una sesión podría utilizarse para tener un acceso remoto desde una terminal a una computadora remota, para una transferencia de archivos, o para cualquier otro propósito. Por lo general, cuando se llega a presentarse una solicitud para la capa de sesión, se deberá establecer una conexión de transporte que se encargue de soportar la conexión. Cuando termina la sesión, se libera la conexión de transporte.

## CAPA DE PRESENTACIÓN

La capa de presentación brinda una gama de funciones de codificación y conversión que se aplican a los datos provenientes de la capa de aplicación. Estas funciones aseguran que la información enviada desde la capa de aplicación de un sistema sea legible por su contraparte ubicada en otro sistema.

Desde un punto de vista formal de OSI, la capa de presentación debe desempeñar las siguientes funciones principales (figura 3.10):

- Formateo de datos (presentación)
- Cifrado de datos
- Compresión de datos

Para comprender cómo funciona el formateo de datos, consideremos dos sistemas que sean diferentes. El primer sistema utiliza el código ampliado de caracteres decimales codificados en binario (EBCDIC) para representar los caracteres en la pantalla y el segundo sistema utiliza el código americano normalizado para el intercambio de la información (ASCII). (Nota: La mayoría de las PC usan el código ASCII, mientras que los computadores grandes (mainframes) usan tradicionalmente el EBCDIC). La capa de presentación opera como traductor entre estos dos tipos diferentes de códigos.

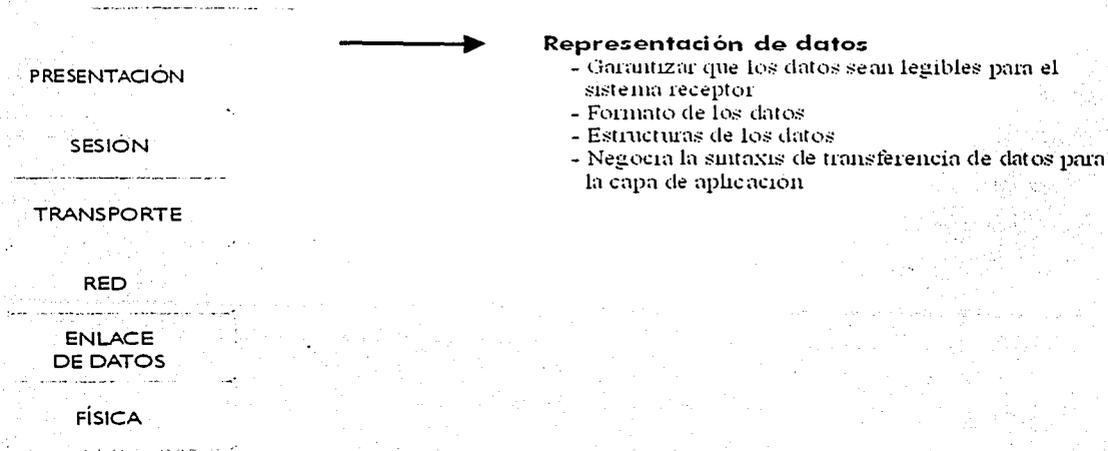


Figura 3.10

Los estándares de la capa de presentación también determinan la presentación de las imágenes gráficas. A continuación, presentamos tres de estos estándares:

- **PICT**. Un formato de imagen utilizado para transferir gráficos quickdraw entre programas del sistema operativo MAC
- **TIFF (Formato de archivo de imagen etiquetado)**. Un formato para imágenes con asignación de bits de alta resolución
- **JPEG (Grupo conjunto de expertos fotográficos)**. Formato gráfico utilizado con frecuencia para comprimir imágenes fijas de ilustraciones o fotografías complejos

Otros estándares de esta capa regulan la presentación de sonido y películas. Entre estos estándares se encuentran:

- **MIDI (Interfaz digital para instrumentos musicales)**. Para música digitalizada.
- **MPEG (Grupo de expertos en películas)**. Estándar para la compresión y codificación de vídeo con movimiento para el almacenamiento en CD y digital.
- **QuickTime**. Estándar para el manejo de audio y vídeo para los programas del sistema operativo MAC.

La capa de presentación también es responsable del cifrado de datos, el cual protege la información durante la transmisión. Las transacciones financieras (por ejemplo, los datos de las tarjetas de crédito) utilizan el cifrado para proteger la información confidencial que se envía a través de Internet. Se utiliza una clave de cifrado para codificar los datos en el lugar origen y luego decodificarlos en el lugar destino

La capa de presentación también se ocupa de la compresión de los archivos. La compresión funciona mediante el uso de algoritmos para reducir el tamaño de los archivos. El algoritmo

busca patrones de bits repetidos en el archivo y entonces los reemplaza con un distintivo, que es un patrón de bits mucho más corto que representa al patrón largo.

## CAPA DE APLICACIÓN

Esta es la capa más cercana al usuario final, lo que significa que el usuario y esta capa interactúan de manera directa con el software de aplicación. El software de aplicación está fuera del alcance del modelo OSI, ver la figura 3.11. Esta capa es la que funciona cuando interactúa con aplicaciones de software como, por ejemplo, enviar y recibir correo electrónico a través de una red.

La capa de aplicación es responsable de lo siguiente:

- Identificar y establecer la disponibilidad de los socios de la comunicación deseada
- Sincronizar las aplicaciones de cooperación
- Establecer acuerdos con respecto a los procedimientos para la recuperación de errores
- Controlar la integridad de los datos

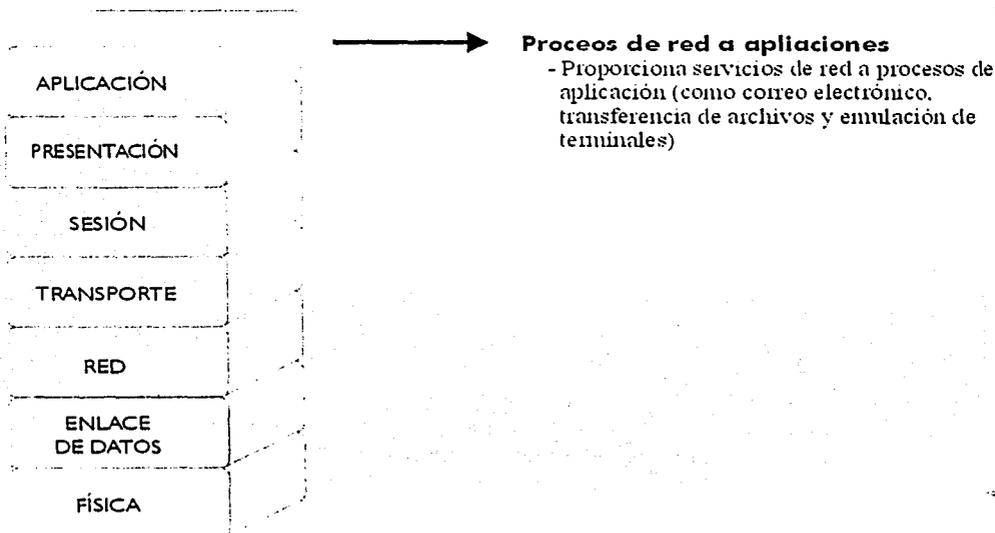


Figura 3.11

La capa de aplicación es la capa OSI más cercana al sistema final y determina si existen suficientes recursos para establecer la comunicación entre los sistemas. Por lo tanto, sin la capa de aplicación, no habría soporte de comunicación de red. La capa de aplicación no suministra servicios a ninguna de las demás capas del modelo OSI, sino que brinda servicios a los procesos de aplicación que se encuentran fuera de la cobertura del modelo OSI. Algunos ejemplos de procesos de aplicación de este tipo son los programas de hojas de cálculo, de procesamiento de texto y los de las terminales bancarias. Además, la capa de

aplicación proporciona una interfaz directa para el resto del modelo OSI, mediante el uso de aplicaciones de red (por ej., www, correo electrónico, FTP, Telnet).

# CAPÍTULO 4

## PROTOCOLOS DE USO COMERCIAL



---

Introducción	38
Protocolo SDLC	38
Protocolo X.25	41
Protocolo Frame Relay	46
Protocolo TCP/IP	50

---

## INTRODUCCIÓN

En este capítulo se abordaran algunos de los protocolos de comunicaciones que han sido utilizados y siguen ocupándose en las arquitecturas de redes existentes llámense LAN's, MAN's o WAN's. Esto se ha hecho con la intención de presentar de manera clara la relación del modelo OSI con los múltiples protocolos de comunicaciones actualmente existentes.

Es importante tomar en cuenta que existen diversos protocolos y arquitecturas de comunicaciones en el mercado. Desde hace tiempo han existido arquitecturas como el caso de SNA de IBM y TCP/IP. Con la creación del modelo OSI, que es la manera más sencilla de como los protocolos funcionan y pueden descomponerse en módulos poco complejos, con esta finalidad se tomaron SDLC, X.25, Frame Relay y TCP/IP para ejemplificar como el modelo OSI facilita la comprensión de estos, además de que actualmente son usados en las redes de datos.

El objetivo principal de este capítulo es proporcionar las herramientas básicas para comenzar el estudio de los protocolos de comunicaciones desde la perspectiva el modelo OSI, sin perder de vista que algunos protocolos fueron basados en otras arquitecturas y modelos diferentes al OSI.

## PROTOCOLO SDLC

SDLC (Synchronous Data Link Control) cumple con los requerimientos de la capa de enlace de datos, este protocolo ha sido el precursor de otros protocolos de esta capa como son HDLC (High Data Link Control) para ISO. ITU a través de la CCITT modificó este protocolo para convertirlo en LAP (Link Access Procedure) y después en LAPB (Link Access Procedure Balanced). El IEEE modificó el HDLC para convertirlo en la recomendación IEEE 802.2. Cada uno de estos protocolos tiene un grado de importancia en sus diferentes aplicaciones, pero SDLC continúa siendo el protocolo principal de la capa de enlace de datos de SNA en redes WAN. En la figura 4.1 se muestra la relación del protocolo SDLC con el modelo OSI.

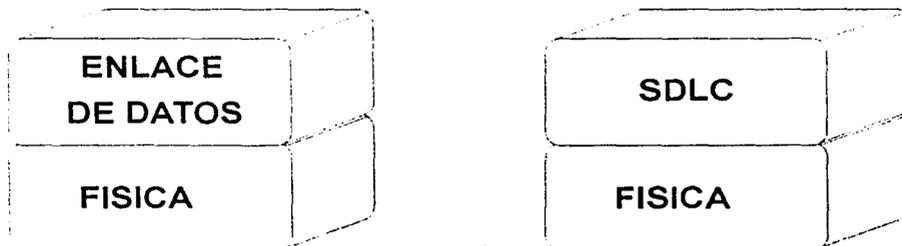


Figura 4.1

En su momento IBM propuso a las diversas organizaciones la estandarización de este último y tiempo después, como se describió en el párrafo anterior, varias organizaciones tomaron la esencia de este para hacer sus propias especificaciones.

### Capa Física

SDLC no define una interfaz específica para su capa física, IBM supone que en la capa física existen implementados otros estándares, los equipos que utilizan este protocolo se ha inclinado más por utilizar la interfaz RS-232 y en algunos casos especiales V.35. IBM manufactura algunos de sus equipos con ambas interfaces eléctricas.

### Capa de Enlace de Datos

SDLC fue el primer protocolo de la capa de enlace de datos que basaba su operación en una transmisión síncrona orientada a bits. SDLC define dos tipos de estaciones para su operación: la estación primaria y secundaria. Las estaciones primarias controlan la operación de las secundarias. Las estaciones primarias sondan a las secundarias y posteriormente pueden transmitir datos para su envío. La estación primaria es la encargada de establecer y terminar enlaces, así como de administrar el uso del canal de transmisión mientras exista el enlace. Así las estaciones secundarias se controlan a través de las primarias determinando estas últimas el permiso a las estaciones secundarias para que les sean enviados datos.

Los datos y comandos de control en el protocolo SDLC están organizados en un formato específico al cual llamaremos trama SDLC. Esta trama contiene campos de control y datos del usuario si estos existen. La estructura de la trama se compone de los siguientes elementos:

- ❑ Campos de banderas de inicio y fin de la trama SDLC
- ❑ Campo de la dirección SDLC
- ❑ Campo de control
- ❑ Campo de información
- ❑ Campo de Verificación de Secuencia (FCS, Frame Check Sequence).

La figura 4.2 muestra el formato de la trama SDLC.

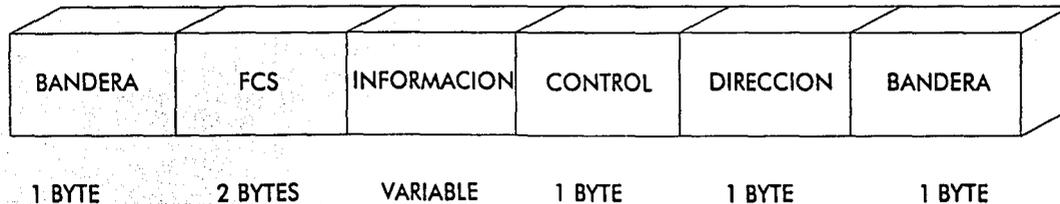


Figura 4.2

- **Banderas.** Las banderas de inicio y fin marcan el límite de la trama SDLC. Ambas banderas tienen un formato binario (01111110), las banderas son iguales en cuanto a código con el objetivo de que una bandera de fin sirva como bandera de inicio de la siguiente trama. Existe la posibilidad que una serie de 6 unos consecutivos y un cero pueda ser confundida como una bandera (inicio o fin), en estos casos se utiliza el " bit stuffing " cuyo fin es de que al detectarse una cadena de 5 unos seguidos se inserta un bit " 0 ". El bit stuffing es deshabilitado cuando la transmisión de banderas se está realizando mientras que este bit es insertado cuando una cadena de 5 unos consecutivos se detectan en el transmisor y en este caso no son banderas encargándose el receptor de quitar el bit insertado.
- **Campo de Dirección.** El campo de dirección es el identificador único entre las estaciones primaria y secundaria, que sigue a la bandera de inicio, la dirección que es enviada siempre es la de la estación secundaria, con la cual el equipo primario mantiene una conexión. La función del campo de dirección es similar a la dirección de una carta, si la transmisión es del primario al secundario, la dirección dice hacia donde va dirigido el mensaje, si el mensaje es del secundario hacia el primario la dirección le dirá como retornar, es decir de donde se origina el mensaje.
- **Campo de control.** El campo de control, que sigue al campo de dirección, lo podemos considerar como el segundo de mayor importancia en la trama SDLC, después de los datos de usuario. El campo de control define la función de la trama y puede tener uno de los siguientes formatos:
  - Formato no numerado (U, Unnumbered Format). Esta trama toma su nombre debido a que no lleva números de secuencia ni de recepción ni de transmisión. Las tramas de este tipo cumplen con las siguientes funciones:
    - Conexión y desconexión del enlace de datos
    - Reporte de errores de procedimientos
    - Transferencia de datos
  - Formato de información (I, information). Este formato indica que la trama trae consigo información del usuario, este campo incluye contadores como el N(S) (número de secuencia) indicando el número de secuencia con el cual la trama de información fue enviada.
  - Formato de supervisión (S, supervisory). Estas tramas son utilizadas para el reconocimiento de las tramas, así como asistir a la transferencia de información, aunque no lleven información por sí mismas. También ayudan para distinguir condiciones de espera y saturación entre estaciones. Estas tramas de supervisión son utilizadas para saber si las tramas han sido recibidas y si existen errores de numeración en la trama.
- **Campo de Información.** Siguiendo al campo de control, pudiendo aparecer o no está el campo de información. Los datos del usuario a ser transferidos están contenidos en este

campo, pero este debe cumplir que la cadena de información debe ser múltiplo de 8 bits. En cada grupo de 8 bits, el bit menos significativo se envía primero y el más significativo al último.

La estación primaria como ya se ha dicho es la que lleva el control de las operaciones y también debe de chequear las respuestas que son recibidas por parte de la estación secundaria. Sin embargo no siempre las respuestas a los comandos llegan a tiempo, ya sea porque se perdió el enlace en el medio de transmisión, congestión de datos en alguna de las estaciones, etc., por esto SDLC tiene en la estación primaria temporizadores que se activan al no recibir respuesta.

- *Campo de Verificación de Secuencia (FCS, Frame Check Sequence)*. Siguiendo al campo de información o al campo de control (cuando no esta presente el campo de información) se presenta el campo de verificación de secuencia. El propósito de este campo es verificar que la trama recibida no tenga errores los cuales pueden haberse introducido durante el trayecto de la conexión de datos. Este campo usa el polinomio de 16 bits de CCITT (CRC).

## PROTOCOLO X.25

A principios de los años 70's ya existían muchas redes de comunicación de datos conocidas como redes públicas, las cuales eran propiedad de compañías privadas, organizaciones y agencias de gobierno. Sin embargo dichas redes eran muy diferentes internamente, y el crecimiento de interconexión era acelerado, entonces surgió la necesidad de crear un protocolo que sirviera como interfaz entre redes.

En 1976 el protocolo X.25 surge como el protocolo deseado y fue especificado por el Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (CCITT) conocido desde 1993 como la Unión Internacional de Telecomunicaciones. X.25 es un protocolo de conmutación de paquetes de redes de datos, el cual define una recomendación internacional de conmutación de datos así como el control de información entre el dispositivo de usuario (equipo terminal de datos, DTE) y un nodo de red (equipo terminal de comunicaciones DCE). X.25 utiliza un servicio orientado a conexión lo cual asegura que los paquetes serán transmitidos en orden. X.25 opera en los tres primeros niveles de la arquitectura de 7 capas del modelo OSI.

X.25 originalmente fue aprobado en 1976 y posteriormente revisado en 1980, 1984, 1988 y 1992. Este es actualmente uno de los protocolos mas ampliamente usados en las redes de comunicaciones de datos.

### Relación entre las capas del modelo OSI y X.25

La recomendación X.25 define la interfaz entre una computadora (host), al que la CCITT generalmente llama DTE, y el equipo de red, conocido como DCE. X.25 especifica el formato y significado de la información intercambiada a través de la interfaz DTE-DCE para los protocolos de las capas 1, 2 y 3 del modelo OSI como se define en la figura 4.3

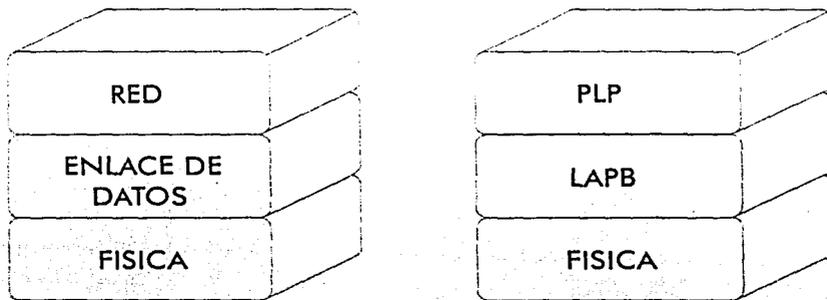


Figura 4.3

### Capa Física

La capa física de X.25 no especifica el medio a usar, pero establece una serie de reglas que rigen las características eléctricas, mecánicas y de funcionalidad de la interfaz física.

En la recomendación X.25, la CCITT describe la interfaz física en pocas páginas y sorprendentemente selecciona una interfaz física que no es la RS232 de EIA, sin embargo, define su propia especificación conocida como X.21

La recomendación X.21 especifica la manera en que el equipo de usuario DTE, establece y libera las llamadas, mediante el intercambio de señales con el equipo de red DCE. Es una recomendación para operación de circuitos digitales que utiliza un conector compacto de 15 pines donde no todos los pines se utilizan, solo 7 señales mas la tierra son utilizadas, estas son:

- G - Tierra (signal ground).
- Ga - Regreso común de DTE.
- T - Transmisión.
- R - Recepción.
- C - Control.
- I - Indicación.
- S - Elemento temporizador de señal.
- B - Temporizador de byte.

El DTE utiliza la señal T y C para la transmisión de datos y control de información. El DCE utiliza las señales R e I para datos y funciones de control. La línea C es similar a la señal de colgar y descolgar de un teléfono. El DCE utiliza la línea R para transferir datos y la línea I para el control de llamadas. La señal S emitida por el DCE es la señal de sincronización de la información de manera que el DTE conoce cuando cada bit empieza y termina. Como una opción del proveedor del servicio, se puede tener la señal B para agrupar los bits dentro de tramas de 8.

Las líneas T, C, R e I se denominan líneas de señalización. Estas líneas pueden tomar un valor de uno para indicar que están apagadas o un valor de cero para expresar que están prendidas. El protocolo de esta capa detalla, todos los pasos que se deben seguir para el establecimiento y liberación de llamadas, por ejemplo, define que cuando el DTE desea hacer una llamada debe poner T y C en cero (que es un procedimiento análogo al seguido por una persona que descuelga el teléfono para hacer una llamada telefónica).

Debido a la falta de popularidad de la recomendación X.21 la CCITT aprobó una interfaz física estándar para X.25 conocida como X.21-bis. Afortunadamente para la mayoría de los fabricantes y usuarios fue virtualmente idéntica al estándar V.24 de la misma CCITT y a la RS - 232 de EIA además de EIA - 449, EIA - 530 entre otras.

### Capa de Enlace

El nivel de enlace asegura la capacidad de transferencia de datos entre el DTE y el DCE, por medio de la transmisión de datos como una secuencia de tramas. El protocolo de acceso de enlace balanceado (por sus siglas en inglés LAPB) se deriva de HDLC y es el que utiliza X.25. El protocolo LAPB utiliza la estructura de trama mostrada en la figura 4.4:

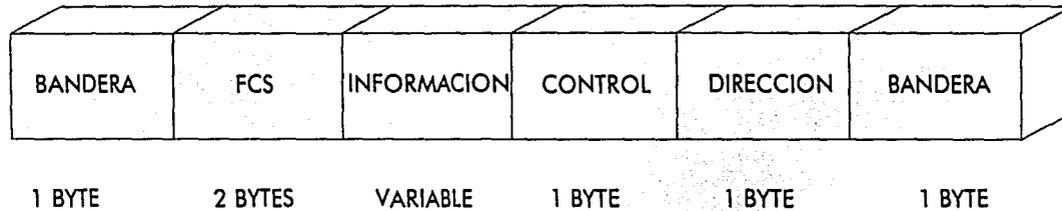


Figura 4.4

- El campo de bandera indica cuando empieza y cuando finaliza una trama.
- El campo de direcciones contiene la dirección del DTE/DCE. Como X.25 usa líneas punto a punto, el campo de dirección lo emplea algunas veces para distinguir los comandos de las respuestas.
- El campo de control además de identificar el tipo de trama contiene los números de secuencia, comandos y respuestas para controlar el flujo de datos entre el DTE y el DCE.
- El campo de información. El cual puede ir o no y es encargado de transportar los datos del usuario.
- El campo FCS sirve para indicar si existen errores en la transmisión, este es una variación del código de redundancia cíclica.

Tres distintas tramas son utilizadas en LAPB:

- Información (I)
- Supervisión (S)
- No numeradas. (UA)

- **Información:** Llevan datos del usuario a través del enlace y son las únicas que requieren números de secuencia. Una trama de este tipo contiene el campo de información donde se encuentran paquetes provenientes de la capa 3. El campo de control contiene el número de secuencia de las tramas para asegurar que no se pierdan o se interpreten fuera de orden. Cada trama transmitida tiene un número de secuencia en el rango de 0 a 7, es decir que utiliza una ventana de módulo 8 o bien utiliza 3 bits del campo de control para definir los números de secuencia.
- **Supervisión:** Son utilizadas para realizar control de flujo, retransmisiones, y reconocimientos de tramas de información.
- **No numerada:** Esta trama toma su nombre debido a que esta no lleva números de secuencia ni de recepción ni de transmisión. Es utilizada para proporcionar funciones extras de control de enlace como: iniciación de conexión, desconexión, restablecimiento del enlace y rechazo de tramas no validas.

### Capa de red

La capa de red crea unidades de datos llamadas paquetes, las cuales contienen información de control y datos del usuario. La capa de red de X.25 es la más compleja de esta recomendación, gran parte de esta complejidad surge por la flexibilidad y confiabilidad que por naturaleza debe tener esta capa y se le conoce normalmente como X.25 PLP (protocolo de la capa de paquetes). Una de las funciones principales de la capa de paquetes de X.25 es el establecimiento de conexiones por medio de circuitos virtuales.

La capa de red de X.25 permite establecer varios circuitos virtuales sobre una misma conexión física. Una red X.25 ofrece dos variedades de circuitos virtuales:

- **Circuitos Virtuales Conmutados (SVC).** Es una asociación temporal (una conexión lógica) entre dos DTE's. Para inicializar un circuito virtual un DTE debe realizar una solicitud de llamada hacia la red. Este servicio asegura que exista un orden en ambas direcciones entre los DTE's. Este servicio es establecido cuando cualquiera de los dos equipos de usuario quieran comunicarse y es el más empleado por el protocolo X.25
- **Circuito Virtual Permanente (PVC).** Es una asociación permanente entre dos DTE's los cuales no requieren de realizar una solicitud de llamada y de liberación de conexión, ya que este servicio proporciona una conexión permanente entre ambas terminales.

Los SVC's y PVC's se establecen por medio de números de canal lógico (LCN), que son asignados a través de la interfaz lógica DTE/DCE en ambos extremos de la conexión.

X.25 asigna los LCN's de manera eficiente, esto es crítico para los SVC's ya que cada llamada que se establece, obtiene un número de canal lógico en forma dinámica. En un enlace X.25 puede haber hasta 4096 canales lógicos diferentes.

El canal lógico cero, LCN=0, no esta disponible para llamadas normales, debido a que esta reservado para uso futuro. La zona de circuitos virtuales permanentes comienza en el LCN=1 y termina en un número predefinido. Después del último número de canal utilizado por los PVC's todos los LCN's que restan son usados por los SVC's. Si no hay PVC's definidos entonces a partir del LCN=1 están disponibles para los SVC's.

### Formato de paquetes

Dentro de los paquetes que el protocolo X.25 maneja son paquetes de control, paquete de solicitud de llamada y paquete de datos, tomando la figura 4.5 como patrón.

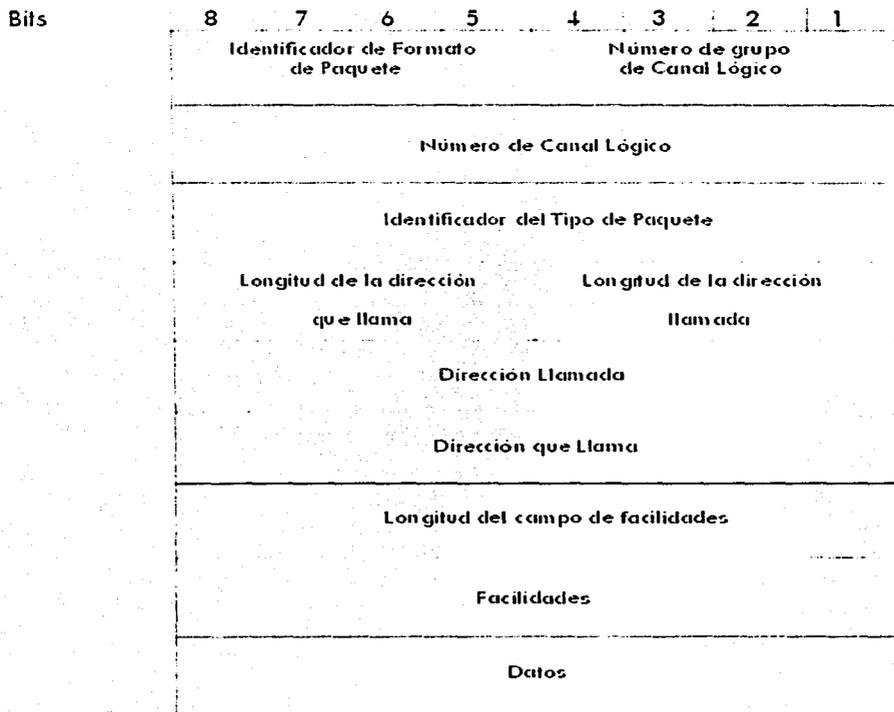


Figura 4.5

- **Identificador de Formato de paquete.** Este campo compuesto de 4 bits es el encargado de indicar el formato general del resto del paquete.
- **Número de grupo de canal lógico.** Es número que solo tiene significado local entre el DTE y el DCE lógico.
- **Número de canal lógico.** Este número tiene un significado local entre el DTE y el DCE lógico.
- **Identificador del tipo de paquete.** Cada paquete deber ser clasificado en uno de los siguientes 4 tipos que son:
  - Paquetes de inicio de llamada
  - Paquetes de limpieza
  - Paquetes control de flujo, interrupción, reinicio y diagnostico.
  - Paquetes de datos
- **Longitud de la dirección que llama y longitud de la dirección llamada.** Estos campos compuestos de 4 bits indican la longitud de las direcciones que llama y la longitud de la dirección llamada.

El paquete de control como todos los paquetes de X.25 inician con un encabezado de 3 bytes. Los bytes 1 y 2 contienen los campos de grupo y canal que juntos identifican un numero (12 bits) de circuito virtual. El número 0 esta reservado para usos futuros y entonces un DTE puede tener 4095 circuitos virtuales al mismo tiempo.

## PROCOLO FRAME RELAY

Frame Relay es un protocolo que esta orientado a la conmutación de paquetes, esto lo hace compartiendo diferentes canales lógicos en el mismo canal físico, debido a que ocupan de manera dinámica el uso del medio de transmisión.

Frame Relay es un protocolo que se ubica en las dos primeras capas del modelo OSI. Este protocolo opera sobre instalaciones de comunicación con alta calidad como son la fibra óptica, ya que Frame Relay cuenta con técnicas básicas para la detección de errores. Existe la idea de que Frame Relay es una forma compacta de X.25, conteniendo menos características para su implementación. Durante los 80's CCITT estudiaba las características que tendría Frame Relay, pero estas no tuvieron un gran crecimiento debido a la falta de interoperabilidad y un alto costo de los canales de transmisión que necesitaban. En 1990 cuatro compañías, (CISCO, Digital Equipment, Northern Telecom y StrataCom) formaron un grupo para acelerar el desarrollo del protocolo Frame Relay, este consorcio desarrollo una especificación que conformó el protocolo básico de Frame Relay y que después CCITT lo tomó para conformar su estándar. La relación entre el protocolo Frame Relay y el modelo OSI se muestra en la figura 4.6



Figura 4.6

Hay dos condiciones por las que el uso de Frame Relay se ha extendido:

- La calidad en las líneas de transmisión.
- Los equipos que se conecten a este tipo de redes deberán correr sus propios algoritmos para control de flujo, detección de errores, es decir Frame Relay deja a las capas superiores las tareas antes mencionadas.

### Capa física

El protocolo Frame Relay en su capa física no hace referencia a un estándar en particular, sin embargo las compañías que fabrican equipos con este protocolo usan la interfaz V.35, G.703 o en casos muy raros RS-232, pero sí hace énfasis en que el medio físico por donde va a transmitirse sea de una alta confiabilidad.

### Capa de enlace de datos

Frame Relay en la capa de enlace ocupa LAPD (Link Access Procedure Channel D), que esta basado en la trama de HDLC. Una ventaja de Frame Relay es que no incluye algoritmos para el control de flujo proporcionando técnicas simples para notificar congestión, dejando a los protocolos de las capas superiores hacer el control de flujo. La figura 4.7 muestra el formato de la trama Frame Relay

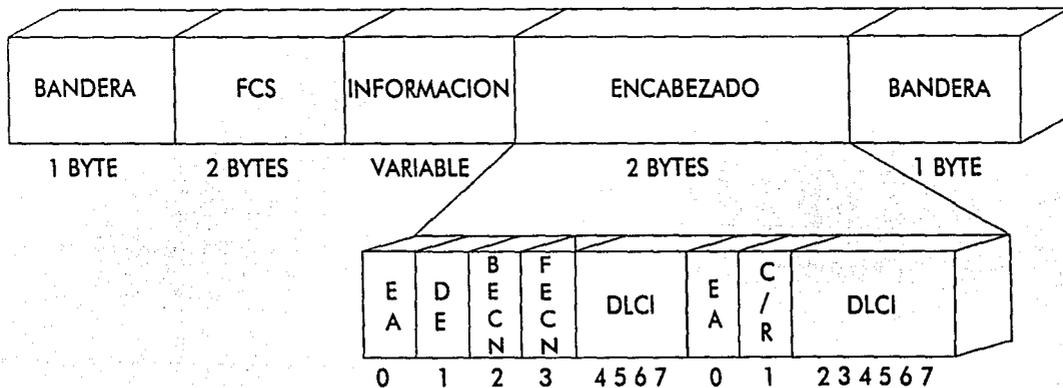


Figura 4.7

- Banderas de inicio y fin de la trama
  - Direccionamiento Frame Relay (DLCI, Data Link Controller Identifier). Usando 2 bytes de encabezado
  - Control de congestión de la información. El indicador de elegibilidad de descarte (DE) proporciona un mecanismo de prioridad de dos niveles, en el cual la más baja prioridad de tráfico es descartada primero en caso de congestión en la red. El bit notificación de saturación explícita hacia adelante (FECN, Forward Explicit Congestion Notification) y el bit de notificación de saturación explícita hacia atrás (BECN, Backward Explicit Congestion Notification) notifican al usuario final de la congestión que hay en la red.
  - Verificación de la integridad de la trama, proporcionado por la secuencia de verificación de trama (FCS). El FCS es generado por código estándar de control cíclico redundante de CCITT de 16-bits.
- **Banderas:** Se componen de un byte con el formato 7E Hex (01111110). Esta serie de bits limitan el inicio y el fin de una trama de Frame Relay.
- **Encabezado:** El encabezado de Frame Relay consta de siete campos, los cuales se muestran en la figura 4.7, este campo también es conocido como de direcciones, esta integrado por dos bytes, los cuales a continuación se explican:
- **Identificador de Conexión del Enlace de Datos, DLCI (10 bits).** El DLCI también llamado puerto lógico es el identificador de la conexión virtual de Frame Relay se compone de 10 bits que son los primeros seis bits del primer byte del campo de encabezado y los 4 primeros bits del segundo byte del encabezado. El DLCI identifica conexiones virtuales de usuario a red (User to Network Interface, UNI) ó red a red (Network to Network Interface, NNI), éste puerto lógico también identifica ambos lados de la conexión, es decir tanto a la entidad transmisora como a la receptora. Los valores del DLCI tienen significado local, lo que indica que son únicos para el canal físico en que residen por lo que los dispositivos que se encuentran en los extremos del enlace de datos pueden utilizar diferente número de DLCI.

DLCI's	Función
0	Canal LMI (Interfaz de administración Local), usado para transportar los mensajes LMI para señalización de llamada e integridad de enlace
1-15	Reservados para uso futuro
16-991	Disponibles para circuitos virtuales
992-1007	Administración de la capa 2 del servicio portador Frame Relay, son usados para información relacionada con la red
1008-1022	Reservados para uso futuro
1023	Administración en el canal de capas, usado para pasar mensajes de interfaces de administración que tiene relación con protocolos de capas superiores a través de la conexión

Tabla 4.1

- **Bit C/R.** Este bit indica si se trata de una trama de comando o de respuesta. No es utilizado por el protocolo Frame Relay.
- **Bit de dirección Extendida (EA)** El encabezado básico de la trama Frame Relay consiste de dos octetos conteniendo 10 bits para el DLCI, pero es posible extender el campo del encabezado para soportar direcciones mayores a 10 bits. El bit EA indica si el presente octeto es el último en el campo del encabezado. Para un encabezado de dos octetos, el bit EA debe ser puesto a cero en el primer octeto y en uno en el segundo.
- **Bit de Notificación de Saturación Explícita hacia Adelante (FECN) y bit de Notificación de Saturación Explícita hacia Atrás (BECN).** Dos mecanismos son empleados por la red para notificar a los usuarios, routers, ó switches Frame Relay respecto a la congestión de tráfico, para que se realicen las acciones de corrección correspondientes. Estas capacidades son posibles mediante el uso de los bits FECN y BECN.

El bit BECN es activado mediante un uno lógico en la red para ser enviado hacia la fuente de tráfico o usuario, con el propósito de notificarle que existe congestión de tráfico sobre la conexión opuesta a la de la transmisión de la trama desde el origen al destino. Esta notificación permite al nodo fuente realizar control de flujo del tráfico hasta que el problema de congestión sea resuelto.

También el bit FECN puede ser prendido y enviado en el momento en que un dispositivo DTE envía tramas Frame Relay hacia al red. Si la red está saturada, el valor del bit FECN se pone en uno lógico.

- **Bit de Elegibilidad para Descarte (DE).** Frame Relay utiliza el bit DE para eliminar tramas con el propósito de solucionar problemas de congestión de tráfico. El bit DE es prendido para indicar a los dispositivos de red que en el momento que ocurra algún problema de saturación en la red, la trama que tenga prendido este bit tiene mayor prioridad sobre las que traen el bit en apagado para ser descartada.
- **Campo de Información.** El campo de información de cada trama Frame Relay es de longitud variable, este incluye datos de usuario que variará en longitud y podrá tener hasta 16,000 bytes. Este campo sirve para transportar la información de la capa superior a través de una red Frame Relay.
- **Campo FCS.** Siguiendo al campo de información o al campo de control cuando no esta presente el campo de información se presenta el campo de verificación de secuencia. El propósito de este campo es verificar que la trama recibida no tenga errores los cuales pueden haberse introducido durante el trayecto de la conexión de datos.

Debido a que Frame Relay se basa en el uso de circuitos permanentes virtuales (PVC, Permanent Virtual Circuit) y que usa medios de alta confiabilidad, no permitía ninguna administración local de la interfaz. Por esta razón las organizaciones encargadas de

estandarizar incluyeron procesos de señalización en el protocolo. Debido a esto, los mensajes de información y administración son transmitidos en un DLCI diferente a los usados por los dispositivos terminales para la transferencia de datos. EL DLCI usado es el cero (0) y se le denomina interfaz local de administración LMI (Local Management Interface).

Una vez que se había establecido el formato de la trama Frame Relay, 4 compañías se convirtieron junto con otras en el foro Frame Relay, este foro se propuso como objetivo el asegurar que cuando un cliente quisiera implementar una red Frame Relay pudiese conectarse exitosamente a otras redes Frame Relay previamente establecidas. Para esto uno de los primeros acuerdos de este foro fue la interfaz UNI que sirve para que un usuario pueda acceder a una red Frame Relay pública y/o privada estableciendo una trayectoria de comunicaciones hacia otro usuario dentro de la misma red y se baso en los estándares que desarrollaron OSI y ANSI principalmente.

El foro contemplo para el crecimiento de Frame Relay la interfaz NNI, que se diseño para proporcionar una interfaz eficiente entre dos o más redes Frame Relay y de esta forma permitir la comunicación entre dos o más redes. Surge así el nombre de DLCI multired, que es la concatenación de dos o más DLCI. El propósito de la interfaz NNI es de intercambiar información acerca de los DLCI que se encuentran en operación manteniendo a todas las partes que interactúan informadas sobre el estado este circuito virtual permanente.

Las principales actividades que realiza la interfaz NNI son:

- Notificación de la adición de un DLCI
- Notificación de borrado de un DLCI
- Suministro de la notificación de falla en las interfaces UNI o NNI
- Aviso de la disponibilidad de un DLCI en una red
- Verificación del enlace entre nodos Frame Relay

## **PROTOCOLO TCP/IP**

El conjunto de protocolos de control de transmisión / protocolo de internet (TCP/IP) se desarrolló como parte de la investigación realizada por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada para la Defensa (DARPA). Originalmente, se desarrolló para suministrar comunicaciones a través de DARPA. Posteriormente, TCP/IP se incluyó en la distribución del software Berkeley de UNIX. TCP/IP es hoy el estándar de facto para las comunicaciones de redes y sirve como el protocolo de transporte para Internet, permitiendo que millones de computadores se comuniquen a nivel mundial. Algunas de sus características son:

- Independencia del fabricante
- Soporta múltiples tecnologías
- Puede funcionar en máquinas de todo tamaño (multiplataforma)

## TCP/IP en el modelo OSI

Las capas del modelo TCP/IP son la capa de aplicación, la capa de transporte y la capa de red. Dentro de estas capas se incluyen otros tipos de protocolos que tienen varios propósitos y funciones, todos ellos relacionados con la transferencia de información. TCP/IP permite la comunicación entre cualquier conjunto de redes interconectadas y sirve tanto para las comunicaciones de LAN como de WAN. TCP/IP incluye también especificaciones para aplicaciones tan comunes como el correo electrónico y la transferencia de archivos. Como puede verse en la figura 4.8 TCP/IP es independiente del medio físico de comunicación.

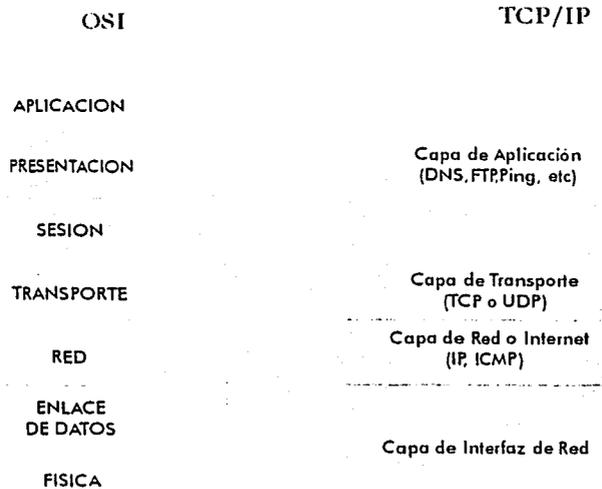


Figura 4.8

### Capa de Interfaz de Red

Emite y recibe los bits. Básicamente se basa en los manejadores de los dispositivos que se conectan al medio de transmisión. (por ejemplo las tarjetas de red)

### Capa de Red

La capa de Internet provee el servicio de entrega de paquetes de una máquina a otra, por medio del protocolo de internet (IP). La integridad de los datos no se verifica en este nivel, por lo que el mecanismo de verificación se realiza en las capas superiores (transporte o aplicación). En el modelo OSI el protocolo IP se asocia con la capa de red. Las tareas principales IP son el direccionamiento de los datagramas de información y la administración del proceso de fragmentación de dichos datagramas. Las características de este protocolo son:

- **No orientado a conexión.** Significa que los paquetes de información, que serán transmitidos a la red, son tratados independientemente, pudiendo viajar por diferentes trayectorias para llegar a su destino.
- **Datagrama.** Es la unidad de datos que el protocolo IP utiliza.
- **Sin corrección de errores y sin control de congestión.** La entrega del datagrama en IP no está garantizada porque se puede retrasar debido por ejemplo a un ruteo de manera incorrecta. Por otra parte, IP no contiene suma de verificación para el contenido de datos del datagrama, solamente para la información del encabezado.
- **Fragmentación.** El término fragmentación se refiere a una operación en la que un datagrama es dividido o segmentado en unidades más pequeñas. Esta característica puede ser bastante útil porque todas las redes no usan el mismo tamaño de paquete. Por ejemplo, X.25 basado en WAN emplean un paquete con un campo de datos de 128 octetos.
- **Enrutamiento o encaminamiento de datagramas.** IP también es responsable de la selección del camino por el que viajan los datos.

En cuanto al ruteo o encaminamiento este puede ser:

- Paso a paso a todos los nodos.
- Mediante tablas de rutas estáticas o dinámicas.

### Formato del Datagrama de IP

El formato del datagrama de IP se presenta en la figura 4.9

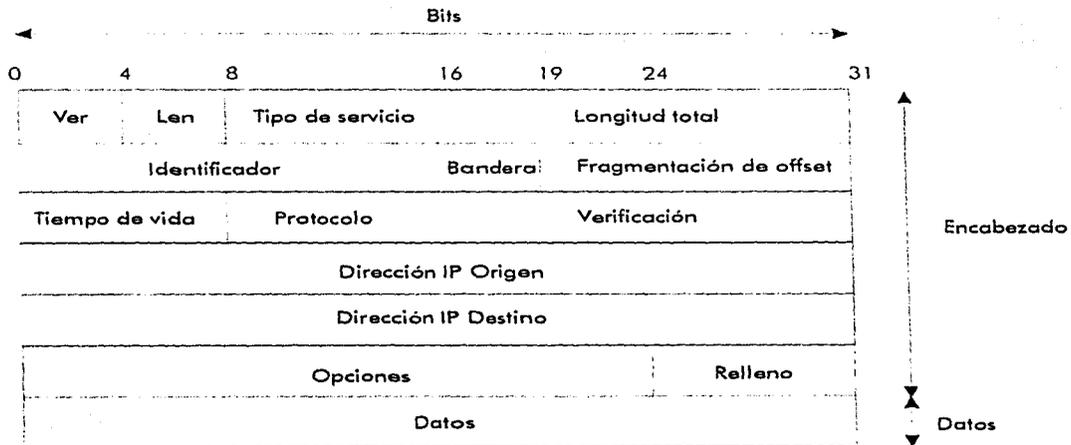


Figura 4.9

- ❑ **Campo de versión.** Identifica la versión de IP que está en uso (actualmente es la 4).
- ❑ **Campo de longitud del encabezado.** Indica la longitud del encabezado del datagrama en arreglos de 32 bits.
- ❑ **Campo del tipo de servicio (TOS).** Especifica cómo un protocolo de una capa superior maneja un datagrama y les asigna diferentes niveles de acuerdo a su importancia.
- ❑ **Campo de longitud total.** Especifica la longitud, en bytes del paquete IP, incluyendo los datos y el encabezado. La longitud máxima posible de un datagrama es 65,535 octetos ( $2^{16}$ ).
- ❑ **Campo de identificador.** Es un número entero que identifica el datagrama actual. Este campo se utiliza para ayudar a reconstruir los fragmentos del datagrama.
- ❑ **Campo de bandera.** Contiene bits para determinar si el datagrama puede ser fragmentado. El bit de menor orden especifica si se puede fragmentar el paquete. El bit de en medio especifica si el paquete es el último fragmento en una serie de paquetes fragmentados y el tercer bit no es ocupado,
- ❑ **Campo de fragmentación de desplazamiento(Offset).** Indica la posición de los datos del fragmento en relación con el comienzo de los datos en el datagrama original, lo cual permite que el proceso IP del destino reconstruya adecuadamente el datagrama original.
- ❑ **Campo tiempo de vida (TTL).** Es un contador que disminuye gradualmente hasta llegar a cero. Esto evita que los paquetes circulen de manera indefinida.
- ❑ **Campo de protocolo.** Indica qué protocolo de las capas superiores recibe los paquetes entrantes una vez terminado el procesamiento IP.
- ❑ **Campo de verificación.** Es usado para detectar cualquier error que pudiese ocurrir en el encabezado.
- ❑ **Campos de direcciones origen y destino.** IP usa dos direcciones en el datagrama los que se etiquetan como dirección de destino (hacia donde se dirigen) y origen (de donde se originan) y mantienen el mismo valor a través de la vida del datagrama.
- ❑ **Campo de opciones.** Es usado para identificar varios servicios adicionales. El campo de opciones es usado en todos los datagramas, la mayoría de implementaciones usan este campo para administrar redes y realizar diagnósticos.
- ❑ **Campo de relleno.** Este campo puede ser usado para asegurarse de que el datagrama se alinea exactamente con una división de 32 bits.
- ❑ **Campo de datos.** Contiene datos del usuario. IP estipula que la combinación del campo de datos y la cabecera no puede exceder a los 65,535 octetos.

## Capa de transporte

La principal tarea de la capa de transporte es proporcionar comunicación punto a punto entre las aplicaciones. Los protocolos de transporte (TCP y UDP) utilizan el servicio de entrega de paquetes que proporciona la capa de Internet, proporcionando comunicación extremo a extremo desde un proceso de aplicación a otro. Controla el flujo de información y puede proveer un transporte confiable asegurándose que los datos lleguen sin errores en la secuencia correcta. Coordina a múltiples aplicaciones que se encuentren interactuando con la red simultáneamente de tal manera que los datos que transmite una aplicación sean recibidos correctamente por la aplicación remota, esto lo hace añadiendo identificadores de cada una de las aplicaciones.

## PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSMISIÓN, TCP

TCP o protocolo de control de transmisión es el responsable de dividir el mensaje en datagramas, reunirlos en su destino, retransmitir cualquier dato que haya podido perderse, y traer datos de vuelta en el orden correcto.

TCP es un protocolo orientado a conexión, este término se refiere al hecho de que TCP es responsable de la transferencia punto a punto de datos a lo largo de una o múltiples redes a la aplicación del usuario. El protocolo TCP usa una rutina de chequeo para corregir los datos en caso de daño que hubiese ocurrido durante la transmisión. Si los datos son aceptados TCP devuelve un reconocimiento positivo. Si los datos son dañados TCP descarta los datos y usa un número de secuencia para informar el problema. Los temporizadores TCP se aseguran que el lapso del tiempo no sea excesivo antes que las medidas correctivas sean tomadas para transmitir los reconocimientos desde el lugar receptor o la retransmisión de datos en el lugar de transmisión.

La comunicación punto a punto confiable indica que TCP acepta la responsabilidad de la secuenciación de datos, validación y, si es necesario, retransmisión; la aplicación o proceso que use los servicios de TCP no necesita preocuparse de todo lo anterior, puede asumir que los datos que envía serán recibidos íntegros, en el orden exacto en el que fueron enviados. Otra de las responsabilidades de TCP es el control del flujo, el cual es un mecanismo que previene al transmisor de enviar datos más rápido de lo que el receptor pueda manejar.

## Fiabilidad en la transferencia de TCP

Cada vez que un paquete es enviado se inicializa un contador de tiempo, al alcanzar el tiempo límite de expiración, sin haber recibido el reconocimiento, el paquete se reenvía. Al llegar el reconocimiento el tiempo de expiración se cancela. A 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 indicará que fue recibido. Si después de un tiempo dado el reconocimiento no ha sido recibido el paquete se volverá a enviar.

TCP e IP se complementan para trabajar juntos. TCP resuelve los problemas de comunicación que IP no puede solucionar y proporciona a las aplicaciones una comunicación confiable. TCP resuelve también el mayor problema de los sistemas de

conmutación de paquetes: los cambios rápidos en el desempeño. Las computadoras tienden a enviar información en ráfagas, se mantienen sin transmitir por un momento, luego transmiten datos por un corto lapso y después vuelven al estado original. Cuando un usuario arranca una aplicación por primera vez, la aplicación puede necesitar interacción con un servidor (por ejemplo, para recuperar un archivo). Si el usuario deja de mover el ratón o de introducir datos en el teclado, la aplicación deja de comunicarse con el servidor. Aunque la red tenga suficiente capacidad para enviar los datagramas entre muchas computadoras, puede sobrecargarse temporalmente y volverse lenta si varias de éstas transmiten al mismo tiempo una ráfaga de datagramas.

### **Servicios de Entrega de Paquetes**

TCP provee un servicio confiable de entrega de paquetes orientado a conexión, o sea, TCP se encarga de realizar que la comunicación entre dos terminales sea de punto a punto con un flujo continuo de información (al mismo nivel), a diferencia de IP, donde se sabe que la información viaja en paquetes y que dicha información puede ser retransmitida varias veces antes de alcanzar su destino.

### **Recuperación de los Datagramas perdidos**

TCP incluye una identificación de los datos en cada datagrama, el receptor puede comparar la identificación de un datagrama que entra, con la identificación de los datos ya recibidos. Si llegan los datos duplicados, el receptor la ignora. La recuperación de datagramas perdidos es más difícil, ya que se pueden perder datagramas en el proceso de la transmisión, sin que la terminal de origen ni la de destino detecten algún problema. TCP resuelve el problema al utilizar temporizadores y acuses de recibo. Siempre que llegan los datos a su final, TCP en la máquina receptora envía una confirmación a la terminal de origen. La confirmación es un mensaje corto que especifica los datos que llegaron.

Un transmisor utiliza las confirmaciones para garantizar que todos los datos llegaron. Siempre que el software TCP envía datos, arranca un temporizador que utiliza el reloj interno de la maquina, cuando expira lo notifica. Si llega una confirmación antes que termine el temporizador, TCP lo desactiva. Si el temporizador expira antes que llegue una confirmación, TCP asume que el datagrama se perdió y envía una copia.

Las unidades de datos de protocolo (PDUs) intercambiados entre dos procesos TCP son llamados segmentos. Los segmentos están divididos en dos partes: El encabezado y los datos. Los datos siguen al encabezado. El formato del segmento de TCP se muestra en la figura 4.10

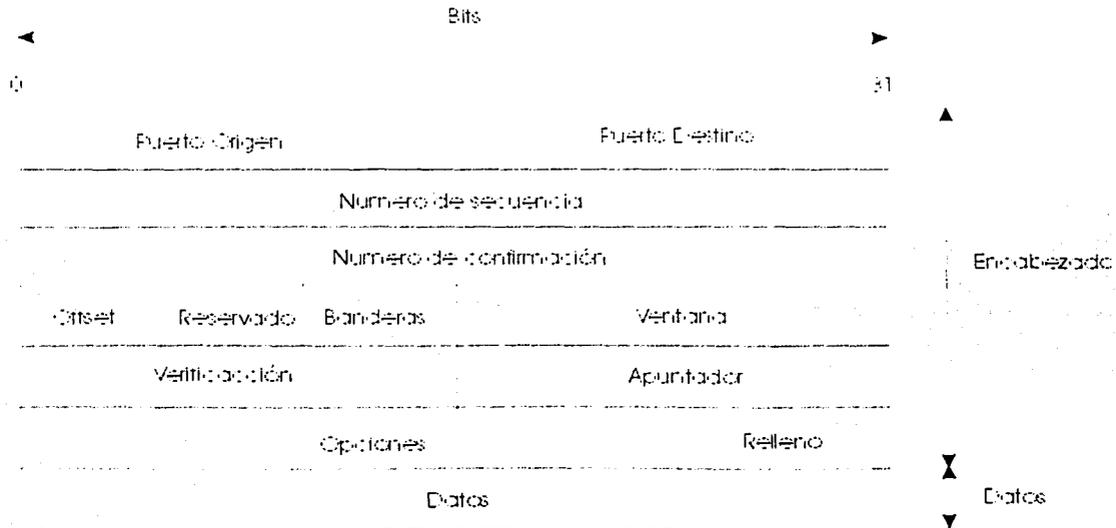


Figura 4.10

- ❑ **Campos de puerto origen y puerto destino.** Los primeros dos campos del segmento son el puerto de origen y el puerto destino. Estos campos de 16 bytes son usados para identificar los procesos de aplicación de los niveles superiores usando la conexión TCP.
- ❑ **Campo de número de secuencia.** En general, especifica el número que se asigna al primer byte de datos en el mensaje actual. En la fase del establecimiento de la conexión, este campo también puede utilizarse para identificar un número de secuencia inicial que será utilizado en una transmisión futura.
- ❑ **Campo de número de reconocimiento.** Contiene el número de secuencia del siguiente byte de datos que el emisor del paquete espera recibir.
- ❑ **Campo desplazamiento de datos (Offset).** Especifica el número de palabras alineadas de 32 bits que constituyen la cabecera TCP, este campo es usado para determinar donde comienza el campo de datos.
- ❑ **Campo Reservado.** Este campo es reservado para uso futuro.
- ❑ **Campos de Banderas.** Transportan una gran variedad de información de control.
- ❑ **Campo de ventana.** Especifica el tamaño de la ventana del receptor del emisor (esto es, el espacio de almacenamiento disponible para los datos entrantes).
- ❑ **Campo de Verificación.** Realiza una operación con todas las palabras de 16 bits en el segmento, incluyendo el encabezado y los datos. El propósito de realizar esta operación es para determinar si el segmento ha llegado libre de errores.
- ❑ **Campo Apuntador.** Apunta hacia el primer byte de datos urgente en el paquete.
- ❑ **Campo de Opciones.** Especifica las diferentes opciones de TCP.
- ❑ **Campo de relleno.** Es usado para asegurar que la cabecera del TCP ocupa un múltiplo de 32 bits.
- ❑ **Campo de datos.** Contiene datos del usuario.

## PROTOCOLO DE DATAGRAMA DE USUARIO, UDP

UDP es un protocolo de la capa de transporte, el cual ocupa el servicio no orientado a conexión, que pertenece a la familia de protocolos de TCP/IP. UDP es, básicamente, una interfase entre IP y los procesos de las capas superiores. Los puertos del protocolos UDP distinguen entre las diversas aplicaciones que corren en un sólo dispositivo.

A diferencia de TCP, UDP no agrega a IP funciones de confiabilidad, control del flujo y recuperación de errores. Debido a la simplicidad el encabezado de UDP contiene menos bytes y genera un menor gasto indirecto en la red que TCP. UDP se creó para las situaciones donde no se requieren mecanismos de confiabilidad como los de TCP, como cuando un protocolo de las capas superiores ofrezca las funciones de recuperación de errores y control de flujo.

UDP es el protocolo de transporte de protocolos como SNMP (Protocolo Simple de Administración de la Red), DNS (Sistema de Nombres de Dominio) y TFTP (Protocolo Trivial de Transferencia de Archivos).

El formato del segmento de UDP se muestra en la figura 4.11.

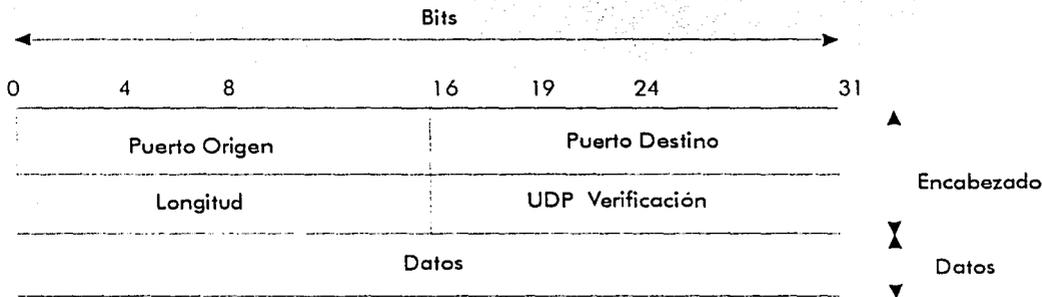


Figura 4.11

- **Campos de puerto origen y puerto destino.** Los primeros dos campos del segmento son el puerto de origen y el puerto destino. Estos campos de 16 bytes son usados para identificar los procesos de aplicación de los niveles superiores usando la conexión UDP.
- **Campo de longitud:** Especifica la longitud total del paquete. Se mide en bytes.
- **Campo de verificación de UDP:** Este campo ofrece verificación de la integridad del encabezado y los datos de UDP, siendo esta verificación opcional,
- **Campo de datos.** Contiene datos del usuario.

## Capa de aplicación

La capa de aplicación es la capa más alta de la arquitectura TCP/IP; ésta provee servicios de alto nivel a los usuarios como transferencia de archivos, entrega de correo electrónico, y acceso a terminales remotas, etc. La capa de aplicación soporta los protocolos de direccionamiento y la administración de red, algunos de estos son:

- ❑ **DNS (Sistema de denominación de dominio).** es un sistema utilizado en Internet para convertir los nombres de los dominios y de sus nodos de red publicados abiertamente en direcciones.
- ❑ **HOSTS.** Es un archivo creado por los administradores de red que se mantiene en los servidores. Se utiliza para suministrar asignación estática entre direcciones IP y nombres de computadores.
- ❑ **POP3 (Protocolo de la oficina de correos).** Es un estándar de Internet para almacenar correo electrónico en un servidor de correo hasta que se pueda acceder a él y descargarlo a la computadora. Permite que los usuarios reciban correo desde sus buzones de entrada utilizando varios niveles de seguridad.
- ❑ **SMTP (Protocolo de transferencia de correo simple).** Maneja la transmisión de correo electrónico a través de las redes informáticas. No suministra otro soporte para la transmisión de datos más que texto simple.
- ❑ **SNMP (Protocolo de administración de red simple).** Es un protocolo que suministra un medio para monitorear y controlar dispositivos de red, y para administrar configuraciones, recolección de estadísticas, desempeño y seguridad.
- ❑ **FTP (Protocolo de transferencia de archivos).** Es un servicio confiable orientado a conexión que utiliza TCP para transferir archivos entre sistemas que soportan FTP. Soporta transferencias bidireccionales de archivos binarios y archivos ASCII.
- ❑ **TFTP (Protocolo de transferencia de archivos trivial).** Es un servicio no confiable no orientado a conexión que utiliza UDP para transferir archivos entre sistemas que soportan el Protocolo TFTP. Es útil en algunas LAN porque opera más rápidamente que FTP en un entorno estable.
- ❑ **HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto).** Es el estándar Internet que soporta el intercambio de información en la World Wide Web, así como también en redes internas. Soporta muchos tipos de archivos distintos, incluyendo texto, gráfico, sonido y vídeo. Define el proceso a través del cual los navegadores de la Web originan solicitudes de información para enviar a los servidores de Web.

## Números de puerto TCP y UDP

Tanto TCP como UDP utilizan números de puerto (o socket) para enviar información a las capas superiores. Los números de puerto se utilizan para mantener un registro de las distintas conversaciones que atraviesan la red al mismo tiempo .

Los creadores de software han acordado utilizar los números de puerto conocidos que se definen en RFC 1700. Por ejemplo, cualquier conversación destinada a una aplicación FTP utiliza el número de puerto 21 como estándar.

En cambio, a las conversaciones que no involucran ninguna aplicación que tenga un número de puerto conocido, se les asignan números de puerto que se seleccionan de forma aleatoria dentro de un intervalo específico. Estos números de puerto se utilizan como direcciones origen y destino en el segmento TCPo UDP.

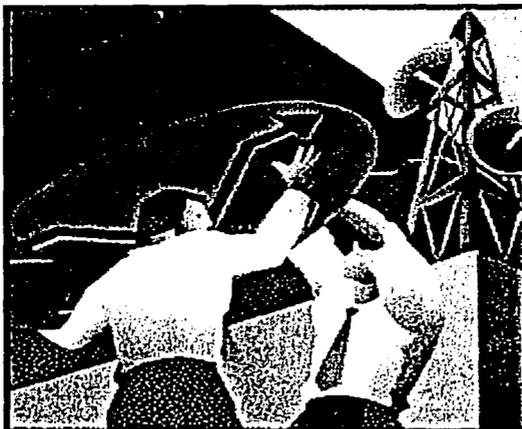
Algunos puertos son puertos reservados, tanto en TCP como en UDP, aunque es posible que algunas aplicaciones no estén hechas para soportar estos puertos. Los números de puerto tienen los siguientes intervalos asignados:

- Los números inferiores a 255 corresponden a aplicaciones públicas.
- Los números entre 255-1023 se asignan a empresas para aplicaciones comercializadas.
- Los números superiores a 1023 no están regulados.

Los sistemas finales utilizan números de puerto para seleccionar la aplicación adecuada. Los números de puerto origen, por lo general un número mayor que 1023, se asignan de forma dinámica a través del host origen.

# CAPÍTULO 5

## ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS APLICACIONES DE LOS PROTOCOLOS



---

Introducción	61
Procedimiento de análisis y evaluación	62
Análisis de la red de cajeros automáticos de Banorte	64

---

## INTRODUCCIÓN

Los protocolos de comunicaciones tienen sus orígenes en las redes de transmisión de datos, primero privadas y posteriormente de cobertura amplia en sistemas abiertos. Por ejemplo, internet es una red global que enlaza más de 20 millones de computadoras y que tiene más de 200 millones de usuarios; en 1994 tuvo un crecimiento de 81%; en el primer semestre de 1994 se enlazaron a esta red un millón de nuevas computadoras. A través de esta red viajan miles de millones de bits con información proveniente de todo tipo de fuentes: sonidos, imágenes, textos, archivos de computadora, transacciones bancarias, paquetes de programas, correo electrónico, consultas a bibliotecas, compras a distancia, aplicaciones de multimedia, etc. Hoy en día la conectividad entre los usuarios de una red y la posibilidad de que diferentes arquitecturas de redes sean interconectadas, se está haciendo cada vez mas necesaria, por lo cual es posible que en un futuro sea suficiente el estar conectado a una sola red para poder disfrutar de todos los servicios que se ofrezcan al público por medio de cualquier otra red. Seguramente esta realidad no será revertida y la conectividad seguirá aumentando.

Debido a que las aplicaciones de los protocolos de comunicaciones en redes de datos son diversas y en muchas ocasiones complejas en este capítulo se propone un procedimiento de análisis y evaluación de las aplicaciones de los protocolos, utilizándolo en el planteamiento una aplicación real de enlace de datos entre la matriz del banco Banorte localizado en la ciudad de Monterrey y sus cajeros automáticos distribuidos en la zona norte y centro de la República Mexicana. En el diseño de la solución de una aplicaciones de comunicaciones de datos intervienen diversos factores y grupos interdisciplinarios por lo que generalmente los diseñadores basan sus procedimientos en procesos internos a los de sus clientes y compañías, por tal motivo el procedimiento de análisis y evaluación de los protocolos que se describe a continuación se ha definido como una propuesta propia que cumpla con el objetivo del presente trabajo de tesis. Para ello se ha tomado en cuenta el uso de los protocolos de uso comercial X.25, Frame Relay y TCP/IP que se abordaron en el capítulo anterior.

## Procedimiento de Análisis y Evaluación

Una vez que se ha definido por parte de un usuario en particular o una compañía cual es la necesidad a la que se quiere dar solución en cuanto a las aplicaciones de datos se refiere, se puede aplicar el procedimiento y análisis que aquí se describe.

**1.- Identificación de Infraestructura.-** En este punto se analiza e identifica la infraestructura con la que cuenta el usuario, tomando en cuenta los siguientes puntos:

- ❑ Recursos financieros.- Se refiere principalmente a la inversión que el usuario esta dispuesto a erogar para la solución de su proyecto.
- ❑ Crecimiento proyectado.- Se toma en cuenta cuales son las necesidades actuales y futuras del cliente, para que sea una solución integra y que no se vuelva obsoleta en el corto plazo.
- ❑ Políticas de operación y procedimientos administrativos.- En este punto el cliente define los criterios, límites de acceso, directrices mínimas de seguridad, etc. a las cuales deben de adaptarse los diseñadores y que no podrán cambiarse bajo ningún motivo.
- ❑ Opiniones del personal que utilizará la aplicación.- Cuando se pretende dar un servicio a clientes (empresas, institutos, escuelas, etc.) se toman en cuenta las opiniones que estos puedan dar para la mejora o definición de su servicio. Este punto aborda este caso.
- ❑ Equipos y protocolos que utilizan actualmente los equipos de usuario.- Es importante tomar en cuenta las características de los equipos y protocolos que utiliza el usuario, ya que estos pueden ser obsoletos o todavía vigentes y pueden ser reutilizados en la solución del problema.
- ❑ Rendimiento mínimo requerido para datos de usuario.- Se define por parte del usuario la tasa de transmisión mínima que requiere su aplicación.
- ❑ Características de la red existente: Si el usuario cuenta con una red de datos que desea seguir utilizando o bien cambiar a otra plataforma, se debe analizar las características de la red para identificar que aspectos pueden cambiar o conservarse en la aplicación final como son el protocolo de comunicaciones, los procesos de aplicación, dispositivos de conectividad, software, hardware, etc.

**2.- Análisis de las tecnologías existentes.-** En este punto se hace un análisis de las tecnologías y redes que actualmente pueden ser consideradas como parte de la solución de la aplicación requerida por el usuario. Para ello se debe tomar en cuenta:

- ❑ Compañías fabricantes de dispositivos de comunicaciones.- Cuando se va a utilizar un equipo de comunicaciones generalmente se busca que el fabricante factores como la calidad, soporte técnico, certificaciones, etc.
- ❑ Proveedores de servicios de redes.- En ocasiones la solución de un proyecto involucra la construcción de una infraestructura más grande de la que posee, lo cual elevaría el costo y el tiempo de la puesta en marcha. En estos casos el diseñador recurre generalmente a los proveedores de servicios de redes, que son compañías que cuentan y rentan su infraestructura para usuarios externos. Para ello se debe

considerar velocidades de transmisión, tipos de redes, protocolos de transporte y dispositivos de conectividad (routers, bridges, gateways, switches).

**3.- Propuestas.-** Con base al punto anterior se elaboran las propuestas proporcionando toda la información del proyecto en forma descriptiva y acotada, la descripción contendrá lo siguiente:

- Esquemas propuestos
- Características de equipo del usuario
- Medios de transmisión
- Tipos de protocolos utilizados
- Infraestructura de redes LAN o WAN.

**4.-Evaluación de las propuestas.-** Una vez que se cuenta con las propuestas se evalúan conjuntamente sin perder de vista todos los requerimientos que el usuario planteo en el punto número 1. Se propone un método propio de evaluación en forma de capas tomando como ejemplo la característica principal del modelo OSI de dividir un problema complejo en otros más sencillos y fáciles de analizar. Al evaluar las propuestas de manera conjunta se tiene la oportunidad de comparar las características, ventajas, desventajas y puntos de vista de los diseñadores, o también se pueden hacer modificaciones a las propuestas originales.

El método de evaluación consta de 5 puntos con el propósito de evaluar modularmente cada uno de los requerimientos del usuario así como también las aportaciones hechas por el diseñador.

*Requerimientos de usuario.*

- Dispositivos y protocolos de usuario.
- Rendimiento mínimo requerido para datos de usuario.

*Requerimientos físicos:*

- Interfaces físicas
- Medios de transmisión
- Velocidades de transmisión

*Requerimientos de red:*

- Tipos de redes
- Servicios de redes
- Direcciones de los protocolos de red a usar
- Capacidad de interconexión
- Servicios de red
- Costos de la interconectividad

*Requerimientos de la aplicación:*

- Factibilidad
- Seguridad y confiabilidad
- Protocolos de transporte a usarse
- Flexibilidad para futuros cambios de la red
- Mantenimiento
- Crecimiento

*Tabla comparativa de ventajas y desventajas de las propuestas y factibilidad*

**5.- Diseño final.-** En este punto se presenta la propuesta final resultante del análisis anterior, presentándose de manera esquemática, destacando los puntos más importantes del diseño, cabe mencionar que el diseño final puede ser totalmente una de la propuestas que se realizaron o bien puede ser una propuesta que tome las características principales de las propuestas anteriores.

El esquema final se presenta de manera descriptiva y acotada resaltando los mismos aspectos que se consideraron en el punto 3 de este procedimiento.

**6.- Construcción y prueba de la aplicación.-** Este punto del procedimiento es la conclusión del análisis realizado, es decir, se lleva acabo la implementación de la aplicación físicamente y es donde intervienen diversos factores que no tienen mucha relevancia con el objetivo de este trabajo. Sin embargo es importante mencionar que diversos grupos interdisciplinarios pueden ser involucrados en la construcción de la aplicación. También es importante señalar que una vez que se entrega un proyecto a un cliente, éste realiza diversas pruebas de aceptación en base a sus esquemas internos y este procedimiento esta fuera del objetivo del presente trabajo de tesis.

## **Análisis de la red de cajeros automáticos de Banorte**

El banco Banorte cuenta con una red nacional de 400 cajeros automáticos, los cuales se encuentran distribuidos principalmente en la zona norte y centro del país. El host que atiende a todos estos cajeros se encuentra en la ciudad de Monterrey. El banco necesita cambiar el formato de las pantallas que se despliegan en 100 cajeros. Por tal razón requiere cambiar los enlaces de sus cajeros que actualmente están conectados por módems y líneas telefónicas, con el fin de reducir costos de renta.

### **1.- Identificación de Infraestructura**

La tabla 5.1 muestra las necesidades que requiere el banco

<b>Identificación de Infraestructura</b>	
Características de la red existente	400 cajeros automáticos, solo desea hacer cambio en 100 de estos por nuevas tecnologías. Utiliza módems para comunicar al cajero con el host. Los cajeros cuentan con puertos seriales de 9.6 kbps RS-232 y utilizan el protocolo SDLC
Recursos financieros	8 millones de pesos.
Crecimiento proyectado	100 cajeros localizados en las ciudades de Tijuana, Monterrey, Guadalajara y Distrito Federal con posibilidad a crecer 50 % anualmente
Políticas de operación y procedimientos administrativos (sistema abierto o propietario)	No se desea cambiar el protocolo con el cual se comunican los cajeros con el host el cual es SDLC, ya que no desean reemplazar o actualizar los cajeros automáticos. Se espera obtener bajo costo de mantenimiento y alto nivel de disponibilidad, además de alto nivel de seguridad por ser un sistema transaccional bancario.
Opiniones del personal que utilizará la aplicación	De las opiniones recogidas al personal operativo de la red desean usar cualquier medio y dispositivo de transmisión, que este disponible a grandes distancias, velocidad de transmisión mayor a 9.6 kbps, debido a que la máxima velocidad de transferencia demanda por el usuario será de 12 kbps, y proporcionar a sus clientes el servicio de red de cajeros automáticos.

Tabla 5.1

El esquema actual de la red de cajeros automáticos con el que cuenta el banco se muestra en la figura 5.1

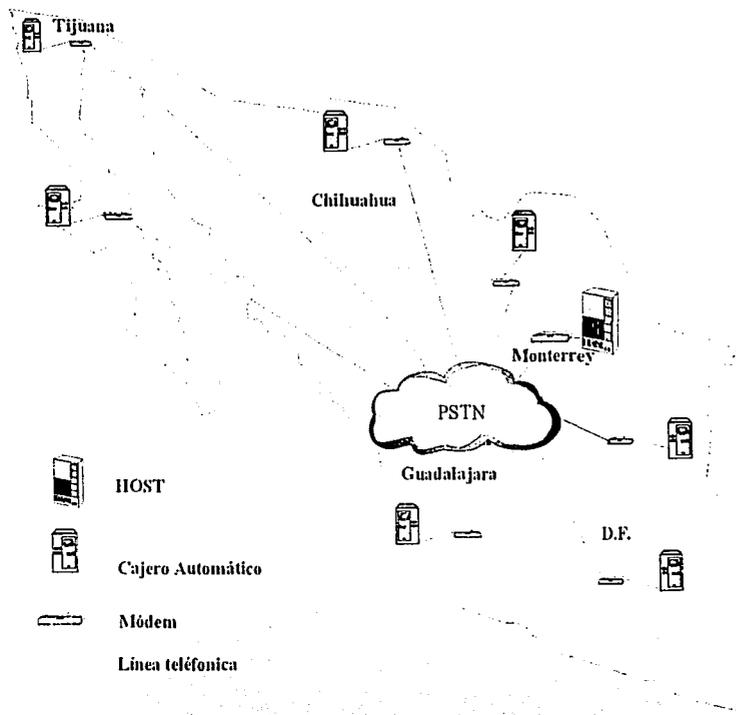


Figura 5.1

## 2.- Análisis de las tecnologías existentes

La solución de las necesidades de comunicación de Banorte requiere la utilización de proveedores de servicios de red ya que el banco no cuenta con la infraestructura de comunicación de datos, además el proyecto de diseño de una red de datos de cobertura amplia propia rebasaría el presupuesto destinado por el mismo para la solución de su aplicación es necesario analizar los servicios de red de las compañías que existen en el mercado mexicano pueden ser considerados como parte de la solución.

En el mercado nacional existen una gran diversidad de equipos, protocolos y proveedores de servicio que hacen consulta, diseño e implementación de soluciones para cualquier tipo de empresa, sin embargo, de acuerdo al punto 2 del procedimiento de análisis se han tomado en cuenta las compañías que se muestran en la tabla 5.2, debido a que tienen cobertura nacional, y proporcionan el servicio de transporte de datos mediante la renta de un enlace de datos a diversas tasas de transmisión.

ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES	
Proveedores de servicios de redes	Avantel, ATT, Red uno (Telmex), Bestel
Velocidades de transmisión	Desde 16 kbps hasta 2 Mbps
Tipos de redes y protocolos de transporte	Todas las compañías tienen redes WAN y protocolos como Frame Relay, IP, X.25, etc
Dispositivos de conectividad	Ruteadores y switches en redes WAN, radiomodems punto multipunto, mirutadores, modems de alta velocidades para conexión a los cajeros, equipos multiprotocolos alámbricos e inalámbricos
Sistemas de administración de red de datos	Estándar: SNMP bajo plataforma HP Openview, Solaris, Unix, para los casos de Avantel, ATT, Red uno y Bestel Propietarios: KB/NMS, para el caso de Red Uno en sus soluciones de enlaces inalámbricos Kb/Tel de ultima milla.
Compañías fabricantes y de servicios	Todos las fabricantes de los dispositivos de comunicaciones con los que cuentan estos proveedores de red como son CISCO; Motorola, Kb/Tel, Radcom, Juniper, 3Com y Nortel, cuentan con el avalúo de la norma oficial mexicana y con soporte técnico en el país.

Tabla 5.2

### 3.- Propuestas de solución

Una vez que se tiene toda la información de los servicios de red que ofrecen las compañías que se han considerado como posible parte de la solución de la aplicación se prosigue a elaborar las propuestas conforme a lo especificado en el punto 3 del procedimiento de análisis y evaluación de las aplicaciones de los protocolos.

Se han elaborado dos propuestas, la primera es utilizando la infraestructura de red uno y la segunda es utilizando la arquitectura de avantel. Solo se consideran estas dos compañías ya que proporcionan los servicios de red WAN sobre X.25, Frame Relay y TCP/IP.

#### *Consideraciones de la propuesta utilizando la infraestructura de red uno*

- 1.- Red uno proporciona servicios de red WAN sobre X.25 y Frame Relay, en este caso se ha elegido el servicio de Frame Relay por ser un protocolo que tiene menos campos de control de congestión que X.25 (overhead) debido que opera sobre plataformas físicas muy seguras.
- 2.- Esta empresa ofrece un servicio inalámbrico de ultima milla el cual consiste en utilizar equipos de radiocomunicación punto-multipunto, de tal forma que el cajero se conecta a una estación remota que también utiliza el protocolo SDLC.
- 3.- La estación base esta conectada directamente a la red WAN de Frame Relay.

- 4.- La estación base encapsula los datos de SDLC en Frame Relay y los envía por su conexión de Frame Relay (DLCI) hasta un equipo router motorola conectado en el extremo opuesto de la red WAN.
- 5.- El equipo motorola esta directamente conectado al host de los cajeros y realiza el proceso de desencapsulación para entregar la información del cajero al host.

Esta propuesta se puede observar descriptivamente en la figura 5.2

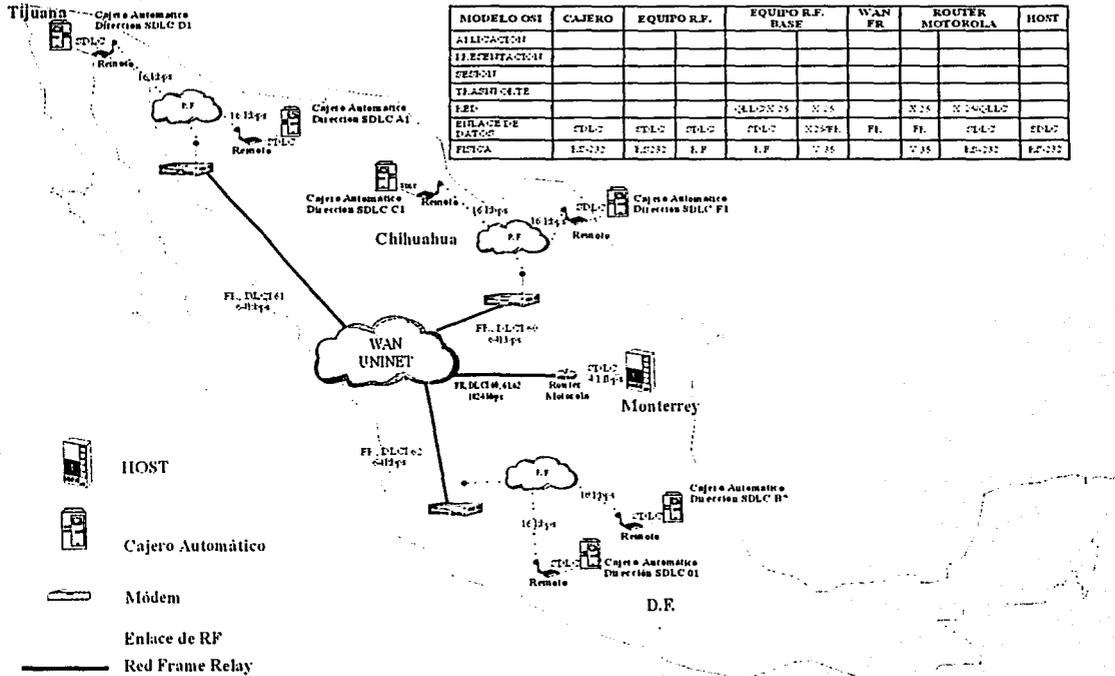


Figura 5.2

Consideraciones de la propuesta utilizando la infraestructura de Avantel

1.- Avantel provee el servicio de red WAN sobre TCP/IP. La solución utilizando la infraestructura de Avantel hace uso de minirouters, los cuales son conectados de un extremo al cajero y del otro a la red IP de esta empresa. La solución contempla la conexión de la oficina matriz al nodo más cercano de la red IP. En esta oficina se ubicaran dos ruteadores marca CISCO, los cuales transformaran los datos de IP a SDLC para que sean entregados al host. Esta propuesta se puede observar descriptivamente en la figura 5.3

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

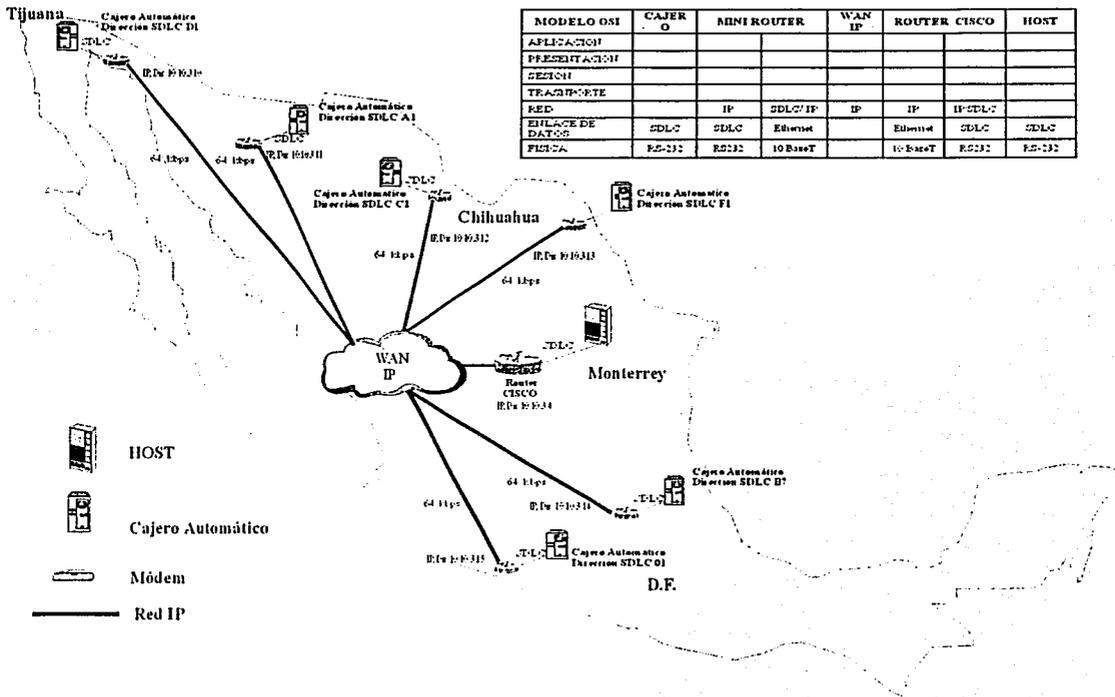


Figura 5.3

#### 4. Evaluación de las Propuestas

Para evaluar cada parte de las propuestas, se califican en base a los siguiente:

CNG: Caso No Grave.

CG: Caso Grave

En donde:

Un CNG es aquella situación o falla que no afecta directamente el funcionamiento del equipo(no impide la puesta en servicio). Un CG es aquella situación o falla que afecta en el momento el funcionamiento del equipo y que en un futuro cercano se puede considerar como un caso crítico (impide la puesta en servicio). La parte que indica "cumple" se seleccionará toda vez que la prueba haya resultado satisfactoria. Las tablas 5.3 – 5.10 muestran el análisis de la propuesta que se elaboro para la solución de dicho proyecto.

<b>REQUERIMIENTOS DE USUARIO</b>				
	<b>RED UNO</b>	<b>Cumple</b>	<b>CNG</b>	<b>CG</b>
Dispositivos y protocolos de usuario	Ocupa un radiomodem que contiene precargado SDLC, para el lado de la conexión al host ocupa equipos Motorola que desencapsulan SDLC de Frame Relay			
Rendimiento mínimo requerido para datos del usuario	Rendimiento mínimo requerido para datos del usuario			

Tabla 5.3

<b>REQUERIMIENTOS DE USUARIO</b>				
	<b>AVANTEL</b>	<b>Cumple</b>	<b>CNG</b>	<b>CG</b>
Dispositivos y protocolos de usuario	Ocupa un minirouter que contiene en un puerto de usuario SDLC y por el otro entrega IP a través de una interfaz Ethernet, para el lado de la conexión al host ocupa equipos CISCO, los cuales se encargan de quitar IP y pasar los datos en SLDC al host			
Rendimiento mínimo requerido para datos del usuario	Cumple con las características especificadas por el usuario			

Tabla 5.4

<b>REQUERIMIENTOS FÍSICOS</b>				
	<b>RED UNO</b>	<b>Cumple</b>	<b>CNG</b>	<b>CG</b>
Interfaces físicas	RS-232, V.35, RS-422, RS-485			
Medios de transmisión	Cable coaxial, radio frecuencia, fibra óptica			
Velocidades de transmisión	Desde 16 kbps hasta 2.048 Mbps			

Tabla 5.5

<b>REQUERIMIENTOS FÍSICOS</b>				
	<b>AVANTEL</b>	<b>Cumple</b>	<b>CNG</b>	<b>CG</b>
Interfaces físicas	RS-232, RJ-11 y Ethernet			
Medios de transmisión	Cable coaxial, fibra óptica, cable UTP			
Velocidades de transmisión	Desde 64 kbps hasta 2.048 Mbps			

Tabla 5.6

<b>REQUERIMIENTOS DE RED</b>				
	<b>RED UNO</b>	<b>Cumple</b>	<b>CNG</b>	<b>CG</b>
Protocolos de redes LAN y WAN	Ocupa protocolos Frame Relay , X.25 y SDLC			
Servicios de redes WAN	Servicio ofrecido por UNINET, que ofrece transporte de datos por Frame Relay e IP			
Direcciones de los protocolos a usar	DLCI: 60 al 159 Direcciones SDLC: Son proporcionadas por el banco y van desde 01 hasta FE			
Capacidad de interconexión	Posee una red Frame Relay que se conecta con UNINET de USA			
Costos de la interconectividad	Depende de la velocidad de transferencia a usar, la distancia del enlace, cargo por instalación y renta mensual	Desde \$900.00 hasta \$5000.00		

Tabla 5.7

\* Dato proporcionado en pesos mexicanos + IVA, fuente libro tarifario COFETEL

REQUERIMIENTOS DE RED				
	AVANTEL	Cumple	CNG	CG
Protocolos de redes LAN y WAN	Ocupa protocolos IP y SDLC			
Servicios de redes WAN	Servicio ofrecido por Avantel, que ofrece transporte de datos por IP, Frame Relay.			
Direcciones de los protocolos a usar	Dirección de red IP : 10.10.3.0 Direcciones SDLC: Son proporcionadas por el banco y van desde 01 hasta FE			
Capacidad de interconexión	Se conecta al nodo de internet ubicado en Texas y al nodo Frame relay ubicado en Houston, con lo cual puede interconectarse a otras redes WAN			
Costos de la interconectividad	Depende de la velocidad de transferencia a usar, la distancia del enlace, cargo por instalación y renta mensual	Desde \$451.00 hasta \$5500.00		

Tabla 5.8

REQUERIMIENTOS DE APLICACIÓN				
	RED UNO	Cumple	CNG	CG
Seguridad y confiabilidad	Al ir los datos del usuario encapsulados en Frame Relay es difícil la intromisión de personas ajenas a la red, por lo que las transacciones serán realizadas con privacidad. La confiabilidad de la red es de 95 %			
Protocolos de transporte a usarse	No es necesario para esta solución			
Flexibilidad para futuros cambios en la red	El cliente debe enviar a UNINET el aviso de cambio con 5 días hábiles e anticipación a la fecha requerida			
Mantenimiento	Consta de 2 años mínimo con monitoreo de la solución 24 horas x 365 días			
Crecimiento	Con la infraestructura se tiene cobertura para 90 cajeros con la posibilidad de atender a 100 en menos de 1 mes. Si desea ampliarse la red se tendrá que hacer un estudio para conocer cuantos cajeros podrán introducirse bajo esta solución			

Tabla 5.9

REQUERIMIENTOS DE APLICACIÓN				
	AVANTEL	Cumple	CNG	CG
Seguridad y confiabilidad	Al ir los datos del usuario encapsulados en IP es posible la intromisión de personas ajenas a la red, por lo que las transacciones no son seguras. La confiabilidad de la red es de 99 % con redundancia			
Protocolos de transporte a usarse	No es necesario para esta solución			
Flexibilidad para futuros cambios en la red	Al utilizar IP el cliente puede pedir el cambio o agregar direcciones de red IP avisando 1 hora antes de dicho cambio al proveedor de servicio, sin costo alguno			
Mantenimiento	Consta de 3 años mínimo con monitoreo de la solución 365 días; además de solucionar problemas en la red en menos de 24 horas			
Crecimiento	Con la infraestructura se tiene cobertura para 70 cajeros, ya que el cajero debe ubicarse cerca de nodo de internet Avantel con la posibilidad de atender a 100 cajeros en un periodo de 3 mes. Si desea ampliarse la red depende de los planes de crecimiento de la red IP Avantel o de ofrecer otra solución			

Tabla 5.10

Tabla Comparativa de ventajas y desventajas de cada solución

Solución	Red Uno	Avantel
Ventajas	Bajo costo de mantenimiento y operación Perspectivas de crecimiento a futuro, tanto en velocidad de transferencia como en cobertura Buen nivel de seguridad para las transacciones Cumple con el tener SDLC en el cajero y en el host	Excelente plan de mantenimiento Alta nivel de confiabilidad de la red IP No es necesario aumentar la velocidad de transferencia para futuras aplicaciones ya que la mínima es de 64 kbps Cumple con el tener SDLC en el cajero y en el host
Desventajas	Bajo nivel de confiabilidad de la red frame relay en comparación con la red IP Avantel Al utilizar equipos de RF incrementa el nivel de falla debido a condiciones ambientales No se compromete a dar la solución de problemas en menos de 24 horas y el monitoreo de la solución tiene 1 años menos que la solución Avantel	El nivel de seguridad en las transacciones es regular por usar el protocolo IP Alto costo del enlace en comparación con la solución de Red Uno Pocas posibilidades de crecimiento de la red para atender el ritmo de crecimiento del banco

Tabla 5.7

### 5.- Diseño final

#### Presentación de la propuesta final

Una vez tomado en cuenta lo descrito en el punto anterior se decidió por la solución que genero la empresa Consorcio Red Uno, por las siguientes razones:

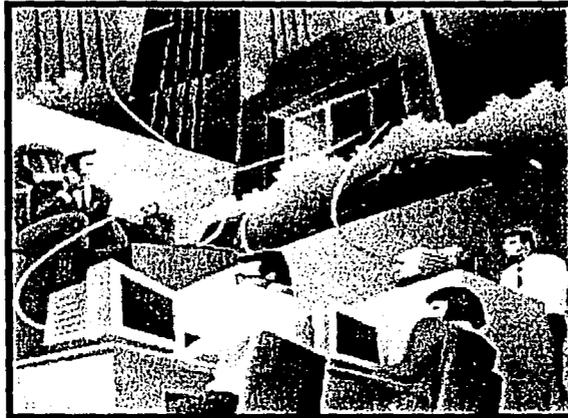
- Cumple satisfactoriamente con la mayoría de los puntos propuestos del usuario
- Aunque en la confiabilidad es baja con respecto a la otra propuesta, presenta una mejor perspectiva de crecimiento a futuro.
- El costo de la renta y otros servicios es menor a la solución de Avantel

### 6.- Construcción y prueba de la Aplicación

La implementación queda fuera del alcance de los objetivos del presente trabajo de tesis.

# CAPÍTULO 6

## TENDENCIAS DE LOS PROTOCOLOS Y SUS APLICACIONES



---

Introducción	76
Protocolo ATM	77
Protocolo IPv6	81
Protocolo WAP	83
Análisis de la red IPv6 de la UNAM	86

---

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día la conectividad entre los usuarios de una red y la posibilidad de que diferentes arquitecturas de redes sean interconectadas, es cada vez más necesaria, por lo que, es posible que en un futuro sea suficiente el estar conectado y tener acceso a una sola red para poder disfrutar de todos los servicios que se ofrezcan al público. Sin duda los avances en la tecnología de las telecomunicaciones permitirán hablar en un futuro no muy lejano de velocidades de transmisión mayores a las que se tienen actualmente, del surgimiento de nuevos protocolos, programas de usuario y aplicaciones.

En cuanto al modelo OSI se refiere existe una clara tendencia a reducir el número de capas que se pueden implementar en los dispositivos de comunicaciones haciendo que los protocolos de comunicaciones sean más eficientes en el manejo de datos de usuario. La tendencia en la capa física es hacia tecnologías más seguras, eficientes y rápidas, de esta manera los protocolos de capa de enlace de datos están tendiendo a reducir algunas de sus características como es la de seguridad, pero sin perder otras como es el control de congestión. En cuanto a la capa de red la tendencia es a conservar las características de direccionamiento y ruteo, sin embargo, se pretende incluir en esta capa características de capa de transporte como son seguridad y confiabilidad. Las características de los protocolos de capa de transporte, presentación, sesión y aplicación están siendo integradas en procesos de la capa de aplicación. De esta manera se hace más eficiente y rápida la comunicación de datos entre usuarios. Un ejemplo de esto es la migración de redes de X.25 a frame relay en décadas pasadas y en la actualidad de frame relay hacia ATM. También existe una cierta tendencia por parte de los fabricantes de dispositivos de comunicaciones a implementar en sus equipos protocolos que ofrezcan la capacidad de encapsular datos como son los túneles y PAD's (Packet assembler/disassembler) ya que en muchas ocasiones es más fácil y económico actualizar el software en un equipo que cambiar toda la infraestructura de una red. Es por tal motivo que la ingeniería en el campo de las telecomunicaciones ha tenido que trabajar fuertemente para la definición de estos nuevos mecanismos y por ello surge la necesidad de identificar las tendencias en los sistemas y protocolos de comunicaciones. Sin embargo, es importante mencionar que las investigaciones en nuevas tecnologías de comunicaciones son restringidas y con aplicación a mediano y largo plazo, por lo que en este capítulo sólo se incluyen tendencias de los protocolos de comunicaciones de los que se ha tenido más información con aplicación a corto plazo, como son ATM, IPv6 y WAP.

En este capítulo se ha incluido el protocolo ATM (Asynchrhonous Transfer Mode) debido a que soportará aplicaciones futuras que ya se están desarrollando, porque aún cuando no está totalmente terminada la tecnología, su evolución continúa y además muchas compañías de telecomunicaciones se están decidiendo por ATM como protocolo de red de cobertura amplia. Otro protocolo que se abordará es IPv6, este protocolo será el sucesor de la versión actual de IP (actualmente se encuentra en uso la versión 4). IPV6 surge debido a que la versión 4 no es un soporte adecuado para las aplicaciones que el siglo XXI requiere, cabe recordar que TCP/IP surgió como un protocolo de red militar y después se convirtió en una red pública científica, de educación y recientemente de uso comercial, por lo cual su versión actual esta siendo superada por el crecimiento y uso de la misma. En el mediano plazo las aplicaciones con internet serán cada vez más demandantes (como telemedicina,

educación virtual, multimedia, comercio electrónico, etc.) y requerirán mayor velocidad de transmisión y una enorme seguridad, es por eso que actualmente IPV6 se plantea como el protocolo más viable para el soporte de las nuevas aplicaciones en internet.

Debido al gran crecimiento de internet y a que el hombre gasta una parte importante de su tiempo en transalarse de un lugar a otro, ha traído como consecuencia nuevos estilos de vida y trabajo, y con ello, la necesidad de estar comunicado en cualquier lugar a cualquier hora. Gracias a esto, la telefonía celular ha crecido exponencialmente, no hace menos de 15 años la telefonía celular en México era escasa y hoy en día el número de abonados supera al de la telefonía fija. Las compañías de telefonía celular están implementando el protocolo WAP, el cual hace que los datos y la voz puedan converger en un dispositivo portátil, así será posible que la *www* (World Wide Web) sea accesible a los teléfonos celulares dando paso a las redes móviles de tercera generación que actualmente se encuentra en su fase de experimentación. Por esta razón en este capítulo se aborda el protocolo WAP como una tendencia de los protocolos de comunicaciones.

Por último se presenta la aplicación de IPV6 en la red interna de la Universidad Nacional Autónoma de México, para ello se hace uso del procedimiento de análisis y evaluación descrito en el capítulo 5 del presente trabajo de tesis.

## PROCOLO ATM

Durante el periodo de 1984 a 1988, la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones-Sector de Estándares de Telecomunicaciones) y otros grupos de estandarización, establecieron una serie de recomendaciones para la transmisión, señalización y técnicas de control necesarias para el desarrollo de una red basada en fibra óptica. Durante este periodo se forjaron las bases para el desarrollo de la red de servicios integrados de cobertura amplia (BISDN) sobre jerarquía digital síncrona (SDH) y ATM. SDH describe el estándar para la transmisión de datos a velocidades de 2.4 Gbps y con la expectativa de incrementar esta velocidad en el futuro hasta 10 Gbps. El estándar también describe como se han de transmitir datos a baja velocidad o como realizar su mapeo para su posterior multiplexación. En los trabajos de la ITU-T también se incluye las especificaciones para mapear las celdas ATM sobre SDH.

La primera decisión que se debía tomar para el desarrollo de ATM era si las celdas (paquetes en terminología ATM) debían de ser de tamaño fijo o variable. La decisión final fue celdas de tamaño fijo puesto que esto permite mayor velocidad de conmutación. La segunda decisión que se debía tomar era la longitud de las celdas ATM. Esta decisión era tremendamente importante puesto que el llegar a un acuerdo en el tamaño de las celdas tenía que permitir el desarrollo de servicios de cobertura amplia de ámbito mundial. La razón principal por la que había diferentes puntos de vista respecto al tamaño de la celda era que existían diferentes filosofías entre varios países en la aplicación inicial del ATM. En Estados Unidos de Norte América se pensaba que las aplicaciones para ATM debían soportar celdas relativamente grandes de 64 bytes para datos y una cabecera de 6 bytes. Sin embargo, algunos países en Europa eran partidarios de cabeceras entre 2 y 4 bytes y de 16 o 32 bytes para datos, dado que estos tamaños son más apropiados para tráfico de voz. Finalmente se llegó a un acuerdo de compromiso en Junio de 1989, consistió en definir el

tamaño de la celda en 53 bytes, de los cuales 5 (la media entre 6 y 4) son para la cabecera y 48 (la media entre 64 y 32) para datos.

La arquitectura de ATM utiliza un modelo lógico para describir su funcionalidad. La funcionalidad de ATM corresponde a la capa física y parte de la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI.

El modelo ATM se define en tres capas:

- ❑ Capa Física
- ❑ Capa ATM
- ❑ Capa de Adaptación ATM (AAL)

El modelo de ATM con referencia al modelo OSI se muestra la figura 6.1.

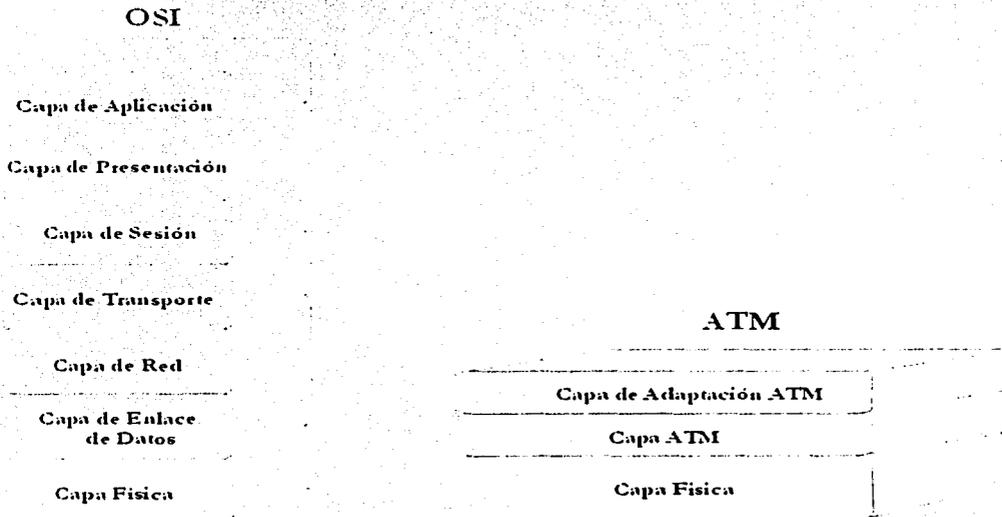


Figura 6.1

### Capa Física

La capa física de ATM cuenta con las siguientes características:

- ❑ Convierte bits en celdas.
- ❑ Controla la transmisión y recepción de bits en el medio físico.
- ❑ Empaqueta la celda dentro formato de trama apropiado para el medio físico utilizado.

La capa Física de ATM se divide en dos subcapas:

- **Subcapa dependiente del medio físico (PMD):** En esta subcapa encontramos las siguientes funciones:
  - Sincroniza la transmisión y recepción enviando y recibiendo flujos continuos de bits con información de tiempo.
  - Especifica el medio físico y las características de transmisión, incluyendo tipos de conectores y cables.
- **Subcapa de convergencia de transmisión (TC):** En esta subcapa encontramos las siguientes funciones:
  - Delineamiento de la celda. Esta función mantiene los límites de las celdas ATM, permitiendo que los dispositivos localicen a las celdas dentro de un flujo de bits.
  - Verificación y generación de la secuencia del control de errores de encabezado. Esta función verifica y genera el código del control de errores del encabezado para asegurar datos válidos.
  - Ajuste de la tasa de transmisión de celdas. Esta función mantiene la sincronización e inserta o suprime celdas desocupadas ATM (no asignadas) para adaptar la tasa de celda válidas para la capacidad de carga del sistema de transmisión.
  - Adaptación de trama de transmisión. Esta función empaqueta celdas ATM en tramas definidos por la interfase física con la que se trabaja.

## Capa ATM

La capa física de ATM cuenta con las siguientes funciones:

- Genera y extrae los encabezados de las celdas
- Manejo de celdas a través del switch ATM
- Reconoce el tipo de carga y la prioridad de pérdida de celdas.
- Controla el flujo de tráfico y la congestión.

## Formato de la Celda de ATM

ATM transfiere información por medio de unidades de tamaño fijo llamadas celdas. Cada celda contiene 53 bytes. Los cinco primeros bytes son usados como cabecera de la celda, mientras que los 48 bytes restantes contienen la información del usuario u otra información que requiera la aplicación, como la información del tipo de adaptación.

Las celdas ATM de longitud fija (53 bytes) ofrecen muchas ventajas respecto a los paquetes de longitud variable, el formato de la celda se indica en la figura 6.2

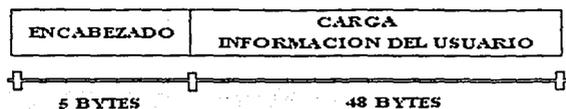


Figura 6.2

Las características de la celda de ATM son las siguientes:

- ❑ **Conmutación Mediante Hardware:** Puesto que el procesamiento de las celdas de tamaño fijo es sencillo, predecible y fiable, es posible realizar la conmutación ATM en hardware en vez de requerir de un costoso y complejo software para realizar el control de flujo, buffer y otros aspectos de administración.
- ❑ **Nivel de Servicio Garantizado.** Los retardos de espera en las colas de la red en los conmutadores son más predecibles en el caso de las celdas de datos de tamaño fijo, ya que es posible diseñar los conmutadores para que proporcionen niveles de servicio garantizados para todo tipo de tráfico.
- ❑ **Procesamiento Paralelo.** Las celdas de longitud fija permiten a los conmutadores encargados de retransmitir las celdas, procesarlas en paralelo alcanzando velocidades que exceden con mucho las limitaciones de las arquitecturas de conmutación basadas en bus.
- ❑ **Posibilidad de Procesar Voz.** ATM es capaz de manejar tráfico continuo como la voz digitalizada y tráfico a ráfagas como son las transmisiones LAN.

### Capa de Adaptación ATM (AAL)

La capa de adaptación ATM, es una interfaz entre los datos de usuario (por ejemplo protocolos de Internet) con la capa ATM. Esta capa hace traducciones entre datos de servicio (SDUs) de protocolos de capas superiores y celdas ATM. Específicamente recibe paquetes de protocolos de capas superiores y los fragmenta en paquetes de 48 bytes formando el campo de carga de la celda ATM.

### Características de la capa de Adaptación ATM (AAL)

- ❑ Adapta la información en múltiplos de octetos. En caso de ser necesario, se agregaran los bits que se requieran para este fin.
- ❑ Segmenta la información en unidades de 48 octetos en la fuente y los reensambla en el destino.

## PROTOCOLO IPV6

Internet es la red de datos de mayor alcance en el mundo con más de 200 millones de usuarios y experimenta un crecimiento impresionante. Actualmente incluye más de dos millones de supercomputadoras *host* conectadas a más de 20 mil redes individuales en aproximadamente 100 países que se duplica cada año con un crecimiento promedio mensual fuera de Estados Unidos de 9.4 %. La figura 6.3 muestra el número de usuarios de Internet en México:

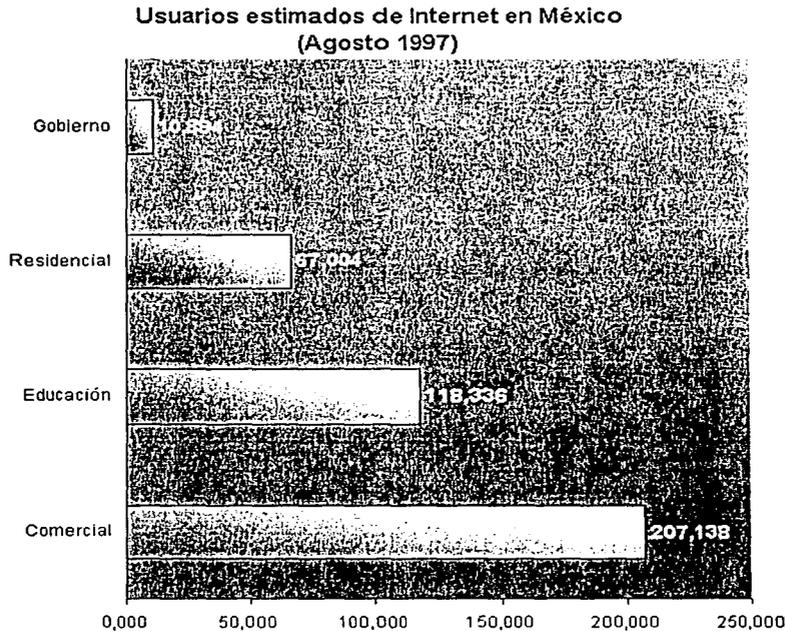


Figura 6.3

En la figura 6.4 vemos el crecimiento de usuarios (en miles) de internet por sector y las estimaciones de lo que creció en el año de 1999. Aunque se disponga de transmisión a alta velocidad es de reconocer que el protocolo de IPv4 cada día se vuelve más complicado en los aspectos administrativos y de seguridad, así como carencias a la prestación de servicios actuales y futuros, debido a la alta demanda.

## Usuario Estimados de Internet en miles

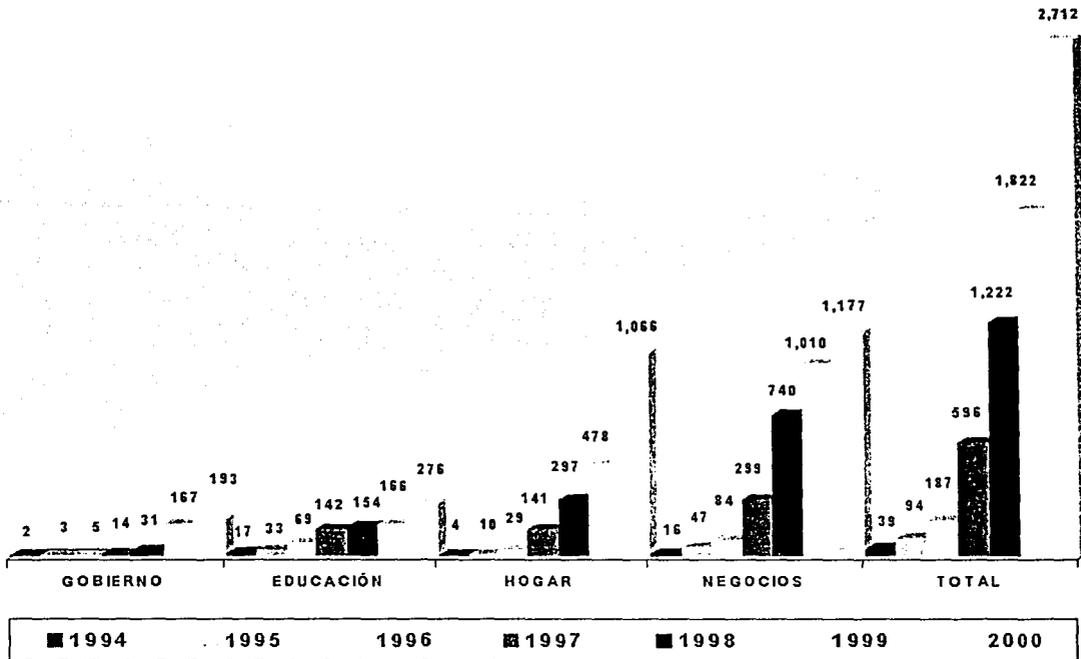


Figura 6.4

Para solucionar los problemas futuros, los cuerpos técnicos de la Internet impulsaron un debate bajo el lema de IP Next Generation (IPng) que ha culminado con la especificación de un nuevo protocolo IP, sucesor del actual IPv4, y conocido formalmente como la versión 6 del Protocolo Internet o IPv6. IPv6 es una nueva versión de IP y representa una fuerte evolución con respecto a IPv4. Las principales funcionalidades de IPv4 se conservan en IPv6, excepto ciertas funciones poco o nada utilizadas que fueron suprimidas o convertidas en otras opciones. Sin embargo, se añadieron grandes características a IPv6 como son:

- Posibilidad de extender el direccionamiento y ruteo. El tamaño de la dirección IP aumenta de 32 a 128 bits para poder soportar un número más grande de nodos direccionables, más niveles de direcciones jerárquicas y una configuración más sencilla de las direcciones. Un datagrama de IPv6 puede tener hasta 64 kbytes de datos
- Un formato de cabecera simplificado. Algunos campos de formato de la cabecera han sido suprimidos o convertidos en opciones, y la cabecera está simplificada.
- Posibilidades de extensión de las cabeceras y de opciones. En IPv6, las opciones están contenidas en cabeceras suplementarias colocadas entre la cabecera IPv6 y la cabecera del paquete de transporte. La mayoría de las opciones de las cabeceras de IPv6 no son

examinadas ni tratadas por los routers intermedios. Contrariamente a IPv4, las opciones pueden ser de longitud variable, no existe tamaño límite.

- Posibilidades de autenticación y de confidencialidad. IPv6 define extensiones que permiten la autenticación de los usuarios y la integridad de los.
- Posibilidades de autoconfiguración. IPv6 contiene varias formas de autoconfiguración como la configuración "Plug and Play" de direcciones de nodos sobre una red aislada.
- Una transición de IPv4 a IPv6 sencilla y flexible. Esta transición responde a la necesidad de modernizar las redes, un direccionamiento fácil y bajar los costos de la puesta marcha.

## PROTOCOLO WAP

Muchas compañías están diseñando nuevas formas de transmitir datos mientras las personas se encuentran en movimiento, ya que en la sociedad actual se ha comprobado que los trabajadores gastan de 2 a 4 horas en promedio al día en transportarse de su hogar al centro de trabajo, o la necesidad de mantenerse informado a cerca de las condiciones del clima, noticias entre otros asuntos que le sean de su interés.

Si tomamos en cuenta que hoy en día existen cerca de 200 millones de usuarios conectados a internet en el mundo y que el ritmo de las personas que se conectan por primera vez es en forma exponencial tendremos a finales del año 2000 cerca de 300 millones de personas conectadas a internet; por otra parte existen en estos momentos 375 millones de usuarios que utilizan teléfonos celulares y que para el año 2003 este segmento tendrá cerca de 830 millones de usuarios, esto a hecho que muchas compañías y organizaciones vean en la telefonía celular el medio ideal para extender las aplicaciones de internet como la entrega de información partiendo desde noticias e información hasta el correo electrónico.

Para estudiar la convergencia de estas tecnologías y la creación de estándares se ha formado el foro WAP (protocolo de aplicación inalámbrico). La tecnología que se ha desarrollado para internet se ha basado principalmente para computadoras personales y estaciones de trabajo, sin embargo el mercado de los dispositivos de comunicaciones en mano portátiles presentan un crecimiento más acelerado, aunque estos equipos tienen las siguientes limitaciones:

- Menor poder de procesamiento en sus CPU
- Menor cantidad de memoria RAM y ROM
- Consumo restringido de potencia
- Pequeñas pantallas para el despliegue de información
- Diferentes dispositivos de entrada (ejem. teclados telefónicos)

Por lo anterior dicho las redes de datos inalámbricas basados en sistemas móviles presentan las siguientes limitaciones como:

- ❑ Menor velocidad de transmisión
- ❑ Mayor retardo
- ❑ Menor estabilidad durante la conexión

El protocolo WAP deberá satisfacer los siguientes puntos:

- ❑ Definir una arquitectura escalable, que pueda ser extendida y trabajar bajo el modelo de capas OSI
- ❑ El soporte de un gran tipo de redes inalámbricas presentes y futuras
- ❑ Optimizar la transferencia de datos
- ❑ Usar de la mejor manera posible los bajos recursos de memoria, velocidad de procesamiento y consumo de energía
- ❑ Suministrar una alta seguridad en las aplicaciones y comunicaciones para evitar caídas o entrada de agentes extraños al servicio
- ❑ Manejar internet y otros servicios de transferencia de datos a teléfonos celulares y si es posible a otro tipo de terminales inalámbricas

Lo que se pretende con WAP es hacer una gran red móvil de servicios usando todo el potencial de internet. La figura 6.5 muestra las pretensiones de este protocolo.

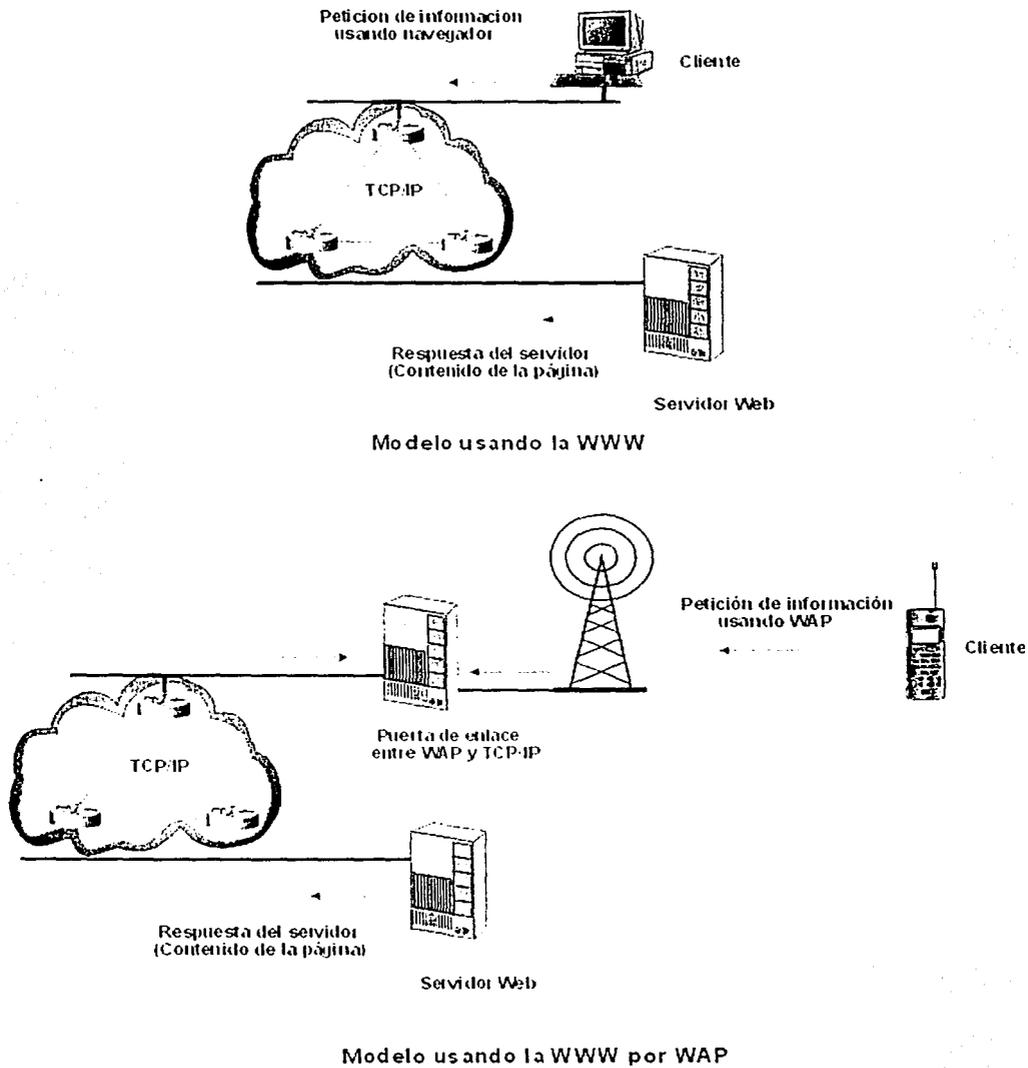


Figura 6.5

## Análisis de la red de IPV6 de la UNAM

Durante años la UNAM era la única salida de internet que tenía México hacia el mundo, instituciones académicas de todo el país se conectaban a la UNAM para tener acceso a lo que hoy se conoce como internet. Con el crecimiento que en los últimos años ha tenido internet, la UNAM tiene la idea de empezar a cambiar paulatinamente del protocolo IPv4 a IPv6, principalmente debido a que cada vez más usuarios desean conectarse a su red y previniendo que en un futuro estar conectado a internet será un requisito indispensable para la educación. Tan sólo la UNAM cuenta con una red de aproximadamente 25,000 computadoras. La UNAM como institución de investigación líder en cómputo y telecomunicaciones busca estar a la vanguardia en cuanto a las aplicaciones con internet se refiere, por tal motivo y previniendo el crecimiento de su red es que debe realizar un proceso de migración para satisfacer las necesidades futuras de interconectividad. Para ello se podría contemplar a IPV6 como una alternativa. Es importante señalar que la aplicación que a continuación se analiza no es la solución que se tendrá en el esquema final de la UNAM, ya que la información para ello es confidencial e intervienen otros factores como son el administrativo, político y financiero. Sin embargo, presentamos una propuesta de solución para el crecimiento de la red y el análisis de la misma se hace en base al procedimiento descrito en el capítulo 5 de este trabajo de tesis.

### 1.- Identificación de Infraestructura

La UNAM cuenta con una topología principal en delta donde utiliza ATM y enlaces de fibra óptica en sus nodos principales, además utiliza switches, hubs y ruteadores de marcas líderes como CISCO, 3com y Cabletron. La figura 6.6 muestra la red actual de la UNAM.

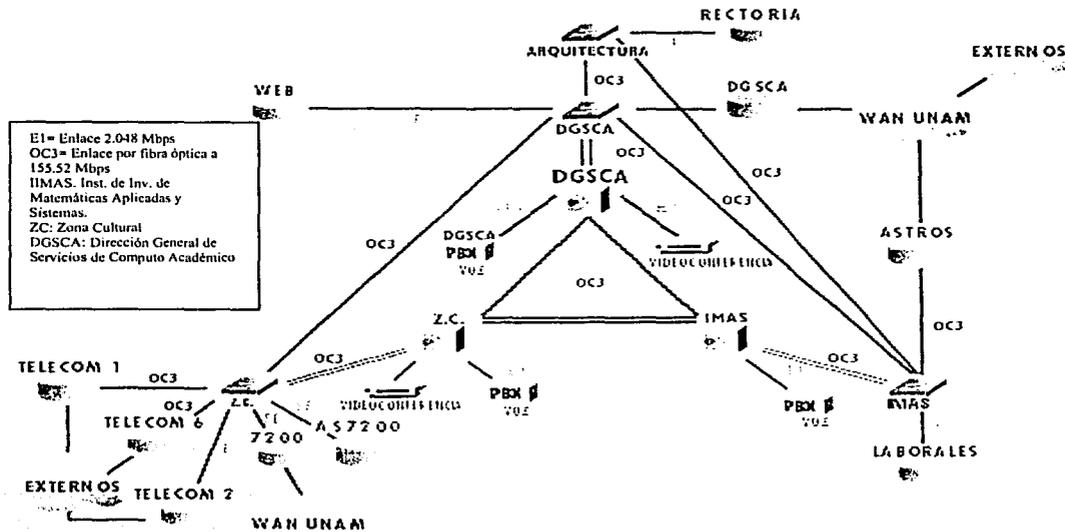


Figura 6.6

<b>Identificación de Infraestructura</b>	
Características de la red existente	Switches ATM modelo Nortel Passport 6800 Router Nortel BLN Router Cisco 2500. 7200 Switch Ethernet 3Com Anillo de fibra óptica para el campus universitario Enlaces E1, OC3 para el campus y enlaces E3 para el exterior
Recursos financieros	No disponible
Crecimiento proyectado	Emigrar toda la infraestructura IPv4 a IPv6 en el campus universitario
Políticas de operación y procedimientos administrativos	La migración se realizará en forma paulatina, la primera fase será de pruebas y durará 4 meses. En un principio se emigrarán algunos institutos con relacionados a informática, para que después de un periodo de un año se tenga totalmente la red UNAM trabajando sobre IPv6. Por el momento sólo se ocuparán sistemas operativos linux RedHat, Windows 2000 y Solaris 8
Opiniones del personal que utilizará la aplicación	Debido a que es una nueva tecnología se brindarán cursos y capacitación al personal que trabajará con ella, donde se hará énfasis en sus ventajas que presenta

Tabla 6.1

## 2.- Análisis de las tecnologías existentes

En el mercado existen una gran diversidad de equipos y proveedores de servicio que hacen consulta, diseño e implementación de soluciones, sin embargo debido a que este protocolo es nuevo se elabora la siguiente propuesta tomando la información que ha sido encontrada en la red

<b>ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES</b>	
Proveedores de servicios de redes	6bone, Spirent, Internet 2
Velocidades de transmisión	Desde un 2.048 Mbps en LAN y 10 Mbps en LAN
Tipos de redes y protocolos de transporte	Utilizar la red ATM e IPv4 de la UNAM
Dispositivos de conectividad	Ruteadores y switches con software que soporte IPv6
Compañías fabricantes y de servicios	CISCO, 3Com, Nortel

Tabla 6.2

## 3.- Propuestas de solución

La propuesta de solución consiste básicamente en hacer una descarga de nuevo software para los dispositivos con que ya cuenta la UNAM, por lo que el esquema es igual al presentado en la figura 6.1

#### 4. Evaluación de las Propuestas

Para evaluar cada parte de las propuestas, se califican en base a los siguiente:

CNG: Caso No Grave.

CG: Caso Grave

En donde:

Un CNG es aquella situación o falla que no afecta directamente el funcionamiento del equipo(no impide la puesta en servicio). Un CG es aquella situación o falla que afecta en el momento el funcionamiento del equipo y que en un futuro cercano se puede considerar como un caso crítico (impide la puesta en servicio). La parte que indica "cumple" se seleccionará toda vez que la prueba haya resultado satisfactoria. Las tablas 6.3 – 6.6 muestran el análisis de la propuesta que se elaboro para la solución de dicho proyecto.

*Propuesta*

REQUERIMIENTOS DE USUARIO				
	UNAM	Cumple	CNG	CG
Dispositivos y protocolos de usuario	IPv6 y los dispositivos que tienen actualmente la UNAM solo es necesario actualizar el software de los equipos, ya que todos los fabricantes de los dispositivos soportan en sus nuevas versiones IPv6			
Rendimiento mínimo requerido para datos del usuario	Posee una red adecuada para soportar grandes velocidades de transferencia de datos que fácilmente soportarán las aplicaciones futuras como telemedicina entre otras.			

Tabla 6.3

REQUERIMIENTOS FÍSICOS				
	UNAM	Cumple	CNG	CG
Interfaces físicas	Interfaces ópticas, V.35 y Ethernet 10/100 Base T			
Medios de transmisión	Cable coaxial, fibra óptica y cable par trenzado (UTP)			

Tabla 6.4

REQUERIMIENTOS DE RED				
	UNAM	Cumple	CNG	CG
Protocolos de redes LAN y WAN	IPv4, IPv6 y ATM			
Servicios de redes WAN	Se utilizará la red de comunicaciones de la UNAM y en un futuro tener acceso al Backbone IPv6			
Direcciones de los protocolos a usar	3FFE:8070::/64 hasta 3FFE::/64			
Capacidad de interconexión	Se utilizará la red de comunicaciones de la UNAM en CU para la primera fase, esperando adquirir acceso al nodo principal ubicado en Austin (6bononet) al final de la primera fase			
Costos de la interconectividad	No aplica debido al uso de un recurso ya existente			

Tabla 6.5

REQUERIMIENTOS DE APLICACIÓN				
	UNAM	Cumple	CNG	CG
Seguridad y confiabilidad	La confiabilidad y seguridad de IPv6 son altas debido a que uno de estos propósitos fue el de incrementar dichos parámetros para el usuario			
Protocolos de transporte a usarse	Ipv4 y ATM			
Flexibilidad para futuros cambios en la red	Debido a que es una tecnología nueva los cambios que se realicen serán más en las aplicaciones del usuario y no en el protocolo			
Mantenimiento	Al ocuparse la infraestructura de la UNAM el mantenimiento será bajo, o contratar proveedores			

Tabla 6.6

## 5.- Diseño final

El diseño final se presenta en la figura 6.4, cabe destacar que sólo los ruteadores les será actualizado la versión de software y serán creados túneles de IPv6 sobre IPv4, para convivir momentáneamente y salir al red internet.

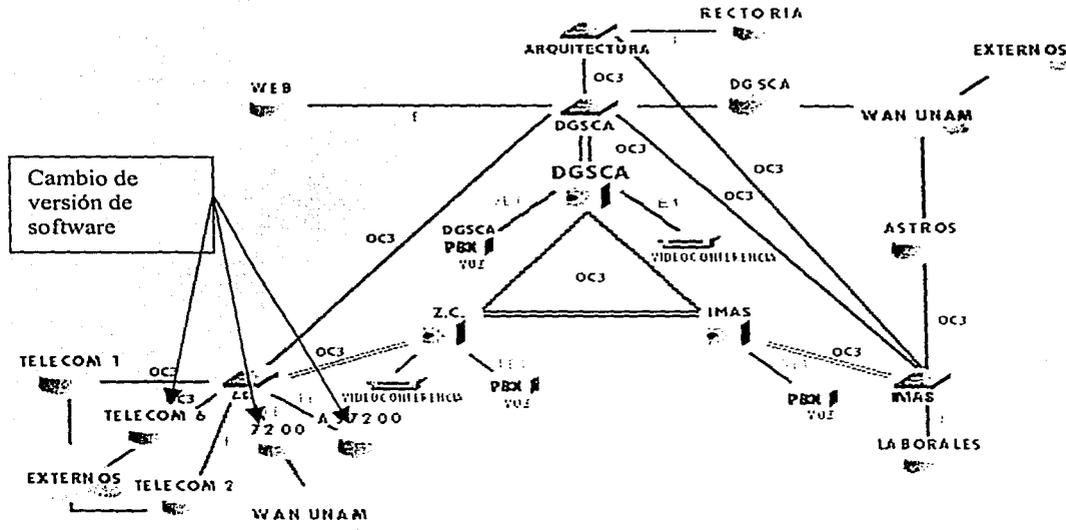


Figura 6.4

## 6.- Construcción y prueba de la Aplicación

La implementación queda fuera del alcance de este trabajo y como se menciono al principio la propuesta de solución es propia y no tiene que ver con el esquema final que será utilizado en la UNAM.

# CONCLUSIONES

---

- El avance de las tecnologías y sistemas de comunicaciones a nivel nacional e internacional, genera cada vez una mayor cantidad de información que es emitida por diversas instituciones entre las que se encuentran universidades, centros de investigación, empresas privadas, gubernamentales, etc., haciendo de la literatura de comunicación de datos muy extensa y variada por ello el presente trabajo de tesis se ha desarrollado de tal manera que abarque de una manera concreta los inicios de las comunicaciones, tomando como principales elementos el modelo OSI y los protocolos de comunicaciones, proporcionando un procedimiento de análisis y evaluación de sus aplicaciones.
- El modelo OSI surge como respuesta a las demandas de crecimiento y compatibilidad entre los sistemas cerrados del pasado. En el tiempo en que el modelo OSI es emitido gran parte de los protocolos de comunicaciones que son usados actualmente estaban en desarrollo y otros estaban ya en uso, por eso se dice que algunos de los protocolos de comunicaciones actuales no están basados en el modelo OSI. Sin embargo, esto no quiere decir que no puedan ser analizados desde la perspectiva de este modelo, ya que la organización internacional de estándares tomó en cuenta características de los protocolos que se desarrollaron antes de que el modelo OSI fuera emitido. Esto no significa que es la única vía de análisis de los protocolos de comunicaciones actuales y del futuro, sin embargo, como se ha señalado en este trabajo de tesis, actualmente el modelo OSI representa una de las vías mas adecuadas para comprender la operación de los protocolos de comunicaciones en los sistemas y redes de datos.
- La aparición del modelo OSI, en 1984, vino a definir la forma de como descomponer un problema complejo en pequeños problemas para los cuales es más fácil de encontrar una solución, a su vez define también los alcances de los protocolos de cada capa que comprende dicho modelo. Sin embargo, conforme a las necesidades y tendencias actuales en cuanto a velocidades transmisión y al manejo de los datos de los usuarios; posiblemente las organizaciones internacionales competentes en el campo de las telecomunicaciones estarán en un mediano plazo ante la necesidad de redefinir el modelo OSI o bien, tendrán que emitir un nuevo modelo que cumpla con las necesidades futuras. No podemos saber que será lo que dichas organizaciones decidan, pero posiblemente se vea la tendencia a reducir cada vez más el número de capas en los nuevos modelos.

- Existen muchas maneras de analizar un sistema de transferencia de datos, generalmente cada compañía, institución u organización tiene sus propios procedimientos o normas a cumplir, por lo que en éste trabajo de tesis se describe un procedimiento propio de análisis y evaluación de las aplicaciones de los protocolos de comunicaciones, basado en la característica principal del modelo OSI, la cual es dividir un problema complejo en otros más sencillos. Es importante mencionar que el procedimiento fue hecho tomando en cuenta el punto de vista de un diseñador que basa principalmente sus propuestas en las necesidades de los usuarios: las tecnologías existentes, la infraestructura y en las características principales de los protocolos de comunicaciones para presentar la mejor solución tecnológica de un proyecto de enlace de comunicación de datos.
  
- Actualmente los sistemas de comunicación de datos han tenido un crecimiento acelerado provocado por la gran demanda de conectividad entre usuarios, esto aunado a que los usuarios necesitan cada vez de una mayor velocidad de transmisión para sus aplicaciones. La tendencia de los sistemas de comunicación de datos es hacia el crecimiento de redes de alta capacidad lo cual puede cambiar a la sociedad en el futuro. Algunas de las tendencias encontradas durante la investigación son ATM, IPV6 y WAP, aunque pudiera pensarse que estos esquemas son más una realidad que una aplicación futura, la realidad es que algunos de estos conceptos son relativamente nuevos en nuestro país y algunas de estas tecnologías apenas están siendo introducidas en Europa y Estados Unidos. Por esto consideramos que pueden ser una referencia para los sistemas que pueden surgir a futuro y los hemos incluido en nuestro trabajo como una tendencia. Además es importante mencionar que generalmente el desarrollo de las nuevas tecnologías de comunicaciones son realizadas por empresas privadas, por universidades e institutos con apoyo económico del sector privado o gubernamental, por tal razón resulta difícil obtener información sobre el desarrollo de los futuros sistemas de comunicaciones. Sin embargo, podemos decir que existe una clara tendencia a reducir el número de capas que se pueden implementar en los dispositivos de comunicaciones haciendo que los protocolos de comunicaciones sean más eficientes en el manejo de datos de usuario. La tendencia en capa física es hacia tecnologías más seguras, eficientes y rápidas, de esta manera los protocolos de capa de enlace de datos están tendiendo a reducir algunas de sus características como es la de seguridad, pero sin perder otras como es el control de congestión. En cuanto a capa de red la tendencia es a conservar las características de direccionamiento y ruteo, sin embargo, se pretende incluir en esta capa características de capa de transporte como son seguridad y confiabilidad. Las características de los protocolos de capa de transporte, presentación, sesión y aplicación están siendo integradas en procesos de la capa de aplicación. De esta manera se hace más eficiente y rápida la comunicación de datos entre usuarios. Un ejemplo de esto es la migración de redes de X.25 a frame relay en décadas pasadas y en la actualidad de frame relay hacia ATM. También existe una cierta tendencia por parte de los fabricantes de dispositivos de comunicaciones a implementar en sus equipos protocolos que ofrezcan la capacidad de encapsular datos como son los tuncles y PAD's (Packet assembler/disassembler) ya que en muchas ocasiones es más fácil y económico actualizar el software en un equipo que cambiar toda la infraestructura de una red.

- Con base a lo anterior podemos decir que se cumplió con el objetivo de la tesis al desarrollar un procedimiento de análisis y evaluación de las aplicaciones en que los protocolos de comunicaciones intervienen hoy en día y de las posibles tendencias y estructuras que pueden adoptar, tomando como referencia el modelo OSI.

# GLOSARIO

---

**Ancho de banda.** Rango (las frecuencias comprendidas entre dos límites) de las frecuencias que se pueden pasar a través de un canal de comunicación o representa la capacidad máxima del circuito para mover bits por unidad de tiempo, y generalmente se mide en bits por segundo

**ANSI** Instituto Nacional Americano de Estándares

**ATM.** Protocolo de Modo de Transferencia Asíncrona

**Bipolar – AMI.** Representa al cero binario por la ausencia de una señal, mientras que al uno binario lo representa por un valor positivo o negativo de voltaje, los unos binarios siguen un esquema de alternación de polaridad.

**Bit C/R.** Este bit indica si se trata de una trama de comando o de respuesta. No es utilizado por el protocolo Frame Relay.

**Bit de dirección Extendida (EA)** El encabezado básico de la trama Frame Relay consiste de dos octetos conteniendo 10 bits para el DLCI, pero es posible extender el campo del encabezado para soportar direcciones mayores a 10 bits. El bit EA indica si el presente octeto es el último en el campo del encabezado. Para un encabezado de dos octetos, el bit EA debe ser puesto a cero en el primer octeto y en uno en el segundo.

**Bit de Elegibilidad para Descarte (DE).** Frame Relay utiliza el bit DE para eliminar tramas con el propósito de solucionar problemas de congestión de tráfico. El bit DE es prendido para indicar a los dispositivos de red que en el momento que ocurra algún problema de saturación en la red que la trama que tenga prendido este bit tiene mayor prioridad sobre las que traen el bit en cero para ser descartada.

**Bit de Elegibilidad para Descarte (DE).** Frame Relay utiliza el bit DE para eliminar tramas con el propósito de solucionar problemas de congestión de tráfico. El bit DE es prendido para indicar a los dispositivos de red que en el momento que ocurra algún problema de saturación en la red que la trama que tenga prendido este bit tiene mayor prioridad sobre las que traen el bit en cero para ser descartada.

**Cadena de bits.** Es una secuencia de dígitos binarios (unos y ceros).

**Campo de Chequeo de Secuencia (FCS):** El propósito de este campo es verificar que la trama recibida no tenga errores los cuales pueden haberse introducido durante el trayecto de la conexión de datos.

**Capa de Aplicación.** Las funciones que realiza esta capa incluye la identificación de socios de comunicación, la determinación de la disponibilidad de recursos y la sincronización de la comunicación.

**Capa de Enlace de Datos.** El propósito de la capa de enlace de datos es transferir bloques de datos sin errores entre nodos adyacentes, esta función se logra dividiendo los datos de entrada en bloques de datos llamados tramas o marcos de datos.

**Capa Física.** La capa física especifica los procedimientos y mecanismos eléctricos para activar ó desactivar un enlace físico, principalmente entre nodos adyacentes. Una conexión física puede involucrar la interconexión con dispositivos intermedios, en estos casos la transmisión de los datos a un nivel físico se realiza entre todas las entidades físicamente conectadas.

**Capa de Presentación.** La capa de presentación brinda una gama de funciones de codificación y conversión que se aplican a los datos de la capa de aplicación.

**Capa de Red.** Define procedimientos para establecer, administrar y terminar conexiones con redes de datos, enviar datos a las capas superiores, típicamente a la de transporte. Esta capa proporciona el encaminamiento o ruteo y funciones relacionadas que permiten a múltiples enlaces de datos combinarse en una red.

**Capa de Sesión.** Proporciona una serie de servicios a la capa de presentación y a su vez, hace uso de una serie de servicios de la capa de transporte.

**Capa de Transporte.** La capa de transporte debe implementar servicios confiables de datos entre redes, transparentes a las capas superiores.

**Caracter (o símbolo).** Es el elemento de un conjunto de símbolos o alfabeto. Los caracteres pueden ser representados por una secuencia de dígitos binarios. Existen varios códigos estandarizados utilizando codificación de caracteres, estos pueden ser el código estándar americano para el intercambio de información (ASCII), EBCDIC, Hollerit, Baudot, Morse y Murray.

**Circuitos Virtuales Conmutados (SVC).** Es una asociación temporal entre dos DTE's. Para inicializar un circuito virtual un DTE debe realizar una solicitud de llamada hacia la red. Este servicio asegura que exista un orden en ambas direcciones entre los DTE's. Este servicio es establecido cuando cualquiera de los dos equipos de usuario quieran comunicarse y es el más comúnmente empleado por el protocolo X.25.

**Circuito Virtual Permanente (PVC).** Es una asociación permanente entre dos DTE's los cuales no requieren de realizar una solicitud de llamada y de liberación de conexión, ya que este servicio proporciona una conexión permanente entre ambas terminales.

**Control de Error de Encabezado (HEC).** El HEC permite la revisión de los 5 bytes del encabezamiento y es capaz de corregir errores de 1 bit en el mismo.

**Datagrama.** Es la unidad de datos que el protocolo IP utiliza.

**Dígito binario (bit).** Es la unidad elemental de información para todos los sistemas digitales.

**DLCI.** También llamado puerto lógico es el identificador de la conexión virtual de Frame Relay se compone de 10 bits que son los primeros seis bits del primer byte del campo de encabezado y los 4 primeros bits del segundo byte del encabezado. El DLCI identifica conexiones virtuales de usuario a red (user to network UNI) ó red a red (network to network NNI).

**EIA.** Asociación de Industrias Electrónicas

**Encapsulamiento.** Es una función de empaquetado de datos en un encabezado particular de un protocolo

**Equipo del Circuito de Datos(DCE).** Su función es conectar los equipos DTE al canal o línea de comunicaciones y en la actualidad algunos contienen parte de los procesos de aplicación, sin embargo la función primordial es la de servir de interfaz entre el DTE y el canal de comunicaciones.

**Equipo Terminal de Datos (DTE).** Término para designar a la máquina del usuario final, que puede ser una computadora o una terminal.

**Ethernet Gigabit** Es una extensión del estándar de Ethernet 802.3. Opera a 1000 Mbps de ancho de banda para datos y conserva la compatibilidad con los dispositivos de red de Ethernet y Fast Ethernet. Utiliza el mismo formato y tamaño de trama que se utilizan en las redes IEEE 802.3 existentes.

**FDDI.** Se suele utilizar como una troncal de alta velocidad (hasta 100 Mbps) y utiliza una arquitectura de anillo doble a través del cual fluye tráfico en direcciones opuestas, estos anillos se conocen como principal y secundario.

**Frame Relay.** Protocolo que está orientado a la conmutación de paquetes, por lo cual este protocolo permite un uso del ancho de banda más eficiente, esto lo hacen compartiendo diferentes canales lógicos en el mismo canal físico, esto debido a que ocupan de manera dinámica el uso del medio de transmisión.

**Fuentes analógicas.** Representan la magnitud a transmitir de una forma análoga a la que se tiene en la realidad. Por lo tanto, la correspondencia entre lo transmitido y lo representado es directa.

**Fuentes digitales.** Se caracterizan porque representan la información mediante un conjunto discreto de símbolos tomados de un conjunto finito de valores.

**GFC.** Control de flujo genérico que se utilizan solamente por las conexiones UNI

**GPRS.** Servicios de Radiotransmisión de Paquetes de Datos Generales, una extensión de GSM

**GSM.** Sistema Global para Comunicaciones Móviles.

**http.** Protocolo de transferencia de hipertexto

**HTML.** Lenguaje de marcado de hipertexto.

**Identificador del Canal Virtual (VCI).** Usado en conjunto con el VPI para identificar el siguiente destino de la celda.

**Identificador de Ruta Virtual (VPI).** Usado en conjunto con el VCI para identificar el siguiente destino para la celda. Es una conexión lógica, semipermanente sobre una secuencia de enlaces físicos.

**IEEE** Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

**Intranet.** Red constituida por el uso estructurado de tecnologías Internet dentro de la empresa. Estas tecnologías incluyen sobre todo a los siguientes protocolos y lenguajes; TCP/IP (y sus protocolos asociados), HTML, HTTP, SMTP.

**IPv4.** Versión del protocolo de internet de mayor uso

**IPv6.** Es una nueva versión de IP y representa una fuerte evolución con respecto a IPv4.

**ISO.** Organización Internacional de Estándares

**ITU.** Unión Internacional de Telecomunicaciones

**LAN.** Red de Área Local

**MAC.** Define como se accesa al medio de transmisión, incluyendo el direccionamiento y formato de la trama, manejo de la estafeta, los algoritmos para el cálculo del valor de CRC y el mecanismo de recuperación de errores.

**MAN.** Red de Área Metropolitana

**Manchester.** En el código Manchester, existe una transición a la mitad del período de un bit, para una transición de un nivel bajo a alto representa un uno, mientras el cambio de un nivel alto a bajo representa un cero.

**Manchester Diferencial.** La codificación de un bit cero esta representada por la transición de un nivel de voltaje al inicio del período del bit y el uno esta codificado por la ausencia de transición al inicio del periodo del bit.

**Medio de Transmisión.** Este es el medio físico por el cual los equipos DCE establecen el intercambio de información, pudiendo ser: cable coaxial, par trenzado, fibra óptica, radio frecuencia, enlace vía satélite, etc.

**NNI.** Interfase red a red

**No orientado a conexión.** Significa que los paquetes de información, que serán transmitidos a la red, son tratados independientemente, pudiendo viajar por diferentes caminos o diferentes trayectorias para llegar a su destino.

**NRZ.** Códigos que utilizan esta forma mantienen constante el nivel de voltaje durante el intervalo del bit, es decir, no hay transición (o no hay un retorno a cero).

**NRZI.** Una transición de un nivel bajo a al alto o viceversa denota el inicio de un uno, la no-transición de niveles se toma como un cero binario

**PMD (Protocolo Dependiente del Medio Físico).** Define las características del medio de transmisión, incluyendo los enlaces por fibra óptica, los niveles de potencia, las tasas de error, y conectores.

**Prioridad de Perdida de Congestión (CLP).** Indica si la celda deberá ser descartada al encontrar alto nivel de congestión en su movimiento a través de la red. Si el bit de CLP es igual a 1, si la celda deberá ser desechada preferentemente que celdas con el bit CLP igual a cero.

**Programas o Procesos de Aplicación (AP).** Es la interfase que maneja el usuario final. Habitualmente es un programa de computadora.

**Protocolo.** Descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que rigen el modo de transferir datos.

**Protocolos orientados a bit.** Son aquellos que no incorporan en su estructura ningún carácter destinado a cumplir reglas o funciones específicas, de tal forma que sus funciones son ejecutadas a partir de secuencias de dígitos binarios estructurados para realizar una función determinada.

**Protocolos Orientados a Byte.** En los protocolos orientados a byte existe un conjunto de caracteres convencionales para desempeñar determinadas funciones.

**Pseudoternario.** Sigue la misma filosofía del Bipolar – AMI, solo que el bit uno es representado por la ausencia de señal y el bit cero por voltajes alternados (positivos y negativos).

**SDLC (Synchronous Data Link Control).** Fue el primer protocolo de la capa de enlace de datos que basaba su operación en una transmisión síncrona orientada a bits

**SDH.** Jerarquía Digital Síncrona

**SMTP.** Protocolo simple de transferencia de correo

**TCP/IP.** Transfer Control Protocol Internet Protocol

**Tipo de Carga (PT).** El primer bit indica ya sea que la celda contiene datos del usuario o datos de control. Si la celda contiene datos del usuario, el segundo bit indica la congestión y el tercer bit indica si la celda es la última de la serie de celdas que representan una sola trama de AAL. Es decir identifica el tipo de información contenida en la celda: de usuario o de control y manejo.

**Transmisión Asíncrona.** La transmisión asíncrona consiste en que a cada byte (carácter) transmitido se le agrega al inicio un bit, y en seguida una serie de 5 u 8 bits que conforman un carácter, finalmente llega el bit de paro o fin.

**Transmisión dúplex.** Permite la transmisión en ambos sentidos simultáneamente. Un ejemplo de este modo de transmisión es la telefonía.

**Transmisión Semidúplex.** No permite la transmisión simultánea en ambos sentidos, sino alternativamente. Un ejemplo de este modo de transmisión es la radiocomunicación móvil.

**Transmisión Simplex.** Sólo se permite la transmisión en un sentido, desde la fuente hasta el receptor. Un ejemplo de este modo de transmisión es la radiodifusión.

**Transmisión Síncrona.** bloques de caracteres o bits son transmitidos sin códigos de inicio y fin entre estos, para hacer posible esto es necesario suministrar una señal de reloj la cual sincronice el equipo receptor y el transmisor. En la transmisión síncrona los datos vienen acompañados de información de control, a estas dos partes se le denomina trama.

**Túnel.** Interfase diseñada para proporcionar los servicios necesarios para implementar cualquier esquema de encapsulamiento estándar punto a punto.

**UMTS.** Siglas que en inglés hace referencia a los servicios universales de telecomunicaciones móviles de "tercera generación".

**UNI.** Interfase usuario red

**Verificación Cíclico de Redundancia (CRC).** Este método consiste en dado un bit  $k$  de un mensaje, el transmisor genera una secuencia de  $n$  bits conocida como FCS (Frame Check Sequence), así que el resultado de la cadena de bits consiste en  $k + n$  bits, la cual es exactamente divisible por varios números predeterminados. El receptor divide la cadena bits por el mismo número y si no hay residuo, el receptor asume que no hubo errores en la cadena transmitida.

**VHE.** Entorno de Hogar Virtual

**WAN.** Red de Área Amplia

**WAP.** Protocolo de aplicación inalámbrico

**WWW.** World Wide Web (Red www)

**X.25.** Protocolo de conmutación de paquetes de redes de datos, el cual define una recomendación internacional de conmutación de datos así como el control de información entre el dispositivo de usuario (Equipo terminal de datos, DTE) y un nodo de red (Equipo Terminal de comunicaciones DCE). X.25 utiliza un servicio orientado a conexión lo cual asegura que los paquetes serán transmitidos en orden.

# BIBLIOGRAFÍA

---

- Ford, Merilee (et al), Tecnologías de interconectividad de redes, México, Prentice Hall, 1998, 736 p.
- Black, Uyles, Redes de computadores, México, Alfa Omega Grupo Editor, 1997, 585 p.
- Black, Uyles, Frame relay networks, 2ª ed., New York, McGraw-Hill, 1995, 276 p.
- Black, Uyles, ATM volume I, Foundation for broadband networks, 2ª ed., New York, McGraw-Hill, 1995, 446 p.
- Parrao López , Manuel, Introducción a la red de datos pública UNINET, México, Inttelmex, 1996, 206 p.
- Parker, Timothy, Aprendiendo TCP/IP en 14 días, 2ª ed., México, Prentice Hall, 1997, 480 p.
- IBM, Synchronous Data Link Control Concepts, Estados Unidos, IBM, 1982, 86 p.
- Schlar K, Sherman, Inside X.25: A manager's guide, New York, McGraw-Hill, 1990, 300 p.
- Motorola Codex, The basics book OSI and Network Management, Estados Unidos, Addison Wesley, 1993. 59 p.
- Motorola Codex, The basics book of X.25 packet switching, 2ª ed., Estados Unidos, Addison Wesley, 1992. 73 p.
- Motorola Codex, The basics book of frame relay, Estados Unidos, Addison Wesley, 1992. 80 p.
- Tanenbaum S., Andrew, Computer networks, 2ª ed., Prentice may, 1988, 658 p.
- Stallings, William, Data and Computer Communicattions, 4ª ed., Prentice Hall, 1994, 875 p.
- Held, Gilbert, Understanding data Communicattions from fundamentals to networking, John wiley and Suns, 1991, 545 p.
- Hammond L., Joseph et al, Telecommunicattions protocols and design, Addisn Wesley, 1992, 716 p.

Comer E., Douglas, Internetworking with TCP/IP Volume I, Principles, Protocols and Architecture, 3<sup>a</sup> ed., Prentice Hall, 1995, 613 p.

Calrk, D. D.(et al), Applications, technologies, architectures and protocols for computer communicattion, 1990

Request for Comment 768, User Datagram Protocol

Request for Comment 791, Internet Protocol,

Request for Comment 793, Transmisión Control Protocol

Request for Comment 814, Names, Addresses Ports and Routes

Request for Comment 1166, Internet Numbers

Request for Comment 1180, TCP/IP Tutorial

ITU-T Recommendation X.25, **Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-terminating Equipment (DCE) for terminals operating in the packet mode and connected to public data networks by dedicated circuit**, ITU -T,1996, 179 p.

Wireless Application Protocol Forum, **Wireless Application Protocol Architecture Specification**, Wireless Application Protocol Forum , 1998, 20 p.

Microwave Data Systems, **MDS4310 Radio Transceiver**, California Microwave, 1996, 94p.

Se consultaron para este trabajo de investigación las siguientes direcciones de internet:

<http://www.newbridge.com>

<http://www.cofetel.gob.mx>

<http://www.faqs.org/rfcs>

<http://www.internet2.edu>

<http://www.fcc.gov>

<http://www.ipv6.org>

<http://www.ipv6forum.com>

<http://www.frforum.org>