

27



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**CAMPUS ARAGÓN**

**“PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN  
DE REDES”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECANICO  
ELECTRICISTA  
AREA: ELECTRICA -ELECTRÓNICA**

**P R E S E N T A:**

**BEN HUR ANSELMO ESPINOSA RAMÍREZ**

**ASESOR:  
ING. RAÚL BARRÓN VERA**

**MÉXICO**

**2001**

30/02/01



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.



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I GENERALIDADES DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
1.1 QUÉ ES UNA RED DE COMUNICACIONES? .....	5
1.2 HISTORIA DE LAS REDES .....	5
1.3 OBJETIVO DE LAS REDES .....	7
1.4 BENEFICIO DE LAS REDES.....	8
1.5 COMPONENTES DE UNA RED.....	11
1.6 ESTRUCTURA DE UNA RED DE COMUNICACIONES .....	13
1.7 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES .....	14
1.7.1 Clasificación de redes por su administración .....	15
1.7.2 Clasificación de redes por su servicio.....	16
1.7.3 Clasificación de redes por su técnica de conmutación .....	17
1.7.4 Clasificación de redes por su cobertura.....	19
1.8 TOPOLOGÍAS DE REDES .....	20
1.8.1 Topología tipo estrella .....	21
1.8.2 Topología tipo anillo .....	23
1.8.3 Topología tipo bus .....	24
1.8.4 Topología tipo malla .....	25
1.8.5 Topología tipo árbol.....	26
1.9 MODOS DE TRANSMISIÓN .....	27
1.9.1 Simplex .....	28
1.9.2 Half Duplex .....	28
1.9.3 Full Duplex.....	29
1.9.4 Full/full Duplex .....	30
1.10 FORMAS DE TRANSMISIÓN .....	30
1.10.1 Transmisión serie .....	31
1.10.2 Transmisión paralelo.....	31
1.11 TIPOS DE TRANSMISIÓN .....	32
1.11.1 Síncrono.....	32
pp    1.11.2 Asíncrono.....	33
1.11.3 Otros tipos de transmisión.....	34
1.12 CÓDIGOS DE COMUNICACIÓN DE DATOS .....	34
1.12.1 Código EBCDIC .....	35
1.12.2 Código ASCII .....	36
1.13 MEDIOS DE TRANSMISIÓN .....	38
1.13.1 Medios de transmisión guiados .....	38
1.13.2 Medios de transmisión no guiados .....	43



# INTRODUCCIÓN

En el transcurso de la historia, el hombre a tenido que crear técnicas, sistemas, tecnología, métodos que le permitan hacer su vida mas cómoda satisfaciendo de esta manera sus necesidades.

A medida que el hombre ha ido evolucionando, esas creaciones han evolucionado con el, debido esto en parte a que no han sido de uso exclusivo y al estar operando con diferentes personas, han sufrido cambios, adecuaciones y en ocasiones se han convertido en multifuncionales.

Debido a la diversidad de idiomas que se hablan en diferentes regiones del planeta, el hombre ha tenido que crear sus inventos o hacer sus modificaciones de tal manera que cualquier persona que intente operar con dichas creaciones en cualquier parte del mundo pueda lograrlo sin tener complicaciones.

Trasladando esto a la época actual, con las comunicaciones modernas, se tiene la necesidad de hacer compatibles los sistemas de transmisión de datos creados. Es decir los sistemas que son diseñados en un determinado país con una normalización distinta a la existente en otro país en donde se requiera establecer la comunicación con tecnología y normalización propia deben poder comunicarse sin problemas.



# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN

En el pasado se llevaba a cabo la comunicación a larga distancia con medios como sonidos de tambor, señales de humo, palomas mensajeras, torres de señales, corredores, semáforos y señales luminosas. Estas formas de comunicación han quedado superadas por la comunicación eléctrica. La cual emplea medios como el telégrafo, el teléfono, la radiodifusión y la televisión. El invento mas importante de los últimos años ha sido la computadora y el satélite.

Hoy en día una computadora conectada a Internet muestra una forma avanzada de comunicación. Con las computadoras conectadas en red se puede lograr una compartición de recursos que viene a eficientar todo un sistema y de esta manera obtener los mejores resultados.

Una red puede ser tan pequeña como dos computadoras enlazadas por un cable o tan grande que conecte cientos de computadoras y dispositivos periféricos en diversas configuraciones y regiones físicas.

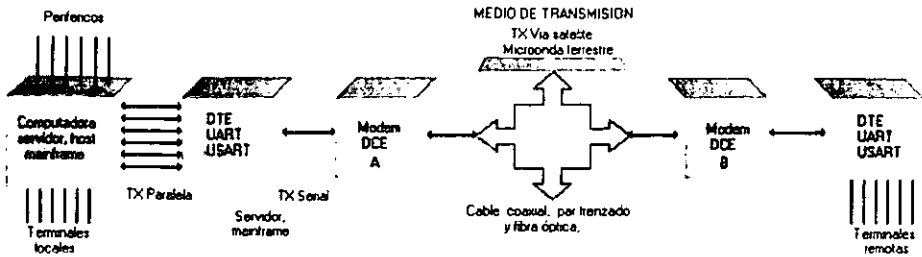


## PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

---

través de la red a otra computadora. La posibilidad de compartir la carga redundante en una mejor utilización de los recursos. Estos recursos pueden ser discos duros de alta capacidad, dispositivos de lectura/escritura láser, impresoras, módems etc.

- Alta confiabilidad al contar con fuentes alternativas de suministro. Las redes también pueden facilitar la función crítica de tolerancia ante fallos. En el caso de una falla en la computadora principal otra computadora con características similares puede ocupar su lugar y asumir el control de las operaciones aunque se reduzca el rendimiento. Esta posibilidad es de especial importancia, por ejemplo, en aplicaciones militares, bancarias, control de tráfico aéreo, seguridad de reactores nucleares y muchas más, la capacidad para seguir operando pese a problemas de hardware es de suma importancia.
- El uso de las redes permite disponer de un entorno de trabajo muy flexible. Los empleados pueden trabajar en casa utilizando terminales conectadas mediante redes a la computadora de su oficina. Muchos empleados utilizan terminales o computadoras portátiles en sus viajes y se conectan mediante los terminales telefónicas de las habitaciones de sus hoteles. Se pueden enviar fax, e-mail y transferir archivos desde cualquier lugar en donde nos encontremos. Otros empleados se desplazan a oficinas lejanas y mediante redes conectadas al servicio telefónico, pueden transmitir y recibir información entre sus computadoras. Esto es con la finalidad de mejorar la productividad de la empresa y del mismo usuario.



**Figura 1.1 Estructura de un sistema de comunicaciones**

La finalidad de las redes de comunicaciones, es conectar un ECD con un ETD de forma que puedan compartir recursos, intercambiar datos, apoyarse entre sí y permitir a los empleados realizar su trabajo desde lugares geográficamente remotos.

En la figura 1.1 podemos ver que una red proporciona comunicaciones lógicas y físicas entre las terminales y computadoras conectados. Las aplicaciones y archivos emplean el canal físico para realizar comunicaciones lógicas.

## 1.7 Clasificación de las redes

Existen varios tipos de redes de comunicación, estas pueden ser clasificadas y divididas de la siguiente manera.

### 1.- Por su administración

- a) Redes públicas.
- b) Redes privadas.



### 1.7.4 Clasificación de redes por su cobertura

La característica principal por la cual se clasifica cada red es por la distancia o zona geográfica en la que operan cada una de estas. Otra de sus características son: su velocidad de transmisión, la aplicación direccionada de cada caso, los medios físicos de transmisión y el equipo involucrado.

a) **Redes LAN.** Redes de Area Local (Local Area Network). La tecnología en que se basa empezó a adquirir interés a partir de los años 70's, y es en la actualidad uno de los sectores de más rápido crecimiento dentro de la industria de comunicación de datos. Lo que impulsa a las empresas hacia las redes locales es el incremento de la productividad.

La idea básica de una red local es facilitar a todos los equipos terminales de datos de una oficina o edificio. El acceso a otros dispositivos como son: computadoras, maquinas de fax, módems de alta velocidad, impresoras, archivos electrónicos y bases de datos, una red local se configura de manera que proporcione los canales y protocolos de comunicación necesarios para el intercambio de datos entre computadoras y terminales.

Las redes LAN tienen velocidades de transmisión desde 1 Mbps hasta 100 Mbps con una tasa de error menor, por lo cual proporcionan y determinan la seguridad y confiabilidad de la red.

b) **Redes MAN.** Las Redes de Area Metropolitana (Metropolitan Area Network) generalmente son las que interconectan a las redes LAN. Estas principalmente cubren o enlazan ciudades, es decir, unen conjuntos de edificios u organizaciones. Las MAN's están facultadas para transportar





red tienen sus inconvenientes. El principal de ellos es que un único canal une a todos los componentes del anillo. Si falla el canal entre dos nodos, falla toda la red.

### 1.8.3 Topología tipo bus

La arquitectura de bus se compone de un número de nodos y sus correspondientes interfaces conectadas a lo largo de un único segmento o canal. El bus es muy conveniente para las redes debido a su bajo costo, pero está limitado en cuanto a la distancia. Es una disposición muy popular en redes de área local. El control de tráfico entre los ETD es relativamente simple, ya que el bus permite que todas las estaciones reciban la transmisión. Es decir, cada estación puede difundir la información a todas las demás.

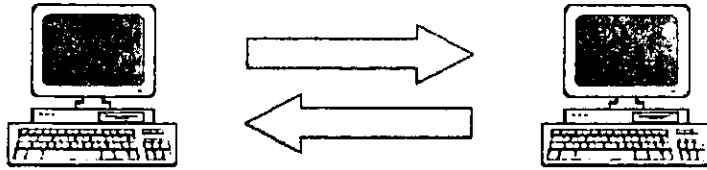
Figura 1.4

Cuando una estación deposita un mensaje en la red, esta información es difundida a través del bus y todas las estaciones están capacitadas para recibirla. Debido al hecho de compartir el medio físico, antes de transmitir un mensaje cada nodo debe averiguar si el bus está disponible para él.

Esta topología utiliza cable coaxial de bajo costo y una gran variedad de controladores y conectores proporcionando una interesante colección de variaciones dentro de la red a los usuarios.

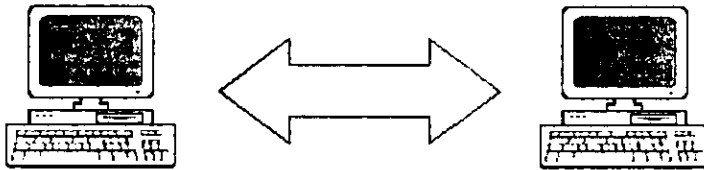


**Figura 1.8 Transmisión tipo Half Dúplex**



### 1.9.3 Full Duplex (FDX).

En este modo la transmisión de datos se realiza en ambas direcciones simultáneamente, si y solo si, la transmisión es entre dos estaciones. Las líneas de full duplex también se llaman de dos sentidos simultaneas, duplex o líneas de dos sentidos. Un sistema telefónico estándar es un ejemplo de este tipo de transmisión.



**Figura 1.9 Transmisión tipo Full Dúplex**

El modo full duplex es ampliamente utilizado en aplicaciones que requieren un uso continuo del canal, alto rendimiento y rápida respuesta. En la figura 1.9 se muestra este modo de transmisión.



### 1.11.3 Otros tipos de transmisión

Existen otros tipos de transmisión empleados en sistemas de mayor complejidad y velocidad. Entre los más importantes se mencionan:

- Isocrono
- Anisocrono
- Pleosincrono

### 1.12 Códigos de comunicación de datos

Tal vez el código más conocido en el ámbito popular es el Morse, sin embargo este no es práctico. En el transcurso del tiempo se fueron desarrollando nuevos códigos, entre los que destacó el Código Baudot, este usaba el mismo número de elementos para representar a cada carácter, por lo cual era adecuado para su uso con sistemas automáticos.

Sin embargo, tenía gran limitación, impuesta por los sistemas electromecánicos de la época, que consistía en el uso de sólo 5 elementos con lo cual el número máximo de combinaciones diferentes era de 32, cifra insuficiente para representar el alfabeto y los 10 dígitos decimales, así como los diferentes signos de puntuación. Este problema, sin embargo se resolvió desdoblado cada elemento en dos diferentes, según el estado de una tecla de control.

Debido al enorme campo que se abría al implementar más y más sistemas, se vieron en la necesidad de crear más códigos, así los sistemas



### a) Pares trenzados

#### Descripción física

Se trata de dos hilos conductores de cobre envueltos cada uno de ellos en un aislante y trenzado el uno alrededor del otro. Generalmente se tienen varios pares trenzados que se encapsulan con una cubierta protectora en un mismo cable. El aislante tiene dos finalidades: protegen de la humedad al cable y aíslan los cables eléctricamente unos de otros. Comúnmente se emplean polietileno, PVC.

Los hilos empleados son de cobre sólido de 0.2 - 0.4 mm de diámetro. El trenzado que llevan protege de las interferencias y diafonía. El paso de torsión de cada cable puede variar entre una torsión por cada 7 cm en los de peor calidad y 2 vueltas por cm. en los de mejor calidad.

#### Tipos de par trenzado

Existen dos tipos de par trenzado:

1. **UTP: Unshielded Twisted Pair (Par trenzado sin apantallar, ver figura 1.15).** Muy sensible a interferencias, tanto exteriores como procedentes de pares adyacentes. Es muy flexible y se suele utilizar habitualmente en telefonía. Su impedancia característica es de 100 ohms. La norma EIA/TIA 568 los divide en varias categorías, destacando:

- Categoría 3: velocidad de transmisión; de 16 MHz a 100 m de distancia máxima.



## PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

---

Cuanto mayor sea la frecuencia de transmisión, es más factible confinar la energía en una dirección.

Básicamente se emplean tres tipos de ondas del espectro electromagnético para comunicaciones:

- Microondas: 2 GHz - 40 GHz. Muy direccionales. Pueden ser terrestres o por satélite.
- Ondas radio: 30 MHz - 1 GHz. Omnidireccionales.
- Infrarrojos:  $3 \cdot 10^{11}$  -  $2 \cdot 10^{14}$  Hz.



## **CAPÍTULO II**

### **NORMALIZACIÓN Y MODELO DE REFERENCIA**

La creciente demanda de tecnología de comunicaciones trajo el surgimiento de una gran variedad de empresas. Las características de los productos fabricados eran propias de cada empresa, lo cual trajo como consecuencia un mayor costo de producción e incompatibilidad entre los equipos . Para evitar estos problemas, surgieron organizaciones voluntarias por todo el mundo encargadas de estandarizar toda la tecnología que se fabricara. Con la finalidad de que la mayoría de los equipos de comunicación fuesen compatibles, reduciendo así en parte el costo de producción.

El modelo de referencia OSI (Open Systems Interconection) fue desarrollado por la Organización Internacional de Estandarización para establecer una estructura común dentro de las redes de comunicación , dividiendo el conjunto de tareas de comunicación en siete capas.



## PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

---

telefónicas generales, y la serie X referidas a las redes públicas y privadas de datos.

Su norma más conocida es la X.25, que define las interfaces entre terminales de datos y redes públicas. La norma más recientemente desarrollada por este grupo, es el X.400 para el correo Electrónico.

En el apéndice A, la tabla A.1 y A.2 respectivamente muestra una lista de las recomendaciones de la serie V y X más usadas en la transmisión de datos.

### **2.1.3 Asociación de Industrias Electrónicas (EIA)**

La Asociación de Industrias Electrónicas es una asociación comercial americana que representa a la comunidad de alta tecnología. Lleva muchos años desarrollando estándares específicamente en el campo de la electrónica, se compromete en actividades de estandarización que normalmente tratan con el hardware y la interconexión física del equipo.

La fundación inicial de la organización se estableció en 1924 como Radio Manufacturers Association para coordinar y discutir problemas emitidos en el campo de la electrónica.

Sus miembros son en sí compañías electrónicas manufactureras. La organización se compone de 200 comités técnicos. Los miembros de las compañías pueden escoger a los miembros en una o más divisiones que dependen de los productos que ellos fabrican o comercializan.

Sus normas más ampliamente reconocidas son la series RS (por ejemplo RS-232, RS-449, RS-485) que define la conexión física de dispositivos de



### **Request for Comments (RFC).**

Los documentos denominados *Request for Comments* (RFC) contienen información de gran interés acerca de Internet. Existen miles de estos documentos con información sobre cualquier aspecto relacionado con la red. Los RFC comenzaron a funcionar sobre el año 1969 como un medio informal de intercambio de ideas entre la comunidad investigadores de temas concernientes a las redes. Estos documentos se distribuían inicialmente de forma impresa por correo convencional hasta que la transferencia de ficheros a través de FTP (*File Transfer Protocol*) se comenzó a utilizar. Con el paso del tiempo los RFC se han convertido en una manera más oficial de presentar los protocolos de Internet, aunque aún se crean algunos de estos documentos con carácter únicamente informativo.

Los RFC se utilizan actualmente para fines de investigación y desarrollo de Internet por el *Network Working Group*, y en ellos se documentan los protocolos y estándares ya existentes, o bien las propuestas de nuevos protocolos o nuevas versiones de los actuales esperándose que se conviertan en un estándar.

A cada RFC se le asigna un número siempre distinto para poder identificarlo, incluso cuando un RFC ya existente se modifica o actualiza se obtendrá un nuevo documento con su propio número exclusivo. Por este motivo y como las revisiones se producen continuamente se hace necesario el uso de un índice en el que se puede encontrar el número correspondiente a la última revisión de un determinado documento.





# PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

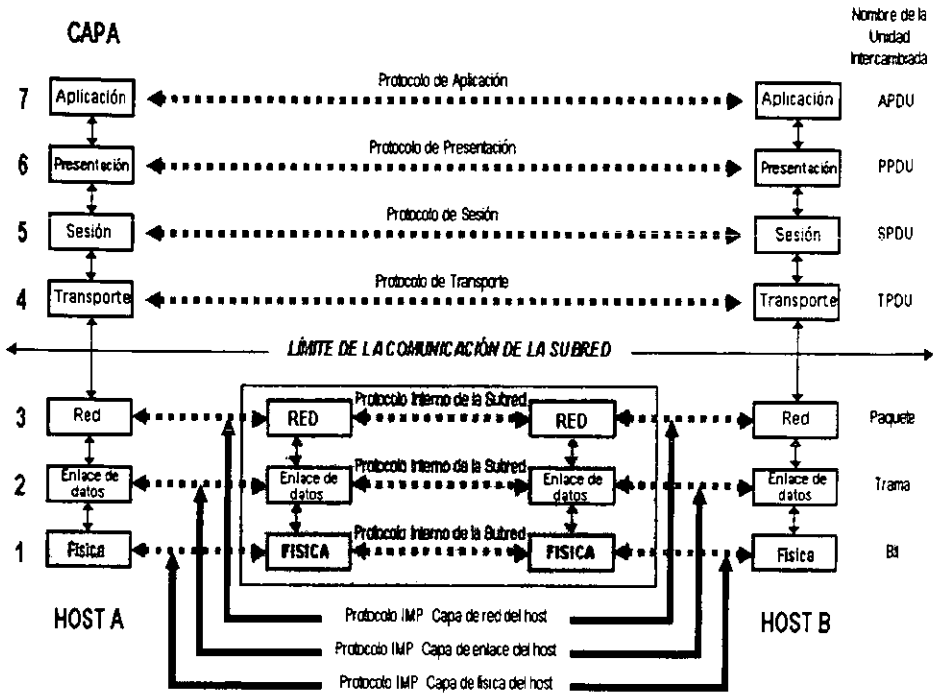


Figura 2.2 El modelo de referencia OSI

Así las capas se pueden comunicar transparentemente a través de las capas bajas con su capa equivalente en el otro extremo de la red de comunicaciones.

La aproximación en capas asegura modularidad y la facilidad de que los programas de red puedan mejorarse de forma incremental sin necesidad de introducir cambios revolucionarios. La modularidad permite al "hardware" y al "software" de un distribuidor funcionar con los productos de otra marca, que soporten los mismos estándares en cada capa.



## PROCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

---

**Capa de Sesión.** Esta capa permite que los usuarios de máquinas diferentes puedan establecer sesiones entre ellos. A través de una sesión se puede llevar a cabo un transporte de datos ordinario, tal como lo hace la capa de transporte, pero mejorando los servicios proporcionados y que algunas aplicaciones pueden utilizar. Una sesión podría permitir a un usuario tener acceso a un sistema de tiempo compartido a distancia, o transferir un archivo entre dos máquinas.

Uno de los servicios de esta capa consiste en manejar el control de diálogo. Las sesiones permiten que el tráfico vaya en ambas direcciones al mismo tiempo, o bien, en una sola dirección en un instante dado. Si el tráfico solo puede ir en una dirección en un momento dado, la capa de sesión ayudará al seguimiento de quien tiene el turno.

Otro de los servicios de esta capa es la sincronización. La capa de sesión proporciona una forma para insertar puntos de verificación en el flujo de datos, con el objeto de que, después de una posible caída del sistema solo tengan que repetirse los datos que se encuentren después del último punto de verificación.

**Capa de Presentación.** Esta capa realiza ciertas funciones que a menudo se necesitan y para lo cual conviene más tener una solución general, que dejar que cada uno de los usuarios resuelvan los problemas.

En particular y a diferencia de las capas inferiores, que únicamente están interesados en el movimiento fiable de bits de un lugar a otro, esta capa se ocupa de los aspectos de sintaxis y semántica de la información que se transmite. Un ejemplo de esta capa es lo relacionado con la codificación de datos conforme a previos acuerdos. También está relacionado con otros



## PROCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

---

que llama. Al oír el timbre se descuelga el teléfono y comienza la comunicación.

4. Cuando la llamada se ha establecido, la capa 4 (transporte) se emplea para asegurar que los mensajes solicitados se envían sin pérdidas. Si la calidad de la línea se degrada, ambas partes pueden acordar interrumpir la llamada colgando y una de ellas volverá a llamar para establecer de nuevo la comunicación.

5. En la capa 5 (sesión) se proporcionan protocolos que permiten al que llama establecer una sesión con otra persona de la oficina a la que se llama, preguntando por esa persona e identificándose. Se establece un flujo de control entre ambas personas que están hablando entre sí.

6. En la capa 6 (presentación) se resuelven los problemas del lenguaje. Si ambas partes no hablan la misma lengua, pero ambas tienen un traductor, se puede especificar que la conversación se desarrolle con el traductor. Si el asunto es confidencial, se puede acordar el empleo de cables para identificar algunos términos.

7. La capa 7 (aplicación) depende de la forma en que las dos personas que se comunican deseen intercambiarse el mensaje.



## **CAPÍTULO III**

### **PROCOLOS DE COMUNICACIÓN**

En las redes de comunicación se debe tener una arquitectura de red, la cual nos indica como se encuentra estructurada la red de acuerdo al número de capas que establece el modelo de referencia OSI. Cada capa dentro de la red consiste de una serie de protocolos específicos para la comunicación. Así mismo para obtener una transmisión de información sin ningún problema, también se hace necesaria la utilización de los protocolos de comunicación para asegurar la comunicación entre los equipos de comunicación.

Los protocolos son una serie de reglas y estándares definidos para la comunicación y transferencia de información dentro de una red. Se encuentran conformados de acuerdo a un formato predeterminado, de tal forma que el receptor debe saber que tipo de información está recibiendo.



- Las reglas de intercambio de mensajes.

### 3.4.1 Especificación del servicio

- El objetivo del protocolo es la transferencia de archivos texto como secuencia de caracteres a través de una línea telefónica, con detección y corrección de errores.
- Transferencia Full Dúplex.
- Reconocimientos positivos y negativos para el tráfico de A a B son enviados por el canal de B a A y viceversa.
- Cada mensaje contiene dos partes
  - a) Información
  - b) Control aplicado al tráfico en el canal inverso.

### 3.4.2 Vocabulario del protocolo

Define tres tipos de mensajes:

- *ack*. Mensaje combinado con un reconocimiento positivo.
- *nack*. Mensaje combinado con un reconocimiento negativo.
- *err*. Mensaje con error de transmisión.

### 3.4.3 Formatos de los mensajes

Cada mensaje consiste de dos campos de tamaño fijo:

- Campo de control que identifica el tipo de mensaje.
- Campo de datos conteniendo el carácter.



## PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

---

En el momento de la transmisión, el extremo emisor calcula el bit de paridad y lo agrega a los datos. El receptor recalcula la paridad y la compara con el criterio utilizado.

Es evidente que el método no asegura que no hayan ocurrido errores. Basta que cambien el valor de dos bits de datos simultáneamente para que la paridad sea correcta pero el dato no. El chequeo de Paridad Vertical disminuye la probabilidad de que el dato final sea erróneo.

### **2. LRC (Chequeo de Paridad Longitudinal)**

Si en lugar de considerar 7 bits como el dato a transmitir en el momento de calcular la paridad, se considera un conjunto de caracteres (bloque) con sus bits de VRC y sobre eso calculamos la paridad, estaremos usando LRC.

Tomando el  $i$ -ésimo bit de cada byte y calculando a partir de ellos el bit de paridad resultante, obtendremos el  $i$ -ésimo bit del BCC para ir variando entre 1 y 8. Cuando se usa LRC, se agrega un carácter al final del mensaje que contiene todos los bits de paridad calculados. Este byte adicional se llama BCC (Block Check Character).

### **3. VRC/LRC (Chequeo bidimensional)**

Al uso combinado de los métodos de detección vertical y longitudinal se le conoce como chequeo bidimensional.

Con el método vertical obtendremos la abscisa y con el longitudinal la ordenada, con una gran probabilidad de acierto. Parte de los errores no filtrados por el vertical, pueden detectarse con esta técnica combinada.



La sobrecarga (bits overhead) provocada, oscila entre un 7 y un 50%. Estos valores, si bien parecen muy altos, pueden ser económicos comparados con la sobrecarga provocada por la retransmisión. Una tasa de códigos de 7/8 significa que, de cada 8 bits transmitidos, 1 es de control y 7 son datos puros o sea, sobrecarga igual a 1/8.

### 3.7 Clasificación de los protocolos.

La meta principal de la arquitectura de red es darle a los usuarios las herramientas necesarias para establecer la red y para el control de flujo de operación. Una arquitectura de red define la manera de como la red de comunicaciones de datos está arreglada o estructurada y generalmente incluye el concepto de niveles o capas dentro de la arquitectura. Cada capa dentro de la red consiste de protocolos específicos o reglas para comunicarse que realizan un conjunto de funciones específicas.

La función de una unidad de control de línea es controlar el flujo de datos entre el programa de aplicaciones y las terminales remotas. Por lo tanto, deberá haber un conjunto de reglas que indiquen como un LCU (unidad de control de línea) reacciona o inicia diferentes tipos de transmisiones. Este conjunto de reglas se conoce como el *protocolo de enlace de datos*.

Esencialmente, un protocolo de enlace de datos es un conjunto de procedimientos, que incluye las secuencias precisas de caracteres, que aseguran un intercambio ordenado de datos entre los dos LCU.



las que es imprescindible conseguir una correcta transmisión y tener la certeza absoluta de que ha sido así.

### 3.8 Protocolos elementales de enlace de datos

Para introducirnos al estudio de estos protocolos, es necesario explicar algunos de los supuestos implícitos en el modelo de comunicaciones.

Para comenzar, supongamos que en la capa física, la capa de enlace de datos y la capa de red, hay procesos independientes que se comunican pasando mensajes de un lado a otro. En algunos casos, los procesos de la capa física y de la capa de enlace de datos se ejecutan en un procesador dentro de un chip especial de E/S y los de la capa de red lo hacen en el CPU principal, pero también puede haber otras implementaciones (por ejemplo, tres procesos en un solo chip de E/S; las capas física y de enlace de datos como procedimientos invocados por el proceso de la capa de red y otros).

En cualquier caso, el tratar las tres capas como procesos independientes hace más nítido conceptualmente el análisis y también sirve para subrayar la independencia de las tres capas.

#### 3.8.1 Un protocolo simplex sin restricciones

Como primer ejemplo, consideraremos un protocolo que es lo más sencillo posible. Los datos se transmiten sólo en una dirección; las capas de red tanto del transmisor como del receptor siempre están listas, el tiempo de





## PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

---

En HDLC las órdenes son tramas enviadas por la estación primaria a la secundaria. Las respuestas son las tramas enviadas de la estación secundaria a la primaria.

Una configuración no balanceada tiene una sola estación primaria y una configuración balanceada tiene dos estaciones primarias, y como cada estación tiene un primario y un secundario se les llama también estaciones combinadas.

**Modo de respuesta normal ( NRM : *Normal Response Mode*).** Se usa en configuraciones no balanceadas, las estaciones esclavas sólo pueden transmitir cuando la estación maestra lo ordena específicamente. El enlace puede ser punto a punto o multipunto. En el último caso sólo se permite una estación primaria.

**Modo de respuesta asíncrono (ARM : *Asynchronous Response Mode*).** Se usa también en configuraciones no balanceadas. Permite a un secundario iniciar una transmisión sin recibir permiso del primario. Se emplea en configuraciones punto a punto y en enlaces dúplex, y permite al secundario enviar tramas en forma asíncrona con respecto al primario.

**Modo balanceado asíncrono (ABM : *Asynchronous Balanced Mode*).** Se usa principalmente en enlaces dúplex punto a punto para la comunicación computadora – computadora y una PSDN. En este modo cada estación tiene la misma categoría y realiza funciones tanto de primario como de secundario. Es el modo que se emplea en el conjunto de protocolos X.25.



### a) SLIP (IP de línea en serie)

Este es el más viejo de los protocolos; fue diseñado por Rick Adams en 1984 para conectar estaciones de trabajo Sun a Internet a través de una línea de discado usando un módem.

Las versiones más recientes de SLIP efectúan cierta comprensión de encabezados TCP e IP. Lo que hacen es aprovechar el hecho de que los paquetes consecutivos con frecuencia tienen muchos campos de encabezado en común; se comprimen omitiendo aquellos campos que son iguales a los campos correspondientes del paquete IP previo.

Aunque aún se utiliza ampliamente, SLIP tiene algunos problemas serios:

- No efectúa detección o corrección de errores, por lo que es responsabilidad de las capas superiores detectar y recuperar marcos perdidos, dañados o fusionados.
- Sólo reconoce IP. Con el crecimiento de Internet para abarcar redes que no usan IP como lenguaje nativo (por ejemplo las LAN Novell).
- Cada lado debe reconocer por adelantado la dirección IP del otro; ninguna de las dos direcciones puede asignarse dinámicamente durante el establecimiento del enlace.
- SLIP no proporciona ninguna forma de verificación de autenticidad, por lo que ninguna parte sabe realmente con quién está hablando.
- SLIP no es un estándar aprobado de Internet, por lo que existen muchas versiones diferentes (e incompatibles). Esta situación no simplifica la interconexión.



protocolo. En este protocolo se corrige este problema. Tras llegar un marco de datos en secuencia, se arranca un temporizador auxiliar. Si no se ha presentado tráfico en reversa antes de terminar este temporizador, se envía un marco de acuse independiente. Con este arreglo, ahora es posible el flujo de tráfico unidireccional, pues la falta de marcos de datos en reversa a los que pueden incorporarse los acuses ya no es un obstáculo.

Este protocolo usa una estrategia muy eficiente en cuanto a los manejos de errores. Cuando el receptor tiene razones para suponer que ha ocurrido un error, envía un marco de acuse negativo al transmisor.

### 3.11 Protocolos de acceso múltiple

Conocemos muchos algoritmos para repartir un canal de acceso múltiple. A continuación veremos una muestra representativa de los más interesantes, entre las cuales encontramos al ALOHA, de acceso múltiple con detección de portadora, libre de colisiones, de contención limitada, etc.

#### 3.11.1 ALOHA

Protocolo inventado por Norman Abramson, trabaja usando la radiotransmisión basada en tierra, la idea básica es aplicable a cualquier sistema en el que los usuarios no coordinados compiten por el uso de un solo canal compartido.

ALOHA se divide en dos versiones: la pura y la ranura. Difieren en si que se divide o no el tiempo en ranuras discretas en las que deben caber todos



por vencida. Por ejemplo, si las estaciones 0010, 0100, 1001 y 1010 están todas tratando de obtener el canal, en el primer tiempo de bit las estaciones transmiten 0, 0, 1 y 1 respectivamente. A estos se les aplica el OR para formar un 1. Las estaciones 0010 y 0100 ven el 1 y saben que una estación de número mayor está compitiendo por el canal, por lo que se dan por vencidas durante esta ronda. Las estaciones 1001 y 1010 continúan.

### 3.11.4 Protocolos de contención limitada

De la combinación de las mejores propiedades de los protocolos de contención y los libres de colisiones, se desarrolló un protocolo nuevo que usara contención cuando la carga es baja para así tener un retardo bajo, y una técnica libre de colisiones cuando la carga es alta para lograr una buena eficiencia de canal.

Esto es, aquí lo que se busca con este protocolo es una manera de asignar las estaciones a las ranuras de manera dinámica, con muchas estaciones por intervalo cuando la carga es baja y pocas estaciones (o incluso sólo una) por ranura cuando la carga es alta.

#### a) Protocolo de árbol adaptable

Para este protocolo, es conveniente pensar en las estaciones como las hojas de un árbol binario. En la primera ranura de contención después de la transmisión satisfactoria de un marco, ranura 0, se permite que todas las estaciones intenten adquirir el canal. Si hay una colisión, entonces durante la ranura 1, sólo aquellas estaciones que queden bajo el nodo 2 del árbol podrán competir.



### 3.12.2 El protocolo de datos de usuario (UDP)

El grupo de protocolos de Internet también manejan un protocolo de transporte sin conexiones, el UDP. Este protocolo ofrece a las aplicaciones un mecanismo para enviar datagramas IP en bruto encapsulados sin tener que establecer una conexión. Muchas aplicaciones cliente-servidor que tienen una solicitud y una respuesta usan el UDP en lugar de tomarse la molestia de establecer y luego liberar una conexión.

### 3.13 Conversores de protocolos.

Puesto que el desarrollo de los protocolos ha sido muy rápido, pues aún no se había acabado de desarrollar uno y ya existían otros, resulta que los fabricantes de computadoras trataban de utilizarlos inmediatamente para mejorar las prestaciones de sus máquinas. Igualmente, el usuario, una vez conocidas las ventajas que podían obtener, no ponía dificultad alguna para adoptar uno u otro protocolo, de tal manera que en corto tiempo se encontró con una diversidad de máquinas a su alcance y con una gran variedad de protocolos de donde elegir. El problema planteado crecía si varios usuarios diferentes trataban de establecer comunicación.

Puesto que es totalmente imposible establecer un solo protocolo a escala mundial, ha sido necesario desarrollar unos equipos que pudieran hacer la conversión de uno a otro protocolo, denominados *Conversores de protocolos* y que además funcionaran en ambos sentidos. Estos equipos, de desarrollo muy complejo, han experimentado un gran auge últimamente, al incorporar



## CAPÍTULO IV

### APLICACIONES DE PROCOLOS DE COMUNICACIÓN

Con la finalidad de ayudar a la gente que se encarga de diseñar familias de protocolos, la ISO ha desarrollado un modelo en el cual cada protocolo que pertenece a la familia, pertenece a un nivel que realiza una determinada función.

La idea de que los protocolos están arreglados en niveles, es un poco difícil de entender, pero alguien que haya enviado un fax, una carta o un e-mail ha utilizado protocolos sin percatarse de ello. Notando que hay un protocolo que nos dice que debemos indicar al receptor de su última carta, un protocolo que nos dice que el texto debe estar contenido entre el saludo y la despedida, y un protocolo para el transporte físico de la carta.

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



### **4.- Acceso prohibido NA**

El ETD llamante no esta autorizado para obtener la comunicación en el ETD llamado. Un ejemplo sería un grupo cerrado de usuarios incompatibles.

### **5.- Error de procedimiento local ERR**

El ETCD detecta un procedimiento de error causado por el ETD. Ejemplo: formato incorrecto.

### **6- Error de procedimiento en la terminal distante RPE**

El ETCD detecta, en la interface distante ETED/ETCD, un error de procedimiento causado por el ETD.

### **7.- NO obtenible NP**

La dirección del ETD llamado no esta incluida en el plan de numeración no se ha asignado a ningún ETD.

### **8.- Fuera de servicio**

El numero llamado esta fuera de servicio.

### **9.- Liberación por el PAD.**

La comunicación ha sido liberada por el PAD local como respuesta a una invitación de liberación procedente del ETD distante.

### **10.- Liberación por el ETD.**

El ETD distante ha liberado la comunicación



## PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

### ➤ Instrucción de información

La función de instrucción de información es transferir, por un enlace de datos, tramas numeradas secuencialmente que contienen un campo de información.

**N(S):** Numero secuencial de emisión del transmisor (bit 2=bit de orden inferior).

**N(R):** Numero secuencial en recepción del transmisor (bit 6 = bit de orden inferior)

**Tabla 4.3 Cuadro 2/X.75 formatos del campo de control**

SISTEMAS DE CAMPO DE CONTROL	1	2	3 4	5	6 7 8
FORMATO I	0	NS		P	N ( R )
FORMATO S	1	0	S S	P/F	N ( R )
FORMATO U	1	1	M M	P/F	MMM

**S:** bit de la función de supervisión.

**M:** de la función de modificación

**P/F:** bit de petición cuando se transmite como una instrucción; bit final cuando se trasmite como una respuesta (1= petición final).

**P:** bit de petición (1=peticion).





### *Parámetro 16. Anulación de caracter*

Este parámetro establece el caracter que se tomara como instrucción de borrado de un caracter.

### *Parámetro 17. Anulación de línea*

Este parámetro establece el caracter que se tomara como instrucción de borrado o supresión de la línea que esta formado por un paquete a ser enviado.

### *Parámetro 18. Presentación de línea*

Este parámetro establece el caracter que se tomara como instrucción de presentación de la línea.

## **4.1.5 Recomendación X.29**

La recomendación X.29 básicamente describe los procedimientos para el intercambio de información de control y datos de usuario entre el PAD y un ETD de paquetes X.25 Establece que en los paquetes de llamada entrante o de petición de llamada, deberá incluirse en el campo de datos de llamada de usuario un identificador de protocolo y después del identificador, se colocaran los datos de usuario propiamente dichos. Esta recomendación indica también que los paquetes de datos con confirmación para el usuario llevarían el bit  $Q=0$ , mientras que los que contengan mensajes de control entre el PAD y el ETD X.25 tendrán el bit  $Q=1$



## PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

HDLC varios elementos de la trama se han omitido. El formato de Frame Relay fusiona los campos de direcciones y de control. En un campo también llamado de Dirección.

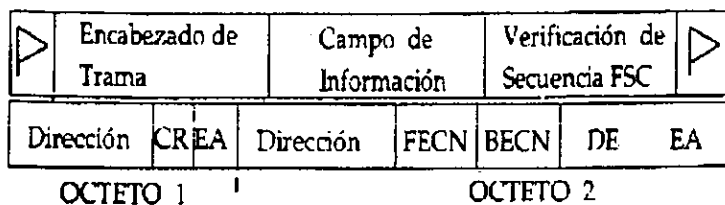


Figura 4.3 Trama del protocolo Frame Relay

### f) Mejoras de FRAME RELAY sobre X.25

- Mejora el rendimiento de la red
- Se incrementa el aprovechamiento de recursos
- Disminuyen los costos de operación
- Se incrementa la contabilidad
- Optimización de recursos

### g) Capas de Frame Relay

- Capas aplicativas
- Capas de adaptación
- Capas ATM
- Capa del medio físico

#### 1. Capas Aplicativas de FRAME RELAY

Aspectos relacionados con los planos de usuario y control



sobre demanda

### b) Proyección de la Tecnología ATM

- Actualmente se realizan esfuerzos por parte de los fabricantes.
- Se trabaja en la normalización.
- Es importante analizar la evolución de RDSI y su relación con ATM

### c) RDSI (Redes digitales de Servicios Integrados)

- Evolución de la RDI, proporcionando conexión digital de extremo a extremo.
- Soporte de un amplio rango de aplicaciones sobre la misma red.
- Maneja conjunto reducido y normalizado de interfaces
- El acceso a un usuario es por medio de un BRI o PRI
- Considera canales  $H_0$ ,  $H_{11}$ ,  $H_{12}$

### d) B-RDSI (Asignación variable de Ancho de Banda)

La necesidad de tener canales cuya rapidez de transmisión varía de acuerdo al tráfico implica que aunque algunos servicios (voz, video) necesitan un ancho de banda garantizado, otros podrían implantarse usando recursos multiplexados estadísticamente para no desperdiciar ancho de banda



## PROCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

---

ATM es un modo de transferencia orientado a paquetes basado en multiplexaje por división de tiempo asíncrono y en el uso de celdas de longitud fija. Surge como una tecnología aplicable a B-RDSI.



### CONCLUSIONES

Es de gran importancia entender los conceptos básicos referente a las redes de comunicación y seguir en constante actualización. Dado que la tecnología continua avanzando a un ritmo vertiginosamente acelerado.

En el desarrollo de esta tesis se hace mención de los diversos organismos que se encargan de estandarizar la Industria de las Comunicaciones.

La ISO como principal organismo de estandarización a nivel mundial, se encarga de coordinar el desarrollo de los estándares OSI. El modelo de referencia OSI emplea una arquitectura en capas a fin de dividir los problemas de interconexión en partes manejables. Consiguiendo la compatibilidad entre la diversidad de equipos de la Industria de las Comunicaciones. El modelo OSI es la base de cualquier equipo, interfase y protocolo de comunicaciones. La UIT es el principal organismo a nivel mundial que se encarga de la estandarización de equipos de comunicaciones.

Los protocolos de comunicaciones definen las normas que posibilitan que se establezca una comunicación entre varios equipos o dispositivos por diferentes que estos sean.



### GLOSARIO

Administrador	Un usuario de la red con autoridad para realizar las tareas de alto nivel de cliente servidor. Tiene acceso y control total de todos los recursos de la red. Algunos otros sistemas también lo llaman superusuario.
Algoritmo	Serie de pasos para realizar una tarea específica.
Ancho de Banda	Relación de velocidad para la transmisión de datos medidos en Kbps (kilobits por segundo) y que representa la capacidad del canal de comunicación para transportar datos.
ANSI	American National Standard Institute. Organización encargada de la documentación de los estándares en Estados Unidos.
APPC	Protocolo de comunicación de donde no existe director.
Application Server	Computadora destinada a brindar los servicios de una aplicación específica a los usuarios de una red.
ARCNet	Red de computadoras y recursos compartidos creado por Datapoint muy popular en los años sesenta, cuyas características eran: bajo costo, cableado en estrella y velocidad hasta 2.5 Mbps.
ARP	Proceso en donde se asigna al número de la tarjeta una dirección formato TCP/IP.
ARPA	Agencia militar de Estados Unidos encargada de proyectos tecnológicos como las redes computacionales militares.
ARPANET	Proyecto del Departamento de Defensa de los Estados



## PROCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

---

Half Dúplex	Característica de un canal de comunicación en el que dos terminales mandan y reciben información turnándose, una a la vez.
HDLC	High-level Data Link Control
Host	Computadora en red capaz de brindar algún servicio. Se utiliza para denominar a una computadora principal que puede desarrollar los procesos por sí misma y recibir usuarios.
Host Adapter	Tarjeta que sirve de interfaz entre dispositivos periféricos y el sistema principal.
Hub	Dispositivo inteligente que sirve de infraestructura para la red. Comúnmente asociado con un concentrador 10 base T con funciones inteligentes de retraso de señal (retiming), y retransmisión de la misma (repeating).
ICMP	Componente de los protocolos TCP/IP que realiza las funciones de control y administración de transacciones.
IEEE	Agrupación de ingenieros que, entre otras funciones, documenta todos los desarrollos que en materia de tecnología se trate.
Interface	Circuitos físicos (hardware) o lógicos (software) que manejan, traducen y acoplan la información de forma tal que sea entendible para dos sistemas diferentes.
Internet	Red de redes con base en TCP/IP y acceso público mundial.
Interoperabilidad	Término referente a la capacidad de diferentes redes para comunicarse entre sí.
Intranet	Término referente a la capacidad de diferentes redes para comunicarse entre sí.



## BIBLIOGRAFÍA

Tanenbaum, Andrew S.

REDES DE COMPUTADORAS

3ª Edición

Editorial Prentice Hall

México, D.F. 1998

Huidoboro M. José

COMUNICACIONES Interfaces, módems, protocolos, redes y normas

2ª Edición

Editorial Marcombo

México, D.F.

Black Uyles

REDES DE COMPUTADORAS Protocolos, normas e interfaces

2ª Edición

Editorial Computec

México, D.F.

Sánchez L. Rafael

SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

Fundamentos para procesamiento y transmisión de datos

1ª Edición

Editorial Alfaomega

México, D.F. 1993





## PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

### APÉNDICE A

Este apartado presenta algunas recomendaciones de estandarización publicadas por los propios organismos de estandarización mencionados en el capítulo II.

Tabla A.1 Características principales de la serie V

Número de serie	Velocidad en línea	FDX / HDX	Síncrono / Asíncrono	Técnica de modulación	Líneas conmutadas	Líneas dedicadas
V.21	300	FDX	Ambas	FS	Si	0
V.22	1200	FDX	Ambas	PS	Si	PP 2W
V.22	600	FDX	Ambas	PS	Si	PP 2W
V.22BIS	2400	FDX	Ambas	QAM	Si	PP 2W
V.22BIS	1200	FDX	Ambas	QAM	Si	PP 2W
V.23	600	HDX	Ambas	FM	Si	0
V.23	1200	HDX	Ambas	FM	Si	0
V.26	2400	FDX	Síncrono	PS	No	PP MP 2W
V.26BIS	2400	HDX	Síncrono	PS	Si	No
V.26BIS	1200	HDX	Síncrono	PS	Si	No
V.26TER	2400	FDX	Ambas	PS	Si	PP 2W
V.26TER	1200	FDX	Ambas	PS	Si	PP2W
V.27	4800	Ambas	Síncrono	PS	No	4W
V.27BIS	4800	Ambas	Síncrono	PS	No	2W 4W
V.27BIS	2400	Ambas	Síncrono	PS	No	4W
V.27TER	4800	HDX	Síncrono	PS	Si	No
V.27TER	2400	HDX	Síncrono	PS	Si	No
V.29	9600	Ambas	Síncrono	QAM	No	PP 4W
V.29	7200	Ambas	Síncrono	PS	No	PP 4W
V.29	4800	Ambas	Síncrono	PS	No	PP4W
V.32	9600	FDX	Síncrono	QAM	Si	PP 2W
V.32	9600	FDX	Síncrono	TCM	Si	PP2W
V.32	4800	FDX	Síncrono	QAM	Si	PP 2W
V.35	4800	FDX	Síncrono	AM-FM	No	Si

Velocidad de línea	In bits/s	FM	Modulación en frecuencia
FDX	Duplex integral	AM	Modulación de amplitud
HDX	Semiduplex	O	Opcional
FS	Desplazamiento de frecuencia	PP	Punto a punto
PS	Desplazamiento de fase	MP	Multipunto
QAM	AM en cuadratura	2W	Dos hilos
TCM	Modulación codificada por trellis	4W	Cuatro hilos



## PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE REDES

---

Tabla A.5 Principales normas ECMA

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
ECMA-40	Estructura de la trama HDLC
ECMA-49	Elementos de los procedimientos HDLC
ECMA-60	Clases de procedimientos HDLC no equilibrados
ECMA-61	Clases de procedimientos HDLC equilibrados
ECMA-71	Procedimientos seleccionados HDLC
ECMA-72	Protocolos de transporte
ECMA-75	Protocolos de sesión
ECMA-80	Redes de área local, sistemas de cable coaxial [CSMA-CD en banda base]
ECMA-81	Redes de área local, capa física [CSMA-CD en banda base]
ECMA-82	Redes de área local, capa física [CSMA-CD en banda base]
ECMA-85	Protocolo de fichero virtual