



# **Preparador Informática**

[www.preparadorinformatica.com](http://www.preparadorinformatica.com)

## **TEMA 64 INFORMÁTICA**

**FUNCIONES Y SERVICIOS DEL NIVEL  
DE ENLACE. TÉCNICAS. PROTOCOLOS**

## **TEMA 64 INF: FUNCIONES Y SERVICIOS DEL NIVEL DE ENLACE. TÉCNICAS. PROTOCOLOS**

### **1. INTRODUCCIÓN**

### **2. FUNCIONES Y SERVICIOS DEL NIVEL DE ENLACE**

#### **2.1. ESTRUCTURA**

#### **2.2. FUNCIONES Y SERVICIOS**

#### **2.3. TIPOS DE SERVICIOS**

### **3. TÉCNICAS**

#### **3.1. MÉTODOS DE ACCESO AL MEDIO**

#### **3.2. GESTIÓN DE LAS TRAMAS**

#### **3.3. CONTROL DE FLUJO**

#### **3.4. CONTROL DE ERRORES**

### **4. PROTOCOLOS**

#### **4.1. PPP**

#### **4.2. SDLC**

#### **4.3. HDLC**

### **5. ESTÁNDARES**

### **6. CONCLUSIÓN**

### **7. BIBLIOGRAFIA**

## 1. INTRODUCCIÓN

En los inicios de la informática y de las telecomunicaciones el diseño de un ordenador o de una red era tan complejo que no se tomaba en consideración la compatibilidad con otros modelos de ordenadores o de redes. Las redes y los protocolos se diseñaban pensando únicamente en el hardware a utilizar en cada momento, sin tener en cuenta la evolución previsible, ni por supuesto la interconexión y compatibilidad con equipos de otros fabricantes. A medida que la tecnología avanzaba y se mejoraba la red, los programas de comunicaciones tenían que ser reescritos para utilizarlos con el nuevo hardware.

Cada fabricante elaboraba su propia arquitectura de red, que permitía independizar las funciones y el software del hardware concreto utilizado. De esta forma cuando se quería cambiar algún componente la función o el módulo afectado tenía que ser sustituido.

Como consecuencia de esto en la década de los 70, la Organización Internacional de Estándares (ISO), integrada por industrias representativas del medio, creó un subcomité para desarrollar estándares de comunicación de datos que promovieran la accesibilidad universal y una interoperabilidad entre productos de diferentes fabricantes. El resultado de estos esfuerzos es el Modelo de Referencia Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI).

El modelo OSI tiene siete capas o niveles.

7	APLICACIÓN
6	PRESENTACIÓN
5	SESIÓN
4	TRANSPORTE
3	RED
2	ENLACE DE DATOS
1	FÍSICO

En el modelo de referencia OSI se fijan los protocolos que normalizan la comunicación entre niveles de máquinas diferentes y entre los propios niveles.

El presente tema está dedicado a conocer las funciones y servicios que se prestan en el nivel de enlace, así como las técnicas utilizadas y los principales protocolos.

## 2. FUNCIONES Y SERVICIOS DEL NIVEL DE ENLACE

El nivel de enlace de datos es la segunda capa del modelo OSI, responsable de la transferencia fiable de información de un circuito de transmisión. Recibe peticiones de la capa de red y utiliza los servicios de la capa física.

Corresponde al nivel de enlace tomar el medio de transmisión en bruto y transformarlo en una línea que parezca libre de errores a los ojos de la capa de red. La capa de enlace de datos puede ofrecer a la capa de red varias clases de servicio con diferentes calidades.

### 2.1. ESTRUCTURA

La capa de enlace se subdivide a su vez en dos subcapas:

- **Subcapa LLC** (control lógico de datos): es la más cercana al nivel de red y es la encargada del control lógico del enlace, de manera que independiza a los protocolos de nivel superior de la topología y tipo de medio físico utilizado. Así, realiza la comunicación punto a punto entre los dos equipos que interactúan, proporcionando las funcionalidades básicas del nivel de enlace, a saber: entramado, control de errores, control de flujo, etc.
- **Subcapa MAC** (control de acceso al medio): es la más cercana al nivel físico, y se encarga de controlar el tipo de acceso al medio de las redes locales. Coge la información que le llega del nivel superior (LLC) y la empaqueta en una trama dependiente de la topología utilizada en la red física. Habitualmente este nivel está microprogramado en la tarjeta de red.

Las funciones de la subcapa de acceso al medio se implementan directamente en la tarjeta de red, que será la encargada de gestionar el modo de compartir el medio de comunicación, mientras que las funciones de la subcapa de enlace lógico las proporciona el driver de la tarjeta.

## 2.2. FUNCIONES Y SERVICIOS

Algunas de las funciones más importantes de la capa de enlace son:

- Establecimiento de medios necesarios para la comunicación fiable y eficiente entre dos máquinas en red.
- Estructuración de los datos en un formato predefinido, denominado trama, que suele ser de unos cientos de bytes, añadiendo una secuencia especial de bits al principio y al final de la misma.
- Sincronización en el envío de tramas.
- Detección y control de errores provenientes del medio físico mediante el uso de bits de paridad, CRC (Códigos Cíclicos Redundantes) y envío de acuses de recibo por parte del receptor que debe procesar el emisor.
- Utilización de número de secuencia en las tramas para evitar pérdidas y duplicidades.
- Envío de acuses de recibo dentro de tramas de datos.
- Resolución de los problemas provocados por las tramas dañadas, perdidas o duplicadas.
- Control de la congestión de la red.
- Mecanismos de regulación de tráfico o control de flujo, para evitar que un transmisor veloz sature de datos a un receptor lento.
- Control del acceso al canal compartido en las redes de difusión.

## 2.3. TIPOS DE SERVICIOS

Los servicios ofrecidos en la capa de enlace pueden clasificarse en base a dos características:

- **Por la calidad del servicio:**
  - **Confiables:** ofrecen una transmisión de datos libre de errores. Para cumplir este requisito, el protocolo debe incluir mecanismos para detectar y/o corregir errores.
  - **No confiables:** no asegura que la transmisión esté libre de errores, por lo que es responsabilidad del protocolo de una capa superior la detección y corrección de errores.

- **Por el tipo de conexión:**

- **Orientados a la conexión:** todos los paquetes que pertenecen a un mismo flujo de comunicación origen – destino siguen la misma ruta en la red. Para ello, es necesario establecer previamente dicha ruta. Todos los paquetes llevan una referencia de la ruta que deben seguir, lo que permite que lleguen ordenados al destino. Un ejemplo de este tipo lo encontramos en las redes ATM.
- **No orientados a la conexión:** En los servicios no orientados a la conexión los interlocutores dividen la información en paquetes de datos y los envían por separado, pudiendo estos llegar a su destino en desorden y por diferentes rutas. Es responsabilidad del destinatario ensamblar los paquetes y pedir retransmisiones de paquetes que se dañaron.

### 3. TÉCNICAS

#### 3.1. MÉTODOS DE ACCESO AL MEDIO

Se denomina método de acceso al conjunto de reglas que definen la forma en que un equipo coloca los datos en la red y toma los datos del cable. Una vez que los datos se están moviendo en la red, los métodos de acceso ayudan a regular el flujo del tráfico de la red.

Se clasifican en tres grandes familias: los métodos por contención, que fueron los primeros en aparecer, los métodos por contienda, actualmente los más extendidos, y los métodos por paso de testigo, prácticamente en desuso.

##### A) Métodos por contención

En estos métodos no se comprueba el medio antes de transmitir. Fueron de los primeros en surgir, y se basan en la existencia de una estación central con un canal dedicado y varias estaciones esclavas que comparten el mismo medio de transmisión. Se utilizó por primera vez en Hawái, en 1970, cuando un equipo de la Universidad de Hawái, dirigido por Norm Abramson, quiso poner en marcha una red para interconectar terminales ubicados en las islas de Kauai, Maui y Hawaii, con un ordenador situado en Honolulu, en la isla de Oahu. A esta red, basada en dos radioenlaces, se la bautizó como AlohaNet. Estos métodos,

aunque extremadamente simples, siguen siendo utilizados hoy en día cuando no es posible o práctico detectar una colisión, como en ciertas redes de satélites.

Los principales métodos por contención son:

- **ALOHA puro:** En las redes que utilizan este método de acceso al medio, cuando un emisor quiere transmitir una trama simplemente la emite, sin preocuparse en ningún momento de si el canal está libre; una vez ha terminado se pone a la escucha, esperando recibir confirmación de que la información ha sido recibida correctamente por el destinatario, cosa que éste puede comprobar mediante el CRC de la trama. Si pasado un tiempo razonable no se recibe confirmación el emisor supone que ha ocurrido una **colisión**; en este caso espera un tiempo aleatorio (para no colisionar nuevamente) y a continuación reenvía la trama.
- **ALOHA ranurado:** una mejora del Aloha puro, consiste en dividir el tiempo para la emisión de tramas en intervalos de duración constante. Si todas estaciones están sincronizadas y saben cuándo empieza cada intervalo se reduce la probabilidad de colisión, ya que las posibles colisiones se concentran en el inicio de cada intervalo. A esta versión mejorada de Aloha se la denomina Aloha ranurado, porque utiliza tiempo ranurado o a intervalos.

## B) Métodos por contienda

Para mejorar el rendimiento de las redes y evitar en la medida de lo posible las colisiones de tramas, surgen los protocolos de acceso al medio por contienda, más “diplomáticos”, que antes de transmitir miran si alguien ya lo está haciendo. Esto permite hacer un uso más eficiente del canal y llegar a mayores grados de ocupación, ya que no se interrumpe la transmisión en curso. Estos protocolos se denominan de acceso múltiple con detección de portadora o **CSMA** (Carrier Sense Multiple Access).

Los principales métodos por contienda son:

- **CSMA:** cuando tiene una trama que enviar primero escucha el canal para saber si está libre; si lo está, envía la trama, y en caso contrario espera a que se libere y en ese momento la envía.
- **CSMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisiones): igual que la anterior, pero con detección de colisiones, si se produce una colisión, el paquete retrocede y lo vuelve a enviar pasado un tiempo aleatorio. Su rendimiento se ve afectado por el tráfico de red, ya que cuanto más tráfico, habrá más colisiones.
- **CSMA/CA** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, acceso múltiple por detección de portadora evitando colisiones): cada equipo indica su intención de emitir antes de enviar los datos, lo que permite evitar las colisiones, pero introduce mucho tráfico adicional en la red ralentizándola.

### C) Método por paso por testigo

Este método se basa en la existencia de un testigo (token) que recorre la red, de forma que solamente puede utilizar el medio la estación de la red que dispone del testigo en ese momento. De esta manera se elimina la posibilidad de colisión. Los protocolos que hacen uso de estos métodos establecen un mecanismo para que el testigo vaya pasando de una estación a otra y se controla el tiempo máximo de posesión, con lo que se consigue que todas las estaciones tengan la posibilidad de hacer uso del medio.

## 3.2. GESTIÓN DE LAS TRAMAS

La estructura de las tramas dependerá fundamentalmente del protocolo del nivel de enlace empleado, aunque normalmente constan de tres partes: cabecera, datos y cola:

Preámbulo	Inicio	MAC origen	MAC destino	protocolo	datos	
Cabecera				Datos		Cola

Formato de trama Ethernet





En la cabecera se incorporan campos de control del protocolo. Por ejemplo, en una cabecera Ethernet se incluyen los siguientes campos:

- Preámbulo: patrones de unos y ceros que permite identificarla como trama Ethernet.
- Inicio de trama: campo delimitador que permite sincronizar las porciones de recepción de trama de todas las estaciones de la red.
- Identificadores MAC de origen y destino.: Estos campos son los que permiten el direccionamiento físico de la trama a través de la red.
- Tipo de protocolo: especifica el protocolo de la capa superior cuyo contenido se encapsula en el bloque de datos.
- Longitud: cantidad de bytesw ocupados por la zona de datos.

En la zona de datos se encapsula la PDU (Protocol Data Unit) del nivel de comunicación superior.

En la cola se suelen incorporar información adicional para el control y corrección de errores o caracteres especiales para señalar el fin de trama. No todos los protocolos añaden una cola al final de la trama.

### 3.3. CONTROL DE FLUJO

El mecanismo más empleado para controlar el flujo en el receptor es por medio del uso de una zona de almacenamiento temporal de las tramas recibidas donde se acumulan las tramas mientras se procesan.

Para evitar que esta zona de almacenamiento temporal del receptor se sature y desborde, se suelen emplear técnicas de control de flujo. Las más habituales son:

- **Control de flujo mediante parada y espera:** es el protocolo más sencillo de control del flujo, donde el emisor envía una trama y debe esperar confirmación por parte del receptor antes de poder enviar la siguiente trama. Si pasado un tiempo el emisor no recibe confirmación, reenviará la trama de nuevo.

- **Control de flujo mediante ventana deslizante:** basado en el intercambio de tramas de control para confirmación del envío entre emisor y receptor, de modo que el emisor puede enviar varias tramas antes de quedar en espera de confirmación por parte del receptor. La validación del receptor incluirá el número de la siguiente trama que espera recibir o el de la última trama recibida con éxito. Este protocolo es más eficiente ya que permite mantener varias tramas en camino simultáneamente además de hacer un uso más eficiente del ancho de banda (las tramas de control ocupan mucho menos que las de datos).

### 3.4. CONTROL DE ERRORES

Existen principalmente dos mecanismos de corrección de errores:

- **Corrección de errores hacia adelante (Forward Error Correction, FEC):** permite la corrección de errores en el receptor sin necesidad de retransmitir la información original, por lo que no incorpora control de flujo. Se utiliza en sistemas sin retorno o sistemas en tiempo real donde no se puede esperar a la retransmisión de la información para disponer de los datos (como en las comunicaciones vía satélite). Se basa en la incorporación de redundancia y el uso de una técnica de codificación/decodificación.
- **Petición de repetición automática (Automatic Repeat-reQuest, ARQ):** mecanismo de corrección de errores basado en el reenvío de aquellas tramas que se detecten como erróneas, para lo cual requieren control de flujo (mediante parada y espera, y/o ventana deslizante).

## 4. PROTOCOLOS

### 4.1. PPP

El protocolo **PPP** (Point to Point Protocol) (RFC 1661) permite establecer una comunicación a nivel de la capa de enlace entre dos computadoras (redes punto a punto). Generalmente, se utiliza para establecer la conexión a Internet de un particular con su ISP (Internet Service Provider) a través de un módem telefónico. Ocasionalmente también es utilizado sobre conexiones de banda ancha (como

PPPoE (PPP over Ethernet) o PPPoA (PPP over ATM)). Además del simple transporte de datos, PPP facilita dos funciones importantes:

- Autenticación: generalmente mediante una clave de acceso.
- Asignación dinámica de IP

#### 4.2. SDLC

El protocolo SDLC es un protocolo de nivel dos utilizado por IBM en su arquitectura SNA (System Network Architecture). SDLC significa Synchronous Data Link Control.

#### 4.3. HDLC

El protocolo HDLC (High-Level Data Link Control, control de enlace de datos de alto nivel) es un protocolo de comunicaciones de propósito general punto a punto, que opera a nivel de enlace de datos. Se basa en ISO 3309 e ISO 4335. De él se derivan:

- LAPB (Link Access Procedure Balanced)
- LAPF (Link Access Procedure Frame relay)

Preparador Informática

### 5. ESTÁNDARES

Prácticamente desde la aparición de las redes de ordenadores, diversas organizaciones nacionales e internacionales han creado grupos de trabajo encargados de la definición de estándares que garanticen la interoperabilidad de equipos de distintos fabricantes, y permitan un desarrollo de la tecnología mediante las aportaciones de especialistas y empresas del sector.

Entre estas organizaciones destaca en especial el IEEE (Institute for Electrical and Electronic Engineering) el cual, a través de los estudios y trabajos realizados dentro del comité 802, han estandarizado la mayor parte de las redes de área local existentes en la actualidad. Estos estándares son recogidos por ANSI (American National Standards Institute) y elevados a norma internacional por la ISO (Internacional Standards Organization) con la denominación 8802.



Los estándares desarrollados por el comité 802 están enfocados a las capas 1 y 2 del modelo de referencia OSI. Este comité se divide en subcomités, cuyo nombre oficial es "Grupos de Trabajo", y se identifican por un número decimal. Según su relación con los niveles OSI, los estudios y estándares publicados por los diversos subcomités 802.x pueden dividirse de la siguiente forma:

- Aquellos que tratan aspectos aplicables a todas las redes definidas por el comité 802, ya sean MAN o WAN, y que no se localizan dentro de un nivel OSI en concreto: es el caso de los grupos activos 802.1, 802.18, 802.19, 802.21.
- Hay un grupo en concreto, el 802.2, dedicado específicamente a la subcapa LLC del nivel de enlace.

Por último, están aquellos grupos que especifican todo lo relacionado con tipos de redes en concreto, y cuyo ámbito de actuación cubre tanto la subcapa MAC del nivel de enlace como el nivel físico. Ejemplos de algunos de estos grupos son el 802.3, 802.11, 802.16.

En la dilatada carrera del comité 802 se han creado múltiples grupos de trabajo. Estos grupos de trabajo pueden estar en estado:

- *Activo*, cuando se siguen realizando estudios y lanzando nuevos proyectos.
- *En hibernación e inactivo*, cuando los trabajos y estándares desarrollados por el grupo se consideran definitivos y no se inician nuevos proyectos, bien sea porque no se considera necesario desarrollar más los estándares publicados, bien porque los trabajos del grupo hayan dejado de tener interés dentro del campo de las LAN y MAN.
- *Disuelto*, cuando el grupo de trabajo no llegó a publicar ningún resultado, o bien los estándares desarrollados han quedado obsoletos y no se considera interesante mantenerlos como tales.

## 6. CONCLUSIÓN

Los siete niveles que configuran el modelo OSI suelen agruparse en dos bloques. Los tres niveles inferiores (físico, enlace y red) constituyen el bloque de transmisión. Son niveles dependientes de la red de conmutación utilizada para la comunicación entre los dos sistemas. Por el contrario, los tres niveles superiores (sesión, presentación y aplicación) son niveles orientados a la aplicación y realizan funciones directamente vinculadas con los procesos de comunicación. El nivel intermedio (de transporte) enmascara a los niveles orientados a la aplicación el funcionamiento detallado de los niveles dependientes de la red.

En este tema se ha presentado una visión global del nivel de enlace, detallando sus funciones y servicios más importantes, así como sus protocolos más representativos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Stallings, W. **Comunicaciones y redes de computadores**. Ed. Prentice-Hall.
- Tanenbaum, A. **Redes de computadores**. Editorial Prentice-Hall
- Prieto, A., Lloris, A. y Torres, J.C. **Introducción a la informática**. Editorial McGraw-Hill.
- [www.itu.int](http://www.itu.int) (International Telecommunication Union)
- [www.ieee802.org](http://www.ieee802.org)