

# **Capa de Enlace**

# Ubicación y Función

Capa de Aplicación

Capa de Transporte

Capa de Red

Capa de Enlace

Capa Física

La capa de enlace de datos tiene la responsabilidad de transferir datagramas desde un **nodo** al **nodo adyacente** a través de un enlace.

El paquete de capa 2 se denomina **frame o trama**.

Encapsula un **datagrama** (de capa de red).son transferidos por diferentes protocolos de enlace en diferentes enlaces:

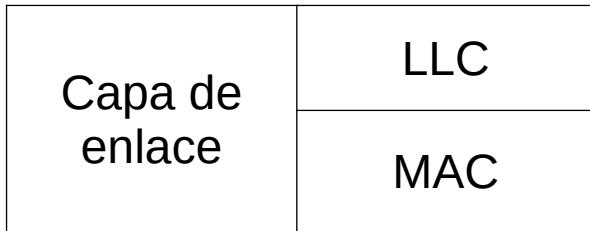
- Por ejemplo: Ethernet en primer enlace, Frame Relay (para redes de Circuitos Virtuales) en enlaces intermedios, 802.11 (WiFi) en último enlace.

Cada protocolo de enlace provee servicios diferentes:

- Por ejemplo: puede o no proveer transferencia confiable sobre el enlace.

**Nota:** Los datagramas son datos encapsulados, es decir, datos a los que se les agrega un encabezado (y en ciertos casos un acoplado o cola) que contiene información útil para su envío por la red.

# Subcapas



**La LLC (Logical Link Control)** actúa como una interfaz entre la capa de red y la subcapa MAC, permitiendo que múltiples protocolos de red (como IPv4 e IPv6) compartan el mismo medio físico. Generalmente implementada en software.

**La MAC (Media Access Control)** Controla el acceso físico al medio de transmisión, determinando cuándo y cómo un dispositivo puede enviar datos. Generalmente implementada en hardware, como tarjetas de interfaz de red (NIC).

# Servicios (1/2)

## □ Entramado

- ❖ Encapsula el datagrama en trama, agregando encabezados y acoplados (header & trailer)
- ❖ Acceso al medio si se trata de un acceso compartido
- ❖ Dirección “MAC” usada en encabezados de tramas para identificar fuente y destino.

## □ Entrega confiable entre nodos adyacentes

- ❖ Se implementa mediante reconocimientos y retransmisiones
- ❖ Raramente usado en enlaces de bajo error de bits
- ❖ Enlaces inalámbricos: alta tasa de errores

## □ Control de flujo

- ❖ Para evitar que el nodo emisor abrume al nodo receptor

# Servicios (2/2)

## □ Detección de errores

- ❖ Errores causados por atenuación de señal y ruido.
- ❖ Receptor detecta presencia de errores:
  - El nodo transmisor agrega bits de detección de errores a la trama y el nodo receptor realiza una comprobación de errores.
  - La detección se implementa por Hardware.
  - Si se detecta un error, se le pide al transmisor: retransmisión o descartar la trama

## □ Corrección de errores

- ❖ Receptor identifica y corrige error(es) de bit(s) sin solicitar retransmisión

## □ Half-duplex and full-duplex

- ❖ Con la transmisión full-duplex, los nodos de ambos extremos de un enlace pueden transmitir paquetes al mismo tiempo.
- ❖ Con la transmisión semiduplex un mismo nodo no puede transmitir y recibir al mismo tiempo

## La capa de enlace es implementada en un adaptador (NIC)

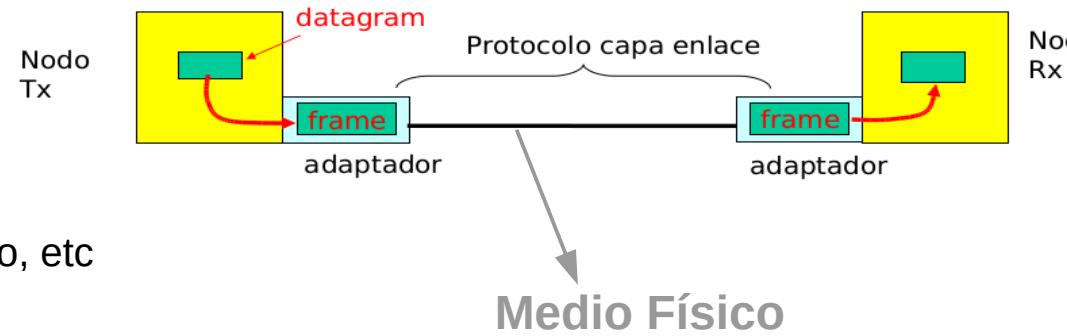
- Tarjetas Ethernet, PCMCI, o Wifi

### Lado transmisor

- Encapsula el datagrama en una trama
- Agrega bits de chequeo de errores, control de flujo, etc

### Lado receptor

- Busca errores, control de flujo, etc.
- Extrae el datagrama y lo pasa al nodo receptor



El adaptador es semi-autónomo, ya que la funcionalidad principal del protocolo de esta capa está implementada en el driver del adaptador: control de errores y de flujo, recepción de la trama desde la red, etc.

# Tipos de Accesos

## Acceso punto a punto:

Se establece una conexión directa entre dos dispositivos, como en las conexiones PPP (Protocolo Punto a Punto) utilizadas en conexiones de acceso telefónico a internet o VPNs.

- **Ethernet actual, Enlace de microondas o radioenlace.**

## Acceso broadcast:

Permite que múltiples dispositivos compartan el mismo medio físico y accedan a los datos transmitidos por cualquier otro dispositivo en la red, como en Ethernet histórico.

- **Ethernet clásico, Wi-Fi (802.11), Sistemas de televisión y radio.**

# Direcciones MAC

**Dirección MAC (Media Access Control) conocida también como dirección de LAN, física o Ethernet:**

- No son los nodos (es decir, los hosts o routers) los que tienen asignadas direcciones de la capa de enlace, sino que las direcciones de la capa de enlace se asignan a los adaptadores instalados en cada nodo. Es decir, cada placa de red.
- Son usadas para conducir un datagrama a otra interfaz físicamente conectada (en la misma red).
- Son de 48 bits (en mayoría de LANs) están grabadas en una ROM de la tarjeta adaptadora.
- Nunca puede haber dos adaptadores con la misma dirección (¿Seguro?).
- IEEE se encarga de gestionar el espacio de direcciones MAC; y cuando una empresa quiere fabricar adaptadores de red, compra por un precio fijado una parte del espacio de direcciones.



Nota: Un nodo puede tener más de una dirección MAC según las redes a las que está conectado (router).

# Trama

IEEE 802.3						
7	1	6	6	2	De 46 a 1500	4
Preámbulo	Delimitador de trama	Dirección Destino	Dirección Origen	Longitud	Encabezado y datos 802.2	Secuencia de verificación de trama

Ethernet					
8	6	6	2	De 46 a 1500	4
Preámbulo	Dirección Destino	Dirección Origen	Tipo	Datos	Secuencia de verificación de trama

La principal diferencia entre las tramas Ethernet II e IEEE 802.3 reside en el **campo** que sigue a las direcciones MAC. En Ethernet II, este campo es un **EtherType**, mientras que en IEEE 802.3 es un campo de **Longitud**.

Ambos formatos de trama son compatibles y pueden coexistir en la misma red, pero el campo de Longitud en IEEE 802.3 tiene un rango de valores diferente al EtherType de Ethernet II.

Preámbulo: 64 bits (8 bytes) 7 bytes de patrón alterno: La secuencia 10101010... (alternando 0 y 1) se repite 7 veces. 1 byte de inicio de trama (SFD): Los últimos dos bits de este byte son "11", indicando el comienzo de la trama.