Ethernet. Switchs y Hubs

Álvaro González Sotillo

8 de septiembre de 2024

Índice

1. Introducción

- Recuerda que en la arquitectura IEEE 802, el nivel de enlace se divide en dos subcapas:
  - LLC: se encarga de las funciones comunes de la capa independientemente del medio físico usado (ej: control de errores o de flujo). Sus funciones han sido definidas por el subgrupo 802.2.
  - MAC: se encarga del acceso al medio.
- En esta presentación nos ocuparemos de algunas de las funciones definidas en la subcapa MAC. Aunque haremos referencia a otros protocolos, se describirá en mayor detalle el protocolo Ethernet 802.3.

2. Dominios de colisión

- Un dominio de colisión es el conjunto de segmentos de cable que interconectan una red donde, al transmitir dos o más estaciones, puede producirse una colisión.
- La subcapa MAC
  - Se encarga de que no haya colisión
  - O si se producen, gestionar las colisiones

2.1. Compartición del medio

- Al principio del curso vimos 2 tipos de redes:
  - Redes de difusión.
  - Redes punto a punto. No existen colisiones.
- En las redes de difusión, cuyo medio de transmisión está compartido por diferentes dispositivos, hace falta un mecanismo para que cada equipo pueda usar el medio durante un tiempo suficiente.

- Los protocolos se tienen que encargar de resolver los conflictos de acceso al medio. Por esta razón, la capa de enlace de redes de difusión es más compleja que la de las redes punto a punto

2.2. Gestión de un dominio de colisión

- **Detección de portadora**. Se trata de la capacidad de las estaciones transmisoras para detectar si en un determinado momento el canal está siendo ocupado por otra transmisión.
- **Detección de colisión**. Se trata de la capacidad de las estaciones para determinar si se ha producido una colisión en el medio.

3. Precedente de Ethernet (802.3)

3.1. ALOHA

- Elaborado en el 1970 por la Universidad de Hawaii.
- Se manda una trama y se espera una confirmación.
- Si no llega la confirmación se supone que ha habido una colisión y se retransmite la trama.
  - Uso temporizadores.
  - La trama retransmitida podría colisionar otra vez.
  - Poco eficiente.
- Se mejora repartiendo el tiempo en slots.
  - Disminuye la probabilidad de colisión.
  - No comprueba si el canal está libre antes de transmitir.

3.2. CSMA.

- Carrier Sense Multiple Access.
- Escucha el canal antes de empezar a transmitir, para comprobar que no se está en uso.
- **CSMA persistente**: comprueba continuamente si el canal está libre.
  - En cuanto detecta disponibilidad, envía.
  - Si varios dispositivos están esperando disponibilidad del canal para realizar un envío, enviarán al mismo tiempo y se producirá colisión.
- **CSMA no persistente**: si al intentar transmitir está ocupado, espera un tiempo aleatorio antes de intentar transmisión otra vez.
  - Reduce las colisiones, pero aumenta el retardo con de bajo tráfico.
- **CSMA-CD** (Collision detection). Las estaciones son capaces de detectar una colisión después de haber empezado a transmitir.
  - Si esto ocurre, abortan la transmisión y vuelven a intentarlo después de un tiempo aleatorio.

4. Ethernet (802.3)

- Ethernet se basa sobre el CSMA/CD persistente.
- Utilizan cable UTP de cat. 5e o 6.
  - 100 Base TX
    - Usa codificación 4B/5B MTL-3

- 1000 Base T
  - PAM-5

- 1000 Base X (SX, LX...)
  - Fibra óptica con codificación 8B/10B

4.1. Tramas

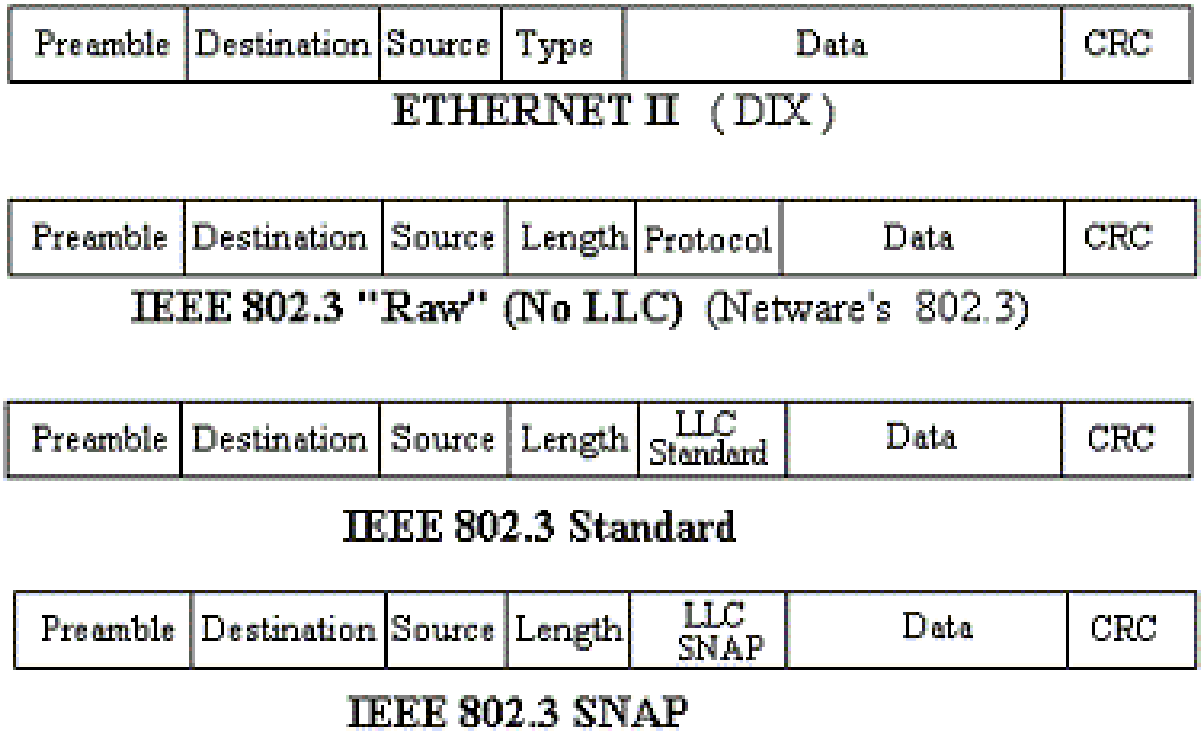

Figura 1: Estándares de tramas Ethernet/802

Nota: Lista de *ethertypes* de la IANA y lista de IEEE

4.2. LLC

4.2.1. SAP y control

- Si **length** es mayor de `05DC`, es un **type**
- **DSAP** y **SSAP**: Especifican los protocolos de nivel superior
- Control:
  - Paquetes **U** , con un campo de control de 8 bits, están pensados para servicios no orientados a conexión. Son los usados *normalmente*
  - Paquetes **I**, con un campo de control y secuencia numérica de 16 bits, están pensados para servicios orientados a conexión
  - Paquetes **S**, con un campo de control de 16 bits, están pensados para usarse en funciones supervisoras en la capa LLC (Logical Link Control).

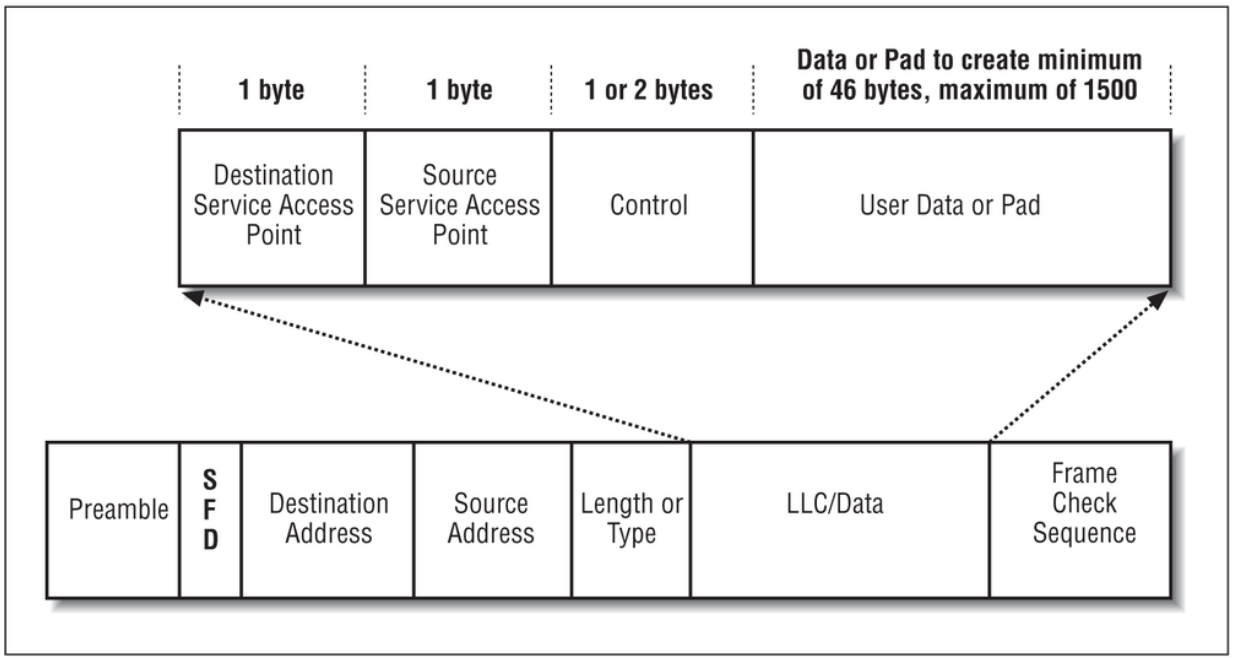

Figura 2: Cabecera LLC

4.2.2. Lista de protocolos SAP

00	Null LSAP
02	Individual LLC Sublayer Management Function
03	Group LLC Sublayer Management Function
04	IBM SNA Path Control (individual)
05	IBM SNA Path Control (group)
06	ARPANET Internet Protocol (IP)
08	SNA
0C	SNA
0E	PROWAY (IEC955) Network Management & Initialization
18	Texas Instruments
42	IEEE 802.1 Bridge Spanning Tree Protocol
4E	EIA RS-511 Manufacturing Message Service
7E	ISO 8208 (X.25 over IEEE 802.2 Type 2 LLC)
80	Xerox Network Systems (XNS)
86	Nestar
8E	PROWAY (IEC 955) Active Station List Maintenance
98	ARPANET Address Resolution Protocol (ARP)
BC	Banyan VINES
AA	SubNetwork Access Protocol (SNAP)
E0	Novell NetWare
F0	IBM NetBIOS
F4	IBM LAN Management (individual)
F5	IBM LAN Management (group)
F8	IBM Remote Program Load (RPL)
FA	Ungermann-Bass
FE	ISO Network Layer Protocol
FF	Global LSAP

4.3. SNAP

- Cuando DSAP y SSAP tienen el valor `AA` o `BB`
- Distingue protocolos adicionales a los de LLC

- Por ejemplo, no hay un número asignado para que IP viaje sobre LLC

802.2 LLC Header			SNAP extension	
DSAP	SSAP	Control	OUI	Protocol ID
1 octet	1 octet	1 or 2 octets	3 octets	2 octets

Figura 3: Cabecera LLC y SNAP

4.4. ¿Se usa LLC, SNAP?

As per IETF RFC 1042, IP datagrams and ARP datagrams are transmitted over IEEE 802 networks using LLC and SNAP headers, except on Ethernet/IEEE 802.3, where they are transmitted with Ethernet II headers, as per RFC 894

- Lo normal son tramas Ethernet-DIX, o 802.3 Raw

4.5. Tamaño

- Tamaño mínimo: 64 bytes (46 de datos)
  - Se necesita un **mínimo** para poder detectar las colisiones en 10baseT (2500 metros máximos a 10Mbs)
- Tamaño máximo: 1518 bytes (1500 de datos)
  - Para limitar las colisiones y mejorar la compartición del medio
- Estos límites son **obsoletos**
  - Con los switches no hay colisiones
  - Mayores velocidades permiten tramas jumbo

4.5.1. MTU

- *Maximum Transfer Unit*
- El sistema operativo puede permitir configurarlo para
  - Mejorar el rendimiento: tramas jumbo
  - Reducir la latencia: tramas más pequeñas

Cuadro 1: MTU por defecto para algunas redes

Network	MTU (bytes)
16 Mbps Token Ring	17914
4 Mbps Token Ring	4464
FDDI	4352
Ethernet	1500
IEEE 802.3/802.2	1492
PPPoE (WAN Miniport)	1480
X.25	576

5. Direcciones MAC

- Se llaman **direcciones físicas**, aunque son de la capa de enlace
- Son números de 48 bits (6 bytes).
  - Se expresan como números hexadecimales separados por dos puntos (`D4:AA:12:F3:00:C8`)
  - En ocasiones (Windows) se utiliza como separador un - (`D4-AA-12-F3-00-C8`)
- Cada tarjeta de red tiene una dirección MAC única
  - 24 bits indican el fabricante
  - 24 bits como identificador de la tarjeta dentro del fabricante
- Es posible consultar el fabricante de tu tarjeta de red desde la MAC en muchos sitios de la web
  - http://www.seguridadwireless.net/php/direccion-mac.php
  - http://standards-oui.ieee.org/oui/oui.txt

5.1. Consultar la propia MAC

- Windows
  - `ipconfig /all`
- Linux
  - `ifconfig -a | grep HWaddr`

5.2. ¿Puedo cambiar mi MAC?

- El sistema operativo consulta la MAC de la tarjeta
- Después, la usa para enviar tramas
- Pero se puede utilizar otra MAC a voluntad
  - Máquinas virtuales
  - Con comandos/utilidades del sistema operativo

```
ifconfig eth0 down
ifconfig eth0 hw ether 60:6c:66:b5:85:65
ifconfig eth0 up
```

5.3. Broadcast

- Hay ocasiones en las que interesa hablar con todos los ordenadores de la red
  - MDNS/Zeroconf
  - ARP
  - DHCP
- La dirección MAC `FF:FF:FF:FF:FF:FF` es de broadcast, e implica que los destinatarios del paquete enviado son todos los equipos de la subred.

6. Equipos de interconexión

6.1. Componentes de red: Repetidor

- Un repetidor es un equipo con dos puertos de comunicaciones
- Repite la señal recibida por un extremo hacia el otro extremo
  - Puede regenerar y amplificar la señal
  - Puede almacenar la trama completa antes de empezar a retransmitirla
  - Un concentrador (hub) es un repetidor con más de dos puertos

6.2. Corte o almacenamiento y reenvío

- Método de corte:
  - Según llegan los primeros bytes se empieza a reenviar la trama
  - Menor latencia de red
- Almacenamiento y reenvío:
  - Hasta que no se tiene la trama completa no se empieza a reenviar
  - Menos colisiones

6.3. Componentes de red: Puente

- Un puente es similar a un hub, incluyendo sus funcionalidades pero con una lógica más avanzada
- No solo trabaja a nivel eléctrico. Además, entiende las tramas y puede decidir si las retransmite o no
  - Solo retransmite tramas si el destinatario está al otro lado
- Un puente (bridge) con más de dos puertos se denomina switch.

6.4. Hub VS switch

- Si A envía un mensaje a B, un hub replica dicho mensaje a partes innecesarias de la red

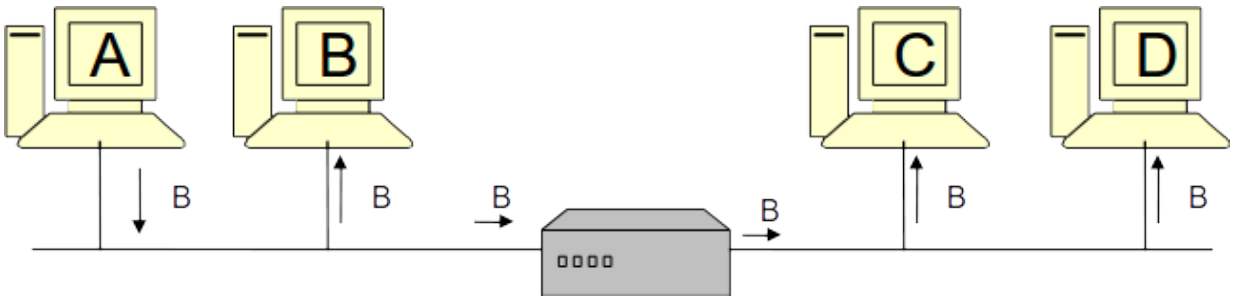

Figura 4: Un hub retransmite todas las tramas

6.5. Hub VS switch

- Si A envía un mensaje a B, un switch interpreta la trama y sabe en qué parte de la red está B, por lo que no envía dicha trama por subredes innecesarias

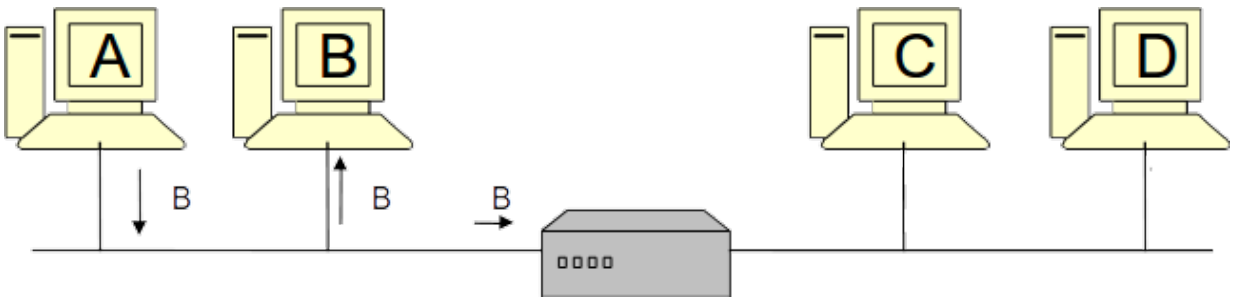

Figura 5: Un switch solo retransmite si es necesario

6.6. ¿Direcciones MAC?

- Los hub y los switch no tienen una dirección MAC
  - Los paquetes no se dirigen directamente a ellos
  - La introducción de un hub/switch en una infraestructura de red ya existente no cambia la configuración de ningún otro equipo

6.7. Switch ¿Configuración?

- ¿Cómo conoce un bridge qué equipos están en qué zonas de la red?
  - Generalmente, un bridge/switch no tiene este tipo de configuración
- El switch aprende "hacia atrás"
  - Nada más ser enchufado, se comporta como un hub
  - Cada vez que recibe una trama, apunta la dirección origen de la trama y el puerto por donde ha llegado
  - De esa forma, cuando una trama tenga como destino una dirección MAC conocida, sólo la envía por el puerto por el que llegan sus paquetes

6.8. Switch: aprendizaje inicial

- En una red grande, es casi *obligatorio* utilizar switches
  - Para evitar *tormentas de broadcast*
- Aún así, inicialmente hay una *inundación* hasta que los switches conocen las MAC de los equipos

Actividad Cisco

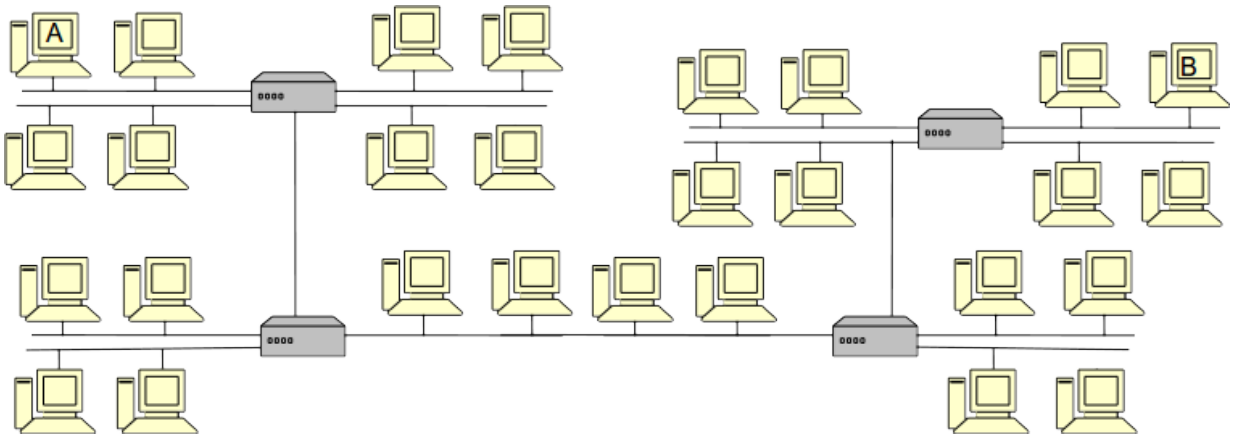

Figura 6: La primera comunicación entre A y B inundará la red

6.9. Actividades Cisco

- 1.3.6 Configurar SSH para acceso remoto a switch: https://contenthub.netacad.com/srwe-dl/1.3.6
- 2.1.8 Actividad reenvío de tramas en el switch: https://contenthub.netacad.com/srwe-dl/2.1.8
- 2.2.4 Prueba teórica dominios de difusión: https://contenthub.netacad.com/srwe-dl/2.2.4
- 2.3.2 Prueba teórica de conceptos de switches: https://contenthub.netacad.com/srwe-dl/2.3.2

7. ARP

- Es un protocolo que se encuentra en la frontera de las capas de red y enlace, aunque generalmente aparece como protocolo de red.
- Determina la dirección MAC de un equipo de nuestra misma subred conocida su dirección IP, para hacer la entrega de la trama localmente.
- Suele realizarlo el sistema operativo

7.1. Comando ARP (Linux)

- Consultar las direcciones conocidas

```
arp -n
```

- Borrar una entrada (dirección IP)

```
sudo arp -d III.III.III.III
```

- Añadir manualmente una entrada (dirección IP, MAC)

```
sudo arp -s III.III.III.III XX:XX:XX:XX:XX:XX
```

7.2. Comando ARP (Windows)

- Consultar las direcciones conocidas

```
arp -a
```

- Borrar una entrada (dirección IP)

```
arp -d III.III.III.III
```

- Borrar todas las entradas

```
arp -d
```

- Añadir manualmente una entrada (dirección IP, MAC)

```
arp -s III.III.III.III XX:XX:XX:XX:XX:XX
```

7.3. *Unicast Poll*

- El mensaje inicial de una pregunta ARP es de *broadcast*, para que todo el mundo lo reciba y pueda contestar.
- Algunos S.O. pueden *repreguntar* al dueño de una IP, para mantener la tabla caché de direcciones MAC
  - En ese caso, envían preguntas *unicast*
  - RFC 1122

8. Referencias

- Formatos:
  - Transparencias
  - PDF
  - Página web
  - EPUB
- Creado con:
  - Emacs
  - org-re-reveal
  - Latex
- Alojado en Github