



Redes de Computadores
Ingeniería Informática
Universidad Complutense de Madrid

TEMA 4 Control de Acceso al Medio

Profesor: *Rubén Santiago*

Despacho: 332

Tutorías: MXV 10 - 12



**Transparencias y material elaborado por el Profesor
Rafael Moreno Vozmediano**

Parte II: Norma IEEE 802.3 (Ethernet)

2

- **Modelo de Referencia IEEE 802**
- **Redes LAN Ethernet**
- **Protocolo de Acceso al Medio CSMA/CD**
- **Direcciones MAC**
- **Topologías**
- **Tecnología**
 - Ethernet
 - Fast Ethernet
 - Gigabit Ethernet

Estándares de red de área local

3

■ Modelo de Referencia IEEE 802

LLC	IEEE 802.2							
MAC	IEEE 802.3 Ethernet	IEEE 802.4	IEEE 802.5	Fast Ethernet	100VG-AnyLAN	FDDI	IEEE 802.6	Inalámbricas (IEEE 802.12)
Física	CSMA/CD Coax banda base (10 Mbps) Par trenzado (1, 10 Mbps) Coax banda ancha (10 Mbps)	Token Bus Coax banda ancha (1, 5, 10 Mbps) Coax banda portad. (1, 5, 10 Mbps) Fibra óptica (5, 10, 20 Mbps)	Token Ring Par trenzado (4, 16 Mbps)	CSMA/CD Par trenzado (100 Mbps) Fibra óptica (100 Mbps)	Prioridades de demanda (802.12) Par trenzado (100 Mbps) Fibra óptica (100 Mbps)	Token Ring Fibra óptica (100 Mbps)	DQDB Fibra óptica (44.7 Mbps, 155.5 Mbps)	CSMA/CA Radio Frecuencia (2-6 Mbps) Infrarrojos (1-10 Mbps)
LAN				LAN alta velocidad		MAN		Inalámbrica

Tema 4. Redes de área local (LAN): las subcapas MAC y LLC; redes LAN Ethernet.

Profesor: Rafael Moreno Vozmediano

Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet

4

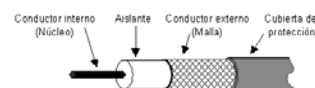
■ Redes LAN Ethernet

- Características generales
 - Desarrollado originalmente por Xerox
 - Estandarizado por el IEEE 802.3
 - Método de acceso al medio: CSMA/CD
- Distintos medios físicos

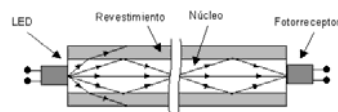
Par Trenzado



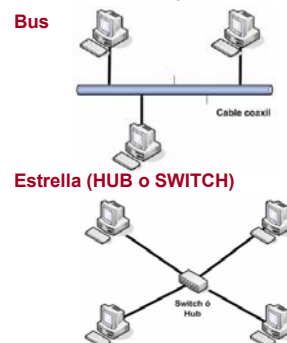
Cable Coaxial



Fibra óptica



■ Distintas Topologías



■ Evolución de redes Ethernet

- **Ethernet** → 10 Mbps
- **Fast Ethernet** → 100 Mbps
- **Gigabit Ethernet** → 1 Gbps

Tema 4. Redes de área local (LAN): las subcapas MAC y LLC; redes LAN Ethernet.

Profesor: Rafael Moreno Vozmediano

Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ⁵

■ Protocolo CSMA/CD (1)

- Cuando una estación quiere transmitir, debe realizar las siguientes acciones:

1. La estación escucha el canal
2. Si el canal está libre
→ transmite inmediatamente
3. Si el canal está ocupado
→ Se queda escuchando a la espera de que quede libre
→ Cuando queda libre transmite inmediatamente.
4. Durante la transmisión
→ Sigue escuchando el canal.
→ Si información escuchada ≠ información transmitida → **COLISIÓN**
5. En caso de colisión
→ Interrumpir inmediatamente transmisión
→ Enviar señal de invalidación a todas las estaciones
→ Iniciar mecanismo de contienda para retransmitir

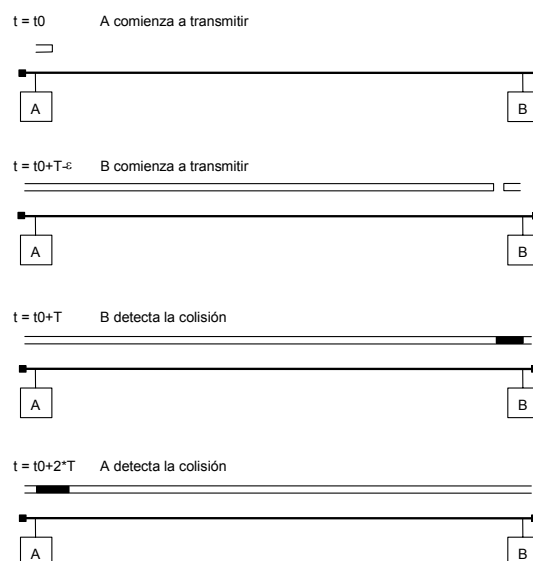
Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ⁶

■ Protocolo CSMA/CD (2)

- Tiempo máximo de detección de colisión:

$$\tau = 2 * T$$

(T = retardo máx. de la red)



Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ⁷

■ Protocolo CSMA/CD (4)

■ Longitud mínima de una trama Ethernet

- La duración de cualquier trama debe ser mayor o igual que el valor máximo de la ranura temporal (τ)
- Valores típicos en Ethernet:
 - $\tau = 51,2 \mu s$
 - Velocidad de transmisión = 10 Mbps
- Por tanto:

$$\text{Duración Trama} = \text{Nº de bits} / \text{Velocidad de Transmisión} \geq \tau$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Nº de bits} &\geq \tau * \text{Velocidad de transmisión} = \\ &= 51,2 * 10^{-6} s * 10^7 \text{ bits/s} = 512 \text{ bits} \end{aligned}$$

$$\rightarrow \text{Tamaño de trama mínimo} = 512 \text{ bits} = 64 \text{ bytes}$$

Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ⁸

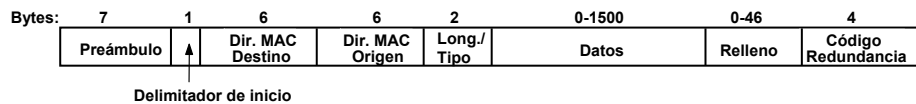
■ Protocolo CSMA/CD (3)

■ Mecanismo contienda (en caso de colisión)

- Generar un número entero aleatorio m
- Esperar un intervalo $t = m * \tau$ antes de intentar retransmitir la trama
 - 1ª colisión: $m \in [0,1]$
 - 2ª colisión: $m \in [0,1,2,3]$
 - ...
 - n -ésima colisión: $m \in [0,1,...,2^{n-1}]$
 - ...
 - 10ª colisión: $m \in [0,1,...,1023]$
 - 11ª colisión: $m \in [0,1,...,1023]$
 - ...
 - 16ª colisión: $m \in [0,1,...,1023]$
 - 17ª colisión: ERROR

Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ⁹

■ Formato de trama Ethernet



■ Preámbulo (7 bytes)

- Patrón de bits 10101010 repetido 7 veces
- Se utiliza para permitir que el receptor se sincronice con el emisor

■ Delimitador de inicio (1 byte)

- Patrón 10101011

■ Direcciones MAC origen y destino (6 bytes)

- Identifican a la estación origen y destinataria(s) de la trama
- El formato y los tipos de direcciones MAC se estudian a continuación

Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ¹⁰

■ Formato de trama Ethernet (cont.)

■ Longitud / Tipo de protocolo.

- En el estándar 802.3
 - Indica la **longitud** del campo de datos
- En Ethernet II
 - Indica el **tipo** de protocolo de la capa superior al que van dirigidos los datos.
 - Los valores de tipo siempre son mayores que 1500
 - Ejemplos:
 - IP = 2048 (0800 HEX);
 - ARP = 2054 (0806 HEX)

■ Datos (máximo 1500 bytes)

- Contiene los datos transmitidos.
- Como máximo pueden ocupar 1500 bytes.

■ Relleno (máximo 46 bytes)

- Bytes de relleno para el caso de tramas menores de 64 bytes

■ Código de redundancia (4 bytes)

- Código CRC para detección errores de transmisión.

Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ¹¹

■ Direcciones MAC

■ Nombres alternativos

- Dir. MAC = Dir. Ethernet = Dir. Física = Dir. Hardware

■ Dirección MAC destino

- Dirección MAC del destinatario o destinatarios de la trama.
- Puede ser de tres tipos:
 - Dirección MAC individual (unicast)
 - Hace referencia a una única estación
 - Normalmente, esta dirección está grabada en la tarjeta de red
 - Ejemplo: 00:1C:7E:47:75:1A
 - Dirección MAC de grupo (multicast)
 - Hace referencia a un grupo de máquinas en la red local
 - Ejemplo: 01:00:5E:1A:0A:05
 - Dirección MAC de difusión (broadcast)
 - Hace referencia a todas las estaciones de la red local
 - Es siempre la siguiente dirección: FF:FF:FF:FF:FF:FF

■ Dirección MAC origen (6 bytes)

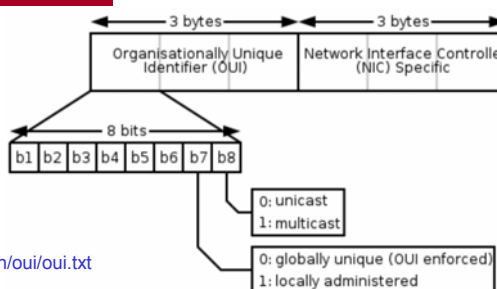
- Dirección MAC de la estación emisora de la trama
- Solo puede ser de tipo individual (unicast)

Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ¹²

■ Direcciones MAC

■ Formato de la dirección MAC

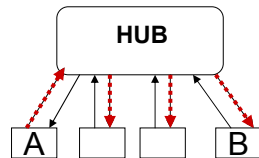
- Los tres primeros bytes (OUI)
 - Identifican al fabricante de la tarjeta de red
 - Los códigos de fabricantes se pueden consultar en:
<http://standards.ieee.org/regauth/oui/oui.txt>
- Los tres últimos bytes (NIC)
- El primer byte contiene dos bits especiales:
 - b7 → bit unicast/multicast
 - Si b7 = 0 → Dirección unicast (ejemplo: 00:1C:7E:47:75:1B)
 - Si b7 = 1 → Dirección multicast (ejemplo: 01:00:5E:1A:0A:05)
 - b8 → bit global/local
 - Si b8 = 0 → Dirección MAC global asignada por el fabricante (grabada en la tarjeta)
 - Si b8 = 1 → Dirección MAC local configurada por el administrador de la red (si existe, prevalece sobre la dirección global grabada en la tarjeta)



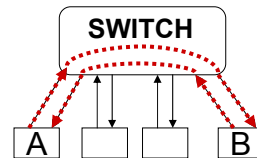
Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ¹³

■ Implementaciones físicas de redes Ethernet

■ Hubs vs. Switches



- Dispositivo repetidor
- Retransmite (repite) la información por todas las salidas
- Existencia de colisiones (necesario CSMA/CD)
- Transmisión **half-duplex**
- Privacidad baja



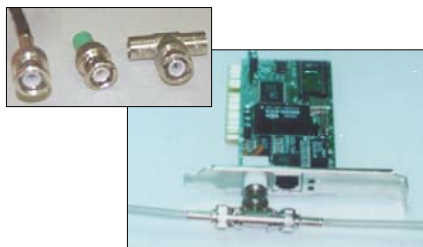
- Dispositivo conmutador
- Retransmite la información únicamente por la salida adecuada
- Libre de colisiones (no es necesario CSMA/CD)
- Transmisión **full-duplex**
- Privacidad elevada

Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ¹⁴

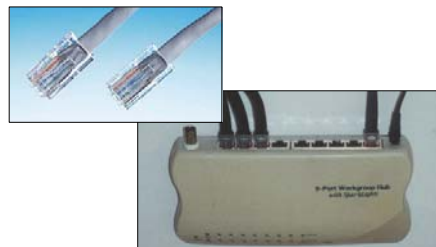
■ Ethernet

	10BASE5	10BASE2	10BASE-T
Medio Transm.	Coaxial grueso	Coaxial delgado	UTP cat. 3
Topología	Bus	Bus	Estrella con HUB
Modo de transmisión	Half-duplex	Half-duplex	Half-duplex
Velocidad	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps
Longitud máx.	500	185	100

Conexiones BNC para bus 10BASE2



Conexiones RJ-45 para hub 10BASE-T



Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet¹⁵

■ Fast Ethernet

	100BASE-FX	100BASE-TX	100BASE-T4	100BASE-T2
Medio Transm.	2 Fibras ópticas multimodo	2 pares UTP Cat 5	4 pares UTP Cat 3	2 pares UTP Cat 3
Topología	Estrella (Hub o Switch)	Estrella (Hub o Switch)	Estrella (Hub)	Estrella (Hub o Switch)
Modo de transmisión	Half-duplex (hub) Full-duplex (switch)	Half-duplex (hub) Full-duplex (switch)	Half-duplex	Half-duplex (hub) Full-duplex (switch)
Velocidad	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps
Longitud máx.	Hasta 2000 m	100 m	100 m	100 m

Tema 4. Redes de área local (LAN): las subcapas MAC y LLC; redes LAN Ethernet.

Profesor: Rafael Moreno Vozmediano

Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet¹⁶

■ Gigabit Ethernet

	1000BASE-SX	1000BASE-LX	1000BASE-CX	1000BASE-X
Medio Transm.	2 fibras óptica corto alcance	2 fibras óptica Largo alcance	2 pares STP	4 pares UTP Cat 5 o superior
Topología	Estrella (Switch)	Estrella (Switch)	Estrella (Switch)	Estrella (Switch)
Modo de transmisión	Full-duplex	Full-duplex	Full-duplex	Full-duplex
Velocidad	1 Gbps	1 Gbps	1 Gbps	1 Gbps
Longitud máx.	220-550 m	550-5000 m	25 m	100 m

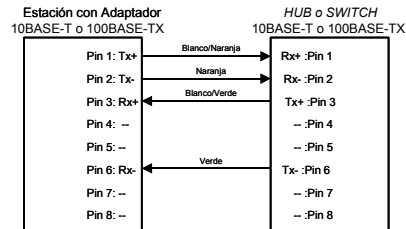
Tema 4. Redes de área local (LAN): las subcapas MAC y LLC; redes LAN Ethernet.

Profesor: Rafael Moreno Vozmediano

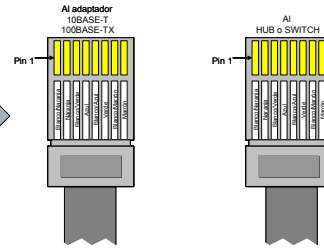
Redes Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ¹⁷

■ Cableado Ethernet (10BaseT y 100BaseTX)

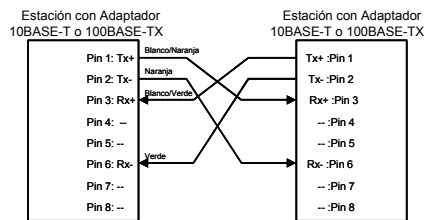
■ Conexión Computador – Hub/Switch



CABLE DIRECTO



■ Conexión Computador-Computador



CABLE CRUZADO

