

Versiones de Ethernet

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

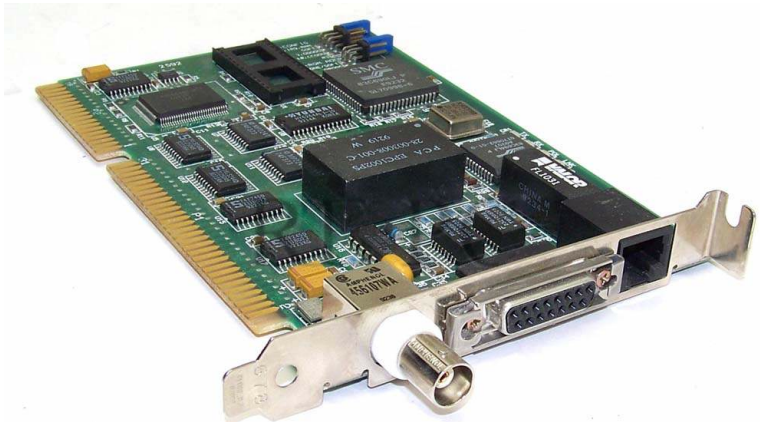
Ethernet “everywhere”

Ethernet hoy en día



Bob Metcalfe
(siglo XXI)

- Empezó a 2.94 Mbps
- Primera versión comercial a 10Mbps (coaxial)
- Hoy en día se vende a 10Gbps, 40Gbps y 100Gbps y sigue subiendo...
- Sobre par trenzado (de distintos tipos) y fibra óptica principalmente



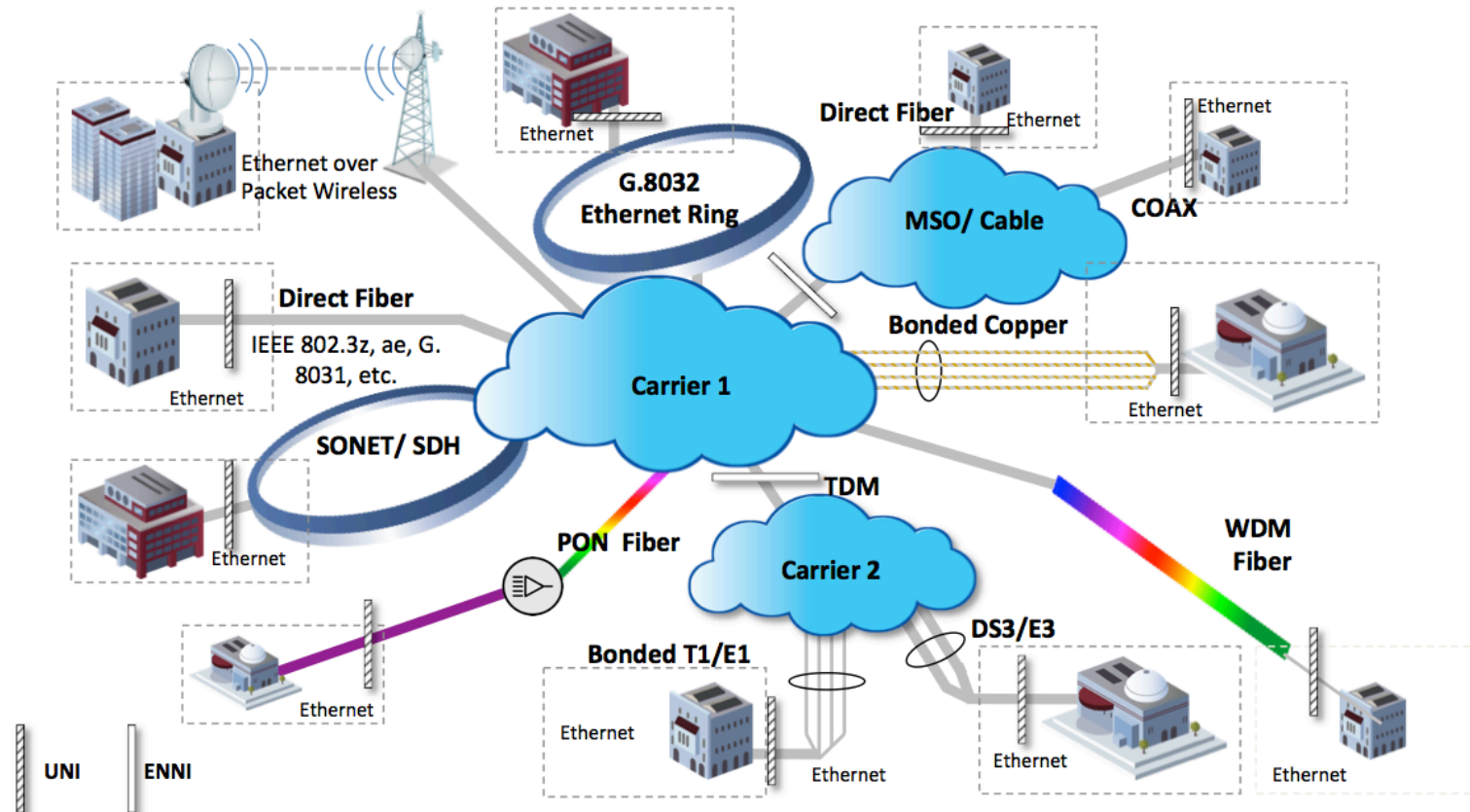
NIC Ethernet a 10Mbps
Conectores AUI y BNC



Transceiver 100GBASE-LR4
100Gbps Eth a 10Km sobre f.o. monomodo

Ethernet hoy en día

- Surgió para LAN y ya se emplea en WAN
- Y ofrece servicios para operadoras y para el acceso (primera milla)



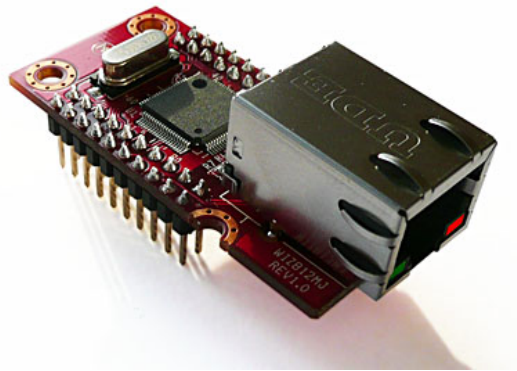
Ethernet hoy en día

- Nació para LAN coaxial, aunque basada en ALOHA, y ha vuelto a inalámbrico (WiFi)



Ethernet hoy en día

- Empezó para PCs e impresoras y ahora se emplea en WANs pero también en microcontroladores en coches, aviones, hogares, industria...



Nivel MAC Ethernet original

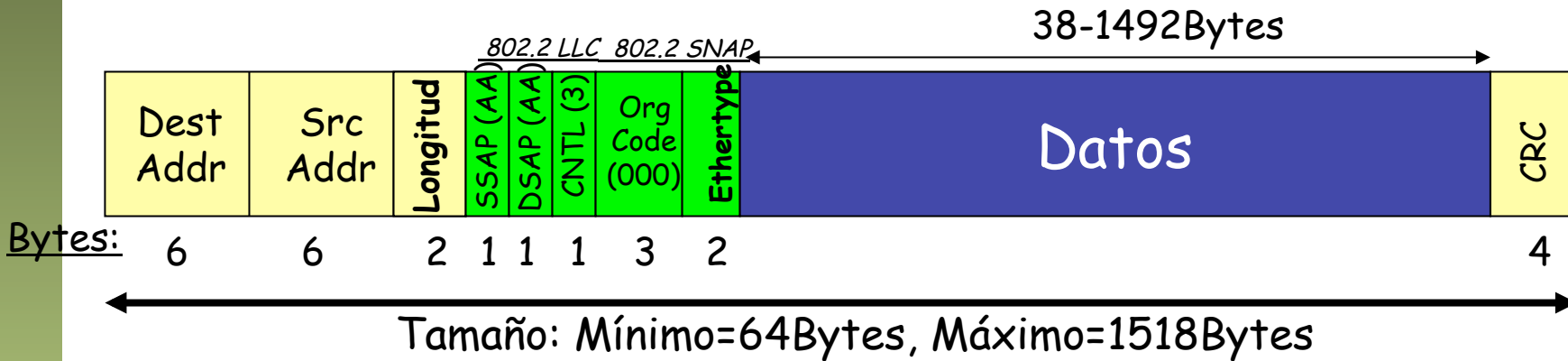
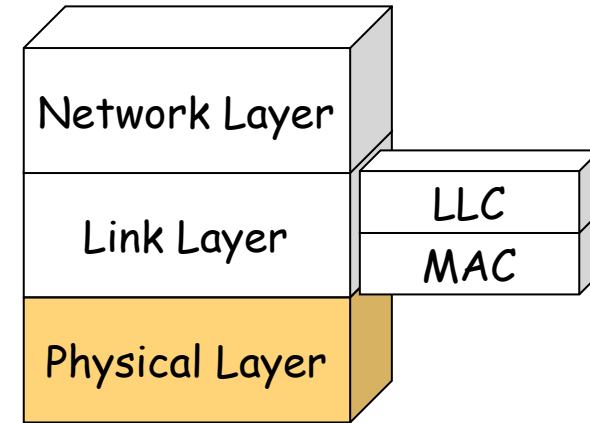
Nivel MAC

- PDU del nivel de enlace = Trama (*Frame*)
- Formato de la trama (estándar DIX)
 - Direcciones MAC
 - *Ethertype*
 - Datos
 - CRC
- Hoy en día recogido también en el IEEE 802.3



Trama IEEE

- IEEE 802.3 + 802.2 (LLC/SNAP)
- Campo de **Longitud** (hace referencia a todo lo que le sigue, sin contar el CRC)
- Los *EtherType* son > 1500 por lo que ambos formatos son compatibles (en realidad ≥ 1536)
- IP sobre 802 en RFC 1042



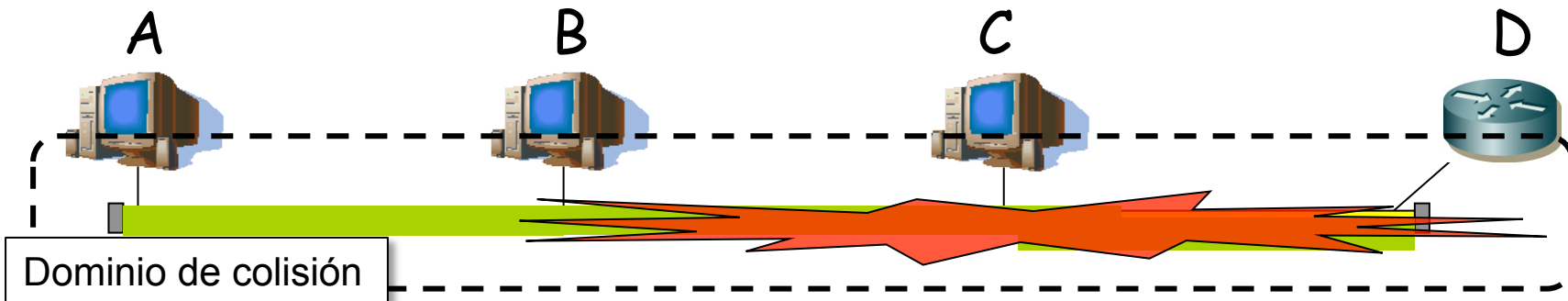
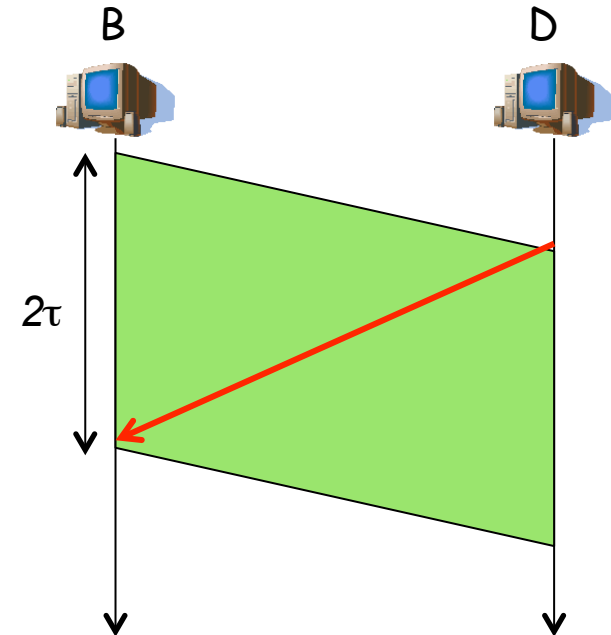
DIX (Ethernet II)



CSMA/CD

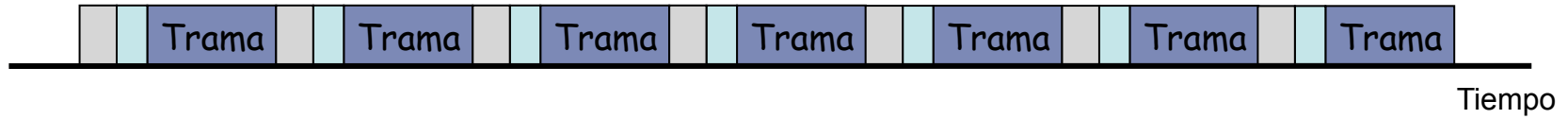
- *Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*
- Máximo 2500 m
- Mínimo 64 Bytes de trama
- Conlleva un tamaño mínimo de la trama de 64 bytes

Tamaño de trama (bytes)	Tiempo de Tx a 10Mbps (μseg)
64	51.2
512	409.6
1000	800
1518	1214.4



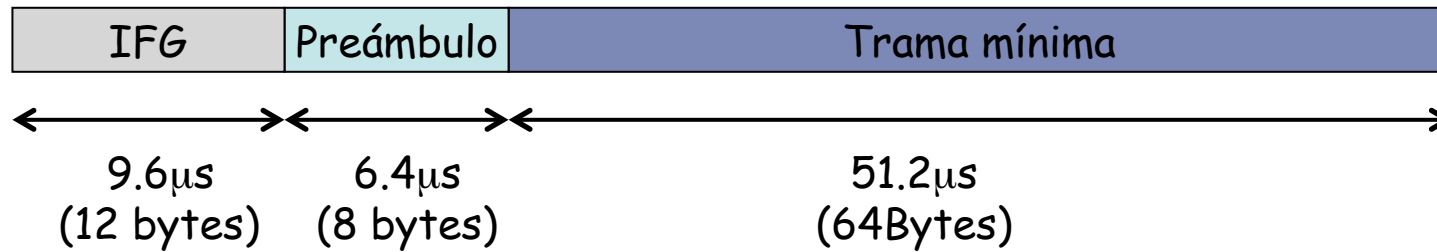
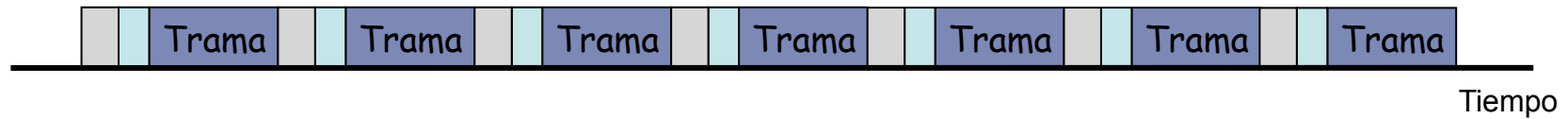
Frame rate

- ¿Máximo número de tramas por segundo? (. . .)



Frame rate

- ¿Máximo número de tramas por segundo? (. . .)



IFG = Inter Frame Gap

Ejercicio

Ejercicio: Frame rate

- ¿Cuál es el mínimo número de tramas por segundo que debe enviar un host para saturar un interfaz Ethernet a 10 Mb/s?
- (...)

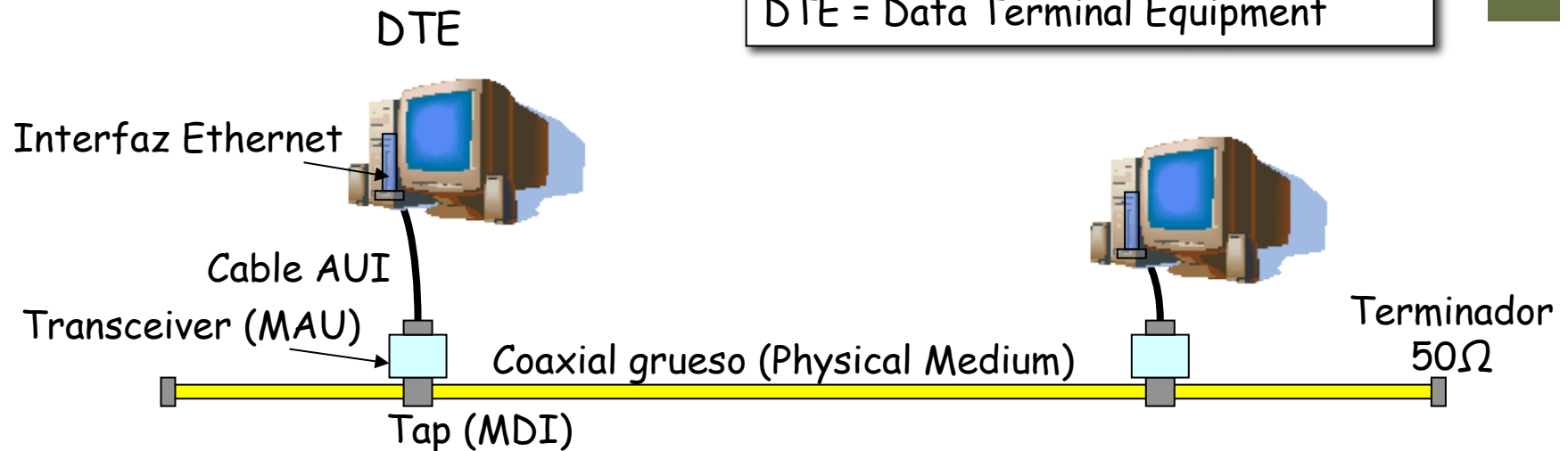
Versiones de Ethernet (10Mbps)

Ethernet “original”

10Base5

- “Thick Ethernet”
- Coaxial grueso (amarillo)
- 5 → 500m (entre repetidores)

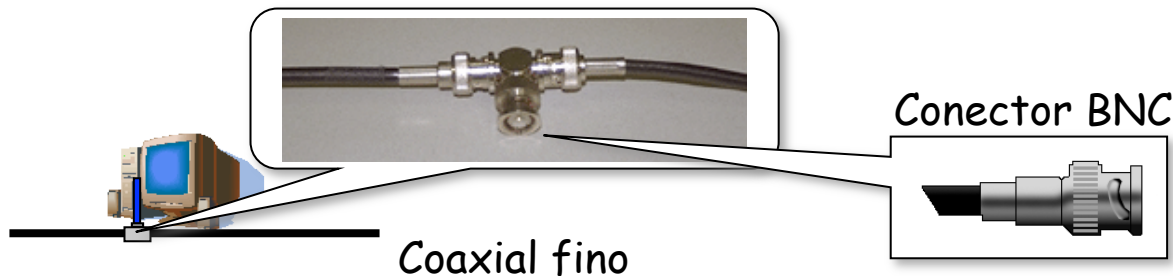
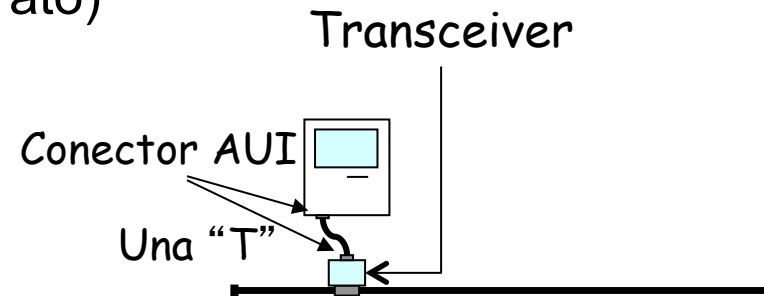
MAU = Medium Attachment Unit
MDI = Medium Dependent Interface
AUI = Attachment Unit Interface
DTE = Data Terminal Equipment



Tecnologías Ethernet

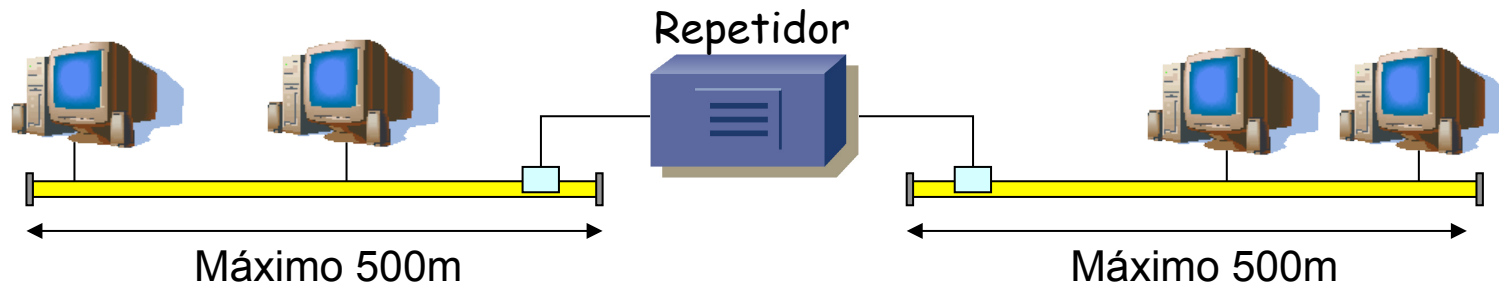
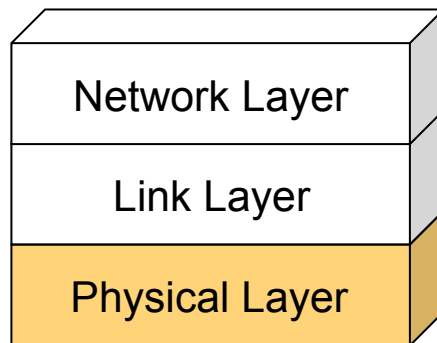
10Base2

- “Thinnet” o “Cheapernet”
- IEEE 802.3a
- Coaxial fino y flexible (negro)
- 2 → 185m (entre repetidores)
- Transceiver opcional (más barato)



Repetidores

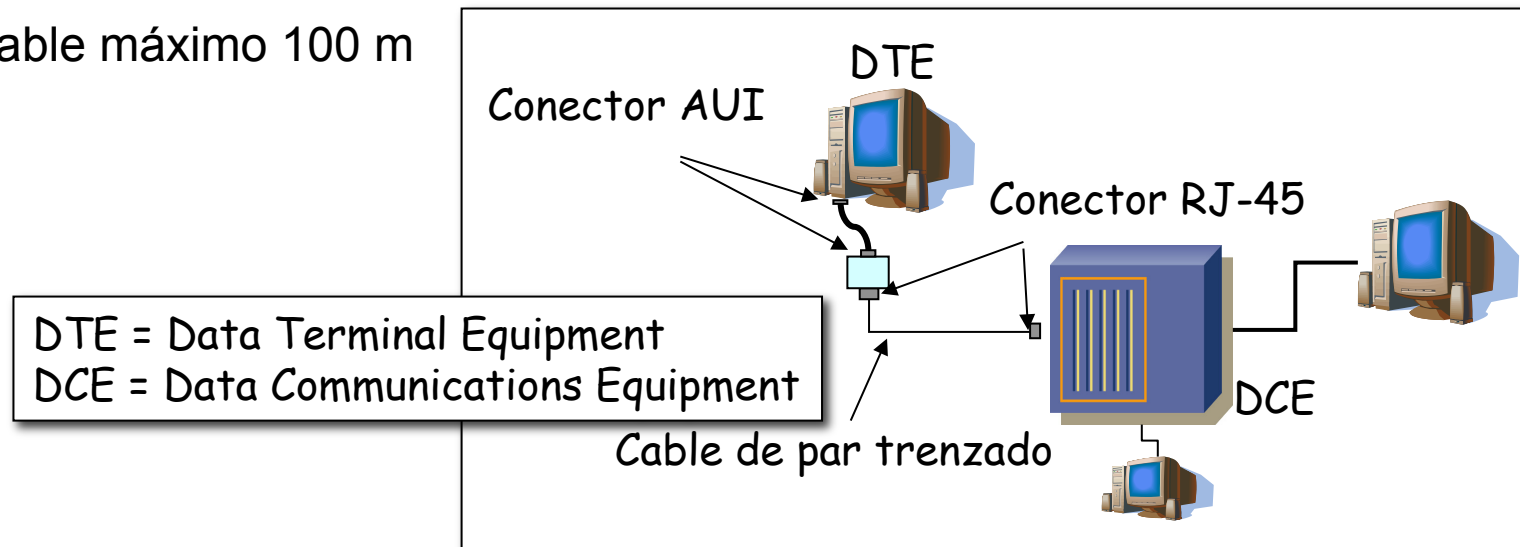
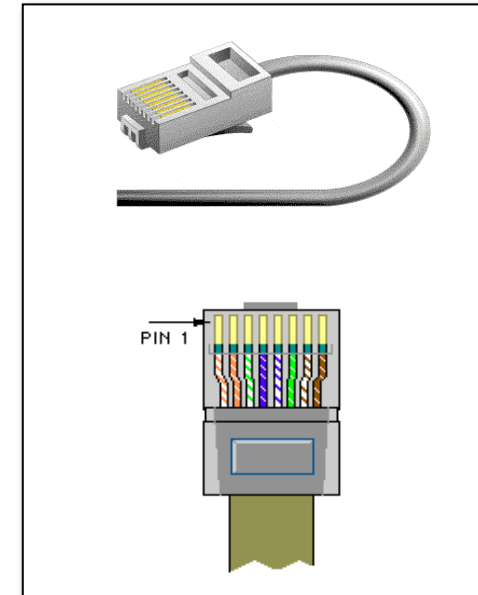
- “Repetidor”
- “Hub”
- “Hub repetidor”
- “Concentrador”
- “Concentrador de cableado”
- Regeneración de la señal eléctrica
- No tienen direcciones MAC
- No modifican las tramas
- En desuso, difíciles de encontrar
- Su función la hacen switches
- Ofrecían medio compartido interesante para captura de tráfico



Tecnologías Ethernet

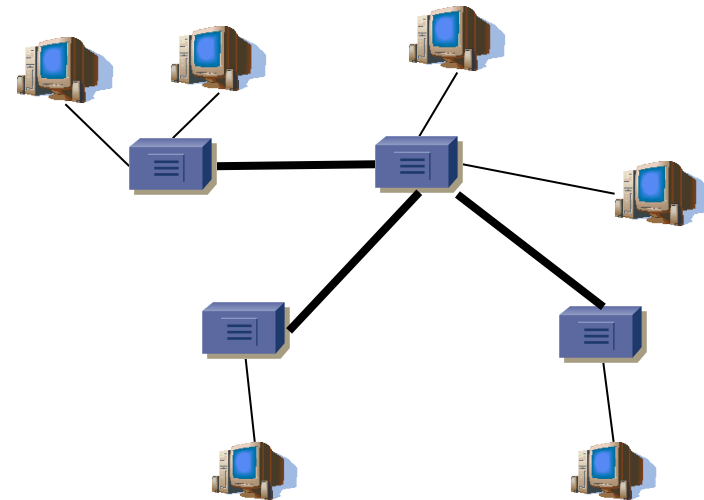
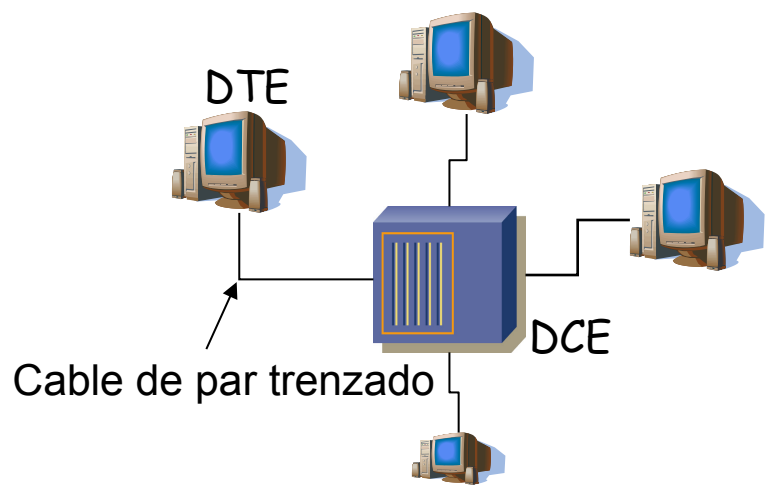
10Base-T

- IEEE 802.3i
- Cables de par trenzado al menos cat. 3
- Topología física en estrella
 - Elemento central = “Hub”
- Topología lógica en bus
- Transceiver opcional
- Conector RJ-45
- Cable máximo 100 m



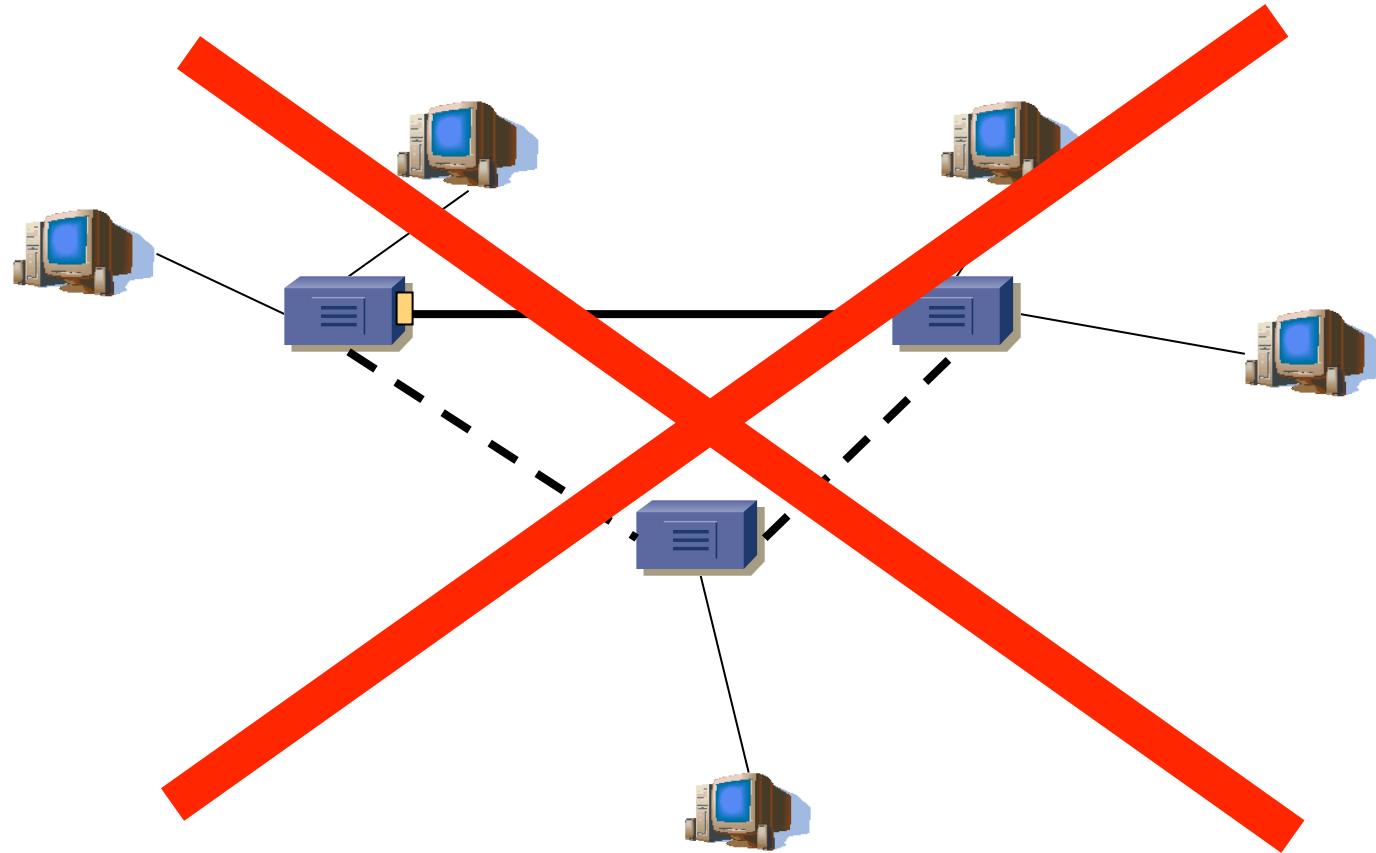
Hubs y 10Base-T

- Topología física en estrella
- Topología lógica en bus
- Topología física estrella extendida
- Límite en el número de ellos en el camino (aproximadamente 5)



Conexión de Hubs

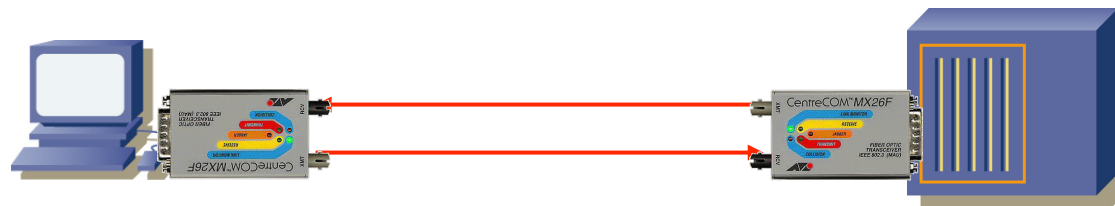
- Nunca nunca nunca... forme un bucle



Tecnologías Ethernet

10BaseFL

- Fibra óptica multimodo (50 o 62.5 μm)
- IEEE 802.3j
- Inmune a interferencias electromagnéticas
- Hasta 2 Km
- Usado en:
 - El *backbone* de una LAN
 - Cableado vertical
 - Larga distancia a un host

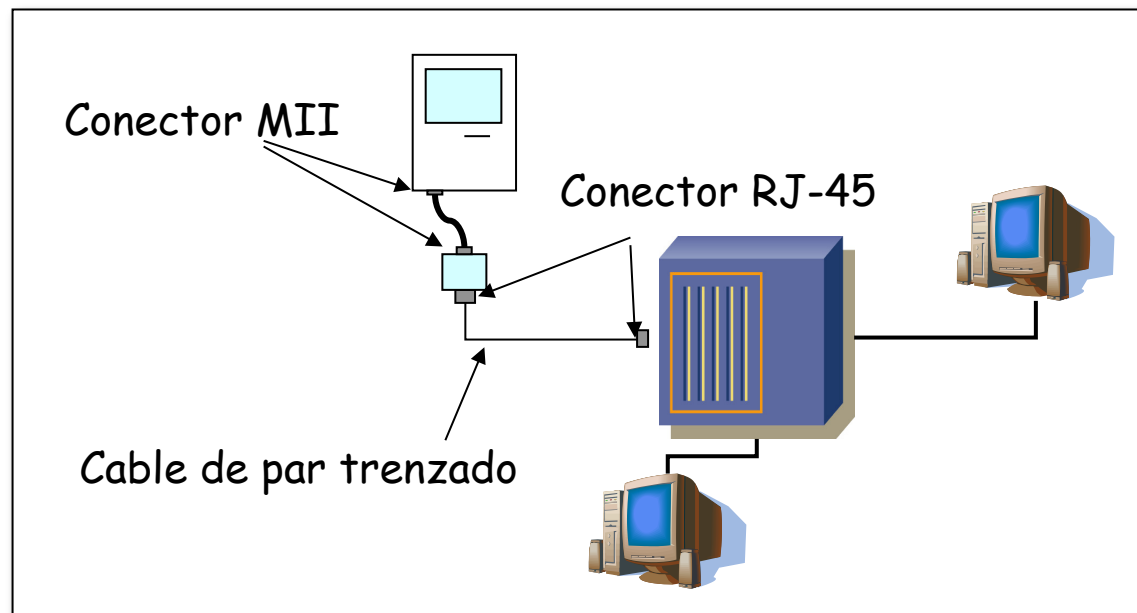
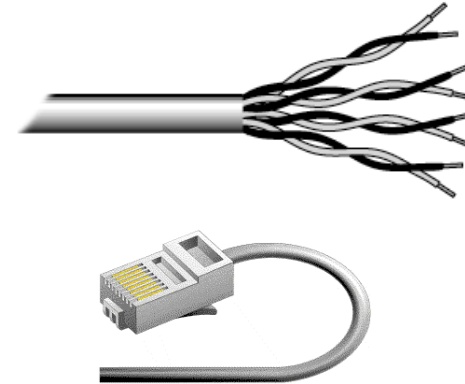


Fast Ethernet

Fast Ethernet

100Base-TX

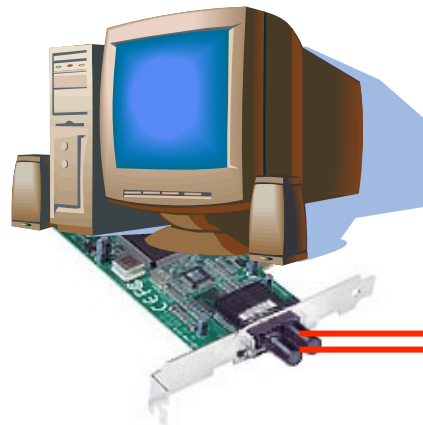
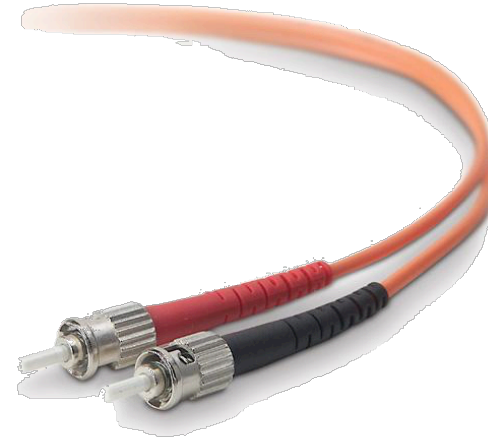
- IEEE 802.3u
- MII = *Medium Independent Interface*
- Cables de par trenzado Cat.5 (100m)
- Usa 2 pares
- Transceiver opcional
- Conector RJ-45



Fast Ethernet

100Base-FX

- Fibra multimodo (50 ó 62.5 μm)
- 2 Km (full-duplex)
- 412 m (half-duplex)

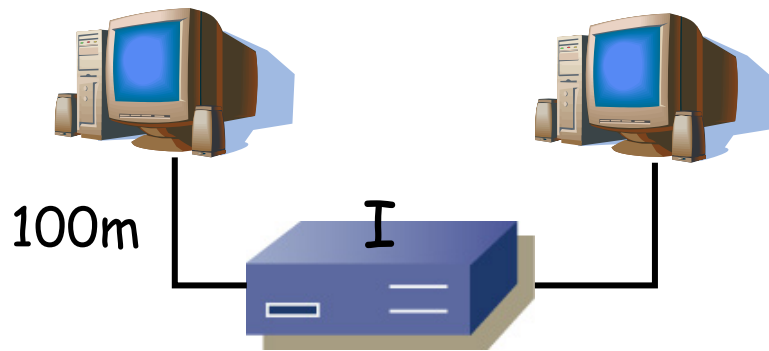


Repetidores Fast Ethernet

- Solo 1 (ó 2) entre cualquier par de hosts con 100m al hub

¿ Por qué tan corta distancia ?

- CSMA/CD
- FastEthernet mantiene la longitud mínima de la trama
- *Collision Window* ↓
- Elección: Aumentar el tamaño mínimo o reducir el diámetro máximo
- Se redujo el diámetro: velocidad x10 ⇒ diámetro ÷10



Tamaño de trama (bytes)	Tiempo de Tx (μseg) 10Mbps	Tiempo de Tx (μseg) 100Mbps
64	51.2	5.12
512	409.6	40.96
1000	800	80
1518	1214.4	121.44

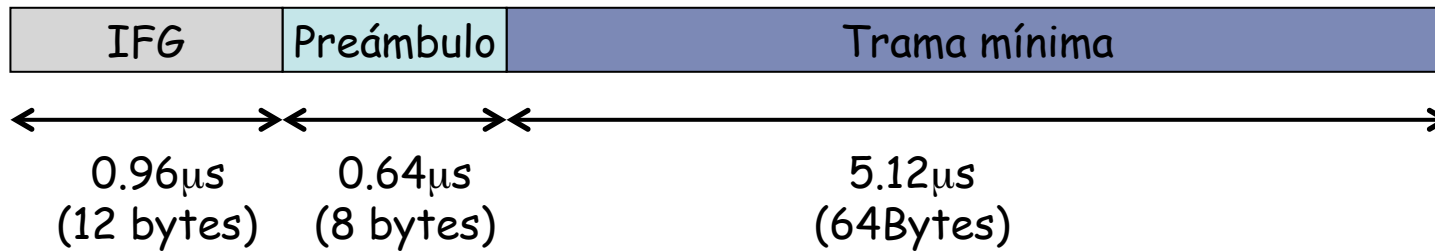
Autonegociación

- Opcional en IEEE 802.3u (Fast Ethernet)
- Extendida a 10Base-T
- Obligatorio en 1000Base-T
- Permite negociar:
 - Half/Full-Duplex
 - 10/100/1000 Mbps
- Mediante pulsos que se envían cuando no hay tramas
- Si un extremo lo soporta y otro no:
 - Extremo que lo soporta puede detectar la velocidad
 - No detecta el *duplex* así que escoge *half-duplex*



Frame rate

- ¿Máximo número de tramas por segundo?

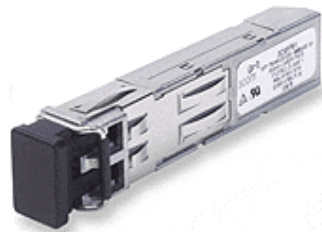


Gigabit Ethernet

Gigabit Ethernet

1000Base-X

- IEEE 802.3z
- 1000Base-SX : Fibra multimodo (200-500 m)
- 1000Base-LX : Fibra monomodo (5-10 Km)
- Otras variantes (según fabricante, durante procesos de estandarización, para primera milla, etc)

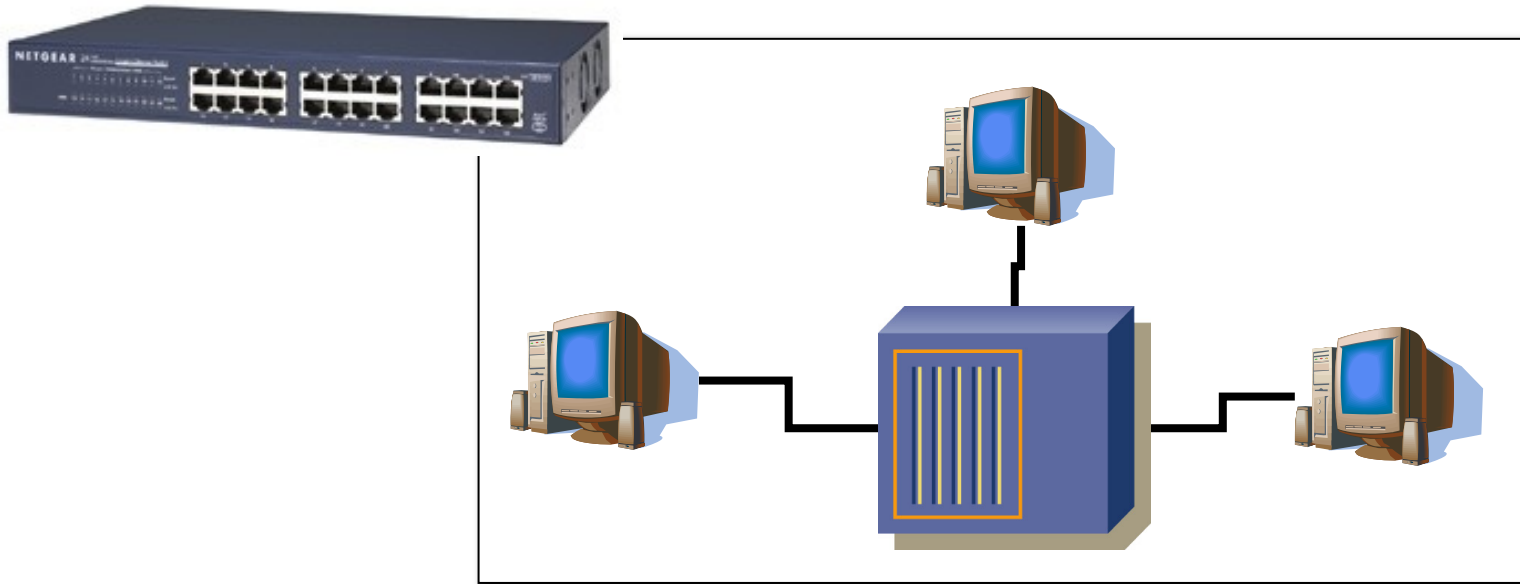


Gigabit Ethernet

1000Base-T

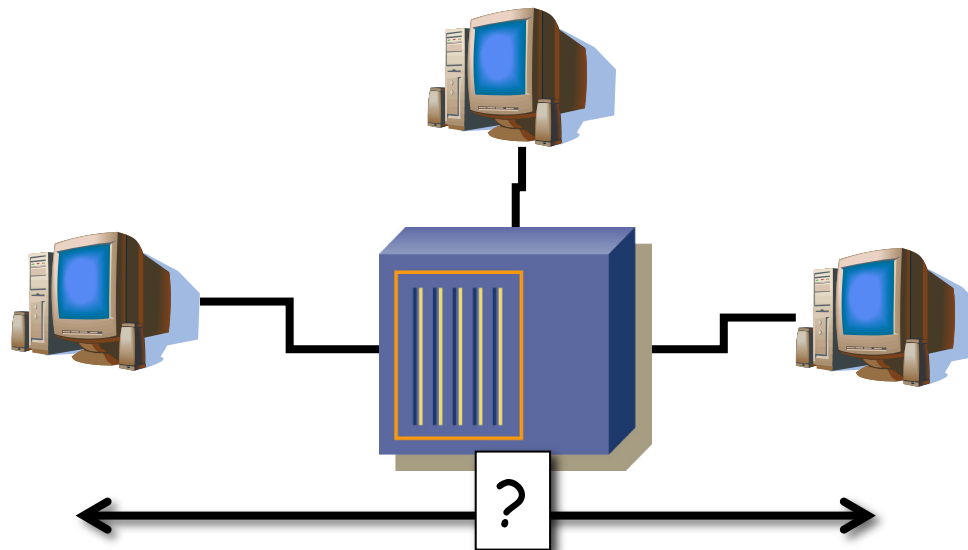
- IEEE 802.3ab
- 4 pares Cat.5 (100m)
- El *hub* existe en el estándar pero no se utiliza

GMII = Gigabit Medium Independent Interface



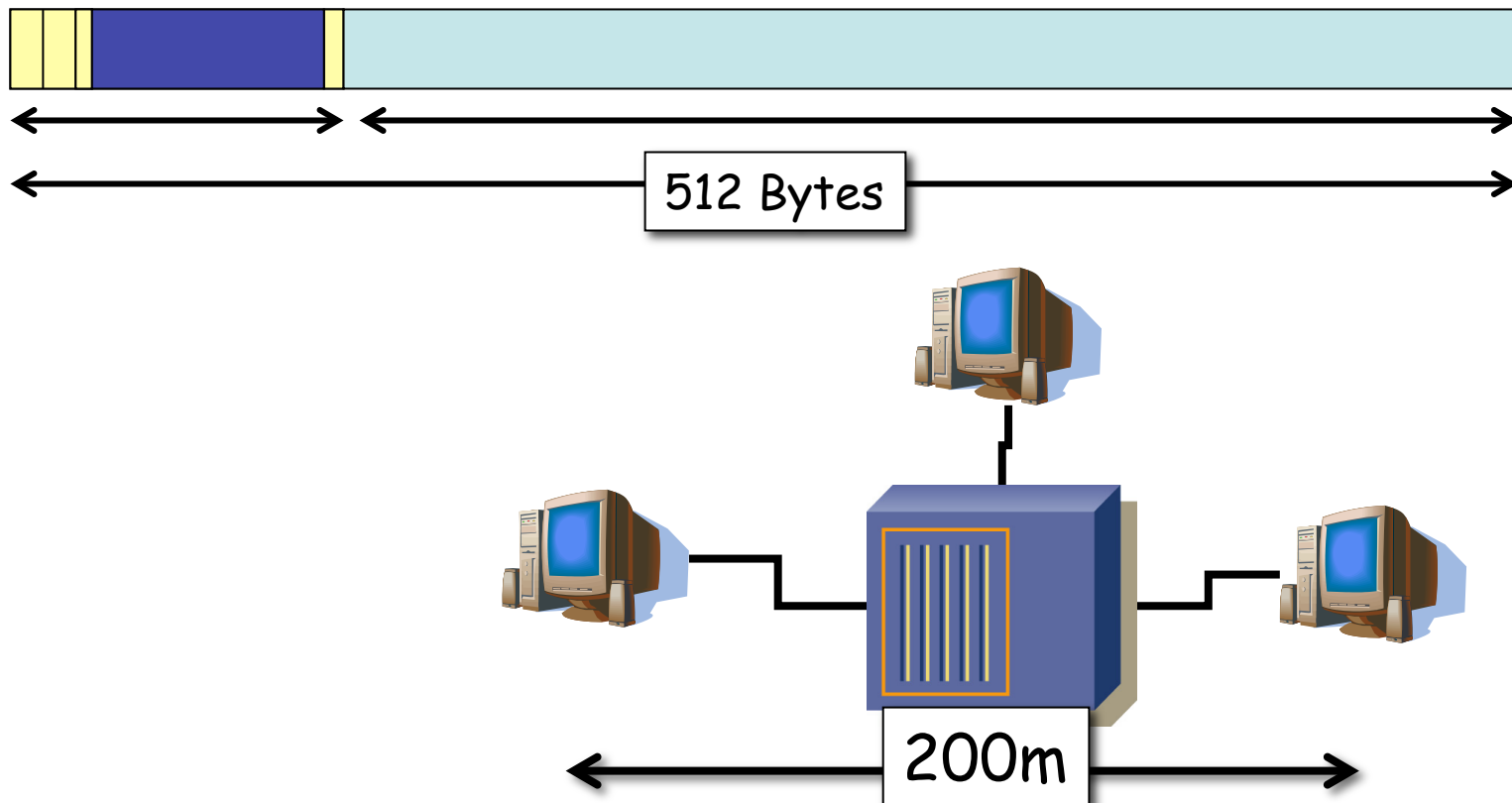
Gigabit Ethernet

- Existe el *Hub* Gigabit
- Velocidad x10 frente a FastEthernet
- ¿ Diámetro ÷10 ?



Gigabit Ethernet

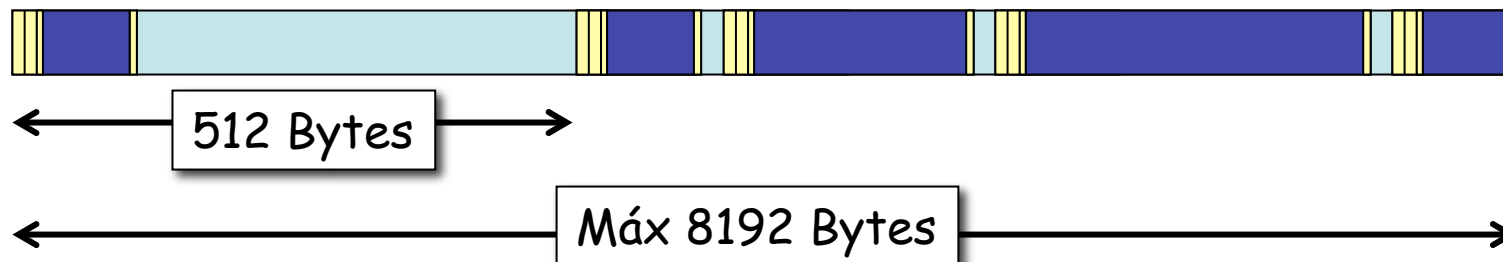
- ¿ Diámetro $\div 10$? **NO**
- *Carrier Extension*
- Mínimo tamaño 512 Bytes



Gigabit Ethernet

Frame Bursting

- Puede transmitir varias tramas seguidas
- Sin liberar el canal
- Hasta 8192 bytes
- La primera trama, si es demasiado corta, requiere extensión de portadora



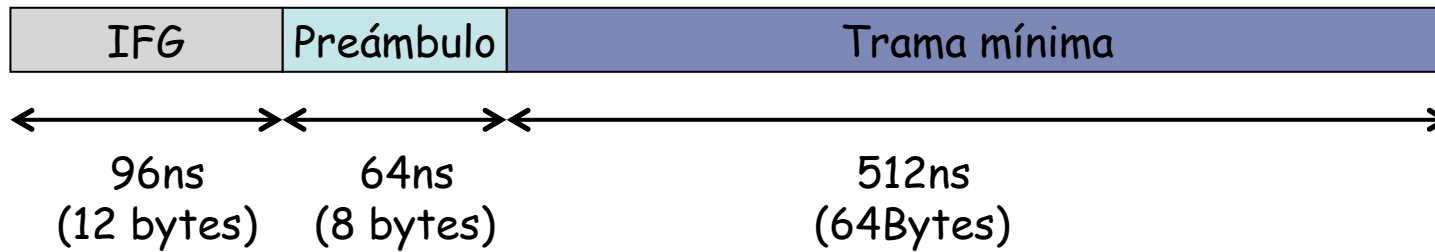
Gigabit Ethernet

- Se emplean switches (próxima clase)
- Full Duplex
- No-CSMA/CD
- Así que no hacen falta las extensiones



Frame rate

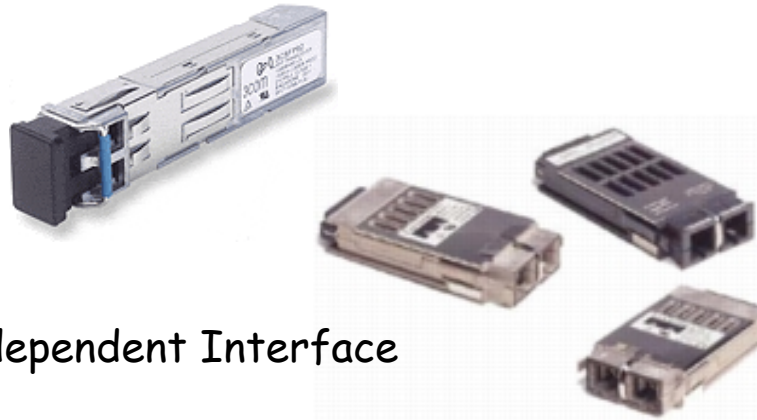
- ¿Máximo número de tramas por segundo?
(enlace full-duplex)



Gigabit Ethernet

SFP

- Small Formfactor Pluggable transceiver
- Antes GBICs: GigaBit Interface Converter
- *Hot-swappable Transceiver*



GMII = Gigabit Medium Independent Interface



Gigabit Ethernet

¿ *Jumbo Frames* ?

- MTU tradicional 1500 bytes
- *Jumbo Frames* la aumentan a unos 9 KBytes
- Reduce la carga de procesamiento (pkts/sec)



Ethernet > 1Gbps

Tecnologías Ethernet

10GBase-X

- IEEE 802.3ae
- 10GBase-SR : F.O. Multimodo (30-300m)
- 10GBase-LR : F.O. Monomodo (10-20Km)
- 10GBase-ER : F.O. Monomodo (40Km)
- 10GBase-SW/LW/EW : WAN PHY (9.58Gbps), para mapearse directamente en un contenedor SONET/SDH (VC-4-64c)



Tecnologías Ethernet

10GBase-T

- IEEE 802.3an
- Cable Categoría 6 (55m)
- Cable Categoría 6 aumentada o Cat.7 (100m)
- 10 Gigabit Ethernet solo Full-Duplex



Tecnologías Ethernet

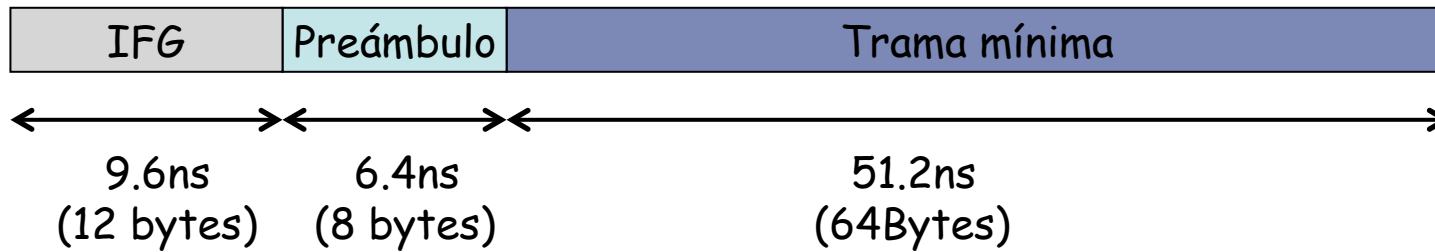
Otros 10GBase

- 802.3ak (cobre, 10GBASE-CX4, 15m)
- 802.3ap (Backplane Ethernet, cobre, 10GBASE-KX4, 10GBASE-KR, 1m)
- 802.3aq (10GBASE-LRM, fibra MM, 200-300m)



Frame rate

- ¿Máximo número de tramas por segundo?



Tecnologías Ethernet

IEEE 802.3ba (2010)

- “Amendment 4: Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for 40Gb/s and 100 Gb/s Operation”
- Para: backplane (1m, solo 40Gb/s), cobre (10m), fibra multimodo (100m) y monomodo (10km y 40km solo 100Gb/s)
- Emplea varias wavelenghts
- 40Gb/s para Data Centers, 100Gb/s para Backbones
- Ejemplo: 40GBASE-LR4

Prefix	Suffix				
	Medium		Coding Scheme	Lanes	
	Copper	Optical		Copper	Optical
40G = 40 Gb/s	K = backplane	S = short reach (100m)	R = 64/66B block coding	n = 4 or 10	n = # of lanes or wavelenghts
100G = 100 Gb/s	C = cable assembly	L = long reach (10km)		n = 1 not required, serial is implied	
		E = extended long reach (40km)			

Table 1: IEEE 802.3ba PHY Naming Nomenclature
<http://www.ethernetalliance.org>



Tecnologías Ethernet

- Con 100Gb/s Ethernet nos salimos claramente de lo que a día de hoy sería “Ethernet en LAN” que es este tema
- Máximo de 148.809.523 pps
- Eso son 6.7ns entre dos frames consecutivos
- Eso compite con los tiempos de accesos de RAM
- Y no nos quedamos aquí...

Tecnologías Ethernet

200Gbps y 400Gbps

- 802.3bs-2017
- *IEEE Standard for Ethernet Amendment 10: Media Access Control Parameters, Physical Layers, and Management Parameters for 200 Gb/s and 400 Gb/s Operation*