

# Ethernet

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

Programación de Redes  
Grado en Ingeniería Informática, 3º

# Temas de teoría

1. Introducción
2. Campus LAN
  - **Ethernet conmutada para LANs**
  - VLANs
  - Protección en LANs Ethernet
  - WLANs
3. Encaminamiento
4. Tecnologías de acceso y WAN

# Objetivos

- Recordar los formatos de tramas
- Recordar las versiones básicas de Ethernet
- Conocer las nuevas versiones de alta velocidad de Ethernet

# Ethernet

- Tecnología de LAN ampliamente extendida
- Simple de instalar
- Barata
- Múltiples medios físicos (coaxial, par trenzado, fibra)
- Ha ido aumentando su velocidad (10Mbps-100Gbps)
- Se ha extendido fuera de la LAN

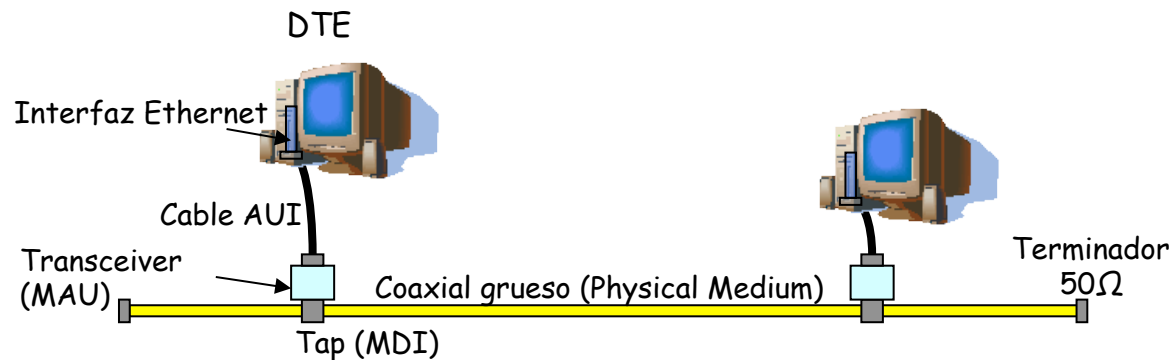


# Ethernet sobre coaxial

## 10Base5

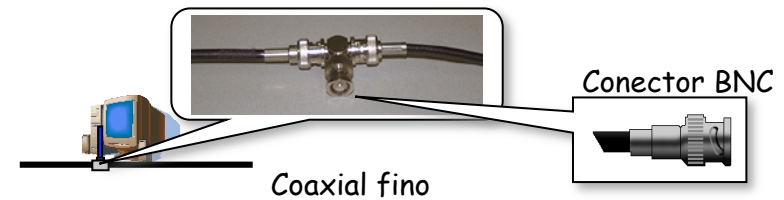
- “Thick Ethernet”
- Coaxial grueso (amarillo)
- 5 → 500m (entre repetidores)

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



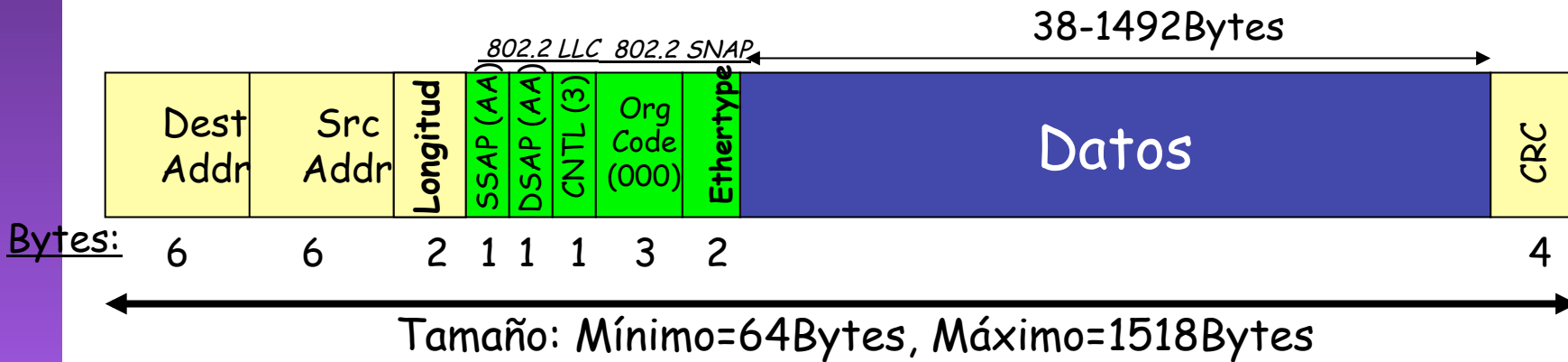
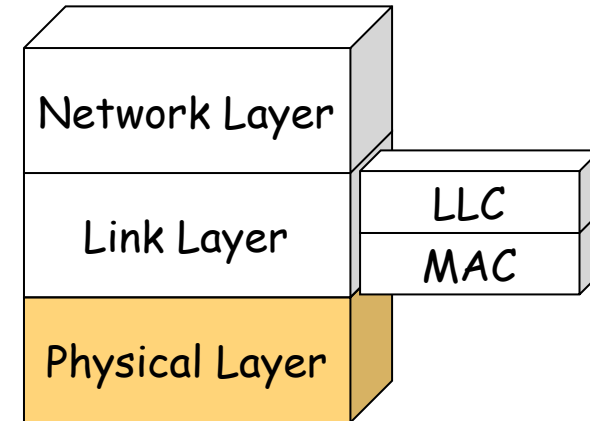
## 10Base2

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



# 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
- IP sobre 802 en RFC 1042



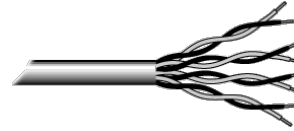
DIX (Ethernet II)



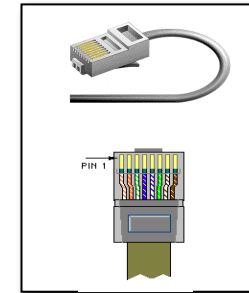
# Ethernet 10Mbps sobre par trenzado

## 10Base-T

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

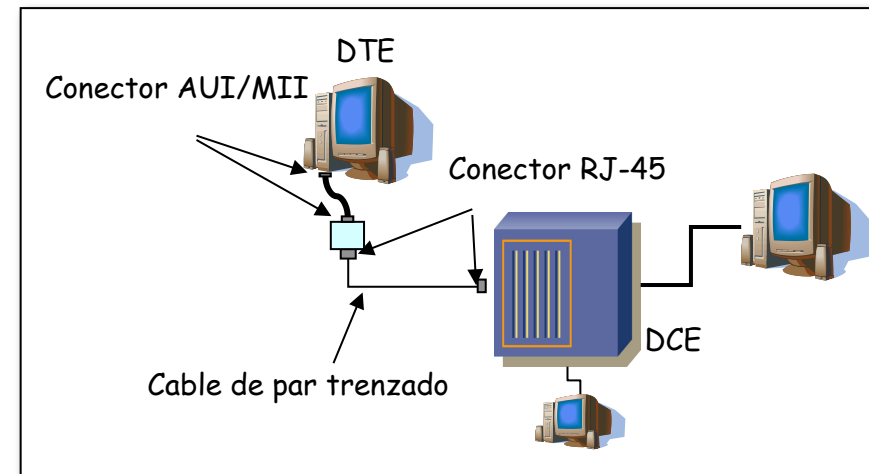


DTE = Data Terminal Equipment  
 DCE = Data Communications Equipment



## 100Base-TX (Fast Ethernet)

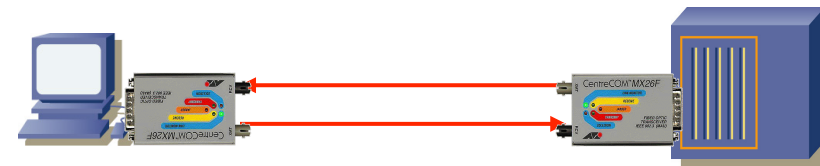
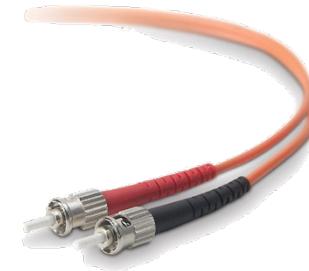
- IEEE 802.3u
- MII = *Medium Independent Interface*
- Cables de par trenzado Cat.5 (100m)
- Usa 2 pares
- Transceiver opcional
- Conector RJ-45



# Ethernet 10Mbps sobre Fibra

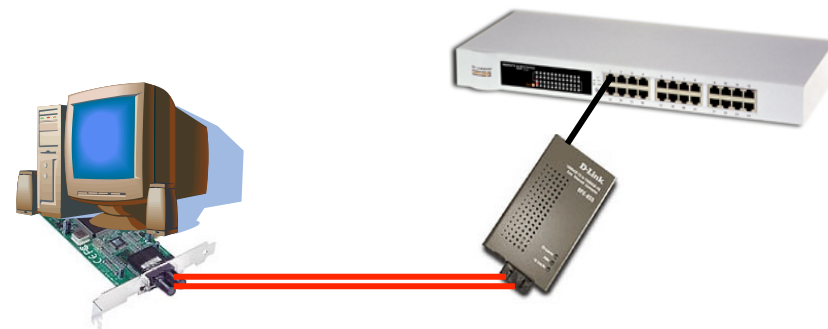
## 10BaseFL

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



## 100Base-FX

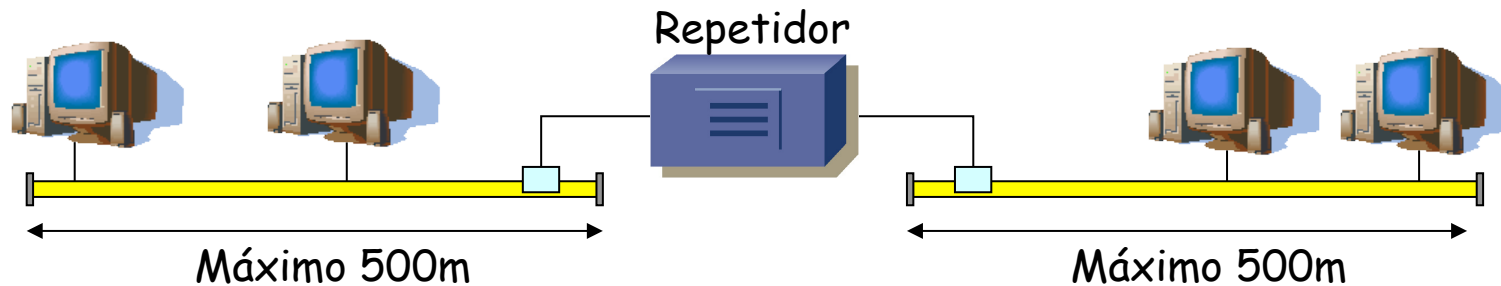
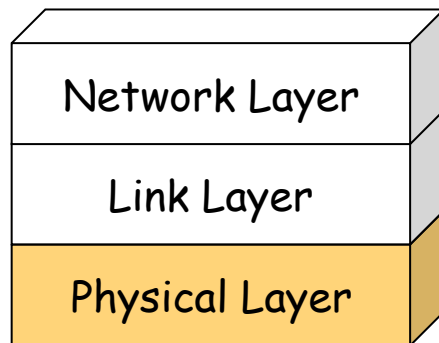
- Fibra multimodo (50 ó 62.5  $\mu\text{m}$ )
- 2 Km (full-duplex)
- 412 m (half-duplex)





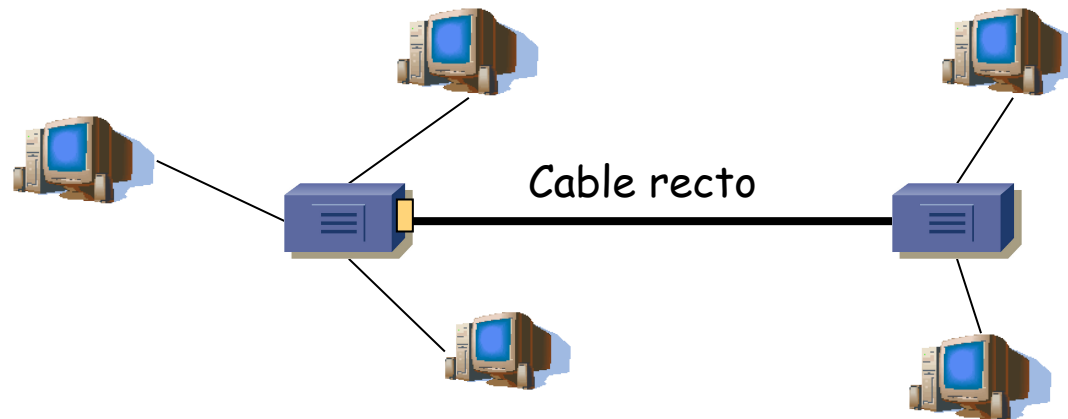
# Repetidores

- “Repetidor”
- “Hub”
- “Hub repetidor”
- “Concentrador”
- “Concentrador de cableado”
- Nivel 1 OSI (nivel físico)
- 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



# Conexión de hubs 10Base-T

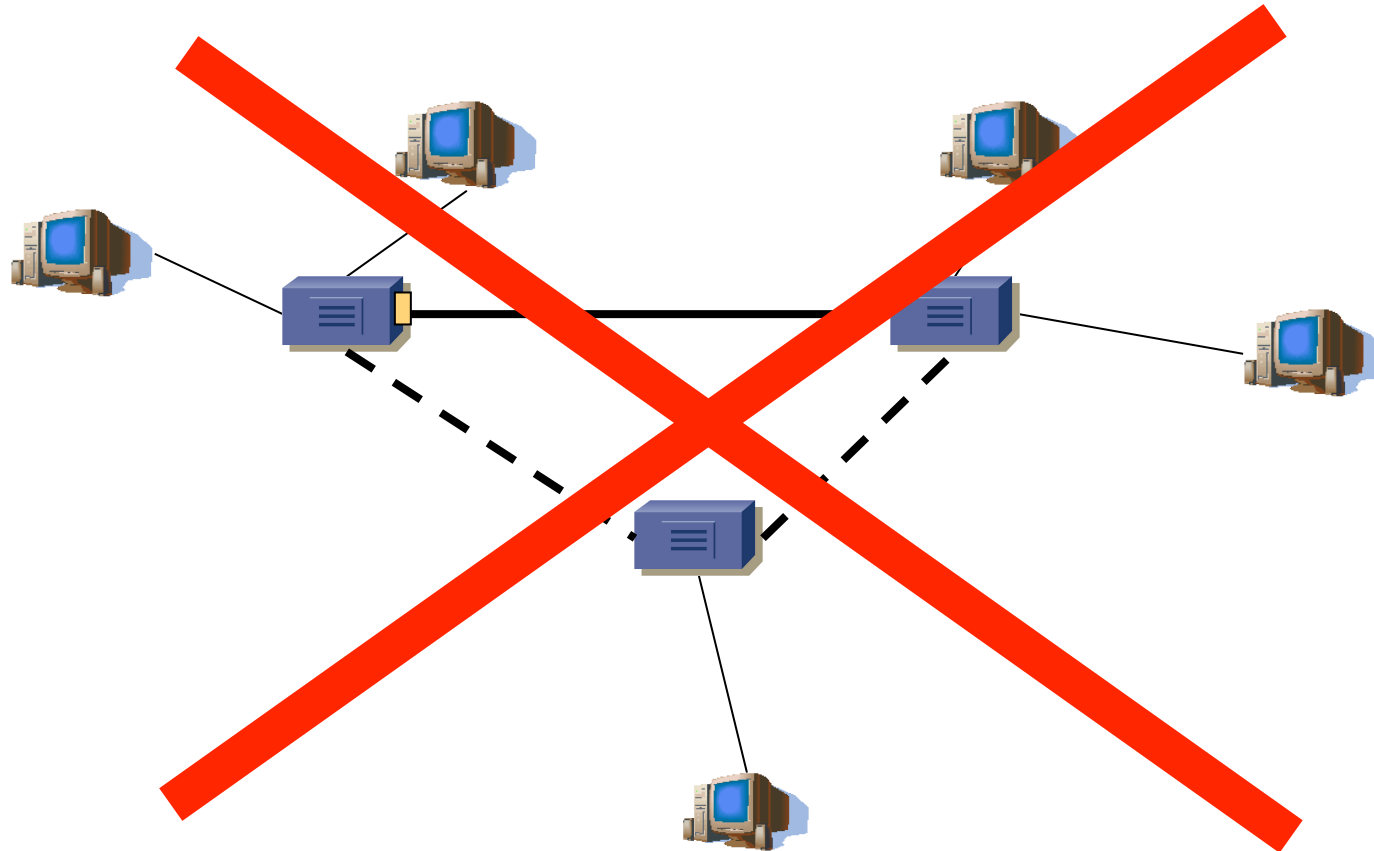
- Muchos hubs poseen un puerto de “uplink”
- Este puerto tiene los pares como un PC
- Se puede conectar mediante cable recto a un puerto normal de otro hub



- Podría conectarse un PC a uno de estos puertos mediante un cable cruzado

# Conexión de Hubs

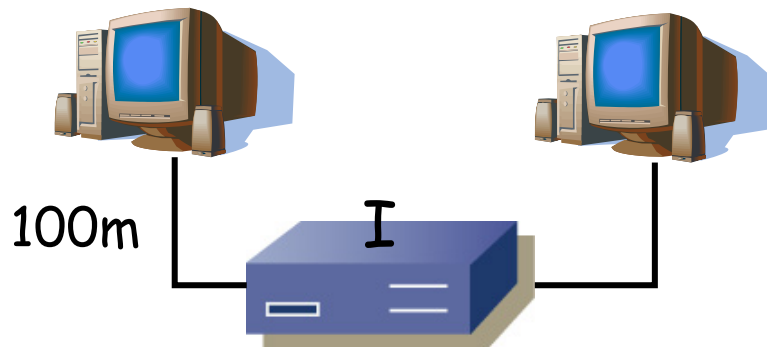
- Nunca nunca nunca... forme un bucle



# Repetidores FastEthernet

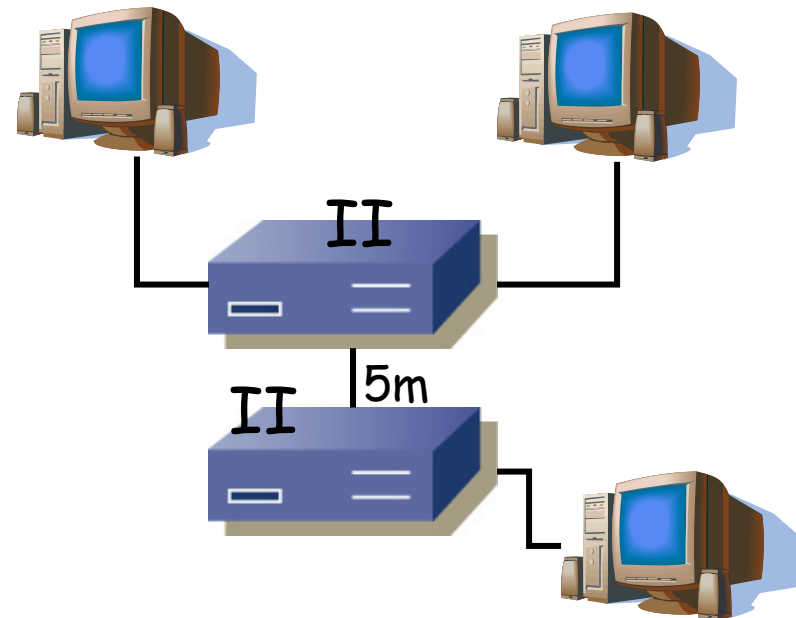
## Clase I

- Convierte a digital
- Permiten diferentes medios físicos
- Mayor retardo
- Solo puede haber 1



## Clase II

- Menos retardo
- Todos los puertos misma tecnología
- Máximo de 2
- Máximo 5m entre ellos



# Repetidores FastEthernet

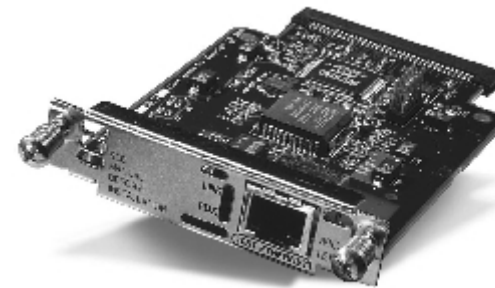
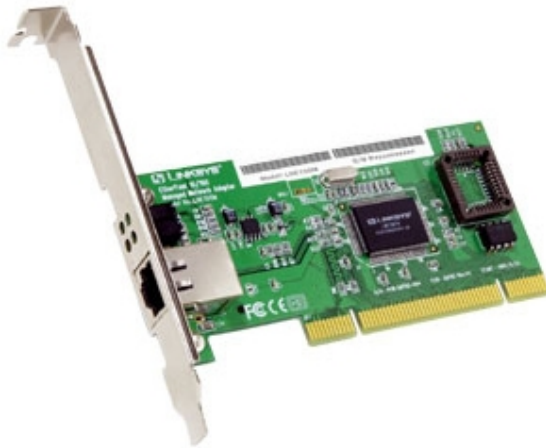
## ¿ Por qué tan corta distancia ?

- 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

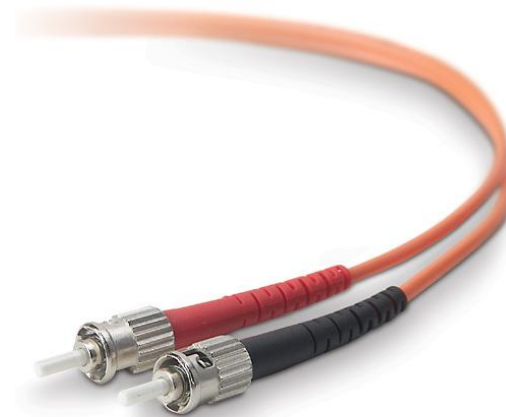
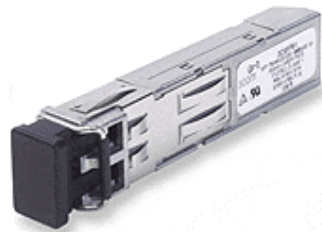
- Opcional en IEEE 802.3u (Fast Ethernet)
- Extendida a 10Base-T
- Obligatorio en 1000Base-T
- Permite negociar:
  - Half/Full-Duplex
  - 10/100/1000 Mbps
- Mediante pulsos que se envían cuando no hay tramas
- Si un extremo lo soporta y otro no:
  - Extremo que lo soporta puede detectar la velocidad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



# 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)

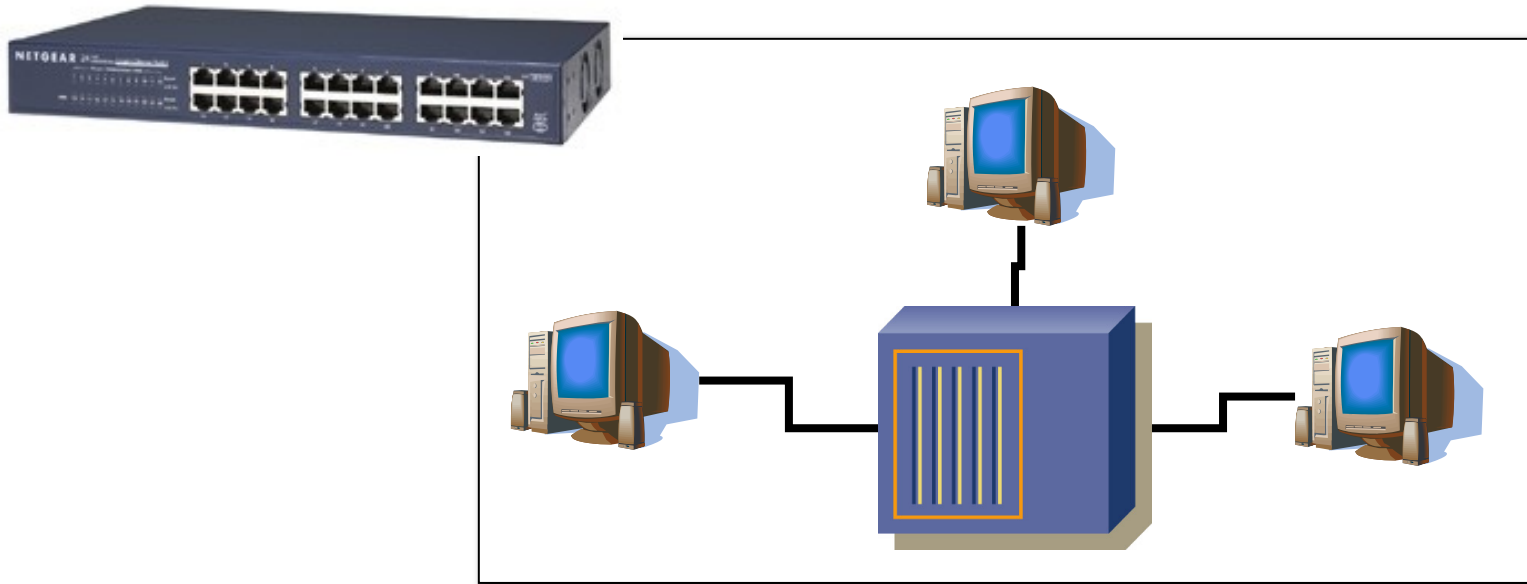


# Gigabit Ethernet

## 1000Base-T

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

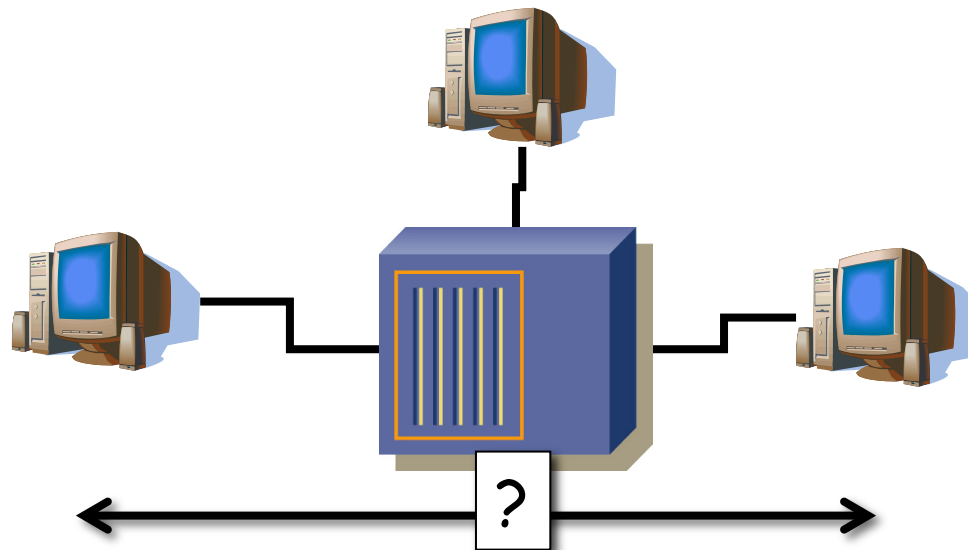
GMII = Gigabit Medium Independent Interface





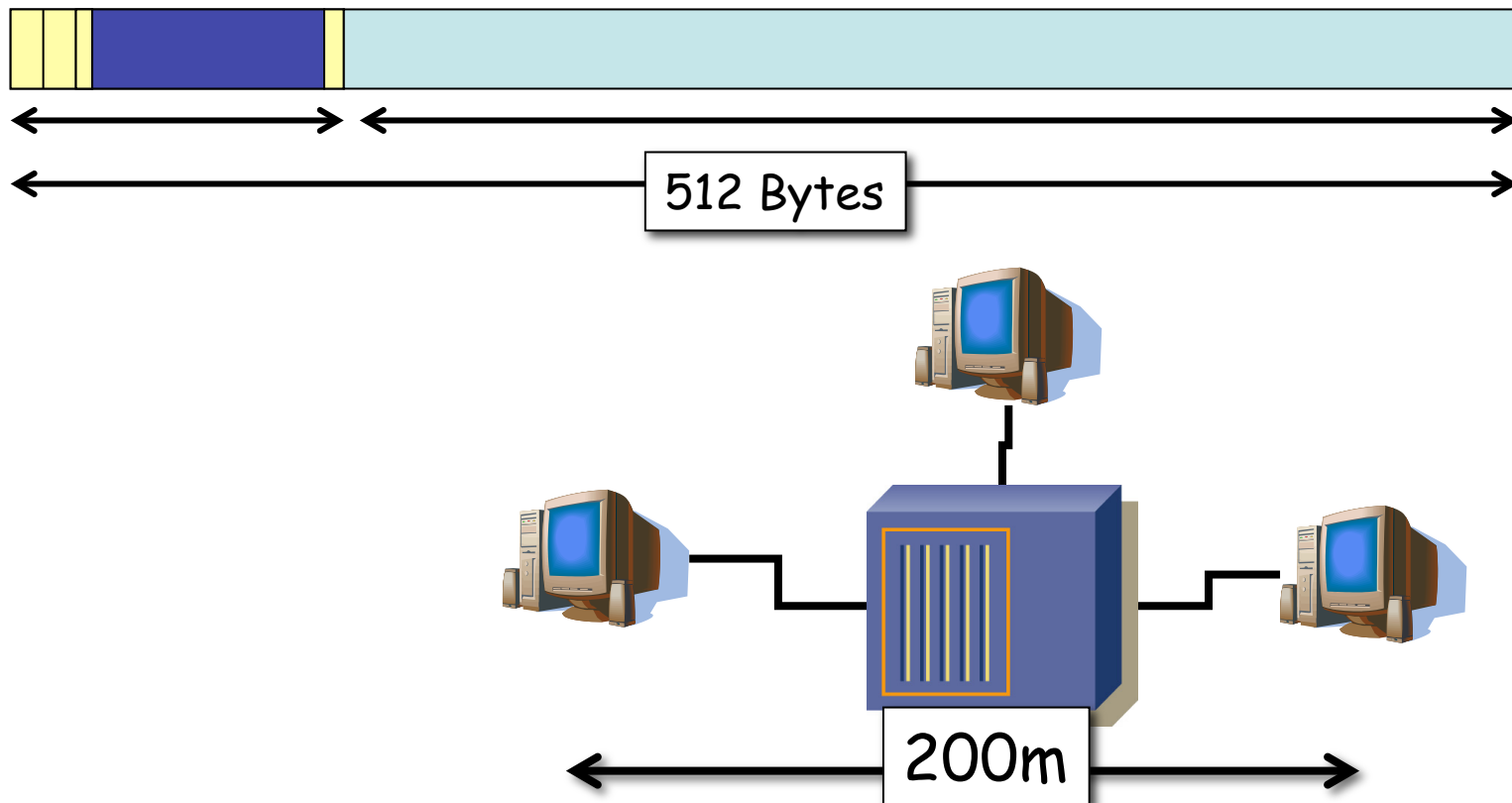
# Gigabit Ethernet

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



# Gigabit Ethernet

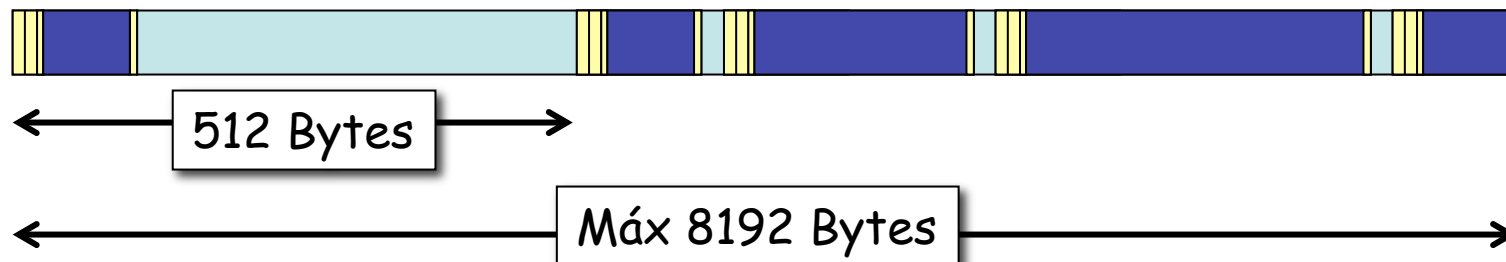
- ¿ Diámetro  $\div 10$  ? **NO**
- *Carrier Extension*
- Mínimo tamaño 512 Bytes



# 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

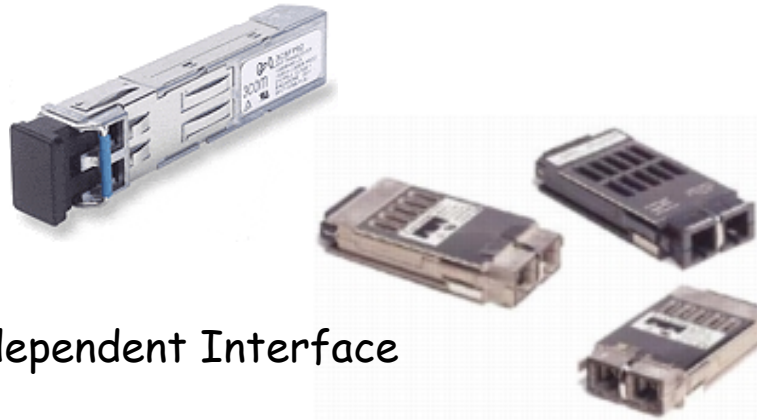
- Se emplean switches (próxima clase)
- Full Duplex
- No-CSMA/CD
- Así que no hace falta *Carrier Extension*  
ni se usa *Frame Bursting*



# Gigabit Ethernet

## SFP

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



GMII = Gigabit Medium Independent Interface



# Gigabit Ethernet

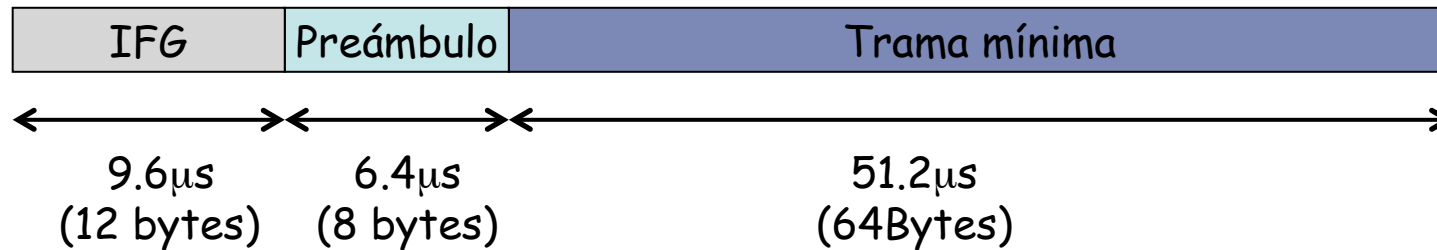
## ¿ *Jumbo Frames* ?

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



# Frame rate 10Mbps

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



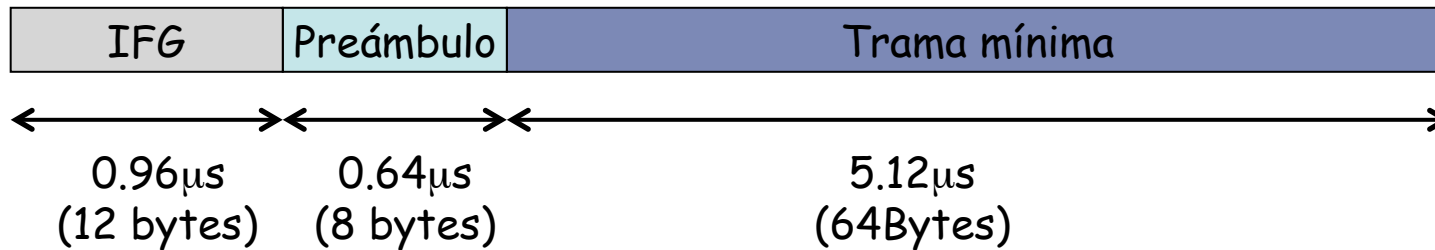
$$\frac{1}{\text{IFG} + \text{Preámbulo} + \text{Trama mínima}} \approx 14.880 \text{ pps}$$

Tiempo entre dos frames (caso peor) =  $1/14.880 = 67 \mu\text{s}$

IFG = Inter Frame Gap

# Frame rate 100Mbps

- ¿Máximo número de tramas por segundo?



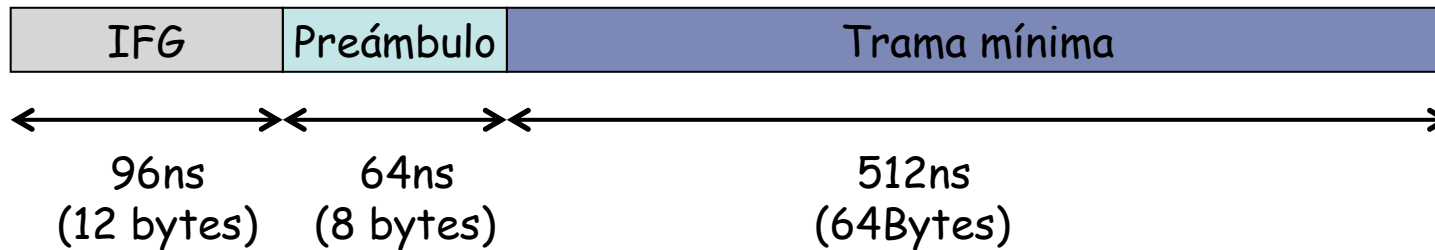
$$\frac{1}{\text{IFG} + \text{Preámbulo} + \text{Trama mínima}} \approx 148.809 \text{ pps}$$

Tiempo entre dos frames (caso peor) =  $1/148.809 = 6.7 \mu\text{s}$



# Frame rate 1Gbps

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



$$\frac{1}{\text{IFG} + \text{Preámbulo} + \text{Trama mínima}} \approx 1.488.095 \text{ pps}$$

Tiempo entre dos frames (caso peor) =  $1/1.488.095 = 672 \text{ ns}$

# 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

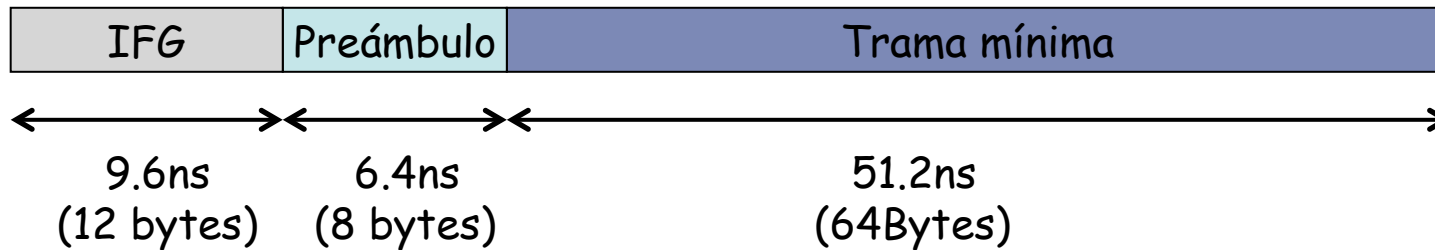
## Otros 10GBase

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



# Frame rate

- ¿Máximo número de tramas por segundo?



$$\frac{1}{\text{IFG} + \text{Preámbulo} + \text{Trama mínima}} \approx 14.880.952 \text{ pps}$$

Tiempo entre dos frames (caso peor) =  $1/14.880.952 = 67 \text{ ns}$

# Tecnologías Ethernet

## IEEE 802.3ba

- Aprobado en Junio de 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 wavelengths
- 40Gb/s para Data Centers, 100Gb/s para Backbones
- Ejemplo: 40GBASE-LR4

Prefix	Suffix				
	Medium		Coding Scheme	Lanes	
Speed	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 wavelengths
100G = 100 Gb/s	C = cable assembly	L = long reach (10km) E = extended long reach (40km)		n = 1 not required, serial is implied	

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
- Otros escenarios donde se está empleando Ethernet
  - En el enlace de tecnologías de acceso (Ethernet en la primera milla)
  - En WANs (Carrier Ethernet)

# Resumen

- Ethernet clásica sobre coaxial: interesante conocer por qué Ethernet es como es pero no se despliega
- Ethernet sobre par de cobre o fibra es lo que se usa
- Ethernet 10/100/1000/10000/100000 Mbps
- Hubs en desuso