

# Ethernet en LAN (1)

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

Redes  
4º Ingeniería Informática

# Temario

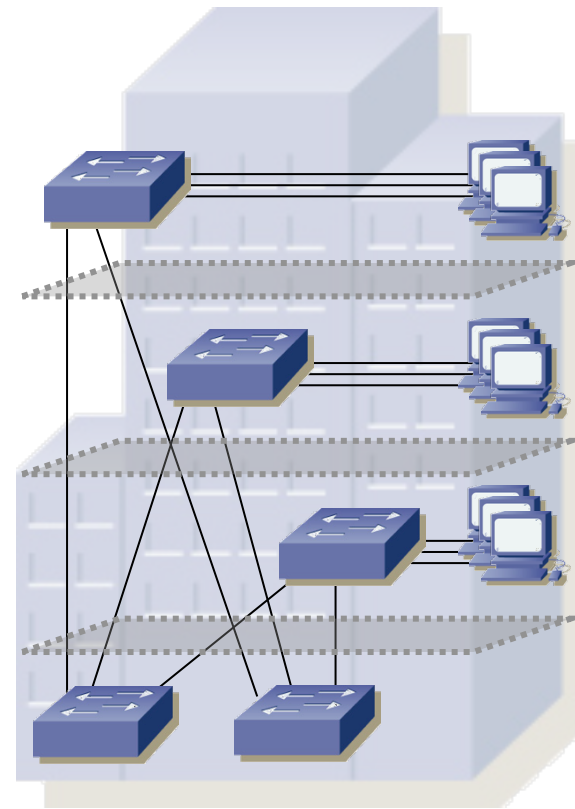
1. Introducción a las redes
- 2. Tecnologías para redes de área local**
3. Conmutación de circuitos
4. Tecnologías para redes de área extensa y última milla
5. Encaminamiento
6. Arquitectura de conmutadores de paquetes
7. Control de acceso al medio
8. Transporte extremo a extremo

# Contenido

- Introducción
- Modelo de referencia IEEE 802
- Ethernet como tecnología LAN
- Ethernet 10Mbps
- Fast Ethernet
- Gigabit Ethernet
- Velocidades superiores en Ethernet

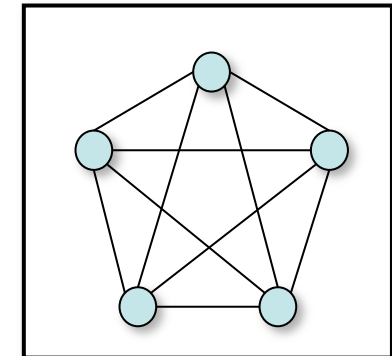
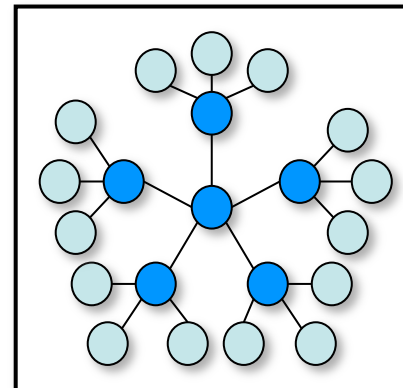
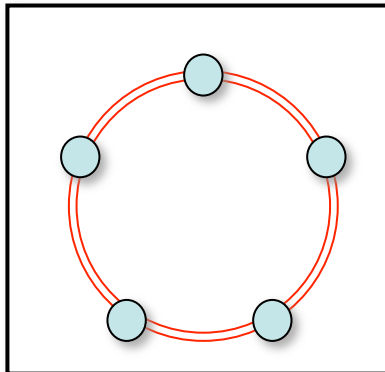
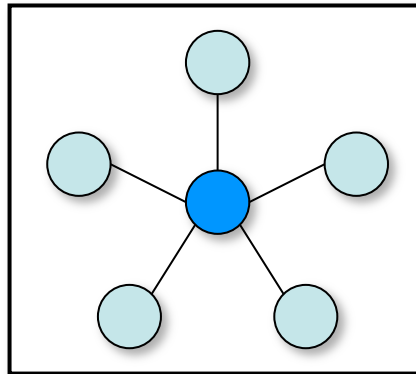
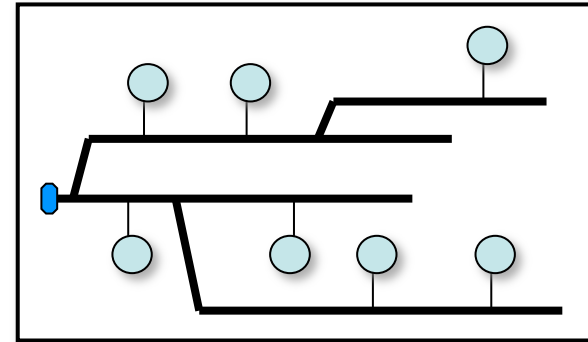
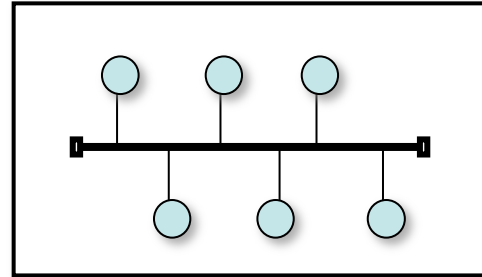
# Local Area Networks (LANs)

- Son redes privadas
  - Principalmente para **datos**
  - **Voz usa otra red en paralelo** (hasta llegar VoIP)
  - “*Conmutación de paquetes*”
  - Se limitan a un edificio o una zona local (1 ó 2Km)
  - Velocidades 10 - 1000Mbps
  - Conectan workstations, periféricos, terminales, etc
  - Muchos usuarios
  - Se producen pocos errores
  - Suelen ser tecnologías basadas en medios de *broadcast*
- Tecnologías: Ethernet, WiFi, Token Ring, Token Bus, etc

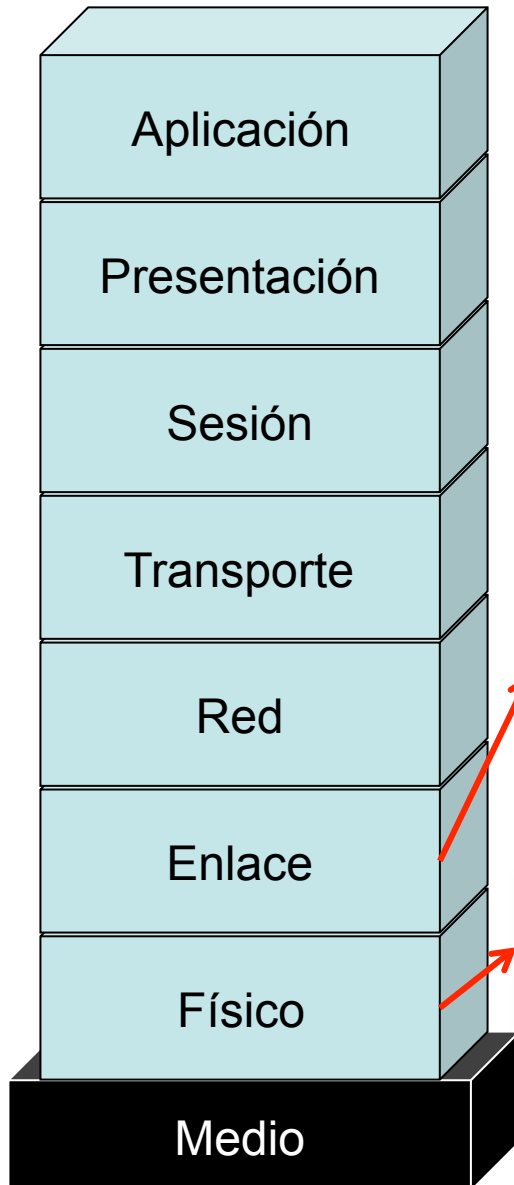


# Topologías

- Bus
- Árbol
- Anillo
- Estrella (extendida)
- Malla completa



# Arquitectura de protocolos



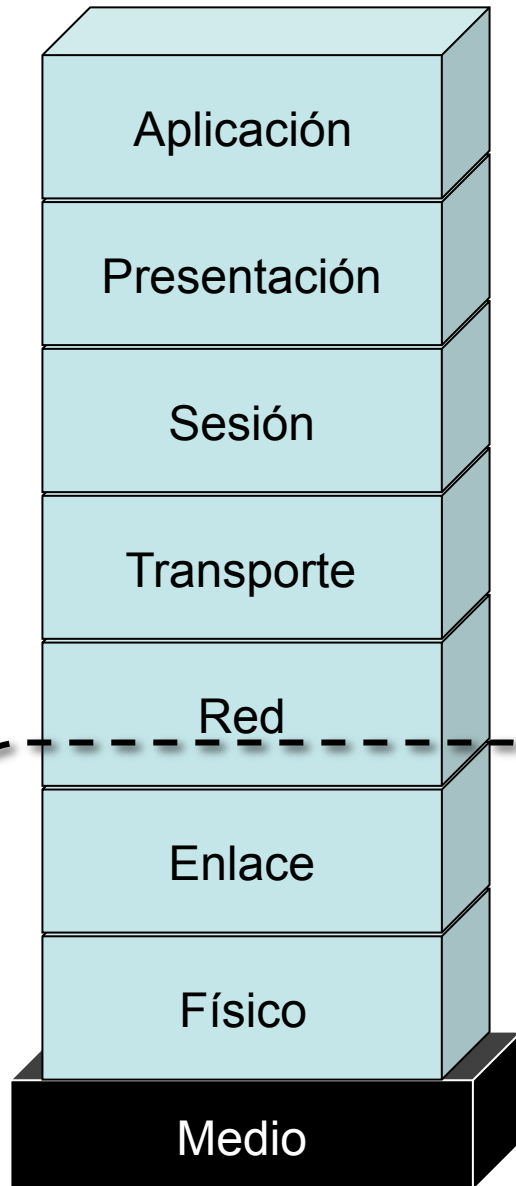
- 7 niveles OSI de un sistema de comunicaciones
- En una LAN necesitamos emplear solo dos para realizar la comunicación (... ..)

Permite enviar bloques de datos (tramas), controlando errores y el flujo de la información

Cómo se transmiten los bits (la información) por el medio de comunicación físico

# Arquitectura de protocolos

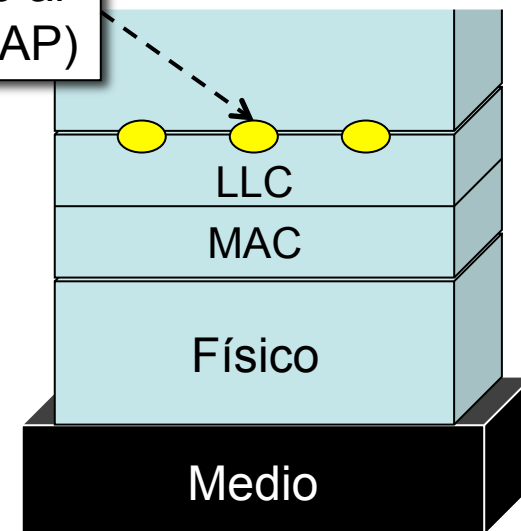
REDES  
Área de Ingeniería Telemática



- LLC = *Logical Link Control*
- MAC = *Medium Access Control*

Punto de acceso al  
servicio LLC (LSAP)

Modelo de referencia  
IEEE 802



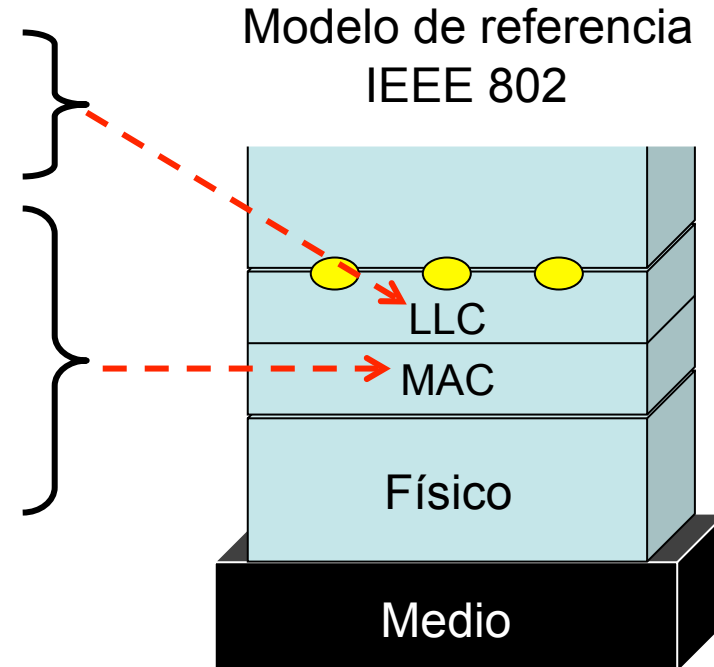
# Arquitectura de protocolos

## Capa física

- Codificación/decodificación
- Sincronización
- Transmisión/recepción de bits
- No en esta asignatura

## Capa de enlace

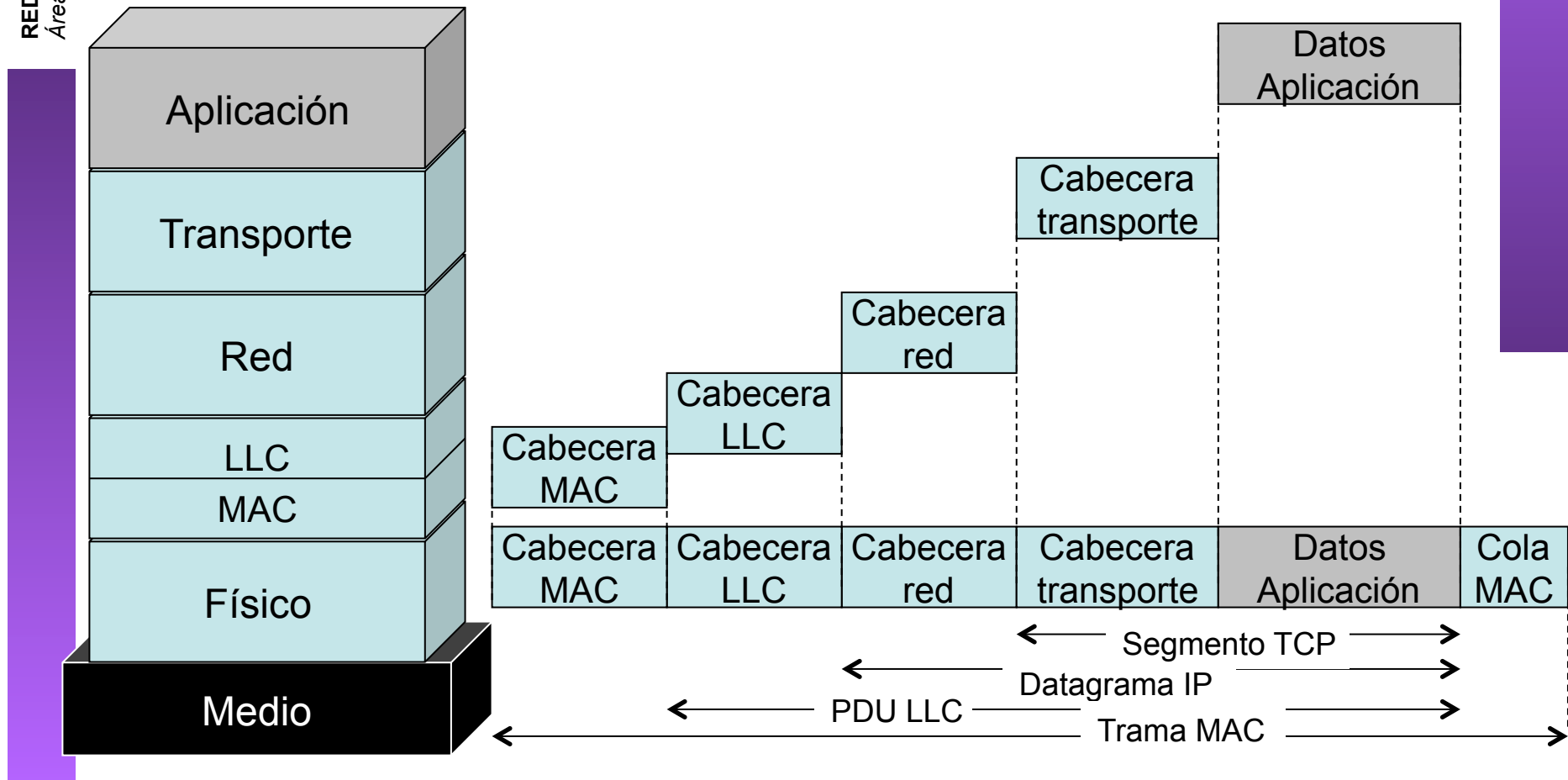
- Interfaz con las capas superiores
- Control de errores y de flujo
- Ensamblado de datos en tramas
- Reconocimiento de dirección
- Detección de errores
- Control de acceso al medio

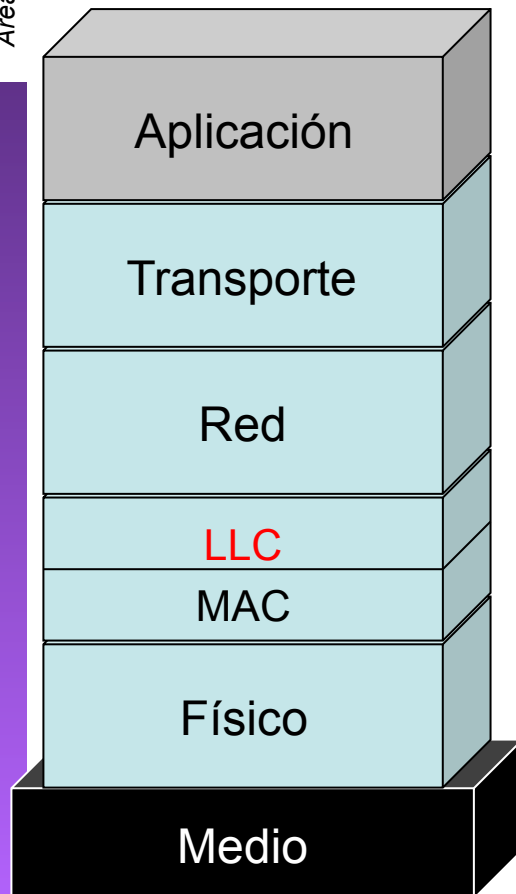




# Arquitectura de protocolos

REDES  
Área de Ingeniería Telemática





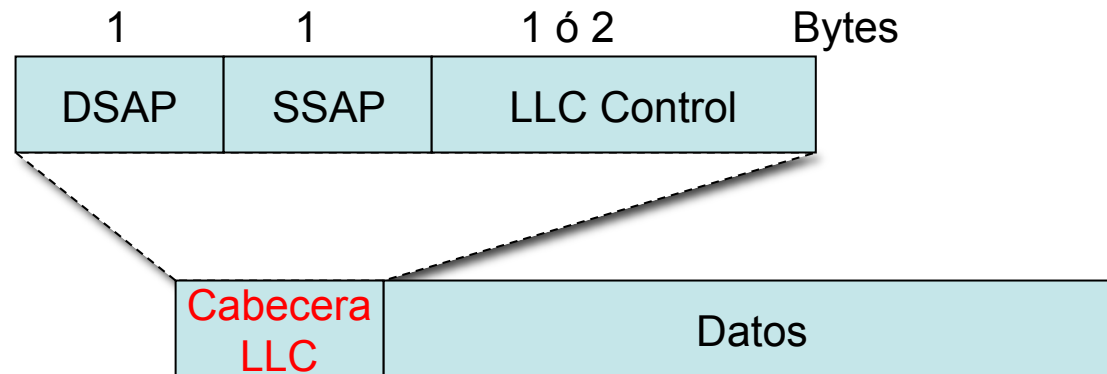
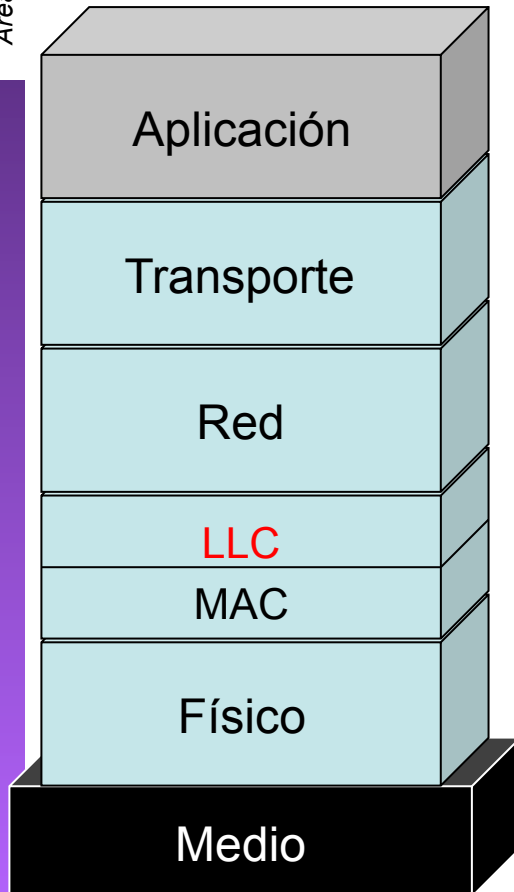
# Logical Link Control

- Debe soportar el acceso a un medio compartido
- Pero la mayor parte del trabajo lo lleva el subnivel MAC
- ¿ Direcciones LLC ?
  - SAPs = *Service Access Points*
  - Hace referencia al protocolo superior
- **Servicios** ofrecidos:
  - **Tipo 1: no hay conexión, confirmaciones, control de flujo ni recuperación ante errores**
  - Tipo 2: orientado a conexión, con confirmaciones
  - Tipo 3: sin conexión, con confirmación
- **Protocolo** similar a HDLC

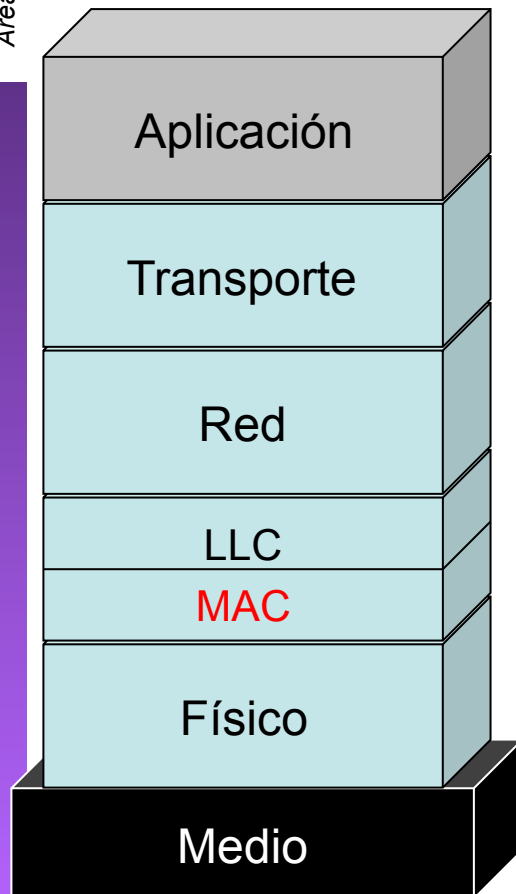
# Logical Link Control

- PDU LLC
  - DSAP = *Destination Service Access Point*
  - SSAP = *Source Service Access Point*
  - LLC Control

REDES  
Área de Ingeniería Telemática



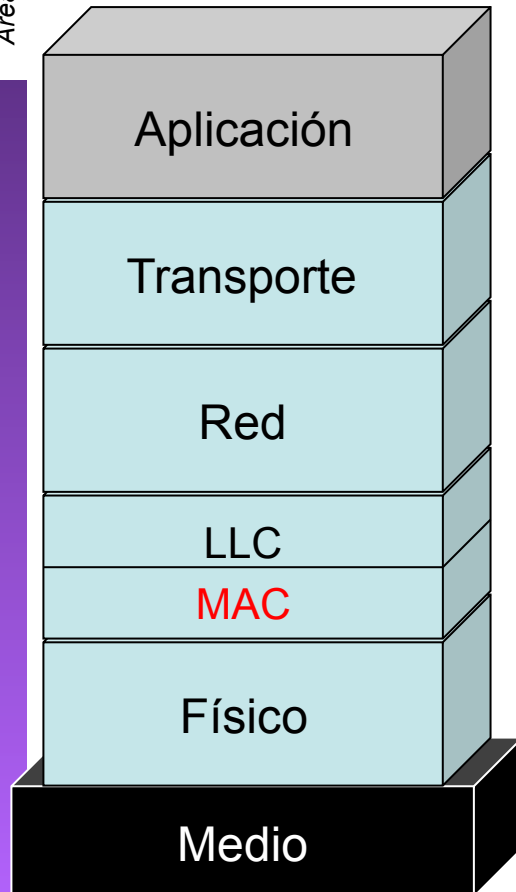
# Medium Access Control



- LANs y MANs se basan generalmente en un medio compartido
- El subnivel MAC controla el uso de este medio
- ¿ *Dónde* está el control ?
  - Centralizado en un nodo de la red
    - Mayor control (prioridades, reserva, etc.)
    - Resto de estaciones son más simples
    - Evita problemas de coordinación distribuida
  - Descentralizado
    - No hay un solo punto de fallo
    - No hay un nodo que pueda ser un cuello de botella

# Medium Access Control

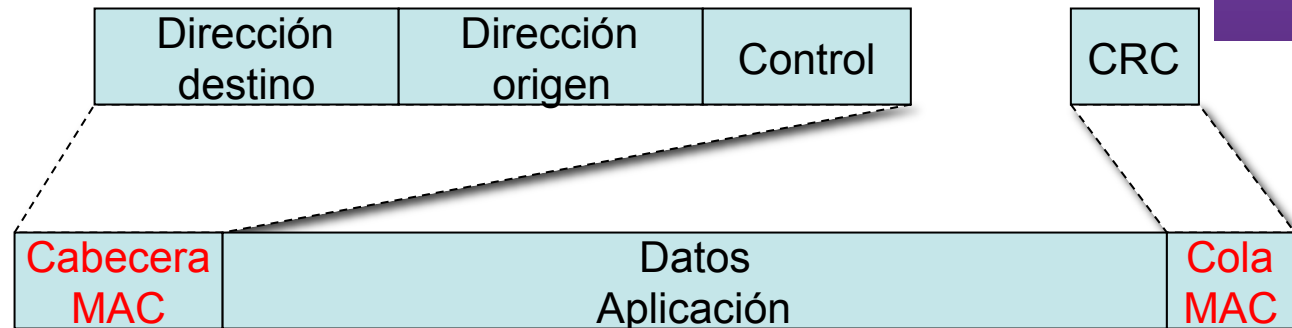
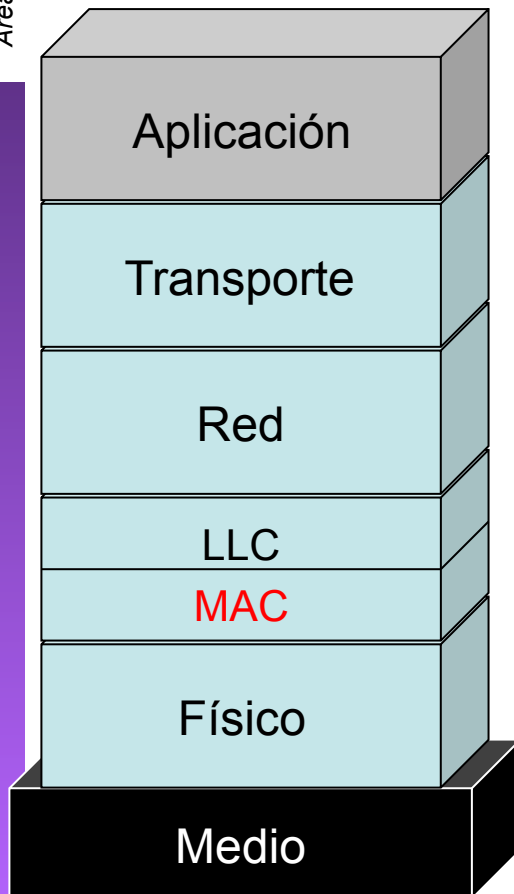
- ¿ *Cómo* se lleva a cabo ?
  - Síncronamente (TDM, FDM, etc.)
  - Asíncronamente (según la demanda)
    - *Round Robin*: eficiente con alta carga
    - Reserva: solicitar con anterioridad
    - Contienda: no hay control que determine de quién es el turno



# Medium Access Control

- **PDU MAC**

- Dirección MAC destino
- Dirección MAC origen
- Control
- CRC (*Cyclic Redundancy Check*) o FCS (*Frame Check Sequence*)
  - Detección y descarte de tramas erróneas



# 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



# Nivel MAC

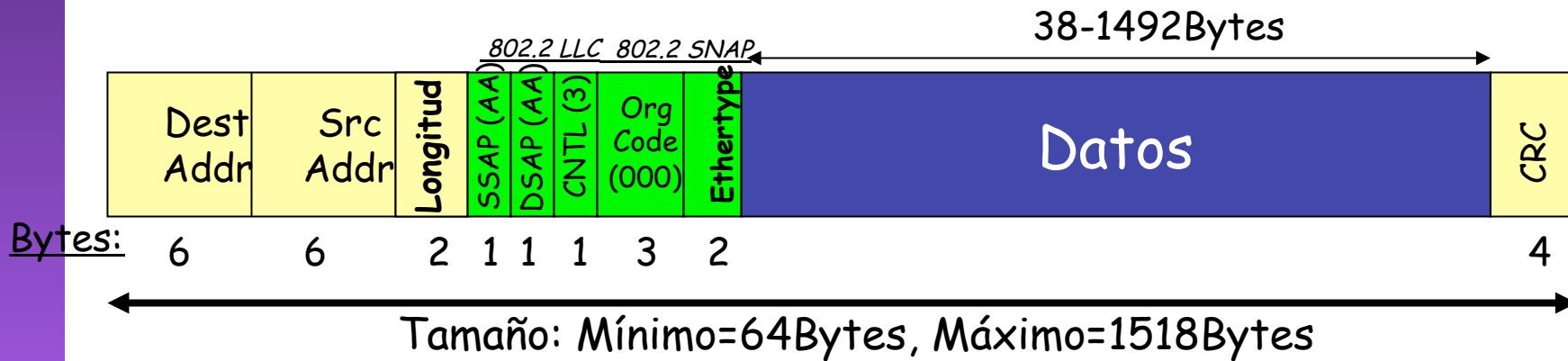
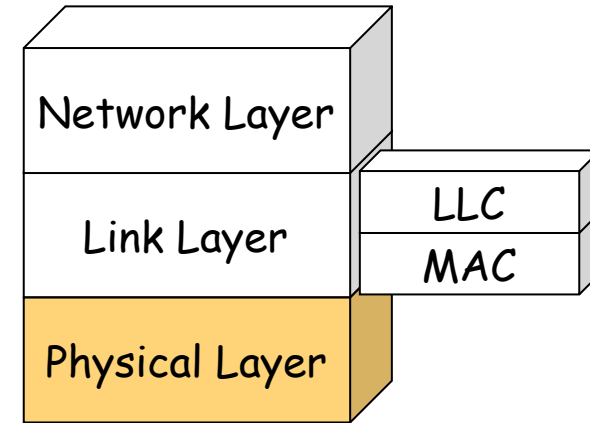
- PDU del nivel de enlace = Trama (*Frame*)
- Formato de la trama (estándar DIX)
  - Direcciones MAC
  - *Ethertype*
  - Datos
  - CRC
- Hoy en día recogido también en el IEEE 802.3





# 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
- IP sobre 802 en RFC 1042



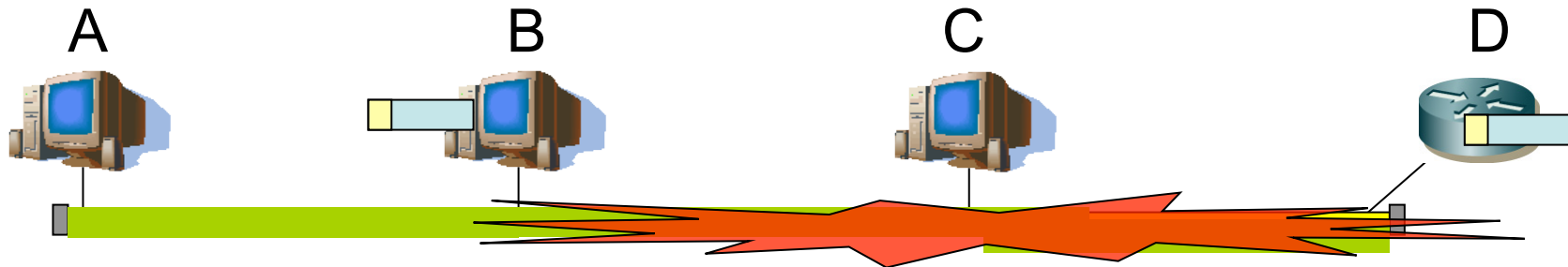
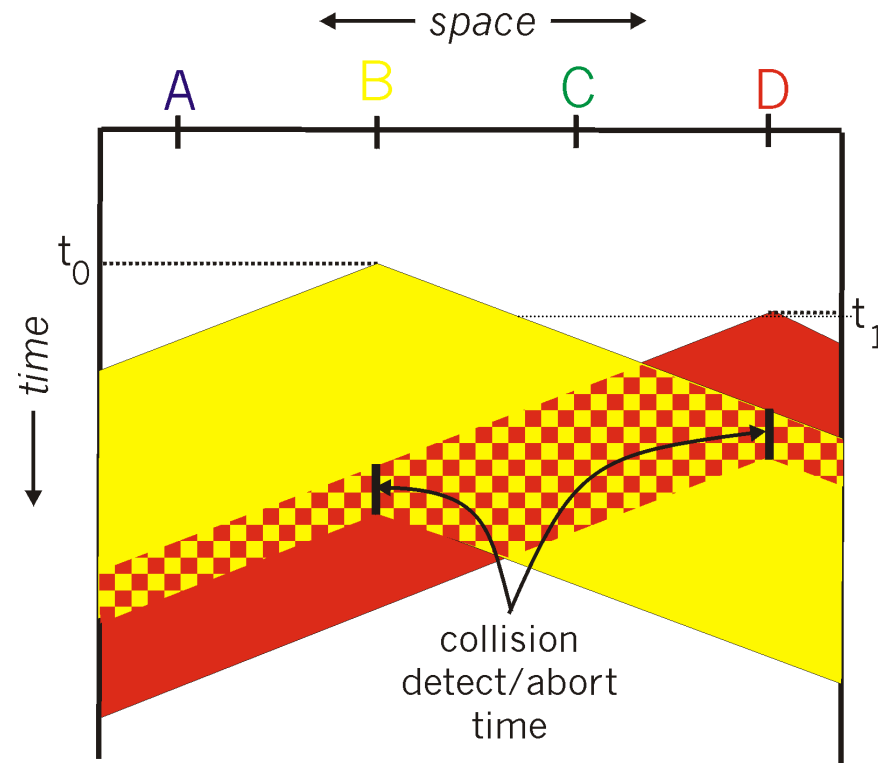
DIX (Ethernet II)



# Subnivel MAC

## CSMA/CD

- *Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*
- Canal inactivo: transmitir la trama
- C. ocupado: retrasar la transmisión
- Debido al retardo puede que un nodo no note que otro está transmitiendo
- Detecta si se produce una colisión mientras transmite
- Si hay colisión reintentará tras un tiempo aleatorio (*backoff*)
- Ejemplo (. . .)



# Subnivel MAC

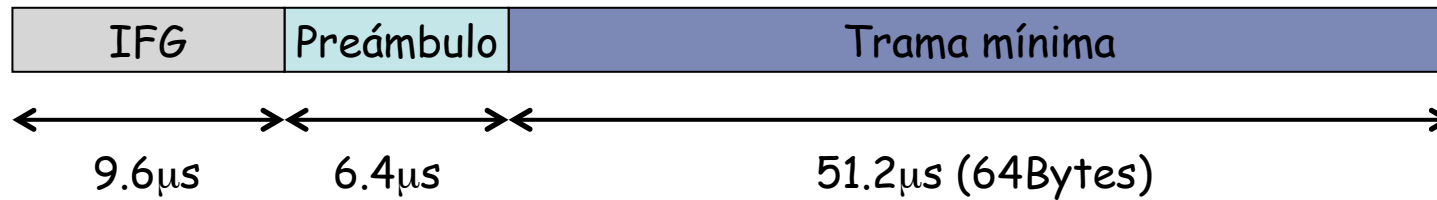
- Máximo 2500 m
- Mínimo 64 Bytes de trama
- Dominio de Colisión: una red CSMA/CD en la cual habrá una colisión si dos máquinas conectadas al sistema transmiten “al mismo tiempo”
- Con alta carga se disparan las colisiones

Tamaño de trama (bytes)	Tiempo de Tx (μseg)
64	51.2
512	409.6
1000	800
<b>1518</b>	<b>1214.4</b>



# Frame rate

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



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

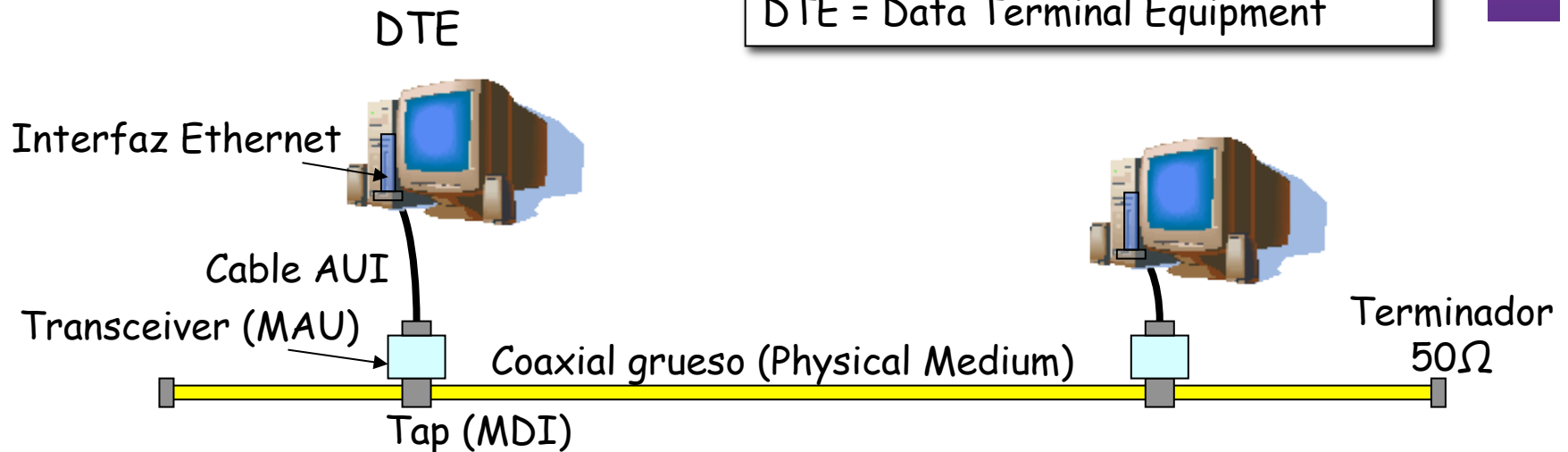
IFG = Inter Frame Gap

# Ethernet “original”

## 10Base5

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

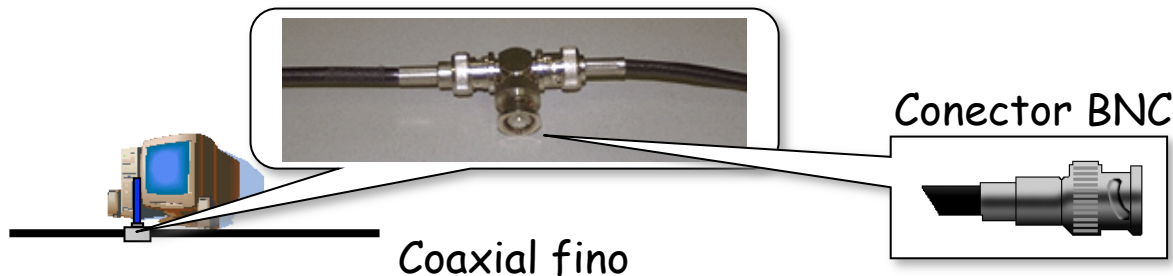
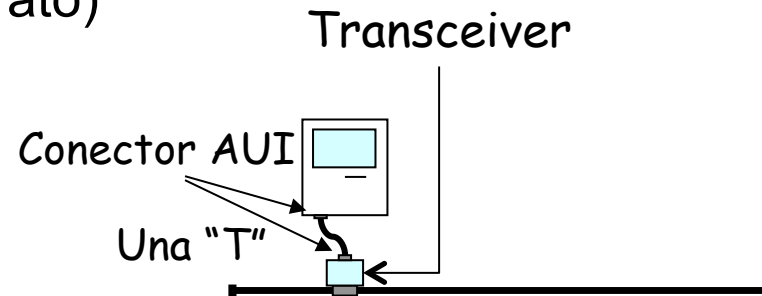
MAU = Medium Attachment Unit  
MDI = Medium Dependent Interface  
AUI = Attachment Unit Interface  
DTE = Data Terminal Equipment



# Tecnologías Ethernet

## 10Base2

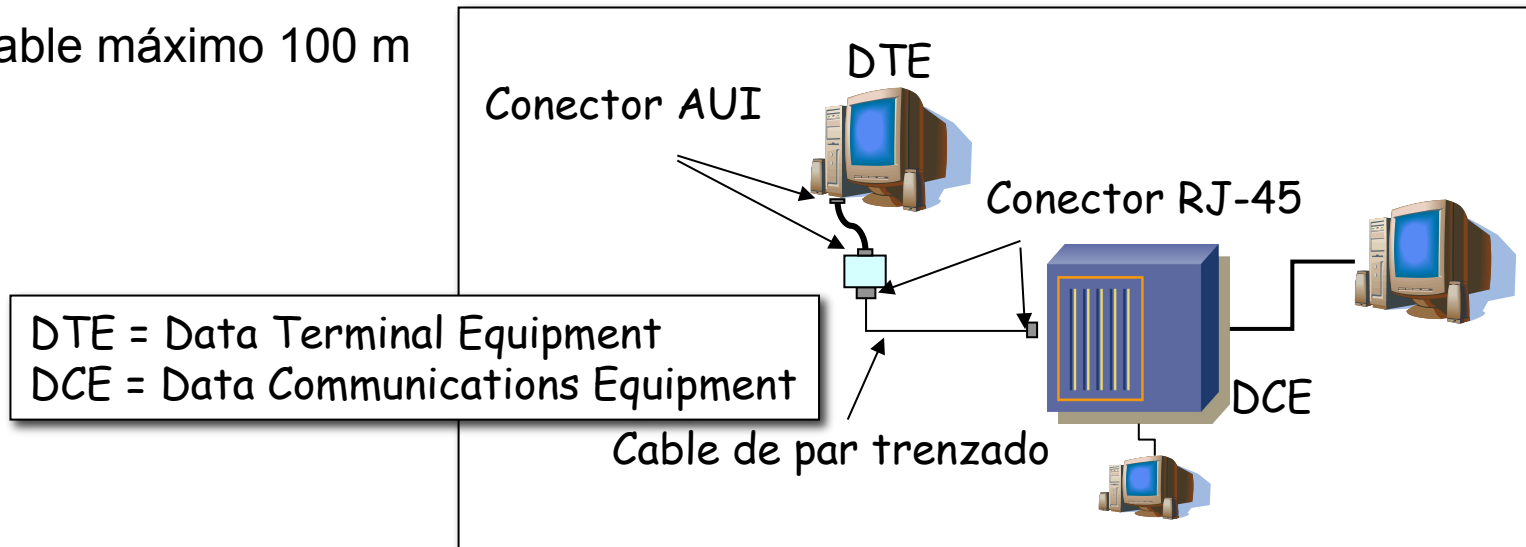
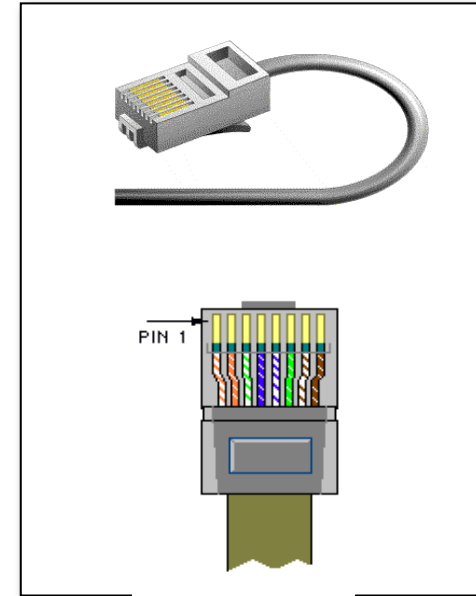
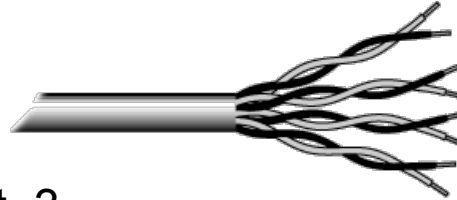
- “Thinnet” o “Cheapernet”
- IEEE 802.3a
- Coaxial fino y flexible (negro)
- 2 → 185m (entre repetidores)
- Transceiver opcional (más barato)



# Tecnologías Ethernet

## 10Base-T

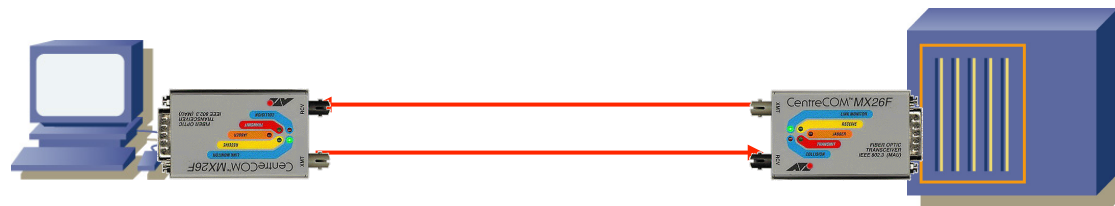
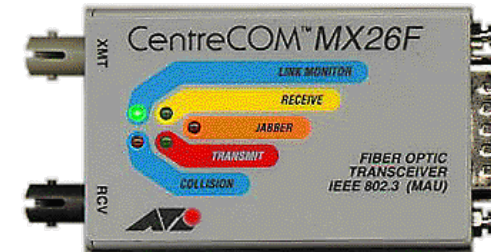
- IEEE 802.3i
- Cables de par trenzado cat. 3
- Topología física en estrella
  - Elemento central = “Hub”
- Topología lógica en bus
- Transceiver opcional
- Conector RJ-45
- Cable máximo 100 m



# Tecnologías Ethernet

## 10BaseFL

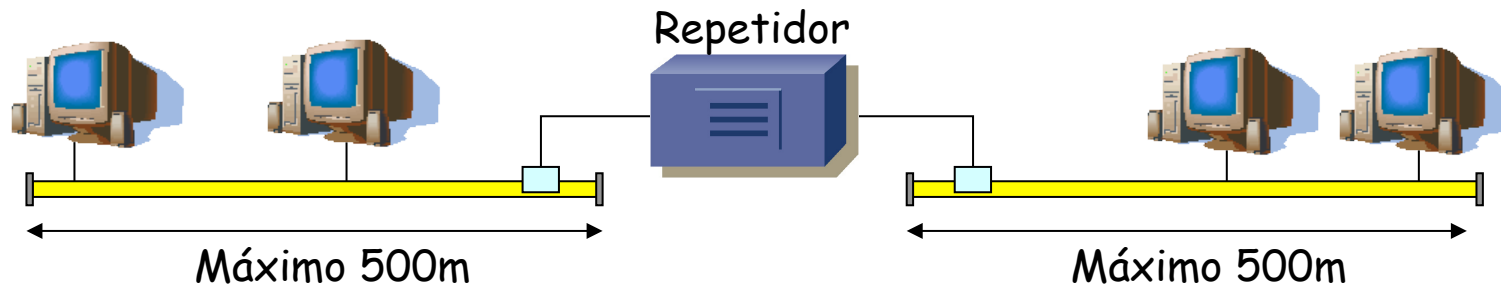
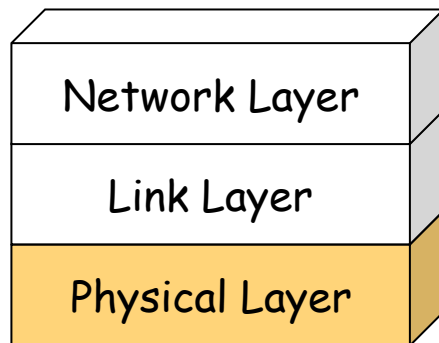
- Fibra óptica multimodo (50 o 62.5  $\mu\text{m}$ )
- IEEE 802.3j
- Inmune a interferencias electromagnéticas
- Hasta 2 Km
- Usado en:
  - El *backbone* de una LAN
  - Cableado vertical
  - Larga distancia a un host





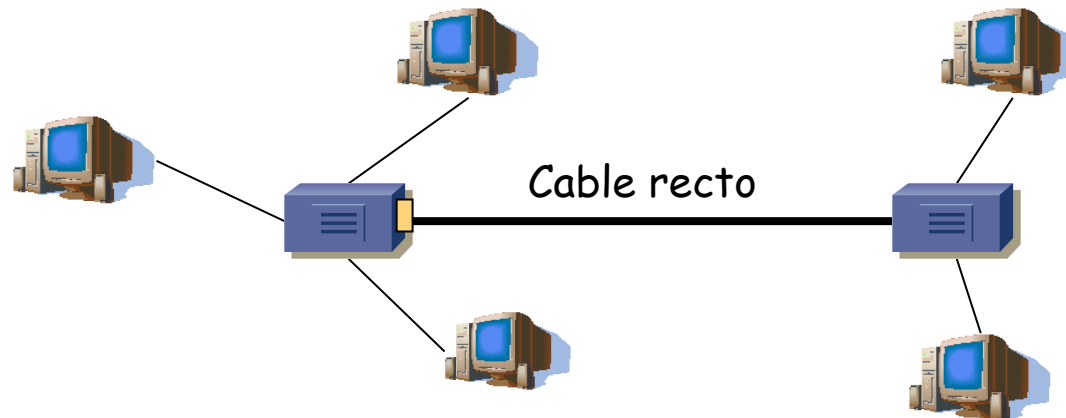
# Repetidores

- “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

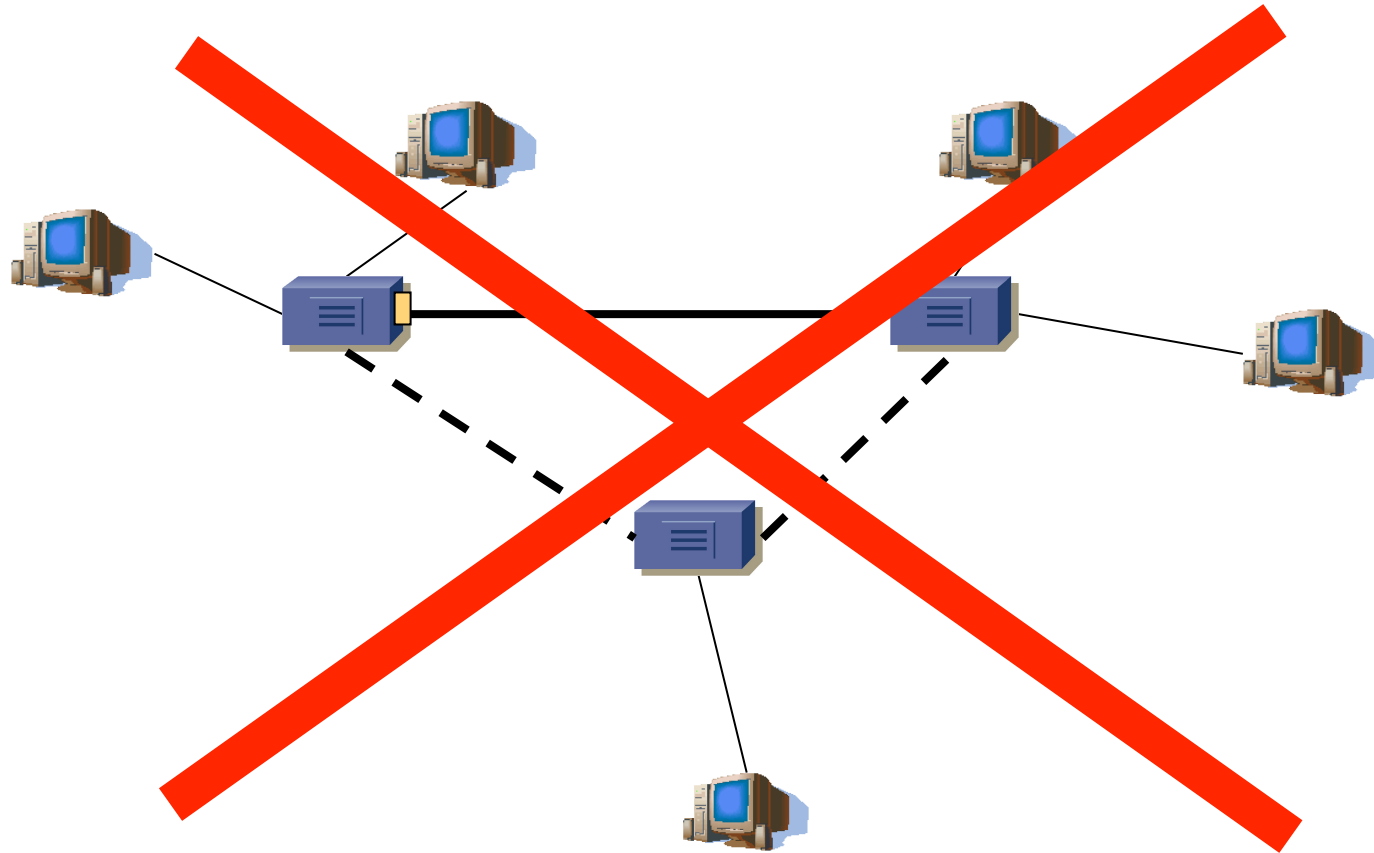
- Muchos hubs poseen un puerto de “uplink”
- Este puerto tiene los pares como un PC
- Se puede conectar mediante cable recto a un puerto normal de otro hub



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

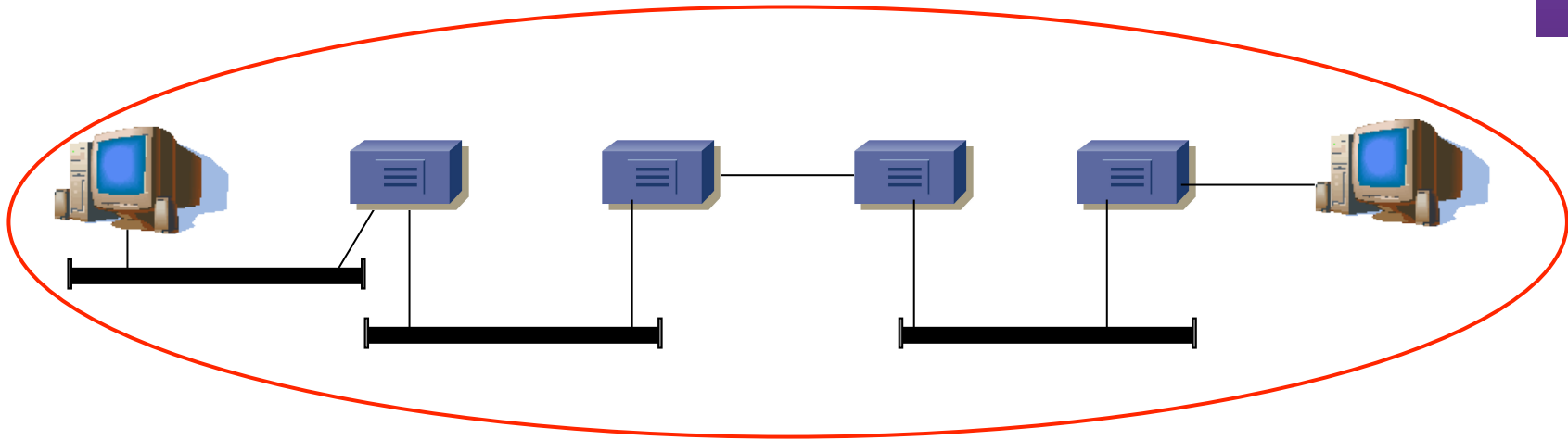
# Conexión de Hubs

- Nunca nunca nunca... forme un bucle



# Interconexión de repetidores

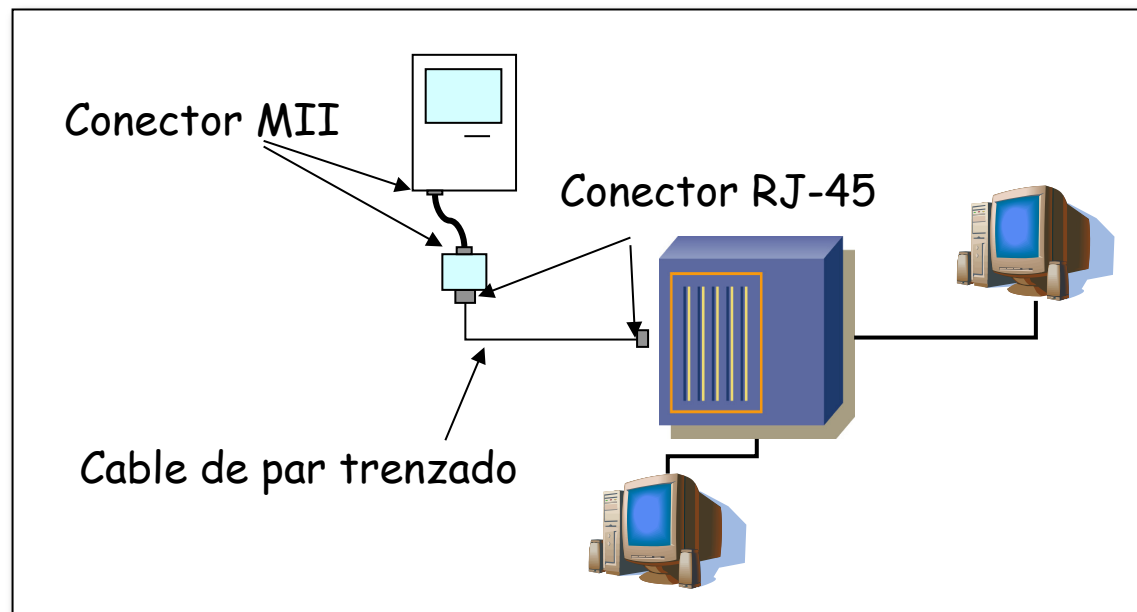
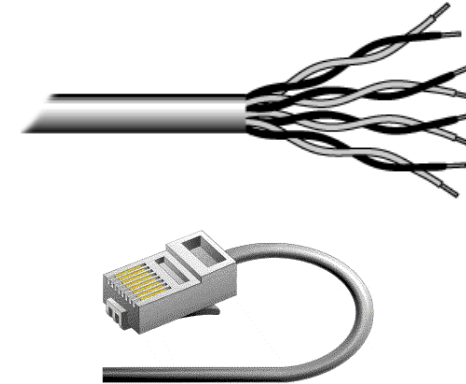
- Pueden tener interfaces de diferentes tecnologías de nivel físico (coaxial, par trenzado)
- Límites en el número de ellos que puede haber entre dos hosts
- Aproximación: Regla “5-4-3-2-1”
  - *“En un camino entre dos estaciones el máximo son 5 segmentos en serie, con hasta 4 repetidores y no más de 3 segmentos compartidos, entonces habrá 2 enlaces dedicados y 1 solo dominio de colisión”*



# Tecnologías Ethernet

## 100Base-TX (Fast Ethernet)

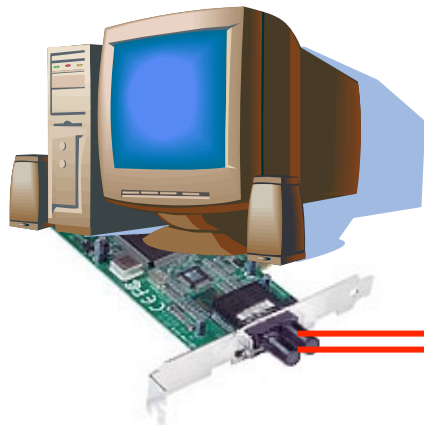
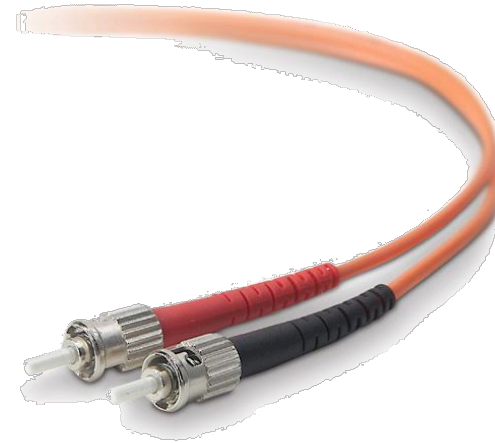
- IEEE 802.3u
- MII = *Medium Independent Interface*
- Cables de par trenzado Cat.5 (100m)
- Usa 2 pares
- Transceiver opcional
- Conector RJ-45



# Tecnologías Ethernet

## 100Base-FX

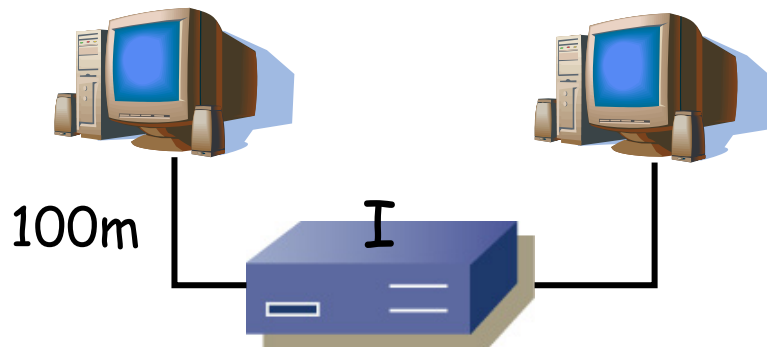
- Fibra multimodo (50 ó 62.5  $\mu\text{m}$ )
- 2 Km (full-duplex)
- 412 m (half-duplex)



# Repetidores FastEthernet

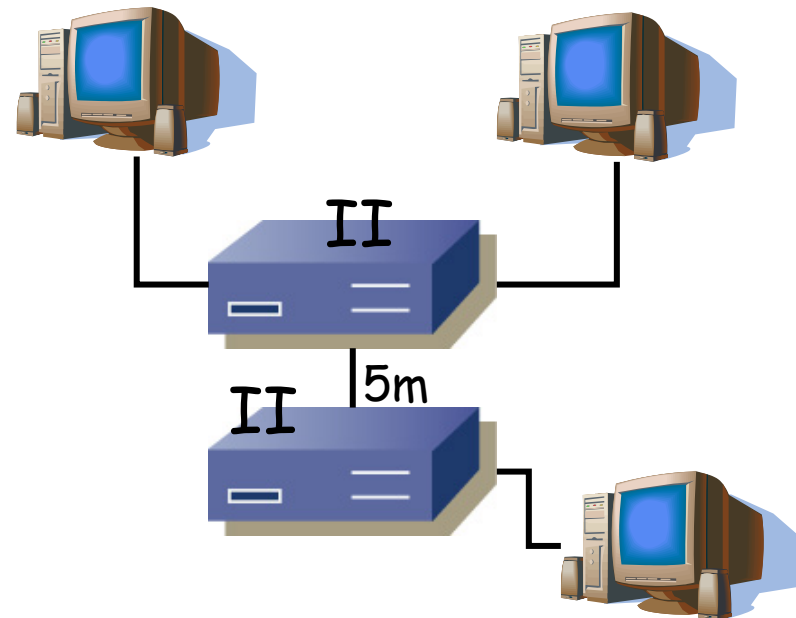
## Clase I

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



## Clase II

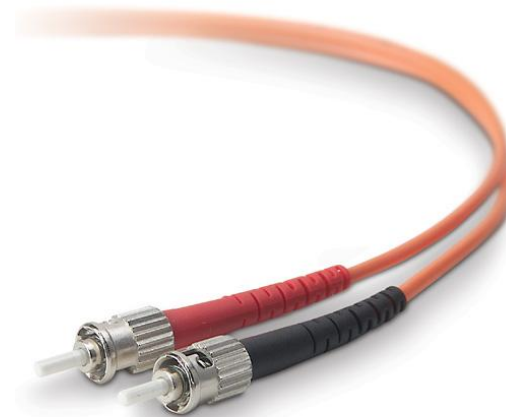
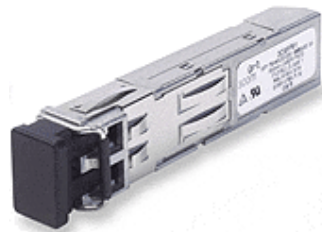
- Menos retardo
- Todos los puertos misma tecnología
- Máximo de 2
- Máximo 5m entre ellos



# 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)

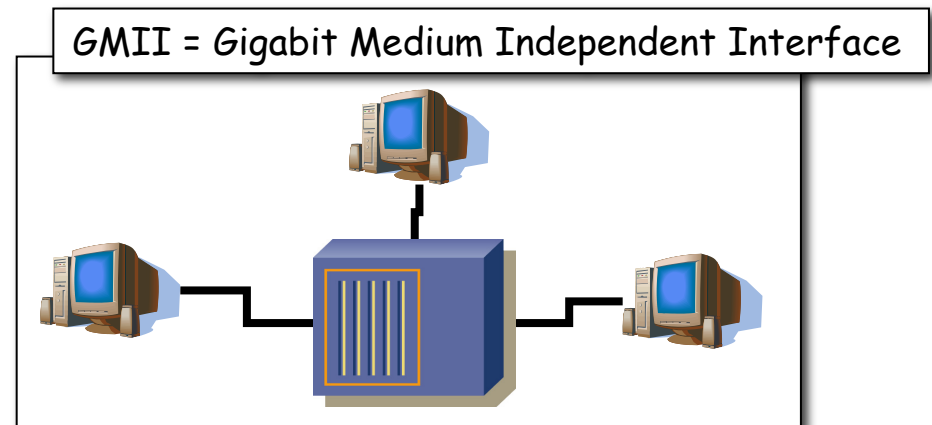




# Gigabit Ethernet

## 1000Base-T

- IEEE 802.3ab
- 4 pares Cat.5 (100m)
- El *hub* existe en el estándar pero no se utiliza
- Se emplean conmutadores (switches)
- Full Duplex
- No CSMA/CD



# Gigabit Ethernet

## GBIC

- 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)



# 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/LR/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)



# 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

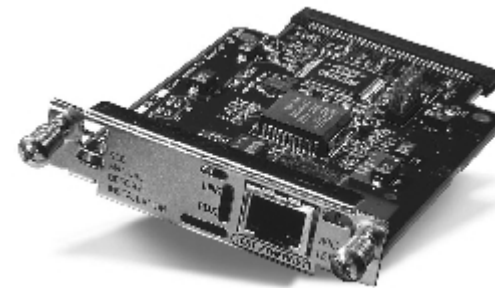
Prefix	Suffix				
	Medium		Coding Scheme	Lanes	
	Copper	Optical		Copper	Optical
40G = 40 Gb/s	K = backplane	S = short reach (100m)	R = 64/66B block coding	n = 4 or 10	n = # of lanes or wavelengths
100G = 100 Gb/s	C = cable assembly	L = long reach (10km)		n = 1 not required, serial is implied	
		E = extended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

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



# 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*





# Resumen

- Formato de trama DIX
- Formato de trama IEEE con 802.2
- Máximo 14.880 pps
- 10Mbps sobre coaxial grueso y fino, par trenzado y fibra óptica
- 100+Mbps par trenzado o fibra óptica
- Con hubs topología lógica en bus
- Hoy en día conmutadores reducen el bus a un punto a punto