

# Ethernet en LAN (1)

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

Redes  
4º Ingeniería Informática

# Temario

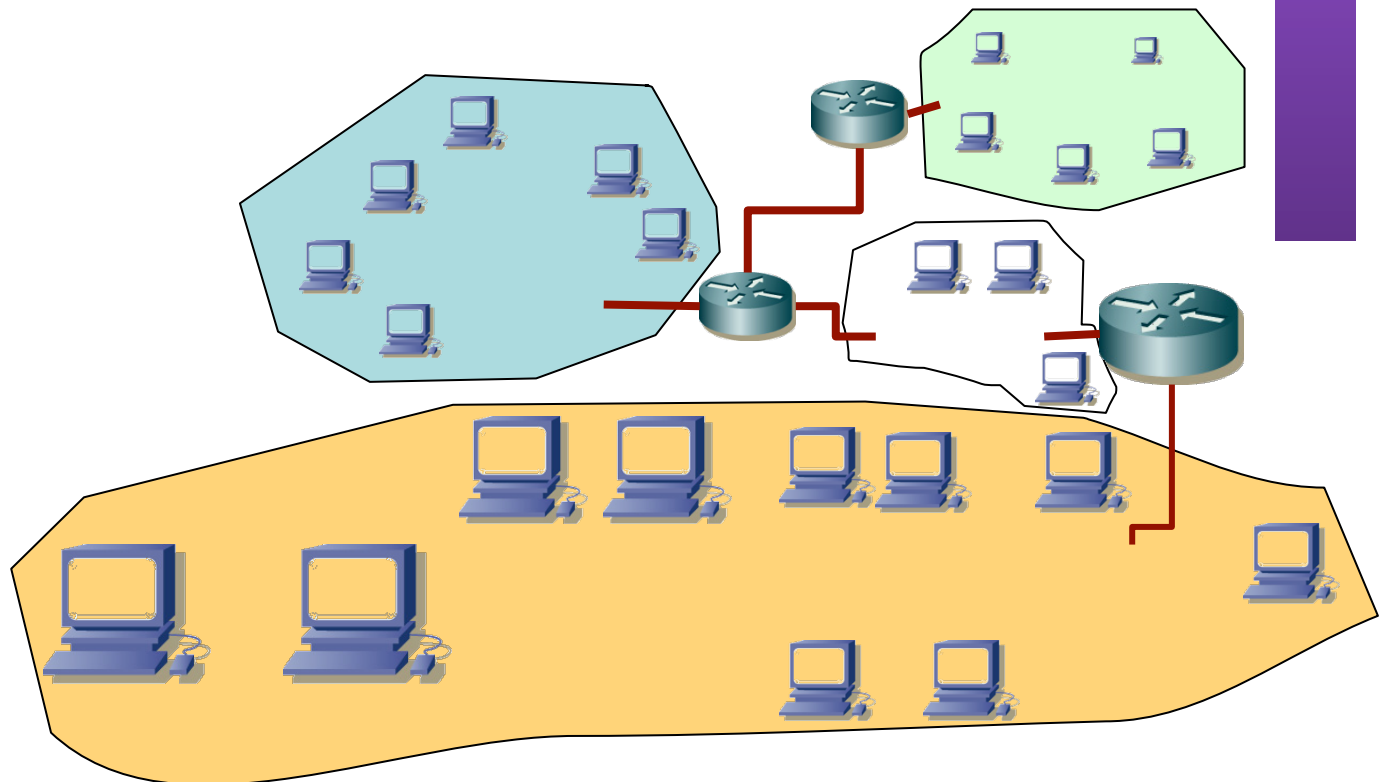
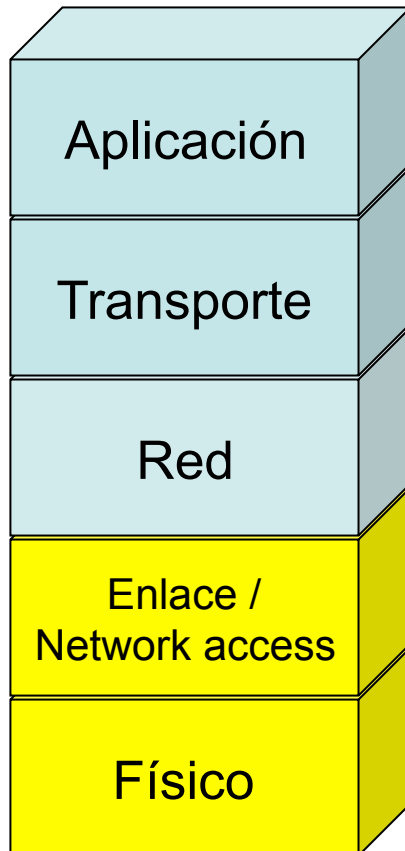
1. Introducción a las redes
2. Encaminamiento
3. Transporte extremo a extremo
4. Arquitectura de conmutadores de paquetes
5. **Tecnologías para redes de área local**
6. Tecnologías para redes de área extensa y última milla
7. Conmutación de circuitos

# Objetivos de esta clase

- Conocer las diferentes topologías básicas de red y comprender sus ventajas e inconvenientes
- Conocer la arquitectura del modelo de referencia del grupo IEEE 802
- Conocer el formato de trama de Ethernet
- Entender el funcionamiento básico del control de acceso al medio en Ethernet

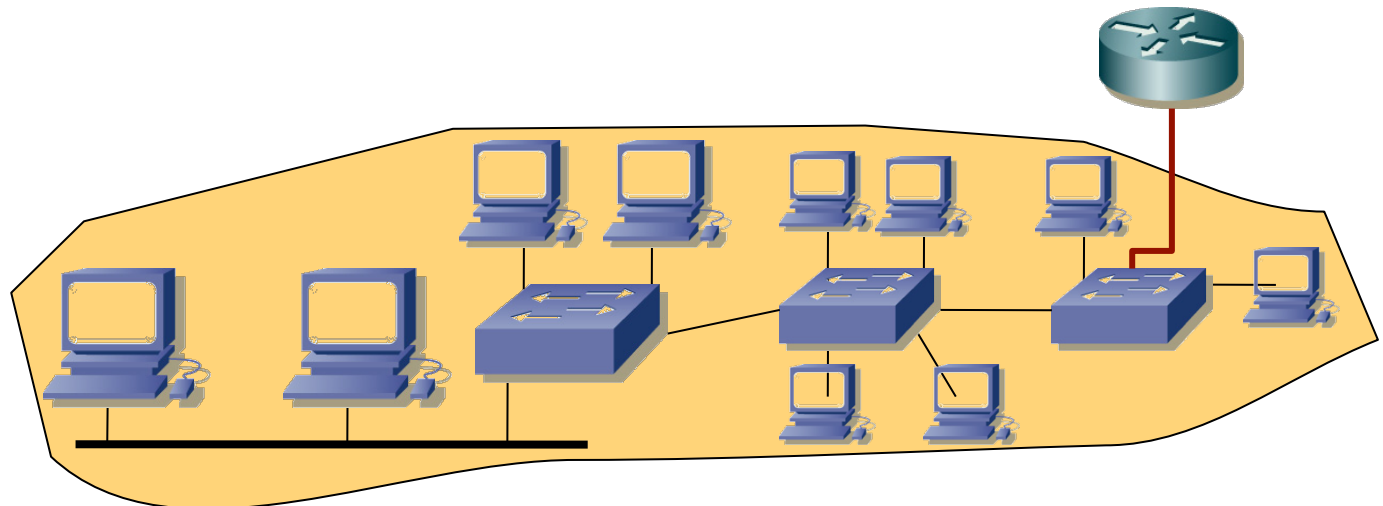
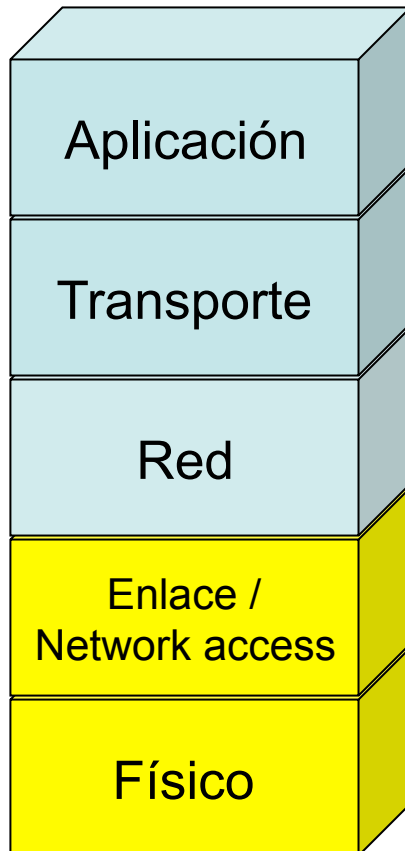
# Comunicación dentro de una red

- Origen y destino del paquete están en la misma red
  - Dos hosts
  - Un host y un “gateway” con otra red
  - Dos “gateways”
- La red puede ser una LAN, MAN o WAN
  - (...)



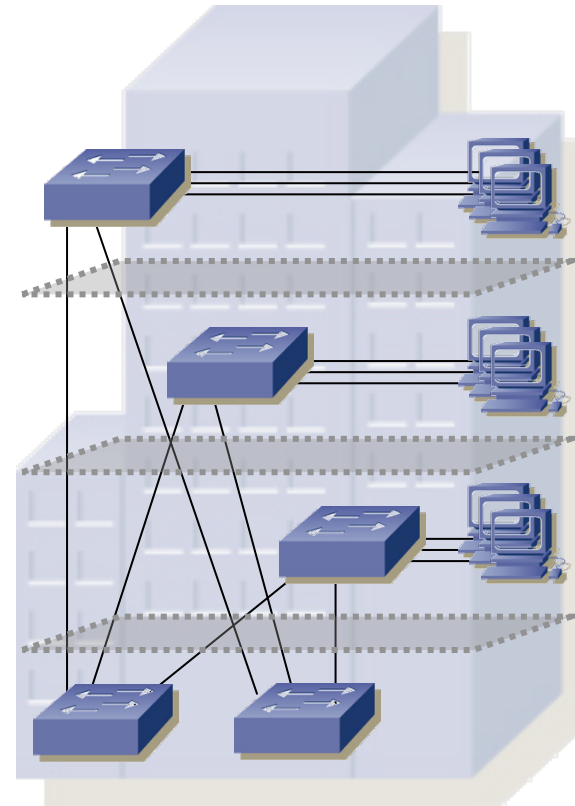
# Comunicación dentro de una red

- Origen y destino del paquete están en la misma red
  - Dos hosts
  - Un host y un “gateway” con otra red
  - Dos “gateways”
- La red puede ser una LAN, MAN o WAN
- Vamos a empezar por el caso de LANs y en concreto de 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 de LAN

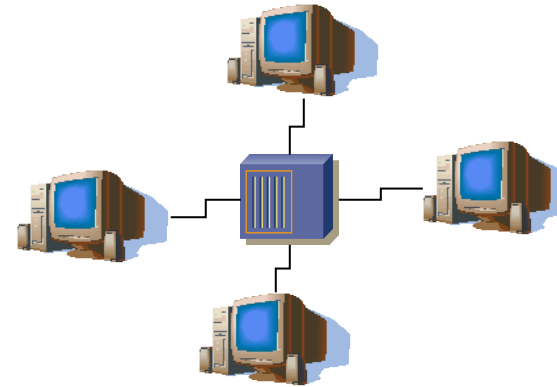
- Define cómo están conectados los hosts

## Dos ámbitos:

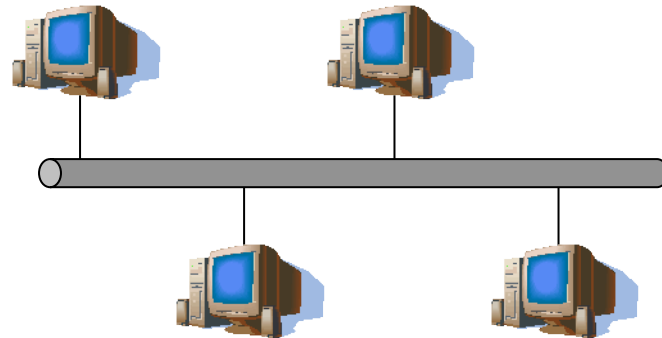
- Topología física
  - Diseño y cableado de la red
  - Interconexionado
- Topología lógica
  - Cómo los hosts emplean el medio

## Ejemplo: Ethernet

- Topología física



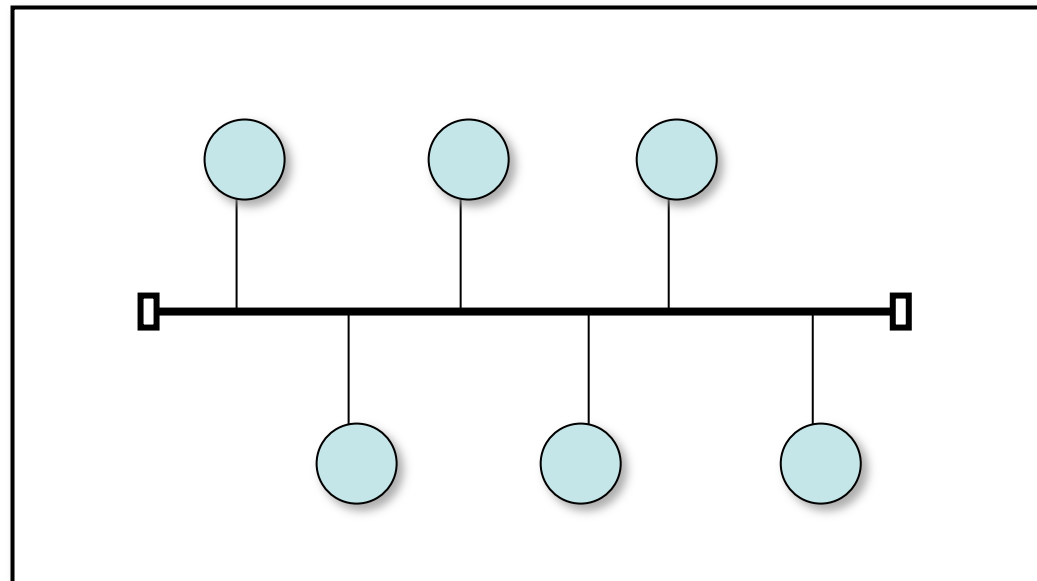
- Topología lógica



# Topologías

## Bus

- Todas las estaciones se unen a un medio de transmisión lineal (el bus)
- Si es física suele requerir un *terminador*
- El bus es un punto de fallo
- Una transmisión cualquiera alcanza ambos extremos del bus
- Requiere direccionamiento y un mecanismo para regular las transmisiones

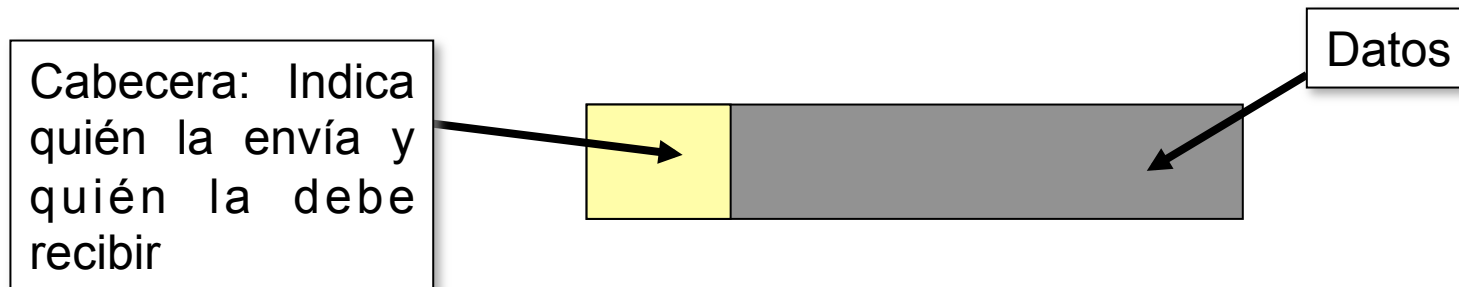


# Comunicación en un bus

## ¿Cómo?

- Transmitir datos en bloques (*tramas*)
- Origen envía al medio la información que desea hacer llegar a otra máquina
- La información incluye una identificación de la máquina destino
- Destinatario recoge la información, el resto la ignoran (red broadcast)

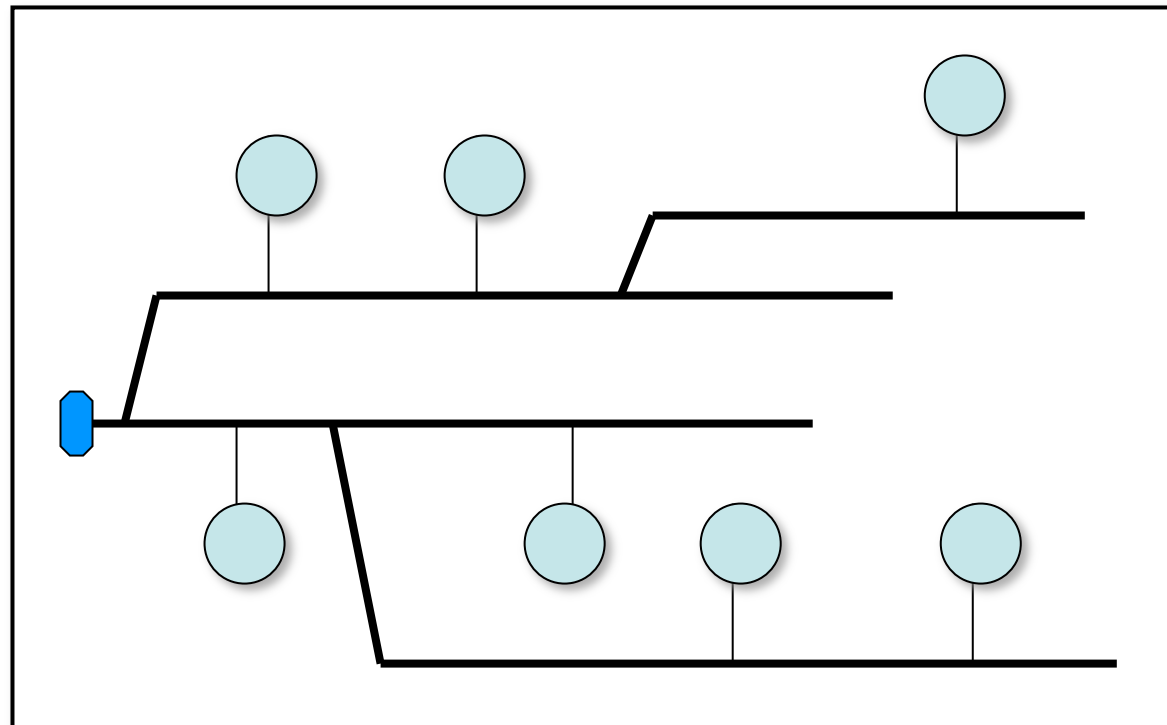
## Formato típico de la trama



# Topologías

## Árbol

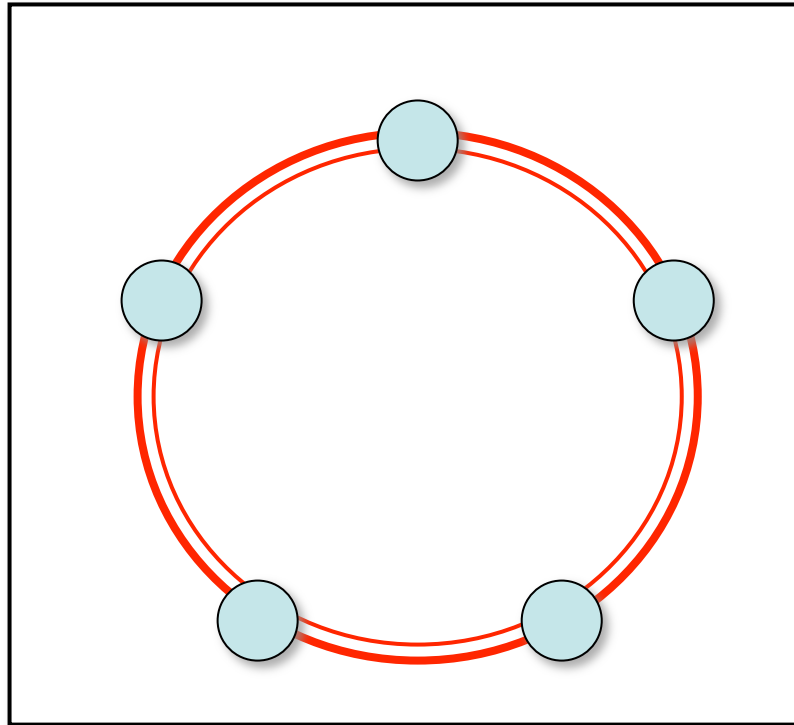
- Generalización del bus
- El árbol comienza en la cabecera (*headend*)
- La transmisión de una estación se propaga por todo el medio



# Topologías

## Anillo

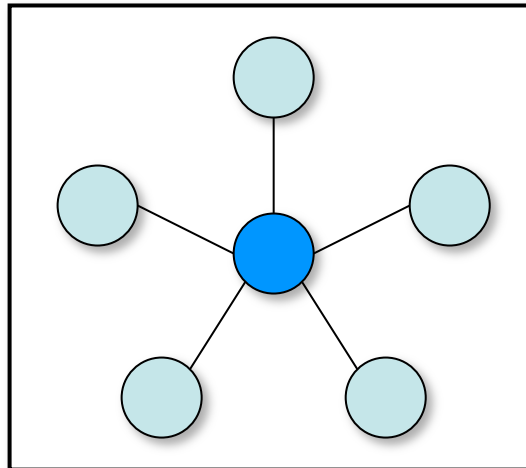
- Simple (un solo sentido)
- Doble (ambos sentidos)



# Topologías

## Estrella

- Todos conectados a un nodo central:
  - *Hub*: Retransmite cada trama a todos (lógicamente es un bus)
  - *Switch*: *store-and-forward*, solo al destinatario
- Más costosa que el bus
- Independencia de los hosts a efecto de fallos en el cable

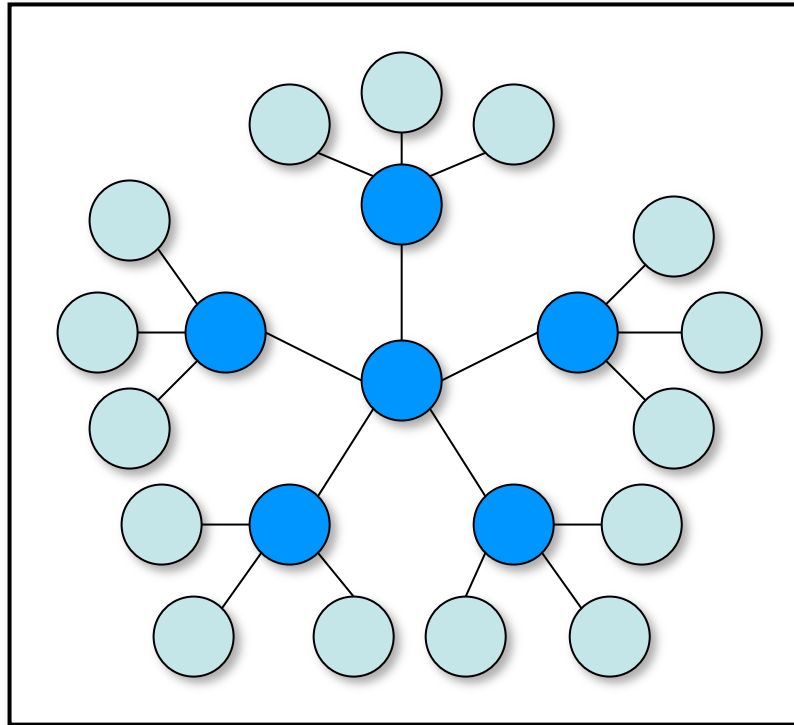


- El elemento central es un punto de fallo

# Topologías

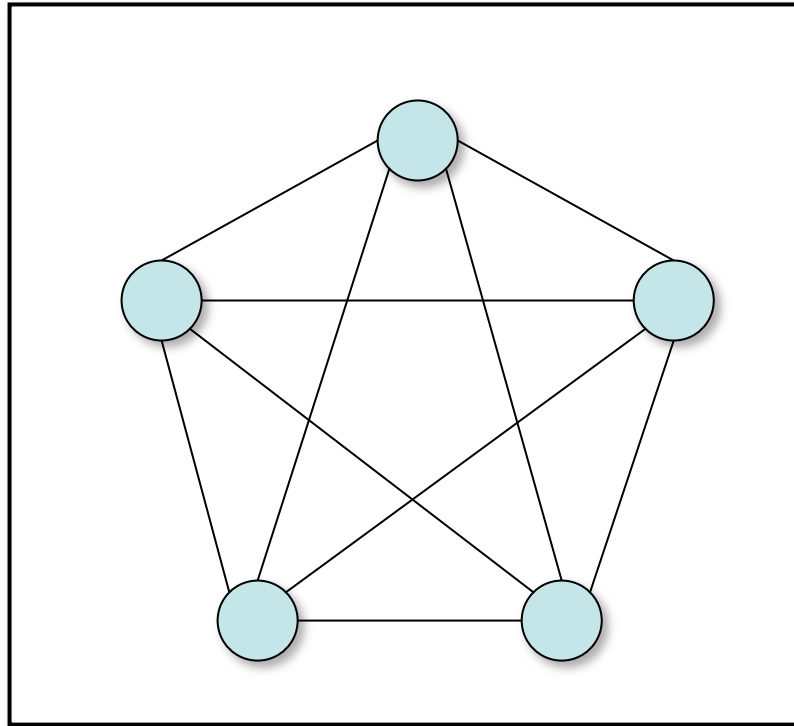
## Estrella extendida

- Expansión de la estrella

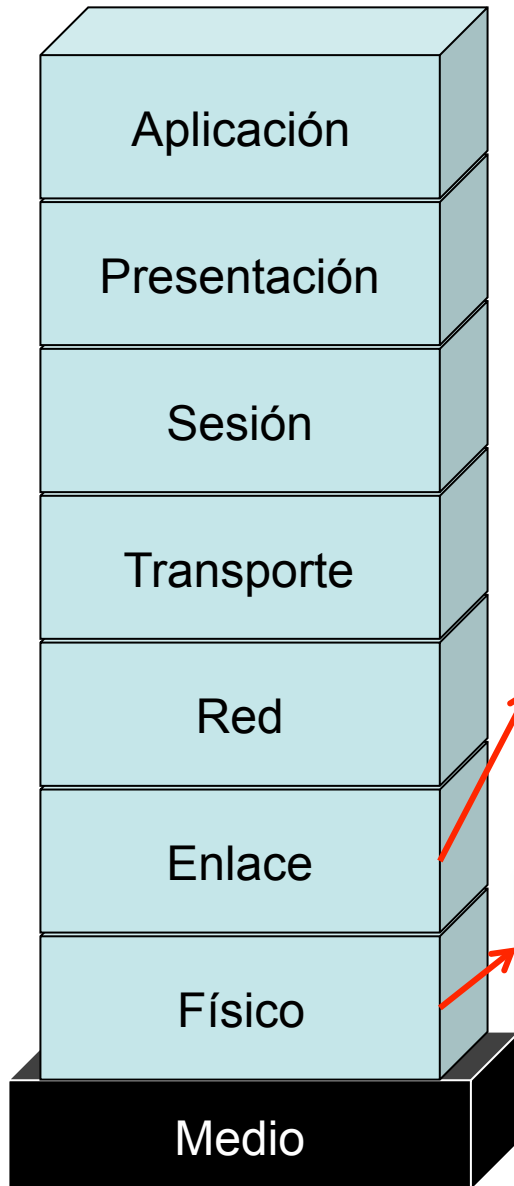


# Topologías

## Malla completa (*full mesh*)



# Arquitectura de protocolos



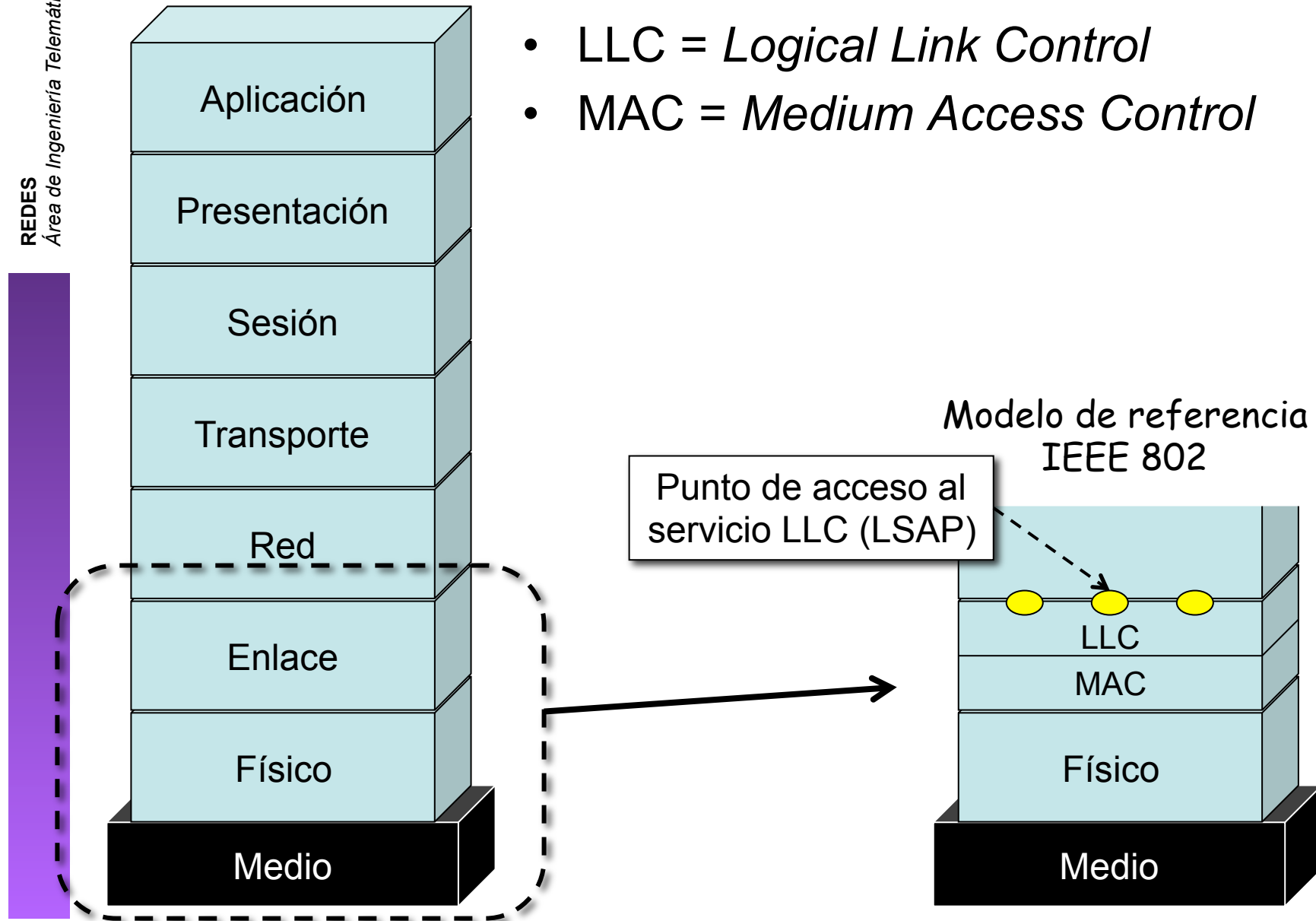
- 7 niveles OSI de un sistema de comunicaciones
- En una LAN necesitamos emplear solo dos para realizar la comunicación (... ..)

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

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



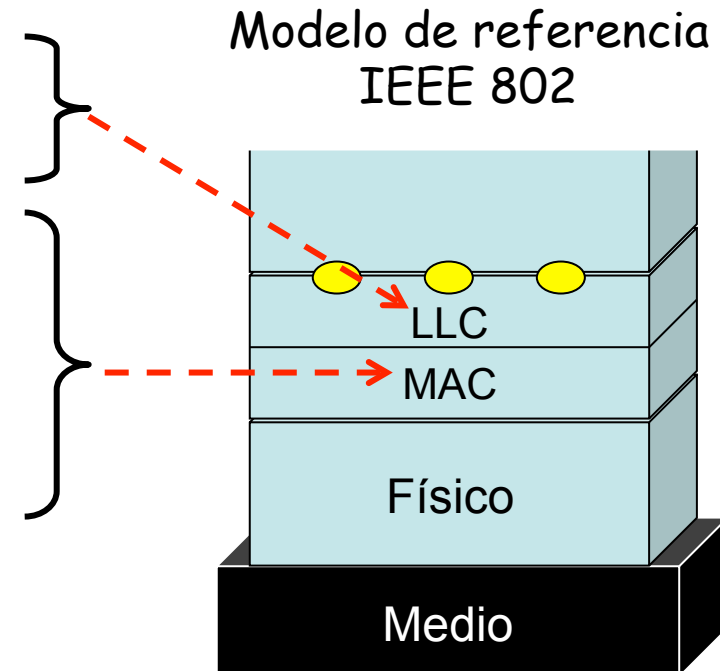
# Arquitectura de protocolos

## Capa física

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

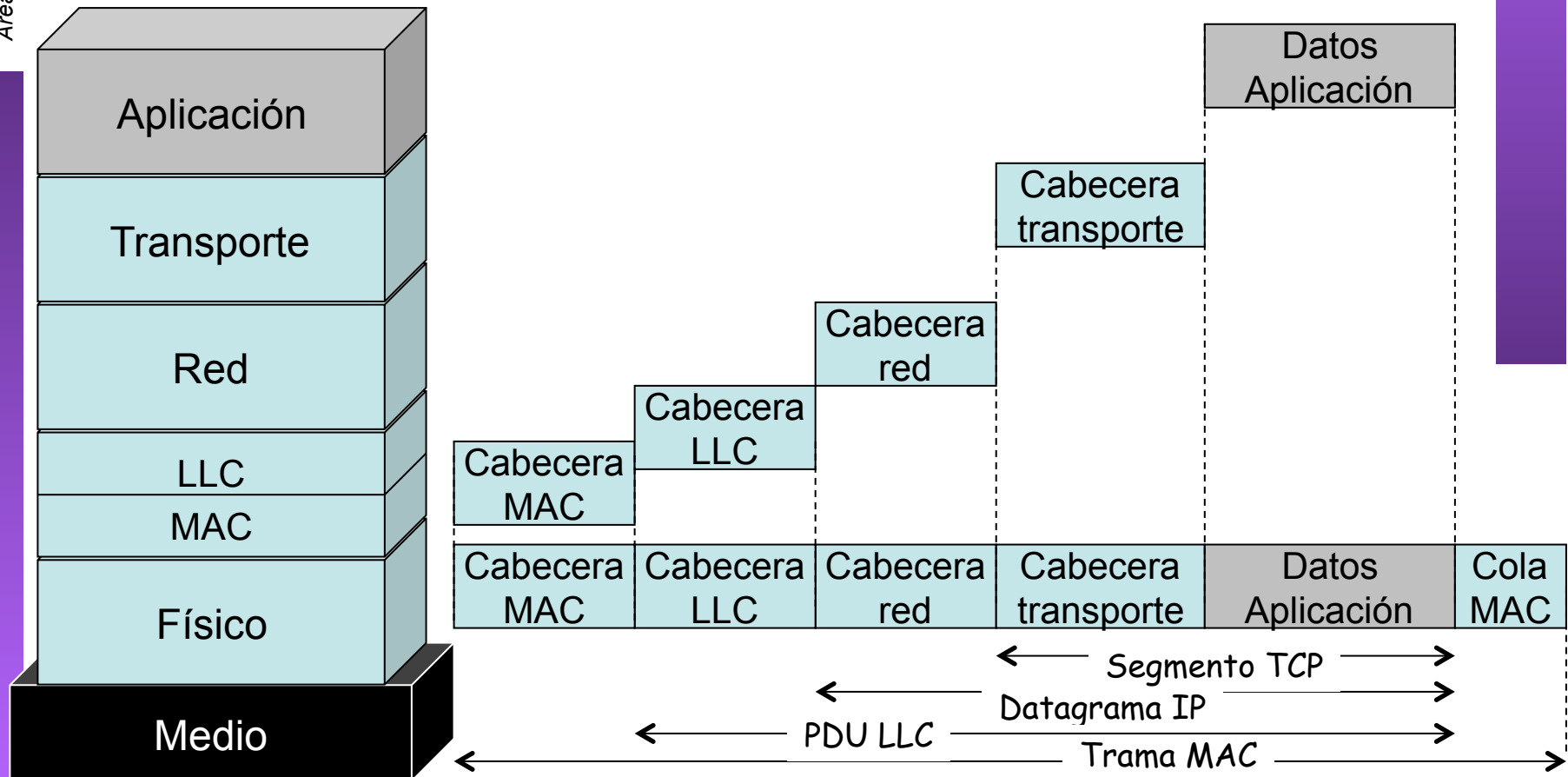
## Capa de enlace

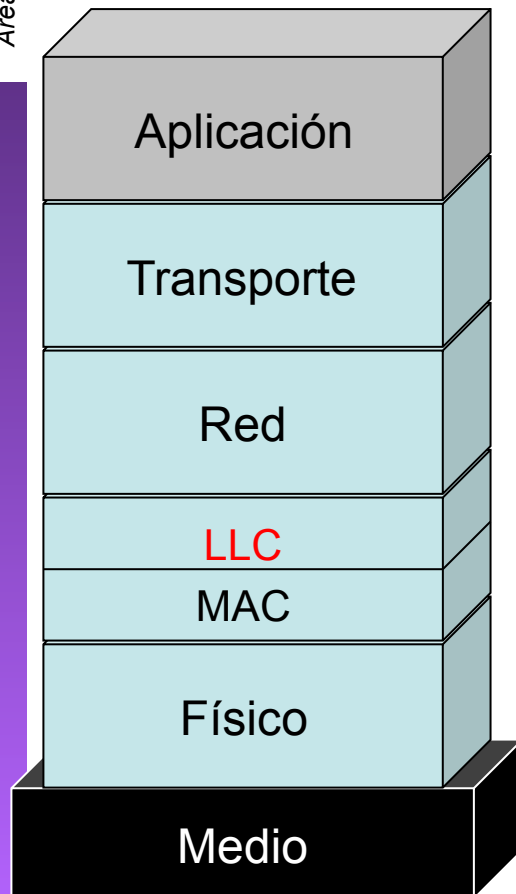
- Interfaz con las capas superiores
- Control de errores y de flujo
- Ensamblado de datos en tramas
- Reconocimiento de dirección
- Detección de errores
- Control de acceso al medio



# Arquitectura de protocolos

REDES  
Área de Ingeniería Telemática



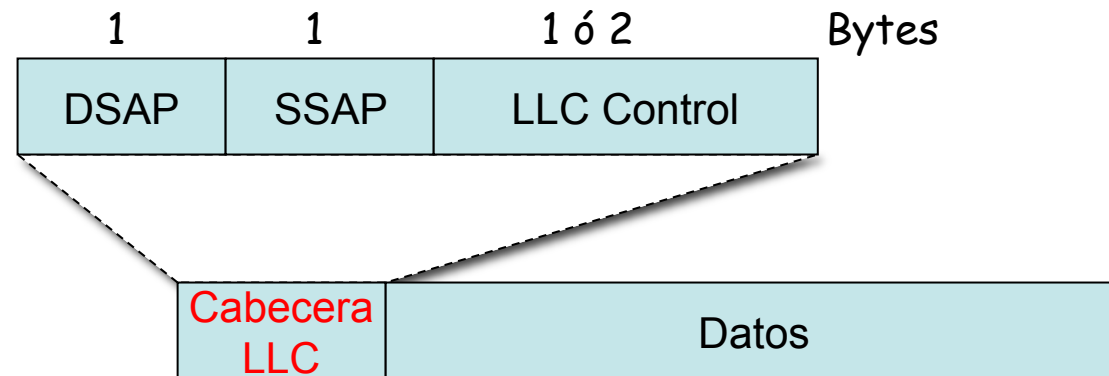
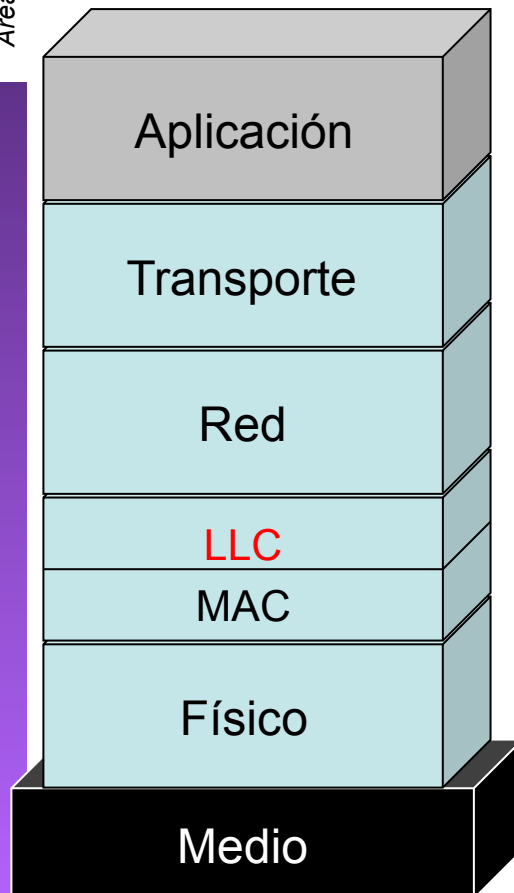


# Logical Link Control

- 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, ni confirmaciones, ni control de flujo ni recuperación ante errores
  - Tipo 2: orientado a conexión, con confirmaciones
  - Tipo 3: sin conexión, con confirmación

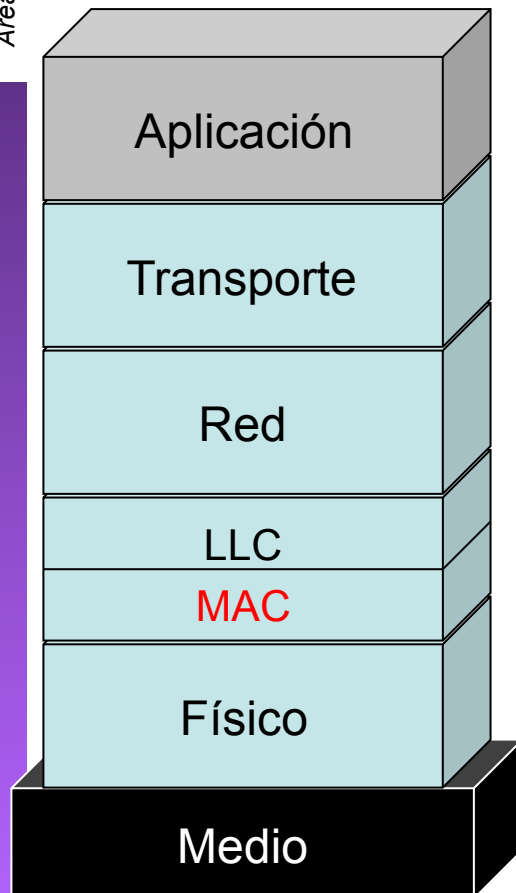
# Logical Link Control

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



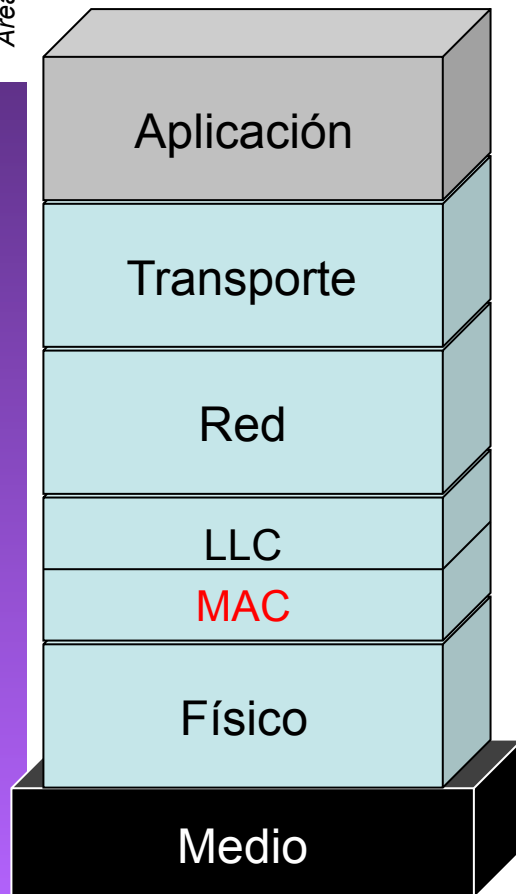
# Medium Access Control

- 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



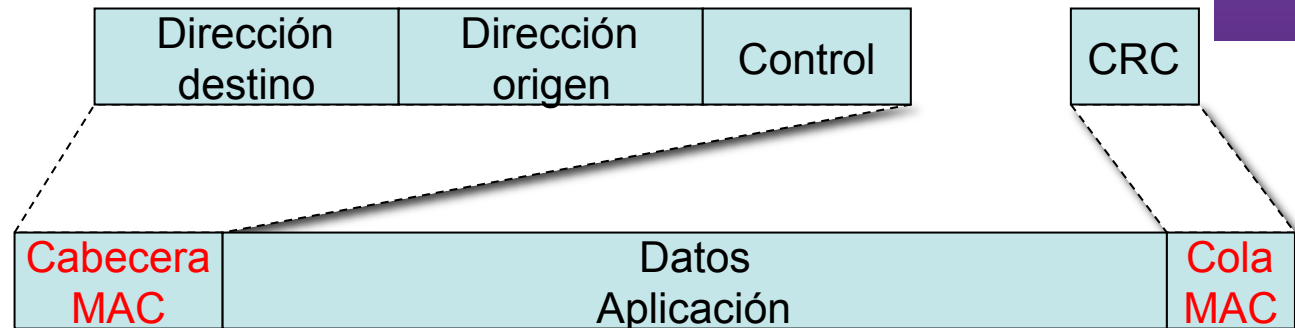
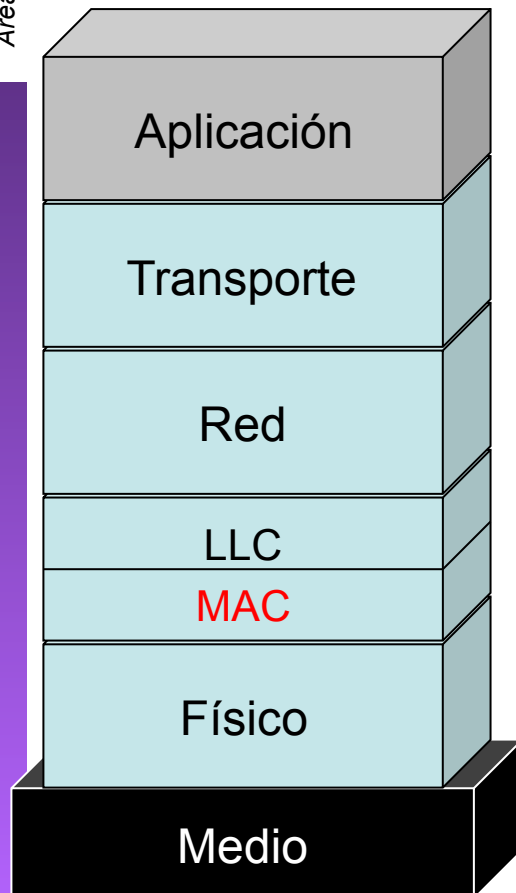
# Medium Access Control

- ¿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

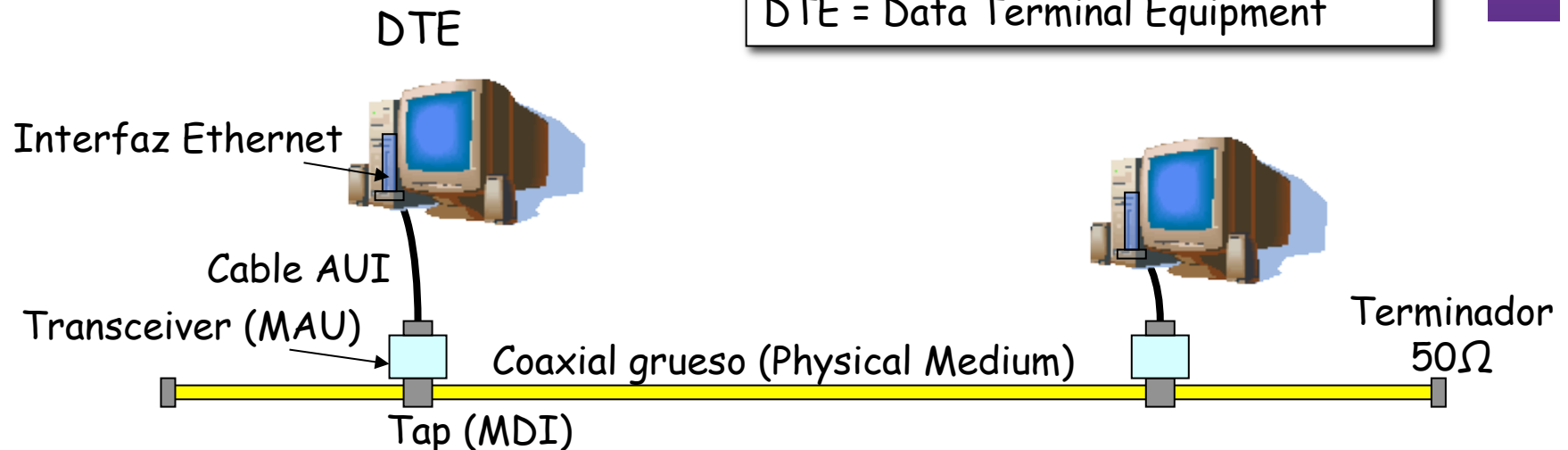


# Ethernet “original”

## 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



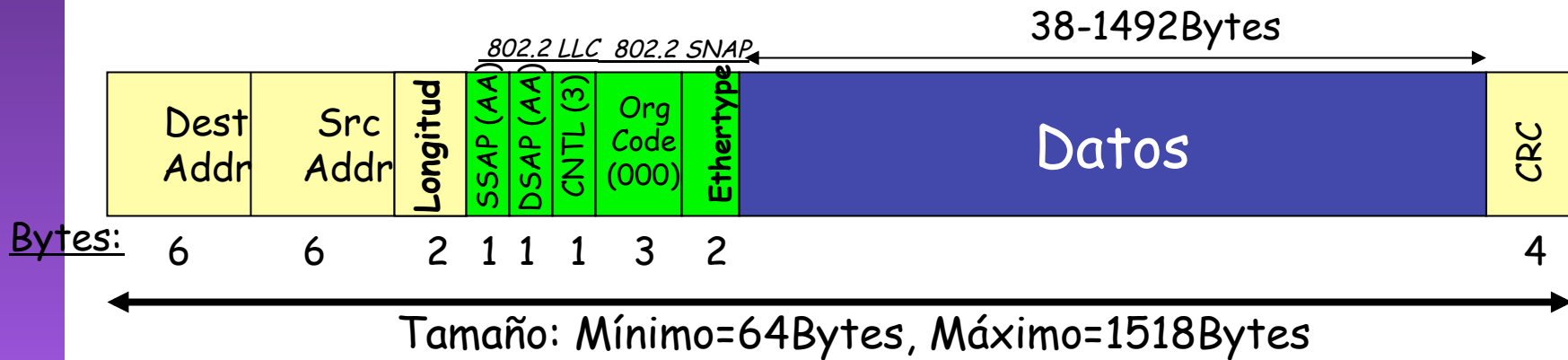
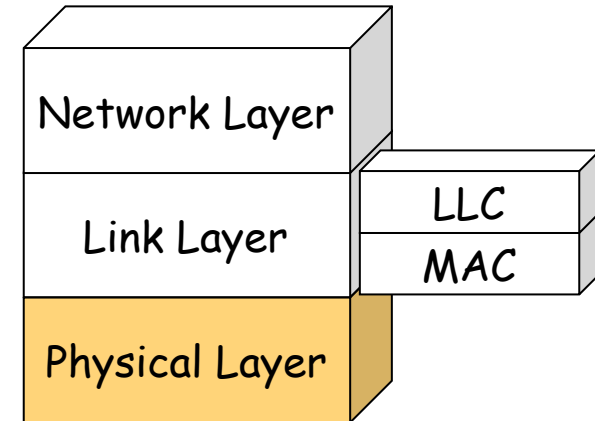
# Nivel MAC

- 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



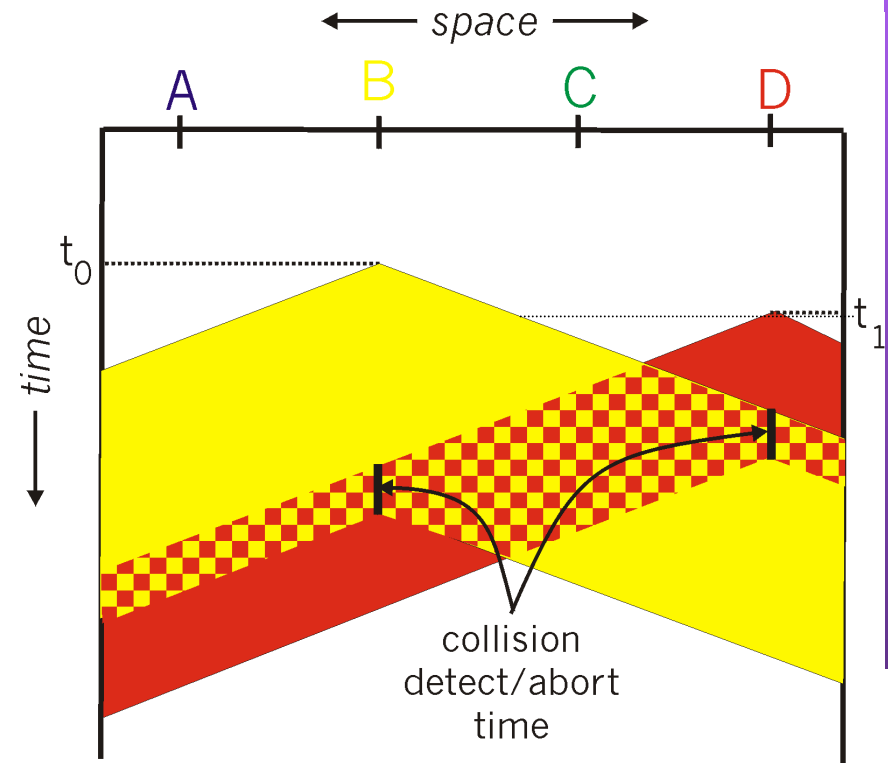
DIX (Ethernet II)



# Subnivel MAC

## CSMA/CD

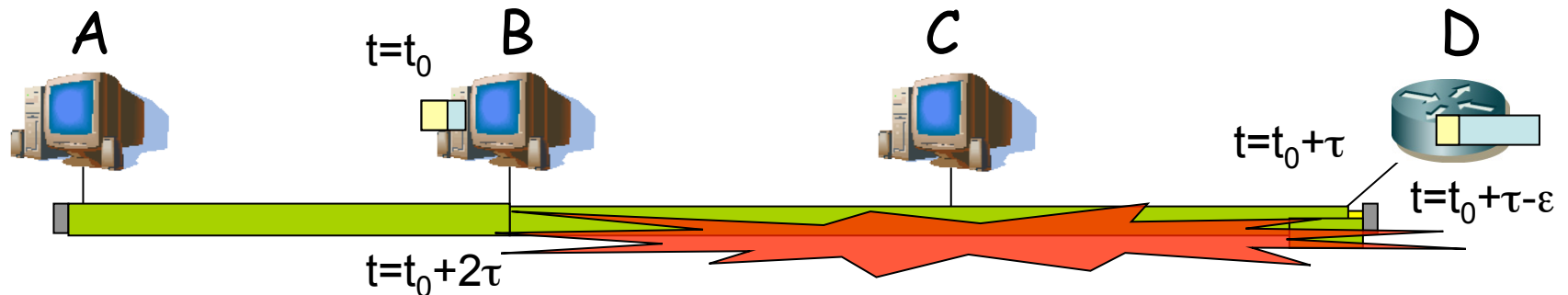
- *Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*
- Canal inactivo: transmitir la trama
- C. ocupado: retrasar la transmisión
- Debido al retardo puede que un nodo no note que otro está transmitiendo
- Detecta si se produce una colisión mientras transmite
- Si hay colisión reintentar tras un tiempo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



# Subnivel MAC

## Tamaño mínimo de trama

- Emisor hace CD solo mientras transmite
- ¿Hacer CD hasta que el primer bit llegue a la estación más lejana y ya se haya producido colisión o no vaya a haber ya? (...)
- Peor caso: trama mínima y colisión a la máxima distancia
- Colisión además debe llegar hasta el emisor (... ..)
- *Collision window (slot time)*
- $2\tau = \text{trama\_mínima} / \text{velocidad\_tx} = \text{trama\_mínima} / 10\text{Mbps}$
- $\text{diámetro\_máximo} = \tau \cdot \text{veloc\_propag}$



# Subnivel MAC

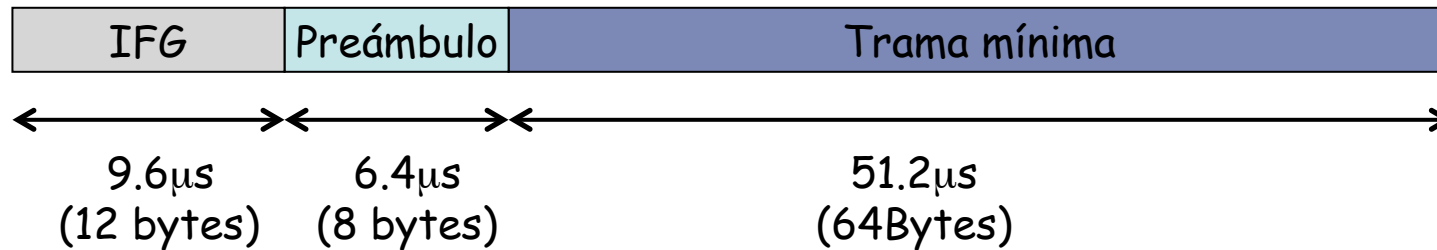
- Máximo 2500 m
- Mínimo 64 Bytes de trama
- Dominio de Colisión: una red CSMA/CD en la cual habrá una colisión si dos máquinas conectadas al sistema transmiten “al mismo tiempo”
- Con alta carga se disparan las colisiones

| 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?  
(. . .)



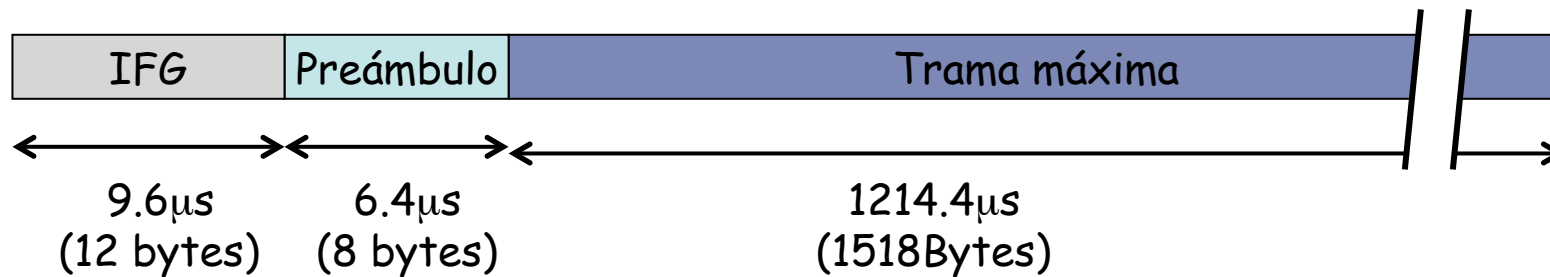
$$\frac{1}{\text{IFG} + \text{Preámbulo} + \text{Trama mínima}} \approx 14.880 \text{ pps}$$

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

IFG = Inter Frame Gap

# Frame rate

- ¿Mínimo número de tramas por segundo ocupando toda la capacidad? (. . .)



$$\frac{1}{\text{IFG} + \text{Preámbulo} + \text{Trama máxima}} \approx 812 \text{ pps}$$

IFG = Inter Frame Gap

# Resumen

- Topologías con ventajas e inconvenientes, apropiadas para diferentes escenarios
- IEEE 802 divide nivel de enlace en subniveles MAC y LLC
- Subnivel MAC se encarga de controlar cuándo enviar
- Formato de trama DIX
- Formato de trama IEEE con 802.2
- Máximo 14.880 pps a 10Mbps