



ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS  
*Área de Ingeniería Telemática*

# Arquitectura de protocolos para LANs

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

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios  
3º Ingeniería de Telecomunicación



# Temario

1. Introducción
2. Protocolos y arquitectura
3. Redes de área local
4. Protocolos de Internet
5. Conmutación de circuitos
6. Conmutación de paquetes
7. Gestión de recursos en conmutadores
8. Protocolos de control de acceso al medio



# Temario

1. Introducción
2. Protocolos y arquitectura
- 3. Redes de área local**
  - Arquitectura de protocolos para LANs
  - Ethernet
4. Protocolos de Internet
5. Conmutación de circuitos
6. Conmutación de paquetes
7. Gestión de recursos en conmutadores
8. Protocolos de control de acceso al medio



# LAN, MAN, WAN

## LAN

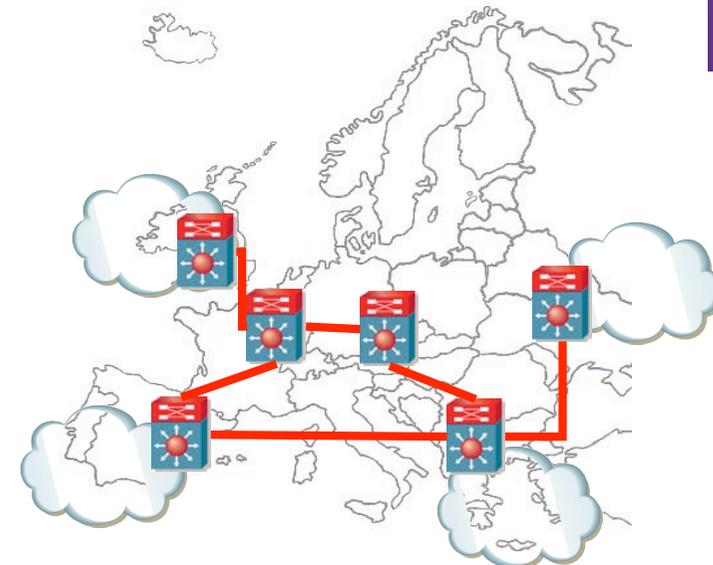
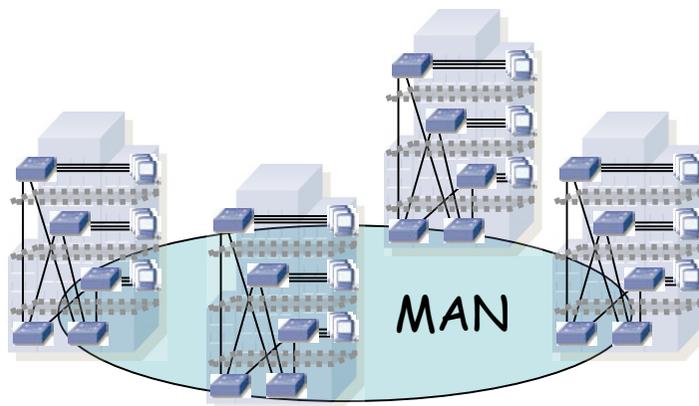
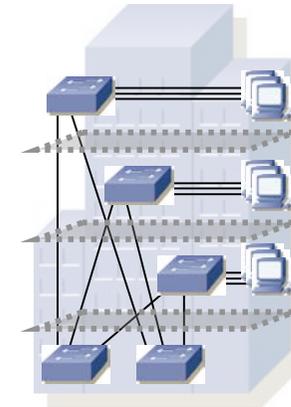
- Son redes privadas
- Se limitan a un edificio o una zona local (1 ó 2Km)
- Las velocidades hoy en día están entre 10 y 1000Mbps

## MAN

- Pueden ser públicas o privadas
- Interconectan LANs separadas en un área *metropolitana*
- Las velocidades típicas están entre 1 y 622Mbps

## WAN

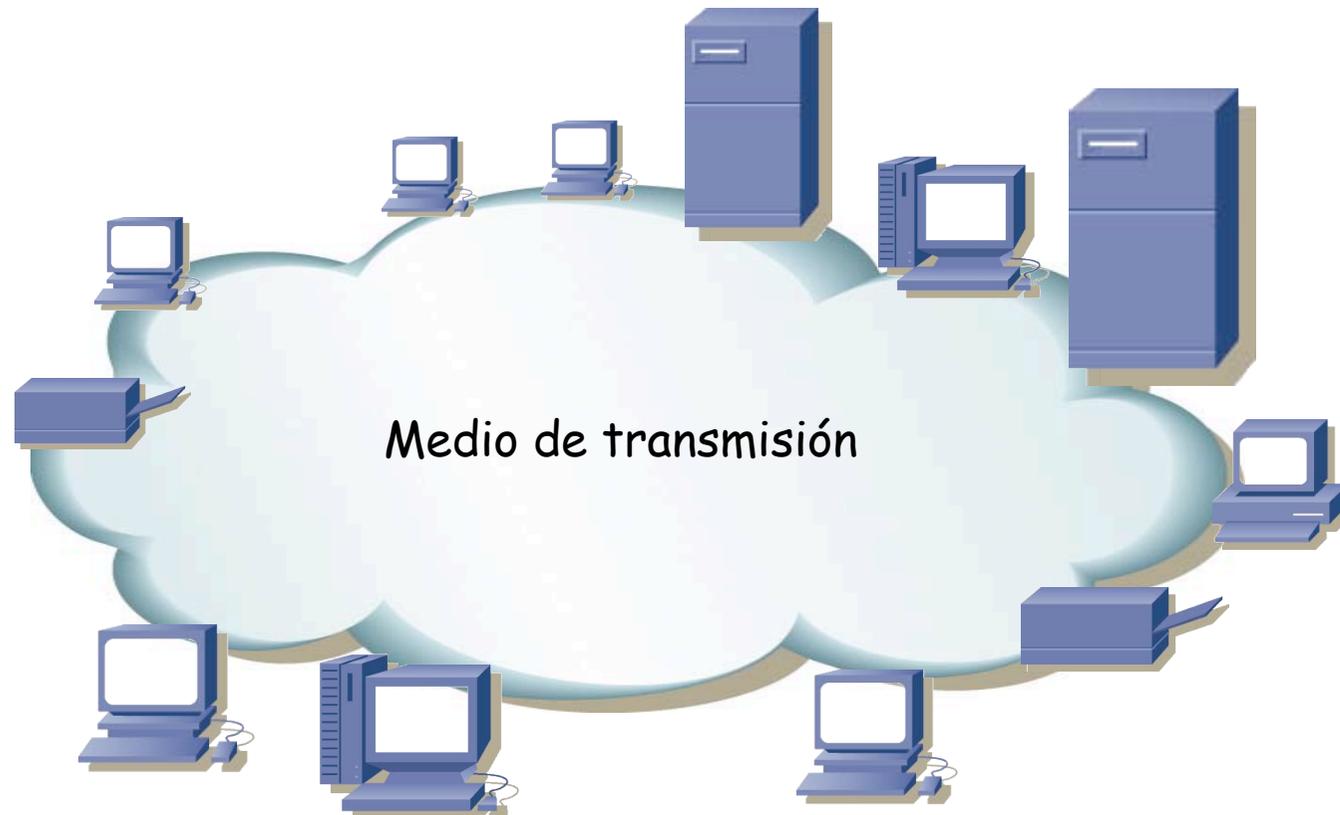
- Normalmente controlada por un operador
- Cubre un area muy amplia
- Interconecta LANs y MANs





# Local Area Networks (LANs)

- Conectan estaciones de trabajo, periféricos, terminales...
- Compartir recursos
- Suelen ser tecnologías basadas en medios de broadcast
- Muchos usuarios
- Ejemplos: Ethernet, WiFi, FDDI, Token Ring, etc





# Topologías de LAN

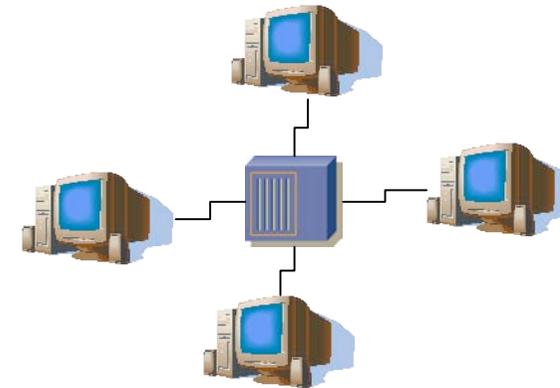
- Define cómo están conectados los hosts

## Dos ámbitos:

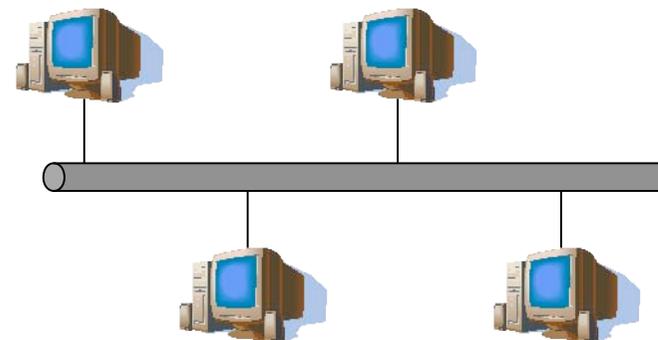
- Topología física
  - Diseño y cableado de la red
  - Interconexión
- Topología lógica
  - Cómo los hosts emplean el medio

## Ejemplo: Ethernet

- Topología física



- Topología lógica

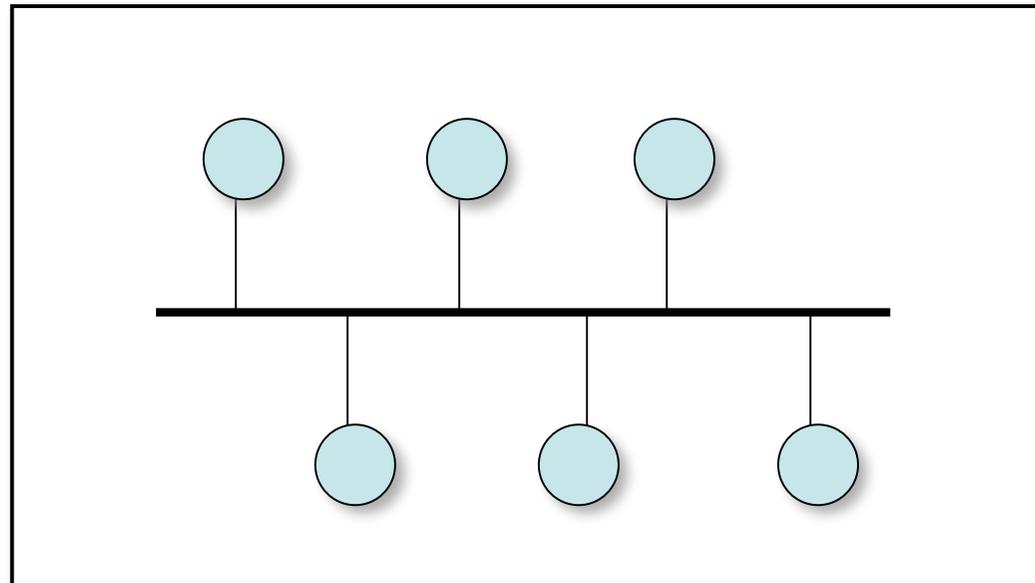




# Topologías de LAN

## 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



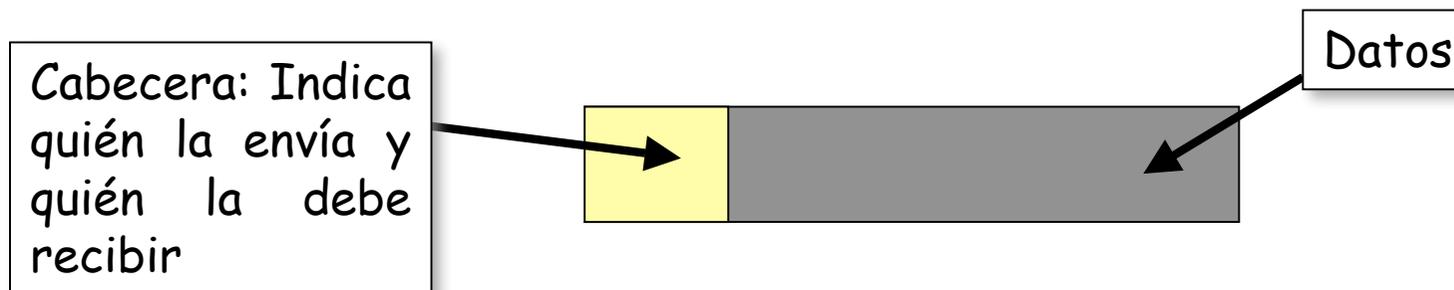


# Comunicación en un bus

## ¿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





# Comunicación en un bus

## Ejemplo:

- Tecnología en bus (Ethernet original) (...)

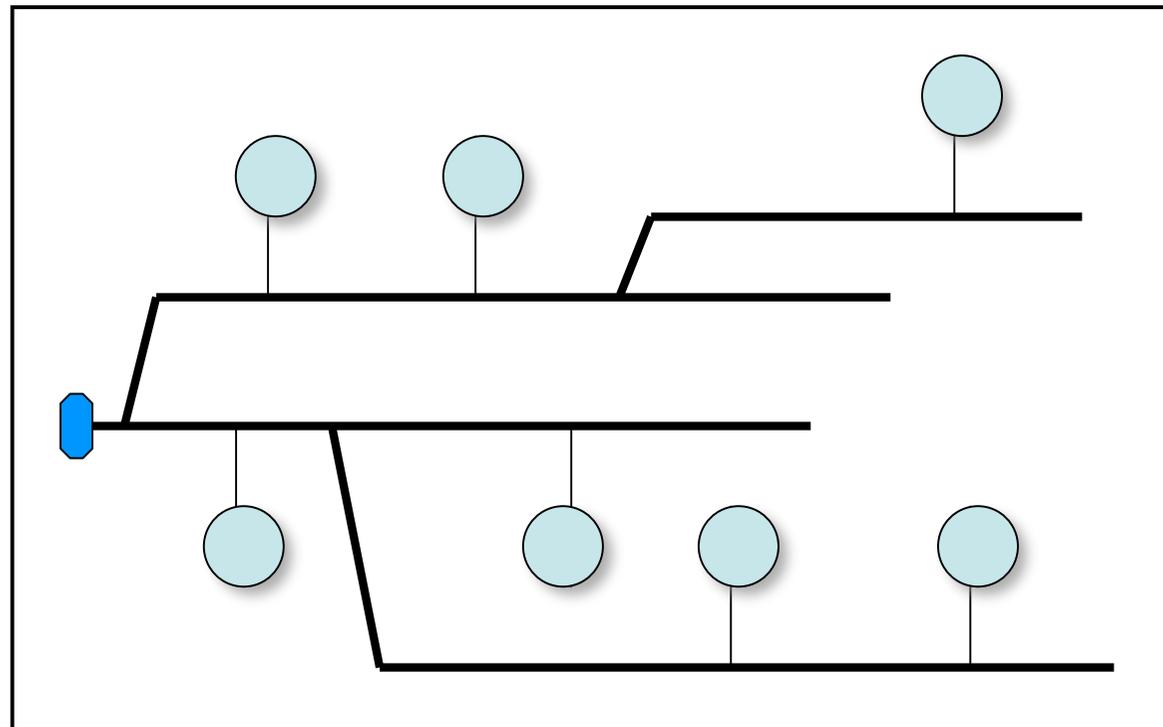




# Topologías de LAN

## Árbol

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

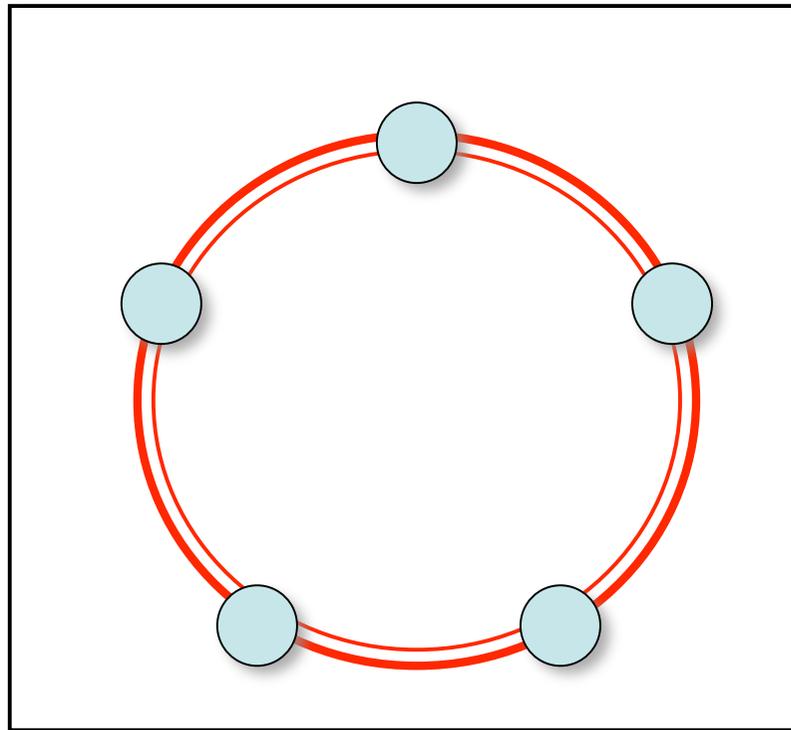




# Topologías de LAN

## Anillo

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



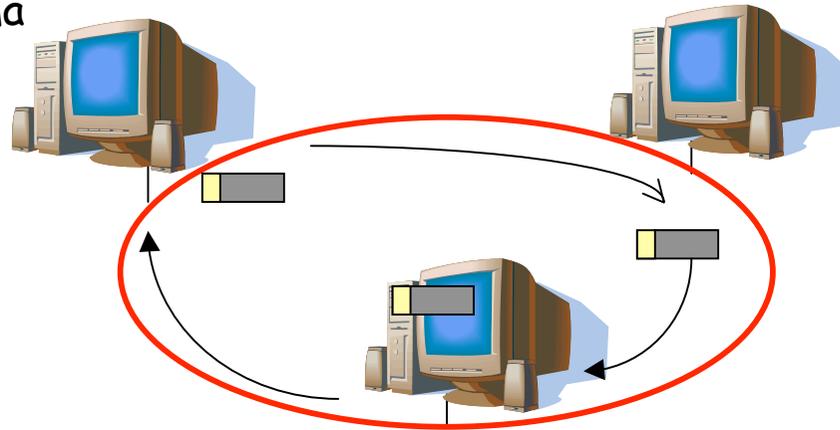


# Comunicación en un anillo

## Ejemplo:

- Tecnología en anillo (FDDI) (...)

Se envía una trama



El destinatario se guarda una copia

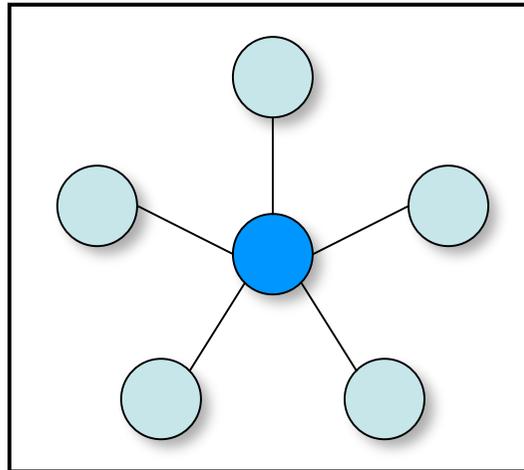
- Requiere un mecanismo de control de acceso al medio



# Topologías de LAN

## 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



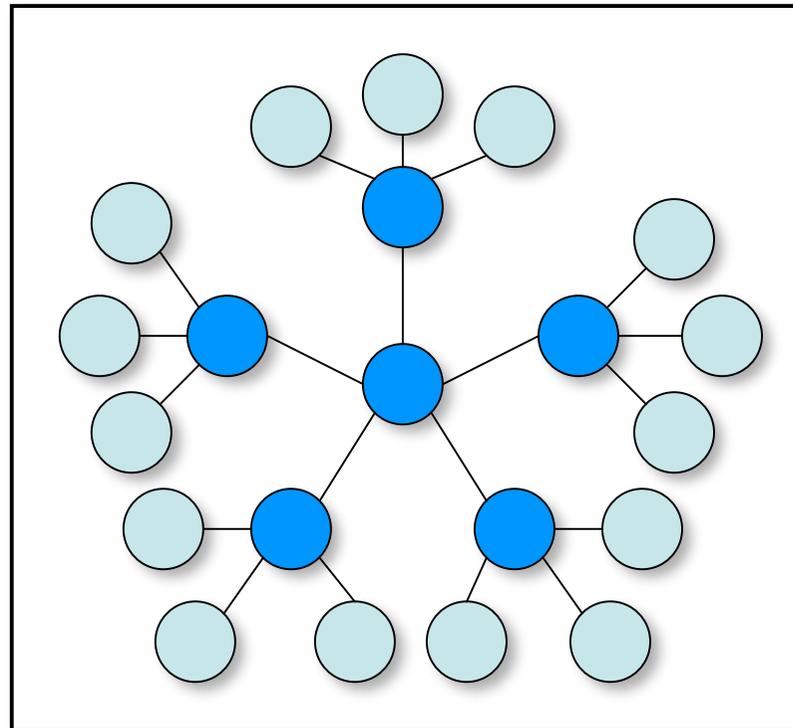
- El elemento central es un punto de fallo



# Topologías de LAN

## Estrella extendida

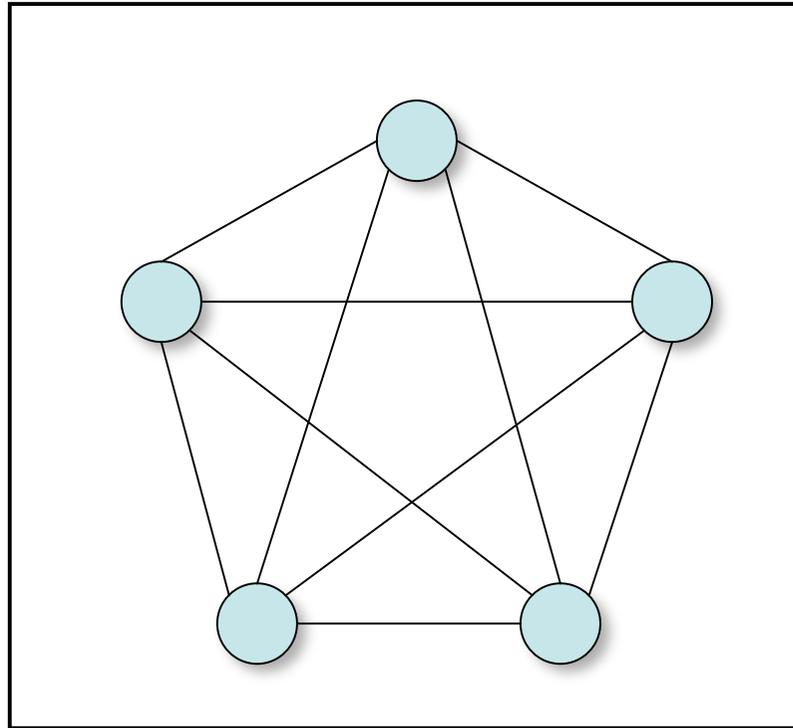
- Expansión de la estrella





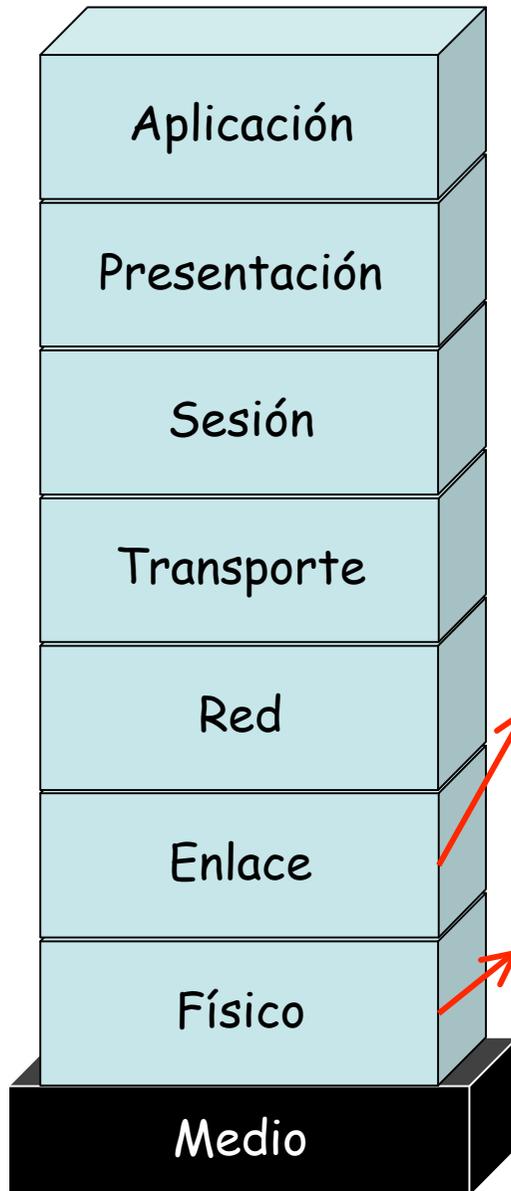
# Topologías de LAN

## 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 (... ..)

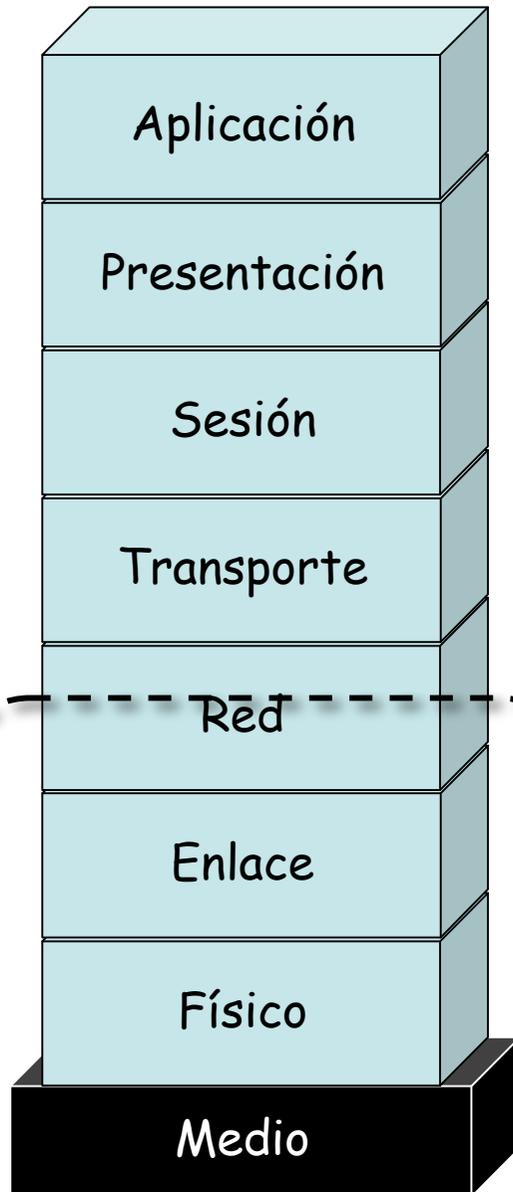
Permite enviar bloques de datos (tramas), controlando errores y el flujo de la información

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



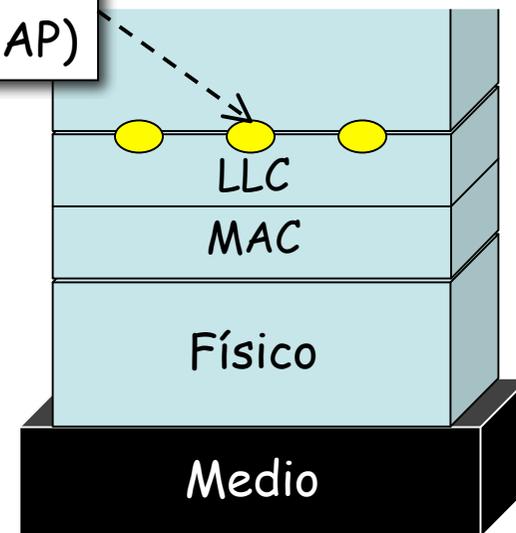
# Arquitectura de protocolos

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



Modelo de referencia  
IEEE 802

Punto de acceso al  
servicio LLC (LSAP)





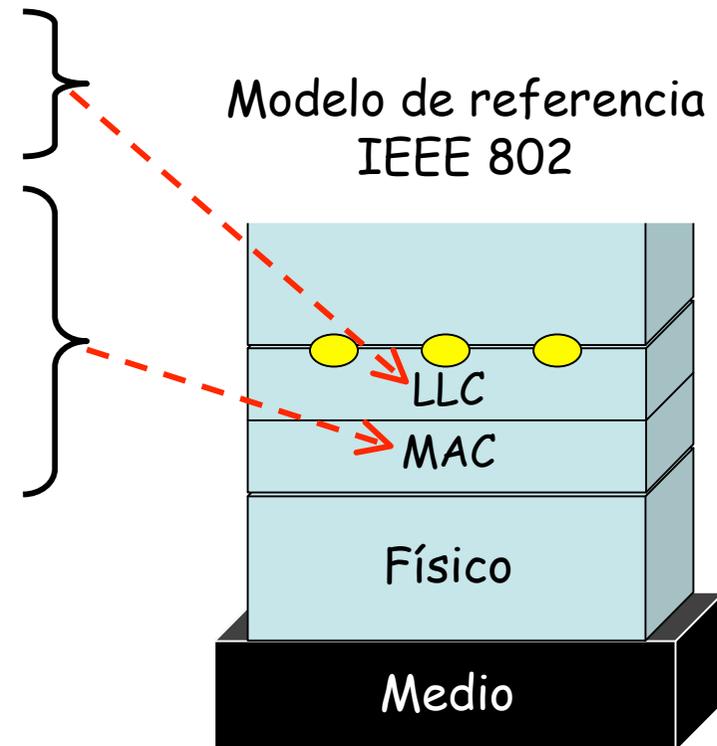
# Arquitectura de protocolos

## Capa física

- Codificación/decodificación
- Sincronización
- Transmisión/recepción de bits

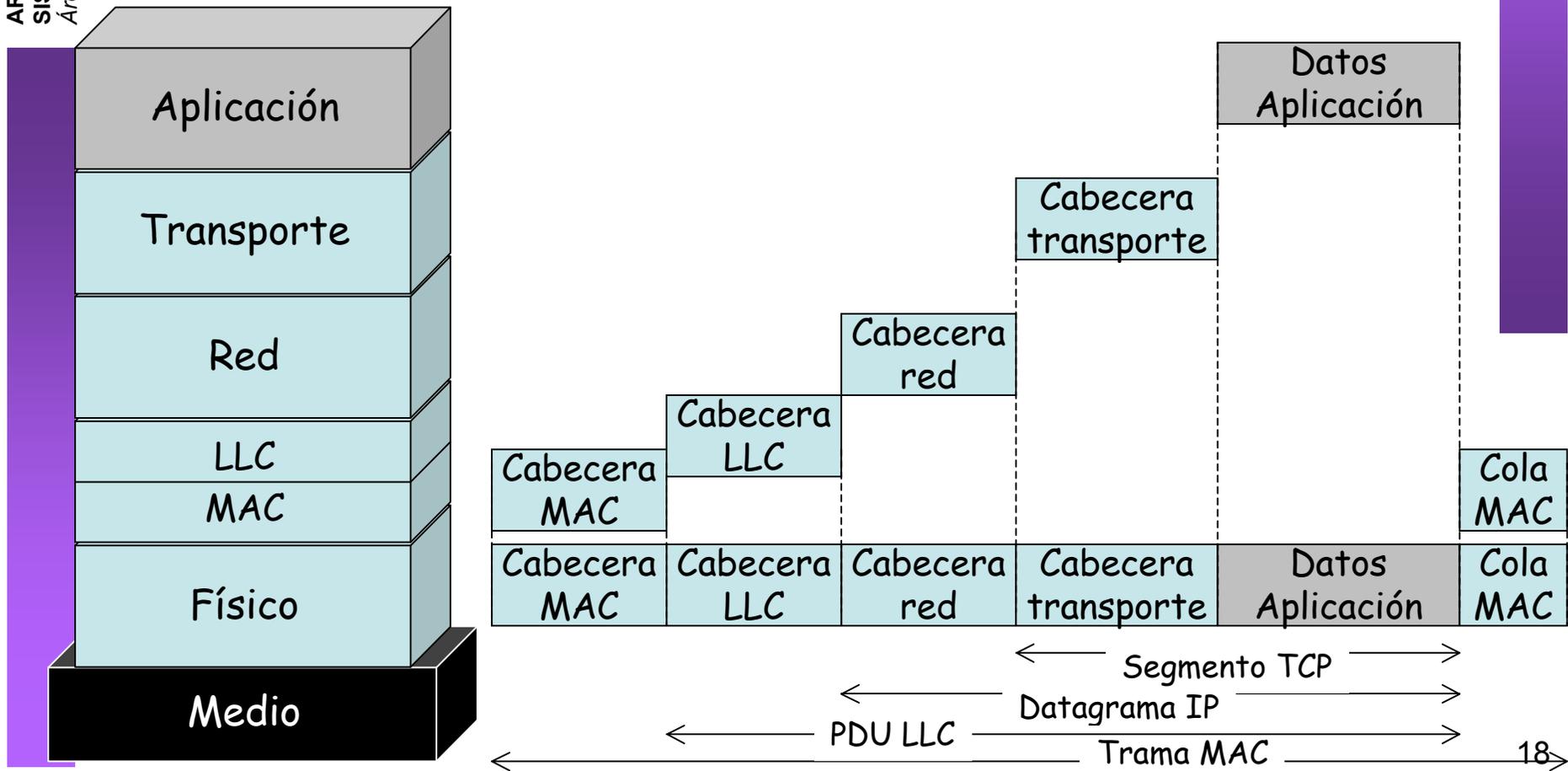
## Capa de enlace

- 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



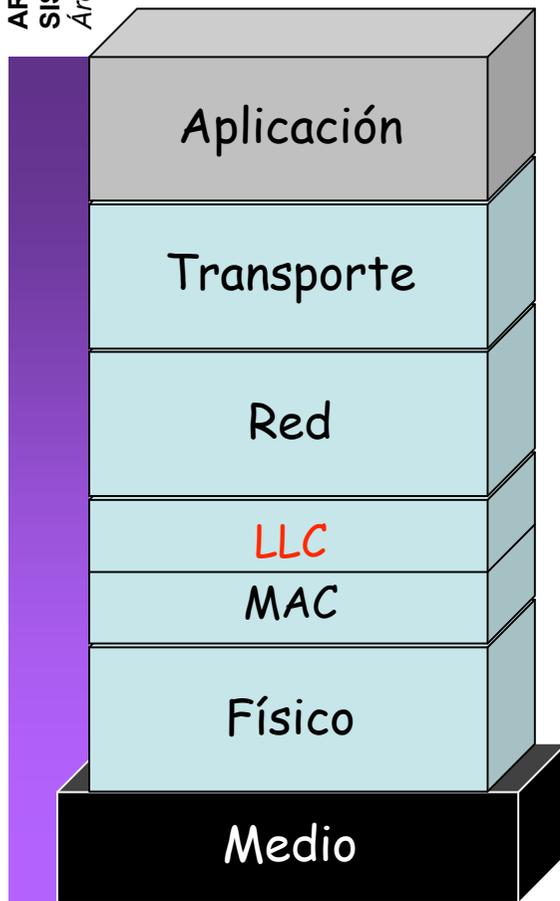


# Arquitectura de protocolos





# Logical Link Control

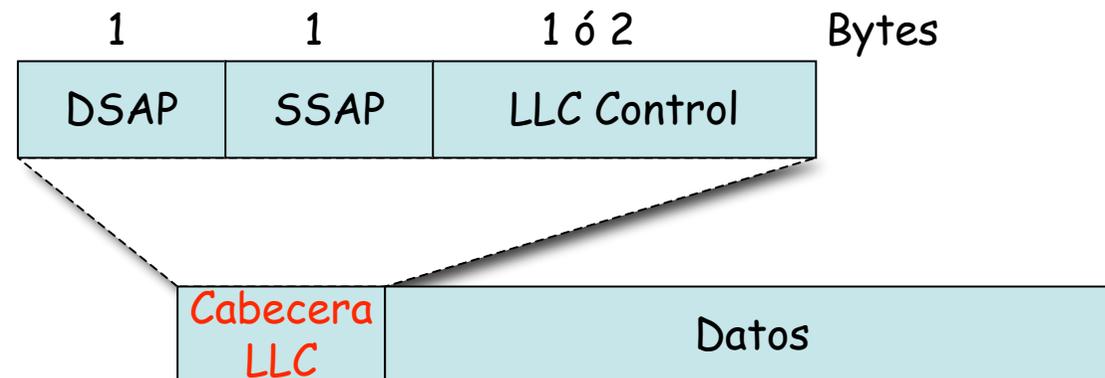
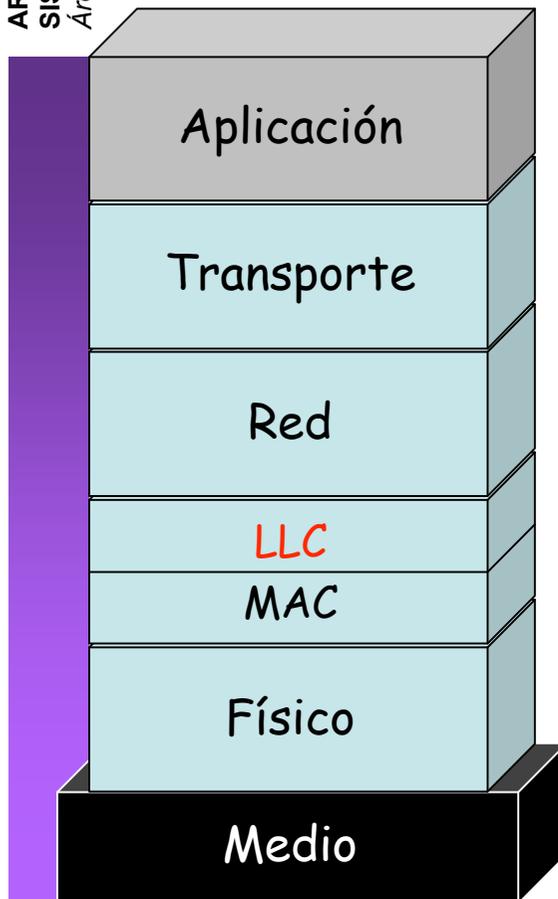


- Debe soportar el acceso a un medio compartido
- Pero la mayor parte del trabajo lo lleva el subnivel MAC
- ¿ Direcciones LLC ?
  - SAPs = *Service Access Points*
  - Hace referencia al protocolo superior
- **Servicios** ofrecidos:
  - *Unacknowledged connectionless*: datagramas
  - *Connection-mode*: conexión lógica, control de flujo y de errores
  - *Acknowledged connectionless*: datagramas confirmados
- **Protocolo** similar a HDLC



# Logical Link Control

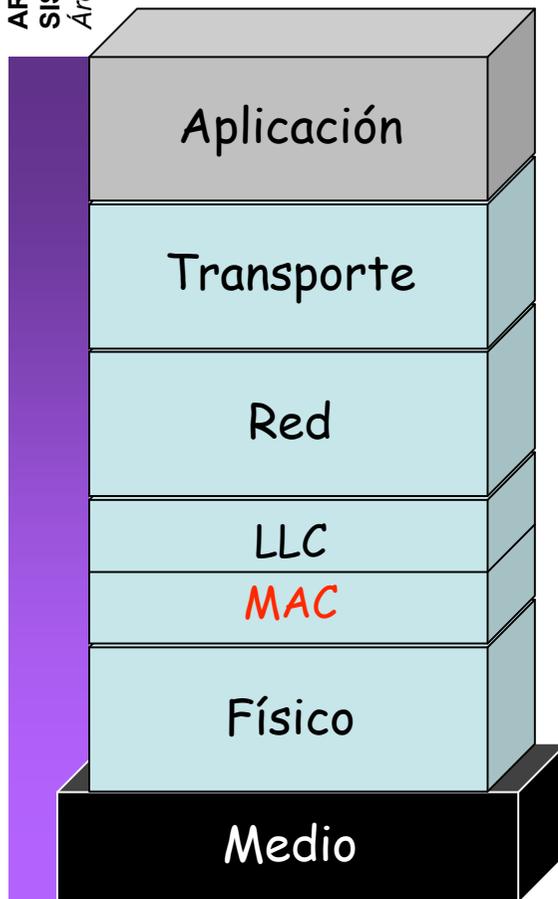
- **PDU LLC**
  - DSAP = *Destination Service Access Point*
  - SSAP = *Source Service Access Point*
  - LLC Control





# Medium Access Control

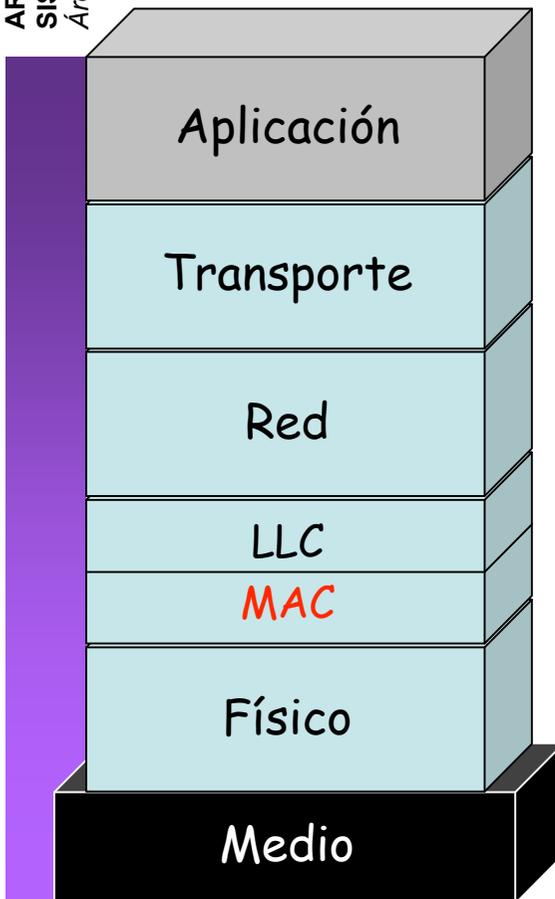
- LANs y MANs se basan generalmente en un medio compartido
- El subnivel MAC controla el uso de este medio
- ¿ *Dónde* está el control ?
  - Centralizado en un nodo de la red
    - Mayor control (prioridades, reserva, etc.)
    - Resto de estaciones son más simples
    - Evita problemas de coordinación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





# Medium Access Control

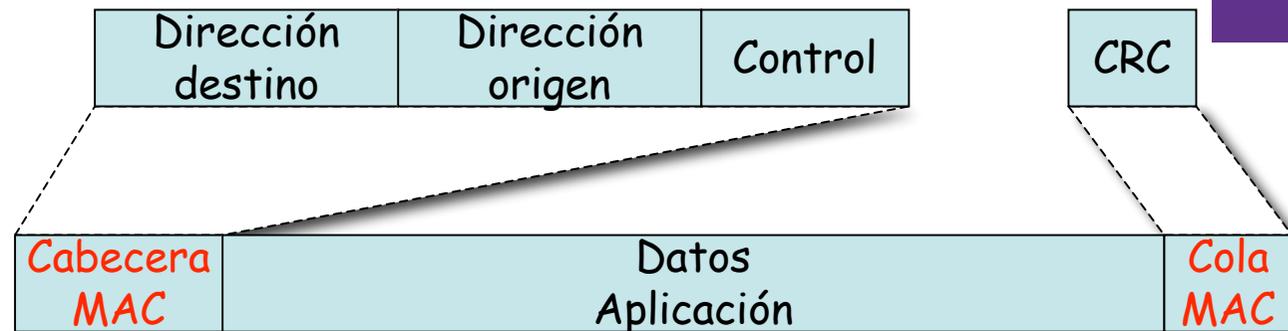
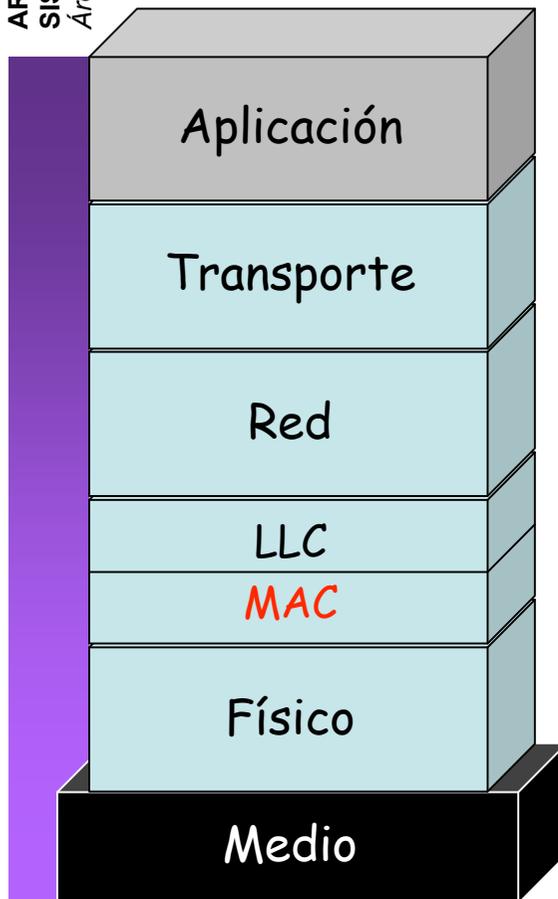
- ¿ *Cómo* se lleva a cabo el control ?
  - Síncronamente (TDM, FDM, etc.)
  - Asíncronamente (según la demanda)
    - *Round Robin*: eficiente con alta carga
    - Reserva: solicitar con anterioridad
    - Contención: no hay control que determine de quién es el turno





# 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





**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
*Área de Ingeniería Telemática*

# Ethernet



# Ethernet

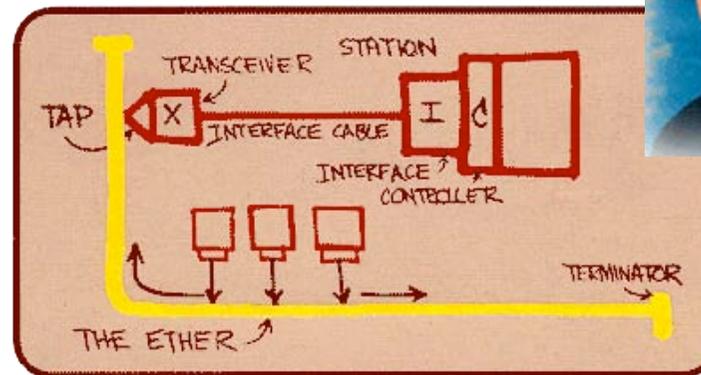
- Tecnología de LAN ampliamente extendida
- Simple de instalar
- Barata
- Múltiples medios físicos (coaxial, par trenzado, fibra)
- Ha ido aumentando su velocidad (10Mbps-10Gbps)





# Ethernet “original”

- ¿Quién?      ¿Cuándo?      ¿Dónde? ....
- **Bob Metcalfe**. Años 70-80. Xerox Palo Alto Research Center, California
- Posteriormente fundador de *3Com*
- 10Mbps
- Thick Ethernet o 10Base5
- Topología en bus
- Estándar DIX (Digital, Intel, Xerox)



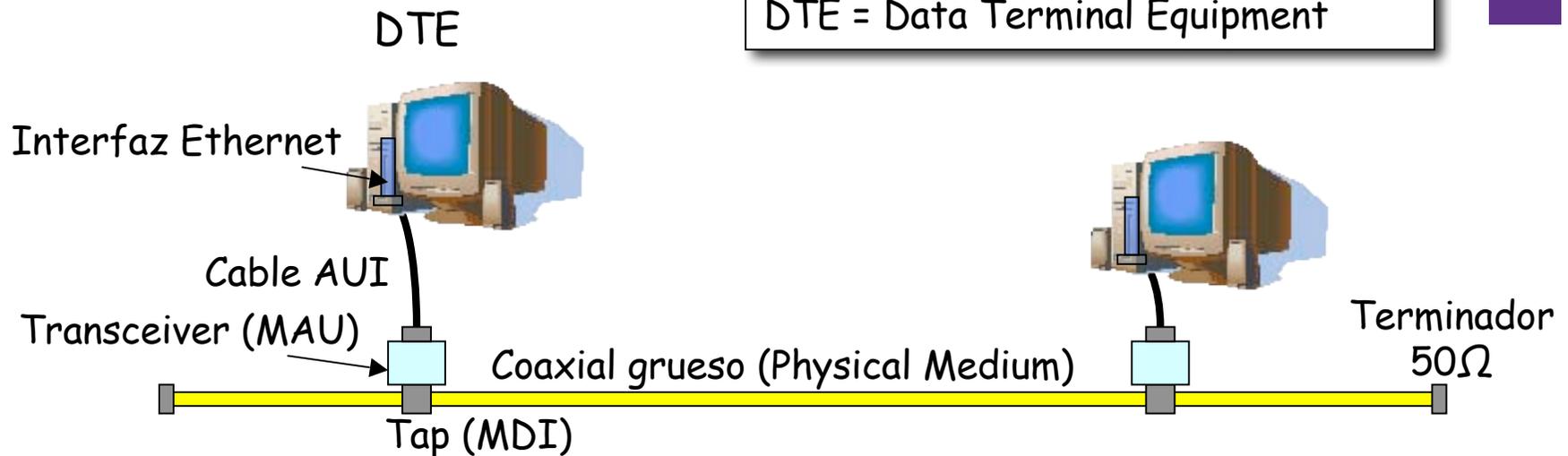


# Ethernet “original”

## 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

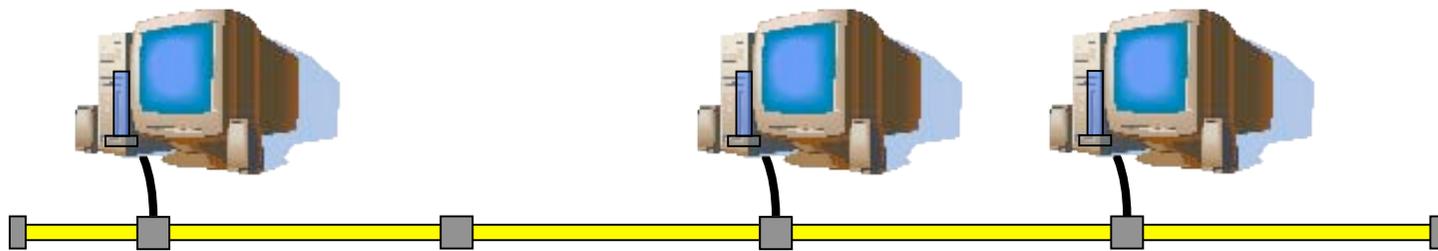




# Topología en bus

## Ventajas

- Barata y fácil de implementar
- Requiere menos cableado que otras
- Se pueden añadir nuevos nodos sin disturbar el tráfico

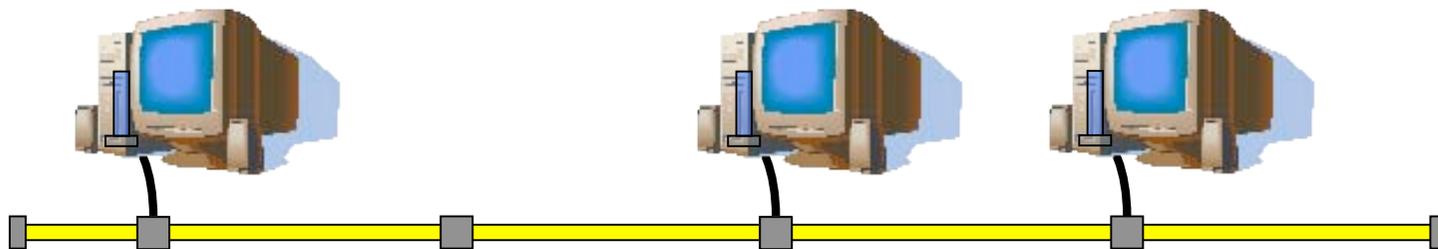




# Topología en bus

## Desventajas

- Es difícil encontrar fallos en el cableado
- Un corte en el bus puede aislar segmentos o ser fatal para la LAN





**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
*Área de Ingeniería Telemática*

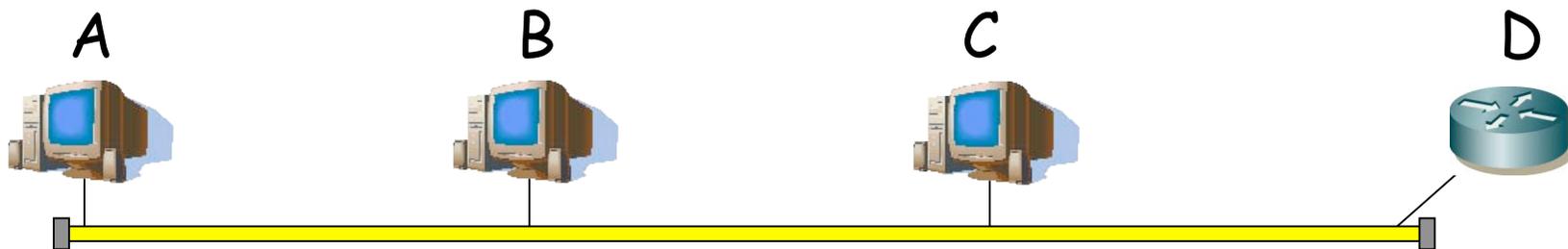
# CSMA/CD



# Subnivel MAC

## CSMA/CD

- *Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*
- Canal inactivo: transmitir la trama
- Canal 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 (. . .)

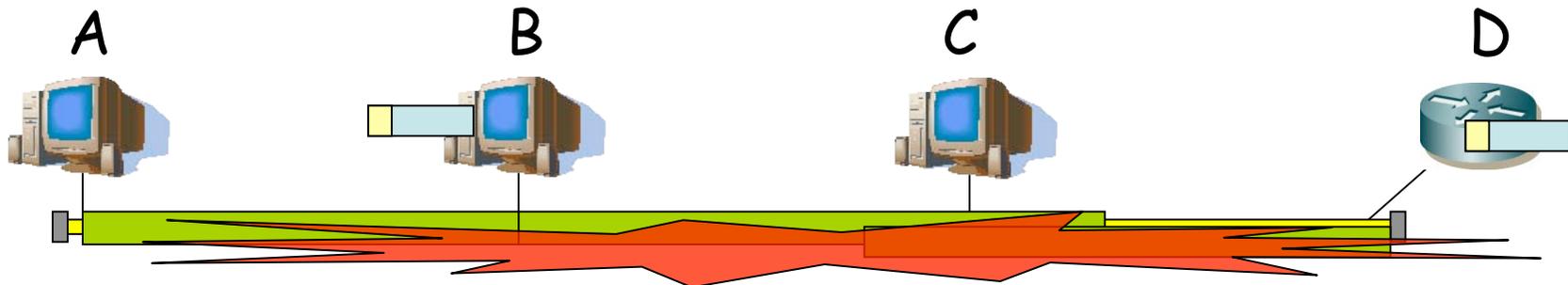
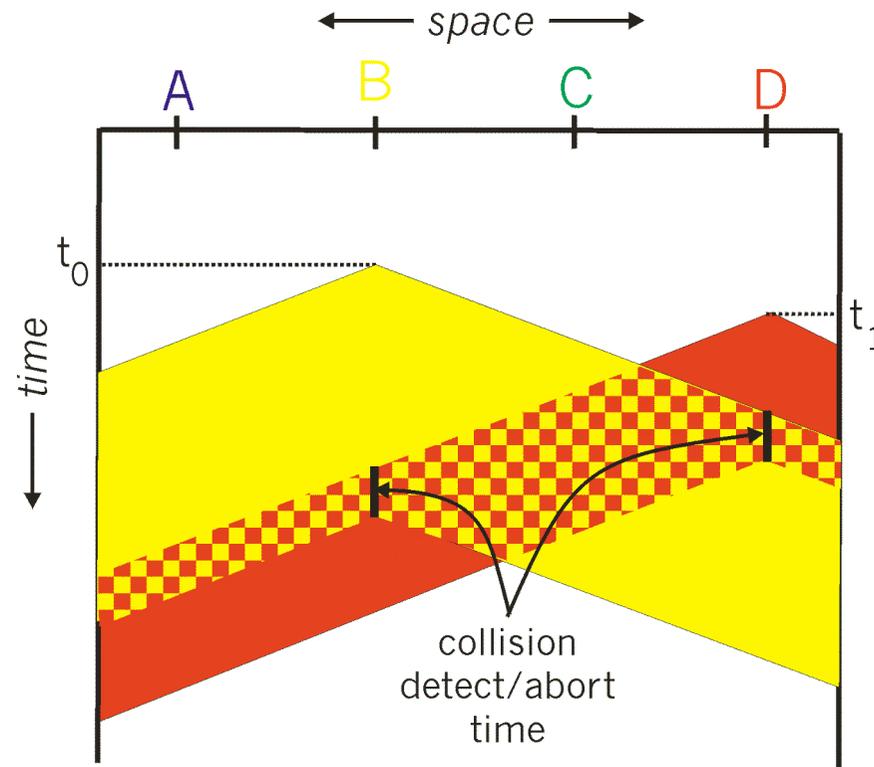




# Subnivel MAC

## CSMA/CD

- *Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*
- Canal inactivo: transmitir la trama
- Canal 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 (. . .)

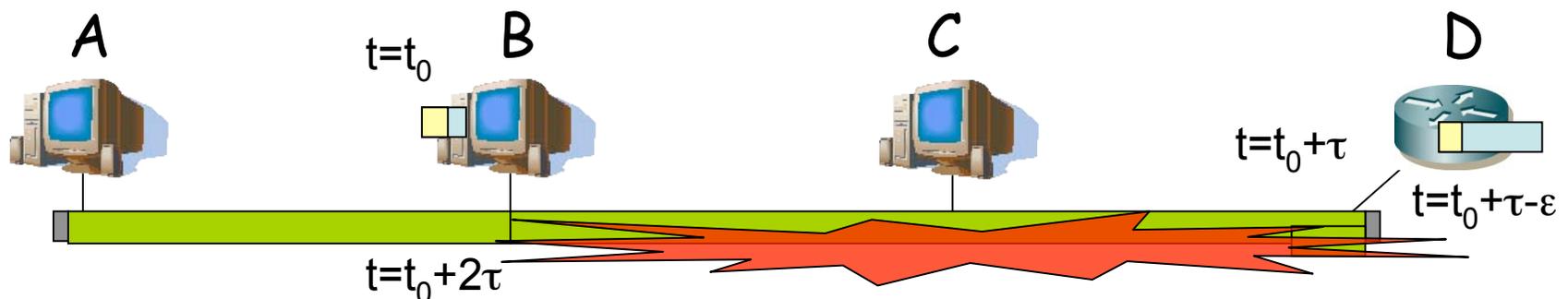




# Subnivel MAC

## Tamaño mínimo de trama

- Hacer CD hasta que el primer bit llegue a la estación más lejana (...)
- Peor caso: trama mínima y colisión a la máxima distancia
- Colisión además debe llegar hasta el emisor (... ..)
- *Collision window (slot time)*





# Subnivel MAC

- Mínimo 64 Bytes de trama
- Máximo 2500 m
- 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 (mseg)
64	51.2
512	409.6
1000	800
1518	1214.4





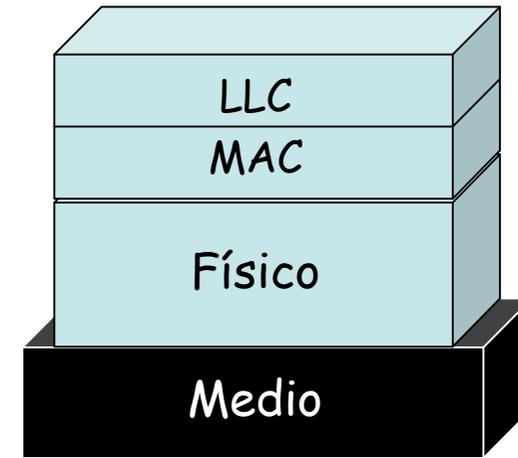
**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
*Área de Ingeniería Telemática*

# Formatos



# Trama IEEE

- IEEE 802.3 (MAC)
- Formato de la trama
  - Direcciones MAC
  - Longitud
  - Datos
  - CRC
- Campo Longitud (de lo que le sigue, sin el CRC)



← Tamaño: Mínimo=64Bytes, Máximo=1518Bytes →

← Sentido de transmisión



# Direcciones MAC

- Única por tarjeta (“a fuego”)
- 6 bytes (ej: 00:00:0C:95:7A:EA)
- Espacio plano de direcciones
- Gestionadas por el IEEE
- Los primeros 24 bits identifican al fabricante
  - 00:00:0C (y otros) = Cisco Systems; 00:00:63 = HP
  - 00:20:AF (y otros) = 3Com





# Direcciones MAC

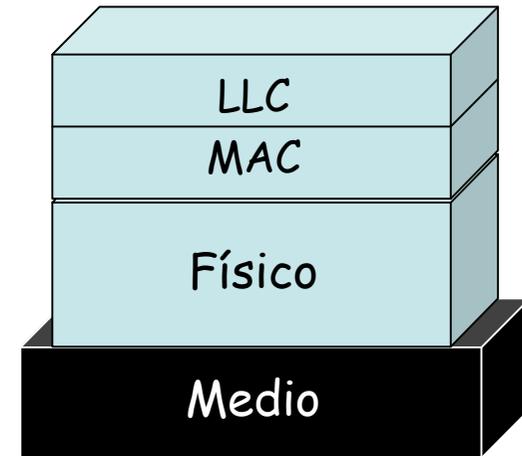
- Tipos de direcciones
  - Individual/Grupo: octavo bit está a 0/1
  - Broadcast: todos los bits están a 1
  - Universal/Local: séptimo bit está a 0/1





# Trama IEEE

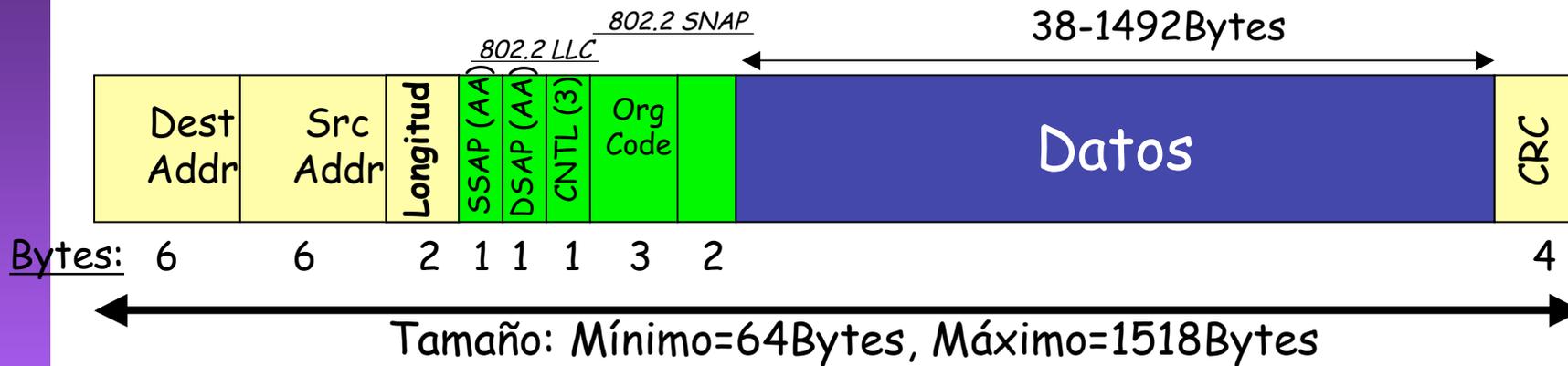
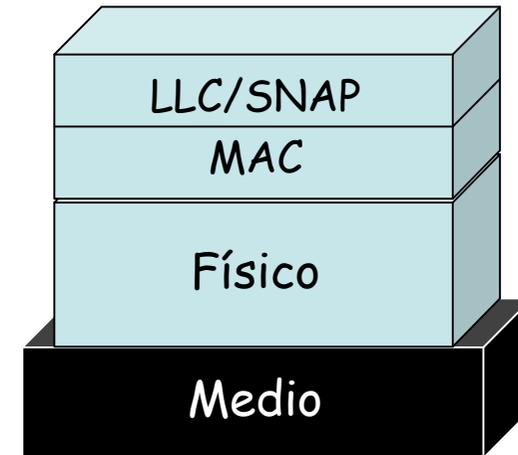
- IEEE 802.3 + 802.2 (LLC)
- *Unacknowledged connectionless*





# Trama IEEE

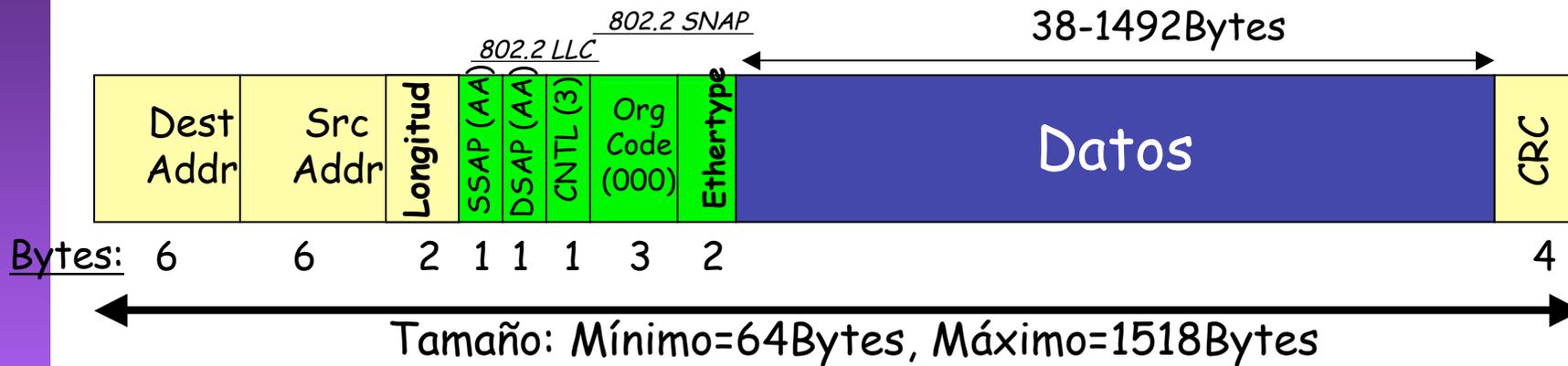
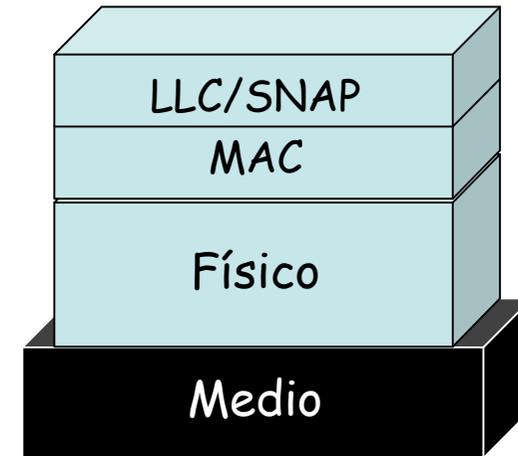
- IEEE 802.3 + 802.2 (LLC/SNAP)
- MTU 1.492 bytes





# Trama IEEE

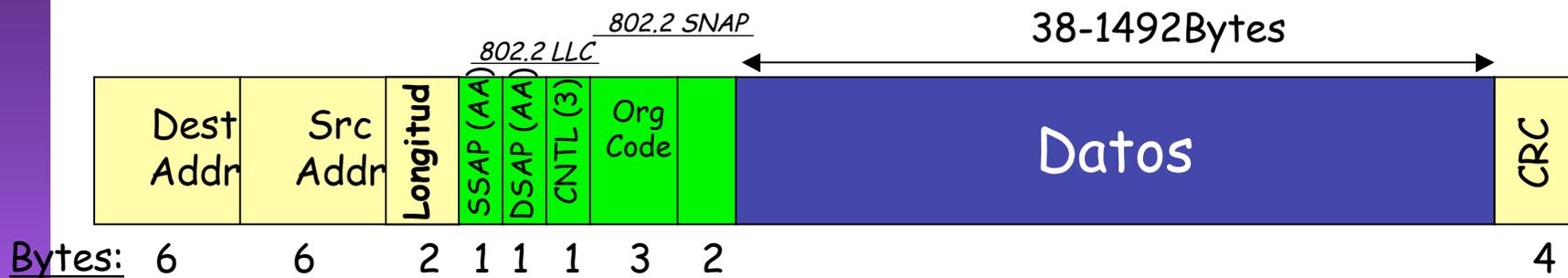
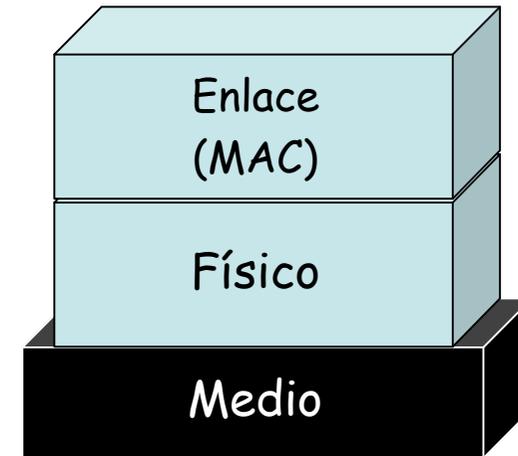
- IEEE 802.3 + 802.2 (LLC/SNAP)
- Ethertype 2048 (0x0800) = IP
- IP sobre 802 en RFC 1042





# Estándar DIX (Ethernet II)

- No emplea subnivel LLC
- Todos los Ethertypes > 1.500
- Hoy en día integrado en el estándar 802.3
- Formato más frecuente
- MTU 1500 bytes
- IP sobre EthernetII en RFC 894





# ¿ Qué entra en el examen ?

- Diferentes topologías para tecnologías LAN
- LAN hasta nivel de enlace
- LANs IEEE 802
- Subniveles LLC y MAC
- CSMA/CD en Ethernet
- Formato de trama IEEE Ethernet
- LLC/SNAP
- Formato de trama Ethernet DIX



# Siguiente clase

## *Ethernet*

- Lecturas
  - [Kurose05] 5.5-5.6
  - [Stallings01] Capítulo 15