Arquitectura de protocolos en LANs

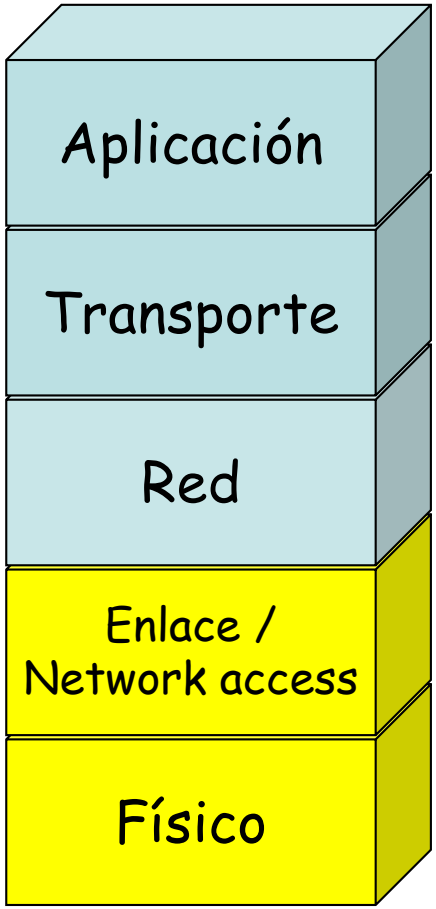
Area de Ingeniería Telemática
http://www.tlm.unavarra.es

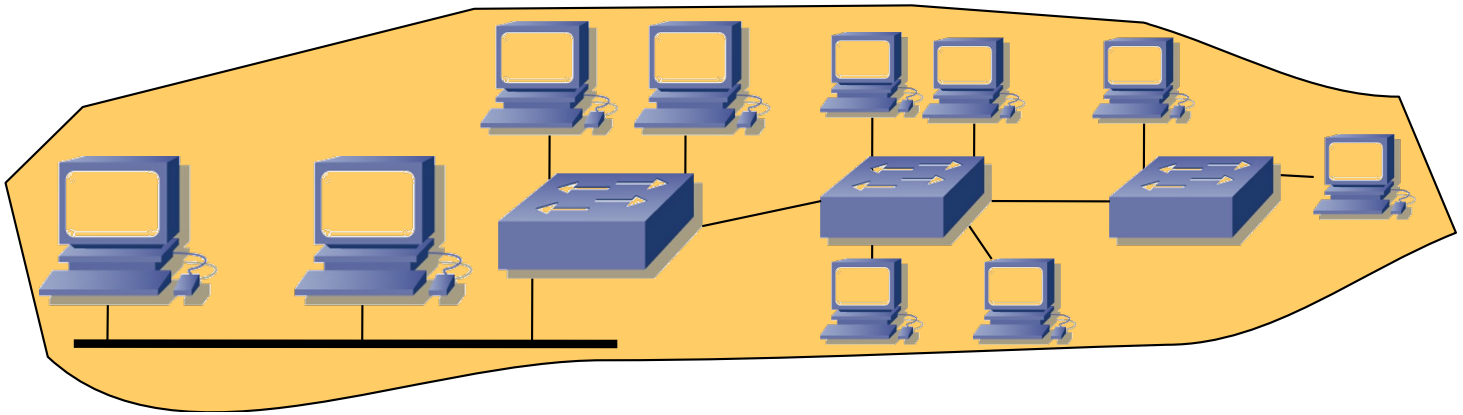
Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios
Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación, 2º

Ethernet: Introducción

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





upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Local Area Networks (LANs)

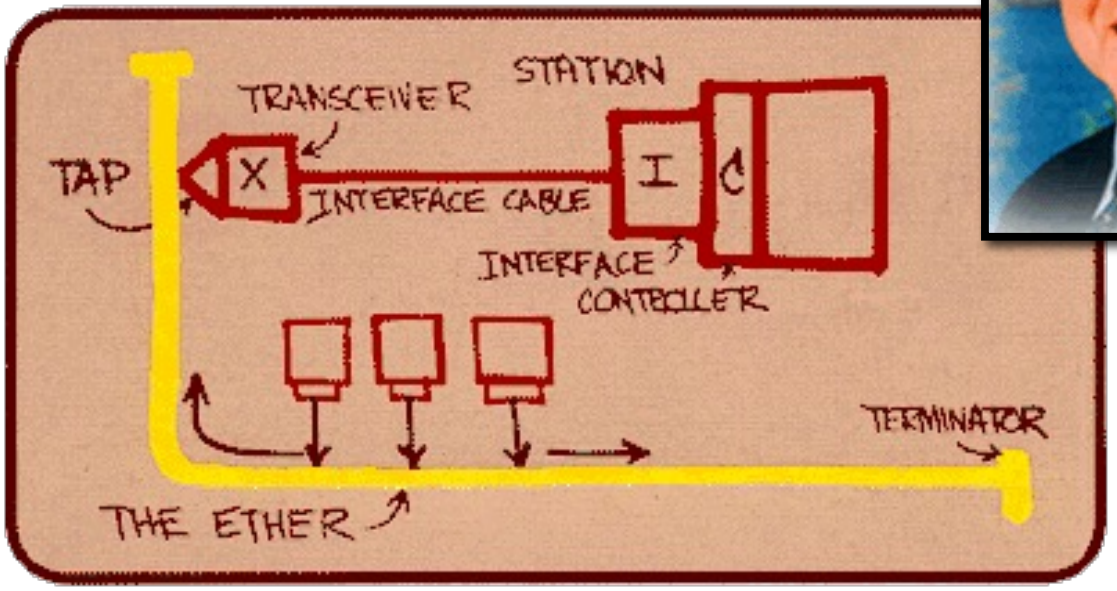
- Conectan estaciones de trabajo, periféricos, terminales...
- Compartir recursos
- Solían ser tecnologías basadas en medios de broadcast
- Algunas aún lo son
- Muchos usuarios
- Ejemplos: Ethernet, WiFi, FDDI, Token Ring, Token bus, etc

Ethernet

- Tecnología de LAN ampliamente extendida
- Simple de instalar
- Barata
- Múltiples medios físicos (coaxial, par trenzado, fibra)
- Ha ido aumentado su velocidad (10Mb/s → 800Gb/s)

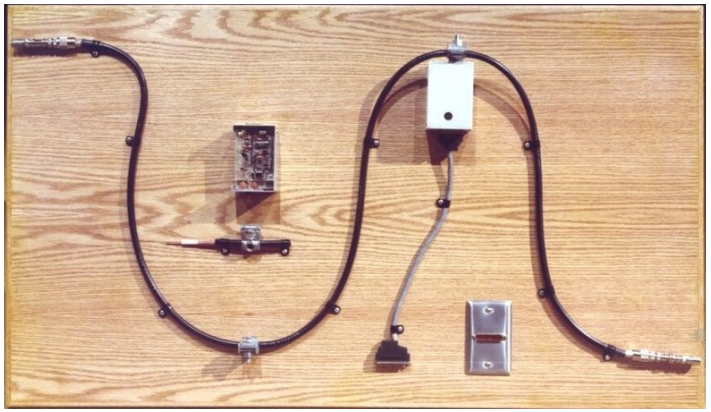
Ethernet "original"

- ¿Quién? ¿Cuándo? ¿Dónde? ....
- **Bob Metcalfe**. Años 70-80. Xerox Palo Alto Research Center, California
- Posteriormente fundador de *3Com* (comprada por HP en 2009)
- 10Mb/s, Thick Ethernet o 10Base5, topología en bus
- IEEE 802.3



Ethernet “original”

- Vamos a aparcar de momento la Ethernet original
- Volveremos a ella cuando hablemos de “control de acceso al medio”
- La Ethernet moderna emplea conmutadores
- Mantiene el formato de trama
- Y otras características que vistas con cuidado podría parecer que no tienen sentido, hasta que uno se da cuenta de que la compatibilidad hacia atrás es útil para evolucionar

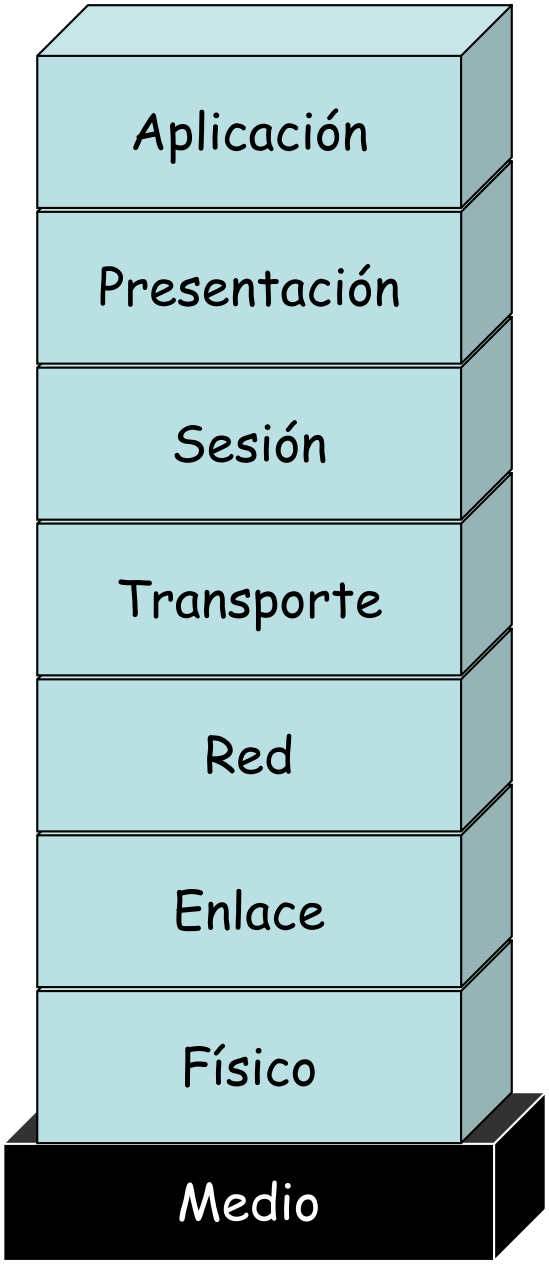


upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
Área de Ingeniería Telemática

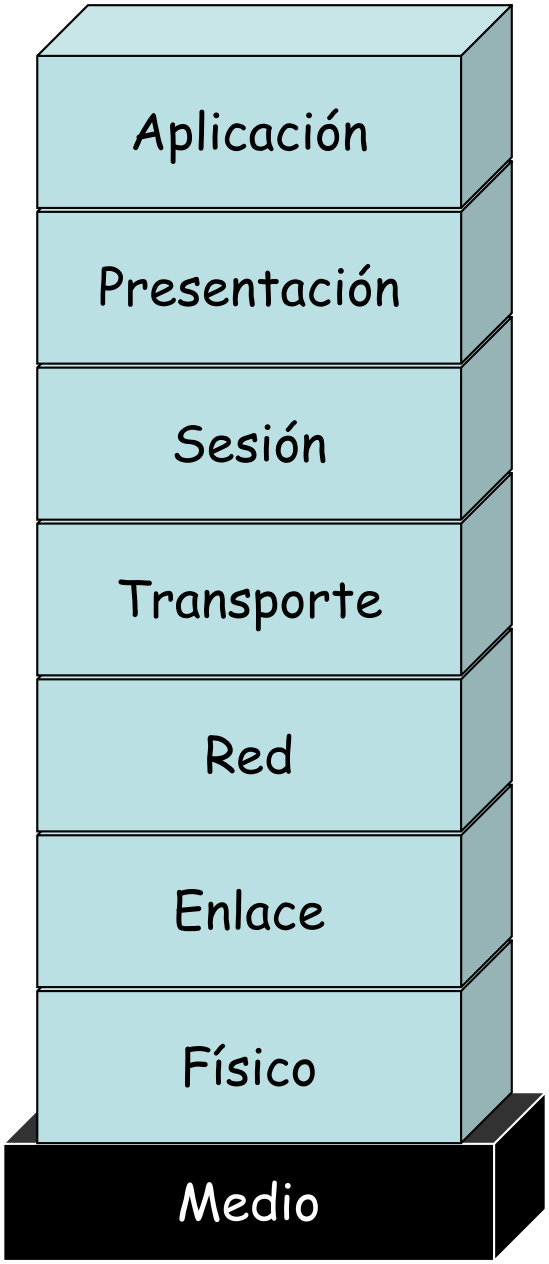
Arquitectura grupo IEEE 802

Arquitectura de protocolos

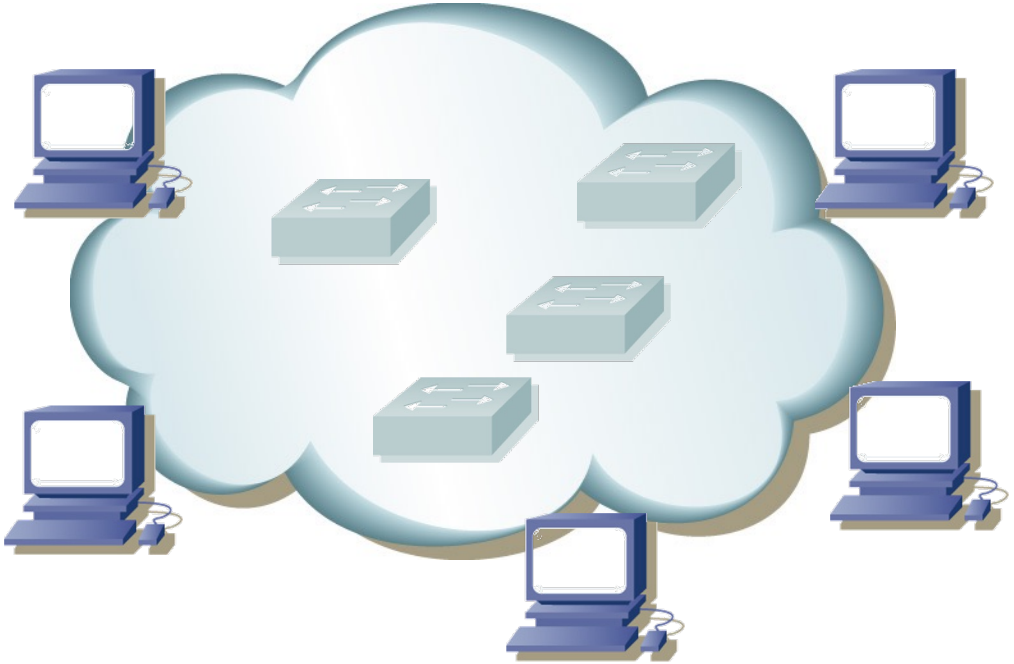


- La comunicación básica en un enlace requiere los niveles 1 y 2
- Con eso podemos hacer llegar las tramas (PDUs de capa 2) de un equipo a otro adyacente
- Una LAN Ethernet es una extensión de ese “enlace” a múltiples máquinas
- Todas deben poder comunicarse entre ellas como si tuvieran un enlace directo

Arquitectura de protocolos



- Esto hoy en día se lleva a cabo mediante conmutadores Ethernet
- (Ojo, que al principio no era así)



Grupo 802 del IEEE

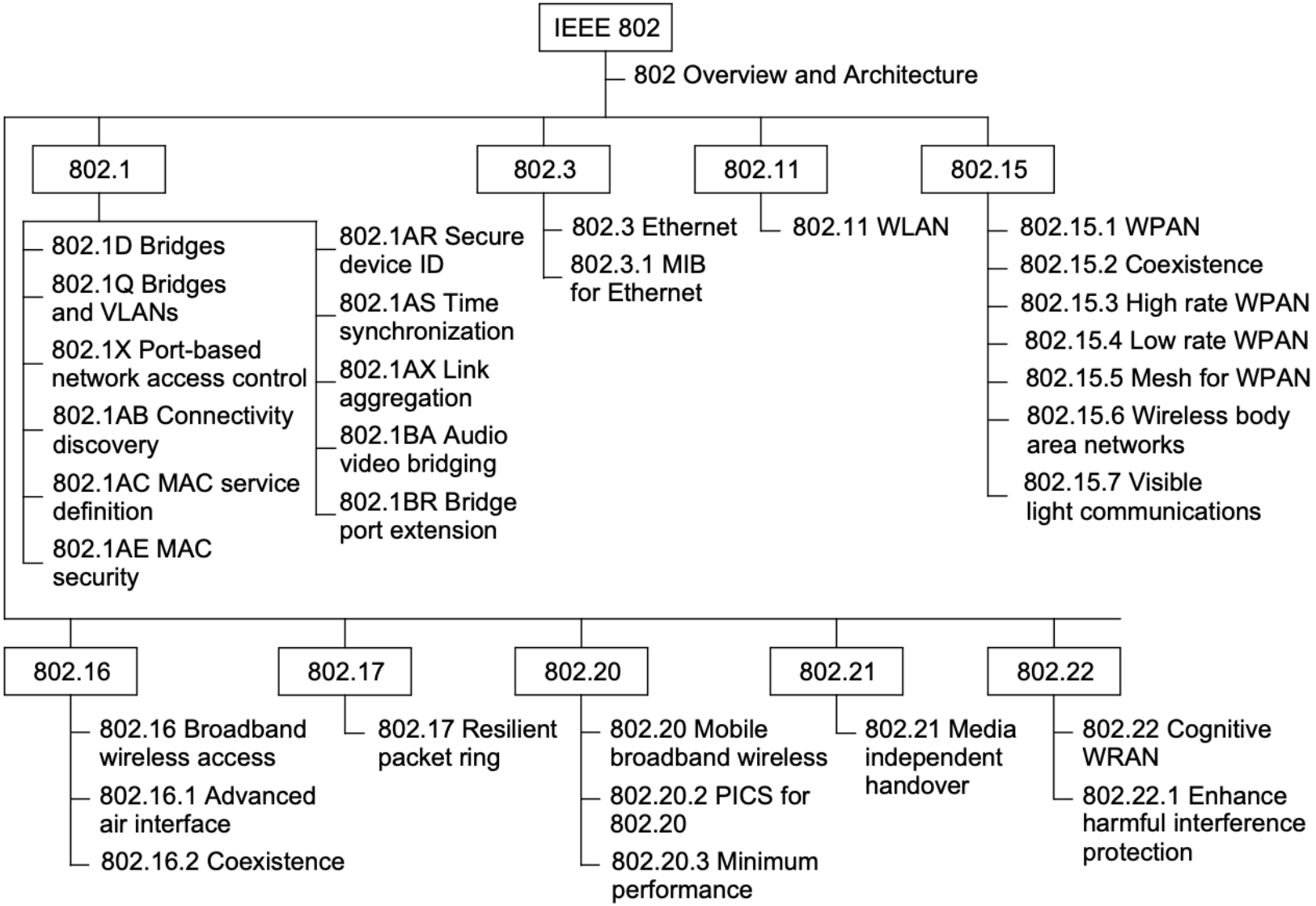
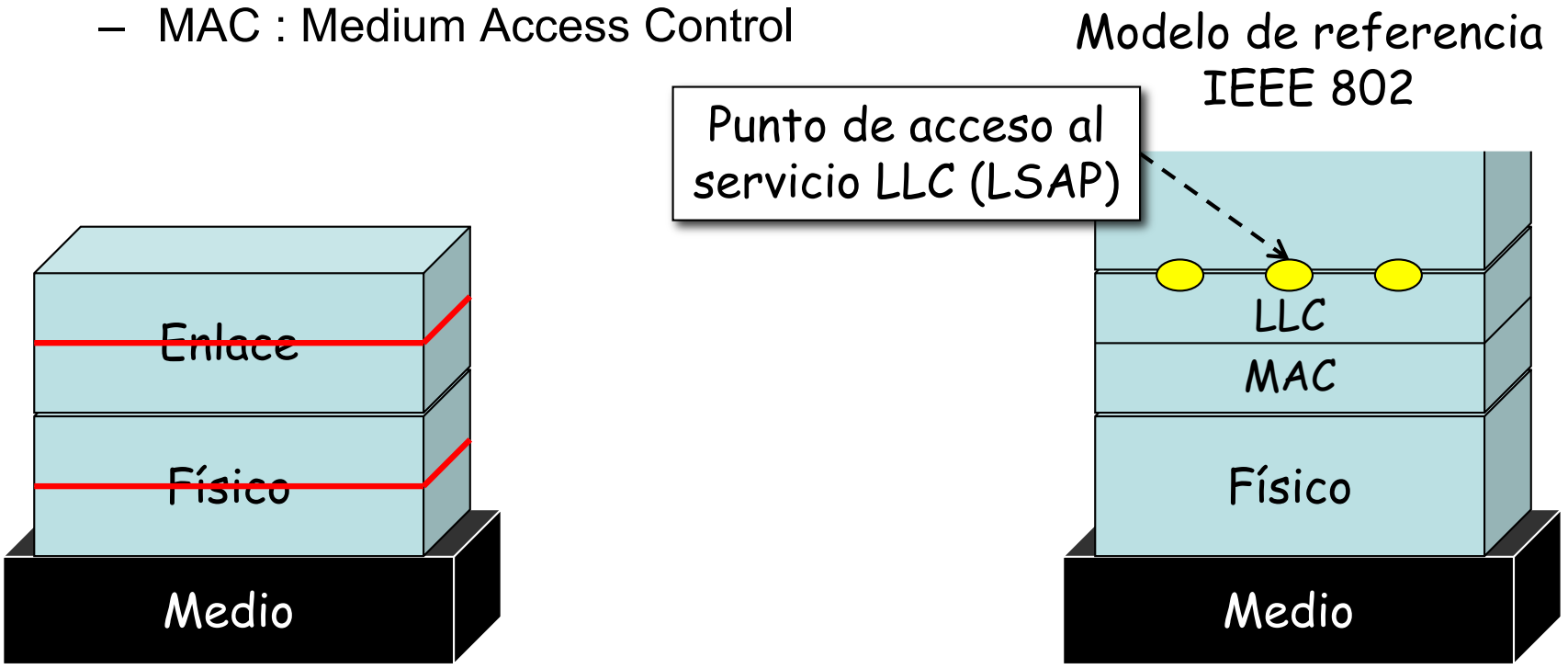


Figure 1—Current family of IEEE 802 standards and recommended practices

Arquitectura 802

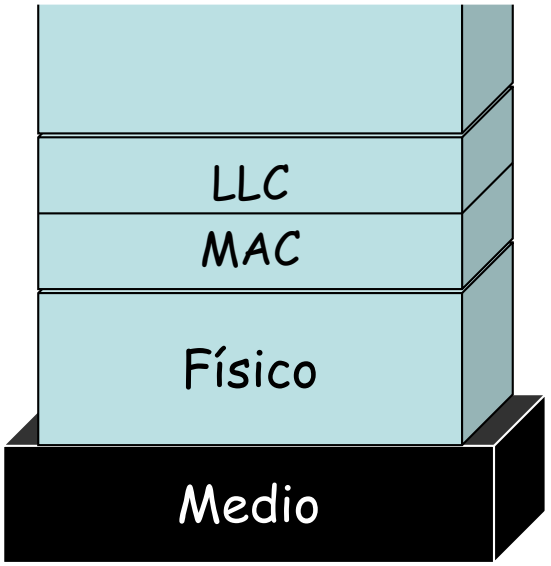
- Es frecuente que las tareas de un nivel sean tantas que los subdividamos
- Por ejemplo en capa física: PCS (Physical Coding Sublayer), PMA (Physical Medium Attachment), PMD (Physical Medium Dependent)
- En capa de enlace de datos:
  - LLC : Logical Link Control
  - MAC : Medium Access Control



Arquitectura de protocolos

- Esta arquitectura es empleada por el resto de estándares de LAN del grupo 802
- Eso quiere decir por ejemplo WiFi
- El nivel MAC y físico de WiFi está en 802.11
- El nivel MAC y físico de Ethernet está en 802.3
- LLC está descrito en 802.2 (ISO/IEC 8802-2-1998)

Modelo de referencia IEEE 802



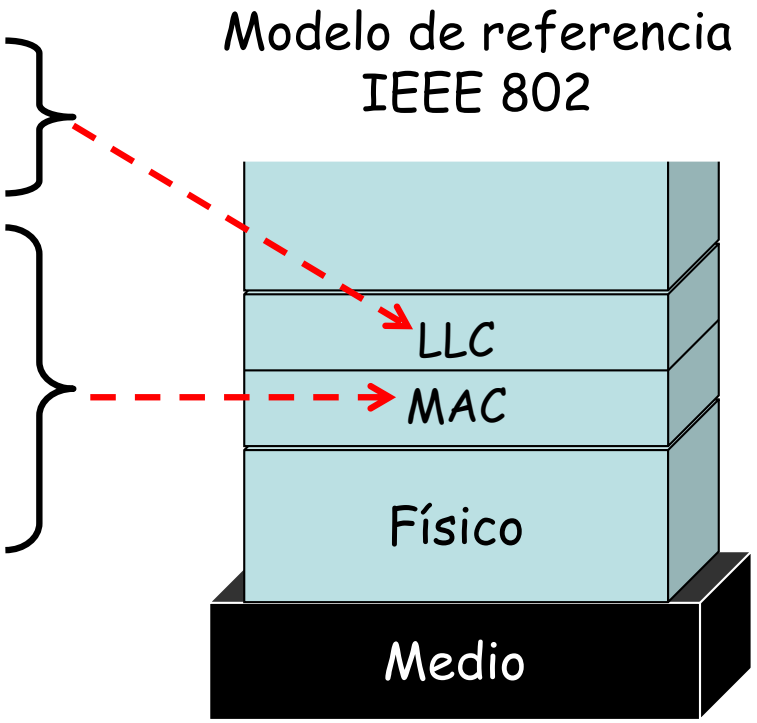
Arquitectura de protocolos

Capa física

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

Capa de enlace

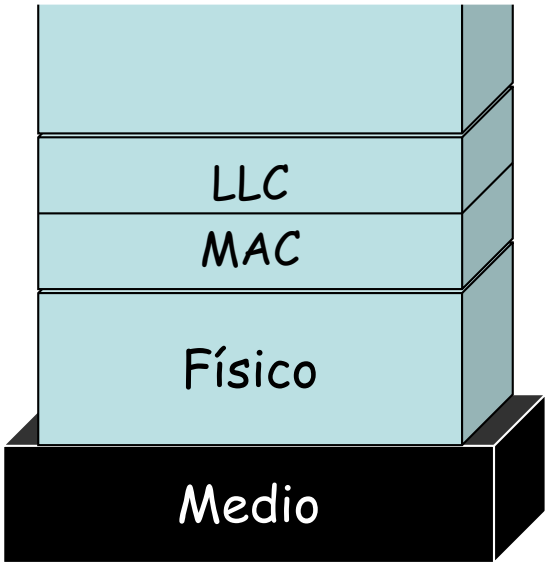
- Interfaz con las capas superiores
- Control de errores y de flujo
- Ensamblado de datos en tramas
- Reconocimiento de dirección
- Detección de errores
- Control de acceso al medio



MAC

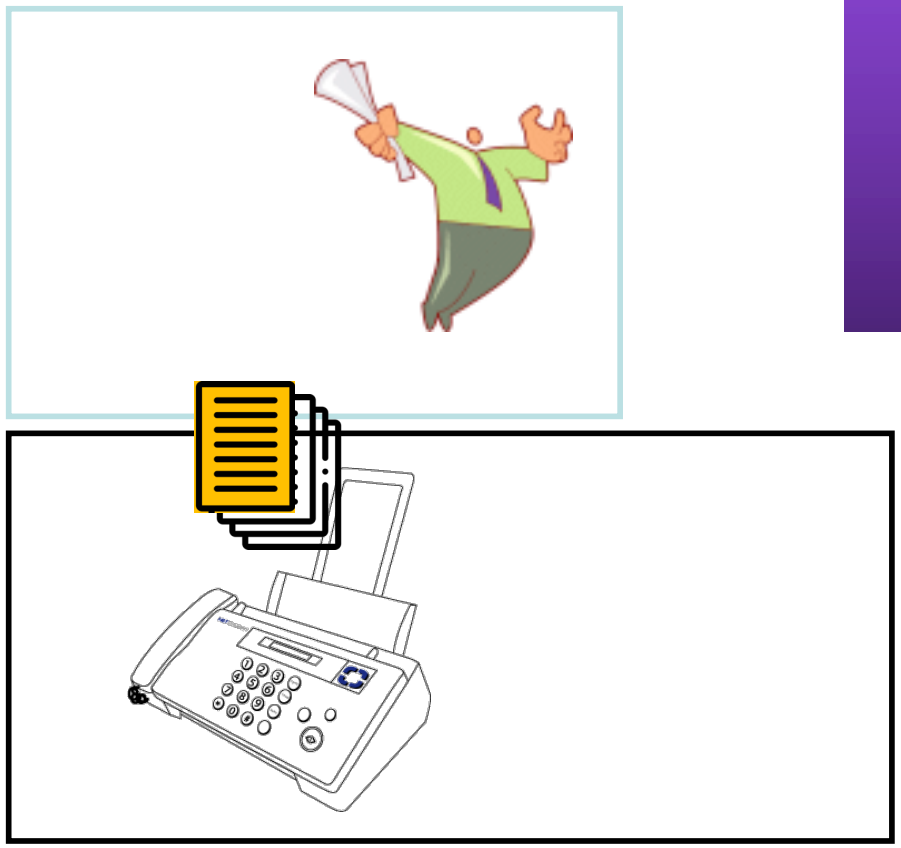
- “Control de acceso al medio”, “Medium Access Control”
- Hace referencia a la tarea de coordinar cuándo se puede hacer uso del medio físico
- Hoy en día donde más claro se ve es en el entorno WiFi
- En Ethernet moderna termina desactivado
- Veremos más sobre este problema

Modelo de referencia IEEE 802



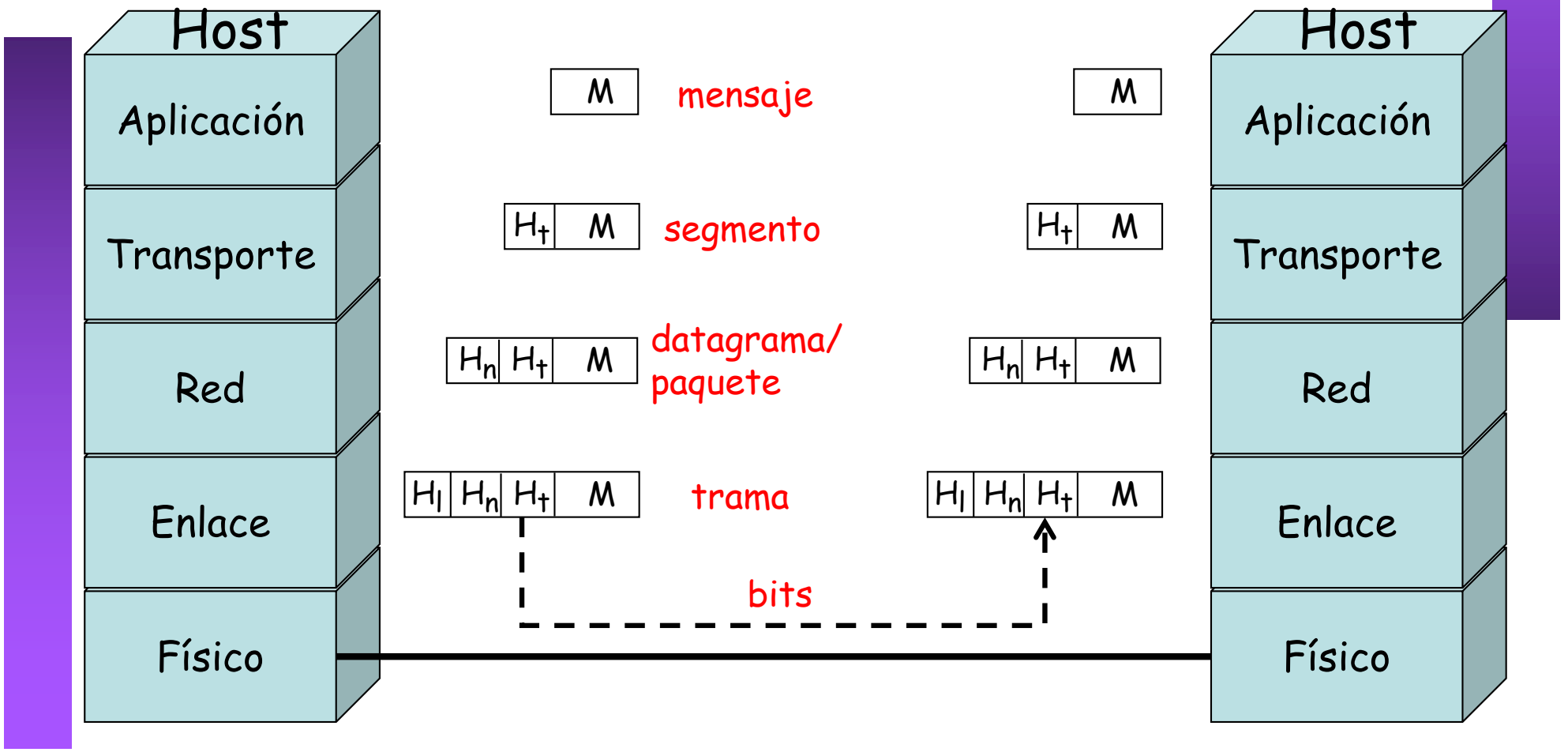
PDUs

- Hemos visto que cada nivel toma los datos que le entrega el nivel superior por el interfaz
- Y construye su propia PDU, probablemente añadiendo información (bytes) extra

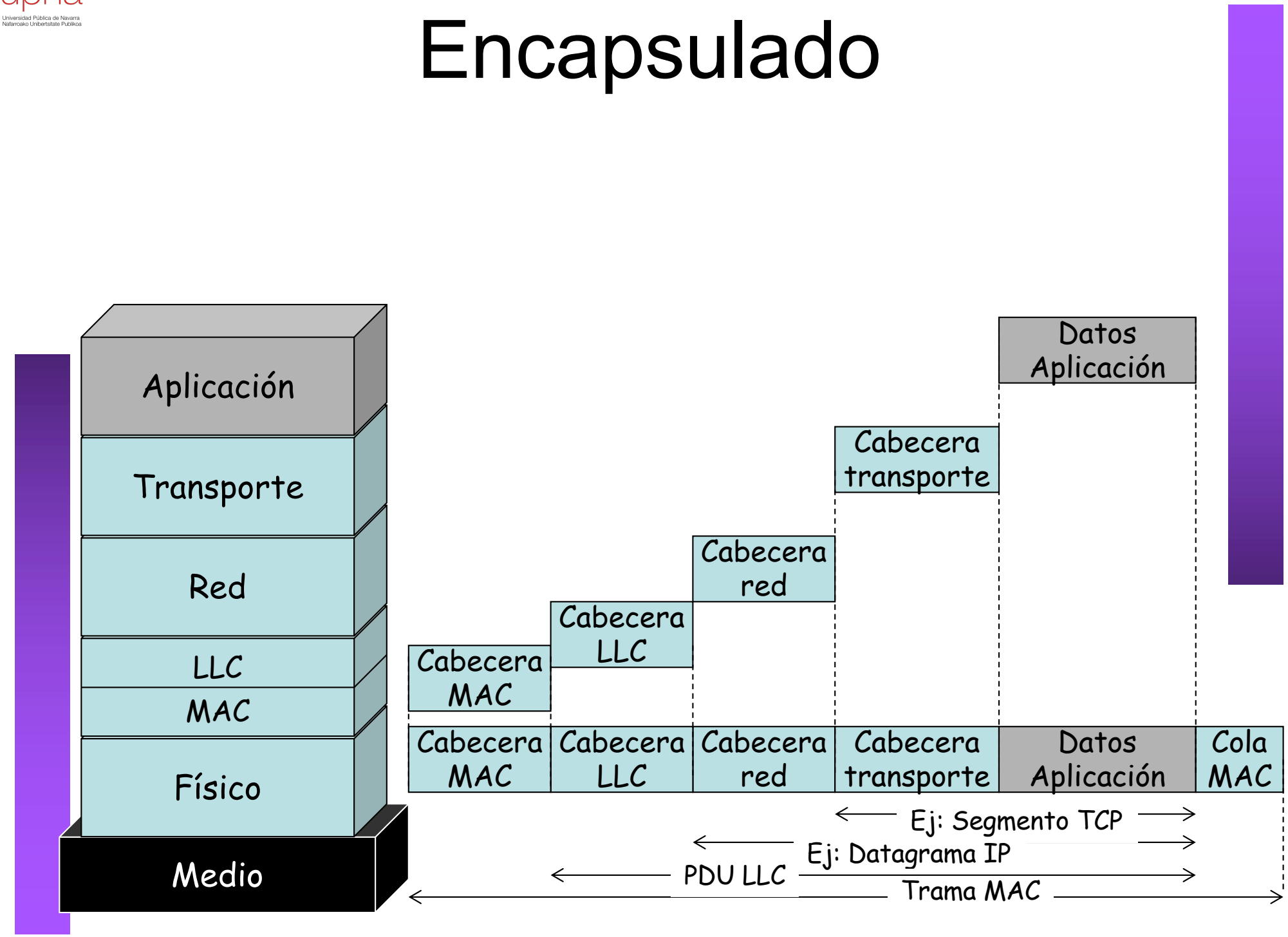


Encapsulado

- Lo más común es que se añadan bytes por delante del mensaje (header, cabecera)
- En ocasiones se añaden otros al final (trailer, cola)

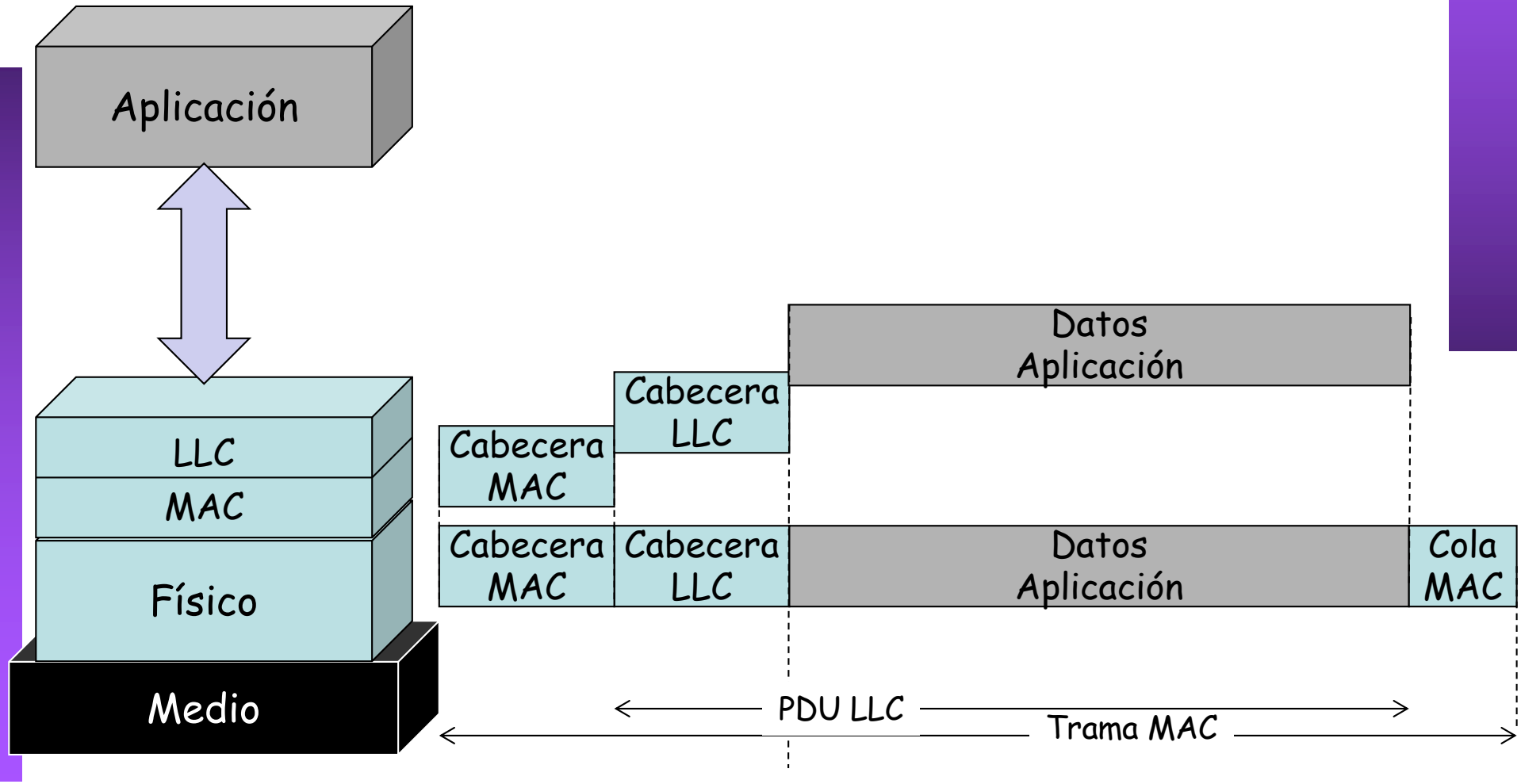


Encapsulado



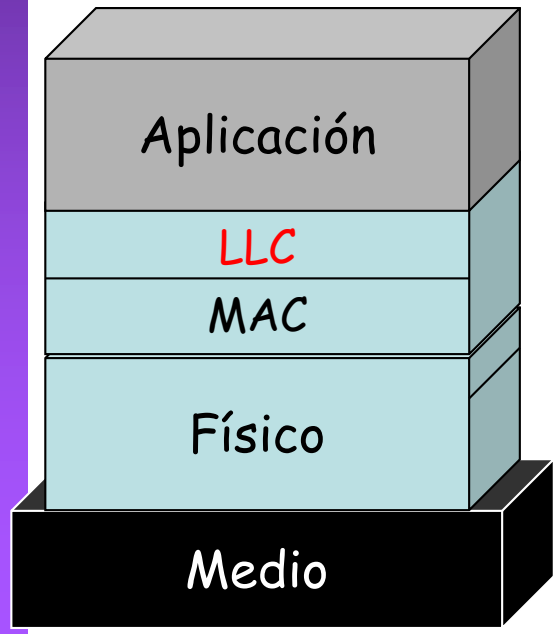
Encapsulado

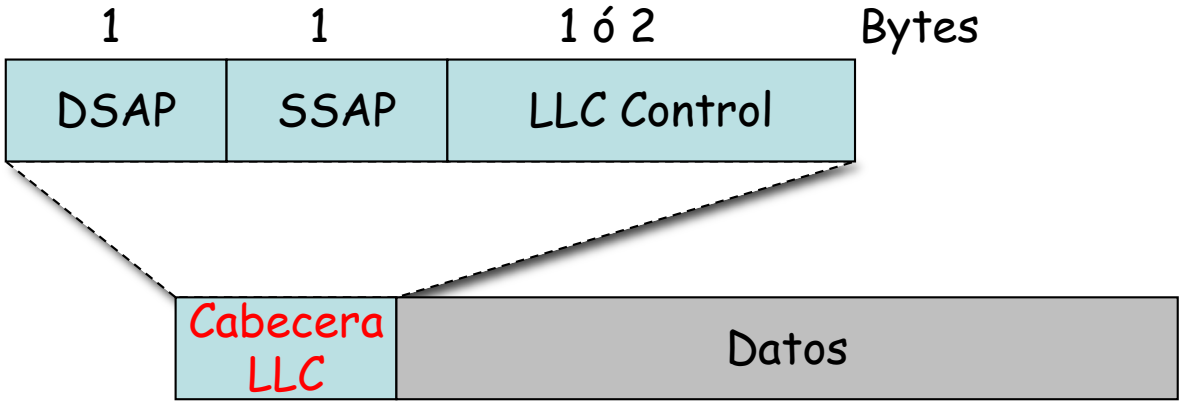
- De momento nos quedamos con protocolos hasta capa 2
- Veremos que WiFi sí emplea LLC; Ethernet depende...
- ¿Qué tipo de información contiene LLC y para qué?



Logical Link Control

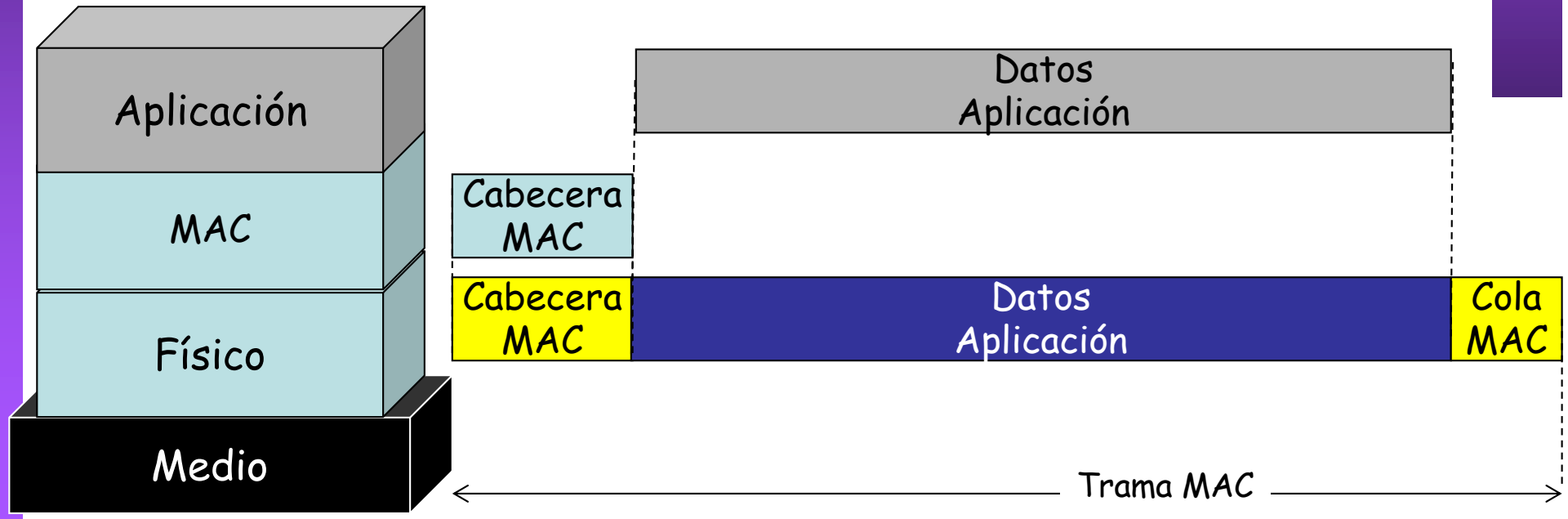
- **PDU** LLC
  - DSAP = *Destination Service Access Point*
  - SSAP = *Source Service Access Point*
  - LLC Control
- Muchas aplicaciones (capa superior) no lo emplean



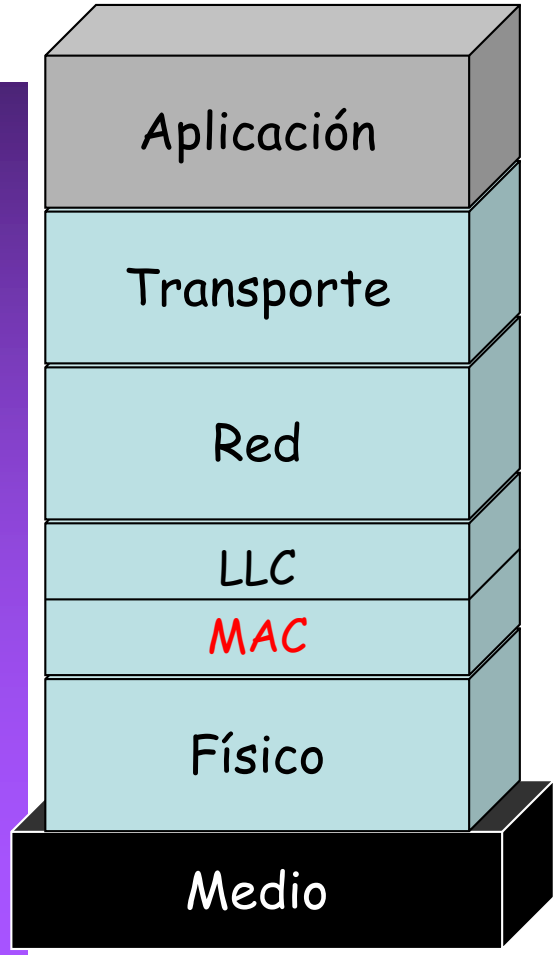


Encapsulado

- En Ethernet existe la opción de omitir LLC
- El modo de funcionamiento de LLC que se suele emplear añade poco
- Nivel MAC es todo lo que necesitamos si los dos extremos están en la misma LAN Ethernet
- Empezaremos por aquí y lo veremos en prácticas



Medium Access Control

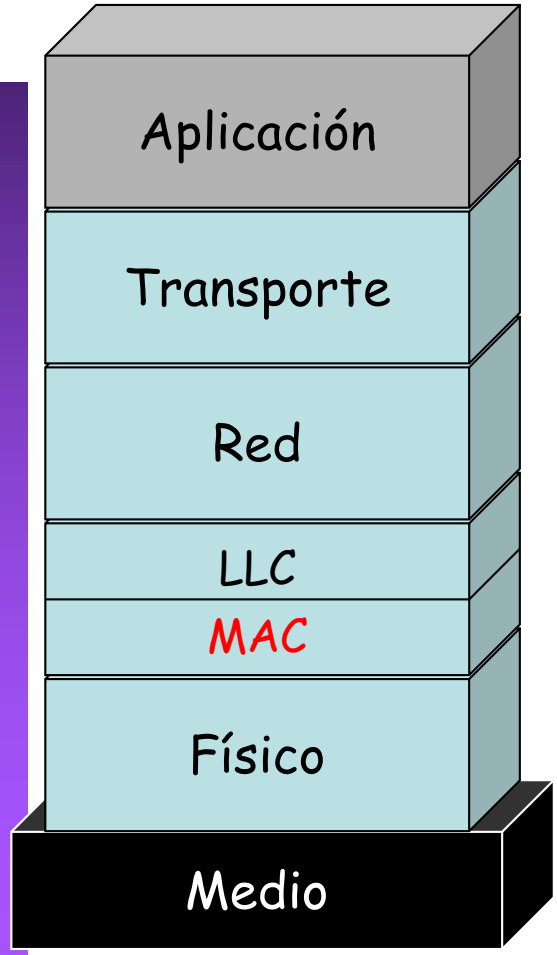


- LANs y MANs se solían basar generalmente en un medio compartido
- El subnivel MAC controla el uso de este medio
- ¿ *Dónde* está el control ?
  - Centralizado en un nodo de la red
    - Mayor control (prioridades, reserva, etc.)
    - Resto de estaciones son más simples
    - Evita problemas de coordinación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

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

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



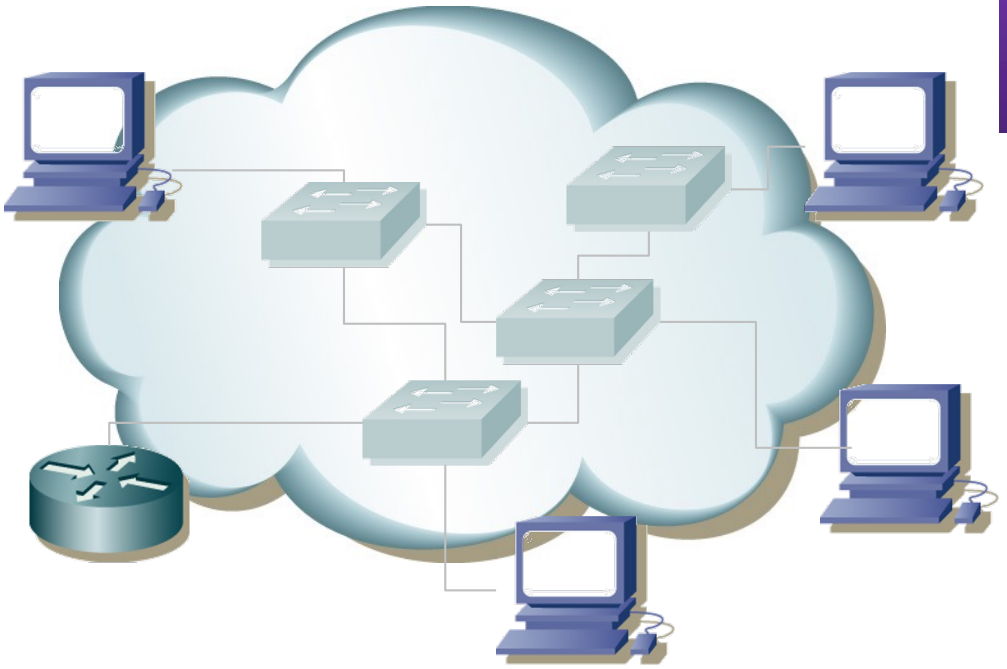
upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
Área de Ingeniería Telemática

Comunicación en la LAN

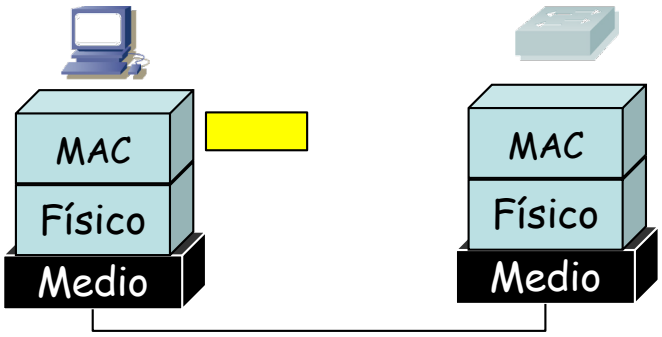
Sistemas finales

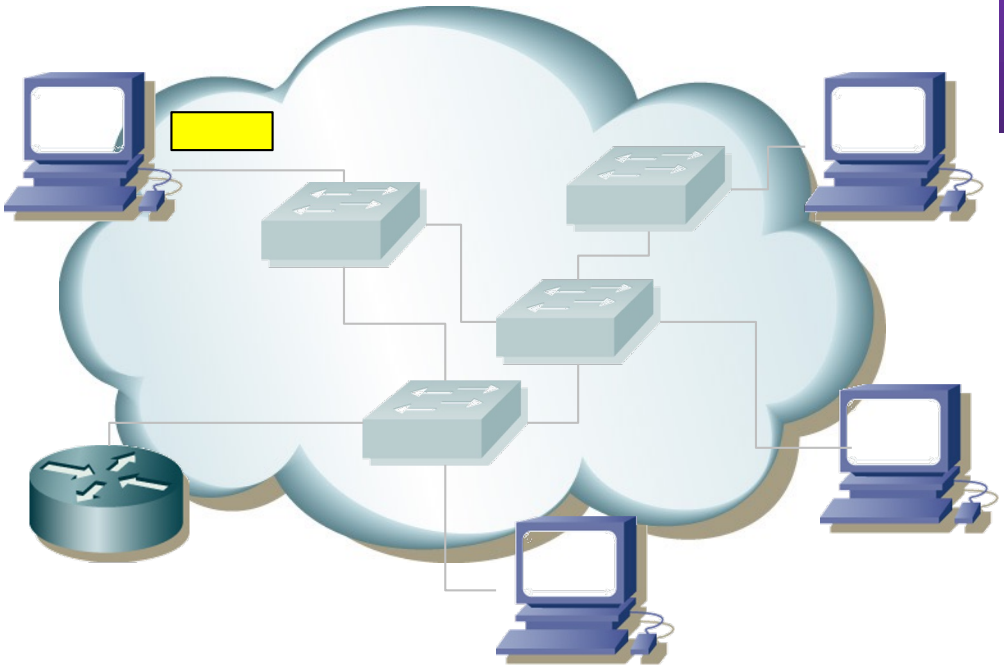
- La LAN Ethernet ofrece un servicio de entrega no garantizado para múltiples sistemas finales
- Los PCs son sistemas finales, pero no solo ellos
- Todo lo que no sea un elemento de la infraestructura de la red Ethernet será casi seguro un sistema final, un host
- Cuando veamos equipos del mundo IP, como los routers, veremos que de cara a la Ethernet son un sistema final más, idéntico al resto
- Cada host tiene un interfaz de red, normalmente mediante una NIC ("Network Interface Card")
- Capas 1 + 2



Comunicación en la LAN

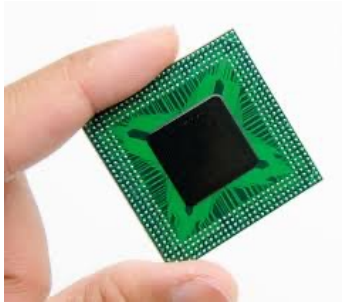
- Un host entrega una trama al primer conmutador
- El medio físico va a ser normalmente un cable de cobre o fibra óptica
- El nivel físico resuelve el problema de hacer llegar la trama de un extremo al otro del cable

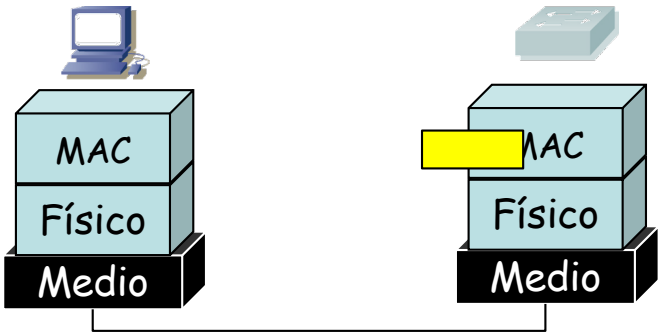


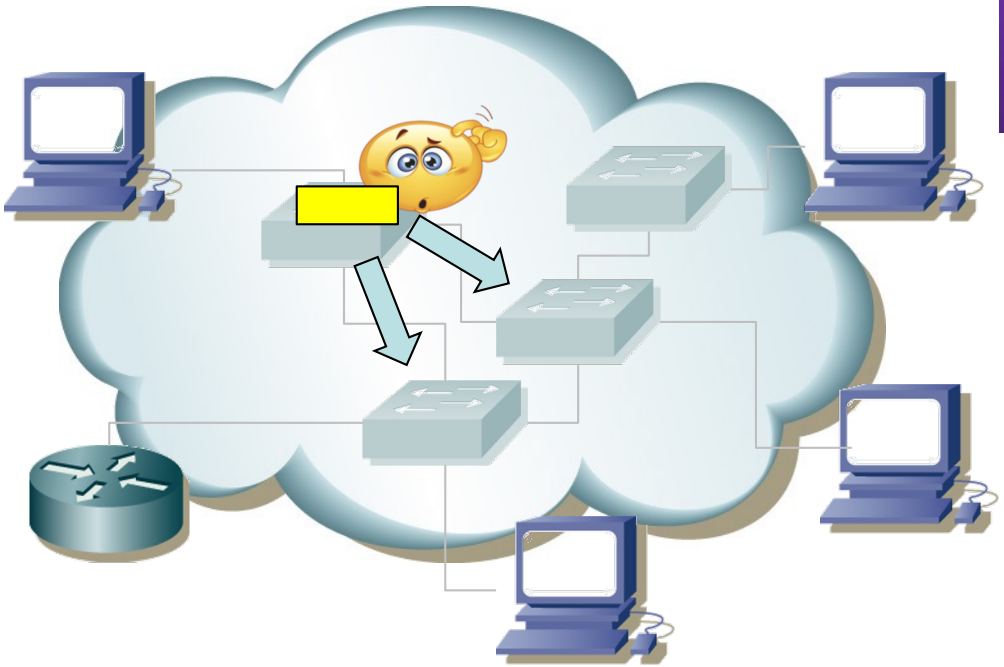


Comunicación en la LAN

- Normalmente la trama se almacena en memoria del conmutador
- El conmutador debe ahora decidir qué hacer con la trama para que llegue a su destino
- Esto es lógica en el conmutador, un programa
- Normalmente está implementado mediante electrónica digital (puertas lógicas) directamente en un ASIC (aunque hay conmutadores soft)
- ¿Pero cuál es el destino de esa trama?







Un poco de terminología

Términos

- **Conmutación de paquetes**
  - Un paquete es la unidad de datos que atraviesa la red
  - Normalmente suele ser la PDU de la tecnología de la que se esté hablando
  - En este caso es la PDU de nivel MAC Ethernet
  - Veremos más adelante tecnologías que no son de conmutación de paquetes

Términos

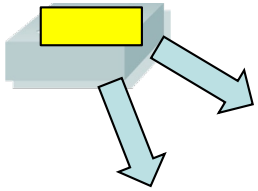
- **Conmutación de datagramas**
  - Es un subtipo de conmutación de paquetes
  - El paquete contiene toda la información que necesita la red para hacerlo llegar a su destino
  - Se puede enviar el datagrama sin necesidad de acciones de control previas (esto quedará claro más adelante)
  - En Ethernet el “paquete”, el “datagrama” y la “trama” o “frame” son lo mismo
  - Veremos más adelante tecnologías de conmutación de paquetes que NO son de conmutación de datagramas (son de otro subtipo)

Términos

- **Store & forward**
  - ”Almacenamiento y reenvío”
  - Hace referencia al modo de funcionamiento del conmutador
  - Recibe completamente el paquete en memoria y una vez que lo tiene toma una decisión
  - No es la única forma de hacerlo pero es en la que nos centraremos en esta asignatura

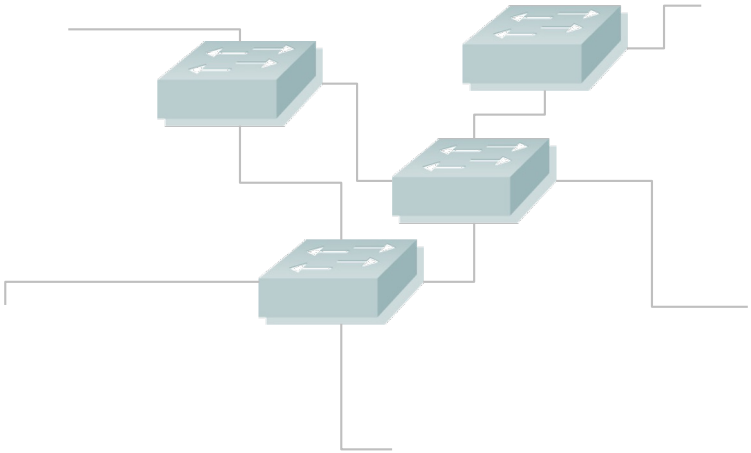
Términos

- **Forwarding (reenvío)**
  - Hace referencia a la decisión de por dónde reenviar el paquete
  - Y a la propia acción de reenviarlo



Términos

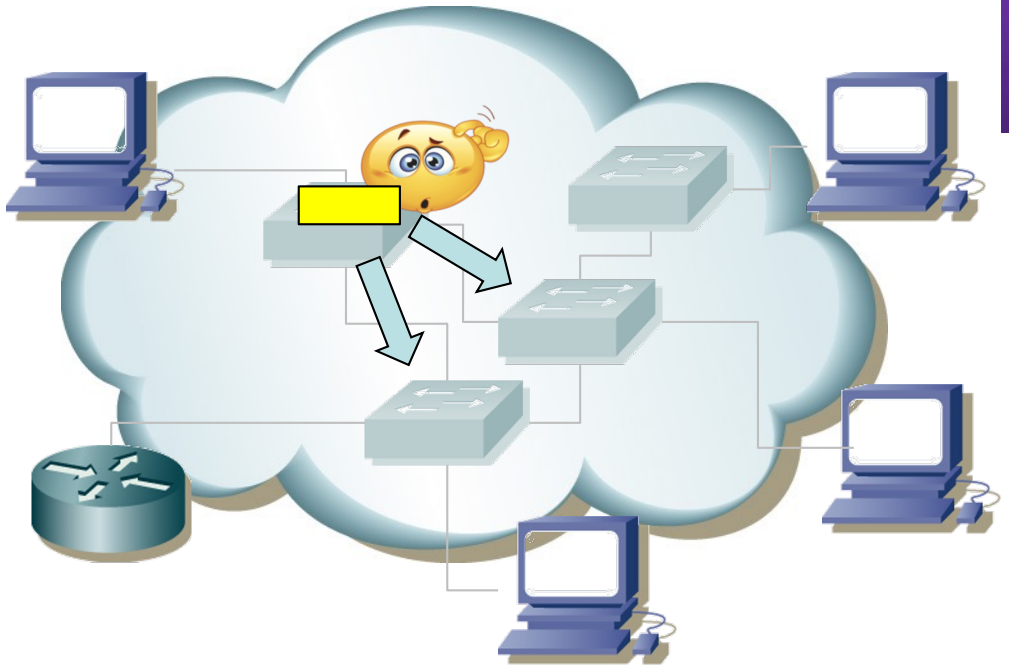
- **Routing (encaminamiento)**
  - Hace referencia al proceso de cálculo de los caminos a emplear
  - El routing es calcular el camino, el forwarding es la acción de reenviar el paquete por el camino calculado
  - Veremos que el routing lo podemos hacer a mano (calcular nosotros los caminos)
  - O podemos dejar que lo calculen programas (algoritmos)
  - Esos programas pueden ejecutarse en ordenadores centralizados o de forma distribuida en los conmutadores



Direccionamiento

El problema

- El conmutador debe decidir qué hacer con la trama para que llegue a su destino
- ¿Pero cuál es el destino de esa trama?



Direccionamiento

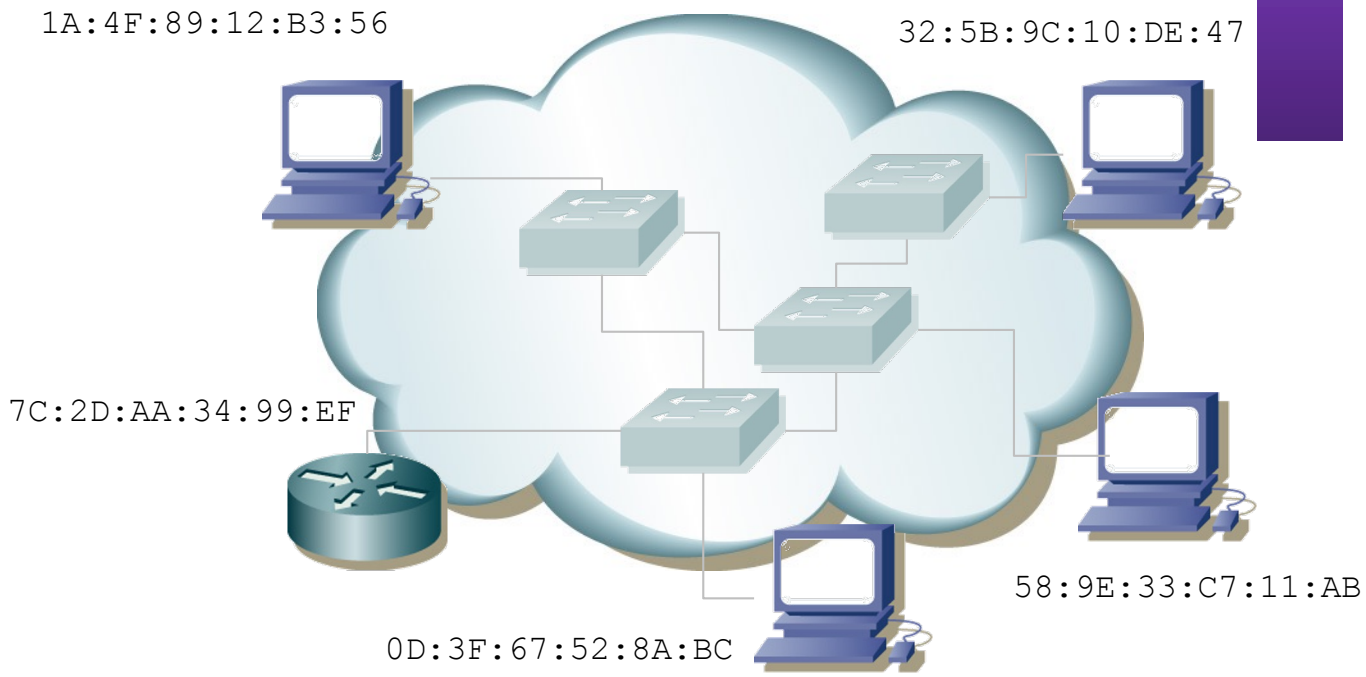
- Hemos dicho que Ethernet es una tecnología de conmutación de paquetes, en concreto de datagramas
- Entonces la trama Ethernet debe contener la información que necesita el conmutador para tomar la decisión de encaminamiento
- Ethernet emplea “direccionamiento”: Cada sistema final va a tener una dirección única
- En la trama especificamos la dirección del destinatario
- El encaminamiento calcula las rutas a los destinos en la red y el forwarding las aplica
- El reenvío se lleva a cabo en base a la dirección destino contenida en la cabecera del paquete
- En Ethernet esa cabecera la introduce el subnivel MAC

Direcciones MAC

- Son números de 48 bits
- Algo como:

  01101100010111010010101101001101100101010110101001
- Solemos representarlas en hexadecimal, separando por bytes:

  6c:5d:2b:4d:95:a9 ó **6c5d.2b4d.95a9**
- Asignada a la NIC por el fabricante



Ejemplo

- Interfaz Ethernet en Unix

```
daniel.morato@tlm11:~$ ifconfig eth0
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:1e:37:41:44:c6
          inet addr:10.1.1.11  Bcast:10.1.255.255  Mask:255.255.0.0
          inet6 addr: fe80::21e:37ff:fe41:44c6/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:532721 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:103880 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:65601118 (65.6 MB)  TX bytes:17790803 (17.7 MB)
          Interrupt:16 Memory:d0680000-d06a0000
```

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Direcciones MAC

- Espacio plano de direcciones, gestionados por el IEEE
- Los primeros 24 bits identifican al fabricante

  `00:00:0C` (y otros) = Cisco Systems

  `E0:73:E7` = HP

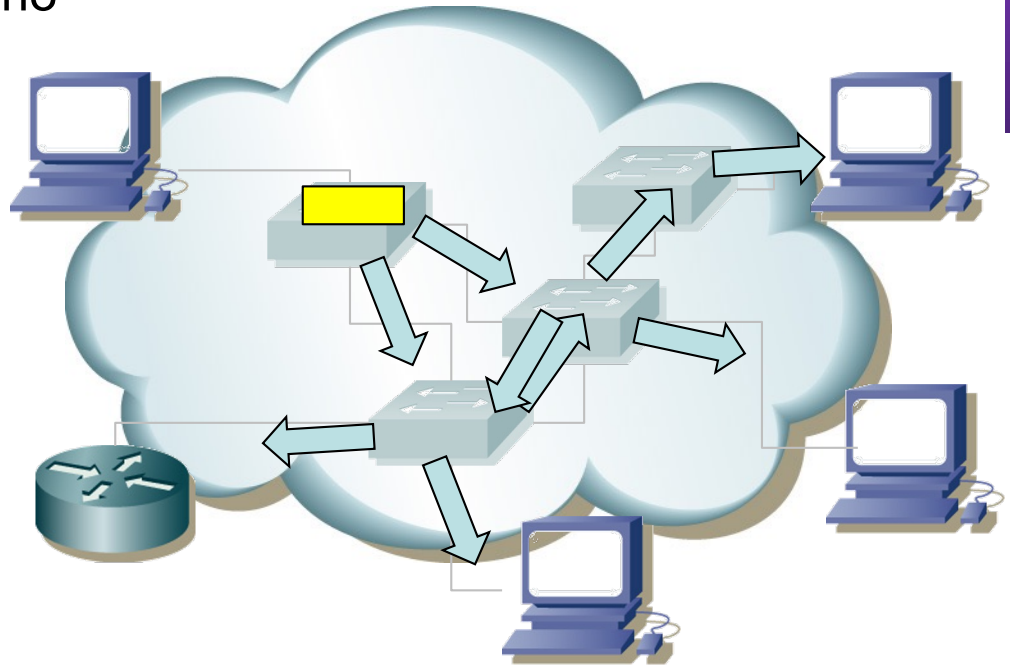
  `00:20:AF` (y otros) = 3Com

https://standards-oui.ieee.org

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

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
- Ethernet ofrece un servicio de multidifusión y de broadcast
- Envío de la trama una sola vez y que la red la haga llegar a múltiples / todos los hosts
- La dirección de broadcast es: `FF:FF:FF:FF:FF:FF`
- Solo tiene sentido como destino

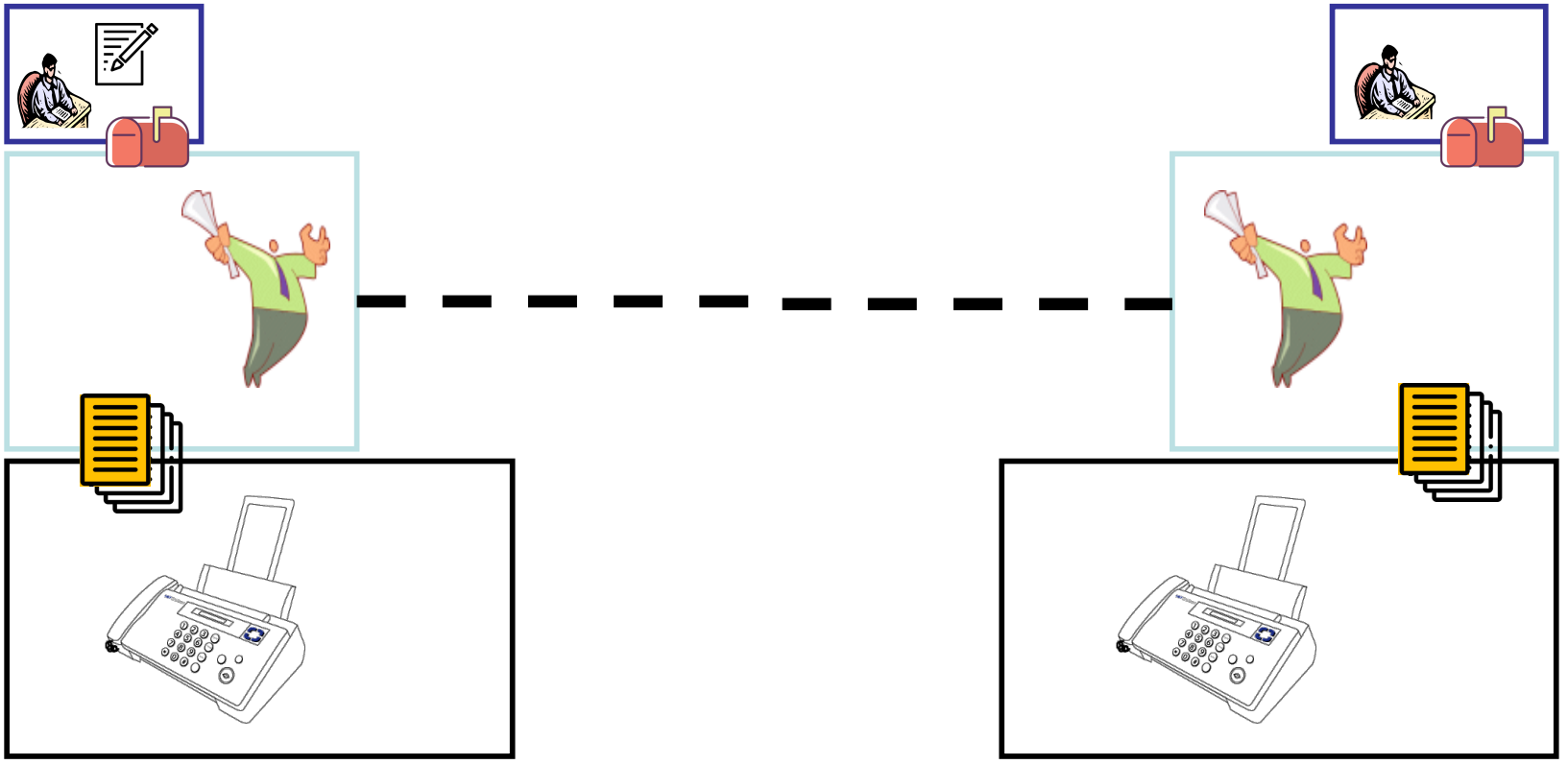


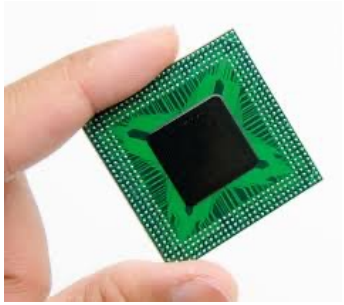
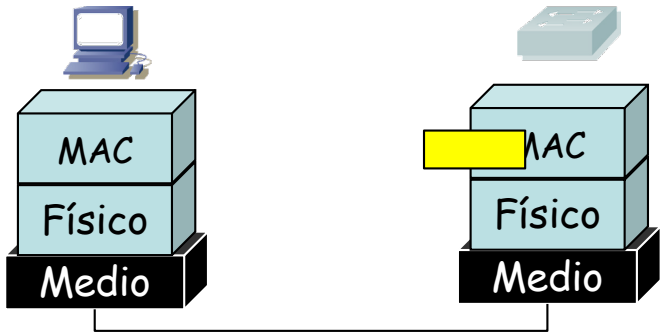
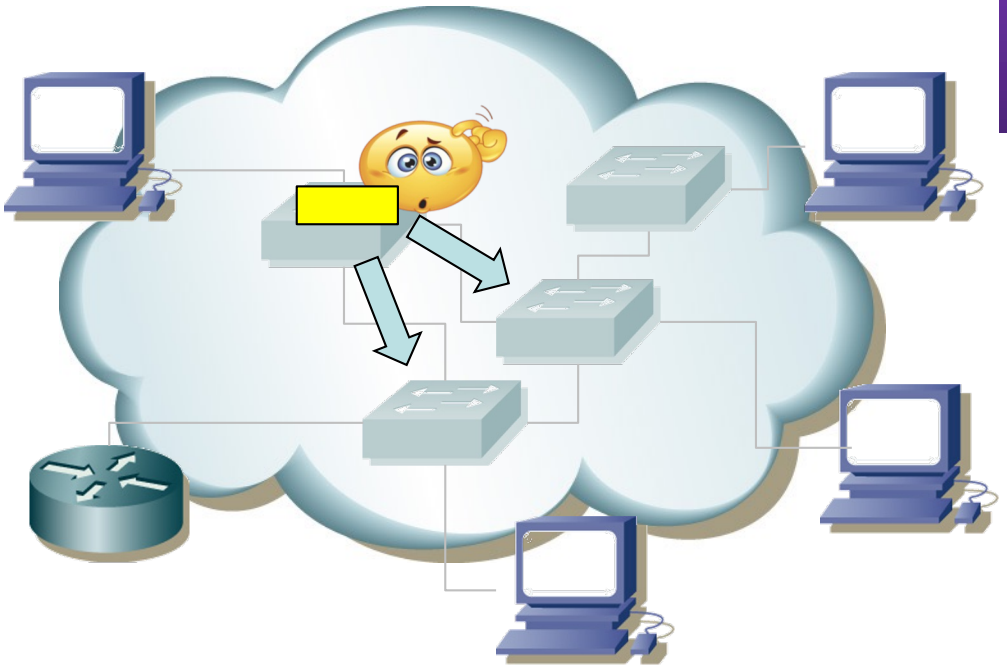
Direccionamiento

- Vamos a ver muchos protocolos que lo ofrecen
- Se repetirá el esquema de una cabecera que contiene la dirección de un origen y un destino
- Las direcciones podrán ser físicas (asignadas a un interfaz físico) o lógicas (asignado a un elemento software)
- El origen puede ser directamente un programa y el destino otro
- Serán de mayor o menor número de bytes, incluso de tamaño variable
- Con significado universal (únicas en el mundo) o con posibilidad de repetirse
- Van a depender del protocolo en cuestión

Ejemplo

- En esta comunicación son direcciones:
  - El nombre de remitente y de destinatario
  - El número de teléfono de la oficina destino
- Están en diferente capa



Comunicación en la LAN

- Así pues, el conmutador sabe cuál es el destino porque lo pone en la cabecera
- ¿Pero por dónde debe reenviarla?