

upna UNIVERSIDAD PÙBLICA DE NAVARRA  
**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
 Área de Ingeniería Telemática

---

## Arquitectura de protocolos para LANs Ethernet (I)

---

Área de Ingeniería Telemática  
<http://www.tim.unavarra.es>

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

---

---

---

---

---

---

---

---

upna UNIVERSIDAD PÙBLICA DE NAVARRA  
**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
 Área de Ingeniería Telemática

## Temario

1. Introducción
2. Arquitecturas, protocolos y estándares
3. **Conmutación de paquetes**
  - Arquitectura de protocolos para LANs
  - Ethernet
  - Protocolos de Internet
4. Conmutación de circuitos
5. Tecnologías
6. **Control de acceso al medio en redes de área local**
  - CSMA/CD
7. Servicios de Internet

---

---

---

---

---

---

---

---

upna UNIVERSIDAD PÙBLICA DE NAVARRA  
**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
 Área de Ingeniería Telemática

## 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 área muy amplia
- Interconecta LANs y MANs



LAN



MAN



WAN

---

---

---

---

---

---

---

---


**upna**  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL

## Local Area Networks (LANs)

ARQUITECTURA DE REDES.  
ANÁLISIS Y DISEÑO DE REDES DE COMPUTADORES  
ÁREA DE PROGRAMACIÓN Y SISTEMAS

- 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




---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL

## Topologías de LAN

ARQUITECTURA DE REDES.  
ANÁLISIS Y DISEÑO DE REDES DE COMPUTADORES  
ÁREA DE PROGRAMACIÓN Y SISTEMAS

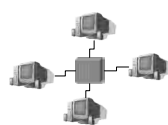
- Define cómo están conectados los hosts

**Dos ámbitos:**

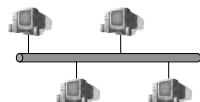
- Topología física
  - Diseño y cableado de la red
  - Interconexión
- Topología lógica
  - Cómo los hosts emplean el medio

**Ejemplo: Ethernet**

- Topología física



- Topología lógica




---

---

---

---

---

---

---

---

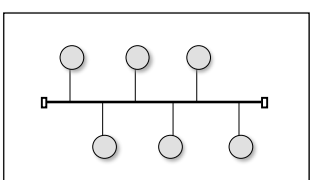
**upna**  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL

## Topologías de LAN

ARQUITECTURA DE REDES.  
ANÁLISIS Y DISEÑO DE REDES DE COMPUTADORES  
ÁREA DE PROGRAMACIÓN Y SISTEMAS

**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




---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

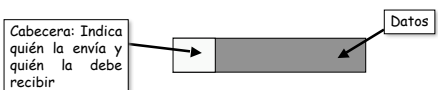
ARQUITECTURA DE REDES.  
 Introducción a la Ingeniería de Telecomunicación  
 Área de Ingeniería Telemática

## 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**



Cabecera: Indica quién la envía y quién la debe recibir

Datos

---

---

---

---

---

---

---

---


**upna**

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Introducción a la Ingeniería de Telecomunicación  
 Área de Ingeniería Telemática

## Comunicación en un bus

**Ejemplo:**

- Tecnología en bus (Ethernet original)




---

---

---

---

---

---

---

---

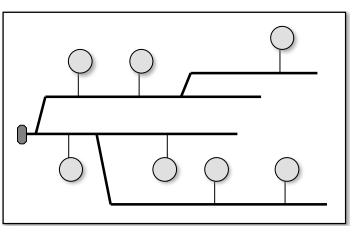
**upna**

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Introducción a la Ingeniería de Telecomunicación  
 Área de Ingeniería Telemática

## 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




---

---

---

---

---

---

---

---

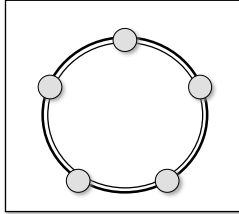
upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Introducción a la Tecnología de Redes.  
 Área de Ingeniería Tecnológica

## Topologías de LAN

### Anillo

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




---

---

---

---

---

---

---

---

upna

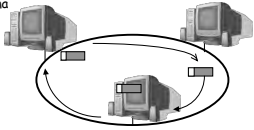
ARQUITECTURA DE REDES.  
 Introducción a la Tecnología de Redes.  
 Área de Ingeniería Tecnológica

## Comunicación en un anillo

### Ejemplo:

- Tecnología en anillo (FDDI)

Se envía una trama



El destinatario se guarda una copia

---

---

---

---

---

---

---

---

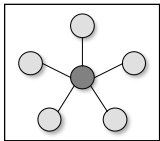
upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Introducción a la Tecnología de Redes.  
 Área de Ingeniería Tecnológica

## 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

---

---

---

---

---

---

---

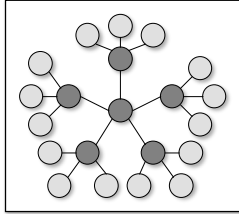
---

upna

ARQUITECTURA DE REDES. **Topologías de LAN**  
 Área de Ingeniería Técnica de Informática

## Estrella extendida

- Expansión de la estrella




---

---

---

---

---

---

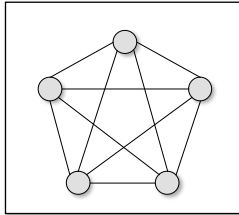
---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES. **Topologías de LAN**  
 Área de Ingeniería Técnica de Informática

## Malla completa (full mesh)




---

---

---

---

---

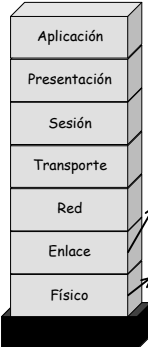
---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES. **Arquitectura de protocolos**  
 Área de Ingeniería Técnica de Informática



- 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

---

---

---

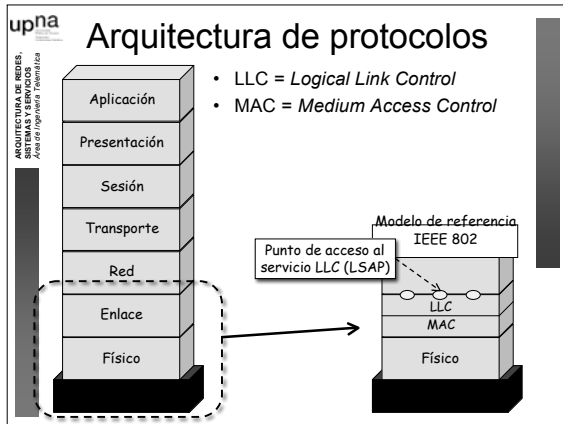
---

---

---

---

---




---

---

---

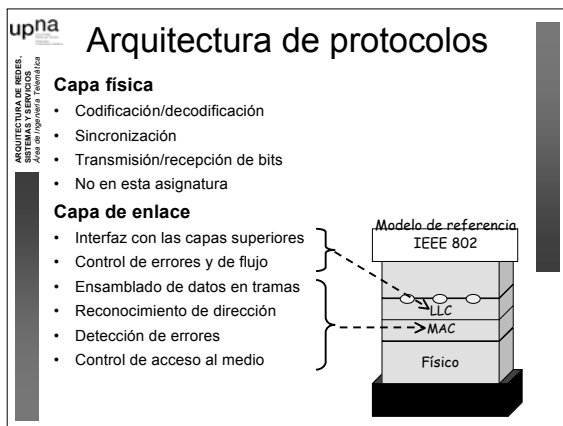
---

---

---

---

---




---

---

---

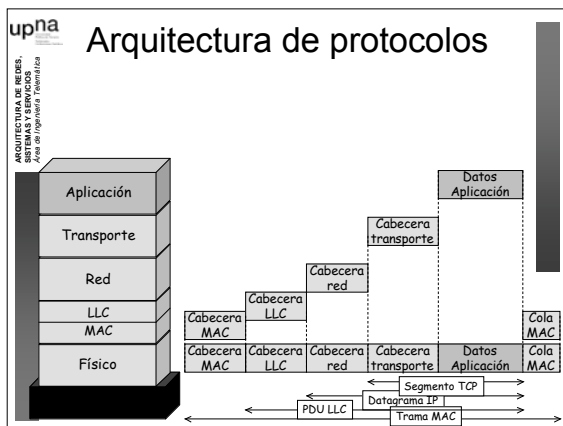
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

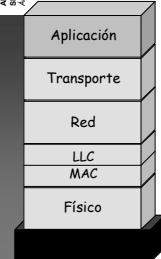
---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Área de Ingeniería Tecnológica

## 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

---

---

---

---

---

---

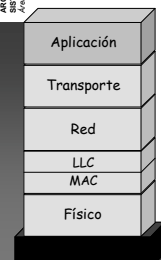
---

---

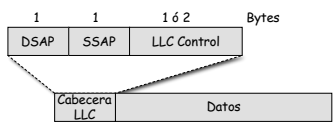
upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Área de Ingeniería Tecnológica

## Logical Link Control



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




---

---

---

---

---

---

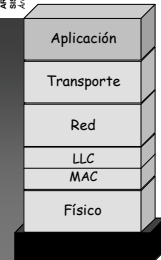
---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Área de Ingeniería Tecnológica

## 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
  - Descentralizado

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Medium Access Control

- ¿ Cómo se lleva a cabo el control ?
  - Sincronamente (TDM, FDM, etc.)
  - Asíncronamente (según la demanda)

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## 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

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Ethernet

---

---

---

---

---

---

---

---



**upna**

## Ethernet

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

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## 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)

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## 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

---

---

---

---

---

---

---


---

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

## Topología en bus

### Ventajas

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




---

---

---

---

---

---

---


---

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

## 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




---

---

---

---

---

---

---

---

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

## CSMA/CD

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

## Subnivel MAC

ARQUITECTURA DE REDES. Introducción a la Ingeniería de Telecomunicaciones  
Área de Ingeniería de Telecomunicaciones

**CSMA/CD**

- Carrier Sense Multiple Access / Colision 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 reintenta tras un tiempo aleatorio (backoff)
- Ejemplo

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

## Subnivel MAC

ARQUITECTURA DE REDES. Introducción a la Ingeniería de Telecomunicaciones  
Área de Ingeniería de Telecomunicaciones

**CSMA/CD**

- Carrier Sense Multiple Access / Colision 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 reintenta tras un tiempo aleatorio (backoff)
- Ejemplo

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

## Subnivel MAC

ARQUITECTURA DE REDES. Introducción a la Ingeniería de Telecomunicaciones  
Área de Ingeniería de Telecomunicaciones

**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)
- $2\tau = \text{trama\_mínima} / \text{velocidad\_tx} = \text{trama\_mínima} / 10\text{Mbps}$
- $\text{diámetro\_máximo} = \tau \cdot \text{veloc\_propag}$

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## 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                 |
| 1518                    | 1214.4              |

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Formatos

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## 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)

Bytes: 6 6 2 4

Tamaño: Mínimo=64Bytes, Máximo=1518Bytes

Sentido de transmisión

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## 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

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## 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

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## Trama IEEE

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

---

---

---

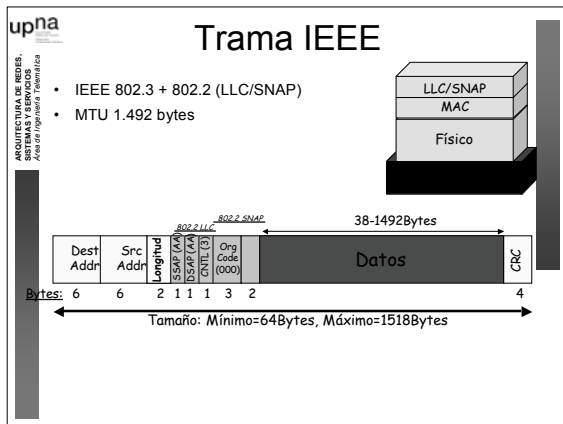
---

---

---

---

---




---

---

---

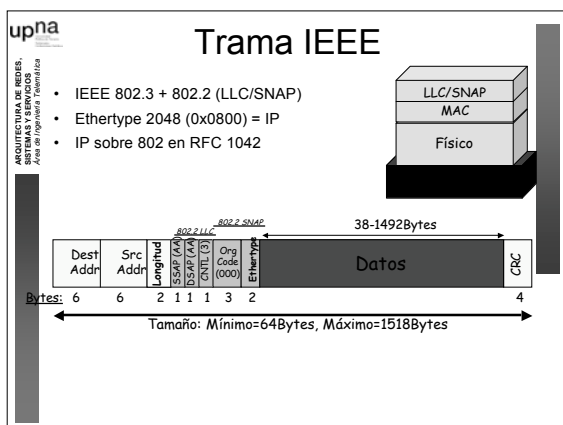
---

---

---

---

---




---

---

---

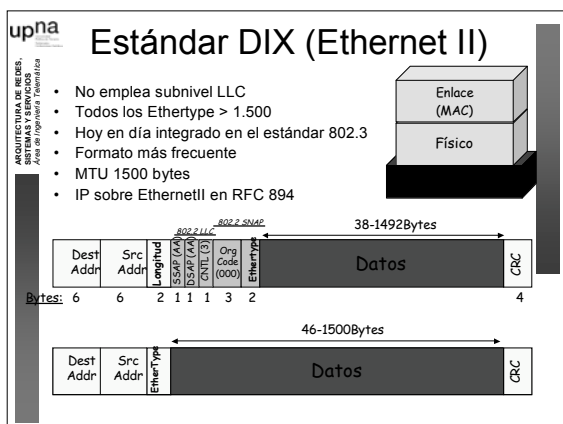
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

upna  
ARQUITECTURA DE REDES.  
ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES.  
ÁREA DE INGENIERÍA TECNOLÓGICA

# ¿ Qué entra en el examen ?

---

---

---

---

---

---

---

upna  
ARQUITECTURA DE REDES.  
ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES.  
ÁREA DE INGENIERÍA TECNOLÓGICA

# Siguiente clase

*Ethernet*

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

---

---

---

---

---

---

---