

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

---

# Ethernet

---

Area 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  
Area 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
7. Servicios de Internet

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Objetivo

- Ethernet como tecnología LAN

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Contenido

- Tecnologías
- Equipos activos:
  - Repetidores
  - Hubs
  - Puentes
  - Conmutadores

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Tecnologías

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## 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 de Comunicacións,  
Almacenamento de Información

## Tecnoloxías Ethernet

### 10Base2

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

Diagram illustrating the 10Base2 Ethernet network topology. It shows a bus structure with thin coaxial cables. A central component is labeled "Transceiver". Below it, a "Conector AUI" is shown connected to a "Una 'T'" (T-connector). Further down, a "Conector BNC" is shown connected to a "Coaxial fino" (thin coaxial cable).

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

ARQUITECTURA DE REDES,  
Sistemas de Comunicacións,  
Almacenamento de Información

## Tecnoloxías Ethernet

### 10Base-T

- IEEE 802.3i
- Cables de par trenzado
- Topología física en estrella
  - Elemento central = "Hub"
- Topología lóxica en bus

Diagram illustrating the 10Base-T Ethernet network topology. It shows a star physical topology with a central hub (DCE) connected to four terminal equipment (DTE) devices. A legend defines DTE as Data Terminal Equipment and DCE as Data Communications Equipment.

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

ARQUITECTURA DE REDES,  
Sistemas de Comunicacións,  
Almacenamento de Información

## Tecnoloxías Ethernet

### 10Base-T

- Transceiver opcional
- Conector RJ-45
- Límite 100m

Diagram illustrating the 10Base-T Ethernet network topology. It shows a star physical topology with a central hub (DCE) connected to four terminal equipment (DTE) devices. A legend defines DTE as Data Terminal Equipment and DCE as Data Communications Equipment. The diagram also shows a "Conector AUI" connected to a "Conector RJ-45" and a "Cable de par trenzado" (twisted pair cable).

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

ARQUITECTURA DE REDES, para la asignatura de Tecnología de Redes y Comunicaciones

## Tecnologías Ethernet

### Cable de par trenzado

- Ethernet 10Base-T emplea 2 pares de al menos categoría 3
- Un par transmisión, otro recepción
- En un hub las posiciones de los pares están intercambiadas

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

ARQUITECTURA DE REDES, para la asignatura de Tecnología de Redes y Comunicaciones

## Tecnologías Ethernet

### Cable de par trenzado

- Para conectar dos PCs directamente se necesita un cable cruzado
- Un puerto de un router es como el de un PC

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

ARQUITECTURA DE REDES, para la asignatura de Tecnología de Redes y Comunicaciones

## Tecnologías Ethernet

### 10BaseFL

- Fibra óptica (Fiber optic Link)
- IEEE 802.3j
- Inmune a interferencias electromagnéticas
- Hasta 2 Km con F.O. multimodo
- Usado en:
  - El backbone de una LAN
  - Cableado vertical
  - Larga distancia a un host

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 1. Introducción a las Redes.  
 2. Tipos de Redes.  
 3. Topología de Redes.  
 4. Tipos de Redes.  
 5. Tipos de Redes.

## 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

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 1. Introducción a las Redes.  
 2. Tipos de Redes.  
 3. Topología de Redes.  
 4. Tipos de Redes.  
 5. Tipos de Redes.

## Repetidores

- Unir "segmentos" Ethernet formando un solo "dominio de colisión"
- Exceder los límites de distancia y número de hosts conectados

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 1. Introducción a las Redes.  
 2. Tipos de Redes.  
 3. Topología de Redes.  
 4. Tipos de Redes.  
 5. Tipos de Redes.

## Repetidores

- Unir "segmentos" Ethernet formando un solo "dominio de colisión"
- Exceder los límites de distancia y número de hosts conectados

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL

### Conexión de hubs 10Base-T

ARQUITECTURA DE REDES, 2da Edición, 2004, Prentice Hall, México

- Los puertos de ambos hubs tienen idéntica disposición de pares
- Interconexión mediante cable cruzado

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL

### Conexión de hubs 10Base-T

ARQUITECTURA DE REDES, 2da Edición, 2004, Prentice Hall, México

- 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

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL

### Interconexión de repetidores

ARQUITECTURA DE REDES, 2da Edición, 2004, Prentice Hall, México

- Pueden tener interfaces de diferentes tecnologías de nivel físico (coaxial, par trenzado)
- Límites en el número de ellos que puede haber entre dos hosts

---

---

---

---

---

---

---

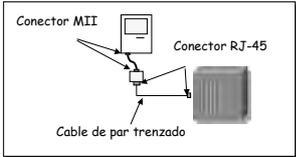
---

**upna**

## Tecnologías Ethernet

**100Base-TX (Fast Ethernet)**

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



Conector MII

Conector RJ-45

Cable de par trenzado

---

---

---

---

---

---

---

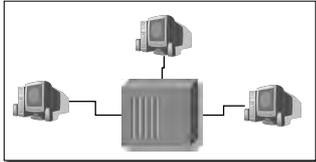
---

**upna**

## Tecnologías Ethernet

**100Base-TX (Fast Ethernet)**

- 2 pares Cat.5 (100m)
- Topología física en estrella
  - Elemento central = "Hub"
- Topología lógica en bus




---

---

---

---

---

---

---

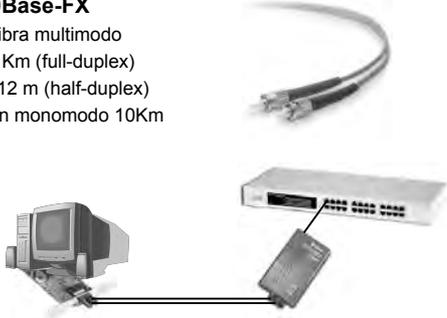
---

**upna**

## Tecnologías Ethernet

**100Base-FX**

- Fibra multimodo
- 2 Km (full-duplex)
- 412 m (half-duplex)
- En monomodo 10Km




---

---

---

---

---

---

---

---

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

---

# Puentes

---



---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Necesidad

- Queremos aumentar las distancias (unir LANs alejadas)
- Exceder los límites de número de hosts
- Mejorar utilización del medio
- Alternativas
  - Routers
  - Puentes

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Puentes

- Repetidores unen segmentos Ethernet a nivel físico  $\Rightarrow$  un dominio de colisión
- Puentes unen segmentos Ethernet a nivel de enlace

The diagram illustrates the difference between a Hub and a Bridge. On the left, a vertical stack shows the layers of the OSI model: Red (Network), Enlace (Data Link), and Físico (Physical). A Hub is shown connecting multiple nodes, all within a single 'Dominio de colisión' (collision domain). A Bridge (Punto) is shown connecting two separate Hub-based networks, effectively creating two separate collision domains.

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Ingeniería de Redes y Comunicaciones  
 Área de Ingeniería Telemática

## Puentes

- Idealmente de un dominio a otro reenvían solo las tramas dirigidas a estaciones del otro dominio

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Ingeniería de Redes y Comunicaciones  
 Área de Ingeniería Telemática

## Puentes

*Bridged Local Area Network*

- La denominación de LAN se suele usar indistintamente

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Ingeniería de Redes y Comunicaciones  
 Área de Ingeniería Telemática

## Puentes : ¿Cómo?

**Funcionamiento**

- Conectado como una estación normal
- Modo promiscuo
- Reenvía las tramas dirigidas a estaciones conectadas a otro dominio
- No altera la trama (se mantienen las direcciones MAC origen y destino, el Ethertype, los datos y el CRC, es decir, todo)

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES, Nivel de Operación, Tecnología

## Puentes

- Conmutador de paquetes (mayor latencia)
- Las colisiones no se propagan (dominios de colisión separados)
- Transparente para las estaciones
  - La LAN resultado se comporta lógicamente como un solo segmento
- Número entre dos estaciones no está limitado:
  - Permite agrandar la red más allá de los límites de Ethernet.
- Pueden unir redes de diferente tecnología 802
- Separación de carga

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES, Nivel de Operación, Tecnología

## Puentes: Arquitectura

- IEEE 802.1D
- Las direcciones están en el subnivel MAC así que el puente funciona en ese subnivel

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES, Nivel de Operación, Tecnología

## Puentes: Arquitectura

- Enlaces distantes (incluso a través de una WAN)

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## Puentes: Arquitectura

- Pueden unir LANs de diferentes tecnologías 802

ARQUITECTURA DE REDES, para la asignatura de Redes de Computadores, Telemática

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## Learning Bridge

Lista de direcciones MAC asociada a cada puerto

If	MAC

ARQUITECTURA DE REDES, para la asignatura de Redes de Computadores, Telemática

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## Learning Bridge

Cuando ve una trama por un puerto:

- Apunta MAC origen asociada al puerto si no estaba ya

If	MAC
E0	A

ARQUITECTURA DE REDES, para la asignatura de Redes de Computadores, Telemática

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

## Learning Bridge

**MAC destino:**

- Broadcast: reenvía la trama por todos los puertos menos aquel por el que la recibió

If	MAC
E0	A

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

## Learning Bridge

**MAC destino:**

- Buscar en las listas de los puertos:
  - o Si la encuentra en un puerto reenvía la trama solo por ese puerto

If	MAC
E0	A
E1	C

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

## Learning Bridge

**MAC destino:**

- Buscar en las listas de los puertos:
  - o Si la encuentra en un puerto reenvía la trama solo por ese puerto
  - o Si no la encuentra en ninguna lista reenvía la trama por todos los puertos menos por el que la leyó (inundación, flooding)

If	MAC
E0	A
E1	C

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## Learning Bridge

**Aging:**

- Las entradas en la tabla "envejecen"
- Se renueva el contador al recibir una trama de esa estación
- Si caduca se elimina la entrada
- Cambio de tarjeta
- Reemplazamiento de host
- ¡ Memoria finita !

If	MAC
E0	A
E1	C

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## Puentes y conmutadores

- **Conmutador** Ethernet (*switch*, *switching-hub*) es básicamente un **puente**
- Los primeros puentes tenían pocos puertos (2)
- Un switch tiene uno por estación

Switch

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## Puentes y conmutadores

- Puede otorgar un camino conmutado entre cada par de estaciones para cada trama
- Cada pareja puede tener un canal dedicado con la capacidad total de la LAN (micro-segmentación)
- Puede trabajar con múltiples tramas al mismo tiempo
- Los puertos pueden ser *Full-Duplex*

Medio compartido  
Capacidad total 10Mbps

Medio conmutado  
Capacidad total Nx10Mbps

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL  
 ARQUITECTURA DE REDES,  
 Ingeniería de Telecomunicaciones,  
 Área de Ingeniería Telemática

### Dominios de colisión y broadcast

**Antes**

- 10Mbps en la LAN

The diagram shows a single horizontal bus network. Three switches are connected to the bus. Each switch has two vertical branches, each with two desktop computers. This represents a single broadcast domain where all devices share the 10Mbps bandwidth.

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL  
 ARQUITECTURA DE REDES,  
 Ingeniería de Telecomunicaciones,  
 Área de Ingeniería Telemática

### Dominios de colisión y broadcast

**Después**

- 10Mbps por segmento (dominio de colisión)

The diagram shows the same network as above, but with three switches connected to the bus. Each switch now has a separate vertical branch, effectively creating three separate collision domains. The bandwidth is now 10Mbps per segment.

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL  
 ARQUITECTURA DE REDES,  
 Ingeniería de Telecomunicaciones,  
 Área de Ingeniería Telemática

### Dominios de colisión y broadcast

The diagram shows the segmented network with four collision domains labeled: 'Dominio de Colisión 1' (top), 'Dominio de Colisión 2' (bottom left), 'Dominio de Colisión 3' (bottom middle), and 'Dominio de Colisión 4' (bottom right). Each domain is enclosed in a dashed box.

---

---

---

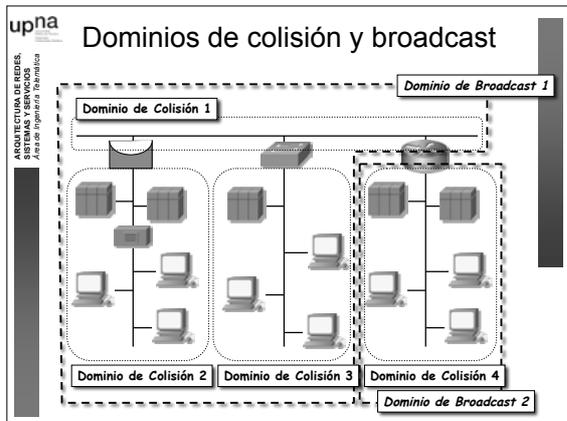
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Caminos alternativos

---

---

---

---

---

---

---

---

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

### Caminos alternativos

- Ofrecerían la posibilidad de:
  - Balanceo de carga
  - Reconfiguración ante fallos
- Requiere tomar decisiones de encaminamiento

The diagram shows a network of nodes (represented by computer icons) connected by multiple paths, forming a mesh-like structure. This illustrates the concept of alternative paths for data transmission.

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 2º curso de Ingeniería Técnica de Informática (Sistemas)

## Encaminamiento con puentes

- Encaminamiento fijo
  - Gestión centralizada
  - Para cada [origen-]destino el siguiente salto (tabla de encaminamiento)
- *Source Routing* (802.5)
  - *Token Ring*
  - La trama contiene la ruta de puentes a atravesar
  - Mecanismos de descubrimiento de ruta desde el origen
- *Spanning Tree* (802.1)
  - Puentes transparentes (aprender direcciones y reenviar)
  - STP para resolver bucles

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 2º curso de Ingeniería Técnica de Informática (Sistemas)

## Caminos alternativos

- El host A envía una trama al host B

If	MAC

If	MAC

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 2º curso de Ingeniería Técnica de Informática (Sistemas)

## Caminos alternativos

- Switch1 y Switch2 aprenden la localización del host A

If	MAC
E0	A

If	MAC
E0	A

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

### Caminos alternativos

- Los conmutadores no conocen al destino
- Reenvían por todos los puertos menos por donde recibieron

If	MAC
E0	A

If	MAC
E0	A

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

### Caminos alternativos

- Host B recibe la trama
- Switch2 recibe la trama que envió Switch1
- Switch1 recibe la trama que envió Switch2

If	MAC
E0	A

If	MAC
E0	A

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

### Caminos alternativos

- Aprenden una nueva ubicación del host A

If	MAC
E1	A

If	MAC
E1	A

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

### Caminos alternativos

- Aprenden una nueva ubicación del host A
- Y reenvían por todos los puertos menos por donde recibieron la trama

If	MAC
E1	A

If	MAC
E1	A

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

### Caminos alternativos

- Y se repite...

If	MAC
E1	A

If	MAC
E1	A

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

### Spanning-Tree Protocol (STP)

- Calcula una topología libre de ciclos
- A partir del grafo de la topología crea un árbol
- Desactiva los enlaces sobrantes
- IEEE 802.1D

Radia Perلمان (1983)

---

---

---

---

---

---

---

---

upna  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL

ARQUITECTURA DE REDES.  
Arquitectura de Redes y Telecomunicaciones

## ¿ Qué entra en el examen ?

- General:
  - Arquitectura
  - Puentes de interconexión 802
  - *Learning Bridge* y *STP*
  - Dominios de colisión y de broadcast
- Ethernet
  - Tecnologías: bus, par trenzado, fibra
  - Ethernet y FastEthernet
  - Repetidores/*Hubs*
  - Puentes/*Switches*

---

---

---

---

---

---

---

---

upna  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL

ARQUITECTURA DE REDES.  
Arquitectura de Redes y Telecomunicaciones

## Próxima clase

### *Introducción histórica a Internet*

- Lecturas recomendadas:
  - <http://www.isoc.org/internet/history/>

### *Internetworking e IP*

- Lecturas recomendadas:
  - [Kurose05] 4.1, 4.2, 4.4.1

---

---

---

---

---

---

---

---