

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.  
 Ingeniería de Redes y Comunicaciones  
 Área de Ingeniería Tecnológica

## Tecnologías Ethernet

### 10Base2

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

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

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

## Tecnologías Ethernet

### 10Base-T

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

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

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

## Tecnologías Ethernet

### 10Base-T

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

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

ARQUITECTURA DE REDES, Ingeniería de Telecomunicación, Área de Ingeniería Telemática

## 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, Ingeniería de Telecomunicación, Área de Ingeniería Telemática

## 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, Ingeniería de Telecomunicación, Área de Ingeniería Telemática

## 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. Tipos de Topología.  
 4. Tipos de Protocolos.  
 5. Tipos de Dispositivos.

## 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. Tipos de Topología.  
 4. Tipos de Protocolos.  
 5. Tipos de Dispositivos.

## 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. Tipos de Topología.  
 4. Tipos de Protocolos.  
 5. Tipos de Dispositivos.

## 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, 2006, 100 páginas, ISBN: 978-9952-73-000-0

- 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, 2006, 100 páginas, ISBN: 978-9952-73-000-0

- 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, 2006, 100 páginas, ISBN: 978-9952-73-000-0

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

---

---

---

---

---

---

---

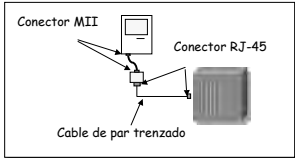
---

**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

---

---

---

---

---

---

---

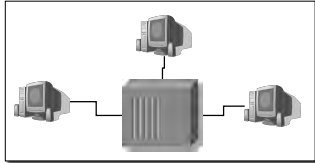
---

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

# Puentes

---

---

---

---

---

---

---

---

upna 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 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

---

---

---

---

---

---

---

---



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

Red  
Enlace  
Físico

A → B  
C → A

Hub  
Hub  
Hub  
Hub

Domino de colisión  
Domino de colisión

Puente

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

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

## Puentes

Hub  
Hub  
Hub  
Hub

Domino de colisión  
Domino de colisión

Puente

*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?

Hub  
Hub  
Hub  
Hub

Domino de colisión  
Domino de colisión

Puente

**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 Ingeniería Tecnológica

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## Learning Bridge

Lista de direcciones MAC asociada a cada puerto

If	MAC

ARQUITECTURA DE REDES, para la Ingeniería Tecnológica

---

---

---

---

---

---

---

---

**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 Ingeniería Tecnológica

---

---

---

---

---

---

---

---

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**  
 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 line at the top. Three switches are connected to this bus. Each switch is connected to a vertical line, which then branches out to connect to several computer icons. This represents a single broadcast domain where all devices share the same 10Mbps bandwidth.

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
 ARQUITECTURA DE REDES,  
 Ingeniería de Telecomunicaciones,  
 Área de Ingeniería Telemática

### Dominios de colisión y broadcast

**Después**

- 10Mbps por segmento (dominio de colisión)

The diagram is similar to the one above, but each of the three switches now has a separate curved shield icon above it, representing a separate collision domain. This segmentation allows for 10Mbps per segment.

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
 ARQUITECTURA DE REDES,  
 Ingeniería de Telecomunicaciones,  
 Área de Ingeniería Telemática

### Dominios de colisión y broadcast

The diagram shows the segmented LAN with four distinct collision domains highlighted by dashed boxes and labels: '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 contains a switch and its associated computers.

---

---

---

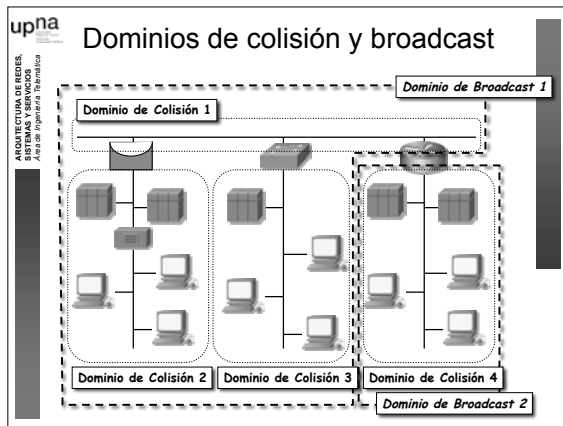
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

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

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES, para la 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, para la Ingeniería Técnica de Informática (Sistemas)

## Caminos alternativos

- El host A envía una trama al host B

If	MAC

If	MAC

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES, para la 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 Perlman (1983)

---

---

---

---

---

---

---

---

upna  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL

ARQUITECTURA DE REDES.  
Arquitectura de Redes y Comunicaciones

## ¿ 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 Comunicaciones

## 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

---

---

---

---

---

---

---

---