

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

---

## Comunicación IP en una LAN Ethernet ARP

---

Area de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.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
4. Conmutación de circuitos
5. Tecnologías
6. Control de acceso al medio en redes de área local
7. Servicios de Internet

1

---

---

---

---

---

---

---

---

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
    - Introducción histórica e Internetworking
    - Direccionamiento
    - IP en LAN. ICMP
4. Conmutación de circuitos
5. Tecnologías
6. Control de acceso al medio en redes de área local
7. Servicios de Internet

2

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

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

## Objetivo

- Cómo consigue IP que el nivel de enlace entregue el datagrama al interfaz correcto en la LAN
- Caso Ethernet

3

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

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

## Contenido

- Introducción
- ARP
  - Motivación
  - Funcionamiento
  - Ejemplos
- Comunicación entre hosts en distintas LANs

4

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

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

## Contenido

- **Introducción**
- ARP
  - Motivación
  - Funcionamiento
  - Ejemplos
- Comunicación entre hosts en distintas LANs

5

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
Área de Ingeniería Informática

## Introducción

- Nivel de red permite que paquetes lleguen de unas redes a otras
- Dentro de cada red depende de la tecnología (nivel *Host a Red*)
- Veamos cómo se realiza la comunicación en el caso de una LAN Ethernet (...)

6

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
Área de Ingeniería Informática

## Introducción

- Nivel de red permite que paquetes lleguen de unas redes a otras
- Dentro de cada red depende de la tecnología (nivel *Host a Red*)
- Veamos cómo se realiza la comunicación en el caso de una LAN Ethernet (...)

7

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
Área de Ingeniería Informática

## Direcciones IP y MAC

- Direcciones IP:
  - Direcciones del nivel de red, de **32 bits**
  - Empleadas para que el **datagrama** llegue a la red IP destino
  - *Lógicas*
- Direcciones MAC (direcciones LAN o físicas o Ethernet):
  - Para que una **trama** llegue de un interfaz a otro físicamente conectado en la **misma red**
  - De **48 bits** en la mayoría de LANs
  - A fuego en la ROM de la tarjeta
  - *Físicas*

8

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
Análisis y configuración de redes.  
Área de Ingeniería Tecnológica

## Contenido

- Introducción
- **ARP**
  - Motivación
  - Funcionamiento
  - Ejemplos
- Comunicación entre hosts en distintas LANs

9

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
Análisis y configuración de redes.  
Área de Ingeniería Tecnológica

## Direcciones MAC y ARP

Cada tarjeta en la LAN tiene una dirección MAC única

Dirección de broadcast = FF-FF-FF-FF-FF-FF

00:65:F7:2B:08:53      0C:65:F7:2B:08:53      □ = tarjeta  
 1A:2F:BB:76:09:AD  
 0C:C4:11:6F:E3:98

10

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
Análisis y configuración de redes.  
Área de Ingeniería Tecnológica

## ARP: Address Resolution Protocol

- ¿Cómo enviar un paquete IP de un nodo a otro de la misma red?
- Ejemplo: Paquete IP de 207.196.7.78 a 207.196.7.82
- Deberá ir en una trama Ethernet (...)

207.196.7.78      1A:2F:BB:76:09:AD      (207.196.7.82)      dst\_addr = IPPC3  
 207.196.7.82      0C:65:F7:2B:08:53      (207.196.7.78)      src\_addr = IPPC1  
 207.196.7.82      0C:C4:11:6F:E3:98

11

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
ARQUITECTURA DE REDES. Área de Ingeniería Tecnológica

## ARP: Address Resolution Protocol

- ¿Cómo enviar un paquete IP de un nodo a otro de la misma red?
- Ejemplo: Paquete IP de 207.196.7.78 a 207.196.7.82
- Deberá ir en una trama Ethernet (...)

  - Ethertype: 0x0800 (IP)
  - MAC origen la de la tarjeta que envía
  - MAC destino (...)

12

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
ARQUITECTURA DE REDES. Área de Ingeniería Tecnológica

## ARP: Address Resolution Protocol

- ¿Cómo enviar un paquete IP de un nodo a otro de la misma red?

ARP

- ARP Request: El emisor envía una trama ARP a la dirección MAC de broadcast (FF:FF:FF:FF:FF:FF). Contiene la IP destino
- Todos los interfaces de la LAN leen esa trama (...)

¿Cuál es la MAC del interfaz con IP 207.196.7.82?

13

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
ARQUITECTURA DE REDES. Área de Ingeniería Tecnológica

## ARP: Address Resolution Protocol

- ¿Cómo enviar un paquete IP de un nodo a otro de la misma red?

ARP

- ARP Reply: El interfaz con esa IP responde con otra trama ARP (...)

Yo tengo la IP 207.196.7.82 y mi MAC es 0C:C4:11:6F:E3:98

14

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## ARP: Address Resolution Protocol

- ¿Cómo enviar un paquete IP de un nodo a otro de la misma red?
- Ahora puede colocar la MAC destino (...)
- Y enviarla (...)

**Entrega directa**

15

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Formato de la PDU de ARP

Dest Addr	Src Addr	Ether Type	hard type	prot type	hard size	prot size	op	sender Ether addr	sender Ether addr	target Ether addr	target Ether addr	FCS
6	6	2	2	2	1	1	2	6	4	6	4	4

Bytes: 6 6 2 2 2 1 1 2 6 4 6 4 4

Cabecera Ethernet (Dest Addr, Src Addr, Ether Type, hard type, prot type, hard size, prot size)

Trailer Ethernet (sender Ether addr, sender Ether addr, target Ether addr, target Ether addr, FCS)

- hardware = nivel de enlace, protocol = nivel de red
- hard type = tipo de dirección de enlace (1 = Ethernet)
- prot type = tipo de dirección de red (0x0800 = IP)
- hard size = tamaño en bytes de la dirección de enlace (Ethernet -> 6)
- prot size = tamaño en bytes de la dirección de red (IP -> 4)
- op = Tipo de operación:
  - 1 = ARP Request
  - 2 = ARP Reply
  - 3 = RARP Request, 4 = RARP Reply

16

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Formato de la PDU de ARP (Ejemplos)

ARP Request	ARP Reply
ffff:ffff:1a:2f:bb:76:09:ad:0c:c4:11:6f:e3:98:1:0x0800:6:4:1:1a:2f:bb:76:09:ad:207:196:7:78:00:00:00:00:207:196:7:82:FCS	1a:2f:bb:76:09:ad:0c:c4:11:6f:e3:98:0c:c4:11:6f:e3:98:1:0x0800:6:4:2:0c:c4:11:6f:e3:98:207:196:7:82:1a:2f:bb:76:09:ad:207:196:7:78:FCS

- hardware = nivel de enlace, protocol = nivel de red
- hard type = tipo de dirección de enlace (1 = Ethernet)
- prot type = tipo de dirección de red (0x0800 = IP)
- hard size = tamaño en bytes de la dirección de enlace (Ethernet -> 6)
- prot size = tamaño en bytes de la dirección de red (IP -> 4)
- op = Tipo de operación:
  - 1 = ARP Request
  - 2 = ARP Reply
  - 3 = RARP Request, 4 = RARP Reply

17

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
Análisis y configuración de redes.  
Análisis y configuración de redes.

## ARP: Address Resolution Protocol

- El host apunta en una **cache** la relación entre IP y MAC
- Para el próximo paquete no necesita hacer ARP
- El receptor del ARP Request aprende con esa trama la pareja (MAC, IP) del emisor
- Las entradas en la cache de ARP **caducan**
- *Plug-and-play*: no necesita intervención del administrador
- Funciona directamente **sobre el nivel de enlace** (Ethertype 0x0806)

Caché ARP del PC 1 (207.196.7.78)

Dirección IP	Dirección MAC	Time
207.196.7.82	0C1C4131:6F:E3:98	13:45

18

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
Análisis y configuración de redes.  
Análisis y configuración de redes.

## ¿Dónde encaja ARP en la pila TCP/IP?

The diagram shows the TCP/IP stack with the following layers and protocols:

- Aplicación
- Transporte: UDP, TCP
- Red: IP
- Enlace: ARP
- Físico

19

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
Análisis y configuración de redes.  
Análisis y configuración de redes.

## Contenido

- Introducción
- ARP
  - Motivación
  - Funcionamiento
  - Ejemplos
- **Comunicación entre hosts en distintas LANs**

20

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
ARPC: Address Resolution Protocol

• ¿Y si el destino está en distinta red? (...)

- Entregar el paquete a un router en su red:
  - Averiguar la MAC del interfaz del router: ARP (...)
  - Entrega el paquete IP al router (...)

21

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
ARPC: Address Resolution Protocol

• ¿Y si el destino está en distinta red?

- El router, como un host, repite el proceso:
  - Calcula la MAC del siguiente salto/destino (...)
  - Envía la trama (...)

**Entrega indirecta**

22

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
¿ Qué entra en el examen ?

- ARP "mapea" dirección IP en dirección MAC
- Solo tiene sentido dentro de la LAN donde está conectado ese interfaz
- Pregunta a todos los interfaces de la LAN (broadcast) cuál de ellos tiene la IP buscada
- Desde otra LAN lo que buscaremos es la dirección MAC del router en el camino hacia la LAN destino

23

---

---

---

---

---

---

---

---



upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
Análisis y configuración de redes.  
Análisis y configuración de redes.

# Próxima clase

## *Fragmentación y reensamblado. ICMP*

24

---

---

---

---

---

---

---