

upna LABORATORIO DE PROGRAMACIÓN DE REDES
Área de Ingeniería Telemática

Comunicación IP en una LAN Ethernet ARP

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

Laboratorio de Programación de Redes
3º Ingeniería Técnica en Informática de Gestión

upna LABORATORIO DE PROGRAMACIÓN 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

ARP 1/21

upna LABORATORIO DE PROGRAMACIÓN DE REDES
Área de Ingeniería Telemática

Contenido

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

ARP 2/21

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
Área de Ingeniería Informática

Contenido

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

ARP 3/21

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
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 (...)

Diagrama que muestra cuatro sub-redes (Red A, Red B, Red C, Red D) conectadas entre sí a través de routers. Cada sub-red contiene varios hosts (ordenadores) y un router. Las sub-redes están interconectadas, permitiendo la comunicación entre ellas.

ARP 4/21

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
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 (...)

Diagrama que muestra una sub-red (Red D) con un router y varios hosts conectados entre sí.

ARP 5/21

upna

LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES DE COMPUTADORES

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*

ARP

6/21

upna

LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES DE COMPUTADORES

Contenido

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

ARP

7/21

upna

LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES DE COMPUTADORES

Direcciones MAC y ARP

Cada tarjeta en la LAN tiene una dirección MAC única

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

ARP

8/21

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

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 207.196.7.88
- Deberá ir en una trama Ethernet (...)

ARP

9/21

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

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 207.196.7.88
- Deberá ir en una trama Ethernet (...)
- Ethertype: 0x0800 (IP)
- MAC origen la de la tarjeta que envía
- MAC destino (...)

ARP

10/21

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

ARP: Address Resolution Protocol

- ¿Cómo enviar un paquete IP de un nodo a otro de la misma red?
- ARP
- 1. ARP Request: El emisor envía una trama ARP a la dirección MAC de broadcast (FF:FF:FF:FF:FF:FF). Contiene la IP destino
- 2. Todos los interfaces de la LAN leen esa trama (...)

¿Cuál es la MAC del interfaz con IP 207.196.7.88?

ARP

11/21

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería de Telecomunicaciones

ARP: Address Resolution Protocol

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

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

Yo tengo la IP 207.196.7.88 y mi MAC es 0C:C4:11:6F:E3:98

(1A:2F:BB:76:09:AD) dst_hwaddr = MACPC1

(0C:C4:11:6F:E3:98) src_hwaddr = MACPC3

0x0806

ARP

12/21

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería de Telecomunicaciones

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

207.196.7.88

207.196.7.88

src_hwaddr = MACPC1 (1A:2F:BB:76:09:AD)

dst_hwaddr = MACPC3 (0C:C4:11:6F:E3:98)

0x0800

ARP

13/21

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería de Telecomunicaciones

Formato de la PDU de ARP

Field	Bytes
Dest Addr	6
Src Addr	6
hard type	2
prot type	2
op	1
sender Ether addr	6
sender IP addr	4
target Ether addr	6
target IP addr	4
CS	4
FC	4

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

Cabecera Ethernet

Trailer Ethernet

- 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

ARP

14/21

upna
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería de Telecomunicaciones

Formato de la PDU de ARP (Ejemplos)

ARP Request												
ffff:ffff	00:00:03:ed:ef:ad	0x0806	1	0x0800	6	4	1	00:00:03:ed:ef:ad	65:123:45:67:8	00:00:00:00:00:00	65:123:45:67:8	FCS
ARP Reply												
00:00:03:ed:ef:ad	00:00:01:3e:ff:df	0x0806	1	0x0800	6	4	2	00:00:01:3e:ff:df	65:123:45:67:8	00:00:03:ed:ef:ad	65:123:45:67:8	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

ARP 16/21

upna
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería de Telecomunicaciones

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** (Ethernet 0x0806)

Caché ARP del PC 1 (207.196.7.82)

Dirección IP	Dirección MAC	Time
207.196.7.82	0c:c1:11:8f:83:98	13:45

ARP 16/21

upna
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería de Telecomunicaciones

¿Dónde encaja ARP en la pila TCP/IP?

The diagram shows the TCP/IP stack layers from top to bottom:

- Aplicación
- Transporte: containing boxes for UDP and TCP
- Red: containing a box for IP
- Enlace: containing a box for ARP
- Físico

ARP 17/21

upna

LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES DE COMPUTADORES

Contenido

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

ARP 18/21

upna

LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES DE COMPUTADORES

ARP: 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 (...)
 - Entregar el paquete IP al router (...)

ARP 19/21

upna

LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES DE COMPUTADORES

ARP: 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

ARP 20/21

Resumen

- El protocolo ARP nos permite "mapear" dirección IP en la dirección MAC del interfaz destino
- 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
