

Comunicación IP en una LAN Ethernet ARP

Dr. Daniel Morató
Area de Ingeniería Telemática
Departamento de Automática y Computación
Universidad Pública de Navarra
daniel.morato@unavarra.es
<http://www.tlm.unavarra.es/asignaturas/lpr>

Objetivo

- Cómo se comunican mediante IP dos hosts según su ubicación

Contenido

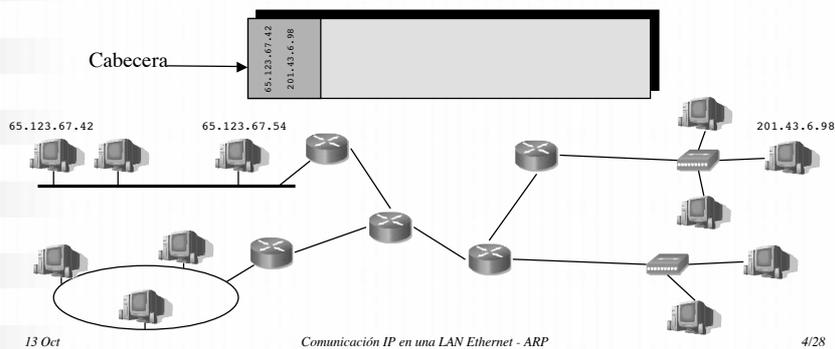
- Repaso de conceptos básicos de IP
- Comunicación IP entre máquinas en la misma LAN (Ethernet): ARP
- Comunicación IP entre máquinas en diferentes redes
- Proxy ARP

Contenido

- **Repaso de conceptos básicos de IP**
- Comunicación IP entre máquinas en la misma LAN (Ethernet): ARP
- Comunicación IP entre máquinas en diferentes redes
- Proxy ARP

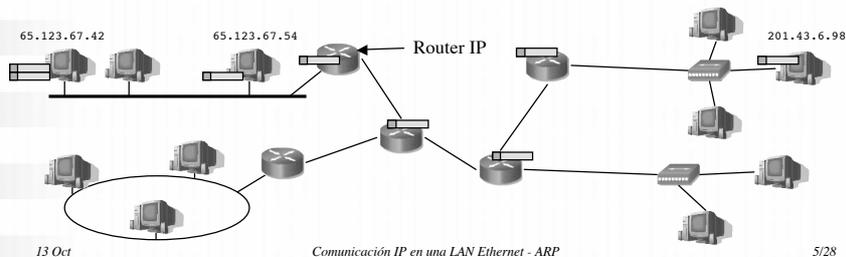
Conceptos básicos de IP

- IP transporta paquetes de una máquina a otra
- Cada interfaz en Internet tiene una dirección IP única
- En la cabecera IP se indica la dirección IP del interfaz origen del paquete y destino del mismo



Conceptos básicos de IP

- ⇒ • Podemos enviar paquetes IP desde un nodo a otros en la misma red...
- ⇒ • Pero también a nodos en diferentes redes
- ⇒ • Para lograr esto los routers trabajan como los elementos de interconexión de las redes
- ⇒ • Un router tiene varios interfaces de red, uno en cada red
- ⇒ • Un host, para hacer llegar un paquete IP a una máquina en otra red se lo entrega al router que haya en su red...
- ⇒ • El router lo enviará a otro y así sucesivamente hasta llegar a la red destino donde es recogido por el destinatario...



Contenido

- Repaso de conceptos básicos de IP
- **Comunicación IP entre máquinas en la misma LAN (Ethernet): ARP**
- Comunicación IP entre máquinas en diferentes redes
- Proxy ARP

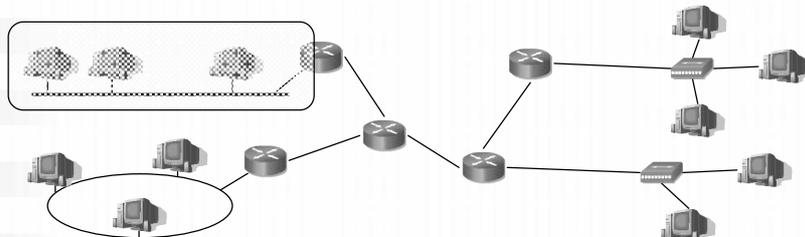
13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

6/28

Comunicación IP en una LAN

- ¿Cómo se produce el intercambio de paquetes IP cuando origen y destino pertenecen a la misma LAN?...



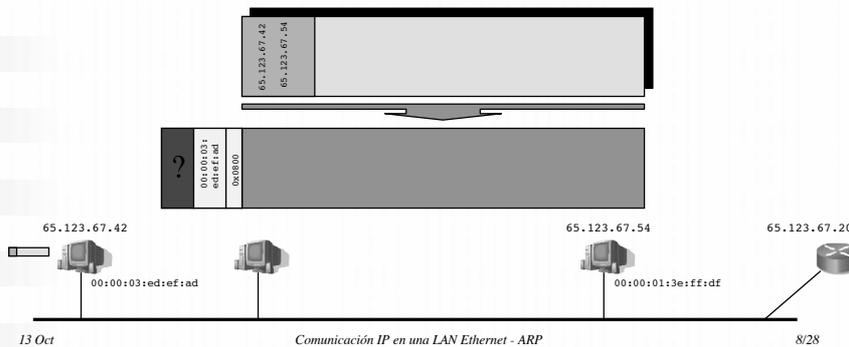
13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

7/28

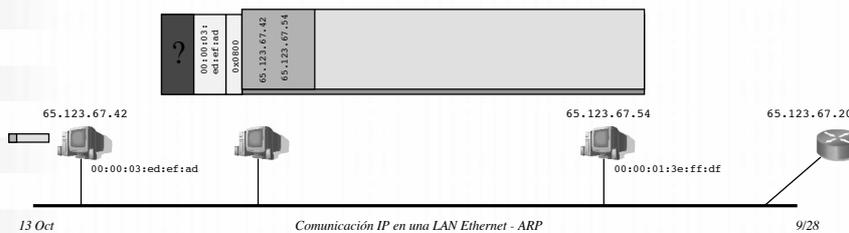
Comunicación IP en una LAN Ethernet

- ¿Cómo se produce el intercambio de paquetes IP cuando origen y destino pertenecen a la misma LAN?...
- ➔ • Supongamos que el host 65.123.67.42 tiene un paquete IP para enviar a la máquina de IP 65.123.67.54. El host origen sabe que el destino está en su misma red.
- ➔ • Para enviar el paquete debemos hacerlo dentro de una trama Ethernet
- ➔ • El Ethertype será 0x0800 para indicar que los datos son del protocolo IP
- ➔ • La dirección MAC origen será la de la tarjeta del host que la envía
- ➔ • ¿Cómo sabe el origen cuál es la dirección MAC de la tarjeta con IP 65.123.67.54?...



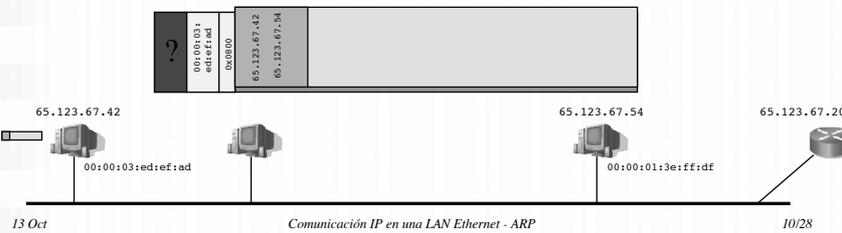
Comunicación IP en una LAN Ethernet

- El host origen necesita averiguar la dirección MAC de la tarjeta Ethernet que tiene configurada la dirección IP 65.123.67.54. ¿Qué podría hacer?...



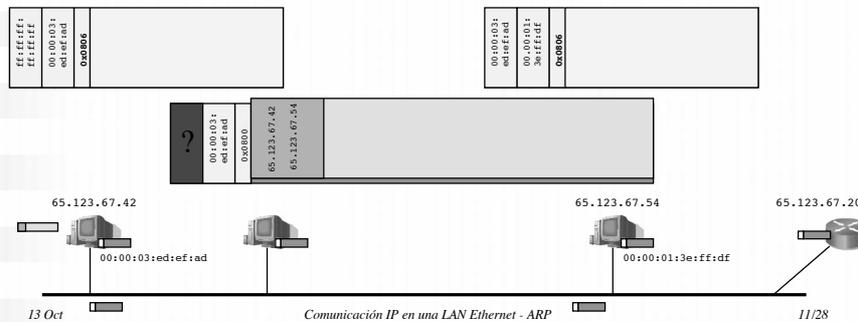
Comunicación IP en una LAN Ethernet

- El host origen necesita averiguar la dirección MAC de la tarjeta Ethernet que tiene configurada la dirección IP 65.123.67.54. ¿Qué podría hacer?...
- ➡ - Tener una tabla estática con las correspondencias (IP->MAC)
 - Problema: Si se añade un nuevo host hay que reconfigurar la tabla de todos
- ➡ - Asignar la IP de forma que de ella se pueda extraer la MAC
 - Problema: Las direcciones MAC Ethernet son de 48bits, las IPs son de 32bits
- ➡ - Diseñar un protocolo para averiguar la dirección MAC del interfaz preguntándose la al mismo
 - Problema: Requiere tráfico de broadcast



Comunicación IP en una LAN Ethernet

- El host origen necesita averiguar la dirección MAC de la tarjeta Ethernet que tiene configurada la dirección IP 65.123.67.54. ¿Qué hace?... ARP
- ➡ - Construye una trama para transportar una PDU de ARP (Address Resolution Protocol) (NO es IP) que emplea el Ethertype 0x0806
- ➡ - La MAC destino de esta trama es la dirección de broadcast Ethernet (FF:FF:FF:FF:FF:FF)
- ➡ - En los datos se indica esa pregunta: ¿Cuál es la dirección MAC del interfaz con dirección IP 65.123.67.54?
- ➡ - Se envía esa trama, que será leída por todos los interfaces...
- ➡ - Todos la descartan salvo la máquina que tiene esa dirección IP...
- ➡ - La máquina con esa IP envía de vuelta otra trama ARP diferente donde le indica su dirección MAC...

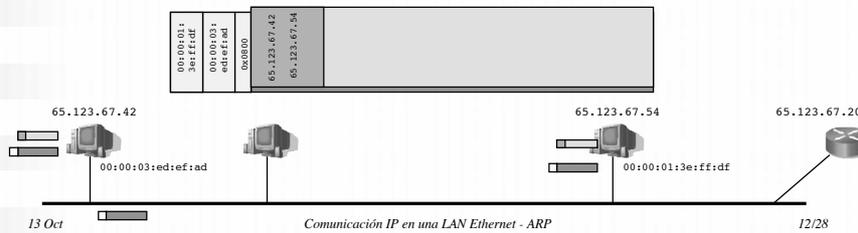


Comunicación IP en una LAN Ethernet

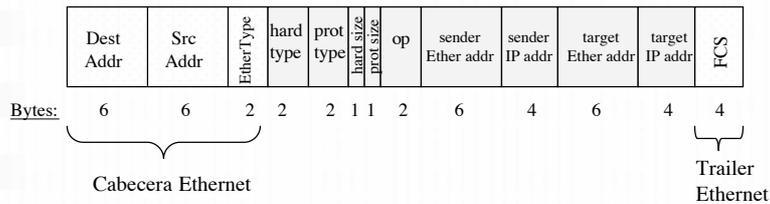
- ➡ • Ahora el host origen ya conoce la dirección MAC que estaba buscando
- ➡➡ • La coloca en el campo de "Dirección MAC destino" de la trama con el paquete IP
- ➡➡ • Envía la trama...
- ➡➡ • El destinatario (el único con esa dirección MAC) la lee y extrae el paquete IP...
- ➡➡ • El host origen se apunta en una tabla (caché ARP) que el interfaz con esa IP tiene esa MAC. Así, la próxima vez que desee enviarle un paquete no necesitará preguntar por su MAC

Caché ARP del PC A (65.123.67.42)

Dirección IP	Dirección MAC	Time
65.123.67.54	00:00:01:3e:ff:df	13:45



Formato de la PDU de ARP



- *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

13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

13/28

Formato de la PDU de ARP (Ejemplos)

ARP Request	ff:ff:ff:ff:ff:ff	00:00:03:ed:ef:ad	0x0806	1	0x0800	6	4	1	00:00:03:ed:ef:ad	65.123.67.42	00:00:00:00:00:00	65.123.67.54	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	65.123.67.54	00:00:03:ed:ef:ad	65.123.67.42	FCS'

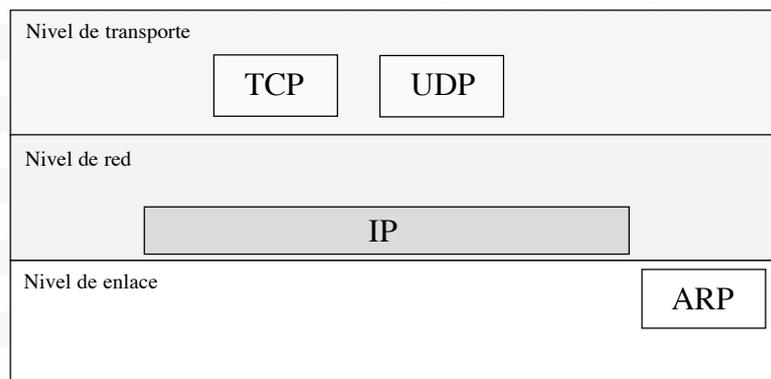
- *hardware* = nivel de enlace, *protocol* = nivel de red
- *hard type* = tipo de dirección de enlace (1 = Ethernet)
- *prot type* = tipo de dirección de red (0x0800 = IP)
- *hard size* = tamaño en bytes de la dirección de enlace (Ethernet -> 6)
- *prot size* = tamaño en bytes de la dirección de red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

13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

14/28

Dónde encaja ARP en la pila TCP/IP



13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

15/28

Contenido

- Repaso de conceptos básicos de IP
- Comunicación IP entre máquinas en la misma LAN (Ethernet): ARP
- **Comunicación IP entre máquinas en diferentes redes**
- Proxy ARP

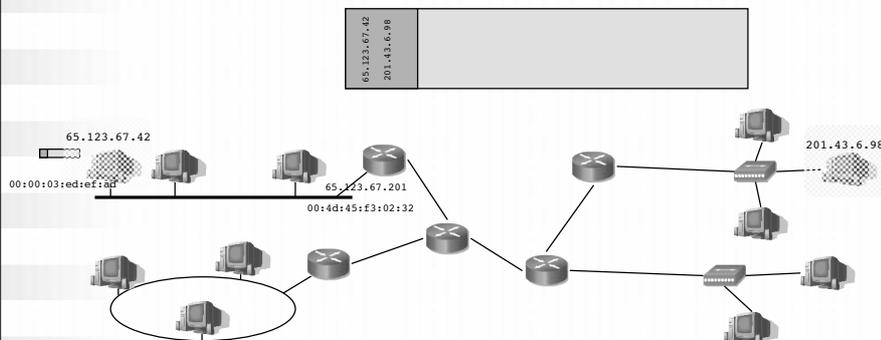
13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

16/28

Comunicación IP entre redes

- ⇒ • ¿Cómo se produce el intercambio de paquetes IP cuando origen y destino pertenecen a distinta LAN?
- ⇒ • Supongamos que el host 65.123.67.42 tiene un paquete IP para enviar a la máquina de IP 201.43.6.98
- ⇒ • El host origen sabe que el destino está en otra red.
- ⇒ • Prepara el paquete con su IP como origen y la del otro como destino



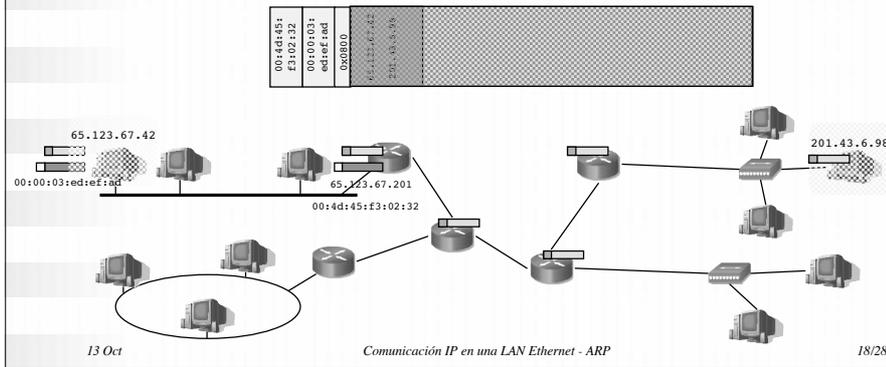
13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

17/28

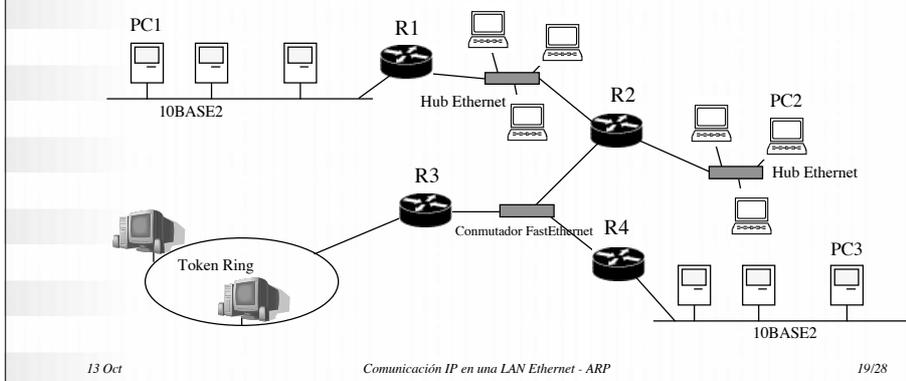
Comunicación IP entre redes

- ⇓ • Ahora le debe entregar el paquete IP a su router de salida. ¿Cómo lo hace?
- ⇓ • Para enviar el paquete por la Ethernet debe encapsularlo en una trama Ethernet
- ⇓ • La dirección MAC origen es la suya, el Ethertype es 0x0800 (IP)...
- ⇓ • La dirección MAC destino debe ser la del interfaz del router en su red
- ⇓ • Si no la conoce, ¿cómo puede averiguarla?...
 - ARP preguntando: ¿Qué dirección MAC tiene el interfaz de dirección IP 65.123.67.201?
 - Averigua así la MAC del interfaz del router que está en su red (00:4d:45:f3:02:32)



Ejemplos

- 1) PC1 quiere enviar un paquete a PC2. ¿Cómo lo hace?
- 2) PC3 quiere enviar un paquete a PC2. ¿Cómo lo hace?



Contenido

- Repaso de conceptos básicos de IP
- Comunicación IP entre máquinas en la misma LAN (Ethernet): ARP
- Comunicación IP entre máquinas en diferentes redes
- **Proxy ARP**

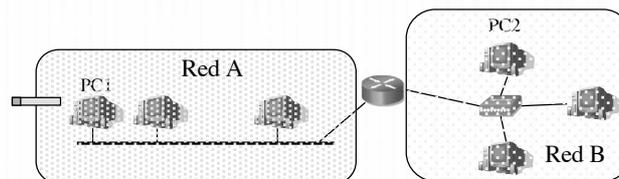
13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

20/28

Proxy ARP

- ⇒• También llamado el “ARP Hack”
- ⇒• Supongamos que PC1 desea enviar un paquete IP a PC2
- ⇒• Están en dos redes separadas por un router
- ⇒• El funcionamiento es el que hemos visto hasta ahora:
 - PC1 sabe que PC2 está en otra red
 - Debe enviar la trama con el paquete IP al router
 - Si no conoce la MAC del router la averigua con un ARP preguntando por la MAC de la IP del router en su red



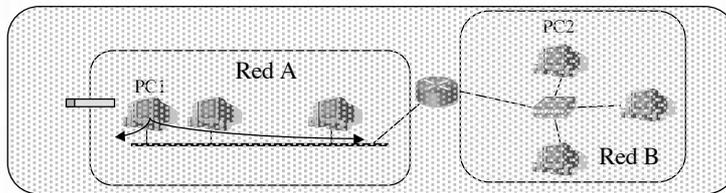
13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

21/28

Proxy ARP

- ⇒• Ahora supongamos que PC1 cree que en realidad él está directamente conectado a toda la red...
- ⇒• Entonces PC1 cree que PC2 está en su misma red y por lo tanto puede comunicarse con él sin necesidad de un router
- ⇒• Intentará enviarle el paquete IP en una trama MAC dirigida directamente a PC2
- ⇒• Para ello intenta calcular la dirección MAC de PC2. ¿Cómo?...
- ⇒• Enviará un *ARP Request* preguntando por la MAC del interfaz cuya IP es la de PC2. ¿Qué sucede?
- ⇒• Nadie contesta. El router es un router IP: Reenvía paquetes IP
- ⇒• El router ignora el ARP igual que cualquier otro nodo dado que no pregunta por ninguna de sus direcciones IP



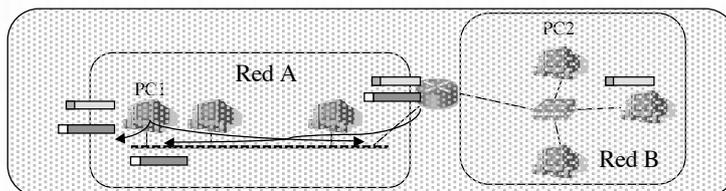
13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

22/28

Proxy ARP

- ⇒• Solución... Proxy ARP. Es una funcionalidad en el router
- ⇒• El router sí conoce la existencia de las dos redes
- ⇒• Cuando ve un ARP en la Red 1 que hace referencia a una máquina que se encuentra en la Red 2 él contesta al ARP
- ⇒• El *ARP Reply* que recibe PC1 contiene la dirección MAC del interfaz del router que está conectado a su red
- ⇒• PC1 cree que envía la trama a la MAC de PC2 pero en realidad la envía al router...
- ⇒• El router una vez que tiene la trama extrae el paquete IP y sigue su funcionamiento habitual...



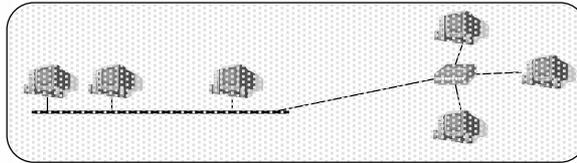
13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

23/28

Ejemplos de Proxy ARP

- Una red crece y se decide dividirla en dos



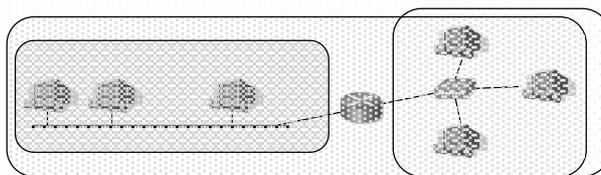
13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

24/28

Ejemplos de Proxy ARP

- Una red crece y se decide dividirla en dos



- El software de red de los hosts no soporta este cambio, siguen pensando que la red es la antigua
- Se resuelve activando la funcionalidad de Proxy ARP en el router

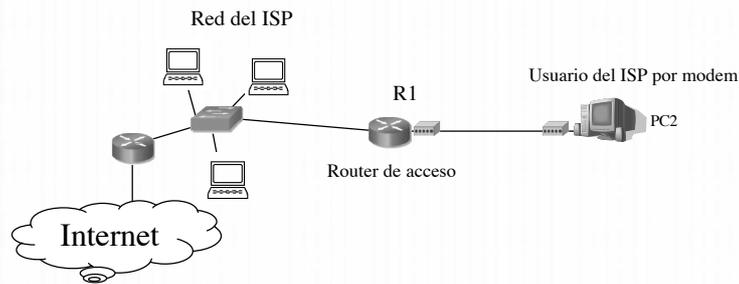
13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

25/28

Ejemplos de Proxy ARP

- Acceso a Internet por modem



13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

26/28

Resumen

- Enviar un paquete IP en un enlace Ethernet requiere colocarlo dentro de una trama
- La dirección MAC destino de la trama será la del siguiente elemento de red:
 - El host destino si se está conectado a su red
 - El siguiente router en el camino
- La dirección MAC del siguiente nodo se averigua de forma dinámica mediante el protocolo ARP
- La configuración de un nodo puede hacerle creer equivocadamente que el siguiente salto está en su red
- El router puede responder a este ARP en favor del siguiente nodo: Proxy ARP

13 Oct

Comunicación IP en una LAN Ethernet - ARP

27/28

Próxima clase

Direccionamiento IP original