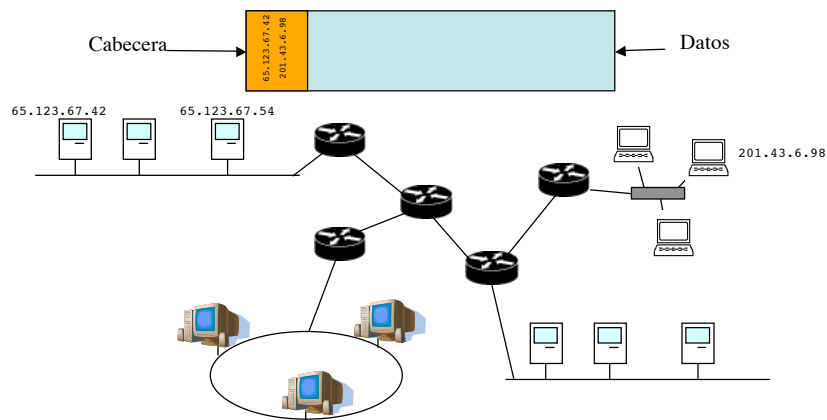


ARP

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

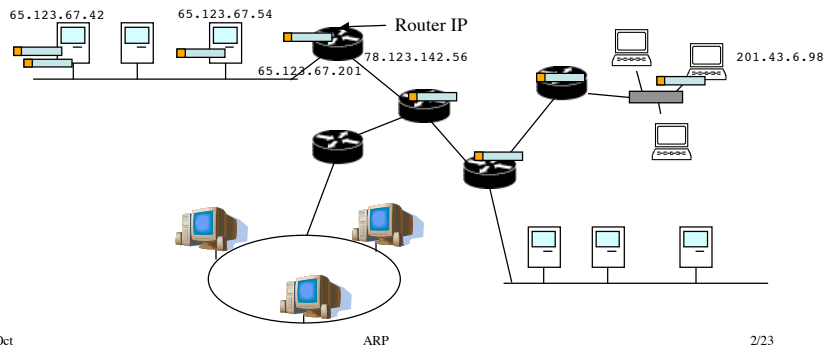
Conceptos básicos de IP

- IP transporta “paquetes” de una máquinas a otras
- Cada interfaz en Internet tiene una dirección IP única
- Cada paquete IP tiene una cabecera donde se indica la dirección IP de la máquina que lo envía y la dirección de la máquina que lo debe recibir



Conceptos básicos de IP

- Podemos enviar paquetes IP a máquinas en la misma red
- Pero también a máquinas en diferentes redes. Para ello los routers interconectan las diferentes redes
- Un router tiene varios interfaces de red, uno en cada red y una dirección IP en cada uno
- 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



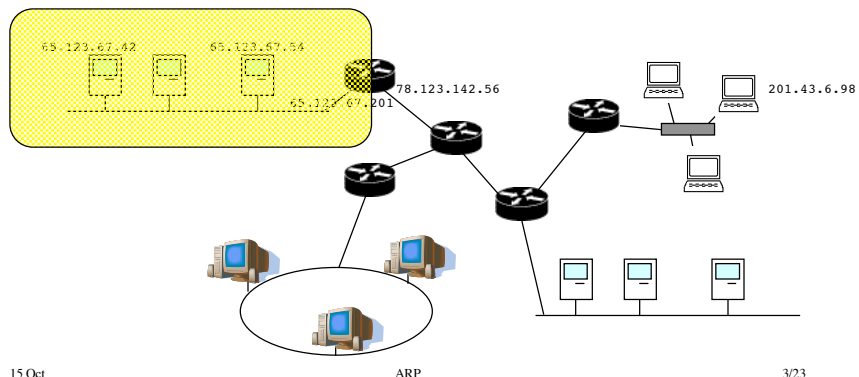
15 Oct

ARP

2/23

Comunicación IP en una LAN

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



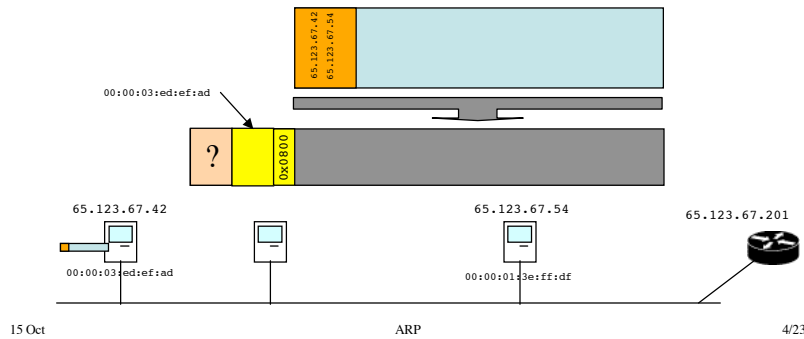
15 Oct

ARP

3/23

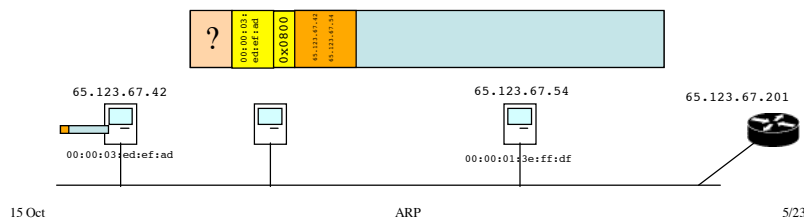
Comunicación IP en una LAN Ethernet

- ¿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 red.
- Para enviar el paquete debemos hacerlo dentro de una trama Ethernet
- La dirección MAC origen será la de la tarjeta del host que la envía
- El Ethertype será 0x0800 para indicar que los datos son del protocolo IP
- ¿Cómo sabe el host origen cuál es la dirección MAC de la tarjeta con IP 65.123.67.54?...



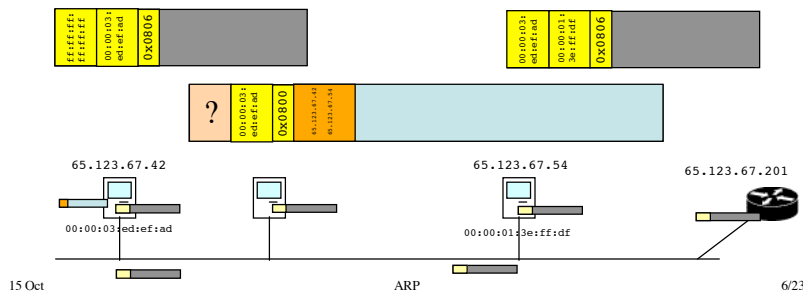
Comunicación IP en una LAN Ethernet

- 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?...
- Tener una tabla estática con las correspondencias (IP->MAC)
 - Problema: Si se añade un nuevo host hay que reconfigurar la tabla en 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 con la IP deseada



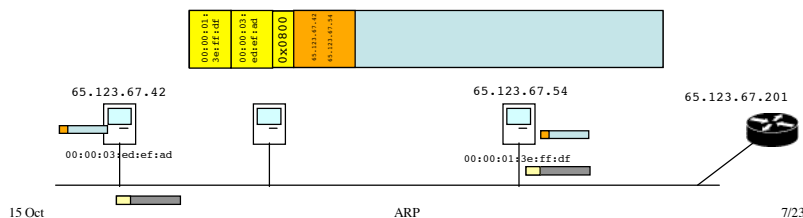
Comunicación IP en una LAN Ethernet

- El host origen necesita averiguar la dirección MAC de la tarjeta Ethernet que tiene configurada la dirección IP 65.123.67.54. ¿Qué hace?...
- Construye otra trama de otro protocolo (no es IP). El protocolo se llama ARP (Address Resolution Protocol) y emplea el Ethertype 0x0806
- La MAC destino de esta trama es la dirección de broadcast (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



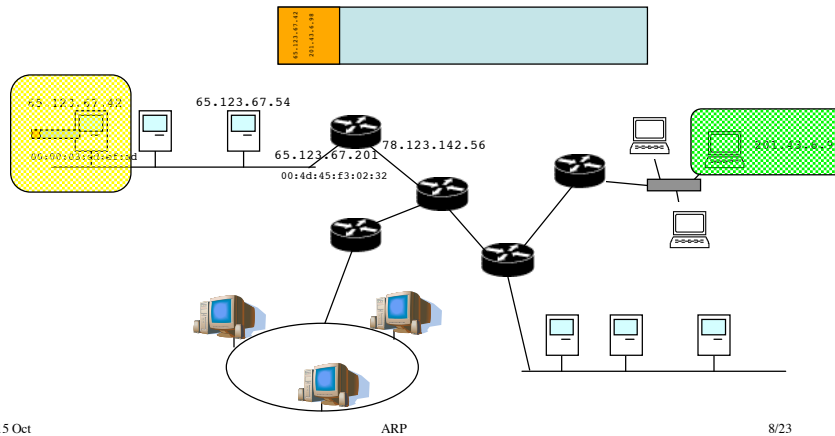
Comunicación IP en una LAN Ethernet

- 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 con el paquete IP
- 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 IP no necesitará preguntar por su MAC



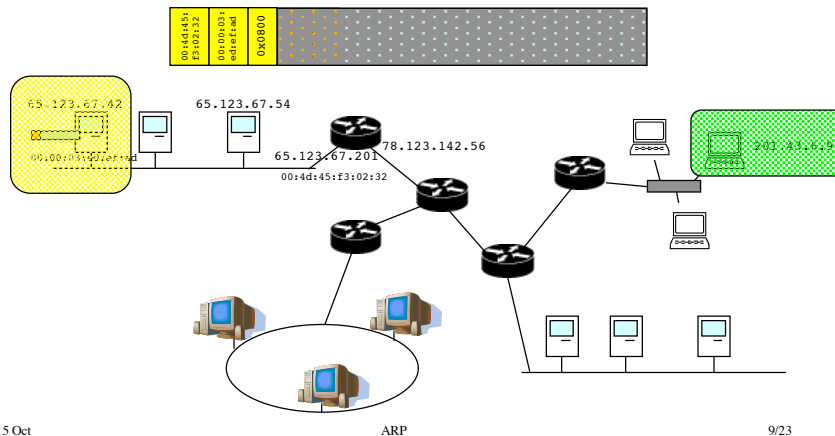
Comunicación IP entre redes

- ¿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 host como destino



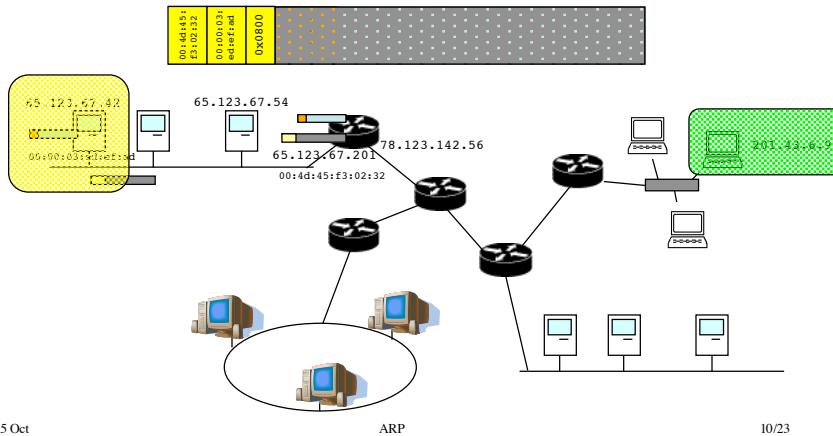
Comunicación IP entre redes

- 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 la averigua haciendo un ARP: ¿Quién tiene la IP 65.123.67.201 ?



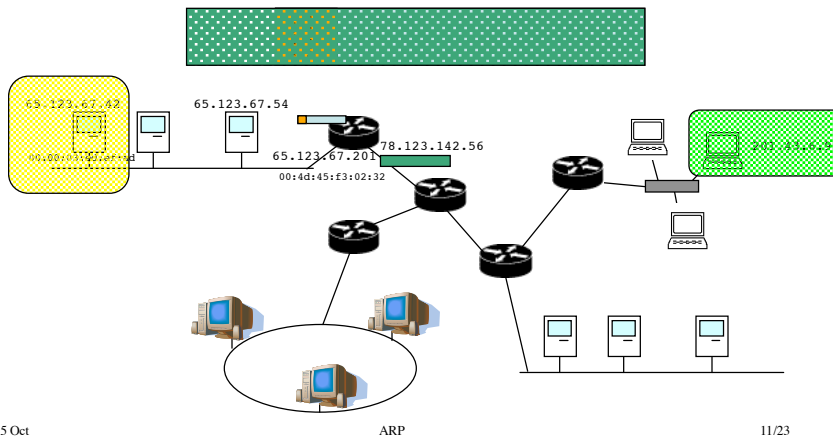
Comunicación IP entre redes

- Ahora envía la trama
- El router la recibe porque se dirige a su dirección MAC
- El router extrae el paquete IP de la trama
- La IP destino no es una de sus IPs, no es para él. Decide por dónde reenviarlo



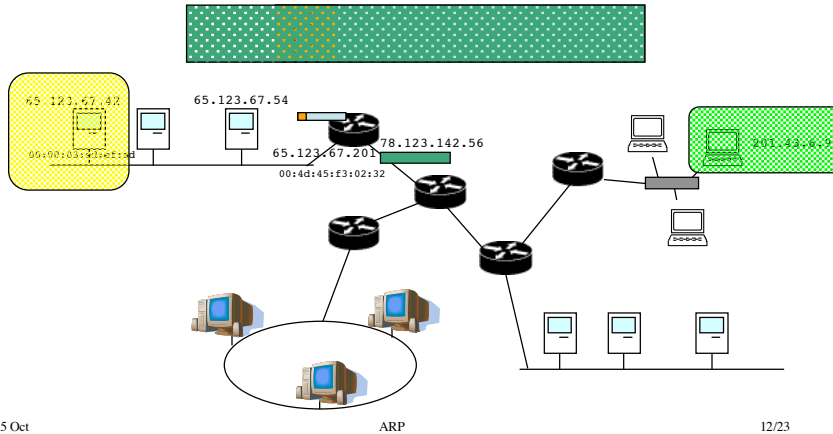
Comunicación IP entre redes

- Decide enviarlo por el interfaz en el que tiene la dirección 78.123.142.56
- NO cambia las direcciones IP del paquete: origen y destino siguen siendo los mismos
- Sí cambia algunos campos en la cabecera IP (TTL, Checksum)
- Reencapsula el paquete IP como corresponda para la tecnología del siguiente enlace y lo envía al siguiente router



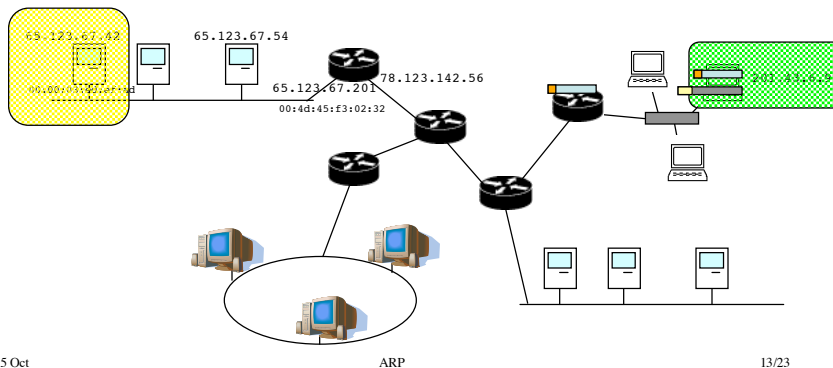
Comunicación IP entre redes

- Por ejemplo, si este nuevo enlace fuera Ethernet colocaría como MAC origen la del interfaz por el que envía la trama y como MAC destino la del interfaz del router que la debe recibir
- Conocerá la IP del siguiente router porque es la información que guarda sobre los caminos. Si no conoce la MAC la puede averiguar haciendo un ARP



Comunicación IP entre redes

- De este modo el paquete IP irá pasando de router a router hasta alcanzar al router de entrada a la red donde está la máquina destino
- Este router sabe que la máquina destino de ese paquete IP se encuentra en una red a la que él está conectado
- El router enviará el paquete al host en una trama donde la MAC origen será la MAC del interfaz del router que lo envía y la MAC destino la del host destino final
- Si no conoce la MAC del host final la averigua haciendo un ARP



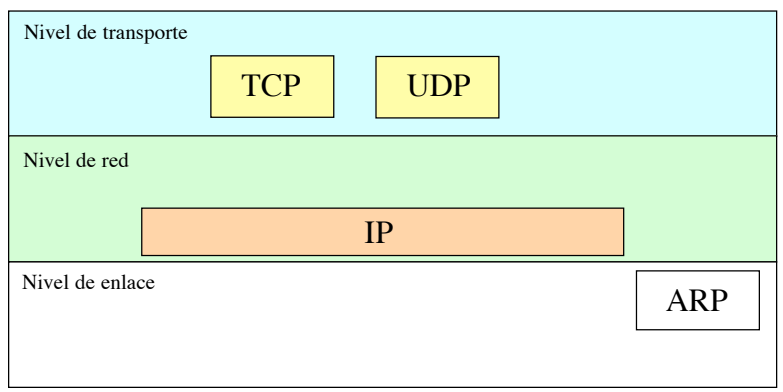
Formato de la trama ARP

	Dest Addr	Src Addr	0x0806	Hardware addr space	Protocol addr space	HW length	Proto length	Operation	Sender HW addr	Sender Proto addr	Destination HW addr	Destination Proto addr	CRC
Bytes	6	6	2	2	2	1	1	2	6	4	6	4	4

ARP Request ff:ff:ff:ff:ff:ff MACHost1 0x0806 1 0x0800 6 4 1 MACHost1 IPHost1 0 IPHost2
 ARP Reply MACHost1 MACHost2 0x0806 1 0x0800 6 4 2 MACHost2 IPHost2 MACHost1 IPHost1

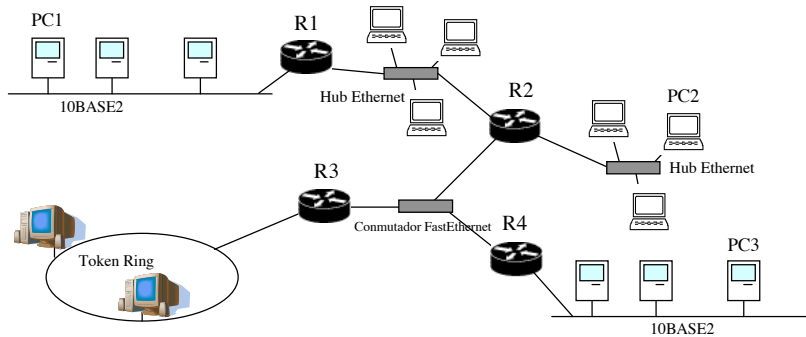


Dónde encaja ARP en la pila TCP/IP



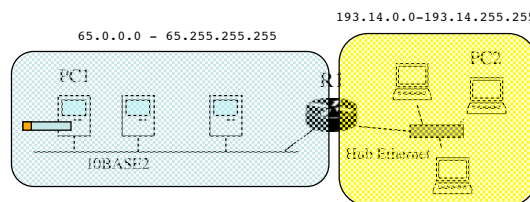
Ejemplos

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



Proxy ARP

- También llamado el “ARP Hack”
- Supongamos que PC1 desea enviar un paquete IP a PC2
- Las dos redes son...
- 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



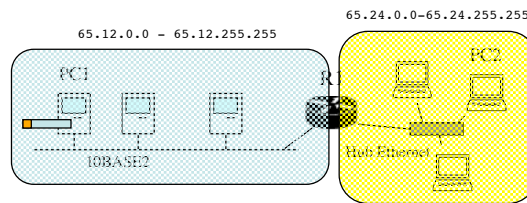
15 Oct

ARP

17/23

Proxy ARP

- Ahora supongamos que las redes son...
- El funcionamiento sería el mismo:
 - 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



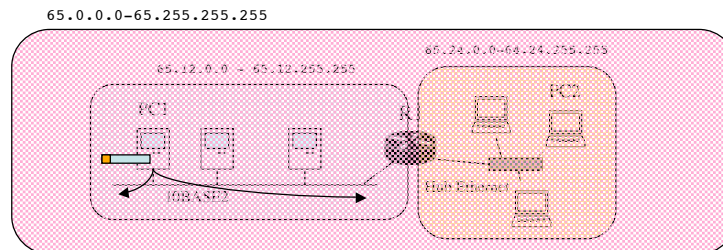
15 Oct

ARP

18/23

Proxy ARP

- Pero puede suceder que PC1 no entienda que su red contiene solo las direcciones 65.12.0.0-65.12.255.255
 - PC1 puede pensar que su red contiene a 65.0.0.0-65.255.255.255
 - Entonces cree que PC2 está conectado a su misma red Ethernet. ¿Qué hará?...
 - Enviará un ARP en su red para averiguar la MAC de la IP de PC2
 - Nadie contestará porque la máquina con esa IP no está en esa red. No sabe a qué dirección MAC enviar el paquete IP, no sabe qué hacer con él, dará un error.
 - Nota: El router reenvía paquetes IP. El ARP NO es un paquete IP



15 Oct

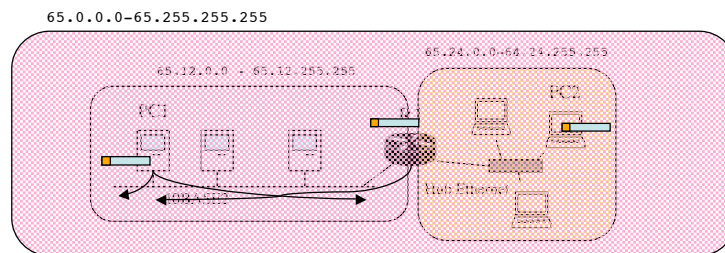
ARP

19/23

Proxy ARP

• Solución... Proxy ARP:

- PC1 envía un ARP
- El Router sabe que PC2 está en la otra red
- El Router envía una respuesta ARP a PC1
- En la respuesta indica la MAC de su interfaz en esa red como la correspondiente a PC2
- Ahora PC1 cree que PC2 está en su red y su MAC es la del interfaz del router
- PC1 envía el paquete IP a esa dirección MAC
- El router recibe el paquete IP, ve que la dirección IP destino está en la otra red, lo reenvía



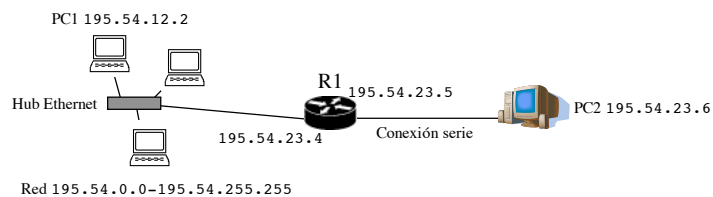
15 Oct

ARP

20/23

Ejemplo de Proxy ARP

- PC2 conexión por línea serie (modem) con el router
- La IP de PC2 pertenece a la red de la izquierda del router
- ¿Qué sucede cuando PC1 quiere enviar un paquete IP a PC2?



15 Oct

ARP

21/23

Resumen

- IP nos permite enviar paquetes IP a hosts en la misma red o en otra red
- Cuando hay que enviar el paquete IP en una red Ethernet hace falta conocer la dirección MAC del interfaz destino
- Para averiguar la MAC de forma dinámica se emplea el protocolo ARP
- Cuando el paquete se ha de entregar a un router habrá que enviarlo a su dirección MAC
- Cuando el paquete llega a la red destino se le entrega al host destino enviándolo a su dirección MAC
- Los routers IP NO reenvían paquetes ARP
- Un router puede responder a preguntas ARP en favor de otro host. Esto se llama actuar como Proxy ARP

15 Oct

ARP

22/23

Próximo día

Direccionamiento IP

15 Oct

ARP

23/23