

	<b>Práctica de conexión de un PC a una red IP y ARP</b> S10	
Redes y Servicios de Comunicaciones		2016-2017

## 1.- Introducción y Objetivos

Esta práctica tiene como objetivo familiarizar al alumno con la configuración IPv4 de equipos finales y el funcionamiento del protocolo ARP. Para ello, los alumnos deberán trabajar sobre la configuración de un sencillo escenario formado por equipos finales (PCs con sistema operativo Linux) en la red del laboratorio.

El sistema operativo accesible en cada PC del Laboratorio contiene la pila de protocolos conocida normalmente como pila TCP/IP. Esta pila de protocolos es la que hará posible la comunicación en red. Puede encontrar información sobre la implementación de la pila consultando las páginas de manual en la línea de comandos (por ej. 'man 7 ip').

## 2.- Normas de la práctica

Lea atentamente el enunciado hasta el final antes de empezar a ejecutar la práctica. La práctica se realizará en grupos de 2 personas.

Para poder realizar la práctica es necesario disponer de una cuenta de usuario en los laboratorios docentes del Departamento de Ingeniería Telemática. Para algunos de los comandos es necesario tener permisos de *superusuario* (administrador). Para dichos comandos (configuración de direcciones, rutas, etc), deben anteponer el comando `sudo` (se os pide vuestra contraseña de usuario). Si tiene problemas, pregunte al profesor de prácticas.



*Las partes del enunciado entre estos símbolos plantean cuestiones que se van proponiendo a lo largo de la sesión. Cada pareja debe contestar a estas cuestiones por escrito y entregarlas al final de la sesión de laboratorio al profesor de la asignatura.*



En algunas partes de la práctica se hará uso del programa de captura y análisis de tráfico Wireshark.

*Duración estimada en laboratorio: 2 horas*

## 3.- Trabajo previo al comienzo de la sesión de laboratorio

Repase en el libro de la asignatura el funcionamiento del protocolo de resolución de direcciones ARP (sección 5.4.2, incluido el envío de un datagrama a un nodo fuera de la subred) y en general los conocimientos de la sesión 8 de clase.

Repase el funcionamiento del programa Wireshark. Para el uso del programa, puede consultar las páginas de manual del sistema o la documentación en línea (Wireshark Documentation), disponible en <http://www.wireshark.org/docs/>. También se recomienda leer atentamente antes de realizar la práctica la guía de ayuda a Wireshark facilitada junto con el material de la práctica de la sesión 6.

*Prepare la práctica leyendo el enunciado con cuidado. Piense los resultados que son de esperar de cada apartado de la práctica. Repase la teoría donde sea necesario. Estudie los manuales y páginas de ayuda de comandos, y tenga identificados todos los comandos necesarios para realizar la práctica. Esto le permitirá entender y aprovechar mucho mejor el desarrollo de la práctica.*

## 4.- Descripción de la práctica

Arranque el PC seleccionando el sistema operativo Linux (la versión del kernel es indiferente). El sistema operativo Linux posee una gran cantidad de herramientas de configuración y monitorización de red. Las herramientas que utilizaremos para esta práctica son:

- *hostname*. Devuelve el nombre de la máquina local (PC).
- *ifconfig*. Permite configurar (y mostrar la configuración) interfaces de red (direcciones básicamente). En sistemas MS Windows el comando equivalente es *ipconfig*.
- *route*. Presenta (y modifica) la tabla de reenvío local (la de la propia máquina).
- *arp*. Presenta (y modifica) la tabla caché que asocia direcciones IPv4 con direcciones MAC conocidas.
- *ip*. Los tres comandos anteriores son típicos en cualquier sistema operativo Unix (y también en algunos otros). Sin embargo, actualmente existe otro comando, el comando *ip*, que aglutina las funciones de todos ellos (además de algunas otras). El comando *ip* es más versátil. Se recomienda que utilice ambas opciones.
- *ping*. Verifica la conectividad IPv4 entre dos máquinas en red.
- *traceroute*. Traza la ruta que siguen los paquetes IP desde la máquina local a una máquina remota con la que existe conectividad IPv4 (en sistemas MS Windows el equivalente es *tracert*).

Para la aplicación de estas herramientas puede obtenerse ayuda, mediante las páginas de manual del sistema (*man <comando>*) o la ayuda en línea de las propias herramientas en especial la del comando *ip* (*ip help*), que es muy completa y sencilla.

Durante la práctica se le pide que realice acciones que requerirán escoger el comando adecuado y utilizarlo. A veces existen varios comandos que pueden ser utilizados (por ejemplo, *ifconfig* e *ip*). Intente probar todas las opciones posibles para así poder trabajar con el mayor número posible de herramientas (tenga en cuenta que no en todos los entornos reales se encontrará con todas estas herramientas disponibles).

### 1. Descubra la configuración de su PC:



a. ¿Cómo se llama el equipo? ¿Cuántas interfaces de red posee y de qué tipo? ¿cuál es la dirección de nivel de enlace (dirección MAC Ethernet o dirección HW) por interfaz?



b. ¿Cuáles son las direcciones de red (direcciones IPv4) del equipo (compruébelas usando los comandos adecuados en el equipo)? Para la red IPv4 del laboratorio (interfaz eth0) ¿cuál es la dirección de (sub)red y cuál la dirección de broadcast? ¿a cuántos PCs se les puede asignar una dirección IPv4 con el rango de nuestra (sub)red?



### 2. Compruebe el funcionamiento del protocolo ARP:

a. Llamemos a su ordenador *PC\_A*. Antes de realizar la prueba, seleccione otro PC (uno que no sea *PC\_A*) y llámémosle *otro\_PC*. Este *otro\_PC* tendrá una dirección IPv4 que llamamos *dirIP\_otroPC*. Esta dirección se va a utilizar como destino durante la prueba. Para seleccionar *otro\_PC* puede simplemente escoger algún ordenador de su alrededor, y su dirección IPv4 estará escrita en su etiqueta de identificación. Sin embargo, asegúrese de que, si otro grupo de estudiantes está usando *otro\_PC* como su PC para realizar la práctica, entonces ese grupo no ha escogido *PC\_A* como destino de sus pruebas (es decir, si el grupo de prácticas de *PC\_A* ha escogió *otro\_PC* como destino de sus pruebas, el grupo de prácticas de *otro\_PC* no puede usar *PC\_A* como su *otro\_PC*).

b. Visualice la tabla de resolución de direcciones (direcciones IPv4 <-> direcciones MAC) que tiene su propio PC en caché. ¿Aparece la *dirIP\_otroPC* en dicha tabla? Si aparece, escoja otro PC destino, que no aparezca en la tabla.



c. Compruebe la conectividad al *otro\_PC* (si no hay conectividad, elija otro PC destino y vuelva al apartado anterior). Después de probada la conectividad, vuelva a comprobar la tabla de resolución de direcciones (direcciones IPv4 <-> direcciones MAC) que tiene en su PC en caché. Reflexione sobre lo que ha ocurrido y por qué.



- d. Introduzca el comando `arp -d <dirIP_otroPC>` o el comando `ip neigh del <dirIP_otroPC> dev eth0`. Compruebe en las páginas de manual qué hacen estas instrucciones y verifique que los comandos usados han hecho lo que se esperaba.
- e. Inmediatamente, y después de asegurarse que no aparece en la cache ARP la entrada correspondiente a `dirIP_otroPC`, compruebe de nuevo si existe conectividad con dicho PC.
- f. Si de nuevo vuelve a comprobar la conectividad con `dirIP_otroPC` (ejecuta de nuevo el comando ping) ¿nota alguna diferencia con el caso anterior (apartado e.)? Pista: observe los valores de “time” que muestran en pantalla las ejecuciones de ambos ping.
- g. Borre de nuevo en la caché ARP de su PC la entrada correspondiente a la dirección IP del otro PC (`dirIP_otroPC`). Realice ahora un nuevo ping al `otro_PC` capturando el tráfico intercambiado con wireshark<sup>1</sup>. Obtenga las tramas ARP intercambiadas e indique el contenido de los siguientes campos para cada una de las tramas ARP intercambiadas, completando las siguientes tablas:

**ARP Request:**

Cabeceras Ethernet	Dir	¿A qué equipo pertenece? <sup>2</sup> (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC,...)
Dir MAC Origen:		
Dir MAC Destino:		
Campos ARP	Dir	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC,...)
Sender MAC address:		
Sender IP address:		
Target MAC Address:		
Target IP Address:		

**ARP Reply:**

Cabeceras Ethernet	Dir	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC,...)
Dir MAC Origen:		
Dir MAC Destino:		
Campos ARP	Dir	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC,...)
Sender MAC address:		
Sender IP address:		
Target MAC Address:		
Target IP Address:		

- h. Estudie la *tabla de reenvío IPv4* de su PC. Determine el router por defecto que utiliza su PC. ¿Qué dirección IP (`dirIP_router`) y qué dirección MAC (`dirMAC_router`) tiene la interfaz de ese router conectada a la subred donde está su PC?

<sup>1</sup> Nótese que en el laboratorio habrá mucho tráfico ARP, y que además parte del tráfico ARP es broadcast (llega a todos los equipos). Así que, para visualizar el tráfico ARP que le interesa tendrá que usar los filtros adecuados en wireshark. Indique en su respuesta a cada apartado los filtros que utilice.

<sup>2</sup> Si en la columna anterior se indica una dirección concreta, aquí se le pide que indique conceptualmente a qué equipo u equipos pertenece esa dirección (ej. si es la dirección IP de su propio equipo indique `dirIP_miPC`, o si es una dirección de broadcast indique `dir_broadcast`).



- i. Capturando tráfico, realice un ping a *dirIP\_otroPC* ¿qué direcciones MAC destino e IP destino llevan los paquetes ICMP correspondientes al ping?



**Echo request:**

<b>Cabecera MAC</b>	<b>Dir</b>	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC, dirIP_router, dirMAC_router, ...)
Dir MAC Origen:		
Dir MAC Destino:		
<b>Cabecera IP</b>	<b>Dir</b>	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC, dirIP_router, dirMAC_router, ...)
Dir IP Origen:		
Dir IP Destino:		

**Echo reply:**

<b>Cabecera MAC</b>	<b>Dir</b>	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC, dirIP_router, dirMAC_router, ...)
Dir MAC Origen:		
Dir MAC Destino:		
<b>Cabecera IP</b>	<b>Dir</b>	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC, dirIP_router, dirMAC_router, ...)
Dir IP Origen:		
Dir IP Destino:		



- j. Capturando tráfico, realice un ping a *www.it.uc3m.es* (máquina que no está en la red del laboratorio) ¿qué direcciones MAC destino e IP destino llevan los paquetes ICMP correspondientes al ping?



**Echo request:**

<b>Cabecera MAC</b>	<b>Dir</b>	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC, dirIP_router, dirMAC_router, ...)
Dir MAC Origen:		
Dir MAC Destino:		
<b>Cabecera IP</b>	<b>Dir</b>	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC, dirIP_router, dirMAC_router, ...)
Dir IP Origen:		
Dir IP Destino:		

**Echo reply:**

<b>Cabecera MAC</b>	<b>Dir</b>	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC, dirIP_router, dirMAC_router, ...)
Dir MAC Origen:		
Dir MAC Destino:		
<b>Cabecera IP</b>	<b>Dir</b>	¿A qué equipo pertenece? (dirMAC_miPC, dirMAC_otroPC, dirIP_miPC, dirIP_otroPC, dirIP_router, dirMAC_router, ...)
Dir IP Origen:		
Dir IP Destino:		

-  k. En base a los visto en los aparatados j e i, suponiendo que la caché ARP de su PC está vacía, y cuando su PC tiene que enviar tráfico IPv4 a *www.it.uc3m.es* ¿qué dirección MAC necesitará averiguar su PC para enviar el tráfico y qué dirección IP utilizará para preguntar por ella? ¿y si el tráfico es al otro PC de su subred? ¿cómo distingue su PC entre ambos casos? 
3. Realice una configuración IPv4 sencilla en una interfaz de su equipo:
-  a. Borre la dirección IPv4 de la interfaz de prácticas del ordenador (eth1<sup>3</sup>). A continuación, configure en dicha interfaz una dirección de la subred 192.168.0.0/24 (para los últimos 8 bits, emplee el valor de los últimos 8 bits de la dirección IP pública del ordenador, configurada en eth0<sup>4</sup>). Indique los comandos empleados. 
-  b. Asegúrese de que el latiguillo para la conexión del interfaz eth1 se encuentra conectado.
-  c. Compruebe la correcta configuración de la dirección haciendo un ping a la máquina otro grupo que ya haya llegado a este punto. Anote la salida que visualiza en pantalla para el comando ping ejecutado. 

## Bibliografía

- Páginas de manual de GNU/Linux
- Linux Advanced Routing & Traffic Control HOWTO, <http://www.lartc.org/howto> [Accedido en noviembre 2016].
- Linux Networking HOWTO, <http://www.tldp.org/HOWTO/Net-HOWTO/> [Accedido en noviembre 2016].

---

<sup>3</sup> La interfaz eth0 es la interfaz a través de la cual se obtiene conectividad a Internet y no debe emplearse para este apartado ni modificarse su configuración en ningún caso.

<sup>4</sup> Ej. si la dirección de eth0 es 163.117.144.100/24, configure en la eth1 la dirección 192.168.0.100/24.