

Transformación de Direcciones IP en Direcciones Físicas (ARP - Protocolo de Resolución de Direcciones)

La dirección IP y la tabla de direccionamiento permite enviar un datagrama a una red física específica, pero cuando los datos viajan a través de la red, deben obedecer los protocolos usados por la Capa Física. La red física subyacente no entiende las direcciones de red (por ejemplo IP). Las redes físicas tienen sus propios esquemas de direccionamiento y hay diferentes diseños, tantos como redes físicas existen. Una de las tareas del protocolo de acceso a la red es proyectar la dirección de red a la dirección física.

El ejemplo más común de estas capas de acceso a la red es la traslación de la dirección IP a direcciones Ethernet. El protocolo que realiza esta función es el **'Protocolo de Resolución de Direcciones'** (ARP = **Address Resolution Protocol**), el cual ha sido definido por la RFC 826.

El protocolo IP brinda una gran transparencia a las aplicaciones de la capa superior: mientras la aplicación conozca su propia dirección IP, y la del destino, sabe que puede establecer una comunicación. También brinda una gran capacidad de enrutamiento: conociendo el NetID del destino, cualquier Router puede determinar hacia dónde debe enviar el mensaje, de tal forma que en una cantidad finita de saltos el mismo llegue a la red a la cual pertenece el host destino.

Sin embargo a nivel de capas inferiores, (de capas de hardware), las direcciones IP no tienen sentido: **'a nivel físico, cada host tiene una dirección de hardware'**, la cual depende de la tecnología y los protocolos de la red LAN a la que se encuentre conectado (Ethernet, Token Ring, etc.), y es mediante estas direcciones de hardware que se produce la comunicación real.

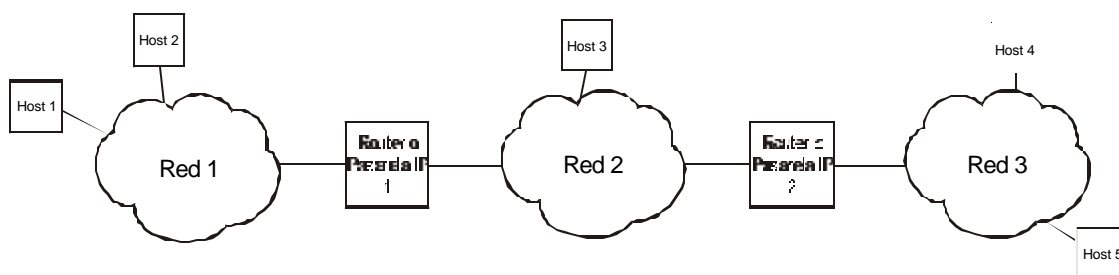
Como puede estar imaginando esto trae un problema: en algún lugar **'alguien'** debe traducir las direcciones IP en direcciones de hardware.

Con respecto a la terminología diremos que al proceso de traducir la dirección IP en una dirección de hardware se lo denomina **'Resolución de Direcciones'**.

Resolución de Direcciones

La resolución de dirección sólo se produce dentro de una red local.

Un host puede resolver la dirección de otro sólo si ambos se encuentran conectados a la misma red, un host nunca resuelve la dirección de otro ubicado en una red remota.



Un host sólo puede resolver una dirección de otro host que pertenezca a la misma red física

Figura 1

Tomemos como ejemplo la configuración de la figura 1. Supongamos que el host 1 desea enviar un mensaje al host 2, del cual conoce su dirección IP. Lo primero que hace es observar mediante el NetID, que el host 2 pertenece a la misma red, entonces resuelve su dirección (es decir encuentra su dirección de hardware), y envía el mensaje.

Ahora supongamos que el host 1 desea enviar un mensaje al host 5, del cual conoce su dirección IP. Primero inspecciona el NetID de la dirección IP del host 5, llegando a la conclusión de que no pertenece a su misma red, decide entonces enviar el mensaje al Router 1. Observe que no resuelve la dirección del Host 5, en su lugar resuelve la dirección del Router 1 (Proxy ARP), éste inspecciona la dirección IP de destino, concretamente el NetID y decide reenviar ese paquete

Transformación de Direcciones IP en Direcciones Físicas (ARP - Protocolo de Resolución de Direcciones)

hacia el Router 2, para lo cual debe resolver a la dirección del Router 2. Este Router se da cuenta que el mensaje va dirigido a un host de la red 3 (ya que observa su NetID), entonces sí resuelve la dirección de hardware del host 5 y envía el mensaje.

¿Qué es una dirección de hardware?

Con lo visto en la descripción del Modelo OSI tenemos una idea de qué es una dirección IP (Dirección de Red), ¿Pero qué es una dirección de hardware?.

La dirección de hardware reside físicamente en la interfaz de red (es decir en la placa de red), en algunos casos esta dirección no se puede modificar, en otros casos el administrador de red puede decidir cuál es la dirección de cada placa.

Por ejemplo, en el tipo de red más difundido: Ethernet, cada placa tiene una dirección asignada por el fabricante de la placa de red. **Cada dirección de placa de red de Ethernet consta de 48 bits**, y no existen en todo el mundo dos placas Ethernet con la misma dirección.

Formato de una Dirección Ethernet

48 bits

Identificación del Fabricante	Número de Serie
24 bits	24 bits

En otros casos, como las redes de tecnología Token Ring, el administrador puede configurar manualmente la dirección de cada una de las placas, para lo cual dispone de ocho bits. Si bien en este último caso 8 bits parece una cantidad escasa (doscientas cincuenta y seis direcciones distintas), no hay que olvidar que solamente hay que tener la precaución de que dos placas no tengan la misma dirección siempre y cuando estén conectadas a la misma red.

Analizaremos tres tipos de resolución de direcciones:

- **Resolución directa**
- **Resolución mediante búsqueda en tabla**
- **Resolución mediante enlace dinámico**

Resolución directa

Para explicar este tipo de resolución, lo haremos mediante un ejemplo, utilizando en este caso el de las redes tipo ProNet de tecnología Token Ring.

Como mencionamos antes, el administrador de red puede asignar los números correspondientes a la dirección de cada una de las placas de red, ya que cuenta con la posibilidad de hacerlo sobre la misma placa.

No olvidemos (esto se comprenderá más en detalle cuando estudie direccionamiento IP) que también es prerrogativa del administrador de red asignar el HostID de la dirección IP de cada host (lo que no puede cambiar es el NetID, que lo designa una autoridad competente, la InterNic). Obviamente, si puede decidir tanto el valor del HostID como el de la dirección de hardware de cada placa de red, lo más lógico es que designe el mismo valor en ambos.

Supongamos por ejemplo, un administrador de una red LAN tipo C, cuya dirección es 200.80.44.0.

Al primer host podría asignarle la dirección IP 200.80.44.1, y asignar como dirección de hardware en la placa simplemente el 1. Al siguiente host le asignaría la dirección IP 200.80.44.2, y obviamente la dirección de hardware sería el 2. Observe que de esta forma ni siquiera sería necesario armar una tabla o base de datos con la correspondencia entre ambas, ya que una simple operación de producto lógico resolvería problema, por ejemplo.

Transformación de Direcciones IP en Direcciones Físicas (ARP - Protocolo de Resolución de Direcciones)

¿Cómo encontraría la dirección de hardware del segundo host mediante la operación de producto lógico?

La dirección IP 200.80.44.2, escrita en bits es la siguiente:

	1er Byte	2do Byte	3er Byte	4to Byte
Notación decimal	200	80	44	2
Notación en bits	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	00000010

Se han indicado con x los bits correspondientes a los 3 primeros Bytes, ya que en realidad su valor es irrelevante, sólo nos interesarán los bits del último Byte:

Efectuamos la operación AND o producto lógico de la dirección IP con una cadena de 32 bits, donde los primeros 24 bits son ceros y los últimos 8 son unos:

Dirección IP	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	00000010
Operando	00000000	00000000	00000000	11111111
Resultado de AND	00000000	00000000	00000000	00000010

Observe que el resultado de la operación es sencillamente el número 2, el cual se corresponde con la dirección de hardware asignada.

Nótese que es más rápido realizar una operación AND de este tipo que una búsqueda en una Tabla indexada, por lo cual no se implementa dicha tabla (las operaciones lógicas a nivel bit son de las más veloces en los procesadores actuales). Dado que en este tipo de resolución de direcciones se utilizan operaciones, también suelen llamarse: **‘Resolución de dirección con cálculo de forma cerrada’**.

Notar por último que nada impediría al administrador de red utilizar operaciones más complejas, como por ejemplo realizar un producto lógico y luego una suma lógica con un valor determinado, por ejemplo el uno; claro que en ese caso el resultado del ejemplo habría sido 3, valor que se debería haber asignado inicialmente a la dirección de hardware.

Lamentablemente el caso general no es una resolución en forma directa ya que en general las redes más utilizadas son las de tipo Ethernet, las cuales como hemos mencionado tienen un número identificador de 48 bits para cada placa que se fabrique en el mundo y el administrador de red no puede cambiar esta secuencia a su gusto.

Resolución de direcciones con búsqueda en tabla

En este caso la idea es establecer una relación entre las direcciones IP de cada host y su dirección de hardware, por ejemplo utilizando dos campos o columnas, uno correspondiente a la dirección de IP y el otro a la dirección de hardware. Quizá la mejor solución es utilizar el HostID de la dirección de IP como índice de la tabla.

Antes de ver un ejemplo no nos olvidemos que en este caso la dirección de hardware no es modificable, pero siempre es prerrogativa del administrador de red asignar a la dirección del HostID. Tomemos por caso una red Ethernet, de la cual ya hemos comentado que sus direcciones consisten en 48 bits. La norma correspondiente indica que es preferible escribir las direcciones Ethernet en nomenclatura hexadecimal.

Tomemos por ejemplo, la misma red del caso anterior, pero ahora dispuesta en red Ethernet:

Red Tipo C
IP de la red: 200.80.44.0

Transformación de Direcciones IP en Direcciones Físicas (ARP - Protocolo de Resolución de Direcciones)

Supongamos que las siguientes son las direcciones Ethernet de los hosts de esta red:

Dirección de hardware Ethernet (en hexadecimal)
0A : 02 : 3B : 1C : 85 : A4
0A : 9B : C8 : CB : 01 : 1F
0A : 00 : 8D : 97 : 14 : A0

Estas direcciones de hardware podrían relacionarse con las direcciones IP asignadas por el administrador de red de la siguiente forma:

Dirección IP	Dirección de Hardware Ethernet
200.80.44.2	0A : 02 : 3B : 1C : 85 : A4
200.80.44.3	0A : 9B : C8 : CB : 01 : 1F
200.80.44.4	0A : 00 : 8D : 97 : 14 : A0

Obsérvese que el NetID de cada una de las direcciones IP necesariamente debe ser el mismo, y por lo tanto ofrece información redundante para la tabla. Podría utilizarse para indexar la misma sólo el HostID, en ese caso la tabla quedaría:

Índice	Dirección de Hardware Ethernet
2	0A : 02 : 3B : 1C : 85 : A4
3	0A : 9B : C8 : CB : 01 : 1F
4	0A : 00 : 8D : 97 : 14 : A0

¿Cómo relacionamos la dirección IP con el índice de la Tabla para poder ingresar en ella para encontrar la dirección de hardware?

Siguiendo el mismo procedimiento que en el caso de la Resolución Directa: haciendo una operación lógica AND con los bits de los 3 primeros Bytes todos 0 y los del último todos 1. Ya habíamos observado que esto daba como resultado la repetición de la secuencia de bits correspondiente al HostID. Luego con este valor es posible ingresar a la tabla, usándolo como índice de la misma.

Resolución mediante enlace dinámico

En los dos casos de resolución de direcciones comentados anteriormente es necesario que exista uno u varios servidores que provean la resolución de la dirección.

Supongamos que el host 1 desea enviar un mensaje al host 2, del cual conoce su dirección IP. Primero observa el NetID de la dirección IP del host 2, una vez que ha determinado que pertenece su misma red se da cuenta que está en condiciones de establecer la comunicación, para lo cual necesita conocer la dirección de hardware del host 2.

En los casos hasta ahora estudiados es necesario que haya una autoridad centralizada que realice los cálculos correspondientes en la resolución directa, o mantenga actualizada la tabla en el caso de resolución por tabla. Esta tarea habitualmente recae en uno o varios servidores. Entonces continuando con el ejemplo, el host 1 solicita al servidor que le dé la dirección de hardware del host 2, éste se la envía y a partir de allí está en condiciones de enviarle mensajes al host 2.

En redes grandes, con muchas computadoras conectadas, esta tarea puede ser bastante pesada, siendo quizá los servidores un elemento que haga más lenta la transmisión en la red. Por otro lado no es de extrañar que muchas veces se produzcan errores en las tablas de asignación, por ejemplo cuando se rompe una placa de red de un host y hay que cambiarla por otra que obviamente tendrá otra dirección de hardware.

Transformación de Direcciones IP en Direcciones Físicas (ARP - Protocolo de Resolución de Direcciones)

Una alternativa a todo esto es la **resolución mediante enlace dinámico**.

Cuando el host 1 necesita conocer la dirección de hardware del host 2 difunde un mensaje en toda la red, dicho mensaje puede ser como el siguiente:

"Si IP 2 es tu dirección de IP, mándame tu dirección de hardware H2, te envío mi dirección de hardware H1".

Si bien el mensaje es difundido en toda la red local, lo cual significa que es recibido y **procesado** por todas las computadoras, solamente el host 2 responderá. A partir de este momento, como el host 1 ya conocerá la dirección de hardware del host 2, podrá enviarle el mensaje original.

En este momento deberíamos plantearnos una pregunta: ¿por qué el host 1 no difunde un mensaje como el siguiente?:

"Si tu dirección IP es IP 2, este mensaje es para vos". Y le envía directamente el mensaje.

Observe que con este esquema de difusión del mensaje sería innecesario realizar los intercambios previos para que el host 1 conozca la dirección de hardware del host 2, es más sería también innecesario que alguien mantuviera una tabla donde se relacionen las direcciones IP con las de hardware.

El problema radica en la difusión: este es un proceso muy **"caro"** para la red, ya que todas las computadoras deben procesar parte del mensaje para determinar si le corresponde a ella, y con el procedimiento propuesto, cada mensaje sería difundido, ya que no se llevarían tablas.

Este problema obliga a que cada host mantenga en memoria intermedia (memoria caché) una pequeña tabla donde consten las asociaciones de las direcciones IP y las direcciones de hardware que ha ido averiguando en los últimos tiempos.

Protocolo de Resolución de Dirección (ARP)

TCP/IP puede utilizar cualquiera de los tres métodos de resolución de direcciones explicado anteriormente, en realidad el uso de cada uno de ellos depende del esquema de direccionamiento del hardware de red, en general la búsqueda en tabla se utiliza para resolver direcciones IP en una WAN, el cálculo en forma cerrada en las redes que son configurables y el intercambio dinámico se utiliza en aquellas redes que no permiten un direccionamiento configurable (direcciones estáticas de hardware).

Dado que en cualquiera de los casos hay un flujo de mensajes a través de la red es necesario establecer un protocolo que permita reconocer exactamente que tipo de resolución se está empleando y de gestionar dichos mensajes. En el caso del protocolo TCP/IP éste incluye ARP (aunque **ARP** podría utilizarse también en redes que no sean TCP/IP, ya que está definido en forma amplia).

El software ARP mantiene una tabla de traslación entre las direcciones IP y la Ethernet. Esta tabla es construida dinámicamente. Cuando ARP recibe un requerimiento para trasladar una dirección IP, esta chequea la dirección en la tabla. Si la dirección existe, retorna la dirección Ethernet al software que hizo la petición. Si la dirección no existe, ARP difunde un paquete a todos los host de la Ethernet. El paquete contiene la dirección IP por el cual se busca una dirección Ethernet. Si un host receptor identifica que la dirección IP le pertenece, responde enviando la dirección Ethernet al host que la requirió. La respuesta es entonces almacenada en la tabla ARP.

En esencia ARP define dos tipos básicos de mensajes:

- **Mensaje de solicitud**
- **Mensaje de respuesta**

Transformación de Direcciones IP en Direcciones Físicas (ARP - Protocolo de Resolución de Direcciones)

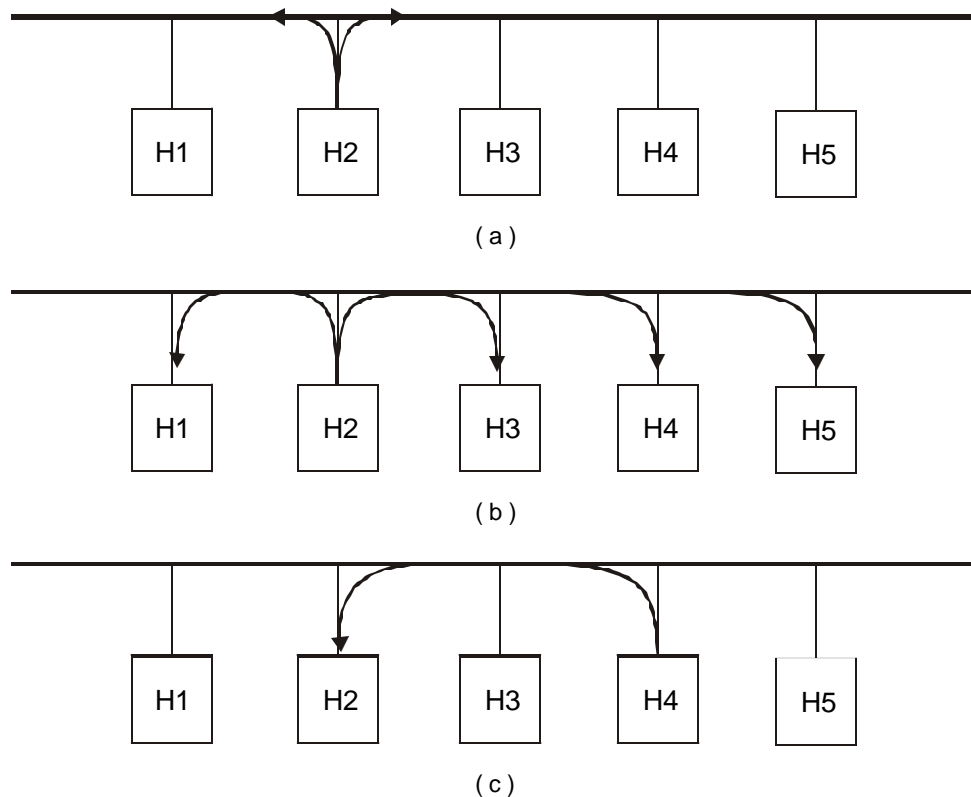
Esencialmente un mensaje de solicitud incluye la dirección IP del host con el que se desea establecer conexión y solicita la dirección de hardware correspondiente.

También en forma general, podemos decir que un mensaje de respuesta incluye la dirección IP enviada con la solicitud junto con la de hardware asociada.

Entrega de mensajes ARP

La forma de gestionar los mensajes ARP se encuentran especificados en la norma ARP. De una manera simplificada podemos decir que los mismos se gestionan de la siguiente manera: (ver figura 2)

- El host transmisor coloca un mensaje ARP de solicitud en un cuadro de nivel hardware y lo **difunde** a todos los demás hosts de la red.
- Cada una de las computadoras recibe dicha solicitud, y la procesa: inspecciona la dirección IP de destino.
- Sólo el host al que pertenece dicha dirección IP responde el mensaje, pero en la respuesta no se utiliza difusión, sino que se lo remite directamente al host que realizó la solicitud.



Intercambio de mensajes ARP
(a) el Host 2 difunde una solicitud ARP para averiguar la dirección de hardware de del Host 4
(b) todas las computadoras reciben el mensaje y lo procesan
(c) sólo el host 4 responde al Host 2 en forma directa, sin utilizar la difusión

Figura 2

¿Cómo son los mensajes ARP? El formato de los mensajes ARP

Nosotros veremos un ejemplo de formato de mensaje ARP pensado para el caso en que el nivel lógico de la red está basado en TCP/IP (es decir las direcciones de alto nivel serán IP) y el nivel

Transformación de Direcciones IP en Direcciones Físicas (ARP - Protocolo de Resolución de Direcciones)

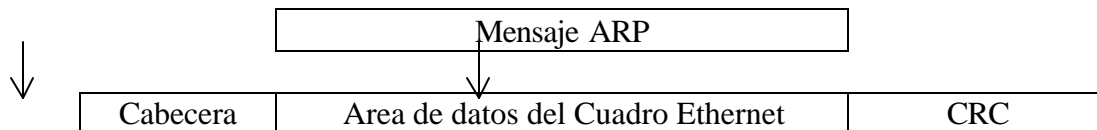
- Por último los primeros cuatro Bytes correspondientes a la dirección IP del objetivo los cuales si son conocidos al emitir la solicitud.

Transmisión de un mensaje ARP

Cuando un host envía un mensaje ARP a otro, este viaja dentro de un cuadro de hardware (en nuestro caso Ethernet), este mensaje ARP no es examinado por el hardware de red.

Técnicamente hablando, este proceso se denomina encapsulamiento, y a grandes rasgos consiste en la colocación de una cabecera de cuadro y de una trama al final del mismo (CRC).

La siguiente figura ilustra concepto.



Encapsulamiento de un mensaje ARP a nivel físico.

Figura 3

Identificación de los cuadros ARP

De la misma forma que se transmiten encapsulados los mensajes ARP a nivel físico, se transmiten todos los otros mensajes entre computadoras a nivel físico, la pregunta que surge es entonces: ¿Cómo sabe la computadora que recibe el mensaje que éste se trata de un mensaje ARP?.

La respuesta viene dada por el proceso de encapsulamiento, en la cabecera se reserva una parte para un campo denominado tipo de cuadro, en el que se puede indicar qué tipo de mensaje es, en el caso de la norma Ethernet en ese cuadro debe figurar del número 0806 en hexadecimal. Ese valor indica que es un mensaje ARP.

Manejo en memoria caché de las respuestas ARP

Supongamos la siguiente situación: el host 1 debe enviar un mensaje al host 2, como no conoce la dirección de hardware del host 2 difunde un mensaje ARP en la red para buscar la respuesta. El host 2 recibe el mensaje, lo procesa y remite la respuesta al host 1. En este momento el host 1 ya conoce la dirección de hardware del host 2, lo cual significa que está en condición de enviar el mensaje original, y entonces lo envía. Tres mensajes han viajado por la red cuando en el mejor de los casos lo debería haber hecho sólo uno.

Pensemos además que es muy raro que un proceso de comunicación necesite intercambiar un solo mensaje, habitualmente son muchos. Si por cada mensaje que debe enviarse deben utilizarse tres mensajes ARP, el método no es muy eficiente.

Una forma de mejorarlo es permitir que el software ARP extraiga y guarde las relaciones entre las direcciones IP y las de hardware de cada mensaje de respuesta que recibe. De esta manera si dos computadoras deben intercambiar cien mensajes, sólo se triplicará el tráfico de red en el primero de ellos.

El software no intenta mantener una tabla de relaciones históricas, sino que las maneja como una pequeña caché: Se reemplazan entradas a medida que llegan nuevas respuestas y las entradas

Transformación de Direcciones IP en Direcciones Físicas (ARP - Protocolo de Resolución de Direcciones)

más viejas se eliminan cada vez que se acaba el espacio de la memoria caché o cuando no se ha actualizado en un periodo prolongado de tiempo (suele ser veinte minutos).

De esta manera cuando se solicita al software ARP que resuelva una dirección, primero se fija en su tabla en memoria caché, sólo si la relación no se encuentre en ella entonces difundirá el mensaje, sino utilizará la dirección que tiene almacenada.

Dado que cuando se envía una solicitud ARP, el mensaje se difunde a todas las computadoras de la red, y que todas ellas deben procesar si la dirección IP de destino es la de ellas, se presenta una buena oportunidad para que todas las computadoras de la red agreguen la relación entre la dirección IP y la de hardware de la máquina que inicia la transmisión. De esta forma se manejaban los primeros software de ARP. Sin embargo en la actualidad se omite esta opción, ya que agregar esos datos a cada una de las caché de las computadoras las hace perder tiempo y es poco probable que todas las computadoras necesiten comunicarse con todas las otras.

A menudo se ha criticado ARP aduciendo que es inseguro, pero es el que se utiliza en todas las redes Ethernet actuales.

Comandos para visualizar la Tabla ARP

El comando "**arp**" muestra el contenido de la tabla ARP. Para mostrar la tabla completa se debe usar el comando "**arp -a**". Las entradas individuales pueden ser mostradas especificando un nombre de host en la línea de comandos.

Por ejemplo, para chequear la entrada a "host1" en la tabla ARP en "host2" ingresar:

```
host2% arp host1
host1 (128.66.12.2) at 9:0:10:0:e:c8
```

Chequeando todas las entradas en la tabla con la opción "-a" tenemos la siguiente salida:

```
host2% arp -a
host1.nuts.com (128.66.12.2) at 9:0:10:0:e:c8
host2.nuts.com (128.66.12.4) at 8:0:1d:0:bc:bb
host3.nuts.com (128.66.12.3) at 9:0:10:1:77:fe
```

Esta tabla nos comunica cuando el "gateway1" recibe datagramas direccionados a "host1", este coloca esos datagramas dentro de la trama Ethernet y los envía con la dirección Ethernet

```
09:00:10:0:0e:c8
```

La tabla ARP debería requerir alguna atención debido a que ella es construida automáticamente por el protocolo ARP, el cual es muy estable.

Protocolo Inverso de Resolución de Direcciones (RARP)

El **RARP (Reverse Address Resolution Protocol)**, definido en RFC 903, es una variante del **ARP**. El RARP también traslada direcciones, pero en la dirección opuesta. Este convierte direcciones Ethernet a direcciones IP. El protocolo RARP realmente no tiene nada que ver con los datos de encaminamiento desde un sistema a otro, pero lo discutiremos dado que cierra la relación con ARP y porque algunas veces se confunde con ARP.

ARP es un protocolo que proyecta direcciones IP en direcciones Físicas Ethernet para que los datagramas puedan ser entregados de un host a otro.

Transformación de Direcciones IP en Direcciones Físicas (ARP - Protocolo de Resolución de Direcciones)

RARP ayuda a configurar sistemas sin disco para permitir a las workstations sin disco aprender las direcciones IP. Una workstation sin disco no tiene donde leer la configuración TCP/IP. No obstante muchos sistemas conocen la dirección Ethernet debido a que está codificada en el hardware de interface Ethernet. Las workstations sin disco utilizan la facilidad de difusión (broadcast) para preguntar cuál dirección IP representa a la dirección Ethernet. Cuando un server en la red ve este requerimiento, examina la dirección Ethernet en la tabla `/etc/ethers`. Si este encuentra un igual, responde con la dirección IP de la Workstation.

El archivo `/etc/ethers` es una simple tabla de texto que crea el usuario usando un editor. Esta tabla solo se necesita si el sistema debe soportar workstations sin discos

`/etc/ethers` está hecho de líneas de entrada simple que contienen una dirección Ethernet, separada por blancos del nombre del host.

Los nombres de host son asignados por el administrador de red, pero la dirección Ethernet es asignada por el fabricante y por consiguiente debe ser obtenida de la interface de red. Afortunadamente, aparte de Ethernet, no hay demasiado hardware donde debe verificarse la dirección impresa en fabrica.

Muchas estaciones UNIX muestran esta dirección Ethernet mientras están levantando el sistema (booting). La dirección Ethernet es generalmente mostrada antes de que el sistema intente encontrar algún disco.

Para chequear la dirección Ethernet de una workstation que está activa, mirar la salida del comando "dmesg" o mirar en el archivo `/usr/adm/messages`. Por ejemplo:

```
host1% grep ' addr' /usr/adm/messages
Jul 25 10:05:09 host1 vmunix: Ethernet address = 9:0:10:0:e:c8
```

Una vez que el nombre del host y la dirección Ethernet son conocidos, pueden ser almacenados en el archivo `/etc/ethers`.

Un archivo `/etc/ethers` es mostrado a continuación:

```
gateway1% cat /etc/ethers
# ff:ff:ff:ff:ff:ff broadcast #
9:0:10:0:e:c8    host1
8:0:1d:0:bc:bb  host2
9:0:10:1:77:fe  host3
8:0:20:1:1f:c3  brasil
8:0:14:43:1:46  EEUU
8:0:20:1:77:fe  cordoba
0:0:20:0:e:c8   baires
```

Si este host recibe un broadcast RARP de la dirección Ethernet `8:0:20:1:77:fe`, este responde con la dirección IP de `cordoba`.