

Índice

1. Parámetros de configuración de red	2
1.1 Configuración automática de los parámetros de red	2
2. El protocolo DHCP	3
2.1 Funcionamiento de DHCP	3
2.2 Mensajes DHCP	5
Formato de los mensajes DHCP	8
2.3 Parámetros asignados por DHCP	8
2.4 Tipos de asignaciones en DHCP	9
2.5 Agentes DHCP de reenvío.....	10

1. Parámetros de configuración de red

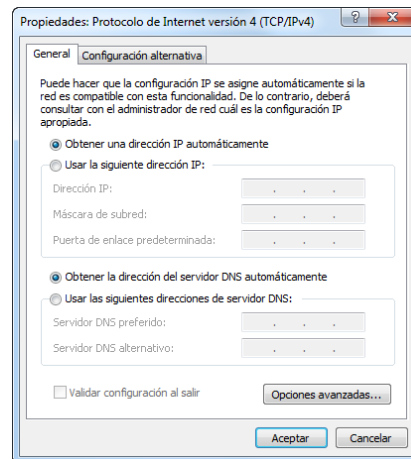
Aun cuando existen diversas arquitecturas de red, en la actualidad los equipos informáticos utilizan mayoritariamente para sus comunicaciones la familia de protocolos TCP/IP, bien sea de forma interna a una empresa u organización, o formando parte de Internet.

Todos estos equipos necesitan establecer una serie de parámetros en su configuración de red para asegurar un correcto funcionamiento:

- Dirección IP. Asegura que el equipo tenga una dirección IP única en su red local (o en Internet).
- Máscara de subred. Indica el rango de direcciones IP que utilizan los equipos que se encuentran en su misma red local.
- Dirección o direcciones IP de los servidores DNS. Se utilizan para resolver los nombres de dominio y devolver su dirección IP correspondiente.
- Dirección IP de la puerta de enlace (o *gateway*). Es la dirección IP a la cual nuestro equipo deberá enviar los paquetes cuyo destino (Internet) se encuentra fuera de nuestra red de área local.

Existen dos formas de asignar estos parámetros a un equipo: **manual**, ya sea editando un fichero de configuración o con la ayuda de una herramienta gráfica, y **automática**.

En Windows se configura la asignación automática de los parámetros de red en las propiedades del protocolo, dentro de la configuración de la tarjeta de red.



En Ubuntu se puede hacer de forma gráfica o editando el archivo `/etc/network/interfaces`.

1.1 Configuración automática de los parámetros de red

Si nuestro equipo no está en red con otros, o se encuentra en una red pequeña, es posible realizar la configuración de sus parámetros de red de forma manual. Sin embargo, cuando estamos en un entorno formado por multitud de equipos, el mantenimiento de un sistema manual se hace demasiado laborioso.

La asignación automática de los parámetros de red se realiza mediante un protocolo

llamado DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) que se basa en un mecanismo cliente – servidor. Los equipos de la red (clientes) solicitan a un servidor DHCP, cuando se inicia su sistema operativo, la lista de parámetros de su configuración de red.

La asignación dinámica presenta varias ventajas frente a la asignación manual:

- Se puede mover un ordenador entre dos redes que dispongan del servicio de asignación automática sin tener que cambiar su configuración.
- No hay que recordar los parámetros de configuración necesarios de cada equipo.
- Se evitan posibles conflictos de direcciones IP iguales en la red.
- Se reduce el trabajo dedicado por los administradores de la red a la configuración de los parámetros de red de los equipos.

2. El protocolo DHCP

El protocolo DHCP permite que a los equipos de una red se les asigne una dirección IP cuando la necesiten. Está basado en un protocolo anterior de asignación automática de parámetros de red llamado BOOTP, con el que mantiene la compatibilidad. DHCP fue publicado por primera vez en octubre de 1993 y en marzo de 1997 se publicó una segunda versión.

El protocolo DHCP incluye normas sobre formato, contenido y tipos de mensajes que intercambian servidor y cliente, así como los parámetros obligatorios y opcionales que se incluyen en los mensajes DHCP.

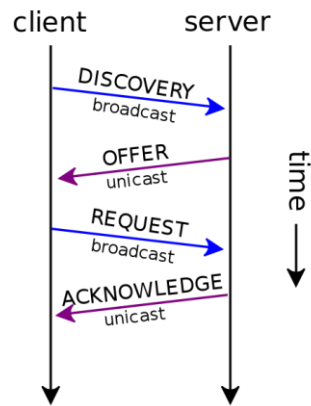
2.1 Funcionamiento de DHCP

Los mensajes del protocolo DHCP se comunican sobre el protocolo de transporte UDP, utilizando los mismos puertos que el protocolo BOOTP, el puerto UDP 67 y el puerto UDP 68.

El protocolo DHCP se basa en un mecanismo cliente – servidor. Los clientes DHCP utilizan como puerto origen de sus comunicaciones el UDP 68, mientras que los servidores DHCP se mantienen a la escucha en el puerto UDP 67. Por tanto, los mensajes del cliente hacia el servidor tendrán como puerto origen el UDP 68 y como puerto destino el UDP 67, y a la inversa para los mensajes que van desde el servidor al cliente. Este comportamiento es distinto al habitual en la mayoría de servicios, en los que el cliente utiliza un puerto aleatorio y sólo el servidor responde en un puerto conocido.

Básicamente, el proceso de configuración automática mediante DHCP se desarrolla en cuatro fases:

- Solicitud.
- Propuesta.
- Aceptación.
- Confirmación.



Solicitud DHCP

Cuando un cliente necesita ponerse en contacto con un servidor DHCP para obtener sus parámetros de configuración de red, emite una **solicitud DHCP**. En esta solicitud, el cliente envía un mensaje de difusión al puerto UDP 67, en el que solicita que algún servidor DHCP le envíe los parámetros de configuración de red.

Dado que el cliente no conoce ni la IP, ni la MAC del servidor, y no puede utilizar ningún mecanismo para averiguarlas, pues carece de configuración TCP/IP, utiliza como direcciones de destino las de difusión en ambos casos (255.255.255.255 y FF:FF:FF:FF:FF:FF) y como direcciones origen utiliza su propia MAC, de forma que cualquier servidor DHCP que reciba la solicitud pueda responderle, y la IP 0.0.0.0 debido a que carece de ella.

Como parte de esta solicitud, el cliente puede incluir su última dirección IP concedida, de forma que si sigue siendo válida el servidor solamente tendrá que confirmarla.

Recuerda que las tramas con dirección IP de difusión como dirección destino no se enrutan. Por lo tanto un mensaje de solicitud de dirección DHCP nunca saldrá de la propia subred, lo que significa que debe responderle un servidor DHCP de esa subred.

Propuesta DHCP

Cuando un servidor DHCP recibe una solicitud de parámetros de red, reserva una dirección IP válida y una máscara de red, y envía al cliente un mensaje de **propuesta DHCP**. La dirección IP se selecciona de un rango de direcciones IP disponibles basándose en la dirección MAC del cliente obtenida del mensaje de solicitud y en la configuración establecida por el administrador del propio servidor DHCP.

En la propuesta se incluyen también la dirección IP del servidor DHCP y el tiempo durante el cual será válida la dirección IP que se asigna.

Aceptación DHCP

Cuando el cliente DHCP recibe la propuesta de dirección IP desde un servidor, le responde con un mensaje de **aceptación DHCP** que contenga los parámetros de configuración asignados.

En ocasiones puede ocurrir que el cliente haya recibido varias propuestas DHCP desde servidores distintos. Por este motivo, el cliente responde mediante un único mensaje de aceptación enviado mediante difusión (IP 255.255.255.255 y MAC FF:FF:FF:FF:FF:FF), de forma que llegue también a aquellos servidores DHCP de la red cuya propuesta no ha sido aceptada.

Confirmación DHCP

El último paso del proceso consiste en enviar un mensaje de **confirmación DHCP** desde el servidor al cliente, que contenga todos los datos de configuración asignados al cliente, incluyendo el período de tiempo durante el cual será válida la asignación.

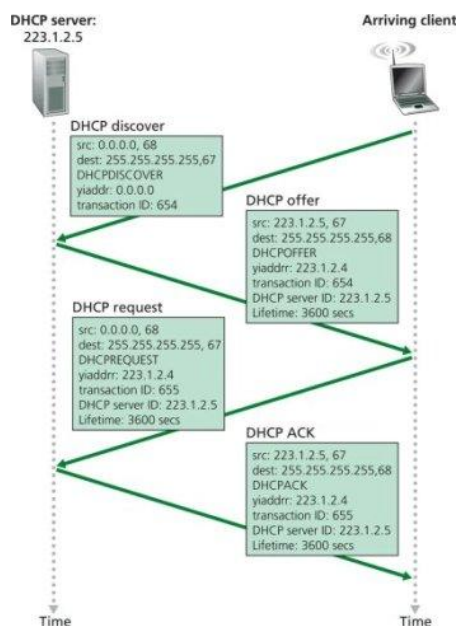
A partir de este momento, el cliente puede comenzar a utilizar la configuración IP recibida, y por su parte el servidor registra la dirección IP confirmada como concedida por el período de tiempo determinado en la oferta, con la finalidad de no ofertarla a ningún otro cliente, durante ese período de tiempo, y evitar duplicidades.

Cuando el cliente ha utilizado la mitad del tiempo de concesión, inicia un proceso de renovación en el que solicita al servidor que le había asignado la IP que le renueve la licencia, es decir, que le conceda seguir usando la dirección IP por más tiempo.

2.2 Mensajes DHCP

El protocolo DHCP establece el formato de los mensajes que se pueden enviar entre clientes y servidores DHCP. Estos mensajes DHCP son:

- **DHCP_DISCOVER:** Es enviado por un cliente en una solicitud DHCP. Es un mensaje de difusión por lo que llegará a todos los posibles servidores DHCP de la red.
- **DHCP_OFFER:** Es enviado por un servidor en una propuesta DHCP, en respuesta a un mensaje DHCP_DISCOVER de un cliente.
- **DHCP_REQUEST:** Se envía en una aceptación DHCP desde un cliente en respuesta a un mensaje DHCP_OFFER, **o bien cada vez que el cliente tiene que renovar una concesión.** Es un mensaje de difusión.
- **DHCP_ACK:** Es el mensaje que envía un servidor a un cliente en una confirmación DHCP.

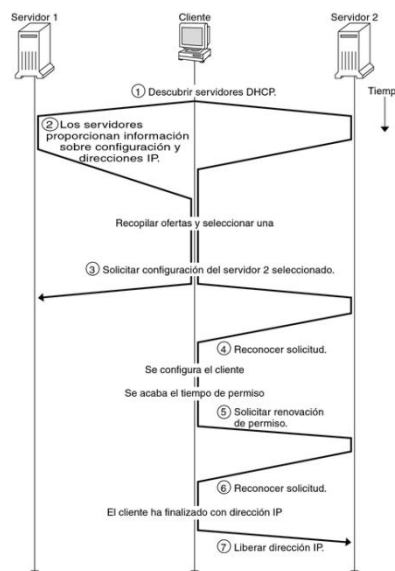


En la figura anterior se muestra el esquema de un intercambio de mensajes DHCP terminado con éxito. Existen otros mensajes que se usan cuando cambian las circunstancias, entre otros:

- **DHCP_NACK:** Es un mensaje que se podría enviar desde un servidor a un cliente en respuesta a un mensaje DHCP_REQUEST para indicarle que no puede entregarle los parámetros de red que ha solicitado en ese mensaje. No es muy normal el envío de este mensaje. Podría darse en procesos de renovación de concesiones cuando la IP que está solicitando renovar el cliente se ha reservado o está fuera del ámbito de direcciones asignables por el servidor.
- **DHCP_DECLINE:** Es un mensaje que enviará el cliente DHCP en sustitución de un mensaje DHCP_REQUEST si detecta que la IP que se le ha ofrecido ya está siendo usada en la red.
- **DHCP_RELEASE:** Es un mensaje que envía el cliente DHCP al servidor para indicarle que da por terminada la concesión.
- **DHCP_INFORM:** Es un mensaje que puede enviarle el cliente DHCP al servidor para solicitarle parámetros adicionales de configuración de red (no recibidos con anterioridad o recibidos y solicitando una actualización).

Un cliente DHCP realiza un proceso de renovación de una concesión para poder seguir usando una IP concedida anteriormente durante un nuevo tiempo de concesión. De forma general, los servidores DHCP asignan un tiempo de renovación igual a la mitad del tiempo de concesión.

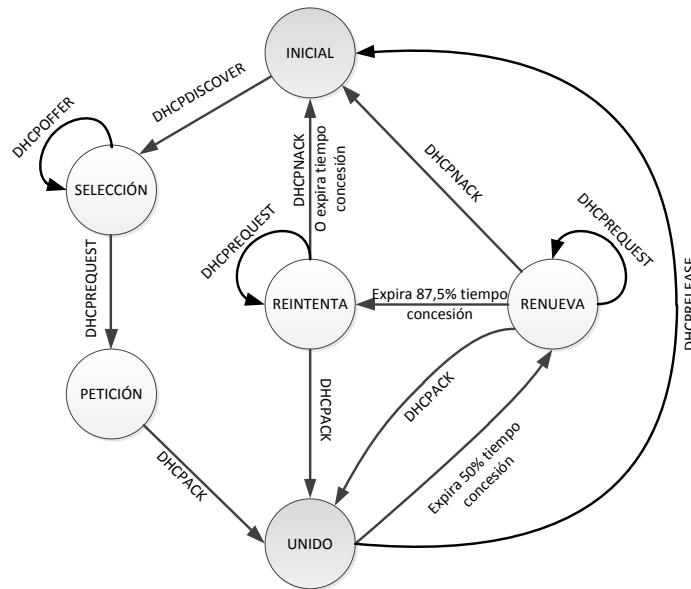
El proceso de renovación se inicia con un mensaje **DHCP-REQUEST**. En esa conexión se podrá recibir la concesión de la misma IP anterior, siempre que no se haya agotado el tiempo de concesión.



Si un cliente agota el tiempo de concesión sin renovar dicha concesión, el servidor considera liberada la IP que ha concedido al cliente.

Estados del cliente DHCP

En general, podemos suponer que un cliente DHCP siempre está en uno de los estados que se representan en el siguiente diagrama, y cambia de estado porque envía o recibe un mensaje DHCP, o bien porque se ha cumplido una parte determinada del tiempo de concesión asignado.



- Cuando un cliente arranca, se encuentra sin configuración IP, en estado “**Inicial**”. Entonces emite una petición **DHCPDISCOVER** para solicitar su configuración IP de un servidor DHCP y pasa a estado “**Selección**”.
- En este estado recibe de los servidores DHCP de la red una o varias propuestas de configuración mediante mensajes **DHCPOFFER**. De estas propuestas escoge una y da a conocer su decisión emitiendo un mensaje **DHCPREQUEST**.
- El cliente permanece en estado “**Petición**” esperando por una confirmación **DHCPACK** del servidor cuya propuesta aceptó. Cuando la recibe establece su configuración IP y pasa a encontrarse “**Unido**”.
- De este estado puede volver a estado inicial al liberar su concesión, perdiendo la configuración previamente obtenida (emitiendo un mensaje **DHCPRELEASE**). Si no libera su concesión, cuando haya transcurrido la mitad de su tiempo, pasa a estado “**Renueva**” y emite un mensaje **DHCPREQUEST** solicitando su renovación al servidor que realizó la anterior concesión.
- Si el servidor atiende la petición de renovación emite un mensaje **DHCPACK** al cliente, que regresa a estado “**Unido**”. Sin embargo, cabe la posibilidad de que el servidor DHCP, por la razón que sea, no responda a los mensajes **DHCPREQUEST** del cliente. Si esta situación se diera, el cliente seguiría enviando, de forma periódica, mensajes **DHCPREQUEST** unicast hasta que se alcanzara el 87,5% del tiempo máximo de la concesión. Pasado ese tiempo el cliente pasa a estado “**Reintenta**” y emite peticiones **DHCPREQUEST** de difusión a la red para obtener una nueva concesión.
- Si algún servidor en la red acepta esta petición, el cliente recibe un mensaje **DHCPACK** y vuelve a estado “**Unido**”. En caso contrario, cuando acaba el tiempo de concesión el cliente libera su dirección IP y regresa al estado “**Inicial**”.

Formato de los mensajes DHCP

0	8	16	24	31
código	TipoHW	longitud	saltos	
ID de transacción				
segundos		campo flags		
dirección IP del cliente				
tu dirección IP				
dirección IP del servidor				
dirección IP del router				
dirección hardware del cliente (16 bytes)				
nombre del host servidor (64 bytes)				
nombre del fichero de arranque (128 bytes)				
área específica del fabricante (312 bytes)				

El formato de los mensajes DHCP se establece en el RFC 2131. La imagen anterior representa cada uno de los campos que forman parte de un mensaje DHCP. El campo `options` tiene un tamaño variable en función de las opciones añadidas a un mensaje. El resto de campos tienen un tamaño fijo.

De los campos que componen un mensaje DHCP, los más significativos para comprender el funcionamiento del protocolo son:

- Dirección IP del cliente (*ciaddr*). Será la IP del cliente cuando éste ya la tiene asignada o 0.0.0.0 cuando todavía no tiene IP.
- Tu dirección IP (*yiaddr*). La establece el servidor al valor de IP que le ofrece al cliente.
- Dirección IP del servidor (*siaddr*). Es la IP del servidor DHCP. La establece el servidor al valor de su IP. Cuando un cliente hace una solicitud DHCP_DISCOVER, aún no conoce el servidor que le va a atender la petición por lo que envía 0.0.0.0 en este campo.
- Dirección IP del router (*giaddr*). La establece un router con su IP cuando a través de él se ha encontrado un servidor DHCP que ha hecho al cliente una oferta de IP.
- Dirección hardware del cliente (*chaddr*). La establece el cliente y es su dirección MAC. Esta dirección se usa especialmente para identificar al cliente cuando el servidor usa un mecanismo de asignación manual de IP (reserva de IP).
- Nombre del host servidor (*sname*). Lo establece el servidor y contiene el nombre del equipo servidor DHCP.
- Área específica del fabricante (*options*). Incluye espacio para que el servidor especifique valores para parámetros u opciones de configuración que haya solicitado el cliente. Este mismo espacio lo usa el cliente para especificar los parámetros que solicita.

2.3 Parámetros asignados por DHCP

Un cliente DHCP puede recibir de un servidor varios parámetros de configuración de red. Algunos de esos parámetros son asignados siempre desde el servidor por lo que se consideran obligatorios. El resto de parámetros deben ser solicitados por el cliente y pueden ser asignados opcionalmente por el servidor y se consideran opcionales.

Parámetros obligatorios

- Dirección IP del cliente.
- Máscara de subred del cliente.
- Tiempo de concesión o duración de la licencia (*lease time*).
- Tiempo de renovación de la licencia (*renewal time*).
- Tiempo de reconexión (*rebinding time*).

Parámetros opcionales

Los parámetros opcionales, se definen dentro de las opciones del protocolo DHCP. Algunos destacables son:

- Dirección IP de la puerta de enlace.
- Direcciones IP de los servidores DNS.
- Nombre de dominio DNS.
- Dirección de *broadcast* en la red.
- Nombre del servidor WINS.
- MTU o longitud máxima de la unidad de transferencia para el adaptador de red.

2.4 Tipos de asignaciones en DHCP

El tipo de asignación DHCP es el mecanismo por el cual un servidor DHCP decide la IP que tiene que entregar a un cliente y durante cuánto tiempo concede una licencia o autorización al cliente para que use esa IP.

La IP que asigna un servidor DHCP a un cliente puede ser elegida dentro de un conjunto posible de direcciones IP, o puede ser obligatoriamente una IP concreta. Cuando un cliente DHCP recibe de un servidor una IP para que la utilice, se dice que recibe una concesión. La concesión puede asignarse por tiempo limitado o por tiempo ilimitado. El protocolo DHCP establece la posibilidad de utilizar en los servidores DHCP tres técnicas de asignación DHCP:

Asignación estática o manual

Mediante esta técnica se reserva una IP en exclusiva para un cliente. Un cliente recibe **siempre la misma IP**. El servidor asocia la IP con una identificación del cliente, que normalmente es la dirección física del adaptador de red. Siempre que un ordenador cliente solicita al servidor una IP, enviará un identificador y este identificador permitirá al servidor concederle la IP asociada con ese identificador.

Asignación automática

Mediante esta técnica el servidor DHCP asigna a cualquier cliente DHCP que lo solicite una dirección IP (dentro de todas las que tenga disponibles para conceder) **de forma permanente**. El cliente DHCP va a mantener esa dirección IP mientras no renuncie a ella, es decir, mientras no envíe un mensaje al servidor indicando esa renuncia.

La asignación automática tiene como principal problema que si un equipo cliente ha recibido una IP por ese mecanismo, la IP que ha recibido no va a poder ser usada por ningún

otro cliente aunque el primero estuviera apagado, incluso por mucho tiempo.

Asignación dinámica

Mediante esta técnica se asigna a cada cliente DHCP una IP durante un intervalo de tiempo limitado. Durante ese tiempo, el servidor DHCP no va a conceder la IP asignada a ningún otro cliente.

Para que un cliente pueda mantener durante más tiempo una IP previamente concedida, debe renovar la concesión con el servidor antes de que termine el tiempo de concesión. Si termina un tiempo de concesión sin haber hecho la renovación (por ejemplo cuando un ordenador se apaga por tiempo mayor), la IP correspondiente va a poder ser entregada a otro cliente DHCP.

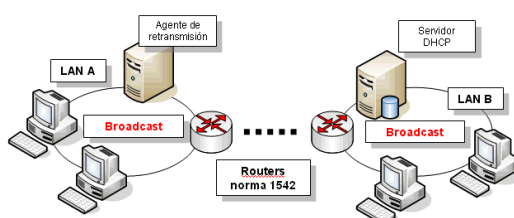
2.5 Agentes DHCP de reenvío

Como acabamos de ver, las solicitudes de asignación de configuración automática de los parámetros de red mediante DHCP las inicia una máquina cuando arranca. Para ese propósito utiliza un mensaje de difusión a la subred, que es respondido por el o los servidores DHCP de la misma.

Sin embargo los mensajes de difusión no se difunden en entornos enrutados. Por tanto, este esquema implica que en cada subred en que se utilice DHCP debería haber un servidor DHCP que escuche las solicitudes emitidas.

Existe una forma de centralizar el servicio DHCP y hacer que un solo servidor proporcione automáticamente IP a clientes de varias redes. La solución es utilizar agentes DHCP de retransmisión o reenvío (*relay*).

Un **agente DHCP de retransmisión o reenvío** es un dispositivo de la red que escucha las solicitudes DHCP que se producen en la red, y las encamina hacia un servidor DHCP que se encuentra en otra red para que éste las atienda. El servidor DHCP dará una respuesta que enviará hacia el agente de reenvío y éste a su vez la trasladará al cliente que hizo la petición.



Por tanto, se puede utilizar un único servidor DHCP siempre que se añada en cada subred un agente de retransmisión adecuadamente configurado. Generalmente el agente de retransmisión estará implementado en un *router*, el cual realiza el encaminamiento entre la red con clientes DHCP y la red en la que se encuentra el servidor DHCP.

Si la organización tiene varias redes, puede tener varios agentes de retransmisión y un solo servidor DHCP centralizado. También es posible implementar el agente de retransmisión en ordenadores con varios adaptadores de red que hagan funciones de encaminamiento entre cada una de las redes a las que pertenecen.

El funcionamiento y características de los agentes de retransmisión se establece en el RFC 1542. Para configurar un agente de retransmisión es necesario:

- Activar el agente de retransmisión en el dispositivo de encaminamiento.
- Indicar en el agente de retransmisión cual es la red cliente.
- Indicar en el agente de retransmisión cual es el servidor DHCP que va a atender las peticiones DHCP.

En el servidor DHCP centralizado debemos configurar varias subredes a las que se da el servicio indicando las direcciones IP que se van a otorgar dentro de cada subred. Más adelante se verá como se configuran subredes clientes en los servidores DHCP.