

1. Direccionamiento

Para poder identificar una máquina en Internet existe la dirección IP, la cual es asignada por InterNIC (Internet Network Information Center), ahora ICANN.

El mecanismo que establece las normas que deben cumplir estas direcciones se denomina direccionamiento.

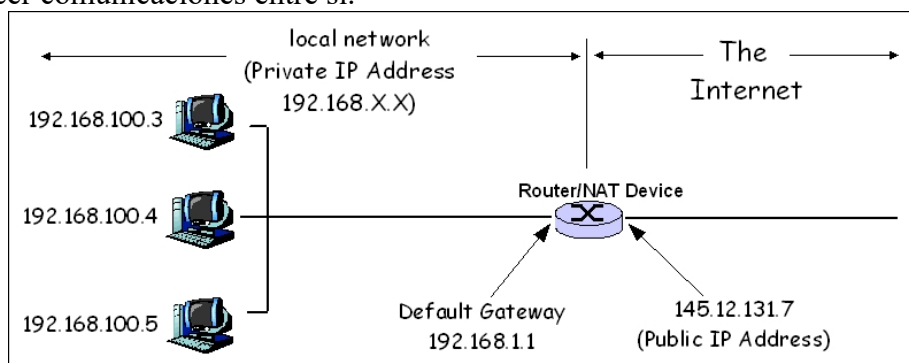
Hasta ahora, el método de direccionamiento más utilizado ha sido el direccionamiento IPv4, aunque cada vez está tomando más peso el IPv6.

A parte de los diferentes protocolos que se pueden utilizar, existen técnicas para poder aprovechar mejor estas direcciones (subredes, superredes, CIDR).

El direccionamiento se puede llevar a cabo también en el nivel 2 de la arquitectura de niveles OSI, con las direcciones MAC, pero tiene mucha más relevancia el direccionamiento de nivel 3 con las direcciones IP, ya que las direcciones MAC no pueden atravesar los enrutadores.

El direccionamiento en Internet es distinto del que podemos llevar a cabo en las redes LAN. En el espacio WAN las direcciones las gestiona InterNIC, mientras que en las LAN son gestionadas por el administrador de la red. Esto implica que en una LAN podemos escoger el número y el tipo de direcciones que queramos, pero no en Internet. Si queremos que una dirección sea válida para viajar en Internet, tenemos que solicitarla y pagar por ella (esto es lo que nuestro ISP hace y nos lo repercute a nosotros).

El objetivo principal es el mismo, poder tener identificados todos los elementos de una red para poder establecer comunicaciones entre sí.



Reflexiona:

Si hacemos un símil con la red telefónica, las direcciones IP equivaldrían a los números de teléfono. Si un usuario quiere establecer comunicación con otro, debe marcar un número en el terminal.

En las redes informáticas, si un puesto (un ordenador) quiere establecer comunicación con otro, debe disponer de una dirección IP. De hecho, cuando escribimos una dirección URL (por ejemplo, algo similar a esto: <http://www.urldeejemplo.com/camino/al/recurso>) en nuestro navegador, estamos “marcando” realmente la dirección IP con la que queremos conectarnos. Esto es posible gracias al servicio DNS, con él podemos utilizar letras en lugar de números (son más fáciles de recordar).

Una vez que todos los equipos tienen asignada una dirección, se pueden emplear técnicas (subredes, superredes, CIDR) para que la gestión de estas direcciones agilice el funcionamiento de la red. En la red de teléfono se emplean los prefijos (91 Madrid, 93 Barcelona, 922 S/C de Tenerife, etc).

2. Las direcciones IPv4 y las máscaras de red

2.1. IPv4

Una dirección IPv4 consta de 32 bits, agrupados en 4 bloques de 8 bits, representados en base decimal. Son 4 bloques de 0 a 255 separados por un punto (“.”). Ej: 192.168.1.1.

Usando el ejemplo anterior, “192.168.1.1” se correspondería con el número binario “11000000.10101000.00000001.00000001”.

El direccionamiento IPv4 establece que de los 32 bits:

- Una parte de los bits determina el tipo de dirección.
- Otra parte de los bits determina el número de la red.
- Otra parte de los bits determinan el número de host.

Para poder identificar cuantos bits se utilizan para determinar los host y cuantos para las direcciones de red, se utiliza la “máscara de red”. Cada dirección IP tiene asociada una máscara de red. La máscara de red está constituida por 32 bits, si un bit de la máscara vale 1 implica que ese bit en la dirección IP se dedica a las direcciones de red, si el bit vale 0 implica que ese bit en la IP se dedica a identificar host.

Por ejemplo, si una dirección IP tiene una máscara de red 11111111.00000000.00000000.00000000, significa que mi dirección IP tiene los 8 primeros bits dedicados a especificar direcciones de red y los 24 restantes a especificar direcciones de equipo.

	Representación binaria	Representación decimal
Dirección IP	00000001.00000000.00000000.00000001	1.0.0.1
Máscara de red	11111111.00000000.00000000.00000000	255.0.0.0
Dirección de red	00000001.00000000.00000000.00000000	1.0.0.0

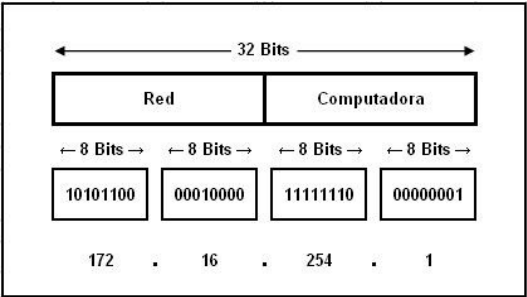
La utilidad de la máscara de red está en que nos sirven para saber cuál es la dirección de red asociada a una determinada dirección IP. Para poder hacer esto se realiza la operación binaria AND entre la IP y la máscara de red, el resultado es la dirección de red. Esta operación es la que realizan los routers cuando les llega un paquete con una determinada IP y una máscara de red, con esto pueden saber cuál es la dirección de red destino de ese paquete y encaminarlo en el sentido correcto. Recordando la operación AND Binaria

AND	0	0	1	1
	0	1	0	1
Resultado	0	0	0	1

Sólo cuando los dos valores de entrada son 1 el resultado es 1.

Si observamos la tabla anterior de direcciones, se puede comprobar fácilmente como la operación AND entre la dirección IP 1.0.0.1 y la máscara de red 255.0.0.0, nos da como resultado la dirección de red 1.0.0.0.

Esto es muy importante porque hay que recordar que los routers trabajan con direcciones de red, aunque el paquete llegue con una dirección IP destino y origen, se necesita saber la dirección de red, para poder encaminarlo correctamente.



2.2. Clases de direcciones IPv4

2.2.1. Clases de redes y direcciones privadas (LAN)

Se dice que existen las siguientes clases de direcciones, dependiendo de cuales sena los primeros bits del primer octeto.

Clase	Distribución de los bits entre números de red (r) y números de host (h)	Direcciones de Red	Número de Redes	Número de Equipos/Hosts
A	0rrrrrrr.hhhhhhhh.hhhhhhhh.hhhhhhhh	1.0.0.0-126.0.0.0	$2^7 = 128$	$2^{24}-2=16777214$
B	10rrrrrr.rrrrrrr.hhhhhhhh.hhhhhhhh	128.0.0.0-191.255.255.0	$2^{14} = 16384$	$2^{16}-2=65434$
C	110rrrrr.rrrrrrr.rrrrrrr.hhhhhhhh	192.0.0.0-223.255.255.0	$2^{21} = 2097152$	$2^8-2=254$
D	1110xxxx.xxxxxxxxxxxxxxxxxx	No Aplica	No Aplica	No Aplica
E	1111xxxx.xxxxxxxxxxxxxxxxxx	No Aplica	No Aplica	No Aplica

Los tipos de direcciones utilizadas para identificar máquinas (host) son A, B y C. Reservando las direcciones D y E para multicasting y experimentos.

Es importante recordar que la red:

- 127.0.0.0: Se reserva a las direcciones loopback, para referenciar a nuestro propio equipo.
- 0.0.0.0: Dirección que utilizan los equipos al arrancar.

Las **direcciones privadas** sólo son válidas para usarlas en redes locales, no para Internet.

Clase	A	B	C
Rango IP	10.0.0.1 a 10.255.255.254	172.16.0.1 a 172.31.255.254	192.168.0.1 a 192.168.0.254

2.2.2. Direcciones IP de Clase A

En una dirección IP de clase A, el primer byte representa la red. El bit más importante (el primer bit a la izquierda) es siempre cero, lo que significa que hay 2^7 (de 00000000 a 01111111) posibilidades de red, lo que permite tener 128 redes diferentes. No obstante tienes que tener en cuenta que la red (bits con valores 00000000) no existe, y que toda la red 127 está reservada para bucles en los equipos.

Las redes disponibles de clase A son, por tanto, redes que van desde 1.0.0.0 hasta 126.0.0.0

Los tres bytes restantes representan los equipos de red. Por lo tanto, una red de clase A puede contener una red:

$$2^{24}-2 = 16777214 \text{ hosts.}$$

Se resta 2 porque no se puede asignar a ningún equipo la dirección de red (0) y tampoco la dirección de difusión o broadcast (todos los bits de host a 1 o X.255.255.255).

La primera dirección IP posible de clase A es 1.0.0.1, donde la dirección de red es la 1.0.0.0 y la dirección de difusión sería 1.255.255.255.

2.2.3. Direcciones IP de Clase B

En este tipo de direcciones se utilizan los dos primeros bytes (empezando por la izquierda) para identificar a las redes. Todas las direcciones de este tipo comienzan por 10, por lo tantotendremos 2^{14} redes (de 10000000.00000000.xxxxxxxxx.xxxxxxxxx a 10111111.11111111.xxxxxxxxx.xxxxxxxxx). La primera dirección de red sería la 128.0.0.0 y la última sería 191.255.0.0.

En este tipo de direcciones, por cada dirección de red podemos identificar a $2^{16}-2$ equipos (se elimina la dirección de red y la dirección de difusión). Si tomamos como ejemplo la primera dirección de red 128.0.0.0, la primera dirección IP válida sería la 128.0.0.1 y la dirección de difusión de esta red sería la 128.0.255.255.

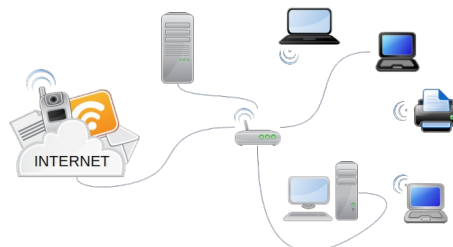
2.2.4. Direcciones IP de Clase C

Las direcciones IP de clase C comienzan todas por los bytes “110” y dedican 3 bytes para identificar a las direcciones de red, por lo tanto tendremos 2^{21} posibles direcciones de red (desde 11000000.00000000.00000000.xxxxxxxx a la 11011111.11111111.11111111.xxxxxxxx). La primera dirección de red sería la 192.0.0.0 y la última la 223.255.255.0.

Para cada dirección de red podemos identificar 2^8-2 equipos (se elimina la dirección de red y la dirección de difusión). Para la primera dirección de red (192.0.0.0) la primera dirección IP posible es 192.0.0.1 y la dirección de difusión la 192.0.0.255.

2.3. NAT

La aparición de los enrutadores con la cualidad de NAT permitió que se pudieran utilizar varias direcciones privadas detrás del router consumiendo solamente una dirección pública de cara a Internet. Esta fue una de las primeras medidas adoptadas para intentar solucionar el problema de la escasez de IP.



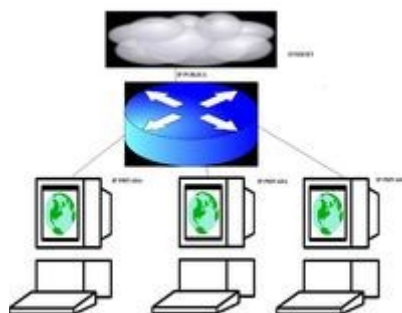
Con este mecanismo se puede intercambiar información entre dos redes que a priori son incompatibles, por ejemplo, una red LAN y una WAN.

Esta propiedad, que ahora es vital, con la llegada de nuevos protocolos que impulsan las conexiones P2P como IPv6, irá perdiendo importancia.

Su funcionamiento se basa en el cambio de direcciones origen en cada paquete de salida y a veces del puerto. Todo esto se almacena en una tabla para que el dispositivo pueda recordar que cambios hizo y así devolver la información a quien la generó cuando haya una respuesta.

Reflexiona:

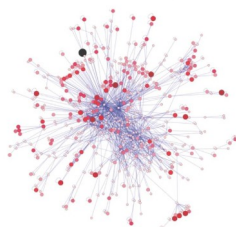
Imaginemos que Internet (WAN) es un local donde hace falta tener un carnet especial para entrar (IP pública) y que la gente que quiere entrar al local y está esperando fuera forma la red LAN. Si alguien tiene 1 carnet y lo duplica podría hacer que entrasen todas las personas que tuvieran el carnet “falsificado”. Al mismo tiempo, es necesario recordar a quien (IP privada) ha dado cada copia para que cuando salga a la calle se lo devuelva y se lo pueda prestar a otros, esa relación la lleva escrita en una hoja de papel que va actualizando constantemente con las entradas y salidas. La persona que copia los carnets, los presta y los recoge sería el dispositivo con propiedad NAT.



2.4. Subredes

Como se ha visto en el punto anterior, uno de los mecanismos que se utilizaron para poder solucionar la escasez de IP's fueron las direcciones privadas junto con NAT.

Las subredes son un método para poder crear varios dominios de difusión a partir de una dirección de red, esto nos ayudará a segmentar una red.



Por ejemplo:

Supongamos que hemos comprado una dirección de red y que necesitamos “aislar” varios equipos pero a la vez que se comuniquen entre sí (crear diferentes dominios de difusión), la solución estaría en crear subredes dentro de nuestra red, de tal manera que desde fuera solamente se viera una red pero internamente funcionara como un conjunto de pequeñas redes.

¿CÓMO?

En una dirección IP hemos visto que hay bits dedicados a determinar la parte de red y bits dedicados a la parte de host.

Las subredes se consiguen sacrificando bits de host para segmentar los bits dedicados a determinar las redes. En otras palabras, se “roban” bits de direcciones de equipos. Con esto conseguimos tener varias direcciones de subred a partir de una dirección de red. Por el contrario se disminuye el número de equipos que puedo identificar.

Supongamos que tenemos la dirección de red **192.168.1.0 de clase C**. Con esta dirección de red podríamos identificar a 254 equipos y tendríamos un dominio de difusión cuya dirección sería 192.168.1.255. La máscara de red que corresponde con esta IP sería 255.255.255.0.

Ahora se me ocurre “robar” 2 bits a la parte host para crear más dominios de difusión con lo cual la máscara de red quedaría como 255.255.255.192. En esta situación y poniendo la dirección de red original en binario tendríamos las siguientes direcciones de subred.

Dirección de subred		Máscara	IPSubred	Broadcast
11000000.10101000.00000001.00hhhhhh	192.168.1.0	255.255.255.192	$2^6 - 2 = 62$	192.168.1.63
11000000.10101000.00000001.01hhhhhh	192.168.1.64	255.255.255.192	$2^6 - 2 = 62$	192.168.1.127
11000000.10101000.00000001.10hhhhhh	192.168.1.128	255.255.255.192	$2^6 - 2 = 62$	192.168.1.191
11000000.10101000.00000001.11hhhhhh	192.168.1.192	255.255.255.192	$2^6 - 2 = 62$	192.168.1.255

Si analizamos la tabla se puede ver como hemos conseguido 4 dominios de difusión, pero también que hemos perdido algunas direcciones para poder definir direcciones de equipos (248 frente a 254).