

## 1.Introducción

El papel de la capa IP es averiguar cómo encaminar paquetes o datagramas a su destino final, lo que consigue mediante el protocolo IP. Para hacerlo posible, cada interfaz en la red necesita una **dirección IP**, que identifica tanto un ordenador concreto como la red a la que éste pertenece, ya que el sistema de direcciones IP es un sistema jerárquico. Se trata de una dirección única a nivel mundial y la concede INTERNIC, Centro de Información de la Red Internet.

## 2.Direcciones ip

Una dirección ip consiste en 32 bits que normalmente se expresan en forma decimal, en cuatro grupos de tres dígitos separados por puntos, tal como 167.216.245.249. Cada número estará entre cero y 255. Cada número entre los puntos en una dirección IP se compone de 8 dígitos binarios (00000000 a 11111111); los escribimos en la forma decimal para hacerlos más comprensibles, pero hay que tener bien claro que la red entiende sólo direcciones binarias.

No todas las direcciones IP son válidas. No podemos asignar a un host una IP aislada, pues no existen IPs aisladas, si no que forman parte siempre de alguna red. Todos los host conectados a una misma red poseen direcciones IP con los primeros bits iguales (bits de red), mientras que los restantes son los que identifican a cada host concreto dentro de esa red.

Para redes que no van a estar nunca conectadas con otras, se pueden asignar las direcciones IP que se desee, aunque de forma general, dos nodos conectados a una misma red no pueden tener la misma dirección IP.

A partir de una dirección IP una red puede determinar si los datos deben ser enviados a través de un router o un gateway hacia el exterior de la red. Si los bytes correspondientes a la red de la dirección IP son los mismos que los de la dirección actual (host directo), los datos no se pasarán al router; si son diferentes se les pasarán, para que los enrute hacia el exterior de la red. En este caso, el router tendrá que determinar el camino de enrutamiento idóneo en base a la dirección IP de los paquetes y una tabla interna que contiene la información de enrutamiento.

## 3. Clases de direcciones ip

Podemos clasificar las direcciones ip dependiendo de diferentes criterios: desde el punto de vista de la accesibilidad, desde el punto de vista de la perdurabilidad y dependiendo de la clase.

### 3.1. Accesibilidad

- Direcciones **IP públicas**: aquellas que son visibles por todos los host conectados a Internet. Para que una máquina sea visible desde Internet debe tener asignada obligatoriamente una dirección IP pública, y no puede haber dos host con la misma dirección IP pública.
- Direcciones **IP privadas**: aquellas que son visibles únicamente por los host de su propia red o de otra red privada interconectada por medio de routers. Los host con direcciones IP privadas no son visibles desde Internet, por lo que si quieren salir a ésta deben hacerlo a través de un router o un proxy que tenga asignada una IP pública. Las direcciones IP privadas se utilizan en redes privadas para interconectar los puestos de trabajo.

### 3.2. Perdurabilidad

- Direcciones **IP estáticas**: aquellas asignadas de forma fija o permanente a un host determinado, por lo que cuando una máquina con este tipo de IP se conecte a la red lo hará siempre con la misma dirección IP. Normalmente son usados por servidores web, routers o máquinas que deban estar conectadas a la red de forma permanente, y en el caso de direcciones IP públicas estáticas hay que contratarlas, generalmente a un ISP (proveedor de Servicios de Internet).
- Direcciones **IP dinámicas**: aquellas que son asignadas de forma dinámica a los host que desean conectarse a Internet y no tienen una IP fija. Un ejemplo típico de este tipo de direcciones IP es el de una conexión a Internet mediante módem. El ISP dispone de un conjunto de direcciones IP para asignar a sus clientes, de forma que cuando uno de ellos se conecta mediante módem se le asigna una de estas IP, que es válida durante el tiempo que dura la conexión. Cada vez que el usuario se conecte lo hará pues con una dirección IP distinta.

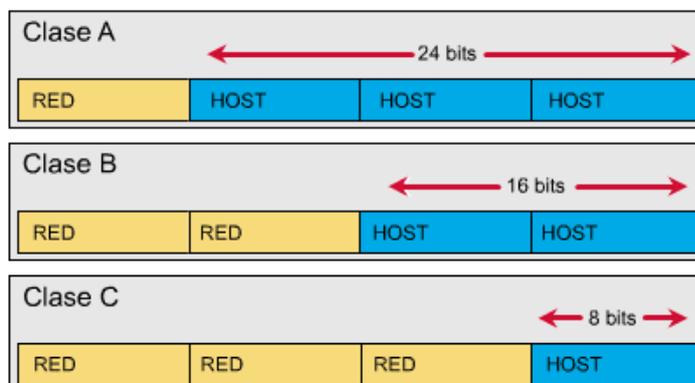
### 3.3. Según su clase

A la hora de asignar direcciones IP a una red se considera el tamaño y las necesidades de ésta, por lo que se distinguen 3 tipos principales de redes (y de direcciones IP):

- **Redes de clase A:** son aquellas redes que precisan un gran número de direcciones IP, debido al número de host que comprenden. A este tipo de redes se les asigna un rango de direcciones IP identificado por el primer octeto de la IP, de tal forma que disponen de los otros 3 octetos siguientes para asignar direcciones a sus host. Su primer byte tiene un valor comprendido entre 1 y 126, ambos inclusive. El número de direcciones resultante es muy elevado, más de 16 millones, por lo que las redes de clase A corresponden fundamentalmente a organismos gubernamentales, grandes universidades, etc.
- **Redes de clase B:** son redes que precisan un número de direcciones IP intermedio para conectar todos sus host con Internet. A este tipo de redes se les asigna un rango de direcciones IP identificado por los dos primeros octetos de la IP de tal forma que disponen de los otros 2 octetos siguientes para asignar direcciones a sus host. Sus dos primeros bytes deben estar entre 128.1 y 191.254, por lo que el número de direcciones resultante es de 64.516. Las redes de clase B corresponden fundamentalmente a grandes empresas, organizaciones gubernamentales o universidades de tipo medio, etc.
- **Redes de clase C:** son redes que precisan un número de direcciones IP pequeño para conectar sus host con Internet. A este tipo de redes se les asigna un rango de direcciones IP identificado por los tres primeros octetos de la IP, de tal forma que disponen de un sólo octeto para asignar direcciones a sus host. Sus 3 primeros bytes deben estar comprendidos entre 192.1.1 y 223.254.254. El número de direcciones resultante es de 256 para cada una de las redes, por lo que éstas corresponden fundamentalmente a pequeñas empresas, organismos locales, etc.

**Otras:**

Clase D, E: Reservadas



CLASE IP	Id. clase	Nº bits para red	Nº bits para estaciones o nodos	Rango	Primer octeto	Nº de redes posibles	Nº de estaciones posibles	Máscara de subred por defecto
A	0	7	24	1.0.0.0 a 127.255.255.255	de 0 a 127	$2^7 = 128$	$(2^{24}) - 2 = 16.777.216 - 2 = 16.777.214$	255.0.0.0
B	10	14	16	128.0.0.0 a 191.255.255.255	de 128 a 191	16.384	65.534	255.255.0.0
C	110	21	8	192.0.0.0 a 223.255.255.255	de 192 a 223	2.097.152	254	255.255.255.0
D	1110	28	X	224.0.0.0 a 239.255.255.255	de 224 a 239	X	X	
E	11110	27	X	240.0.0.0 a 247.255.255.255	de 240 a 255	X	X	
	RED		NODO					

Hay ciertos números de red que no se usan. Esto es así porque están reservados para ciertos usos concretos. De esta forma, las redes cuyo primer byte es superior a 223 corresponden a otras clases especiales, la D y la E, que aún no están definidas, mientras que las que empiezan con el byte 127 (nota que falta en la tabla) se usan para propósitos especiales.

También hay que destacar que los valores extremos en cualquiera de los bytes, 0 y 255, no se pueden asignar a ningún host ni red. El número 0 se denomina **dirección de red**, está reservado como dirección de la propia red, y el 255 se reserva para la función **broadcast** en las redes Ethernet, mediante la cual, un mensaje es enviado a todas las máquinas de la red, no saliendo fuera de la misma. La dirección de broadcast (broadcast address) hace referencia a todos los host de la misma red.

Por lo tanto, dada una red cualquiera, por ejemplo la red de clase C 220.40.12.x (donde x puede variar entre 0 y 255), tendríamos las siguientes direcciones IP:

220.40.12.0.....dirección de red  
 220.40.12.1 a 220.40.12.254.....direcciones disponibles para host  
 220.40.12.255.....dirección de broadcast

No todas las direcciones IP posibles son aptas para su uso común. En primer lugar, existen una serie de **direcciones reservadas** para su uso en redes privadas (aquellas cuyos host no van a ser visibles desde Internet), que sirven para implementar la pila de protocolos TCP/IP a las mismas. Existe un rango de direcciones reservadas según la clase de red:

clase	rango de direcciones IP reservadas
A	10.x.x.x
B	172.16.x.x - 172.31.x.x
C	192.168.0.x - 192.168.255.x

A la hora de configurar una red privada el administrador de red es el encargado de fijar qué clase de red va a usar, según el número de direcciones IP que necesite, y asignar luego una IP adecuada a cada uno de los host, de forma que el esquema final de la red sea lógico y funcional.

Estas IPs privadas no se pueden asignar a ningún host que tenga acceso directo a Internet, son para uso exclusivo interno. De esta forma nos aseguramos de que no si conectamos luego alguno de los host de la red privada a Internet no nos encontraremos con IPs repetidas, que haría que los host que las tuvieran fueses inaccesibles (las direcciones IP son únicas para cada host conectado a Internet).

De la misma forma, si usamos direcciones IP privadas para configurar una serie de redes o subredes internas, nunca se puede asignar una misma IP a dos host diferentes. Aparte de las IPs reservadas, existen otras **direcciones especiales** que tienen un significado especial y que no se pueden asignar a ningún host en una red. Las siguientes direcciones son especiales:

0.0.0.0 (Todas las redes)  
255.255.255.255  
127.0.0.1 (Dirección de loopback)

La dirección de **loopback** (generalmente la 127.0.0.1) corresponde a nuestro propio host, y se utiliza para acceder a los servicios TCP/IP del mismo. Por ejemplo, si tenemos un servidor web local y queremos acceder a las páginas del mismo vía HTTP, tendremos que introducir en la barra de direcciones del navegador la dirección 127.0.0.1, si el puerto en el que está escuchando el servidor es el 80 (el que se usa por defecto). Otra forma de acceder al loopback de nuestra máquina es usando el nombre reservado **localhost**, que produce el mismo resultado.

## 4. Máscara de red y nombre de dominio

### 4.1. Máscara de red

Cuando dos o más redes diferentes se encuentran conectadas entre sí por medio de un router, éste debe disponer de algún medio para diferenciar los paquetes que van dirigidos a los host de cada una de las redes. Es aquí donde entra en juego el concepto de máscara de red, que es una especie de dirección IP especial que permite efectuar este enrutamiento interno de paquetes.

Dada una dirección IP de red cualquiera, la máscara de red asociada es aquella que en binario tiene todos los bits que definen la red puestas a 1 (255 en decimal), y los bits correspondientes a los host puestas a 0 (0 en decimal). Así, las máscaras de red de los diferentes tipos de redes son:

Red Clase A.....Máscara de red=255.0.0.0

Red Clase B.....Máscara de red=255.255.0.0

Red Clase C.....Máscara de red=255.255.255.0

La máscara de red posee la importante propiedad de que cuando se combina con la dirección IP de un host se obtiene la dirección propia de la red en la que se encuentra el mismo. Cuando al router que conecta varias redes le llega un paquete saca de él la dirección IP del host destino y realiza una operación AND lógica entre ésta IP y las diferentes máscaras de red de las redes que une, comprobando si el resultado coincide con alguna de las direcciones propias de red. Este proceso de identificación de la red destino de un paquete (y del host al que va dirigido el paquete) se denomina enrutamiento.

### 4.2. Nombre de Dominio

Como una dirección IP escrita en cualesquiera de estos formatos es difícil de recordar, se optó por poder asignar un **nombre de dominio** a cada dirección IP, nombre que fuera más fácil de recordar. Este es el motivo por el que nos referimos a la dirección de Yahoo como www.yahoo.com, y no como 64.58.76.225, que podría ser su dirección IP expresada en forma decimal.

Pero entonces, ¿cómo sabe el computador a qué IP nos referimos para mandarle los paquetes?. En este apartado es donde entran en juego el **Domain Name System** (DNS - Sistema de Nombres de Dominio), que consiste en una serie de tablas en las que se registra la relación IP-nombre de dominio.

## 5. Planificaciones de direcciones ip

Con TCP/IP podemos hacer Subnetting, o sea, dividir las redes de clases A, B y C en redes más pequeñas.

Aquí presentamos seis pasos para planear el direccionamiento de nuestra red.

- 1.- **PASO1**: Cuantos dispositivos tendrá su red
- 2.- **PASO2**: Crea las subredes necesarias
- 3.- **PASO3**: Especifica la máscara de subred
- 4.- **PASO4**: Especifica las direcciones IP de las subredes
- 5.- **PASO5**: Define las direcciones de broadcast de las subredes
- 6.- **PASO6**: Define el rango de las máquinas en cada subred.

### 5.1. PASO 1 CUANTOS DISPOSITIVOS TENDRÁ SU RED

En este paso usted debe de tener claras dos cosas:

1. Determinar el número de máquinas que va a tener en su red.
2. Determinar el número máximo de segmentos que tendrá su red, o de otra manera, cuantas subredes necesita.

La cantidad de dispositivos de la red se refiere al numero de PCs, el numero de servidores, impresoras.

Para imaginarnos un ejemplo claro, usaremos una red imaginaria.

Esta red tendrá 14 segmentos y el segmento mayor tendrá 14 máquinas conectadas en él.

Nos han asignado una red de tipo C con la dirección 192.168.1.0

### 5.2. PASO 2 CREA LAS SUBREDES NECESARIAS

Para el segundo paso debemos de aplicar tres simples formulas:

1. Primero calculamos el número de bits que vamos a usar y ejecutamos la formula  $2^x$  donde X equivale al número de bits que necesitamos para nuestras subredes.

Como necesitamos 14 subredes, el numero de bits es 4, o sea, que con 4 bits, podemos hacer 16 combinaciones y necesitamos 14 combinaciones.

Entonces sería  $2^4 = 16$

Pero habría que restarle 2, ya que en caso contrario la dirección de red y la dirección de subred coincidirían para la primera subred, así como la dirección de broadcast de la red y la de la última subred también coincidirían.

2. El segundo paso es calcular cuantos bits necesitamos para las máquinas. Como necesitamos un segmento de 14 máquinas como máximo seleccionamos este valor como referencia. La formula es parecida a la anterior.  $2^y$  donde Y es el número de bits para las máquinas. Con 4 bits para máquinas tenemos hasta 16 combinaciones diferentes, pero debemos recordad que cada subred necesitará 2 direcciones para la dirección de red y otra para la dirección de broadcast.

Así pues la formula para calcular los bits que necesitamos para las maquinas es  $2^y - 2$ . En nuestro ejemplo sería  $2^4 - 2 = 14$ .

3. El tercer paso es sumar el número de bits que hemos necesitado para las subredes y el numero de bits que hemos necesitado para las maquinas. El resultado para nuestras subredes es 4 para las redes y 4 para las maquinas, en total 8. Justamente los bits que tenemos en nuestra red clase C.

Si hubiéramos necesitado, por ejemplo, 5 bits para subredes y 4 para máquinas, no lo hubiéramos podido hacer con una clase C, deberíamos de escoger una clase B.

### **5.3.PASO 3 ESPECIFICA LA MÁSCARA DE SUBRED**

La red de clase C que nos han dado tiene la dirección 192.168.1.0

Las redes de clase C tienen una máscara como esta 255.255.255.0, o sea, 24 bits son las la red y 8 para las máquinas.

Con los pasos anteriores, hemos decidido que de esos 8 bits que tenemos disponibles para las máquinas, vamos a hacer Subnetting dividiendo estos 8 bits en dos partes. 4 para las subredes formando así las 14 redes y 4 bits para formar las maquinas de esas redes con un máximo de 14 maquinas en cada red.

Si de los 8 bits que tenemos para las máquinas, escogemos los 4 primeros, serán los de más peso, sería 11110000 para las subredes, en decimal sería el  $128+64+32+16$ . Esto equivale a 240.

Podemos decir entonces que la submascara de red sería esa.

Podemos decir entonces que nuestra red tiene la IP 192.168.1.0/28 o de otra manera, nuestra red es la 192.168.1.0 255.255.255.240.

#### 5.4.PASO 4 ESPECIFICA LAS DIRECCIONES IP DE CADA UNA DE LAS SUBREDES

En este paso debemos definir las direcciones IP de cada subred.

Por ahora la información que tenemos es que nuestra red es la 192.168.1.0/28, una clase C en la cual usamos 4 bits para las subredes y 4 bits para las máquinas.

Los 4 bits para las máquinas equivalen a 16 direcciones diferentes, de las cuales 2 son para la dirección de red, la primera dirección y la otra es la última, la dirección de broadcast.

Las direcciones de las redes irán entonces en saltos de 16 en 16.

Aquí tenemos esos grupos

192.168.1.0	192.168.1.16	192.168.1.32	192.168.1.48
192.168.1.64	192.168.1.80	192.168.1.96	192.168.1.112
192.168.1.128	192.168.1.144	192.168.1.160	192.168.1.176
192.168.1.192	192.168.1.208	192.168.1.224	192.168.1.240

#### 5.5.PASO 5 DEFINE LAS DIRECCIONES DE BROADCAST DE CADA SUBRED

Después de definir las subredes, debemos definir las direcciones de broadcast de estas subredes.

La dirección de broadcast es la última dirección del rango de IP's de esa subred.

Red	Broadcast
192.168.1.0	192.168.1.15
192.168.1.16	192.168.1.31
192.168.1.32	192.168.1.47
192.168.1.48	192.168.1.63
192.168.1.64	192.168.1.79
192.168.1.80	192.168.1.95
192.168.1.96	192.168.1.111
192.168.1.112	192.168.1.127
192.168.1.128	192.168.1.143
192.168.1.144	192.168.1.159
192.168.1.160	192.168.1.175
192.168.1.176	192.168.1.191
192.168.1.192	192.168.1.207
192.168.1.208	192.168.1.223
192.168.1.224	192.168.1.239
192.168.1.240	192.168.1.255

## 5.6.PASO 6 DEFINE LAS DIRECCIONES DE LAS MÁQUINAS

Este es el paso más sencillo de todos.

Ahora tenemos las direcciones de las redes y las direcciones de broadcast de las redes. Pues, el rango que hay entre la dirección de la red y la dirección de broadcast de esa red son las direcciones de las máquinas.

Red	Direcciones de las maquinas	Broadcast
192.168.1.0	192.168.1.1 - 192.168.1.14	192.168.1.15
192.168.1.16	192.168.1.1 - 192.168.1.30	192.168.1.31
192.168.1.32	192.168.1.33 - 192.168.1.46	192.168.1.47
192.168.1.48	192.168.1.49 - 192.168.1.62	192.168.1.63
192.168.1.64	192.168.1.65 - 192.168.1.78	192.168.1.79
192.168.1.80	192.168.1.81 - 192.168.1.94	192.168.1.95
192.168.1.96	192.168.1.97 - 192.168.1.110	192.168.1.111
192.168.1.112	192.168.1.113 - 192.168.1.126	192.168.1.127
192.168.1.128	192.168.1.129 - 192.168.1.142	192.168.1.143
192.168.1.144	192.168.1.145 - 192.168.1.158	192.168.1.159
192.168.1.160	192.168.1.161 - 192.168.1.174	192.168.1.175
192.168.1.176	192.168.1.177 - 192.168.1.190	192.168.1.191
192.168.1.192	192.168.1.193 - 192.168.1.206	192.168.1.207
192.168.1.208	192.168.1.209 - 192.168.1.222	192.168.1.223
192.168.1.224	192.168.1.225 - 192.168.1.238	192.168.1.239
192.168.1.240	192.168.1.241 - 192.168.1.254	192.168.1.255

## 6. Cómo se direcciona desde tu máquina

Cuando un host desea enviar una serie de datos a otro, estos son convertidos a un formato de red apropiado (capa de Aplicación) y divididos en una serie de unidades, denominadas segmentos (capa de Transporte), que son numerados para su correcto reensamble en la máquina destino.

Posteriormente, son pasados a la capa de Internet, que les coloca las direcciones IP de la máquina origen y de la máquina destino. Las unidades así obtenidas se conocen con el nombre de paquetes. Entonces son pasados a la capa de Enlace de Datos, que les añade las direcciones MAC de ambas máquinas y un número calculado para la verificación posterior de errores en el envío, pasando entonces a denominarse tramas.

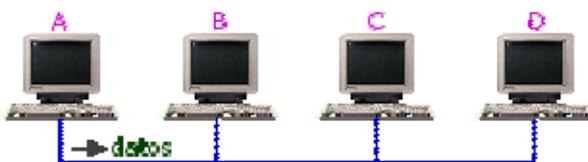
Por último, las tramas son pasadas a la capa Física que las une en trenes de bits apropiados para su transformación en impulsos eléctricos o en ondas, que posteriormente son enviados al medio.

Cuando los impulsos llegan a la máquina destino el proceso se invierte, obteniendo la aplicación receptora los datos en su formato original.

A pesar de que lo que se transmite por el medio físico son impulsos eléctricos, se suele hablar de paquetes transmitidos, ya que son las unidades de información con entidad propia.

### 6.1. Comunicación entre ordenadores en una red

Imaginemos una red formada por varios host, como la representada en la siguiente imagen:



Si el host A (IP=210.23.5.14) se desea comunicar con el host C (IP=210.23.5.27), construye sus paquetes de datos y la capa de Internet les coloca su dirección IP (emisor) y la de C (destinatario), pasándolos a la capa de Enlace de Datos, que no sabe la dirección MAC de C. Para averiguarla, envía un mensaje a todas las máquinas de la red, conocido como petición ARP, preguntando cuál es la dirección MAC correspondiente a la IP 210.23.5.27. Las peticiones ARP son de tipo broadcast, es decir, peticiones que son enviadas a todos y cada uno de los equipos en la red.

La pregunta llega a todas las máquinas, pero sólo C contesta, enviando una respuesta con su dirección MAC. Entonces, A añade ambas direcciones MAC a los paquetes y lo pasa a la capa Física, que lo transmite al medio.

## 6.2. Comunicación entre ordenadores en dos redes. Routers.

Imaginemos ahora que el host C (IP=190.200.23.5) no se encuentra en la misma red que A (IP=210.23.5.14). Cuando éste envíe el broadcast preguntando la dirección MAC de C nadie le responderá, por lo que, si no se hace nada al respecto, la comunicación entre ambas máquinas resultará imposible.

Los encargados de solucionar este problema son unos dispositivos de red especiales, llamados routers, que conectan dos o más redes, sirviendo de enlace entre ellas. Los routers trabajan en la capa de Internet, encargándose de encaminar o enrutar paquetes de datos entre máquinas de redes diferentes.



**Router Cisco 1601-R**

Para poder funcionar de esta forma deben pertenecer a cada una de las redes que conectan, como si fueran un host más de las mismas. De esta forma, un router que conecte dos redes debe tener una tarjeta de red diferente para cada una de las redes y, consecuentemente, dos direcciones MAC diferentes. También debe tener asignada una dirección IP en cada una de las dos redes, ya que si no sería imposible la comunicación con las máquinas de las mismas.

El esquema de dos redes conectadas por un router podría ser el representado en la siguiente imagen:



Ahora, cuando un host envía una petición ARP para averiguar la dirección MAC correspondiente a una IP dada y no es respondido por ningún equipo de su red, envía los paquetes correspondientes a un router que tiene configurado para este tipo de envíos, denominado gateway por defecto.

Una vez que el router recibe los paquetes de datos utiliza un parámetro especial, denominado máscara de red, que combinado con la dirección IP destino le da la red a la que pertenece el host buscado. Pasa entonces los paquetes a la red a la que pertenece C, haciendo una nueva petición de broadcast preguntando la MAC de C. Este le responde, y entonces el router le envía los paquetes directamente. Si C desea responder a A, el proceso se invierte.

Este proceso es necesario realizarlo sólo una vez, ya que en esta tanto los host A y C como el router anotan las parejas de direcciones MAC-IP en unas tablas especiales, denominadas tablas de enrutamiento, que usarán en envíos de datos posteriores para enrutar los paquetes directamente.

Resumiendo, los routers son los principales responsables de la correcta comunicación entre máquinas de diferentes redes, encargándose en este proceso de enrutar correctamente los paquetes de datos.