

Direccionamiento IP

Una **dirección IP** es un número de identificación de un ordenador o de una red (subred) - depende de la máscara que se utiliza. Dirección IP es una secuencia de unos y ceros de 32 bits expresada en cuatro octetos (4 byte) separados por puntos. Para hacer más comprensible se denomina en decimal como cuatro números separados por puntos.

en binario 10101100.00011000.00000111.00101011
en decimal 172.24.7.43

Dirección IP privada identifica el equipo dentro de una red LAN - Local Area Networks - dentro de una empresa o red doméstica.

Dirección IP pública identifica el equipo en internet. **Es única - no se puede repetir.**

Una dirección IP consta de dos partes. Primera parte identifica dirección de la red y la segunda sirve para identificar los equipos en la red. Para saber que rango de bits corresponde para cada parte se utiliza la máscara.

Máscara es combinación de 32 bits expresados en cuatro octetos (4 byte) separados por puntos. Es utilizada para describir cuál es la porción de una dirección IP que se refiere a la red o subred y cuál es la que se refiere al host. La máscara se utiliza para extraer información de red o subred de la dirección IP.

Dirección IP 192.168.15.43
Máscara 255.255.255.0

192	168	15	43
11000000	10101000	00001111	00101011
255	255	255	0
11111111	11111111	11111111	00000000
Dirección de red			Dirección de host

Clases de direccionamiento IP

Las direcciones IP se dividen en clases para definir las redes de tamaño grande (A), mediano (B), pequeño (C), de uso multicast (D) y de uso experimental (E). Dentro de cada rango de clases A,B,C existen direcciones privadas para uso interno y no las veremos en internet.(Normativa RFC 1918).

Clase A

- Rango de direcciones IP: 1.0.0.0 a 126.0.0.0
- Máscara de red: 255.0.0.0
- Direcciones privadas: 10.0.0.0 a 10.255.255.255

Clase B

- Rango de direcciones IP: 128.0.0.0 a 191.255.0.0
- Máscara de red: 255.255.0.0
- Direcciones privadas: 172.16.0.0 a 172.31.255.255

Clase C

- Rango de direcciones IP: 192.0.0.0 a 223.255.255.0
- Máscara de red: 255.255.255.0
- Direcciones privadas: 192.168.0.0 a 192.168.255.255

Clase D

- Rango de direcciones IP: 224.0.0.0 a 239.255.255.255 uso multicast o multidifusión

Clase E

- Rango de direcciones IP: 240.0.0.0 a 254.255.255.255 uso experimental

La dirección **127.0.0.0/8** se denomina como - LoopBack Address - no se puede usar para direccionamiento privado o público.

La máscara **255.255.255.255 o /32** sirve para identificar un host específico.

Clase de dirección IP	Intervalo de dirección IP (Valor decimal d
Clase A	1-126 (00000001-01111110) *
Clase B	128-191 (10000000-10111111)
Clase C	192-223 (11000000-11011111)
Clase D	224-239 (11100000-11101111)
Clase E	240-255 (11110000-11111111)

Los métodos para expresar la máscara:

- Clase A **255.0.0.0 o /8**
- Clase B **255.255.0.0 o /16**
- Clase C **255.255.255.0 o /24**

Clase de dirección	Cantidad de redes	Cantidad de hosts por red
A	126 *	16,777,216
B	16,384	65,535
C	2,097,152	254
D (Multicast)	No es aplicable	No es aplicable

* El intervalo de direcciones 127.x.x.x está reservado como dirección de loopback, con propósitos de prueba y diagnóstico.

Clase de dirección	Bits de mayor peso	Intervalo de dirección del primer octeto	Número de bits en la dirección de red	Número de redes	Número de hosts por red
Clase A	0	0-127	8	126	16,777,216
Clase B	10	128-191	16	16,384	65,535
Clase C	110	192-223	24	2,097,152	254

Clase A	Red	Host
Octet	1	2 3 4

Clase B	Red	Host
Octet	1	2 3 4

Clase C	Red	Host
Octet	1	2 3 4

Clase D	Host
Octet	1 2 3 4

Las direcciones Clase D se utilizan para grupos de multicast. No hay necesidad de asignar octetos o bits a las distintas direcciones de red o de host. Las direcciones Clase E se reservan para fines de investigación solamente.

Ejemplo de direcciones IP para redes con clase

En la **clase A** pura (la máscara 255.0.0.0 o /8) se puede obtener $2^{24}-2=16,777,214$ direcciones IP de host para una red.

La dirección **10.0.0.0/8** se denomina como **dirección IP de red** con todos los bits de host a "0".

La dirección **10.255.255.255/8** se denomina como **dirección IP de broadcast (difusión)** con todos los bits de host a "1".

En la **clase B** pura (la máscara 255.255.0.0 o /16) se puede obtener $2^{16}-2=65,534$ direcciones IP de host para una red.

La dirección **172.16.0.0/16** se denomina como **dirección IP de red** con todos los bits de host a "0".

La dirección **172.16.255.255/16** se denomina como **dirección IP de broadcast (difusión)** con todos los bits de host a "1".

En la **clase C** pura (la máscara 255.255.255.0 o /24) se puede obtener $2^8-2=254$ direcciones IP de host para una red.

Un ejemplo de direcciones restringidas (no validas) para un host en la red clase C:

La dirección **192.168.1.0/24** se denomina como **dirección IP de red** con todos los bits de host a "0".

La dirección **192.168.1.255/24** se denomina como **dirección IP de broadcast (difusión)** con todos los bits de host a "1".

Direccionamiento IP - subredes

El proceso de creación de subredes comienza prestando al rango de host la cantidad de bits necesaria para la cantidad de subredes que queremos obtener. En esta acción de pedido tienes que dejar como mínimo dos bits del rango de host.

Clase A cantidad de bits disponible **22** bits

Clase B cantidad de bits disponible **14** bits

Clase C cantidad de bits disponible **6** bits

Ejemplo para la red clase A.

Primero hacemos un cálculo de la máscara de subred.

Para obtener por ejemplo las 9 subredes válidas, tenemos que calcular el rango de los bits necesarios para el direccionamiento de las subredes.

$2^N - 2 = \text{número de subredes}$. N - número de bits.

La razón de restar estos dos números de subredes es porque la dirección con los bits a 0 es la dirección IP de la red original y con los bits a 1 es la dirección broadcast de la red original.

$2^4 - 2 = 14$

En nuestro caso aprovechamos 4 bits (con 3 bits disponemos en máximo 8 subredes - 6 válidas) para calcular la máscara e direccionamiento IP de nuestros subredes.

La máscara de red clase A:

en binario **11111111 . 00000000 . 00000000 . 00000000** y en decimal **255.0.0.0 (/8)**

Para obtener la máscara de subred utilizamos 4 bits de rango de host - los 4 bits ponemos a 1:

en binario **11111111 . 11110000 . 00000000 . 00000000** y en decimal **255.240.0.0 (/12)**

Los direcciones IP de red, de difusión e rango de direcciones para los host tenéis en la tabla. ;)

Número de subred	dirección IP de subred	dirección IP de difusión	rango de direcciones IP de host
0	10.0.0.0/12	10.15.255.255/12	10.0.0.1/12 - 10.15.255.254/12
1	10.16.0.0/12	10.31.255.255/12	10.16.0.1/12 - 10.31.255.254/12
2	10.32.0.0/12	10.47.255.255/12	10.32.0.1/12 - 10.47.255.254/12
3	10.48.0.0/12	10.63.255.255/12	10.48.0.1/12 - 10.63.255.254/12
4	10.64.0.0/12	10.79.255.255/12	10.64.0.1/12 - 10.79.255.254/12
5	10.80.0.0/12	10.95.255.255/12	10.80.0.1/12 - 10.95.255.254/12
6	10.96.0.0/12	10.111.255.255/12	10.96.0.1/12 - 10.111.255.254/12
7	10.112.0.0/12	10.127.255.255/12	10.112.0.1/12 - 10.127.255.254/12
8	10.128.0.0/12	10.143.255.255/12	10.128.0.1/12 - 10.143.255.254/12

9	10.144.0.0/12	10.159.255.255/12	10.144.0.1/12 - 10.159.255.254/12
10	10.160.0.0/12	10.175.255.255/12	10.160.0.1/12 - 10.175.255.254/12
11	10.176.0.0/12	10.191.255.255/12	10.176.0.1/12 - 10.191.255.254/12
12	10.196.0.0/12	10.207.255.255/12	10.196.0.1/12 - 10.207.255.254/12
13	10.208.0.0/12	10.223.255.255/12	10.208.0.1/12 - 10.223.255.254/12
14	10.224.0.0/12	10.239.255.255/12	10.224.0.1/12 - 10.239.255.254/12
15	10.240.0.0/12	10.255.255.255/12	10.240.0.1/12 - 10.255.255.254/12

Máscara de red 'decimal puntado'	Máscara de red en formato corto	Rango de IP de host en una subred	Rango de subredes posibles
255.255.255.0	/24	254 IP de hosts	no se puede obtener subredes tenemos una red clase C direcciones IP dentro de ...0 a ...255
255.255.255.128	/25	126 IP de hosts	2 subredes direcciones IP dentro de ...0 a ...127 / ...128 a ...255
255.255.255.192	/26	62 IP de hosts	4 subredes direcciones IP dentro de 0-63 / 64-123 / 124-191 / 192-255
255.255.255.224	/27	30 IP de hosts	8 subredes direcciones IP dentro de 0-31 / 32-63 / 64-95 / 96-127 128-159 / 160-191 / 192-223 / 224-255
255.255.255.240	/28	14 IP de hosts	16 subredes direcciones IP dentro de 0-15 / 16-31 / 32-47 / 48-63 64-79 / 80-95 / 96-111 / 112-127 128-143 / 144-159 / 160-175 / 176-191 192-207 / 208-223 / 224-239 / 240-255
255.255.255.248	/29	6 IP de hosts	32 subredes direcciones IP dentro de 0-7 / 8-15 / 16-23 / 24-31 32-39 / 40-47 / 48-55 / 56-63 64-71 / 72-79 / 80-87 / 88-95 96-103 / 104-111 / 112-119 / 120-127 etc.
255.255.255.252	/30	2 IP de hosts	64 subredes el limite - no se puede obtener más subredes
255.255.255.254	/31	no se puede obtener direcciones de host dentro de una subred	no hay más subredes
255.255.255.255	/32	dirección IP de host	dirección IP de host con excepción de direcciones ...0 - IP de red y ...255 IP de difusión

Ejemplo subneting

Subnetting

Se hace evidente que la dirección IP de un nodo es el elemento que mejor le define tecnológicamente desde el punto de vista de la red. Es por ello muy importante adquirir una cierta soltura en los cálculos relativos a los sistemas de direccionamiento.

Para el estudio se partirá de un ejemplo sobre el que intentaremos calcular todos los parámetros de red. En concreto, se dispondrá de un nodo con dirección 192.168.15.12 con máscara de red 255.255.255.0 (o lo que es lo mismo 192.168.15.12/24 en notación CIDR) y con puerta por defecto (dirección del encaminador que le conecta a Internet) 192.168.15.254 (Fig. 3.22).

○ A. Cálculo de direcciones IP

Cálculo de la máscara de red de clase

La dirección IP del nodo (192.168.15.12) se corresponde con una red de clase C (puesto que el primer octeto está comprendido entre 192 y 233). Su máscara de red de clase es de 24 bits, es decir: 255.255.255.0, lo que en este caso se nos proporciona como dato de partida.

Cálculo de la dirección de red

La dirección de red se construye a partir de la dirección del nodo, sustituyendo los bits que codifican el host por ceros y dejando intactos los bits que codifican la red.

En este caso, como la máscara es de 24 bits, habrá que dejar intactos los 24 primeros bits y poner a cero los 8 bits

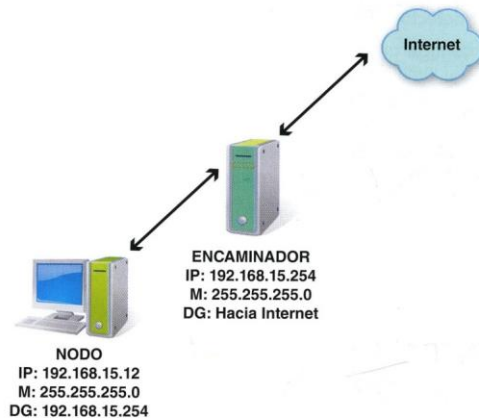


Fig. 3.22. Ejemplo de red para el cálculo de parámetros IP.

restantes (los que aparecen más a la derecha en la máscara).

La dirección de red será, por tanto:
 $192.168.15.00000000 = 192.168.15.0$

Lo que a veces se especifica simplemente como 192.168.15.0 o más sencillamente como 192.168.15.

Cálculo de la dirección de difusión o broadcast de la red

Esta dirección se utiliza cuando un nodo quiere enviar datos a todos los nodos de su red lógica (todos los que comparten su sistema de direccionamiento y con los que él puede comunicarse directamente sin el concurso de dispositivos intermediarios).

La dirección de difusión de red se calcula también a partir de la dirección IP del nodo, dejando intactos los bits que codifican la red y estableciendo a uno los bits que codifican el host dentro de la red.

En el caso que nos ocupa la dirección de difusión será: $192.168.15.11111111 = 192.168.15.255$.

Nótese que ni la dirección de red ni la de difusión pueden aplicarse a un nodo, puesto que están reservadas para esas dos funciones especiales: representar a la red (dirección de red) y representar a todos los nodos de la red (dirección de difusión).

Comprobación de que el nodo se comunica con su puerta por defecto

Al configurar la red en un nodo hay que asegurarse de que, si tiene establecida su puerta por defecto, el nodo está en la misma red lógica que su puerta, de lo contrario no se podrán comunicar entre sí.

¿Cómo saber si están en la misma red dos nodos? Es muy sencillo: calculamos la dirección de red del primer nodo, calculamos la dirección de red del segundo nodo y comprobamos que coinciden.

Si realizamos al cálculo de la dirección de red de la puerta por defecto del nodo (encaminador) siguiendo el procedimiento descrito anteriormente se tendrá lo siguiente:

Dirección de red del encaminador:
 $192.168.15.00000000 = 192.168.15.0$

Que coincide con la dirección de red de nodo, por tanto, están en la misma red y el nodo podrá comunicarse con su puerta.

B. Subnetting

A veces interesa que la división que produce una máscara de red entre la parte de nodo y la parte de red no sea tan generosa como la que proporcionan las redes de clases (A, B y C; las direcciones de tipo D y E no intervienen en este estudio).

Por ejemplo, podría darse el caso de una empresa que ha contratado una red con direcciones IP públicas de clase C para repartir entre todos los departamentos de que consta.

Por tanto, el administrador de red de esta empresa tiene que hacer una subdivisión del direccionamiento IP de la red de clase C contratada, confeccionando a partir de esta un conjunto de redes más pequeñas y asignando cada una de ellas a los distintos departamentos. A esta operación de fraccionamiento del sistema de direccionamiento se le llama **subnetting**.

La técnica de subnetting consiste en crear máscaras de mayor número de bits puestos a uno que las que proporcionan las máscaras de clase (8, 16 y 24 bits respectivamente para las clases A, B y C).

Esta división genera un conjunto de subredes, cada una de las cuales tiene su propio sistema de direccionamiento, su nueva máscara, su dirección de red y su dirección de difusión. A partir de aquí se aprenderá a realizar estos cálculos.

Para ilustrarlo se supondrá que disponemos de las direcciones IP de la red de clase C 192.168.15.0 que tendremos que repartir en tres subrangos de red, por ejemplo, porque haya tres departamentos. A cada departamento le asignaremos una de estas subredes.

Cálculo de tres parámetros: número de bits que desplazaremos en la máscara, nueva máscara de subred (máscara adaptada) y número de subredes que conseguiremos con la división

Como partimos de una red de clase C, tomamos inicialmente una máscara de 24 bits, es decir:

255.255.255.00000000

Nos hacemos la siguiente pregunta: ¿Cuántos bits de los 8 que aparecen a la derecha de la máscara anterior tendrían que convertirse en unos para poder codificar tres subredes?

Esta pregunta exige el siguiente cálculo: tomar un número de bits (entre 2 y 6 para una red de clase C), elevar 2 a ese número y restarle 2 al resultado, es decir:

$$\text{Número de subredes válidas} = 2^{\text{Número de bits desplazados}} - 2$$

Para una red de clase B, el número de bits desplazados debe estar comprendido entre 2 y 14, mientras que para una red de clase C entre 2 y 22. La justificación de estos cálculos se comprobará más adelante.

En nuestro ejemplo, si elegimos 3 bits, tendremos que el número de subredes válidas será de $2^3 - 2 = 8 - 2 = 6$ **subredes válidas**.

Con 6 subredes válidas se pueden cubrir los tres departamentos y nos sobran otras tres subredes para usos futuros.

Nota: Se puede comprobar que con 2 bits no hubiéramos tenido suficiente, puesto que en este caso el número de redes válidas que saldrían serían: $2^2 - 2 = 4 - 2 = 2$ (un departamento de los tres que tenemos se quedaría sin su propia subred).

Por tanto, el número de bits desplazados que hemos calculado es 3 y el número de subredes válidas en que podremos subdividir la red será de 6.

La nueva máscara de subred o máscara adaptada será 255.255.255.11100000 = **255.255.255.224**.

Cálculo del número hosts que pueden direccionarse en cada subred

En este caso el cálculo del número de hosts válidos en cada subred es similar al de subredes, pero en vez de tomar el número de bits desplazados se toman los restantes.

Para una red de clase C: $2^8 - \text{bits desplazados} - 2$.

Para una red de clase B: $2^{16} - \text{bits desplazados} - 2$.

Para una red de clase A: $2^{24} - \text{bits desplazados} - 2$.

Por tanto, en nuestro ejemplo, el número de hosts válidos en cada subred será de

Número de hosts válidos en cada subred = $2^{8-3} - 2 = 2^5 - 2 = 32 - 2 = \mathbf{30 \text{ hosts/subred}}$.

Cálculo de las direcciones de red de cada subred válida

Hemos desplazado 3 bits, que ahora codifican la subred, por tanto, tenemos lo siguiente:

a) Los 24 primeros bits codifican la red: 192.168.15.

b) Los 3 bits siguientes codifican la subred: desde la 000 hasta la 111 (8 subredes, de las cuales solo 6 serán válidas). Ni la primera subred ni la última son válidas (lo que justificaremos más adelante).

c) Los 5 bits siguientes (y últimos) codifican el host dentro de la red: desde el 00000 hasta el 11111 (32 hosts en cada subred, de los cuales solo 30 son válidos). Ni el primer host ni el último son válidos (también será justificado más adelante).

¿Cuáles serán las direcciones de red de cada una de las subredes válidas?

Ponemos a cero los cinco bits de host, que aparecerán a la derecha del símbolo «.» que utilizaremos para separar los bits del último octeto:

1) Dirección de red de la primera subred:
 $192.168.15.000,00000 = 192.168.15.0$ (no válida, puesto que coincide con la dirección de red de la red de clase C de la que partimos y si la tomamos no podremos distinguir entre la dirección de red de la clase C y de la primera subred): la descartamos.

2) Dirección de red de la segunda subred:
 $192.168.15.001,00000 = 192.168.15.32$ (dirección de subred del primer departamento).

3) Dirección de red de la tercera subred:
 $192.168.15.010,00000 = 192.168.15.64$ (dirección de red del segundo departamento).

4) Dirección de red de la cuarta subred:
 $192.168.15.011,00000 = 192.168.15.96$ (dirección de red de tercer departamento).

5) Dirección de red de la quinta subred:
 $192.168.15.100,00000 = 192.168.15.128$.

6) Dirección de red de la sexta subred:
 $192.168.15.101,00000 = 192.168.15.160$.

7) Dirección de red de la séptima subred:
 $192.168.15.110,00000 = 192.168.15.192$.

8) Dirección de red de la octava subred:
 $192.168.15.111,00000 = 192.168.15.224$ (esta subred también es inválida, pero la razón se expondrá después).

Cálculo de las direcciones de difusión de cada subred válida

Hacemos lo mismo que en el apartado anterior, pero poniendo esta vez a uno los bits que codifican el host.

1) Dirección de difusión de la primera subred:
 $192.168.15.000,11111 = 192.168.15.31$ (aunque sabemos que esta subred no sirve porque no es válida su dirección de red).

2) Dirección de difusión de la segunda subred:
 $192.168.15.001,11111 = 192.168.15.63$ (dirección de difusión del primer departamento).

3) Dirección de difusión de la tercera subred:
 $192.168.15.010,11111 = 192.168.15.95$ (dirección de difusión del segundo departamento).

4) Dirección de difusión de la cuarta subred:
 $192.168.15.011,11111 = 192.168.15.127$ (dirección de red de tercer departamento).

5) Dirección de difusión de la quinta subred:
 $192.168.15.100,11111 = 192.168.15.159$.

6) Dirección de difusión de la sexta subred:
 $192.168.15.101,11111 = 192.168.15.191$.

7) Dirección de difusión de la séptima subred:
 $192.168.15.110,11111 = 192.168.15.223$.

8) Dirección de difusión de la octava subred:
 $192.168.15.111,11111 = 192.168.15.255$ (esta subred también es inválida, porque su dirección de difusión coincide con la dirección de difusión de la red de clase C de la que partimos).

Cálculo de las direcciones IP de los nodos de cada una de las subredes válidas

Si tomamos una subred válida, por ejemplo, la primera de todas las válidas, las direcciones IP asignables a los nodos del primer departamento estarán comprendidas entre su dirección de red y la de difusión.

Por tanto, tendremos:

Primera red válida: desde 192.168.15.33 hasta 192.168.15.62 (30 nodos para el primer departamento).

Segunda red válida: desde 192.168.15.65 hasta 192.168.15.94 (30 nodos para el segundo departamento).

Tercera red válida: desde 192.168.15.97 hasta 192.168.15.126 (30 nodos para el tercer departamento).

Cuarta red válida: desde 192.168.15.129 hasta 192.168.15.158.

Quinta red válida: desde 192.168.15.161 hasta 192.168.15.190.

Sexta y última red válida: desde 192.168.15.193 hasta 192.168.15.222.

Como se ve ahora solo podemos aprovechar $6 \times 30 = 180$ direcciones de las 256 que tenía el rango original de la red de clase C: la pérdida de direcciones IP es el precio que hay que pagar por subdividir la red.

La Fig. 3.23 proporciona un esquema gráfico de la configuración de algunos nodos de cada departamento.

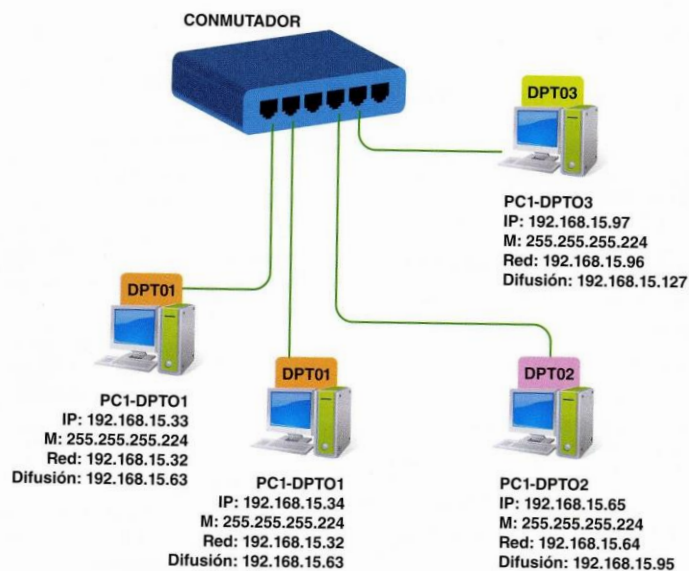


Fig. 3.23. Parámetros de red de los nodos de cada departamento.