

SISTEMAS NUMÉRICOS POSICIONALES

Aplicaciones prácticas en la informática

Autor: Prof. Víctor Zamora Lorente



Índice de contenidos

1. Sistemas numéricos posicionales.....	3
1.1. ¿Qué es la base numérica?.....	3
a) Capacidad expresiva: símbolos por dígito.....	3
b) Grado de agrupamiento.....	3
c) ¿Qué pasaría si sólo tuviésemos una mano?.....	4
d) Corolario.....	4
1.2. La posición.....	5
a) Corolario.....	5
1.3. Base 16: hexadecimal.....	6
1.4. Direcciones IP (decimal/binario).....	7
a) Decimal a Byte.....	7
2. Análisis de las direcciones IP.....	8
2.1. ¿Qué es una dirección IP?.....	8
2.2. La máscara de red.....	9
a) Ejemplo.....	9
b) Corolario.....	9
2.3. Clases de direcciones IP.....	10
a) Clase A (8/24).....	10
b) Clase B (16/16).....	10
c) Clase C (24/8).....	11
d) Clase D (8/24).....	11
e) Clase E (8/24).....	11
2.4. SubRedes (SubNetting).....	12
a) Caso práctico 1.....	12
b) Caso práctico 2.....	14
2.5. SuperRedes (SuperNetting).....	16
a) Caso práctico 3.....	16
2.6. Ejercicios.....	17
a) Dirección de red y broadcast I.....	17
b) Dirección de red y broadcast II.....	17
c) Dirección de red y broadcast III.....	17
d) Dirección de red y broadcast IV.....	17
e) Redes dinámicas I.....	18
f) Redes dinámicas II.....	18
g) Redes dinámicas III.....	19
h) Redes dinámicas IV.....	19

1. SISTEMAS NUMÉRICOS POSICIONALES

Probablemente hayas olvidado que 123 es la suma de $100+20+3$. En principio, tal vez consideres que es un aspecto sin la mayor importancia, pero a la hora de entender los sistemas numéricos usados en la informática, pronto te darás cuenta de que no es así.

Si analizamos con más detenimiento el número 123, éste tiene dos aspectos que a menudo obviamos: por un lado es la representación numérica de una cuantía, concretamente 123 unidades, pero al mismo tiempo, es la agrupación de 1 centena, 2 decenas y 3 unidades, es decir, $1*100 + 2*10 + 3*1$ ¿Por qué pasa esto?

Todo parte de una evidencia muy básica, tenemos 10 dedos en las manos. Este detalle sin importancia es vital para entender como empezamos a utilizar el sistema decimal y, en general, para comprender los distintos sistemas numéricos con otras bases que no sean el 10.

Dos conceptos: la base y la posición

1.1. ¿QUÉ ES LA BASE NUMÉRICA?

La base numérica representa dos conceptos bien definidos: la capacidad expresiva, en lo referente a el número de símbolos que tenemos para expresar una determinada cuantía, por otro lado, es el grado de agrupamiento.

a) Capacidad expresiva: símbolos por dígito

En el sistema decimal, tenemos la capacidad de representar hasta 10 magnitudes con sólo un símbolo numérico... ¿Cuáles son?

Nada es 0, la unidad es 1, un par es 2, un trío es 3... Hasta que llegamos al 9. ¿Qué pasa aquí?, ¿por qué no llegamos hasta el 10? Es de nuevo el momento de pensar en tus manos.

Cuando llegamos al 10, lo que ocurre es que no podemos seguir contando con nuestros dedos; ¿qué podríamos hacer para seguir contando? La solución es hacer lo que hacemos con el sistema decimal, contabilizamos un grupo de diez (decena) y seguimos contando. Y así, es como el ser humano alumbró al 10.

Resumen:

- ✓ Cada dígito decimal tiene una capacidad expresiva de 10 símbolos: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 (10 símbolos para representar desde la nada hasta 9)

b) Grado de agrupamiento

El grado de agrupamiento representa el otro significado de la base numérica. Éste representa cómo representamos las cuantía mediante un sistema de una determinada base. Sigamos con el decimal.

Siguiendo con el ejemplo inicial, ¿cómo puedo representar la magnitud 123 unidades?

Cabría plantearse coger 12 decenas y 3 unidades, ¿verdad? $12*10+3*1 = 120+3 = 123$, pero esto, como hemos visto anteriormente no es posible porque ¡nos faltan dedos!, no podemos contar más allá de 10 y cuando contamos 10 lo que hacemos es agruparlos. Así, cuando tenemos 10 unidades, hacemos una decena y la representamos exactamente así: 10 ($1*10+0*1$). Cuando tenemos 10 decenas, lo que hacemos es hacer una centena, y la representamos así: 100 ($100*1+0*10+0*1$). Y así sucesivamente.

Resumen:

- ✓ Cuando tenemos 10 grupos unidad, 10 grupos de decenas, 10 grupos de centenas, agrupamos estos en un grupo mayor que contiene exactamente 10 elementos del grupo anterior.

c) ¿Qué pasaría si sólo tuviésemos una mano?

Si sólo tuviésemos una mano, lo que ocurriría es que la base numérica pasaría a ser 5, entonces, dejarían de existir los símbolos 9,8,7,6 y ¡5!. ¿Cómo? ¿Por qué?. Veámoslo.

En el sistema pental (base 5), tenemos la capacidad de representar hasta 5 magnitudes con sólo un símbolo numérico... ¿Cuáles son?

Nada es 0, la unidad es 1, un par es 2, un trío es 3... Hasta que llegamos al 4. ¿Qué pasa aquí?, ¿por qué no llegamos hasta el 5? Es el momento de pensar que tan sólo tienes una mano.

Cuando llegamos al 5, lo que ocurre es que agruparíamos esas 5 unidades en un grupo de 5 y pasaríamos a representarlo de la siguiente forma: 10_5 . Tranquilidad, vamos a verlo detenidamente.

¿Acaso $1*5 + 0*1$ no es $5+0$ que es igual a 5? Pues es eso exactamente lo que representa 10_5 , representa un grupo de 5 más 0 unidades.

... Creo que lo estamos entendiendo, ¿cómo se representa en base 5 la magnitud 26?

Si somos observadores, con dos dígitos en base 5 podemos representar desde el 00 hasta 44, que corresponderían a las magnitudes 0 y $4*5+4*1 = 20 + 4 = 24$ respectivamente. Vaya, parece ser que nos quedamos cortos, necesitamos coger un grupo mayor (otro dígito), en este caso de 25 (5 grupos de 5) para poder representar la magnitud 26.

Calculemos el número: $1*25 + 0*5 + 1*1 = 25 + 0 + 1 = 26$ *et voilà, c'est très facile*

d) Corolario

Tal vez andes algo confuso con esto de necesitar otro dígito para representar el 26 en el sistema pental (base 5); pero verás que es muy sencillo. ¿Entiendes que con dos dígitos decimales sólo puedes representar desde el 00 hasta el 99?

Pues la forma de proceder es la misma, sólo que como se ha explicado anteriormente, en el sistema pental cada dígito sólo dispone de 5 símbolos por dígito que representan las magnitudes 0, 1, 2, 3 y 4... 5 magnitudes, dependiendo de la posición que ocupen, porque si ocupan la posición 0, son unidades, pero si ocupan la posición 1 estamos hablando de grupos de 5 o quintetos, si ocupan la posición 2, son grupos de 25 (5 grupos de 5)... Y así sucesivamente.

Veamos algunos ejemplos:

$$123_{10} \rightarrow 1*100 + 2*10 + 3*1 = 123$$

$$123_5 \rightarrow 1*25 + 2*5 + 3*1 = 25 + 10 + 3 = 38$$

$$402_{10} \rightarrow 4*100 + 0*10 + 2*1 = 402$$

$$402_5 \rightarrow 4*25 + 0*5 + 2*1 = 100 + 2 = 102$$

1.2. LA POSICIÓN

Una vez explicado el concepto de base, es el momento de analizar cómo la posición de cada uno de los dígitos representa a un grupo. Analicemos cómo influye esta con distintas bases:

	7	6	5	4	3	2	1	0
Base: 10 [0,9]	10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0
	10000000	1000000	100000	10000	1000	100	10	1
Base: 5 [0,4]	5^7	5^6	5^5	5^4	5^3	5^2	5^1	5^0
	78125	15625	3125	625	125	25	5	1
Base: 2 [0,1]	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1

Como podemos observar en la tabla, sea cual sea la base, **el primer dígito (posición 0) siempre representa a las unidades**. El segundo dígito (posición 1), representa a un **grupo del tamaño de la base** de la posición anterior, es decir:

- ✓ Base 10 → grupo de 10 unidades (decena) → 10^1 → 10
- ✓ Base 5 → grupo de 5 unidades (quinteto) → 5^1 → 5
- ✓ Base 2 → grupo de 2 unidades (par) → 2^1 → 2

Siguiendo con este razonamiento, el tercer dígito (posición 2) representa a un **grupo del tamaño de la base** de la posición anterior, es decir:

- ✓ Base 10 → grupo de 10 decenas (centena) → 10^2 → 100
- ✓ Base 5 → grupo de 5 quintetos (veinticinco) → 5^2 → 25
- ✓ Base 2 → grupo de 2 pares (cuarteto) → 2^2 → 4

Y así sucesivamente con cada una de las posiciones. Por lo tanto, lo que nos indica la posición es el **tamaño en unidades que tiene ese grupo** atendiendo a la **base** que usemos. Veamos un ejemplo más:

$$\begin{aligned}1011_{10} &\rightarrow 1000 + 0 + 10 + 1 = 1011 \\1011_5 &\rightarrow 125 + 0 + 5 + 1 = 131 \\1011_2 &\rightarrow 8 + 0 + 2 + 1 = 11\end{aligned}$$

a) Corolario

Una vez identificado qué representa la posición en un sistema numérico, podemos concluir que **la posición del dígito es el exponente de la base** (recuerda que la posición primera es 0). Asimismo, hemos observado que con **n dígitos**, se pueden representar **B^n magnitudes** que irían desde el **0 hasta $B^n - 1$** (p.e. con 2 dígitos decimales, podemos representar 100 magnitudes que van desde el 00 al 99).

Capacidad expresiva: B^n ($B \rightarrow$ Base, $n \rightarrow$ número de dígitos)

Rango: $[0, B^n - 1]$

Ejemplo:

Supongamos que disponemos de un *byte*, es decir, 8 bits (*binary digits*). ¿Cuántos números puedo representar? ¿Cuáles?

Con 8 bits puedo representar 256 (2^8) números que van desde el 0 hasta el 255.

¿De qué tamaño es el grupo del último bit?

Como un *byte* son 8 bits, el último bit ocuparía la posición 7, por tanto sería de 128 unidades (2^7)

1.3. BASE 16: HEXADECIMAL

El sistema numérico hexadecimal, tiene la particularidad de que excede las 9 magnitudes por símbolo, concretamente del 0 al 15. Pero no podemos expresar una magnitud con más de un símbolo, dado que crearíamos confusión. Para ello, lo que hacemos es usar las letras del abecedario en mayúsculas. Así, el sistema hexadecimal es el siguiente:

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Por otro lado, el sistema hexadecimal tiene la característica de que su base es un múltiplo de 2, concretamente 16 es 2^4 . Esta coincidencia que puede en principio parecer sin importancia, se traduce en que cada dígito hexadecimal puede ser representado exactamente con 4 bits o a la inversa, cada grupo de 4 bits puede ser representado por su equivalente en hexadecimal. Veamos algunos ejemplos.

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1111	1110	1101	1100	1011	1010	1001	1000	0111	0101	0101	0100	0011	0010	0001	0000
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Este aspecto es especial útil ala hora de representar bytes y es por ello que las direcciones MAC se presentan en hexadecimal.

Ejemplos

Binario								Hexadecimal		Decimal
0	0	0	1	1	1	0	0	1	C	28
1	0	0	1	0	0	0	1	9	1	145
1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	128
1	1	0	0	0	0	0	0	C	0	192
1	1	1	0	0	0	0	0	E	0	224
1	1	1	1	0	0	0	0	F	0	240
1	1	1	1	1	0	0	0	F	8	248
1	1	1	1	1	1	0	0	F	C	252
1	1	1	1	1	1	1	0	F	E	254
1	1	1	1	1	1	1	1	F	F	255

1.4. DIRECCIONES IP (DECIMAL/BINARIO)

Las direcciones IP son un número identificador de los nodos de la red compuesto por 32 bits que se agrupan en 4 bytes. Por lo tanto, se hace especialmente útil saber representar un byte a decimal y viceversa.

a) Decimal a Byte

Supongamos la dirección 192.168.1.152 ¿Cuál sería su representación en binario?

Observa con detenimiento 192 ¿Cómo podrías sumar fácilmente 192 con los grupos binarios?

	7	6	5	4	3	2	1	0
Base: 2 [0,1]	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
192	1	1	0	0	0	0	0	0

Efectivamente, 192 se obtiene fácilmente con $128+64$, es decir, 11000000. Vayamos con 168.

	7	6	5	4	3	2	1	0
Base: 2 [0,1]	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
192	1	0	1	0	1	0	0	0

Aquí no ha sido tan fácil, pero sí que es sencillo. De primeras sumamos 128. Acto seguido observamos que $192 + 64$ excedía 168, por tanto, hacemos 0 ese grupo binario. Posteriormente, intentamos agregar el grupo de 32 lo cual nos da la cercana magnitud de 160 ($128+32$). Ahora, sólo necesitamos 8, con lo cual hacemos 0 el grupo de 16, 1 el grupo de 8 y el resto es cero. Resultado:

$$10101000 = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 128 + 0 + 32 + 0 + 8 + 0 + 0 + 0 = 168$$

2. ANÁLISIS DE LAS DIRECCIONES IP

2.1. ¿QUÉ ES UNA DIRECCIÓN IP?

Una dirección IP está compuesta de **32 bits**. A diferencia de las direcciones físicas o MAC, las direcciones IP, como direcciones lógicas, posibilitan no sólo identificar al nodo de la red sino también a la subred en la que se encuentra. Para ello analicemos la dirección: 192.168.1.10

Lo primero que debemos de observar es que una dirección IP (en su versión v4) se representa en forma de cuatro números decimales donde cada número decimal corresponda a un *byte*. Teniendo en cuenta el ejemplo, la dirección IP sería:

11000000.10101000.00000001.00001010

Dado que los primeros bits de la dirección comienzan por **110**, es una dirección de Clase C (se abordará en el apartado siguiente), por tanto, su máscara de red es de 24 bits, que en forma decimal se expresaría como 255.255.255.0. Al disponer de un byte (8 bits) para identificar a los *hosts*, esto supone que disponemos de 2^8 (256) identificadores de hosts, que se corresponden con el siguiente rango de direcciones:

192.168.1.0 – 192.168.1.255

Veamos la configuración de red 192.168.1.10/24 en binario:

192	168	1	10
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0 1 0
255	255	255	0
1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0

Cabe destacar que de este rango de identificadores de *hosts*, debemos tener en presente que la dirección con **todos los bits del campo host a 0** estará reservada para identificar a la red (dirección ID subred). Asimismo, la dirección con **todos los bits del campo host a 1** estará reservada para el **broadcast**.

Dicho esto, la configuración IP completa para este ejemplo sería la siguiente:

Network: 192.168.1.0
Broadcast: 192.168.1.255
Mask: 255.255.255.0

192	168	1	0
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
192	168	1	255
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1 1
255	255	255	0
1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0

2.2. LA MÁSCARA DE RED

La máscara de red determina el identificador de la subred y el identificador del nodo. Como podemos apreciar, en la configuración IP anteriormente mostrada, la **máscara de red**, a través de los **bits a 1** define qué bits pertenecen al **identificador de red (network)** y qué bits **identifican al dispositivo (host)**, los **bits a 0**.

Para entender el funcionamiento de la máscara de red, tan sólo hay que **aplicar el operador AND lógico** entre los bits de la dirección IP y su máscara asociada, obteniendo como resultado la dirección de identificación de la red a la que pertenece. Veámoslo con un ejemplo.

a) Ejemplo

Supongamos la siguiente configuración IP: 192.168.1.152 / 24 ¿Cuál es el identificador de red? ¿Cuál es el identificador de host? Antes de entrar en detalle en mayores consideraciones, analicemos la tabla de verdad del operador lógico AND (observa que éste se comporta como una multiplicación).

A	B	AND
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

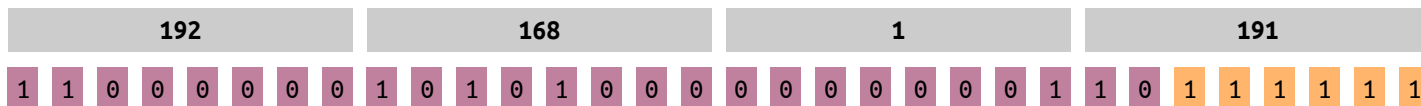
Expuesto lo anterior, apliquemos la máscara de red a la configuración IP **192.168.1.152 / 24** para obtener el identificador de la red a la que pertenece:

192	168	1	152
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 1 1 0 0 0
255	255	255	0
1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0
192	168	1	0
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0

b) Corolario

Como hemos visto en el caso práctico desarrollado anteriormente, la IP **192.168.1.152** con máscara **255.255.255.0** pertenece a la red **192.168.1.0** con **broadcast** 192.168.1.255 ¿Qué ocurriría si ampliamos la máscara de red a 2 bits más, es decir, la nueva máscara es 255.255.255.192 (26 bits)? Veámoslo.

192	168	1	152
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 1 1 0 0 0
255	255	255	192
1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 0 0 0 0 0 0
192	168	1	128
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0



El resultado es que la dirección 192.168.1.152 pertenece a la siguiente subred:

- Network:** 192.168.1.128
- Netmask:** 255.255.255.192 (26 bits)
- Broadcast:** 192.168.1.191

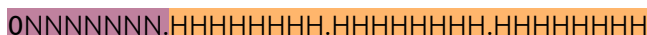
2.3. CLASES DE DIRECCIONES IP

Recordemos que una dirección IPv4 es un número de 32 bits en el que una parte identifica a la subred (N) y otra al host (H). En su representación en decimal se agrupan estos 32 bits en bytes separados por puntos.

Ejemplo:
 11000000.10101000.00000001.00011000
 192.168.1.24

¿Cuántos bits son usados para identificar a la subred y cuántos al *host*? La respuesta depende de la clase de dirección IPv4 que estemos tratando.

a) Clase A (8/24)



Son aquellas direcciones en el que el byte más significativo se utiliza como identificador de la subred, siendo el bit más significativo **0**.

0xxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx
00000000 . 00000000 . 00000000 . 00000000 - **0**1111111 . 11111111 . 11111111 . 11111111
 0.0.0.0 – 127.255.255.255

Direcciones reservadas

[0.0.0.0 – 0.255.255.255] no pueden utilizarse como direcciones de destino. Indican que el dispositivo se encuentra a la espera de que una dirección IP válida le sea asignada.

Direcciones privadas

[10.0.0.0 - 10.255.255.255]

b) Clase B (16/16)



Son aquellas direcciones en las que los dos bytes más significativos se utilizan como identificador de la subred, siendo los dos bits más significativos **10**.

10xxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx
100000000 . 00000000 . 00000000 . 00000000 - **10**1111111 . 11111111 . 11111111 . 11111111
 128.0.0.0 – 191.255.255.255

Direcciones privadas

[169.254.0.0 - 169.254.255.255]

[172.16.0.0 - 172.31.255.255]

c) Clase C (24/8)

110NNNNN.NNNNNNNN.NNNNNNNN.HHHHHHHH

Son aquellas direcciones en las que los tres bytes más significativos se utilizan como identificador de la subred, siendo los tres bits más significativos **110**.

110xxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx

11000000 . 00000000 . 00000000 . 00000000 - 11011111 . 11111111 . 11111111 . 11111111
192.0.0.0 – 223.255.255.255

Direcciones privadas

[192.168.0.0 - 192.168.255.255]

d) Clase D (8/24)

1110NNNN.HHHHHHHH.HHHHHHHH.HHHHHHHH

Son aquellas direcciones en el que el byte más significativo se utiliza como identificador de la subred, siendo los cuatro bits más significativo **1110**. Este tipo de direcciones quedan **reservadas para experimentación multicast**.

1110xxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx

11100000 . 00000000 . 00000000 . 00000000 - 11101111 . 11111111 . 11111111 . 11111111
224.0.0.0 – 239.255.255.255

e) Clase E (8/24)

1111NNNN.HHHHHHHH.HHHHHHHH.HHHHHHHH

Son aquellas direcciones en el que el byte más significativo se utiliza como identificador de la subred, siendo los cuatro bits más significativo **1111**. Este tipo de direcciones quedan **reservadas para investigaciones**.

1111xxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx de forma tal, que el rango de direcciones es:

111100000 . 00000000 . 00000000 . 00000000 - 111111111 . 11111111 . 11111111 . 11111111
240.0.0.0 – 255.255.255.255

192	168	1	0
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0
192	168	1	64
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0
192	168	1	128
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0
192	168	1	192
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 1 0 0 0 0 0 0

SUBRED 0 [00]

Network: 192.168.1.0
Broadcast: 192.168.1.63

192	168	1	0
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0
192	168	1	63
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 1 1 1 1 1

SUBRED 1 [01]

Network: 192.168.1.64
Broadcast: 192.168.1.127

192	168	1	64
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0
192	168	1	127
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 1 1 1 1 1

SUBRED 2 [10]

Network: 192.168.1.128
Broadcast: 192.168.1.191

192	168	1	128
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0
192	168	1	191
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 1 1 1 1 1

SUBRED 3 [11]

Network: 192.168.1.192
Broadcast: 192.168.1.255

192	168	1	192
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0
192	168	1	255
1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 1 1 1 1 1

b) Caso práctico 2

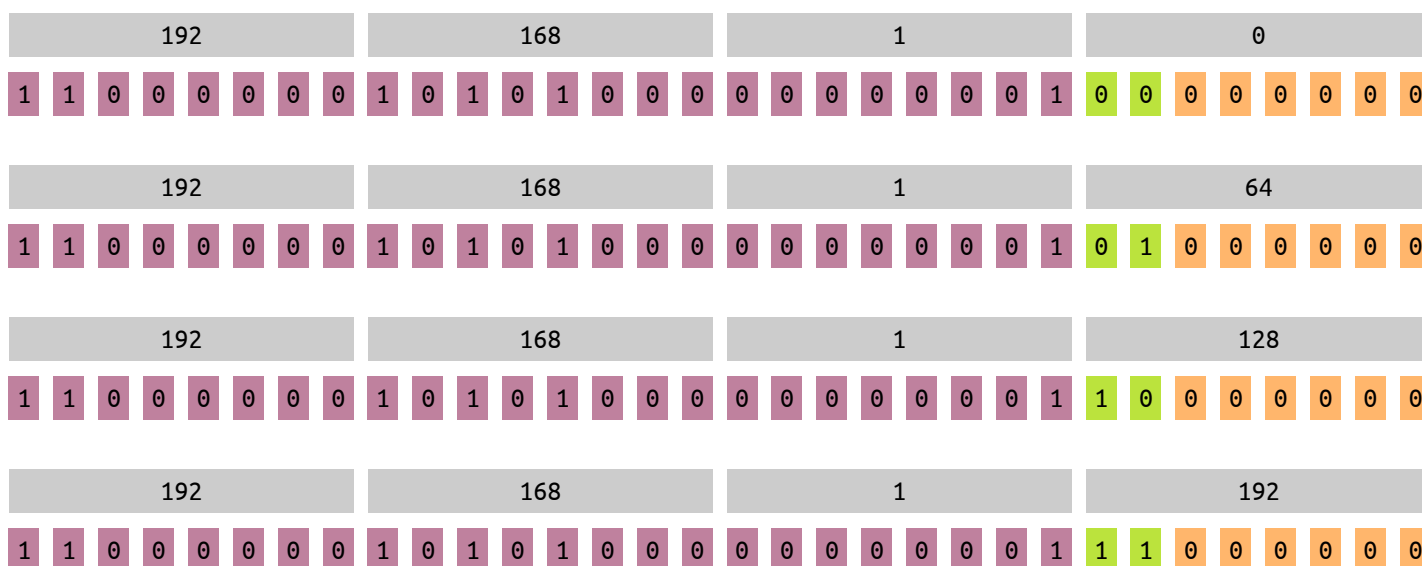
Supongamos que la red 192.168.1.0/24 del departamento de informática de un centro educativo asigna direcciones a 2 clases de primero, 1 clase de segundo y un departamento. Supongamos la siguiente distribución de subredes:

1A & 1B	60 equipos
2A	30 equipos
Departamento	02 equipos

¿Cómo lo hacemos?

Tomemos con punto de partida el caso anterior donde habíamos creado 4 subredes de 64 direcciones. Atendiendo a esta distribución, la estrategia de solución consiste en fusionar dos subredes de 64 en una única subred de 128 direcciones. ¿Qué subredes? ¿Cómo? ¿Cuáles?

Tengamos presente la configuración con máscara de red de 26 bits. Siendo observadores, podemos constatar que la subred 00 y la subred 01, comparten que el penúltimo bit del identificador de red es 0. Asimismo, la subred 10 y la subred 11, comparten el penúltimo bit del identificador de red a 1.



Teniendo en cuenta este aspecto, procederemos a fusionar la subred 0 y subred 1 (penúltimo bit a 0) en una nueva subred de 128 direcciones, al tiempo que mantendremos la configuración de 64 direcciones de las subredes 2 y 3. Destacar que también podríamos haber fusionado las subredes 2 y 3 (penúltimo bit a 1) en una nueva subred de 128 direcciones y haber dejado intactas las subredes 0 y 1 de 64 direcciones; sencillamente, hemos optado por la primera solución.

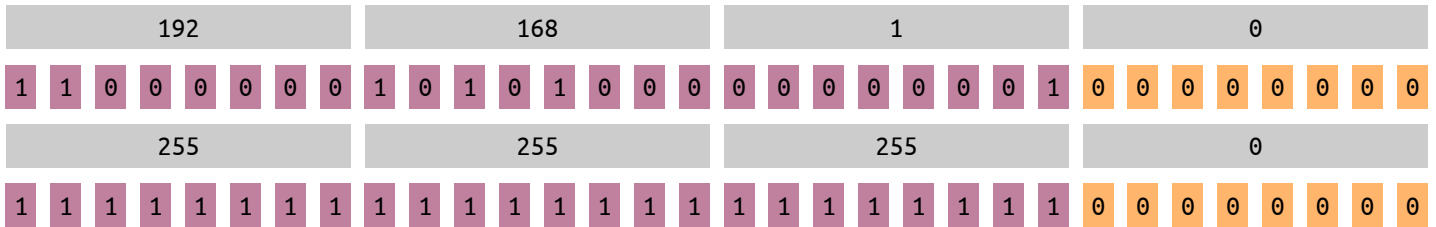
Expuesto lo anterior, para poder fusionar estas dos subredes, la nueva máscara de red será 25, en decimal 192.168.1.128; siendo las subredes resultantes las siguientes (observa con detenimiento la máscara de red de las subredes y los bits de identificación de host):

- ✓ 192.168.1.0 /25
- ✓ 192.168.1.128 /26
- ✓ 192.168.1.192 /26

2.5. SUPERREDES (SUPERNETTING)

a) Caso práctico 3

Partimos de la red original 192.168.1.0, ¿Qué pasaría si hubiésemos agotado las direcciones IP y tuviésemos que ampliar la red?



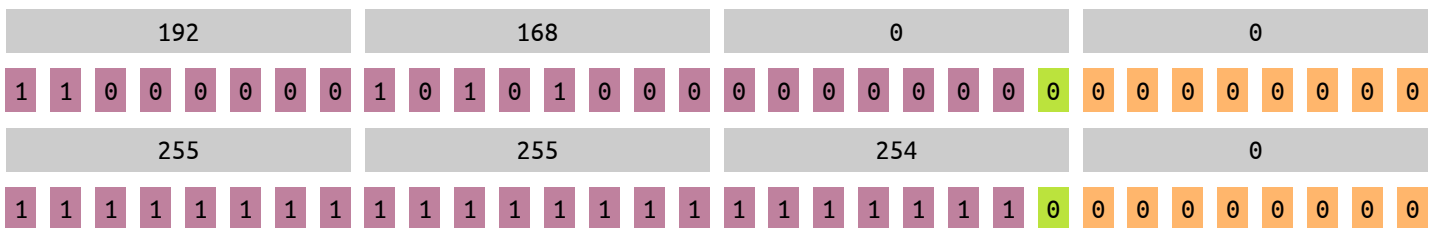
Supongamos que necesitamos un mínimo de 400 direcciones IP. Dada la configuración actual, lo único que nos queda por hacer es ampliar el número de bits del identificador de host. Para ello, de nuevo, tendremos que reducir la máscara de identificador de red y ampliar el identificador de hosts... ¿Cuántos bits?

Si ampliamos el identificador de host de 8 a 9 bits lo que obtendríamos es un rango de 2^9 bits de identificadores de host, es decir 512 identificadores de host, cantidad más que suficiente para cubrir las necesidades de 400 direcciones IP.

Máscara de red: 24 → 23 bits.

Identificador de host: 8 → 9 bits

Siendo la nueva configuración, la siguiente:

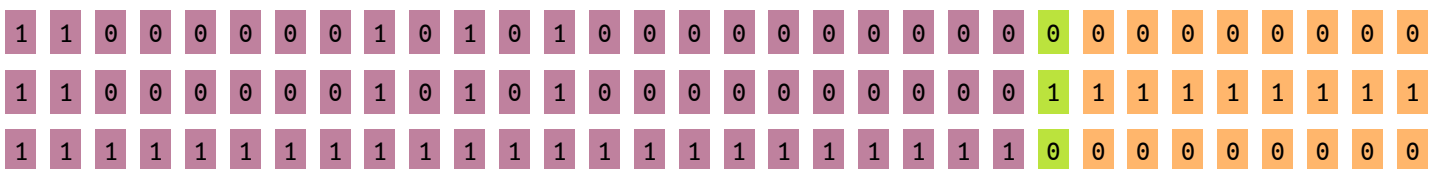


Ahora, la nueva máscara es 23 bits, en decimal 255.255.254.0. Pero, atendiendo a que *la dirección con el identificador de host con todos sus bits a 0 es el identificador de red, y que la dirección con el identificador de host con todos sus bits a 1 es el broadcast*, la nueva configuración será la siguiente:

Network: 192.168.0.0

Broadcast: 192.168.1.255

Netmask: 255.255.254.0



Con un total de **512** direcciones: **192.168.0.0 – 192.168.1.255**

2.6. EJERCICIOS

a) Dirección de red y broadcast I

Dada configuración IP 192.168.1.152 / 23. Identificar a la subred que pertenece y el broadcast.

1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

192.168.1.152 pertenece a la red 192.168.0.0 / 23 (192.168.0.0 / 255.255.254.0)
Con un rango de direcciones: 192.168.0.0 – 192.168.1.255 (512 direcciones)

b) Dirección de red y broadcast II

Dada configuración IP 192.168.4.25 / 255.255.252.0, Identifica la subred y el broadcast.

1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

La red a la que pertenece es 192.168.4.0 siendo el broadcast la dirección 192.168.7.255:
192.168.4.0 / 22
192.168.4.0 – 192.168.7.255 con un total de 1024 direcciones

c) Dirección de red y broadcast III

Dada configuración IP 192.168.4.25 / 255.255.248.0. Identificar a la subred que pertenece y broadcast.

1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

La red a la que pertenece es 192.168.0.0 siendo el broadcast la dirección 192.168.7.255:
192.168.0.0 / 21
192.168.0.0 – 192.168.7.255 con un total de 2048 direcciones

d) Dirección de red y broadcast IV

Dada configuración IP 192.168.4.25 / 255.255.240.0. Identificar a la subred que pertenece y broadcast.

1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

- 2048 direcciones** → 11 bits para el campo host ($2^{11} = 2048$), por tanto, obtenemos una máscara de $32-11=21$
1024 direcciones → 10 bits para el campo host ($2^{10} = 1024$), por tanto, obtenemos una máscara de $32-10=22$
512 direcciones → 9 bits para el campo host ($2^9 = 512$), por tanto, obtenemos una máscara de $32-9=23$
256 direcciones → 8 bits para el campo host ($2^8 = 256$), por tanto, obtenemos una máscara de $32-8=24$

SOLUCIÓN

- [2048] 192.168.0.0 /21 → [192.168.0.0 - 192.168.7.255]
[1024] 192.168.8.0 /22 → [192.168.8.0 - 192.168.11.255]
[256] 192.168.12.0 /24 → [192.168.12.0 - 192.168.12.255]
[256*] 192.168.13.0 /24 → [192.168.13.0 - 192.168.13.255]
[512*] 192.168.14.0 /23 → [192.168.14.0 - 192.168.15.255]