

Direcciones IP

IPv4

Conversión decimal a binario

1 Ejemplo: Conversión del número decimal 24 a sistema binario.

$24/2 = 12$ resto:0
 $12/2 = 6$ resto:0
 $6/2 = 3$ resto:0
 $3/2 = 1$ resto:1
Valor de la última división: 1

Número binario: 11000

2 Ejemplo: Conversión del número decimal 26 a sistema binario

$26/2 = 13$ resto=0
 $13/2 = 6$ resto=1
 $6/2 = 3$ resto=0
 $3/2 = 1$ resto= 1
Resto de la última división: 1

Número binario: 11010

Binario a Decimal

$$\begin{aligned} 11000 &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \\ &= 16 + 8 = 24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 11010 &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \\ &= 16 + 8 + 2 = 26 \end{aligned}$$

Ejercicio N° 1

- Convertir 168 en binario y luego hacer la comprobación.

Ejercicio N° 2

Conversión de 168 en binario:

- $168 / 2 = 84$ resto **0 ultimo bit**
- $84 / 2 = 42$ resto **0**
- $42 / 2 = 21$ resto **0**
- $21 / 2 = 10$ resto **1**
- $10 / 2 = 5$ resto **0**
- $5 / 2 = 2$ resto **1**
- $2 / 2 = 1$ resto **0**

$$\underline{168 = 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0}$$

Comprobación

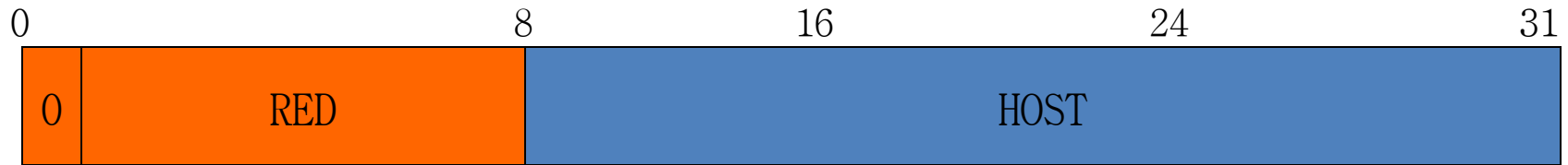
- $168 = 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$
- $168 = 128 + 32 + 8$

Dirección IPv4

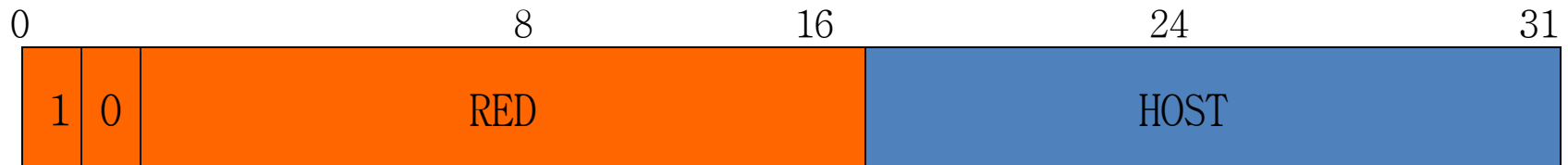
.Ejemplo de una dirección IP en formato binario y decimal punteado.

Formato Binario	Formato decimal punteado
11000000 10101000 00000011 00011000	192.168.3.24

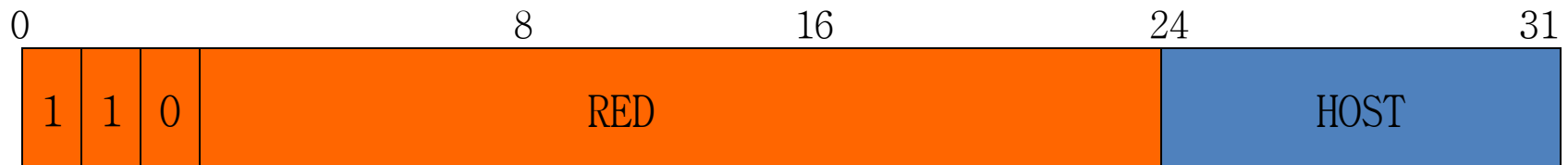
DIRECCIONES IP CON CLASE



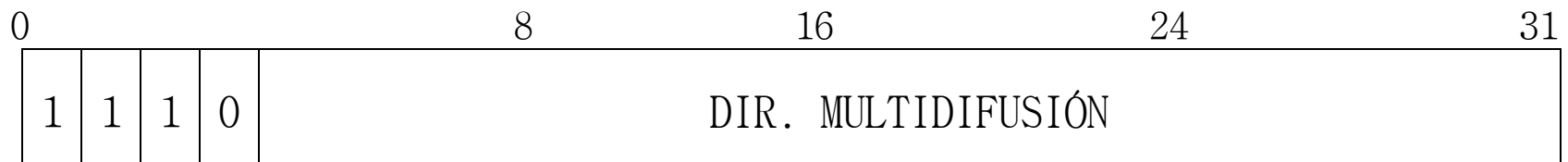
TIPO A



TIPO B

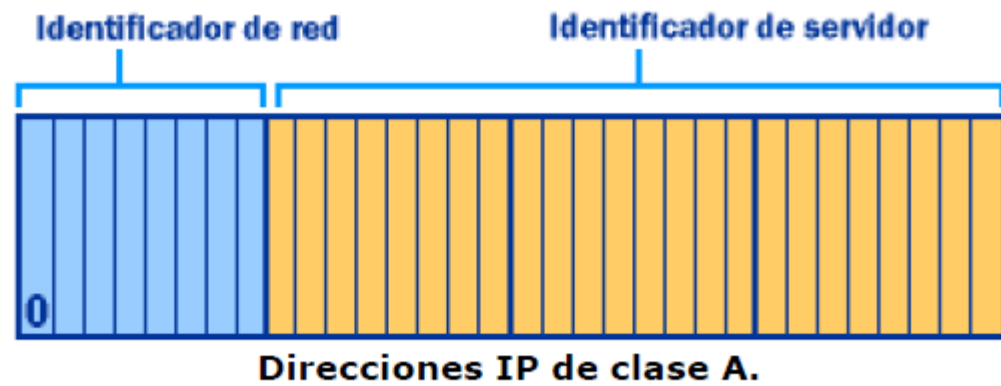


TIPO C

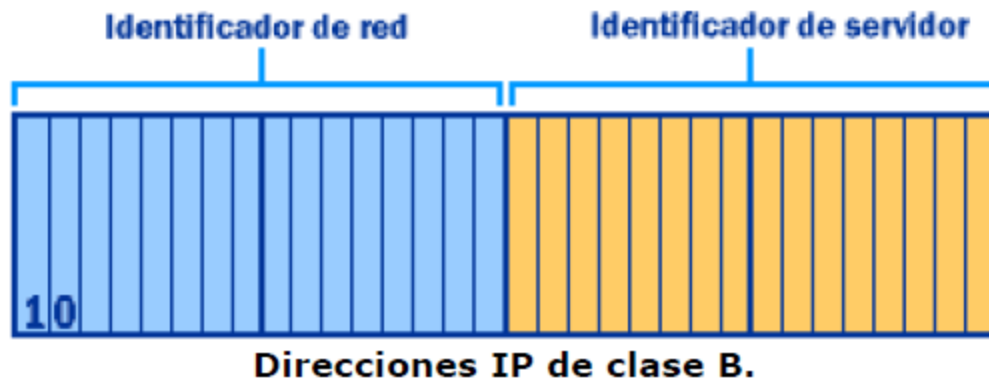


TIPO D

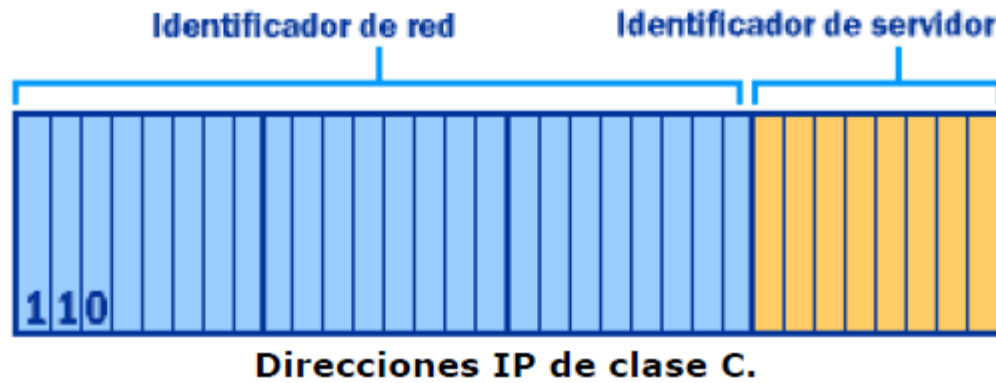
CLASE A



CLASE B



CLASE C



Direcciones Especiales

00000000.00000000.00000000.00000000

Este host

11111111.11111111.11111111.11111111

Todos los hosts de esta red

XX ... XX

00 ... 00

Esa red

XX ... XX

11 ... 11

Todos los host de esa red

00 ... 00

XX ... XX

Un host de esta red

01111111.00000000.00000000.00000001

iface loopback

ESQUEMA DE DIRECCIONES BASADO EN LA VERSION 4 DE IP

CLASE	RANGO DIRECCIONES	BITS INICIALES	BITS DE RED	BITS DE HOST	FUNCION
A	0.0.0.0 A 127.0.0.0	0	7	24	UNIDIFUSION
B	128.0.0.0 A 191.255.0.0	10	14	16	UNIDIFUSION
C	192.0.0.0 A 223.255.255.0	110	21	8	UNIDIFUSION
D	224.0.0.0 A 239.255.255.255	1110			MULTIDIFUSION
E	240.0.0.0 A 255.255.255.255	1111			RESERVADO

DIRECCIONES ESPECIALES O PRIVADAS

- 10.0.0.0 - 10.255.255.255 - RESERVADA RFC 1918 – 1 dir
- 172.16.0.0 – 172.31.255.255 - RESERVADA RFC 1918 – 16 dir
- 192.168.0.0 – 192.168.255.255 - RESERVADA RFC 1918 – 256 dir

Mascara de Red

Direccionamiento con clase máscara de red

- Una máscara es un número de 32 bits tal que al hacer un AND con una dirección IP dada obtenemos la dirección de red que le corresponde.

es de clase B

161	67	38	13
1010 0001	0100 0011	0010 0110	0000 1101
1111 1111	1111 1111	0000 0000	0000 0000
1010 0001	0100 0011	0000 0000	0000 0000

Subnetting Clasico

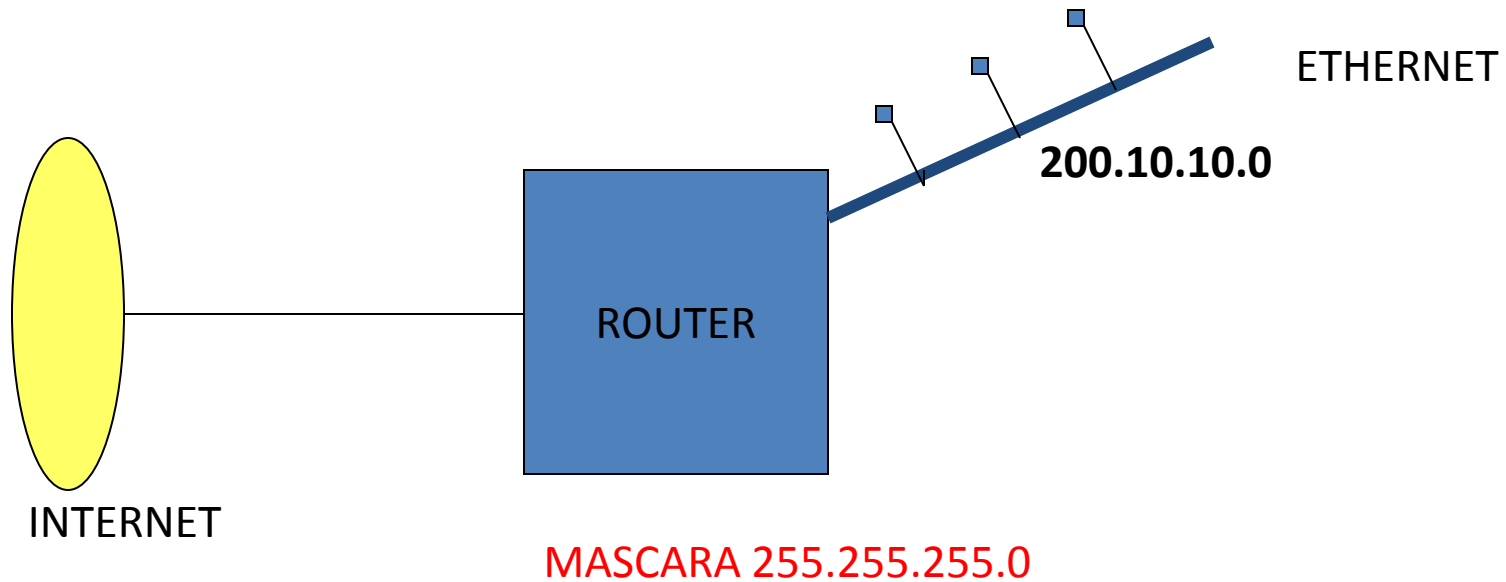
Mascaras Naturales

Clase A	255.	0.	0.	0.
Clase B	255.	255.	0.	0.
Clase C	255.	255.	255.	0.

Subnetting Clasico

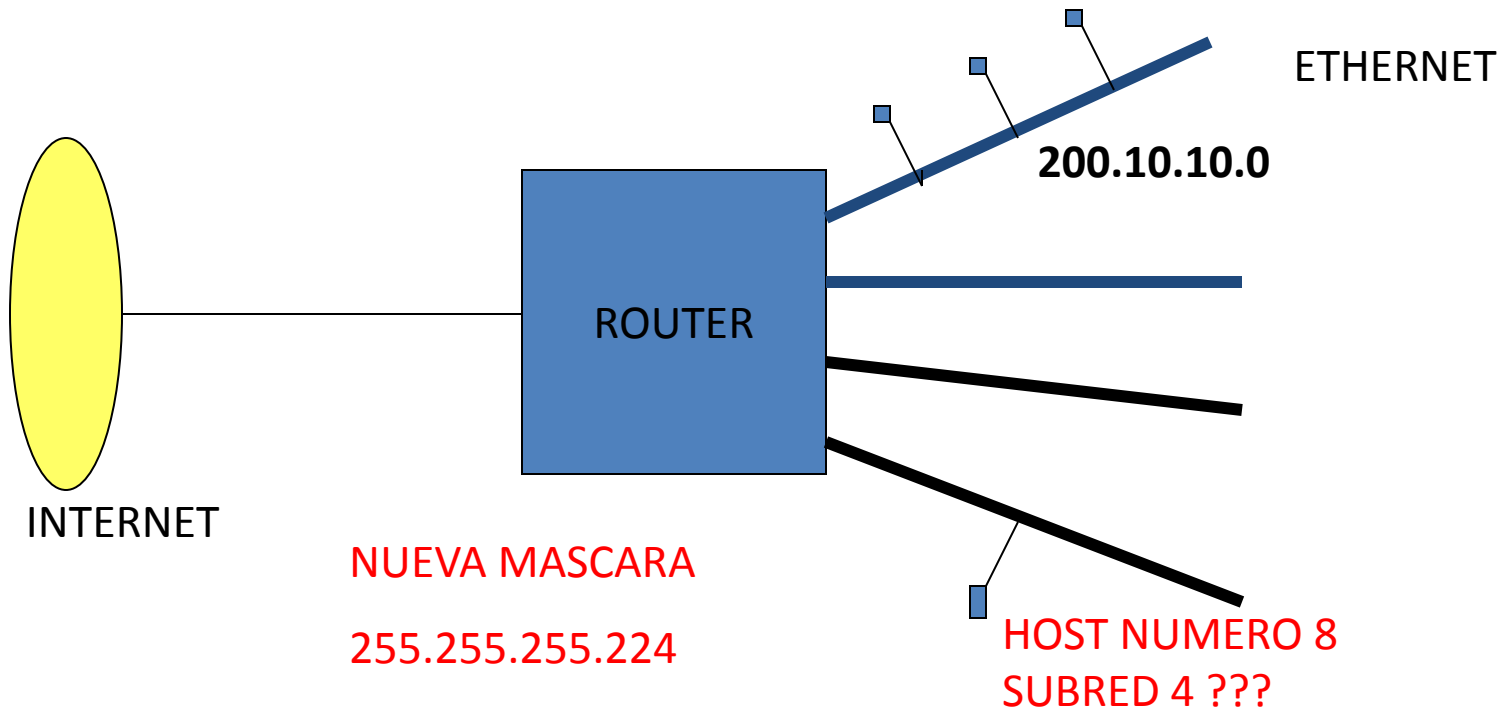
La técnica de “**subnetting**” proporciona un mayor número de subredes mientras que reduce el número de Host de cada subred.

Ejemplo de generacion de SUBREDES



GENERACION DE SUBREDES

- Se agregan tres redes LAN al router



Cual es la dirección del host numero 8 de la subred 4 ?

200.10.10.**10001000**

200.10.10.136

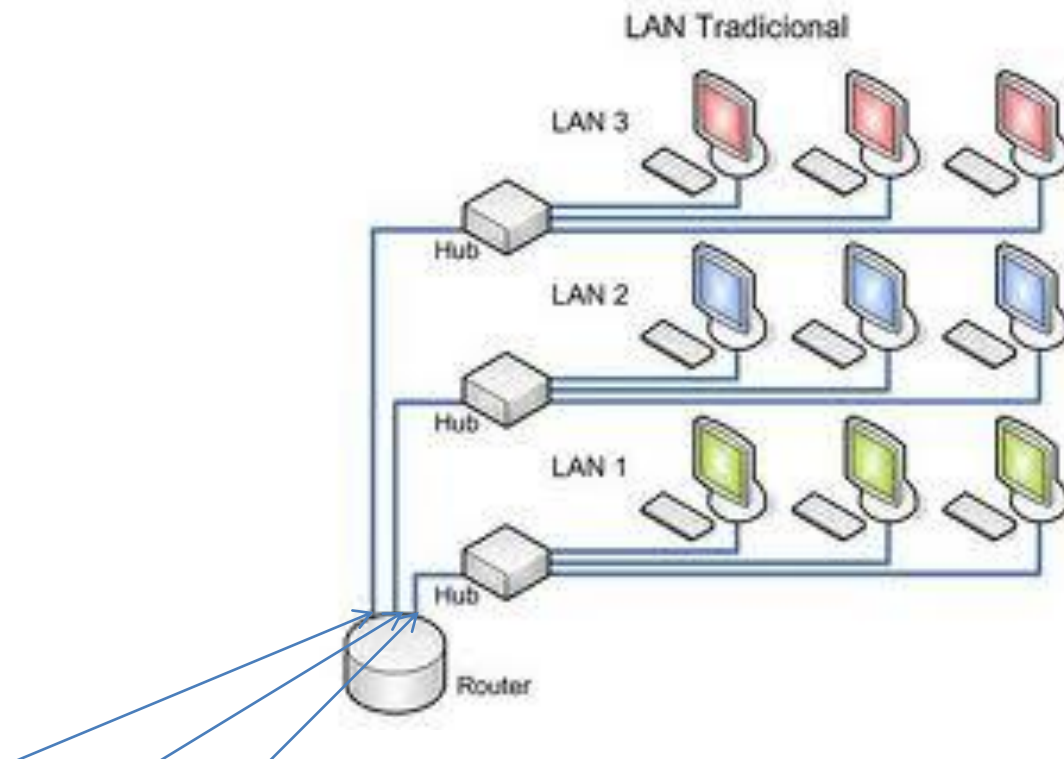
Porque restar dos direcciones al campo de subred?

- Ejemplo: Red 200.10.10.0, si tomamos 3 bits para numerar 8 subredes.
- Para la **subred 7** el broadcast seria:
200.10.10. **111**11111
- Para toda la red el broadcast seria:
200.10.10. 11111111
- La identificación de la red es:
200.10.10. 00000000
- La identificación de la subred cero es:
200.10.10. **000**00000

Porque restar dos direcciones al campo de host?

- Ejemplo: Red 200.10.10.0, si tomamos 3 bits para numerar 6 subredes.
- Para la **subred 4** el broadcast seria:
200.10.10. **100**11111
- Un datagrama para el host 200.10.10.159 seria:
200.10.10. 10011111
- La identificación de la subred 4 es:
200.10.10. **100**00000
- Un datagrama para el host 200.10.10.128 seria:
200.10.10. 10000000

El numero de PCs aun es menor...

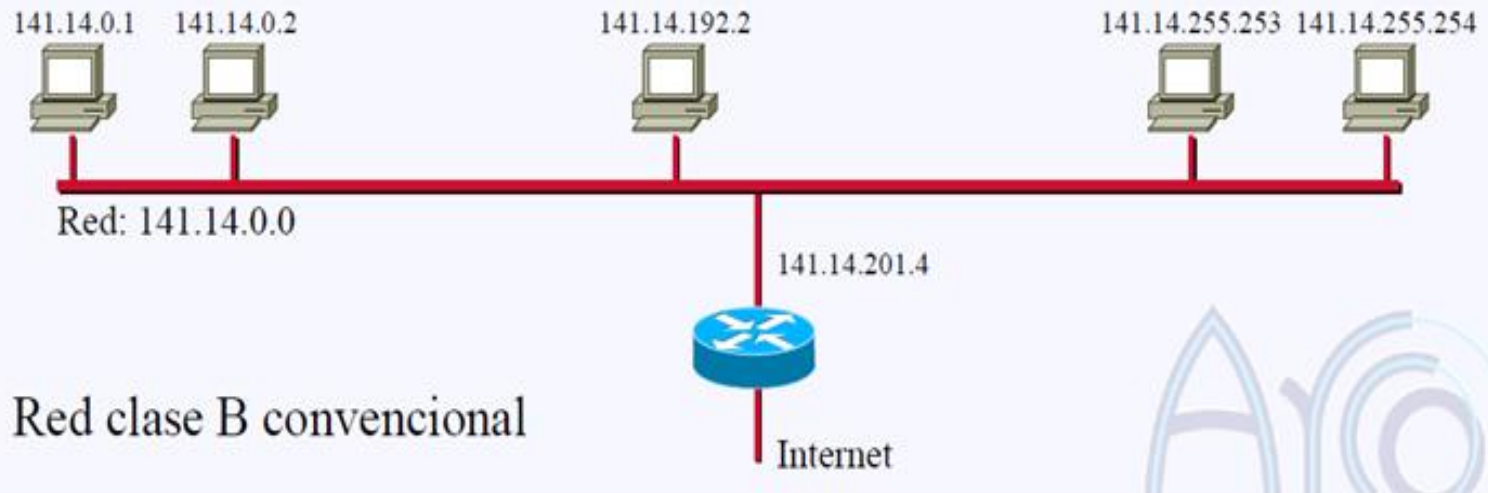


Una dirección IP de la red o subred debe ser asignada a la interfase de la red en el router.

Numero de PCs = $2^n - 3$ donde n es el numero de bits disponibles del campo de host

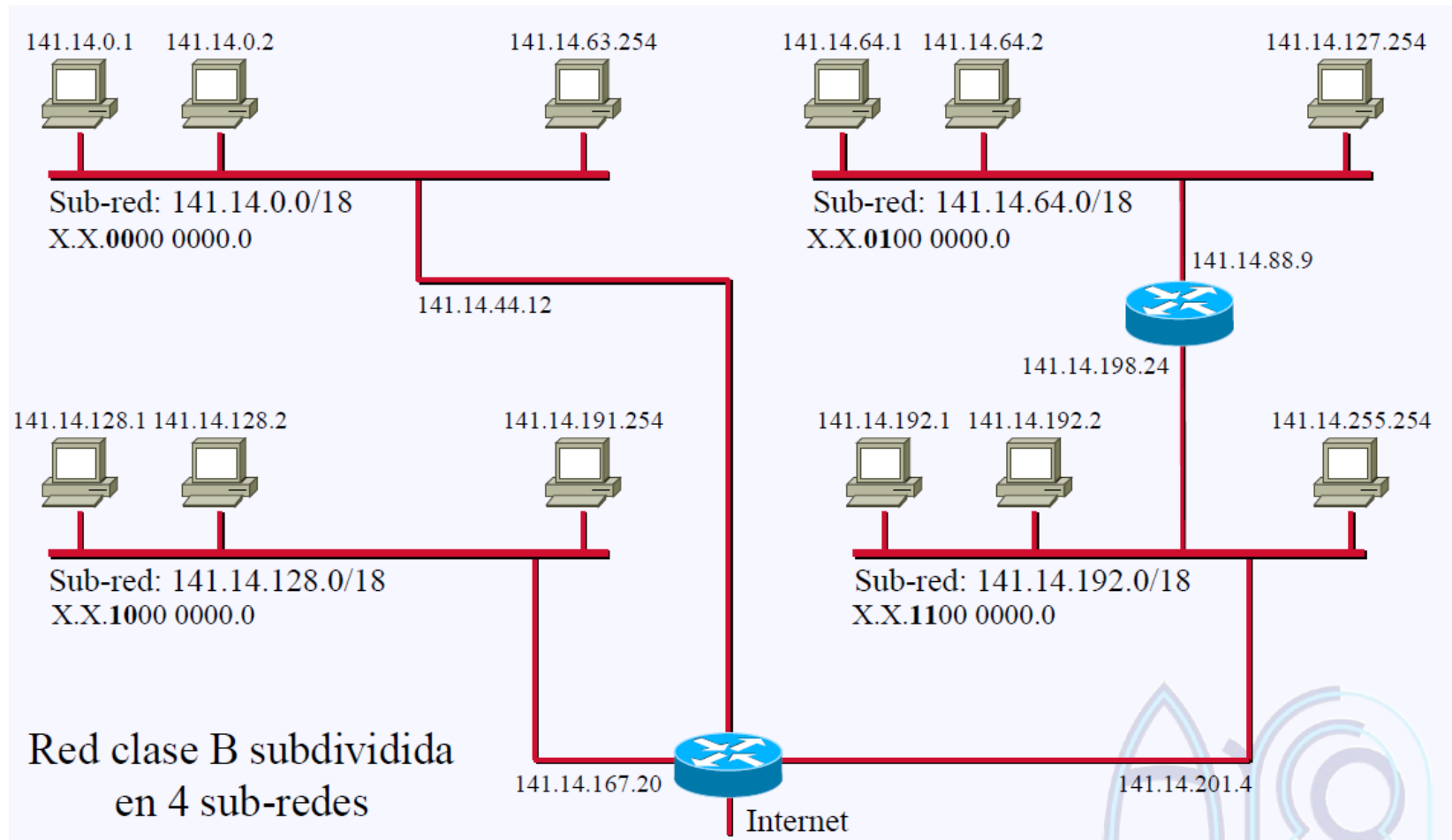
Otro Ejemplo de subredes

- Ejemplo: Aplicar *subnetting* a la siguiente red para conseguir 4 bloques iguales:



Tomar el tercer octeto y armar con los dos primeros bits los 4 bloques:
00000000 a 00111111 (0 a 63) – 01000000 a 01111111 (64 a 127) –
10000000 a 10111111 (128 a 191) - - 11000000 a 11111111 (192 a 255)

Continuación



Mascara variable – VLSM -

- Hasta aquí hemos supuesto que todas las interfases del router tienen la misma mascara.
- Esta técnica es ineficiente.
- Para solucionar este inconveniente se creo el protocolo VLSM (Variable Lenth Subnetwork Mask) que permite asignar mascaras diferentes a las interfases del router.

Ejemplo 1 de VLSM

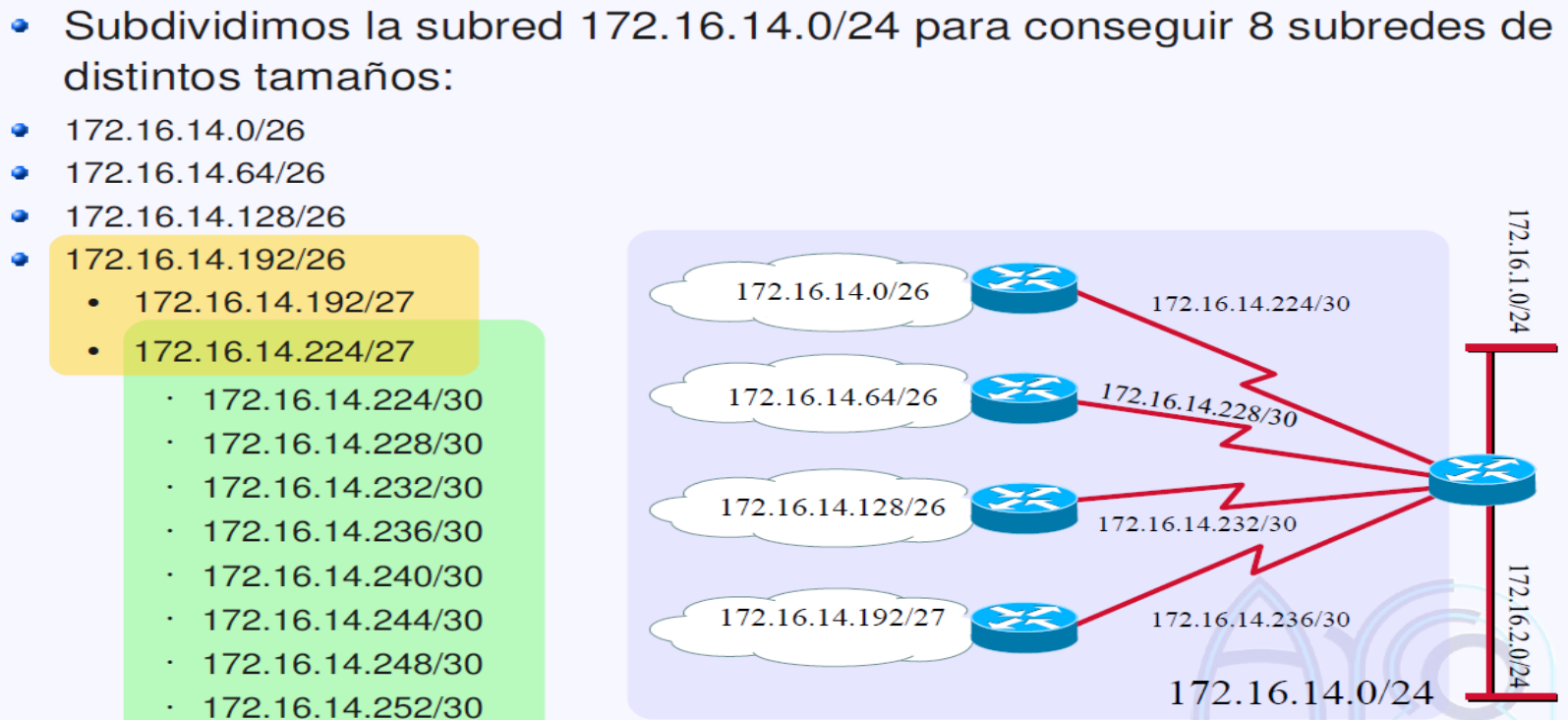
Para 3 subredes se necesitan 3 bits quedan 5 para host: $25 = 3^2 - 2 = 30$
host por subred? Solución VLSM

- Supongamos que hay que dividir la red de clase C 200.10.10.0 en tres subredes de 120, 60 y 60 hosts.
- Subred 0:
 - Dirección: 200.10.10.0 /**25**
 - Permite 126 hosts
- Subred 1:
 - Dirección: 200.10.10.128 /**26**
 - Permite 62 hosts
- Subred 2:
 - Dirección: 200.10.10.192 /**26**
 - Permite 62 hosts

200.10.10.0/24:

- 200.10.10.0/25
- 200.10.10.128/25
 - 200.10.10.128/26
 - 200.10.10.192/26

Ejemplo 2 de VLSM



4 subredes de 64 dir, la subred 172.16.14.192/26 se divide en 2 subredes de 32 dir, la 172.16.14.224/27 se divide en 8 subredes de 4 dir.

AGOTAMIENTO DEL DIRECCIONAMIENTO IP

soluciones

- ASIGNACION CONTROLADA Y JERARQUICA DE DIRECCIONES.
- DIRECCIONAMIENTO CIDR (**CLASSLESS INTERDOMAIN ROUTING**).
- DIRECCIONAMIENTO IP LOCAL O PRIVADO Y TABLAS NAT.
- IPv6.

Agregación o resumen de rutas

- El resumen (o agregación) de rutas permite a los encaminadores CIDR simplificar sus tablas de rutas.

target	mask	next hop	iface
200.10.8.0	22	200.10.0.2	S1
...			



S1: 200.10.10.1/30

S1: 200.10.10.2/30



E0

E1

E2

E3

200.10.8.0/24

200.10.9.0/24

200.10.10.0/24

200.10.11.0/24

target	mask	next hop	iface
200.10.8.0	24	-	E0
200.10.9.0	24	-	E1
200.10.10.	24	-	E2
200.10.11.	24	-	E3
...			

200.10. 0000 1000. 00000000

22 bits

Ejercicio N° 3

- Una red clase B será dividida en subredes.
¿Que mascara se deberá utilizar para obtener un total de 500 host por subred?
- a. 255.255.224.0
- b. 255.255.248.0
- c. 255.255.128.0
- d. 255.255.254.0

Solución Ejercicio 3

- La mascara de red debe ser: **255.255.254.0**
- Para 500 host por Subred **hacen falta 9 bits**
 $(2^9) - 2 = 512 - 2 = \mathbf{510 \text{ Host por Subred.}}$
Y nos quedarían **7 Bits** para host. $(2^7) - 2 = 128 - 2 = \mathbf{126 \text{ Subredes Validas}}$

Ejercicio N° 4

- Una red clase C 192.168.1.0 /30, esta dividida en subredes ¿cuántas subredes y cuántos host por subred tendrá cada una?
- a. 62 subredes con 2 hosts
- b. 126 subredes con 4 hosts
- c. 126 subredes con 6 hosts
- d. 30 subredes con 6 hosts
- e. 2 subredes con 62 hosts

Solución Ejercicio 4

- Solucion (a) 62 subredes con 2 hosts
- La mascara por defecto para una dirección de clase C es 255.255.255.0 (/24)
Se han tomado **6 bits** para subredes: $(2^6) - 2 = 64 - 2 = \mathbf{62 \text{ Subredes Validas}}$
- Y quedan **2 bits** para host: $(2^2) - 2 = 4 - 2 = \mathbf{2 \text{ Host por Subred.}}$

Ejercicio N° 5

N° de subredes útiles necesarias **14**

N° de hosts útiles necesarios **14**

Dirección de Red **192.10.10.0**

HALLAR LOS SIGUIENTES VALORES:

Clase ____

Máscara de Subred ____
(por defecto)

Máscara de Subred ____
(adaptada)

N° total de subredes ____

N° de subredes útiles ____

N° total de direcciones de host ____

N° de direcciones útiles ____

Solución Ejercicio 5

Nº de subredes útiles necesarias **14**

Nº de hosts útiles necesarios **14**

Dirección de Red **192.10.10.0**

Clase C

Máscara de Subred 255 . 255 . 255 . 0
(por defecto)

Máscara de Subred 255 . 255 . 255 . 240
(adaptada)

Nº total de subredes 16

Nº de subredes útiles 14

Nº total de direcciones de host 16

Nº de direcciones útiles 14

Ejercicio N°6

N° de subredes útiles necesarias **1000**

N° de hosts útiles necesarios **60**

Dirección de Red **165.100.0.0**

HALLAR LOS SIGUIENTES VALORES:

Clase ____

Máscara de Subred ____
(por defecto)

Máscara de Subred ____
(adaptada)

N° total de subredes ____

N° de subredes útiles ____

N° total de direcciones de host ____

N° de direcciones útiles ____

Solución Ejercicio 6

Nº de subredes útiles necesarias **1000**

Nº de hosts útiles necesarios **60**

Dirección de Red **165.100.0.0**

Clase B

Máscara de Subred 255 . 255 . 0 . 0

(por defecto)

Máscara de Subred 255 . 255 . 255 . 192

(adaptada)

Nº total de subredes 1,024

Nº de subredes útiles 1,022

Nº total de direcciones de host 64

Nº de direcciones útiles 62

Ejercicio N°7

N° de subredes útiles necesarias **126**

N° de hosts útiles necesarios **131,070**

Dirección de Red **118.0.0.0**

HALLAR LOS SIGUIENTES VALORES:

Clase ____

Máscara de Subred ____
(por defecto)

Máscara de Subred ____
(adaptada)

N° total de subredes ____

N° de subredes útiles ____

N° total de direcciones de host ____

N° de direcciones útiles ____

Solución Ejercicio 7

Nº de subredes útiles necesarias **126**

Nº de hosts útiles necesarios **131,070**

Dirección de Red **118.0.0.0**

Clase A

Máscara de Subred 255 . 0 . 0 . 0
(por defecto)

Máscara de Subred 255 . 254 . 0 . 0
(adaptada)

Nº total de subredes 128

Nº de redes útiles 126

Nº total de direcciones de host 131,072

Nº de direcciones útiles 131,070

Ejercicio N° 8

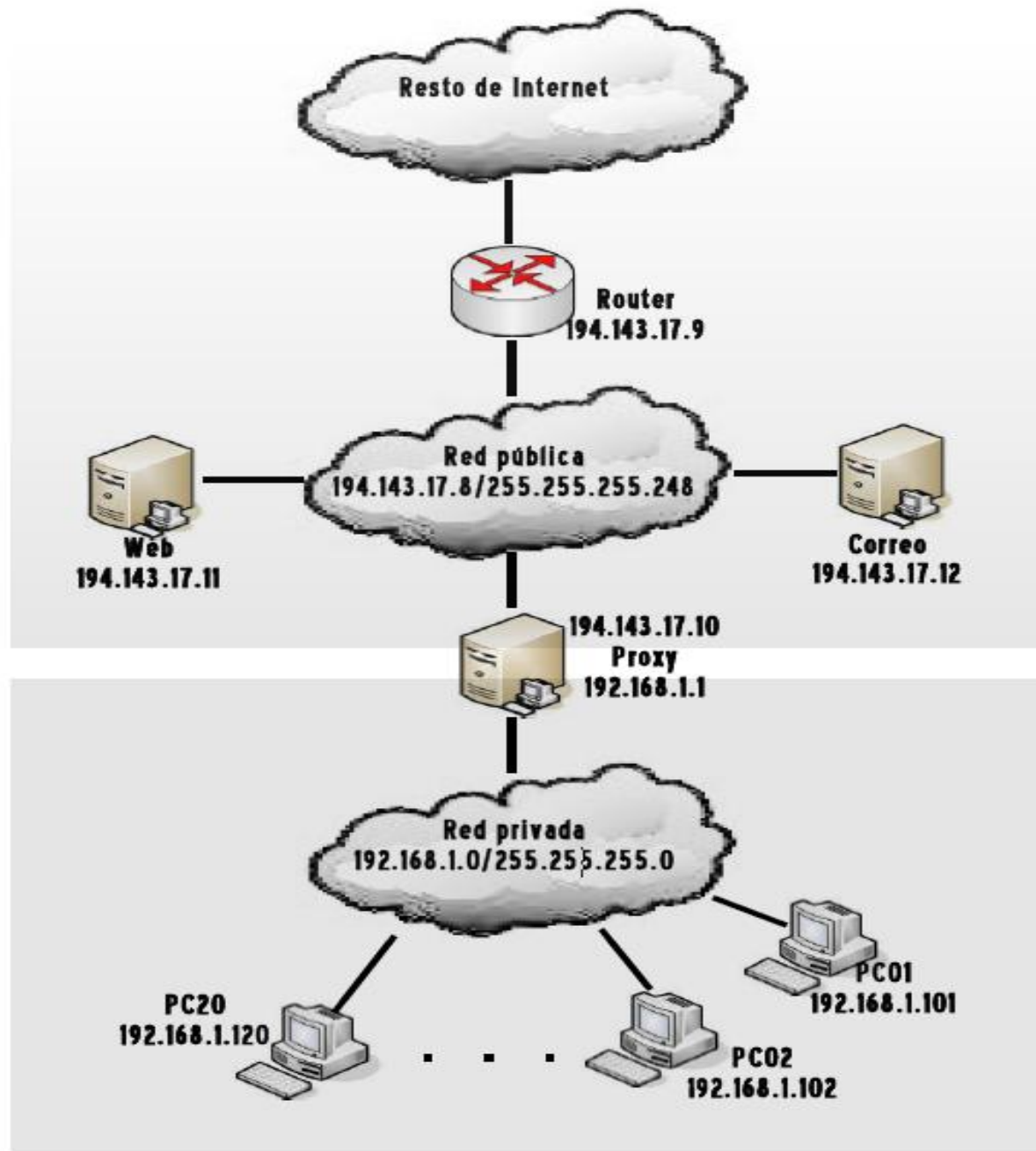
CASO PRÁCTICO.- Una empresa dispone de una línea frame relay con direcciones públicas contratadas desde la 194.143.17.8 hasta la 194.143.17.15 (la dirección de la red es 194.143.17.8, su dirección de broadcasting 194.143.17.15 y su máscara de red 255.255.255.248). La línea frame relay está conectada a un router. Diseñar la red para:

- 3 servidores (de correo, web y proxy)
- 20 puestos de trabajo

Condiciones del problema

Los 20 puestos de trabajo utilizan direcciones IP privadas y salen a Internet a través del Proxy. En la configuración de red de cada uno de estos 20 ordenadores se indicará la dirección "192.168.1.1" en el cuadro "Puerta de enlace". La *puerta de enlace (puerta de salida o gateway)* es el ordenador de nuestra red que nos permite salir a otras redes. El Proxy tiene dos direcciones IP, una de la red privada y otra de la red pública. Su misión es dar salida a Internet a la red privada, pero no permitir los accesos desde el exterior a la zona privada de la empresa.

Los 3 servidores y el router utilizan direcciones IP públicas, para que sean accesibles desde cualquier host de Internet. La puerta de enlace de Proxy, Correo y Web es 194.143.17.9 (Router).



CIDR

Introducción

- Para facilitar esta evolución y para resolver los problemas del direccionamiento con clase, en 1996, las autoridades de Internet anunciaron una nueva arquitectura llamada **direccionamiento sin clase** que eventualmente convertiría en obsoleto el direccionamiento con clase.

Bloques de longitud variable



En el **direccionamiento sin clase** se asignan **bloques** de longitud variable que **no pertenecen a ninguna clase**. Pueden tenerse bloques de 2 direcciones, de 4, de 128, etc.

Bloques de longitud variable

- El espacio completo de direcciones (2^{32}) se divide en bloques de diferentes tamaños.
- A una organización le es asignado un bloque de tamaño adecuado a sus propósitos.
- Sin embargo, ciertas restricciones son necesarias para que esta arquitectura funcione.

Restricciones

Número de direcciones en un bloque

- Debe ser una potencia de 2 (2, 4, 8, 16,..)

Primera dirección

- Debe ser divisible exactamente por el número de direcciones.
- **Ejemplo:** si un bloque contiene 4 direcciones, la primera dirección debe ser divisible por 4.

Restricciones

Primera dirección (cont.)



- Si el bloque tiene 256 direcciones o menos, solo necesitamos verificar el byte del extremo de la derecha.
- Si el bloque tiene 65,536 direcciones o menos, solo se necesita verificar los dos bytes del extremo de la derecha, etc.

Ejercicio N ° 9

¿Cual de las siguientes puede ser la dirección de inicio de un bloque que contiene 16 direcciones?

- a. 205.16.37.32
- b. 190.16.42.44
- c. 17.17.33.80
- d. 123.45.24.52

Solución

Solamente  y  son elegibles, porque 32 y 80 son divisibles por 16.

Ejercicio N° 10

¿Cual de las siguientes puede ser la dirección de inicio de un bloque que contiene 256 direcciones?

- a. 205.16.37.32
- b. 190.16.42.0
- c. 17.17.32.0
- d. 123.45.24.52

Solución



Ejercicio N° 11

¿Cual de las siguientes puede ser la dirección de inicio de un bloque que contiene 1024 direcciones?

- a. 205.16.37.32
- b. 190.16.42.0
- c. 17.17.32.0
- d. 123.45.24.52

Solucion

- Solo la dirección **C** es elegible.
- En este caso, se requiere **verificar dos bytes**.
- Como **$1024 = 4 \times 256$** , el byte del extremo derecho debe ser divisible por 256 y el siguiente byte debe ser divisible por 4.

Restricciones

Máscara

- Cuando una dirección es dada, el **bloque** al cual pertenece la dirección **no puede ser encontrado a menos** que tengamos la máscara.
- En el **direccionamiento sin clase**, la dirección debe estar acompañada de la máscara en notación CIDR.

x.y.z.t/n

Máscara

- La **n** después del slash define el **número de bits** que son **iguales en todas las direcciones** del bloque.
- Si **n** es **20**, los 20 bits del extremo de la izquierda son idénticos en todas las direcciones y los 12 bits de la derecha son diferentes.
- Se puede **encontrar** fácilmente el **número de direcciones** en el bloque y la **última dirección**, a partir de dicha información.

Máscara

- **Prefijo:** Parte común del rango de direcciones (similar al *netid*).
- **Longitud del Prefijo:** (n) en la notación CIDR.

Existe una relación uno a uno entre la máscara y la Longitud del Prefijo.

Máscara

- **Sufijo:** Parte variable de la dirección (similar al *hostid*).
- **Longitud del Sufijo:** es $32 - n$.

Encontrar el bloque

- En el **direccionamiento sin clase**, cuando se da una dirección, es posible **hallar el bloque**.
- Se puede entonces hallar:
 - La **primera dirección del bloque**
 - El **número de direcciones del bloque**
 - La **última dirección del bloque** (broadcast)

Encontrar la primera dirección

- En el **direccionamiento sin clase**, la **longitud del prefijo** es la máscara.
- El prefijo determina el número de 1's de la máscara.
- Para encontrar la **primera dirección**, se realiza la operación **AND** entre la **máscara** y la **dirección**.
- Solo mantenga fijos los primeros n bits y cambie el resto a 0s.

Ejercicio N° 12

1. Hallar la primera dirección en el bloque si una de las direcciones del mismo es 167.199.170.82/27.
2. Hallar la longitud del bloque.

Solución

- La longitud del prefijo es 27, lo cual significa que debemos mantener los primeros 27 bits como están y cambiar los restantes bits (5) a 0's.
- Dirección en binario:
10100111 11000111 10101010 01010010
- Mantener los 27 bits de la izquierda:
10100111 11000111 10101010 01000000
- Resultado en notación CIDR: 167.199.170.64/27

Tamaño del bloque = $2^{32-27} = 2^5 = 32$ direcciones

Ejercicio N° 13

- Encontrar el número de direcciones en el bloque si una de las direcciones es 140.120.84.24/20.

Hallar la primera dirección del bloque

Solucion

La longitud del prefijo es 20. El número de direcciones en el bloque es 2^{32-20} o 2^{12} o sea 4096

140.120.84.24 :

140.120.01010100. 24

↖ 20 bits ↗

Primera dirección: 140.120.01010000.00000000 = 140.120.80.0

Hallar la ultima dirección del bloque

Se debe sumar a la primera dirección del bloque el numero de direcciones del bloque menos uno.

Ejemplo: 120.3.4.5/26 bloque: $2^6 = 64$ dir.

Primera dirección: 120. 3. 4. 0

+ 63

Ultima dirección: 120. 3. 4. 63

Ejercicio N° 14

Hallar la ultima dirección del bloque si una de las direcciones del mismo es: 140.120.84.24/20

Solucion

Primero se encuentra la primera dirección del bloque (140.120.80.0/20) y el número de direcciones (4096).

Última dirección = 4095+primera dirección.

Donde $4095 = (4096 - 1)$

Para mantener el formato en notación decimal con punto, se representa 4095 en base 256:

$$4095 = 15 \cdot 255_{(256)}$$

$$4095 = 15 \times 256^1 + 255 \times 256^0$$

Solución (cont.)

- Luego se añade la primera dirección y se obtiene la última dirección así:

140 . 120 . 80 . 0
 15 . 255
140 . 120 . 95 . 255

- La última dirección es:

140.120.95.255/20

Subredes

En **direccionamiento sin clase**, cuando a una organización se le asigna un bloque de direcciones, esta puede **crear subredes** de acuerdo con sus necesidades.

El administrador de la red puede diseñar una **máscara de subred** para **cada subred**.

Máscara de subred

- El **número de subredes** deseado define el **prefijo de subred**.
- Si el **número de subredes** es **S** , el **número de unos extra** en la longitud del prefijo es **$\log_2 S$** , donde:
$$S = 2^{\text{número extra de unos}}$$
- Si deseamos **subredes de longitud fija** (cada subred tiene el mismo número de direcciones), el **número de subredes** necesita ser una **potencia de 2**.



Ejemplo

- A una organización le es asignado el bloque 130.34.12.64/26. La organización necesita 4 subredes. Hallar la longitud del prefijo de subred.

Solución

- Para tener 4 subredes se necesita agregar 2 unos más ($\log_2 4 = 2$) al prefijo del sitio. El prefijo de subred es entonces /28

Ejercicio N° 15

Dado el bloque 130.34.12.64/26, se necesitan implementar 4 subredes, hallar El rango de direcciones para cada subred.

***Se den agregar 2 bits al prefijo de subred
Que pasara de 26 a 28***

Solución

- El sitio tiene $2^{32-26} = 64$ direcciones.
- Cada subred tiene $2^{32-28} = 16$ direcciones.
- Ahora encontremos la primera y la última direcciones de cada subred.

1. Primera subred

Primera dirección de la subred = Primera dirección del bloque:

130.34.12.64/28.

Última dirección de la subred = Primera dirección del bloque + 15 (16 - 1):

130.34.12.79/28.

Solución (cont.)

2. Segunda subred

Primera dirección de la subred = última dirección de la subred anterior + 1:

130.34.12.80/28

Última dirección de la subred = Primera dirección de la subred + 15 (16 - 1):

130.34.12.95/28.

Solución (cont.)

3. Tercera subred.

En forma similar se encuentra:

Primera dirección = 130.34.12.96/28.

Última dirección = 130.34.12.111/28.

4. Cuarta subred.

De igual manera se halla:

Primera dirección = 130.34.12.112/28.

Última dirección = 130.34.12.127/28.