



TEMA 7: Direccionamiento IP



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Escola Politècnica Superior de Gandia



Índice

- Direcciones IPv4
 - Sistema numérico binario
 - La máscara de subred, campos de red y de host
 - Direcciones unicast, broadcast y multicast
 - Direcciones públicas y privadas
 - Direcciones con clase y sin clase
 - Direcciones de usos específicos
- Direcciones IPv6
 - Coexistencia de IPv4 e IPv6
 - Sistema numérico hexadecimal
 - Representación de direcciones IPv6
 - Configuración IPv6 estática
- ICMP (ping y traceroute)



DIRECCIONES DE RED IPv4

Estructura de la dirección IPv4

Notación binaria

- Los ordenadores trabajan con notación binaria
- La conversión de valores binarios a decimales requiere la comprensión de los fundamentos matemáticos de un sistema de numeración denominado “notación posicional”

$$192 = 1 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0$$

centenas decenas unidades

192

	Centenas	Decenas	Unidades
Raíz	10	10	10
Exponente	2	1	0
Valor de posición	100	10	1
Identificador numérico	1	9	2
Valor numérico	$1 \cdot 100 = 100$	$9 \cdot 10 = 90$	$2 \cdot 1 = 2$

100+90+2



Sistemas de numeración no posicional

- **Romano:** base=NO dígitos= I, V, X, L, C, D, M


$$\text{CCLXXXVII} = 100 + 100 + 50 + 10 + 10 + 10 + 5 + 1 + 1$$




Sistemas de numeración no posicional

- **Romano:** base=NO dígitos= I, V, X, L, C, D, M

$$\text{CCLXXXVII} = 100 + 100 + 50 + 10 + 10 + 10 + 5 + 1 + 1$$

- **Egipcio:** base=NO dígitos= 

$$\begin{array}{c} \text{ⲘⲘⲘⲘ} \\ \text{ⲚⲚⲚ} \\ \text{ⲚⲚⲚ} \\ \text{ⲛⲛⲚⲚ} \end{array} = 4 \cdot 1000 + 6 \cdot 100 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 1 = 4622$$

- **Maya:** base=20 dígitos= 

$$\begin{array}{c} \text{⋯} \\ \text{—} \\ \text{=̣} \end{array} = \begin{array}{c} \text{2} \\ \text{400} \end{array} \cdot 20^2 + \begin{array}{c} \text{5} \\ \text{20} \end{array} \cdot 20^1 + \begin{array}{c} \text{12} \\ \text{1} \end{array} \cdot 20^0 = 800 + 100 + 12 = \underline{912}$$



Sistemas de numeración posicional

- **Decimal:** base=10 dígitos= 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9

$$\mathbf{392} = \underset{100}{\mathbf{3}} \cdot 10^2 + \underset{10}{\mathbf{9}} \cdot 10^1 + \underset{1}{\mathbf{2}} \cdot 10^0 = \sum_{i=0}^{\infty} d_i \cdot b^i$$



Sistemas de numeración posicional

- **Decimal:** base=10 dígitos= 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9

$$\mathbf{392} = \underset{100}{\mathbf{3}} \cdot 10^2 + \underset{10}{\mathbf{9}} \cdot 10^1 + \underset{1}{\mathbf{2}} \cdot 10^0 = \sum_{i=0}^{\infty} d_i \cdot b^i$$

- **Binario:** base=2 dígitos= 0,1

$$\mathbf{101101} = \underset{32}{\mathbf{1}} \cdot 2^5 + \underset{16}{\mathbf{0}} \cdot 2^4 + \underset{8}{\mathbf{1}} \cdot 2^3 + \underset{4}{\mathbf{1}} \cdot 2^2 + \underset{2}{\mathbf{0}} \cdot 2^1 + \underset{1}{\mathbf{1}} \cdot 2^0 = 32+8+4+1 = \underline{45}$$

- **Hexadecimal:** base=16 dígitos= 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

$$\mathbf{24F} = \underset{256}{\mathbf{2}} \cdot 16^2 + \underset{16}{\mathbf{4}} \cdot 16^1 + \underset{1}{\mathbf{F}} \cdot 16^0 = 512+64+15 = \underline{591}$$



Ejercicios: transcribe a decimal

- **Binario:** base=2 dígitos= 0,1

10101011 =

- **Hexadecimal:** base=16 dígitos= 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

4A7 =



Estructura de la dirección IPv4

Sistema de numeración binario

- Una dirección IPv4 es un número binario de 32 bits
- Resulta difícil de escribir y recordar, por lo que se utiliza el formato decimal punteado:

192	.	168	.	10	.	10
11000000		10101000		00001010		00001010

Raíz	2	2	2	2	2	2	2	2
Exponente	7	6	5	4	3	2	1	0
Valores de bits de octeto	128	64	32	16	8	4	2	1
Dirección binaria	1	1	0	0	0	0	0	0
Valores de bits binarios	128	64	0	0	0	0	0	0

Sume los valores de bits binarios.

$$128 + 64 = 192$$



Estructura de la dirección IPv4

Conversión de una dirección binaria en decimal

$$192 = 1 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0$$

centenas decenas unidades

$$10110000 = 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4$$

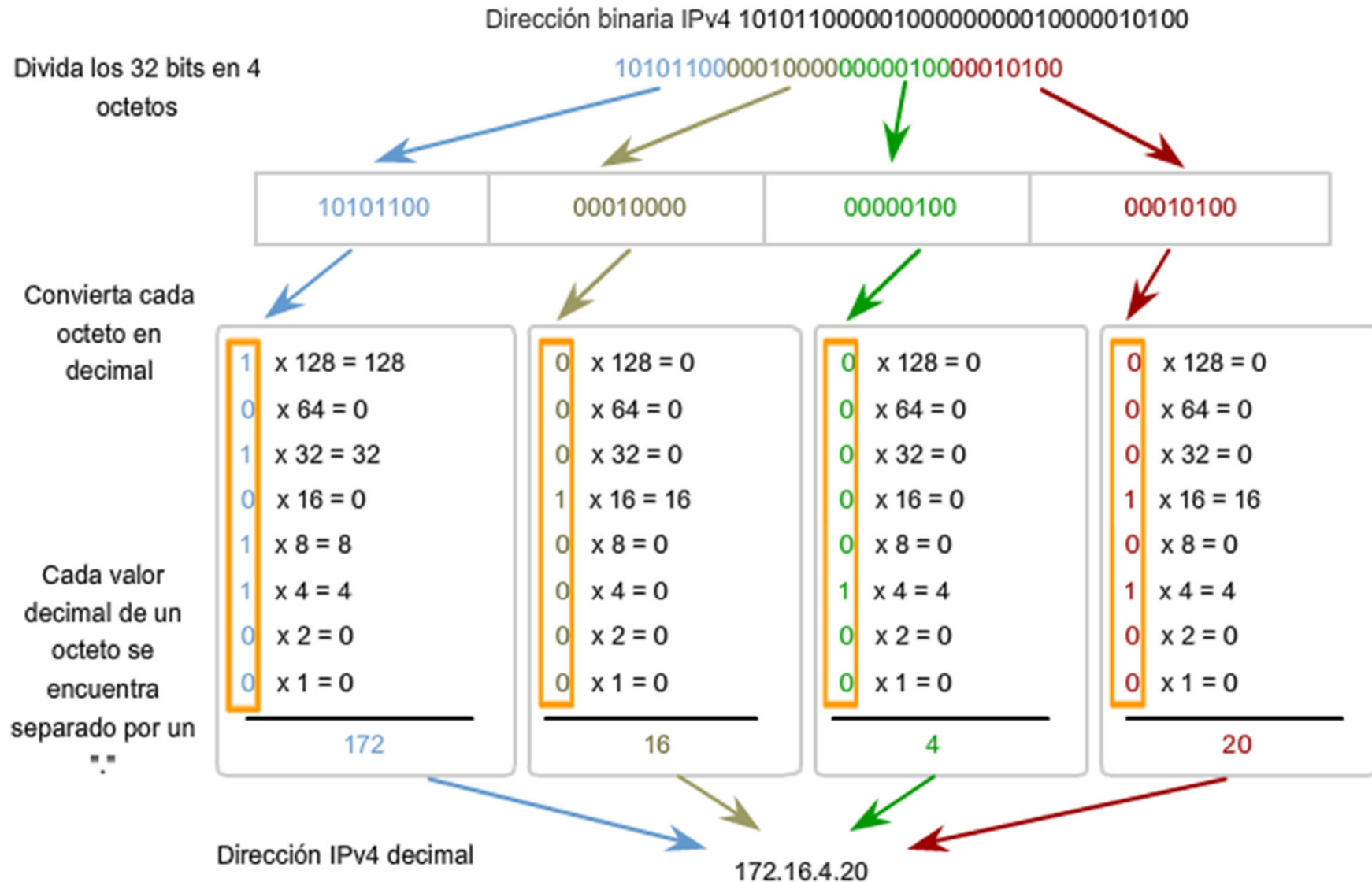
128 32 16

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	1	0	0	0	0



Estructura de la dirección IPv4

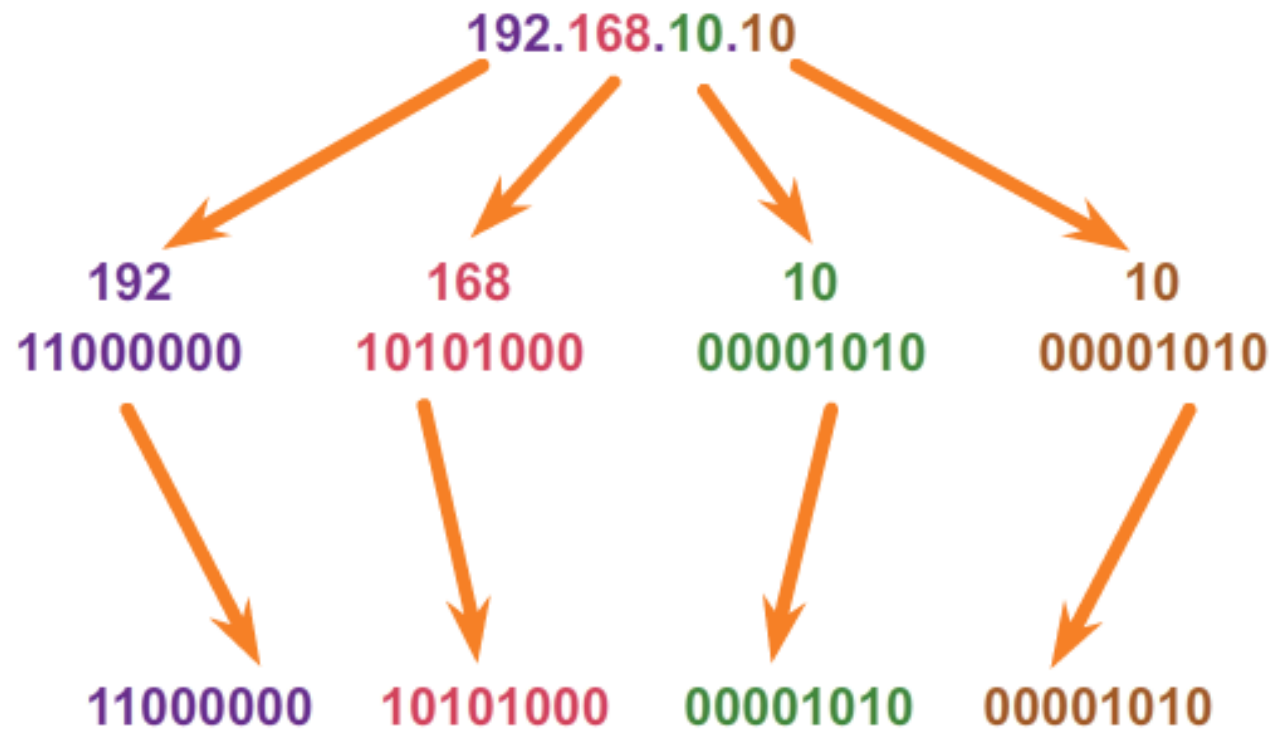
Conversión de una dirección binaria en decimal





Estructura de la dirección IPv4

Conversión de decimal en binario



Estructura de la dirección IPv4

Conversión de decimal en binario

Convertir de decimal a binario								
192.168.10.10								
11000000 10101000								
	128	64	32	16	8	4	2	1
168 > 128, colocar un 1 en la posición 128 128 -128 restar 128	1							
40 < 64, colocar un 0 en la posición 64 no restar	1	0						
40 > 32, colocar un 1 en la posición 32 -32 restar 32	1	0	1					
8 < 16, colocar un 0 en la posición 16 no restar	1	0	1	0				
8 = 8, colocar un 1 en la posición 8 restar 8	1	0	1	0	1			
0 colocar un 0 en todas las posiciones restantes Listo. Resultado	1	0	1	0	1	0	0	0



Estructura de la dirección IPv4

Conversión de decimal a binario y viceversa

■ Cuestiones

10.31.125.254

192.13.105.22

232.45.78.0

10101010.01010101.11110000.00001111

10110101.01101001.00000001.11011110

01011010.00111111.10000000.11111111



Estructura de la dirección IPv4

Conversión de decimal en binario

■ Solución

10.31.125.254

00001010.00011111.01111101.11111110

192.13.105.22

11000000.00001101.01101001.00010110

232.45.78.0

11101000.00101101.01001110.00000000

10101010.01010101.11110000.00001111

170.85.240.15

10110101.01101001.00000001.11011110

181.105.1.222

01011010.00111111.10000000.11111111

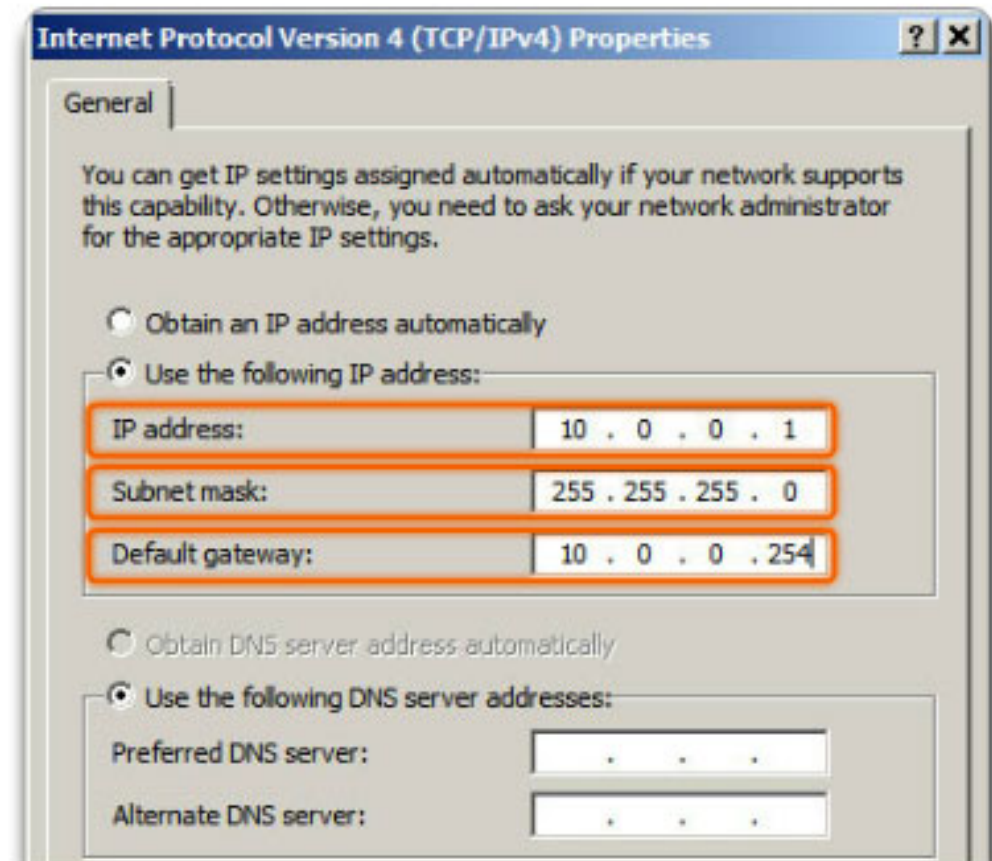
90.63.128.255

Máscara de subred IPv4

Porción de red y porción de host de una dirección IPv4

- Un equipo solamente tiene conectividad directa a nivel de capa de red con los equipos de su subred
 - Habrá que indicar tanto su dirección IP, como la subred a la que pertenece
- Para poder acceder a otros equipos, necesitará, además, una puerta de enlace (*default gateway*)

Configuración de una dirección IPv4



Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Properties

General

You can get IP settings assigned automatically if your network supports this capability. Otherwise, you need to ask your network administrator for the appropriate IP settings.

☐ Obtain an IP address automatically

☒ Use the following IP address:

IP address:	10 . 0 . 0 . 1
Subnet mask:	255 . 255 . 255 . 0
Default gateway:	10 . 0 . 0 . 254

☐ Obtain DNS server address automatically

☒ Use the following DNS server addresses:

Preferred DNS server:	. . .
Alternate DNS server:	. . .

Máscara de subred IPv4

Porción de red y porción de host de una dirección IPv4

- Dirección IP = porción de red + porción de host
- Toda IP con idéntica porción de red pertenece a la misma red

	Porción de red			Porción de host		
Dirección IPv4	192	.	168	.	10	10
	11000000	10101000	00001010	00001010		
Máscara de subred	255	.	255	.	255	0
	11111111	11111111	11111111	00000000		

- **máscara de subred:** define las porciones de red y de host. Se escribe: 32 bits, en porción de red **1** y host **0** => decimal.
- **longitud de prefijo:** define exactamente lo mismo. Se escribe: **/x**. Donde x es la longitud de la porción de red.



Máscara de subred IPv4

Porción de red y porción de host de una dirección IPv4

- Cuestiones
- Pasar de máscara de subred a longitud de prefijo y viceversa:

255.255.255.0

255.255.255.128

255.255.252.0

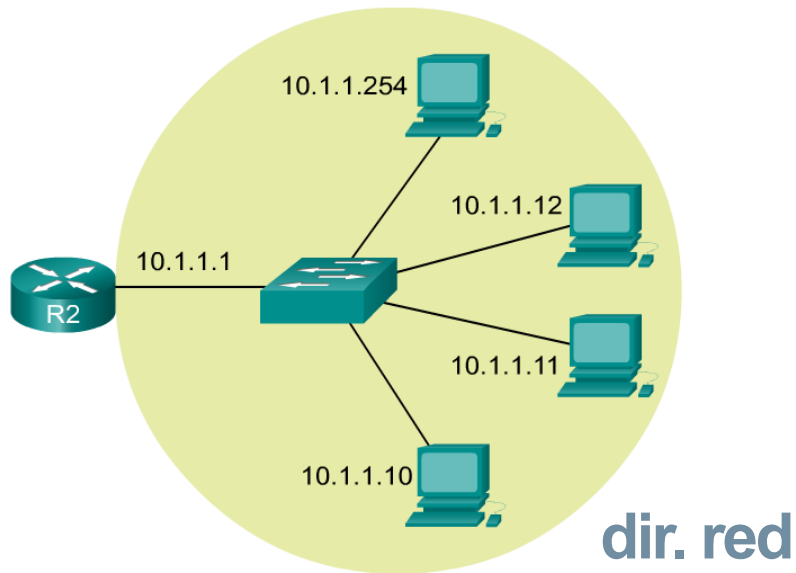
/30

/20

Máscara de subred IPv4

Direcciones de red, host y broadcast

Red 10.1.1.0/24



dir. host

dir. broadcast

Porción de red

Porción de host

10	1	1	0
00001010	00000001	00000001	00000000

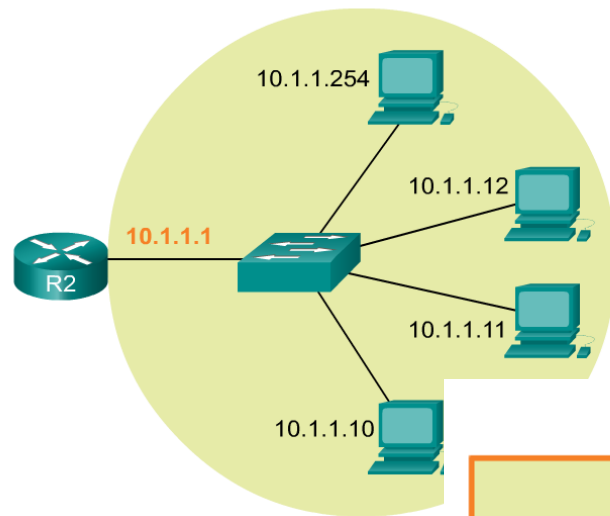
10	1	1	10
00001010	00000001	00000001	00001010

10	1	1	255
00001010	00000001	00000001	11111111

Máscara de subred IPv4

Primera y última dirección de host

Primera dirección de host



primera dir. host

Porción de red

Porción de host

10	1	1	1
00001010	00000001	00000001	00000001

última dir. host

10	1	1	254
00001010	00000001	00000001	11111110



Máscara de subred IPv4

Dirección de red: operación AND bit a bit

Dirección IPv4

1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 1 0 1 0	0 0 0 0 1 0 1 0
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Máscara de subred

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
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Dirección de red

1 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 1 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

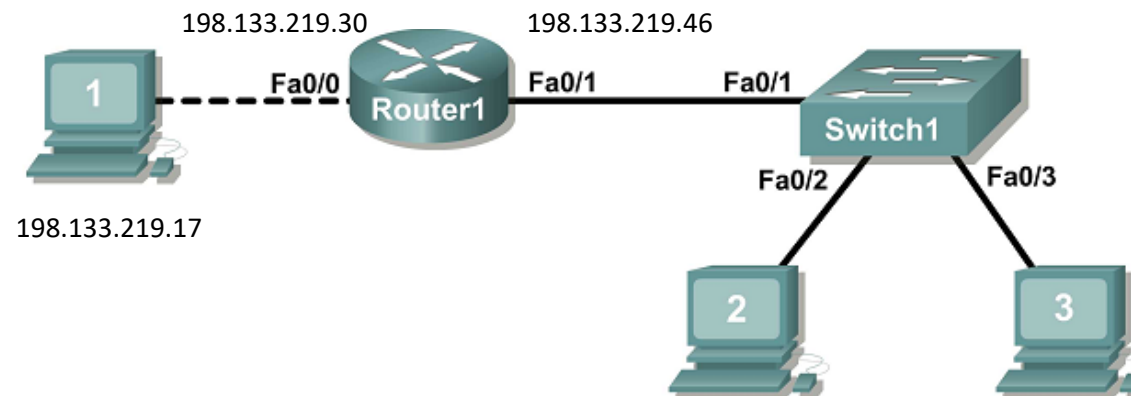
1 AND 1 = 1 1 AND 0 = 0 0 AND 1 = 0 0 AND 0 = 0

direcc. Red = direcc. IP **AND** máscara de red

Máscara de subred IPv4

Análisis de la longitud de prefijo

- En las prácticas 7 y 8 se trabaja con el siguiente escenario, utilizando como máscara de red **255.255.255.240** (es decir, **/28**) en todos los casos:



- Vemos que, en realidad, hay dos subredes:
 - Interface Fa0/0 (198.133.219.30) → Red **198.133.219.16/28** (IPs desde 198.133.219.16 hasta 198.133.219.31)
 - Interface Fa0/1 (198.133.219.46) → Red **198.133.219.32/28** (IPs desde 198.133.219.32 hasta 198.133.219.47)
- ¿Qué posibles direcciones podemos asignar al host 3?



Máscara de subred IPv4

Análisis de la longitud de prefijo

Decimal punteada		Bits importantes mostrados en sistema binario
Dirección de red	10.1.1.0/24	10.1.1.00000000
Primera dirección de host	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Última dirección de host	10.1.1.254	10.1.1.11111110
Dirección de broadcast	10.1.1.255	10.1.1.11111111
Cantidad de hosts: $2^8 - 2 = 254$ hosts		
Dirección de red	10.1.1.0/25	10.1.1.00000000
Primera dirección de host	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Última dirección de host	10.1.1.126	10.1.1.01111110
Dirección de broadcast	10.1.1.127	10.1.1.01111111
Cantidad de hosts: $2^7 - 2 = 126$ hosts		
Dirección de red	10.1.1.0/26	10.1.1.00000000
Primera dirección de host	10.1.1.1	10.1.1.00000001
Última dirección de host	10.1.1.62	10.1.1.00111110
Dirección de broadcast	10.1.1.63	10.1.1.00111111
Cantidad de hosts: $2^6 - 2 = 62$ hosts		



Máscara de subred IPv4

Análisis de la longitud de un prefijo

Dirección suministrada/prefijo **184.212.189.243/24**

Tipo de dirección	Introduzca el último octeto del prefijo de red en valores binarios	Introduzca el ÚLTIMO octeto en valores decimales	Introduzca la dirección completa en valores decimales
Red	00000000	0	184.212.189.0
Broadcast	11111111	255	184.212.189.255
Primera dirección de host utilizable	00000001	1	184.212.189.1
Última dirección de host utilizable	11111110	254	184.212.189.254



Máscara de subred IPv4

Análisis de la longitud de un prefijo

Dirección suministrada/prefijo **130.188.142.165/29**

Tipo de dirección	Introduzca el último octeto del prefijo de red en valores binarios	Introduzca el ÚLTIMO octeto en valores decimales	Introduzca la dirección completa en valores decimales
Red	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Broadcast	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Primera dirección de host utilizable	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Última dirección de host utilizable	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



Máscara de subred IPv4

Análisis de la longitud de un prefijo

Dirección suministrada/prefijo **130.188.142.165/29**

Tipo de dirección	Introduzca el último octeto del prefijo de red en valores binarios	Introduzca el ÚLTIMO octeto en valores decimales	Introduzca la dirección completa en valores decimales
Red	10100000	160	130.188.142.160
Broadcast	10100111	167	130.188.142.167
Primera dirección de host utilizable	10100001	161	130.188.142.161
Última dirección de host utilizable	10100110	166	130.188.142.166



Máscara de subred IPv4

Análisis de la longitud de un prefijo

Dirección suministrada/prefijo **164.102.78.195/19**

Tipo de dirección	Introduzca el último octeto del prefijo de red en valores binarios	Introduzca el ÚLTIMO octeto en valores decimales	Introduzca la dirección completa en valores decimales
Red	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Broadcast	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Primera dirección de host utilizable	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Última dirección de host utilizable	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



Máscara de subred IPv4

Análisis de la longitud de un prefijo

Dirección suministrada/prefijo **164.102.78.195/19**

Tipo de dirección	Introduzca el último octeto del prefijo de red en valores binarios	Introduzca el ÚLTIMO octeto en valores decimales	Introduzca la dirección completa en valores decimales
Red	00000000	0	164.102.64.0
Broadcast	11111111	255	164.102.95.255
Primera dirección de host utilizable	00000001	1	164.102.64.1
Última dirección de host utilizable	11111110	254	164.102.95.254



Ejercicios

1. La dirección 192.168.15.19/30 corresponde a:
 - una dirección de host
 - una dirección de red
 - una dirección de broadcast
2. La máscara de red 255.255.255.192 equivale a:
/23 /24 /25 /26 /27 /28



Ejercicios

3. Dada la dirección IP 172.16.20.243 / 27

La dirección de red a la que pertenece es: 172.16.20. _____

La dirección de broadcast correspondiente es: 172.16.20. _____

La primera dirección de host de su red es: 172.16.20. _____

La última dirección de host de su red es: 172.16.20. _____



Ejercicios

4. Dada la dirección IP 172.16.17.161 / 23

La dirección de red a la que pertenece es: 172.16.____. ____

La dirección de broadcast correspondiente es: 172.16.____. ____

La primera dirección de host de su red es: 172.16.____. ____

La última dirección de host de su red es: 172.16.____. ____

Solución: (16.0, 17.255, 16.1, 17.254)

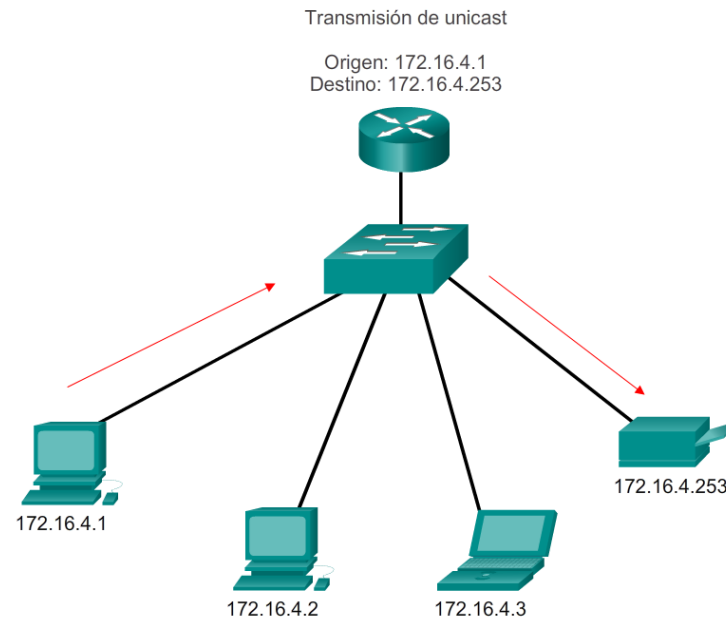


Direcciones IPv4 unicast, broadcast y multicast

Transmisión de unicast

En una red IPv4, los hosts pueden comunicarse de tres maneras diferentes:

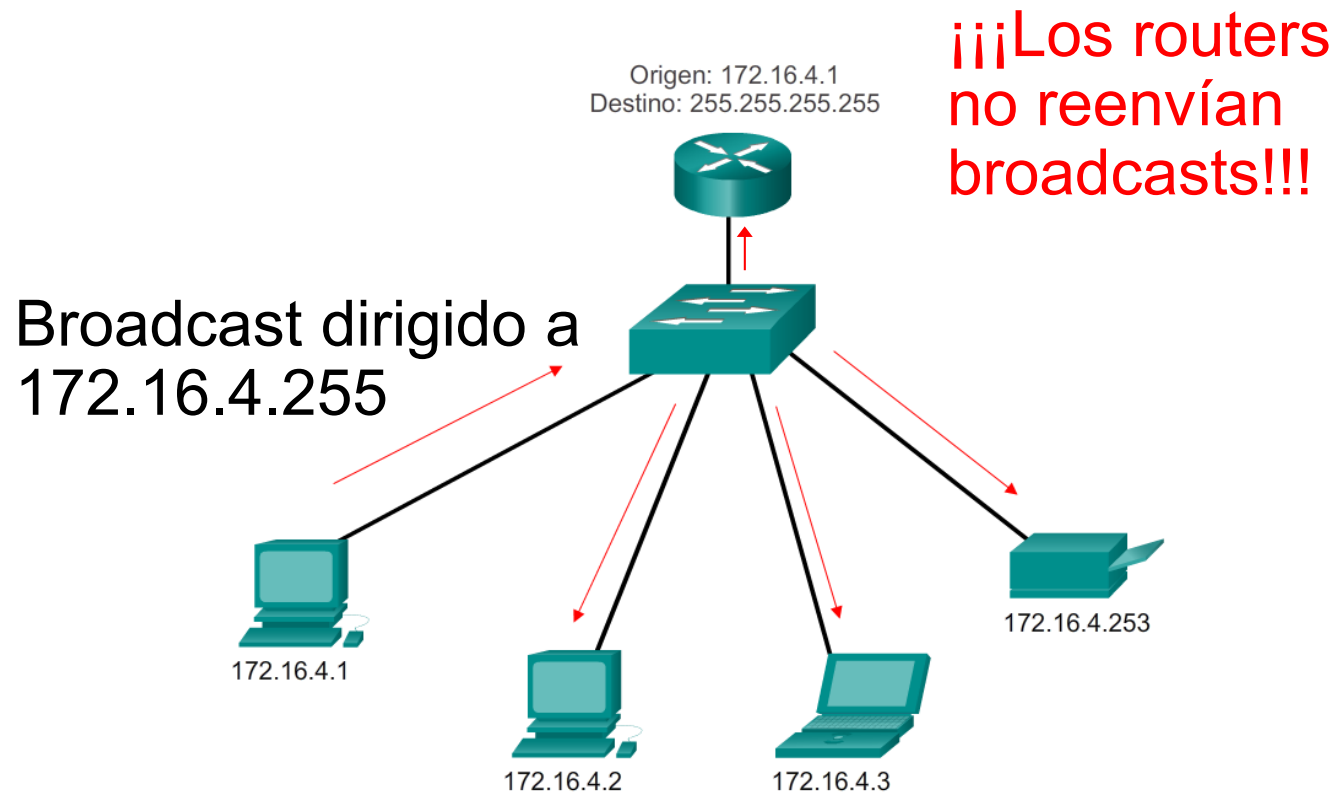
1. **Unicast:** proceso por el cual se envía un paquete de un host a un host individual.



Direcciones IPv4 unicast, broadcast y multicast

Transmisión de broadcast

2. **Broadcast:** proceso por el cual se envía un paquete de un host a todos los hosts en la red propia





Direcciones IPv4 unicast, broadcast y multicast

Transmisión de multicast

- **Multicast:** proceso por el cual se envía un paquete de un host a un grupo seleccionado de hosts, posiblemente en redes distintas. Reduce el tráfico.
- Direcciones multicast: **224.0.0.0** a **239.255.255.255**.
 - Link-local: **224.0.0.0** a **224.0.0.255** no pueden salir de la red (ej. información de enrutamiento).
 - Direcciones agrupadas globalmente: **224.0.1.0** a **239.255.255.255** sí pueden salir de la red (ej. 224.0.1.1 protocolo de hora de red).
 - Ejemplo: Streaming de Movistar a sus descodificadores de TV (pero no a la App que funciona con unicast).



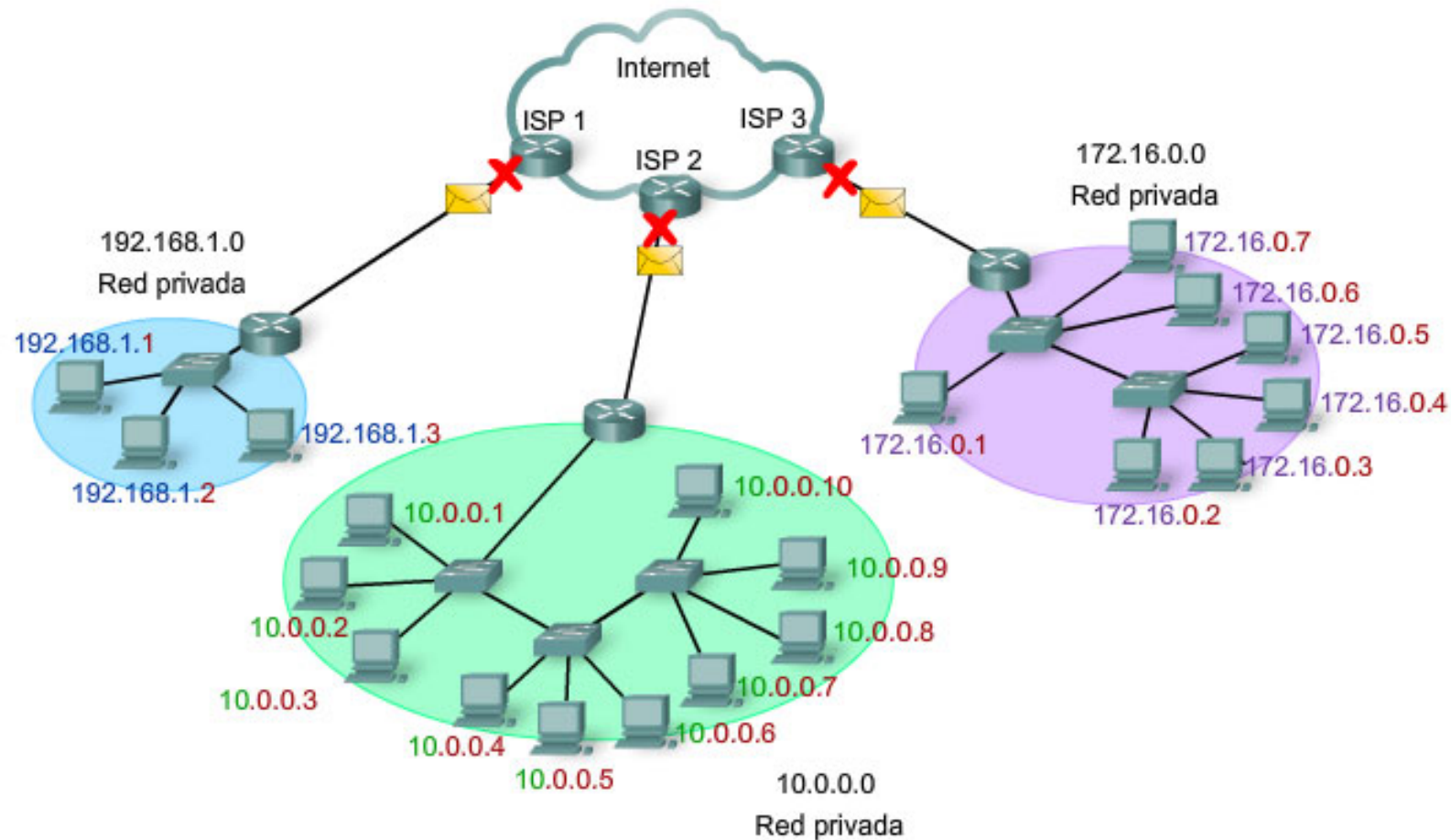
Tipos de direcciones IPv4

Direcciones IPv4 públicas y privadas

- Las direcciones de host pueden dividirse en:
 - Direcciones **públicas**: sin restricciones de acceso a Internet
 - Direcciones **privadas**: visibles sólo en nuestra red privada
- Los bloques de direcciones privadas son:
 - de **10.0.0.0** a **10.255.255.255**
 - de **172.16.0.0** a **172.31.255.255**
 - de **192.168.0.0** a **192.168.255.255**
- Se debe garantizar que las direcciones privadas sean únicas dentro de todo el entorno corporativo

Tipos de direcciones IPv4

Direcciones IPv4 públicas y privadas





Tipos de direcciones IPv4

Direcciones IPv4 públicas y privadas

- Los paquetes con direcciones privadas no pueden aparecer en la Internet pública
- Por ello los routers perimetrales deben:
 - bloquear los paquetes (si no tienen permiso para salir), o bien,
 - traducir las direcciones → NAT
- NAT (Network Address Translation)

NAT permite a los hosts de la red con direcciones privadas utilizar la misma dirección pública para comunicarse con redes externas.

A pesar de que existen algunas limitaciones y problemas de rendimiento con NAT, los *clientes* de la mayoría de las aplicaciones pueden acceder a los servicios de Internet sin problemas evidentes.

Pero para poder instalar servidores públicos en una red privada, hay que configurar los routers.



Tipos de direcciones IPv4

Direcciones IPv4 de uso especial

- **Direcciones de red y de broadcast:** no es posible asignar a hosts la primera ni la última dirección de cada red
- **Dirección de loopback:** **127.0.0.1** es una dirección especial que los hosts utilizan para dirigir tráfico a sí mismos (las direcciones de **127.0.0.0** a **127.255.255.255** están reservadas para esto)
- **Dirección link-local:** las direcciones de **169.254.0.0** a **169.254.255.255** (169.254.0.0/16) se asignan automáticamente al host local. Suele indicar que no se dispone de una IP válida
- **Direcciones TEST-NET:** las direcciones de **192.0.2.0** a **192.0.2.255** (192.0.2.0/24) se reservan para fines de enseñanza y aprendizaje, y se utilizan en ejemplos de documentos y de redes
- **Direcciones experimentales:** las direcciones de **240.0.0.0** a **255.255.255.254** se indican como reservadas



Tipos de dirección IPv4

Direccionamiento con clase (antiguo)

Clases de direcciones IP

Clase de dirección	Rango del 1er octeto (decimal)	Bits del primer octeto (los bits verdes no cambian)	Red (N) y Host (H) partes de la dirección	Máscara de subred predeterminada (decimal y binaria)	Cantidad de redes y hosts posibles por red
A	1-127**	0000000011111111	N.H.H.H	255.0.0.0	128 redes (2^7) 16777214 hosts por red ($2^{24}-2$)
B	128-191	1000000010111111	N.N.H.H	255.255.0.0	16384 redes (2^{14}) 65534 hosts por red ($2^{16}-2$)
C	192-223	1100000011011111	N.N.N.H	255.255.255.0	2097150 redes (2^{21}) 254 hosts por red (2^8-2)
D	224-239	1110000011101111	No disponible (multicast)		
E	240-255	1111000011111111	No disponible (experimental)		

Nota: una combinación de todos ceros (0) o de todos unos (1) constituye direcciones de host no válidas.



Tipos de dirección IPv4

Direccionamiento con clase (antiguo)

Direccionamiento sin clase (actual):

- El nombre formal es “enrutamiento entre dominios sin clase” (CIDR, pronunciado “cider”).
- Se creó un nuevo estándar que permitía asignar direcciones IPv4 con cualquier número de bits en la porción de red, en lugar de solo con una dirección de clase A, B o C.

Con clase:

La máscara de red se conoce mirando el primer byte de la IP (no hay que indicar máscara)

Máscaras: A: /8 B:/16 C:/24

Ya no se usa

Sin clase:

Es obligatorio indicar junto a la IP la máscara.

Máscaras: /1 ... /30

Duda: ¿por qué no hay /0, /31 ni /32?

Tipos de dirección IPv4

Asignación de direcciones IP

- Internet Assigned Numbers Authority (IANA)

Registros regionales de Internet (RIR). Los principales registros son:





Direcciones de Red IPv6



Problemas de IPv4

La necesidad de IPv6

- IPv6 se diseñó para suceder a IPv4
- El agotamiento del espacio de direcciones IPv4 fue el factor que motivó la migración a IPv6
- Por qué cambiar a IPv6
 - Espacio limitado de direcciones IPv4
 - Limitaciones de NAT
 - Ejemplo: si queremos poner un servidor en una red privada, habrá que programar el router perimetral para que deje pasar las peticiones de los clientes al servidor
 - Internet de las cosas (IoT), en principio, necesita muchas direcciones



Problemas de IPv4

La necesidad de IPv6

- IPv4 trabaja con direcciones de 32 bits, por lo que tiene un máximo teórico de unos 4.300 millones de direcciones
- IPv6 tiene un espacio de direcciones de 128 bits, que proporciona 340 sextillones de direcciones

$$2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$$

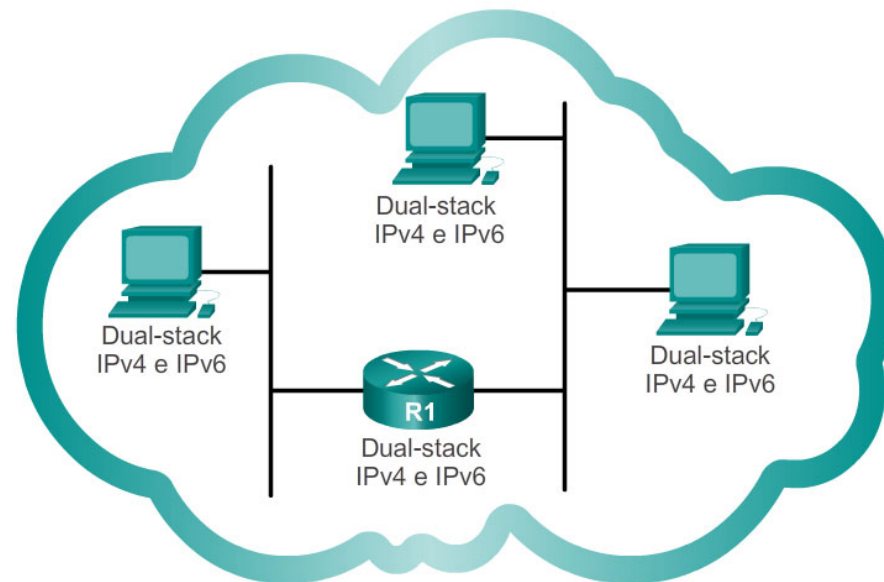
- IPv6 resuelve las limitaciones de IPv4 e incluye mejoras adicionales, como ICMPv6

Problemas de IPv4

Coexistencia de IPv4 e IPv6

Las técnicas de migración se dividen en tres categorías:

N.º 1

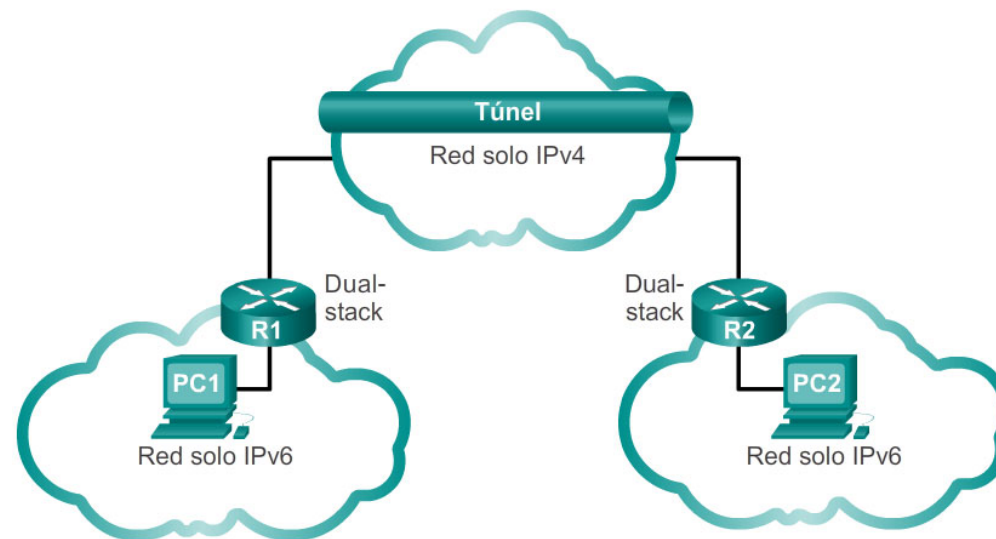


Dual-stack: permite que IPv4 e IPv6 coexistan en la misma red. Los dispositivos ejecutan stacks de protocolos IPv4 e IPv6 de manera simultánea.

Coexistencia de IPv4 e IPv6

Las técnicas de migración se dividen en tres categorías:

N.º 2

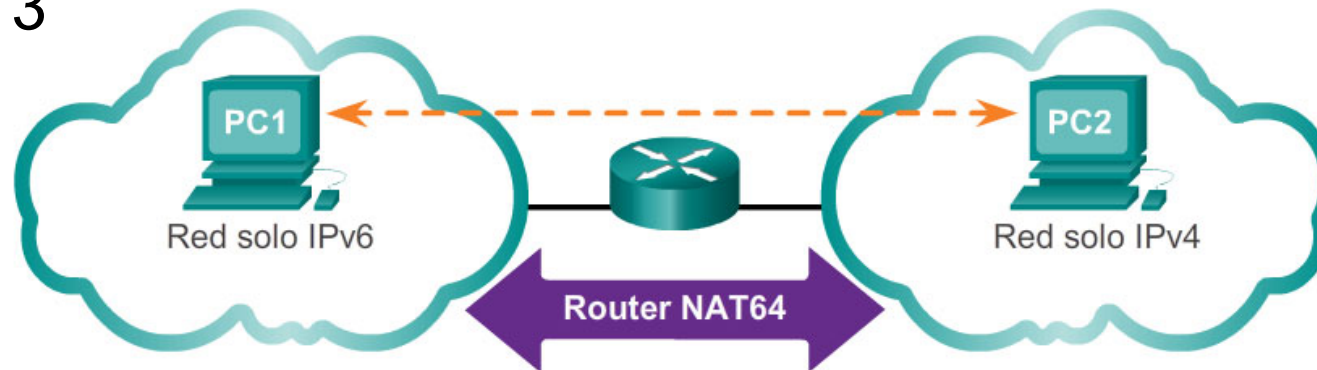


Tunneling: método para transportar paquetes IPv6 a través de redes IPv4. El paquete IPv6 se encapsula dentro de un paquete IPV4.

Coexistencia de IPv4 e IPv6

Las técnicas de migración se dividen en tres categorías:

N.º 3



Traducción: la traducción de direcciones de red 64 (NAT64) permite que los dispositivos con IPv6 se comuniquen con dispositivos con IPv4 mediante una técnica de traducción similar a la NAT. Un paquete IPv6 se traduce en un paquete IPV4, y viceversa.



Coexistencia de IPv6 con IPv4

Situación actual de IPv6 en ISPs de España

A fecha de hoy, así funcionan los ISP en España:

- Digi, pero sólo fibra: Primer ISP en España que asignó direcciones IPv6 a todos sus clientes
 - Utiliza dual stack (IPv6 y IPv4 simultáneas)
 - Asigna por defecto IPv4 privada (CG-NAT), pero pagando 1 euro más al mes, concede IPv4 pública
- Orange y filiales (Simyo y Jazztel), sólo fibra: dependiendo de la central y del router utilizado, suele conceder IPv6
 - Utiliza DS Lite
 - Si concede IPv6, es bastante posible que la IPv4 asignada sea privada (CG-NAT), pero no siempre
 - Se puede sesactivar IPv6 a petición del usuario, para así tener IPv4 pública
- Movistar y O2, para móviles: Primer ISP con IPv6 para móviles
 - Dual stack
 - IPv4 privada (CG-NAT)
- Movistar y O2, para fibra: Empieza a haber IPv6 para algunos clientes
 - Dual stack
 - IPv4 pública
- Resto: Sólo IPv4, casi siempre privadas (CG-NAT)

Sistema numérico hexadecimal

- El sistema hexadecimal es un sistema de base dieciséis.
- El sistema de numeración de base 16 utiliza los números del 0 al 9 y las letras de la A a la F.
- Se puede representar cuatro bits (medio byte) con una sola cifra hexadecimal.

Representación de valores hexadecimales		
Hexadecimal	Decimal	Binario
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

Sistema numérico hexadecimal

- Un patrón de 8 bits binarios (1 byte) coincide con dos valores hexadecimales

Conversión de octetos binarios a valores hexadecimales		
Hexadecimal	Decimal	Binario
00	0	00000000
01	1	00000001
02	2	0000 0010
03	3	0000 0011
04	4	0000 0100
05	5	0000 0101
06	6	0000 0110
07	7	0000 0111
08	8	0000 1000
0A	10	00001010
0F	15	0000 1111
10	16	0001 0000
20	32	0010 0000
40	64	0100 0000
80	128	10000000
C0	192	11000000
EC	202	1100 1010
F0	240	11110000
FF	255	11111111



Direccionamiento IPv6

Representación de direcciones IPv6

- Tiene una longitud de 128 bits y se representan como una cadena de valores hexadecimales.
- 128 bits = 32 dígitos hexadecimales = 16 bytes = 8 “hextetos”

2001 : 0DB8 : 0000 : 1111 : 0000 : 0000 : 0000 : 0200

FE80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0123 : 4567 : 89AB : CDEF

- “Hexteto” se utiliza para referirse a un segmento de 16 bits = cuatro valores hexadecimales = 2 bytes.
- Se pueden escribir en minúscula o mayúscula.



Regla 1: Omisión de ceros iniciales

- La primera regla que permite reducir la notación de direcciones IPv6 es que se puede omitir cualquier 0 (cero) inicial en cualquier sección de 16 bits o hexteto.
- 01AB puede representarse como 1AB.
- 0A00 puede representarse como A00.
- 00AB puede representarse como AB.

Recomendado	2001:0DB8:000A:1000:0000:0000:0000:0100
Sin 0 inicial	2001: DB8: A:1000: 0: 0: 0: 100



Direccionamiento IPv6

Regla 2: Omitir los segmentos con 0

- Los dos puntos dobles (::) pueden reemplazar a uno o varios segmentos de 16 bits (hextetos) compuestos sólo por ceros.

FE80 : 0000 : 0000 : 0000 : 1123 : 4567 : 89AB : CDEF

FE80 :: 1123 : 4567 : 89AB : CDEF

- Los dos puntos dobles (::) se pueden utilizar solamente una vez en una dirección.

Dirección incorrecta: 2001:1DB8::ABCD::1234.

- Esto se suele conocer como **formato comprimido**.

Regla 2: Omitir todos los segmentos 0

■ Ejemplos

N.º 1

Recomendado	2001:0DB8:0000:0000:ABCD:0000:0000:0100
Sin 0 inicial	2001: DB8: 0: 0:ABCD: 0: 0: 100
Comprimida	2001:DB8::ABCD:0:0:100
o	
Comprimida	2001:DB8:0:0:ABCD::100

Se puede utilizar solo un "::"

N.º 2

Recomendado	FE80:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF
Sin 0 inicial	FE80: 0: 0: 0: 123:4567:89AB:CDEF
Comprimida	FE80::123:4567:89AB:CDEF



Ejercicio

- Escribe la siguiente IPv6 en *formato comprimido más pequeño posible*

FE80:0000:0123:4500:0000:0000:0000:000A



Ejercicio

- Escribe la siguiente IPv6 en *formato comprimido más pequeño posible*

FE80:0000:0123:4500:0000:0000:0000:000A

- Solución:

FE80:0:123:4500::A



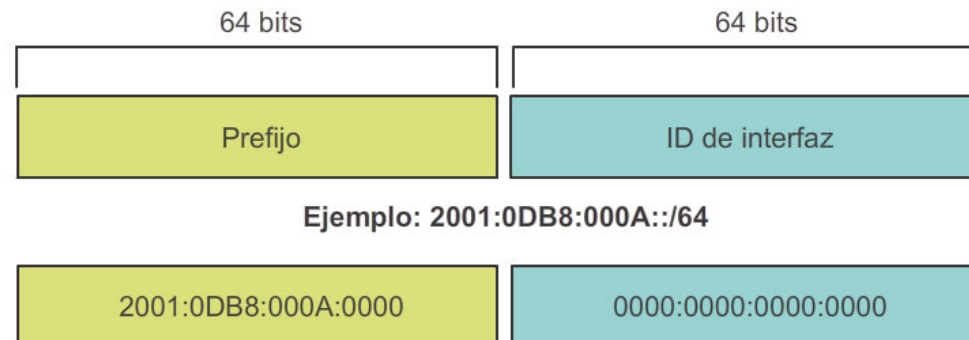
Tipos de direcciones IPv6

Longitud de prefijo IPv6

- IPv6 no permite la notación decimal punteada para la máscara de subred.
- Sólo se permite **longitud de prefijo** (número de bits de la porción de red), nunca la máscara de red.

2001:0DB8:000A:: / 64

- La longitud de prefijo puede ir de 0 a 128.
- Las longitudes de prefijo más habituales son /56 y /64:



Direcciones IPv6 unicast

Configuración estática de una dirección IPv6 unicast global

Internet Protocol Version 6 (TCP/IPv6) Properties [?] [X]

General

You can get IPv6 settings assigned automatically if your network supports this capability. Otherwise, you need to ask your network administrator for the appropriate IPv6 settings.

☐ Obtain an IPv6 address automatically

☒ Use the following IPv6 address:

IPv6 address:

Subnet prefix length:

Default gateway:

☐ Obtain DNS server address automatically

☒ Use the following DNS server addresses:

Preferred DNS server:

Alternate DNS server:

☐ Validate settings upon exit

Advanced...

OK Cancel



Notas sobre IPv6

- IPv6 permite la autoconfiguración de los equipos. Al conectarse el equipo a la red, se obtiene:
 - El prefijo de red directamente a partir del router
 - El ID de red, directamente a partir de su propia dirección MAC, sin necesidad de DHCP



Verificación de conectividad



ICMP

Mensajes de ICMPv4

- IP no es un protocolo confiable. Si se produce un error no hace nada por evitarlo.
- Si se produce un error, se usa ICMP en la capa de red para notificarlo. (no puede corregirlo)
- Algunos tipos de mensajes ICMPv4:
 - Envío de ping: hacemos un ping a un host
 - Respuesta de ping: El host nos contesta
 - Red, host o servicio inaccesible: El paquete no ha llegado por que el algún router no encuentra la red o host destino, o en el host destino no ha podido entregarse al protocolo de capa superior
 - Tiempo superado: Cada vez que un paquete pasa por un router se descuenta en uno su campo TTL. Si llega a cero el router lo elimina y manda este mensaje al origen
 - Descarte por congestión: Llegan más paquetes a un router de los que puede retransmitir. Como no ha podido almacenarlo en las colas de retransmisión lo ha tenido que eliminar



Prueba y verificación

Uso habitual de la herramienta ping

- El comando `ping` permite verificar muchos problemas de conectividad:
 - ¿Está funcionando bien la tarjeta de red de mi equipo?
 - ¿Tengo conectividad en mi red?
 - ¿Tengo acceso a otras redes?

Prueba y verificación

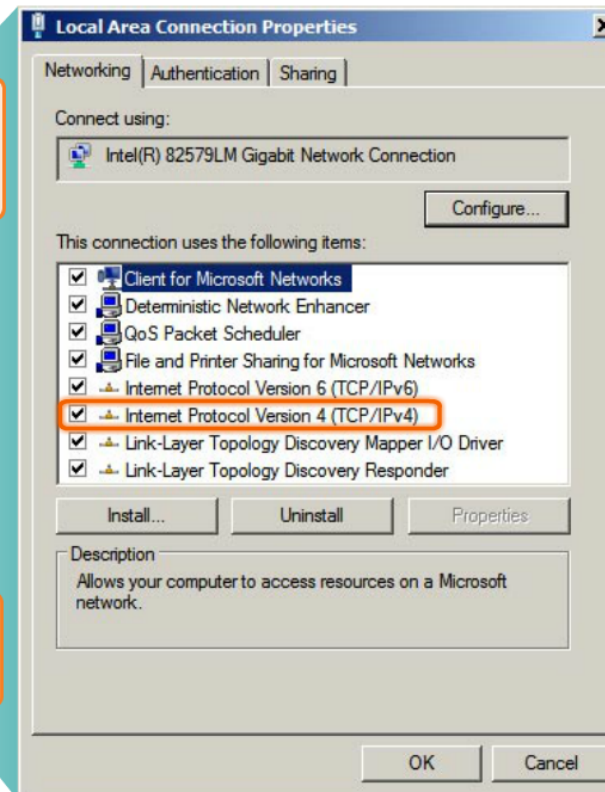
Ping para prueba del stack local

Prueba del stack de TCP/IP local

Hacer ping al host local confirma que TCP/IP se encuentra instalado en el host local y funciona.

C:\>ping
127.0.0.1

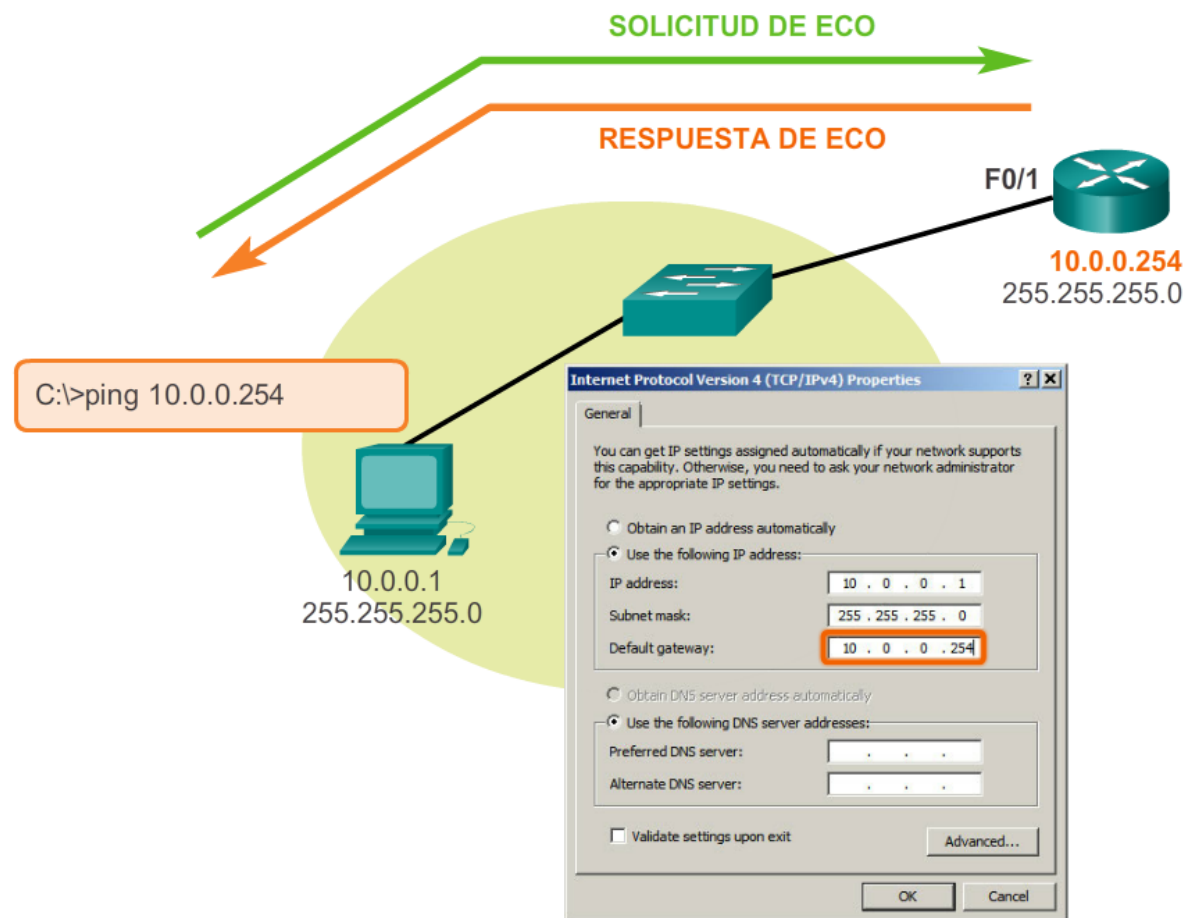
Hacer ping a **127.0.0.1** causa que un dispositivo se haga ping a sí mismo.



Prueba y verificación

Ping para prueba de conectividad a la LAN local

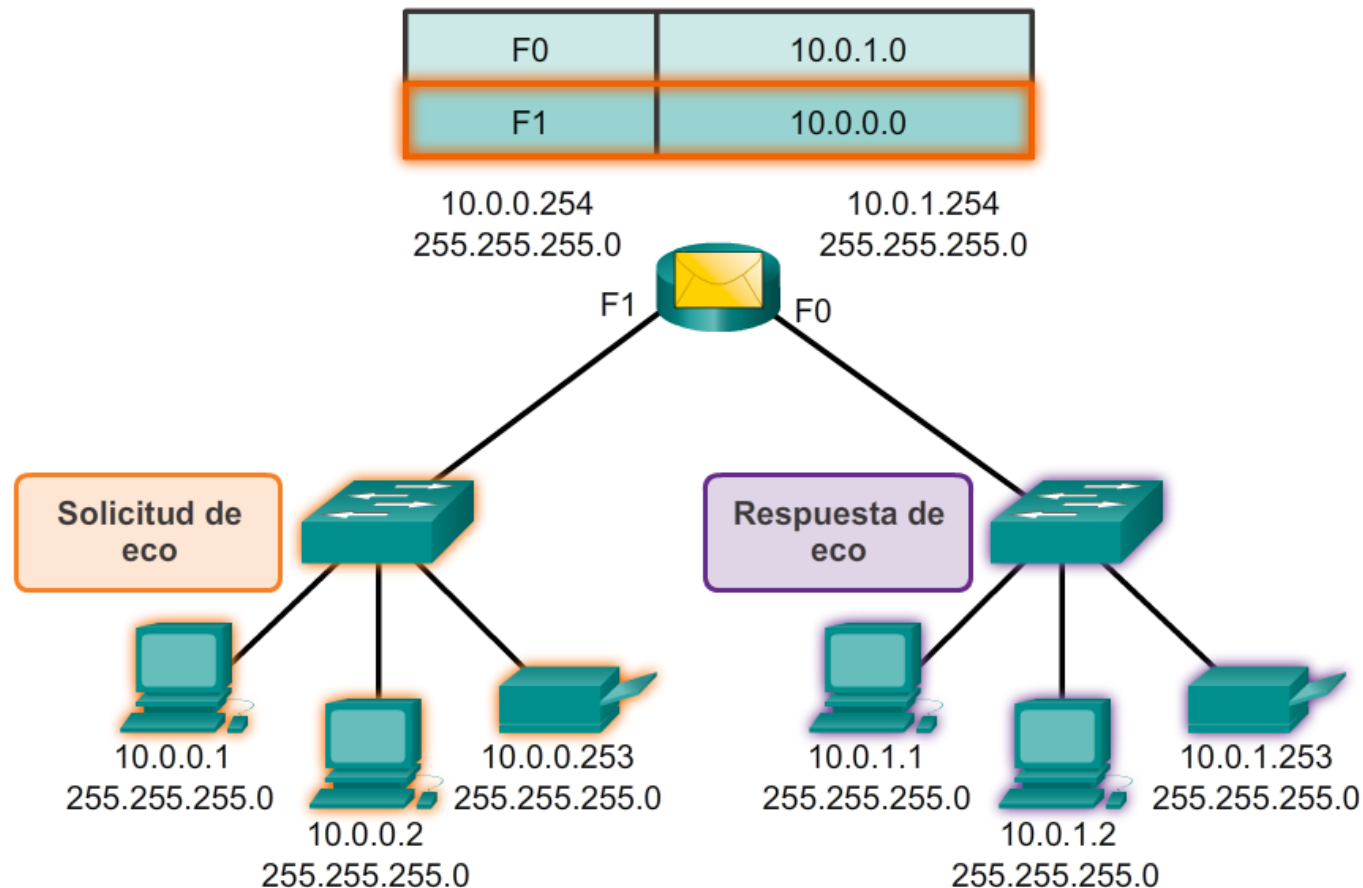
Prueba de conectividad IPv4 a la red local



Prueba y verificación

Ping para prueba de conectividad a dispositivo remoto

Prueba de conectividad a una LAN remota
Ping a un host remoto





ICMP

Mensajes ICMPv6

- ICMPv6 incluye los mensajes ICMPv4 y añade los siguientes:

Mensaje de solicitud de router

Mensaje de anuncio de router

Mensaje de solicitud de router vecino

Mensaje de anuncio de router vecino



Prueba y verificación

Traceroute, prueba de la ruta

`traceroute` (o *tracert*, en Windows)

- Genera una lista de saltos a través de los routers de la ruta.
- Proporciona información importante para propósitos de verificación y resolución de problemas.
- Si los datos llegan al destino, el rastreo indica la interfaz de cada router que aparece en la ruta entre los hosts.
- Si se produce un error en los datos en algún salto a lo largo del camino, la dirección del último router que respondió al rastreo puede indicar dónde se encuentra el problema o las restricciones de seguridad.
- Proporciona los tiempos de ida y vuelta para cada salto a lo largo de la ruta e indica si un salto no responde.
- `traceroute6` es la versión para IPv6



Resumen

- Las direcciones IP son jerárquicas y tienen porciones de red y host.
- Una IP puede representar una red completa, un host específico o la dirección de broadcast de la red.
- La máscara de red o el prefijo de red se utilizan para determinar la porción de red de una dirección IP.
- El DHCP permite la asignación automática de información de direccionamiento, como una dirección IP, una máscara de subred, un gateway predeterminado y servidor DNS.



Resumen IPv4 / IPv6

- Una dirección IPv4 tiene 32 bits y se suele representar en decimal punteado.
- Los hosts IPv4 pueden comunicarse por: unicast, broadcast y multicast.
- Los bloques de direcciones IPv4 privadas son los siguientes: 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 y 192.168.0.0/16.
- La migración a IPv6 está motivada por el agotamiento del espacio de direcciones IPv4.
- Una dirección IPv6 tiene 128 bits y se representa en hexadecimal. Existen 2 reglas para omitir ceros.
- En IPv6 no está permitida la máscara de red. Sólo IPv6 / longitud de prefijo.



Ejercicios Tema 7

1. Transcribe a decimal:

- **Hexadecimal:** base=16 dígitos= 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

4A7 =



Ejercicios Tema 7

2. La dirección 192.168.15.19/30 corresponde a:

una dirección de host

una dirección de red

una dirección de broadcast

3. La máscara de red 255.255.255.192 equivale a:

/23 /24 /25 /26 /27 /28



Ejercicios Tema 7

4. Dada la dirección IP 172.16.20.243 / 27

La dirección de red a la que pertenece es: 172.16.20. _____

La dirección de broadcast correspondiente es: 172.16.20. _____

La primera dirección de host de su red es: 172.16.20. _____

La última dirección de host de su red es: 172.16.20. _____



Ejercicios Tema 7

5. Dada la dirección IP 172.16.17.161 / 23

La dirección de red a la que pertenece es: 172.16.____. ____

La dirección de broadcast correspondiente es: 172.16.____. ____

La primera dirección de host de su red es: 172.16.____. ____

La última dirección de host de su red es: 172.16.____. ____

Solución: (16.0, 17.255, 16.1, 17.254)



Ejercicios Tema 7

Repasar ejemplos como:

Dada una IPv4 es:

Unicast, broadcast o multicast. Públicas o privadas,
Clase A, B o C. Loopback, link-local o experimental.

Reescribe la siguiente IPv6 en *formato comprimido*:

FE80:0000:0123:4500:0000:0000:0000:000A