

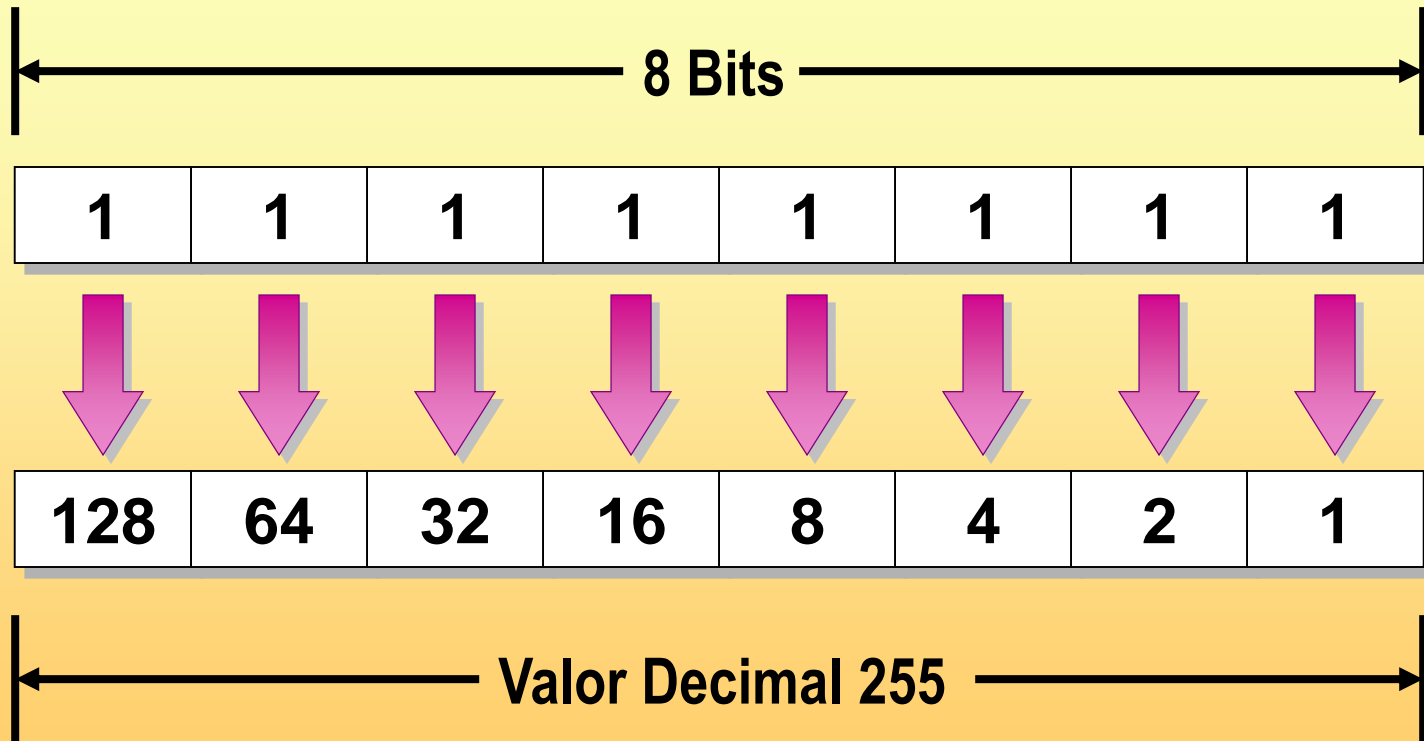
TEMA 03.

DIRECCIONAMIENTO IPv4

Protocolo IPv4

- El protocolo IPv4 usa *direcciones IPv4* para identificar los host y enrutar los datos hacia ellos. Todos los host deben tener una dirección de IP única para las comunicaciones. El nombre de host se traduce a su dirección única consultando el nombre en una base de datos (Servidor DNS) de pares nombre-dirección.
- Cuando se diseñaron las direcciones de IP, nadie imaginaba que llegase a haber millones de ordenadores en el mundo y que muchos de ellos quisieran o necesitaran una dirección de IP. Los diseñadores pensaron que tenían que satisfacer las necesidades de una modesta comunidad de universidades, grupos de investigación y organizaciones gubernamentales y militares.
- Eligieron un diseño que les parecía razonable por entonces. Una dirección de IP es un número binario de **32 bits** (4 octetos). Claramente, la dirección se eligió para que encajase convenientemente en un *registro* de 32 bits de una computadora. El *espacio de direcciones* resultante, es decir, el conjunto de todos los números de direcciones posibles, contiene 2^{32} (4.294.967.296) valores posibles.
- La notación *punto* se inventó para leer y escribir fácilmente las direcciones IP, cada octeto (8 bits) de una dirección se convierte a su número decimal, y los números se separan por puntos. Por ejemplo, la dirección IP de *blintz.med.yale.edu* es un número binario de 32 bits que en la notación punto es:
- 10000010 10000100 0001001 1 0001 → 130.132.19.31

◆ Octeto binario con sus pesos



◆ Conversión a Decimal

Notación en Binario (Base 2)

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

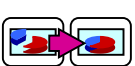
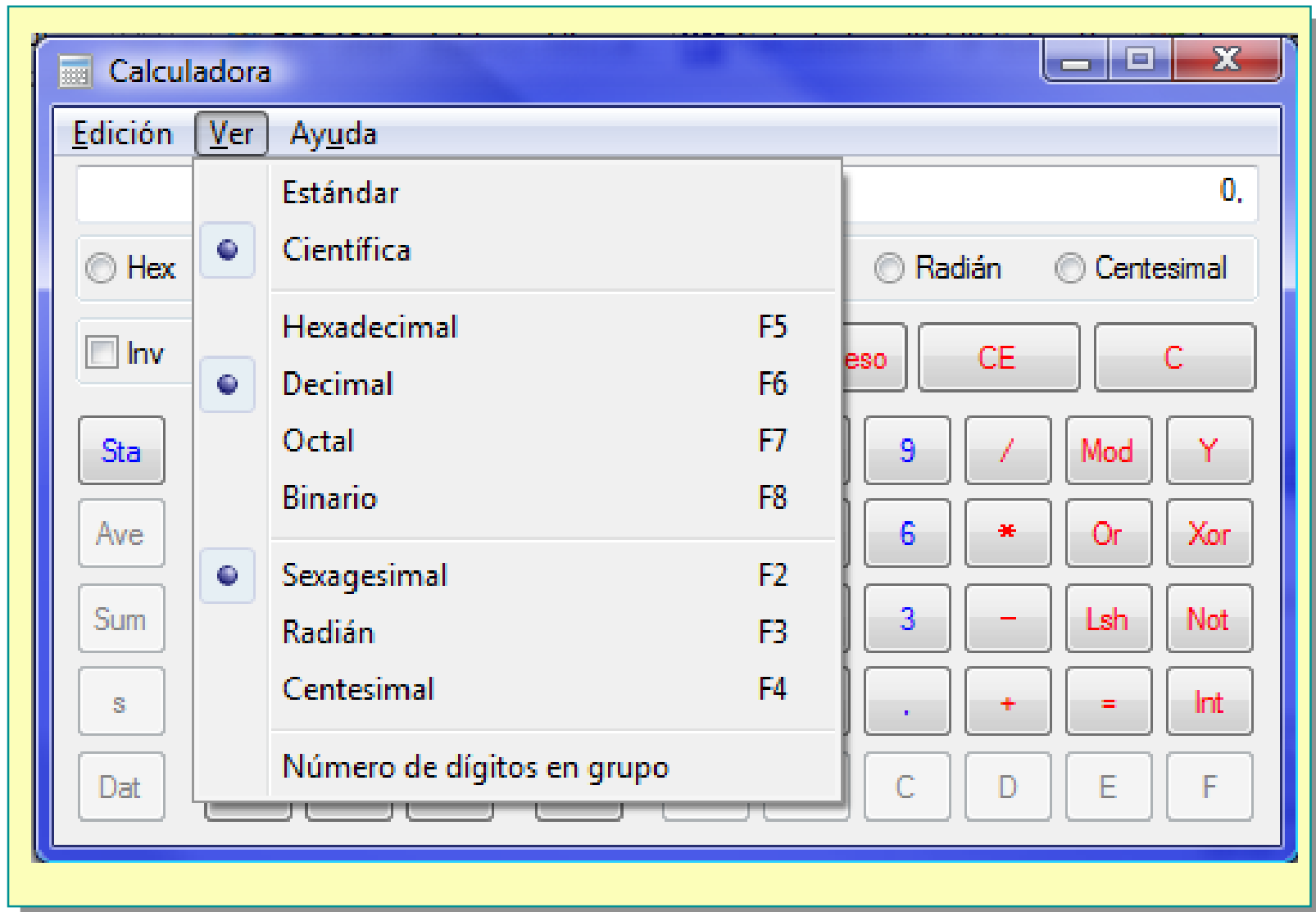
1	1	0	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

$1 \cdot 128$	$1 \cdot 64$	$0 \cdot 32$	$1 \cdot 16$	$1 \cdot 8$	$0 \cdot 4$	$0 \cdot 2$	$1 \cdot 1$
---------------	--------------	--------------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

128	+	64	+	0	+	16	+	8	+	0	+	0	+	1
-----	---	----	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---

Resultado en notación decimal 217

◆ Conversión a formato binario usando la calculadora de Windows



◆ Pila TCP/IP

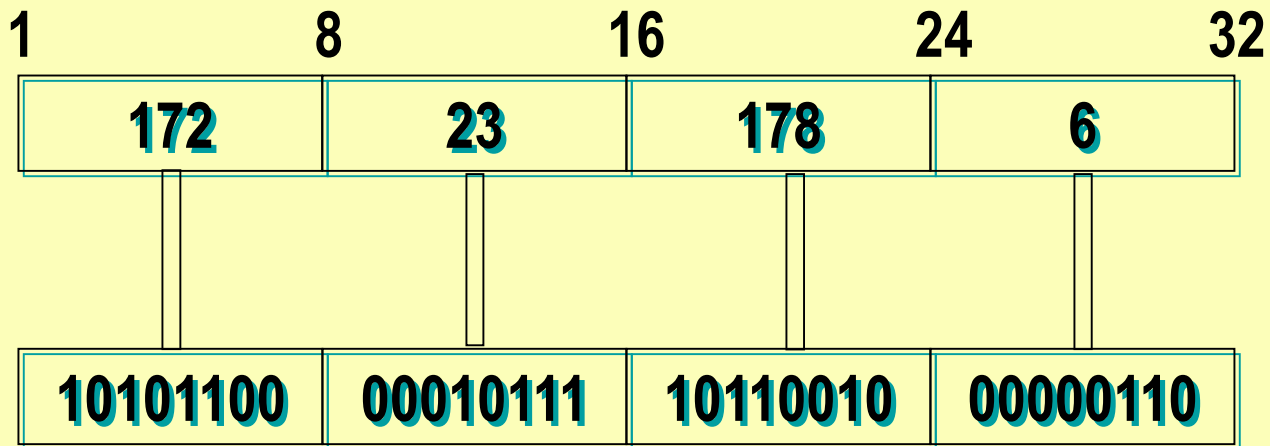
- La pila TCP/IP es un conjunto de protocolos que cubren los diferentes niveles del modelo OSI.
- Es independiente del Sistema Operativo donde corra.
- Es independiente del Hardware.

◆ Pila de protocolos TCP/IP

Application	Telnet	FTP	LDAP	SNMP
	TFTP	SMTP	NFS	DNS
Transport	TCP		UDP	
Internet	ICMP	BootP	ARP	RARP
	IP			
Enlace	Ethernet	FastEther net	TokenRi ng	FDDI
Física				

◆ Direcciones IPv4

Las Direcciones IPv4 tienen 32 bits



Las direcciones IP, se representan cada 8 bits, en sistema decimal, separados por un punto.

Request for comments (RFC) correspondiente:

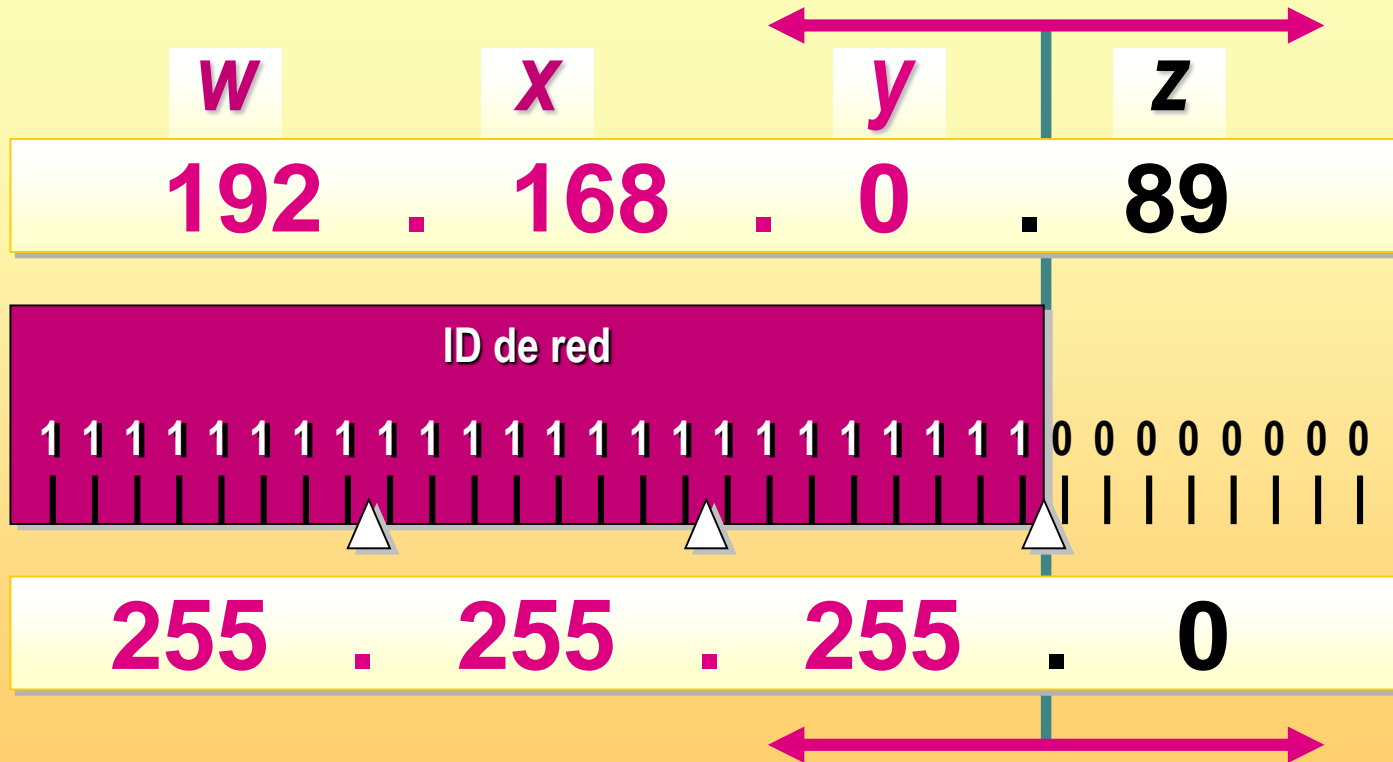
<http://tools.ietf.org/html/rfc3330>

◆ Direcciones IPv4

- El direccionamiento IPv4 consta de *Dirección IP y Máscara de red*
- La dirección IP esta dividida en dos segmentos: la identificación de red y la identificación de host.
- **Identificación de red:** Esta porción de la dirección IP identifica una red en particular.
- **Identificación de host:** Esta porción identifica un ordenador dentro de una red específica.



◆ Bytes/Octetos de la máscara de red



◆ Notación CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*)

Dirección
IP

192	.	168	.	0	.	89
11000000		10101000		00000000		10110001

Máscara
Subred

255	.	255	.	255	.	0
11111111		11111111		11111111		00000000

Número de bits en uno
en la máscara de subred

$$8 + 8 + 8 + 0 = 24$$

Dirección IP en
Notación CIDR

192.168.0.89 / 24

CIDR permitió usar otras máscaras distintas a las de Clase A, B o C

Calculando el ID. de red o red del equipo.

CLASE A

RED= Dirección IP **AND** MASCARA

Dirección IP Notación CIDR: 10.217.123.7/8

Dirección
IP

10	.	217	.	123	.	7
00001010		11011001		01111011		00000111

Máscara de
Subred

CLASE A

255	.	0	.	0	.	0
11111111		00000000		00000000		00000000

Identificación
De red

00001010		00000000		00000000		00000000
----------	--	----------	--	----------	--	----------

ID de red en
Notación CIDR

10.0.0.0/8

Calculando la IP de red.

CLASE B

RED= Dirección IP **AND** MASCARA

Dirección IP Notación CIDR: 10.217.123.7/16

Dirección
IP

129	.	217	.	123	.	7
10000001		11011001		01111011		00000111

Máscara de
Subred

CLASE B

255	.	255	.	0	.	0
11111111		11111111		00000000		00000000

Identificación
De red

10000001		11011001		00000000		00000000
----------	--	----------	--	----------	--	----------

ID de red en
Notación CIDR

129.217.0.0/16

Calculando la IP de red.

CLASE C

RED= Dirección IP **AND** MASCARA

Dirección IP Notación CIDR: 10.217.123.7/24

Dirección
IP

193	.	217	.	123	.	7
11000001		11011001		01111011		00000111

Máscara de
Subred

CLASE C

255	.	255	.	255	.	0
11111111		11111111		11111111		00000000

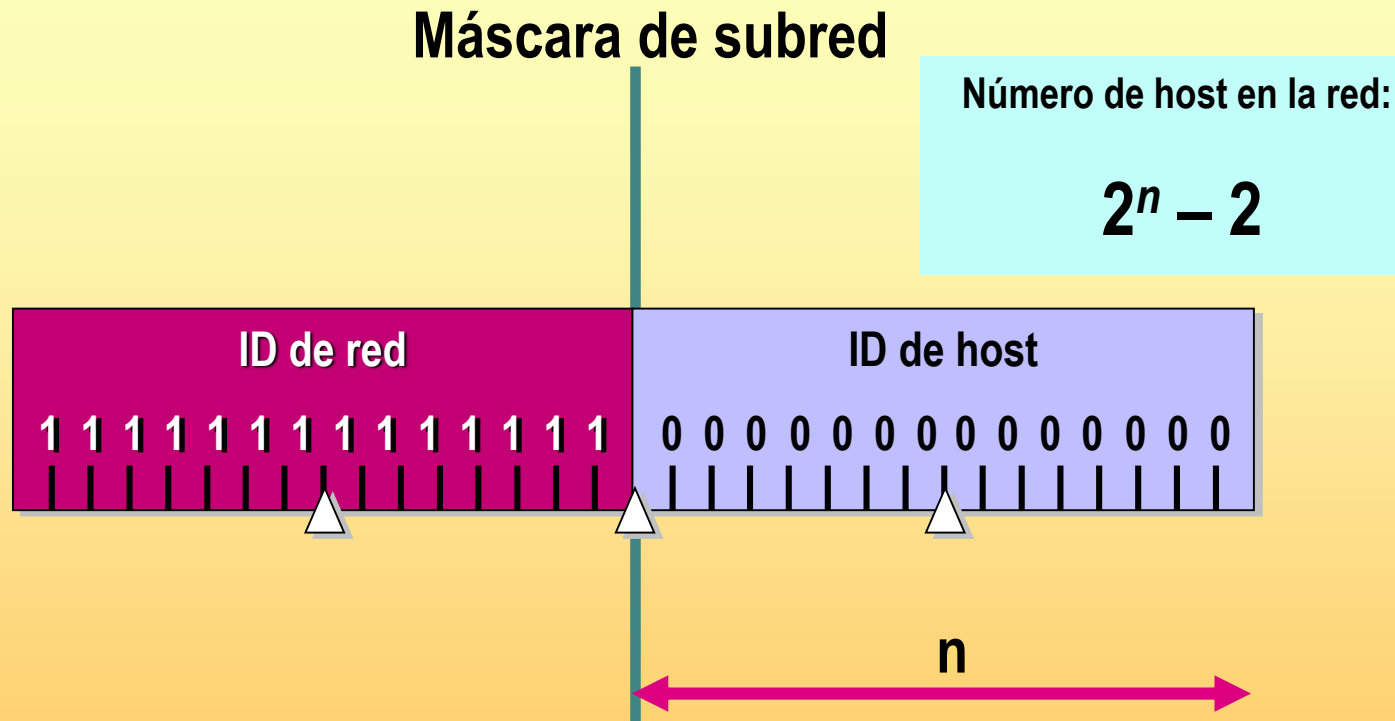
Identificación
De red

11000001		11011001		01111011		00000000
----------	--	----------	--	----------	--	----------

ID de red en
Notación CIDR

193.217.123.0/24

◆ IDs de host disponibles



El primer número es el nombre de la red y el último el broadcast de la red.

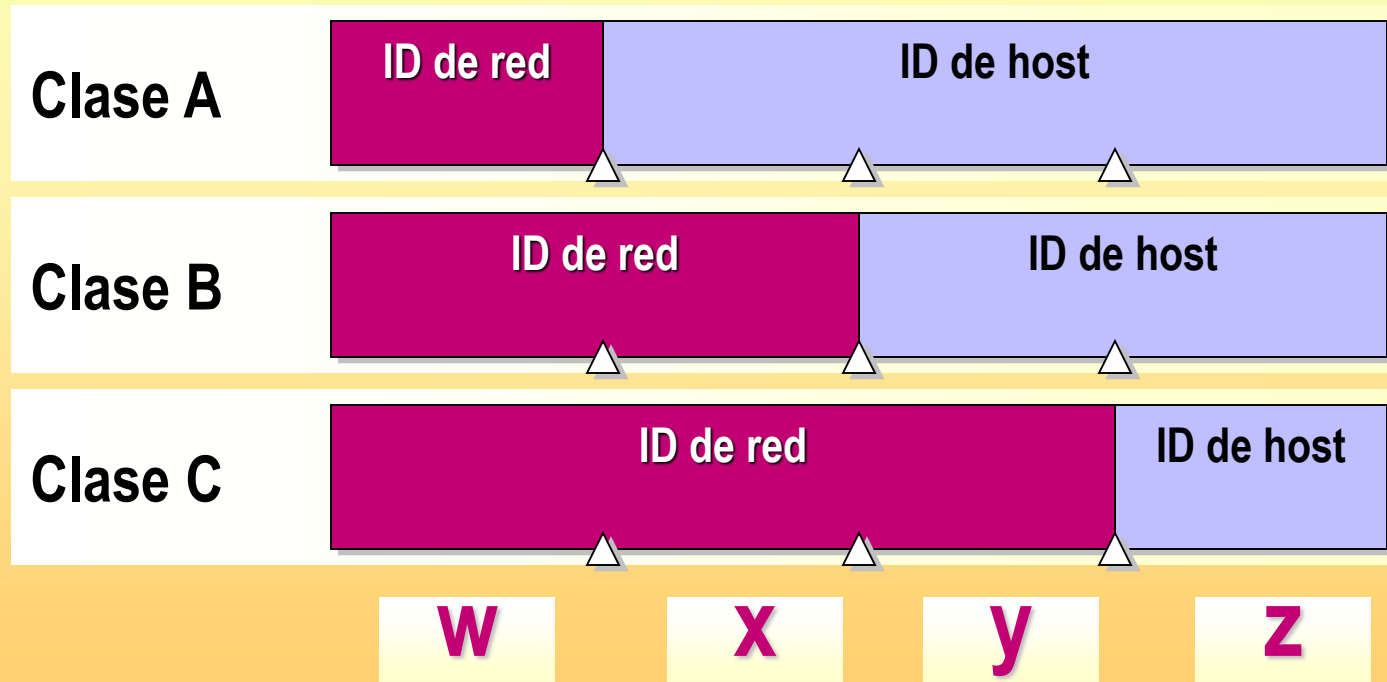
Ejemplo RED:10.0.0.0 y dirección BROADCAST: 10.255.255.255

◆ Práctica

- Calcula la máscara de red en binario y decimal, así como el número de equipos (host) que puedes colocar en cada subred:
 - a) 16.240.128.23 / 8
 - b) 171.23.26.89 / 16
 - c) 193.168.0.1 / 24

◆ Clases de direcciones IP

Para ser de clase A, B o C en primer lugar se deben cumplir estas máscaras



◆ Direcciones clase A

1	8	32
0	Id. de red	Identificación de host

Rango de Direcciones IP: 1.0.0.1 - 126.255.255.254

Máscara de Red: 255.0.0.0

Número de redes: $2^{8-1} - 2^* = 126$

Número de host por red: $2^{24} - 2 = 16.777.214$

Ejemplo: 16.240.128.23 / 8

$1 = (00000001)_2$

$126 = (01111110)_2$

* Debido a que 0.0.0.0/8 no se puede usar y el rango de IPs 127.0.0.0/8 tampoco como veremos más adelante.

◆ Direcciones clase B

1	2	16	32
1	0	Identificación de red	Identificación de host

Rango de direcciones IP: 128.0.0.1 - 191.255.255.254

Máscara de red: 255.255.0.0

Número de redes: $2^{16-2} = 2^{14} = 16.384$

Número de host por red: $2^{16} - 2 = 65.534$

Ejemplo: 171.23.26.89 / 16

128 = $(10000000)_2$

191 = $(10111111)_2$

◆ Direcciones clase C

1	2	3		24		32
1	1	0	Identificación de red			Id. host

Rango de direcciones IP: 192.0.0.1 - 223.255.255.254

Máscara de red: 255.255.255.0

Número de redes: $2^{24-3} = 2.097.152$

Número de host: $2^8 - 2 = 254$

Ejemplo: 193.168.0.1 / 24

192 = $(11000000)_2$

223 = $(11011111)_2$

◆ Cuando la máscara no es /8 /16 ó /24 **acaba en:**

Representación Binaria	Representación Decimal
11111111	255
11111110	254
11111100	252
11111000	248
11110000	240
11100000	224
11000000	192
10000000	128
00000000	0

Ejemplos de MÁSCARAS

- Máscara: / 25 (CIDR)
255.255.255.128 (decimal)
11111111.11111111.11111111.10000000 (binario)
- Máscara: / 26
255.255.255.192
11111111.11111111.11111111.11000000
- Máscara: / 31
255.255.255.254
11111111.11111111.11111111.11111110
- Máscara: / 28
255.255.255.240
11111111.11111111.11111111.11110000

La misma ID de red con distintas máscaras

Utilización de diferentes prefijos para la red 172.16.4.0

Red	Dirección de red Todos los bits de host (en rojo) = 0	Rango de host Representa todas las combinaciones de bits de host, excepto en donde los bits de host son sólo ceros o sólo unos	Dirección de broadcast Todos los bits de host (en rojo) = 1
172.16.4.0 /24	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.254	172.16.4.255
Representación binaria 24 bits de red	10101100.00010000. 00000100.00000000	10101100.00010000.00000100.00000001 10101100.00010000.00000100.00000010 10101100.00010000.00000100.00000011	10101100.00010000. 00000100.11111111
		10101100.00010000.00000100.11111110	
172.16.4.0 /25	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.126	172.16.4.127
Representación binaria 25 bits de red	10101100.00010000. 00000100.00000000	10101100.00010000.00000100.00000001 10101100.00010000.00000100.00000010 10101100.00010000.00000100.00000011	10101100.00010000. 00000100.01111111
		10101100.00010000.00000100.01111110	
172.16.4.0 /26	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.62	172.16.4.63
Representación binaria 26 bits de red	10101100.00010000. 00000100.00000000	10101100.00010000.00000100.00000001 10101100.00010000.00000100.00000010 10101100.00010000.00000100.00000011	10101100.00010000. 00000100.00111111
		10101100.00010000.00000100.00111110	
172.16.4.0 /27	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.30	172.16.4.31
Representación binaria 27 bits de red	10101100.00010000. 00000100.00000000	10101100.00010000.00000100.00000001 10101100.00010000.00000100.00000010 10101100.00010000.00000100.00000011	10101100.00010000. 00000100.00011111
		10101100.00010000.00000100.00011110	

MISMA DIRECCIÓN DE RED
PARA TODOS LOS PREFIJOS

DIFERENTE DIRECCIÓN DE
BROADCAST PARA CADA
PREFIJO

◆ Direcciones clase D

1	2	3	4	32
1	1	1	0	Dirección de multicast

Rango de direcciones IP: 224.0.0.0 - 239.255.255.255

Máscara de red: N/A

224.0.0.1 ➔ Todos los host de la red

224.0.0.2 ➔ Todos los routers de la red

Destinado entre otros usos:

Distribución de audio y video.

Intercambio de información de enrutamiento por medio de protocolos de enrutamiento.

Distribución de software.

Suministro de noticias.

◆ Clases de direcciones IPv4

Clase de dirección	Rango del primer octeto (decimal)	Bits del primer octeto (los bits verdes no se modifican)	Partes de las direcciones de red (N) y de host (H)	Máscara de subred predeterminada (decimal y binaria)	Cantidad de posibles redes y hosts por red
A	1-127**	00000000-01111111	N.H.H.H	255.0.0.0	128 redes (2^7) 16777214 hosts por red ($2^{24}-2$)
B	128-191	10000000-10111111	N.N.H.H	255.255.0.0	16384 redes (2^{14}) 65534 hosts por red ($2^{16}-2$)
C	192-223	11000000-11011111	N.N.N.H	255.255.255.0	2097150 redes ($2^{21}-2$) 254 hosts por red (2^8-2)
D	224-239	11100000-11101111	NA (multicast)		
E	240-255	11110000-11111111	NA (experimental)		

Limitaciones sistema de clases

- No todos los requisitos de las organizaciones se ajustaban a una de estas tres clases. La asignación con clase de espacio de direcciones a menudo desperdiciaba muchas direcciones, lo cual agotaba la disponibilidad de direcciones IPv4.
- Por ejemplo: una compañía con una red con 260 hosts necesitaría que se le otorgue una dirección de clase B con más de 65.000 direcciones.

Direccionamiento sin clase

- El sistema que utilizamos actualmente se denomina direccionamiento sin clase (CIDR). Con el sistema sin clase, se asignan los bloques de direcciones adecuados según la cantidad de hosts a las compañías u organizaciones.

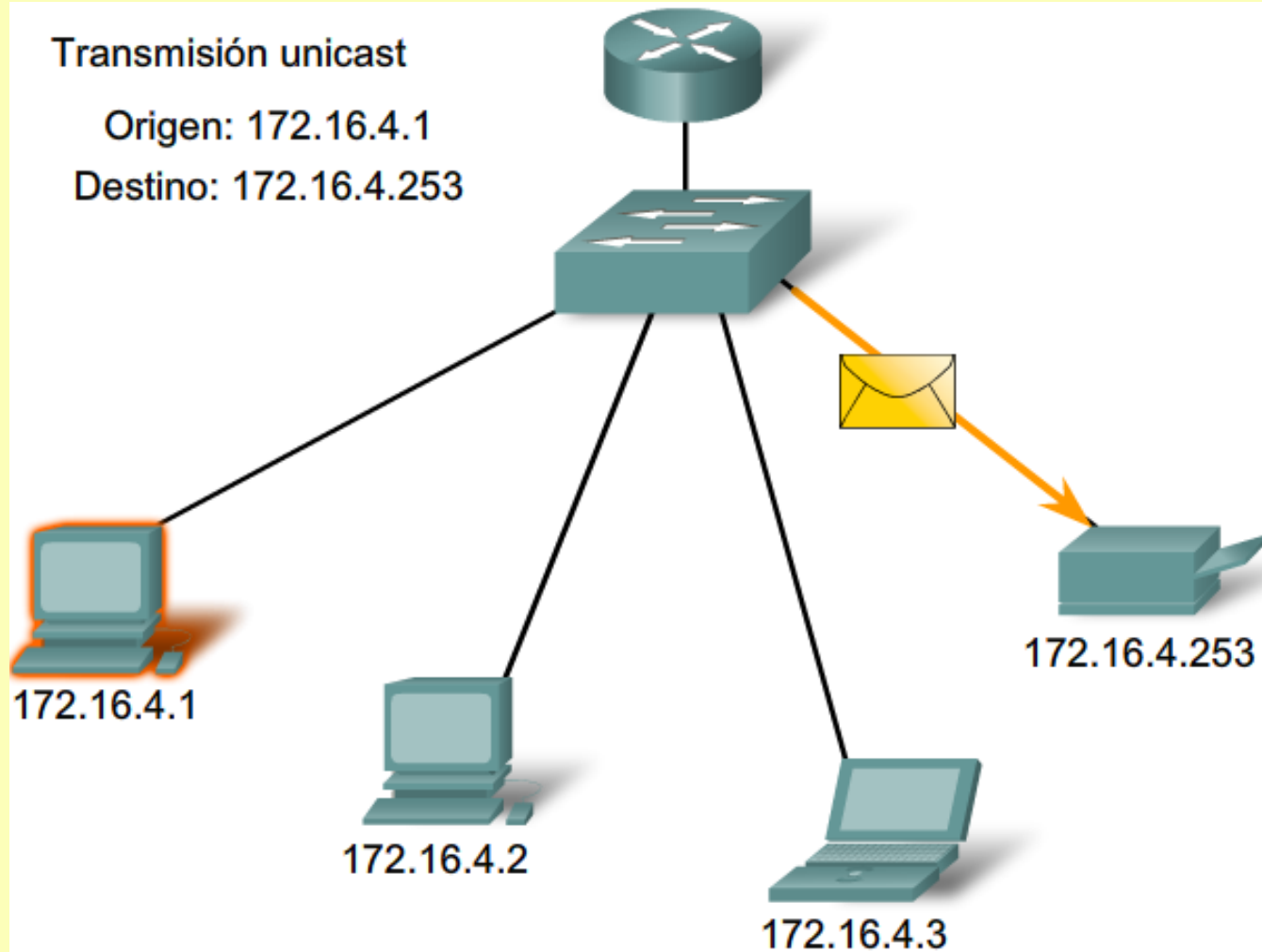
Tipos de comunicación

- ▶ En una red IPv4, los hosts pueden comunicarse de tres maneras diferentes:
 1. **Unicast:** el proceso por el cual se envía un paquete de un host a un host individual.
 2. **Broadcast:** el proceso por el cual se envía un paquete de un host a todos los hosts de la red.
 3. **Multicast:** el proceso por el cual se envía un paquete de un host a un grupo seleccionado de hosts.

1. Unicast

- ▶ La comunicación unicast se usa para una comunicación normal de host a host, tanto en una red de cliente/servidor como en una red punto a punto. Los paquetes unicast utilizan la dirección host del dispositivo de destino como la dirección de destino y pueden enrutarse a través de una internetwork.
- ▶ Sin embargo, los paquetes broadcast y multicast usan direcciones especiales como dirección de destino. Al utilizar estas direcciones especiales, los broadcast están generalmente restringidos a la red local.
- ▶ El ámbito del tráfico multicast también puede estar limitado a la red local o enrutado a través de una internetwork.

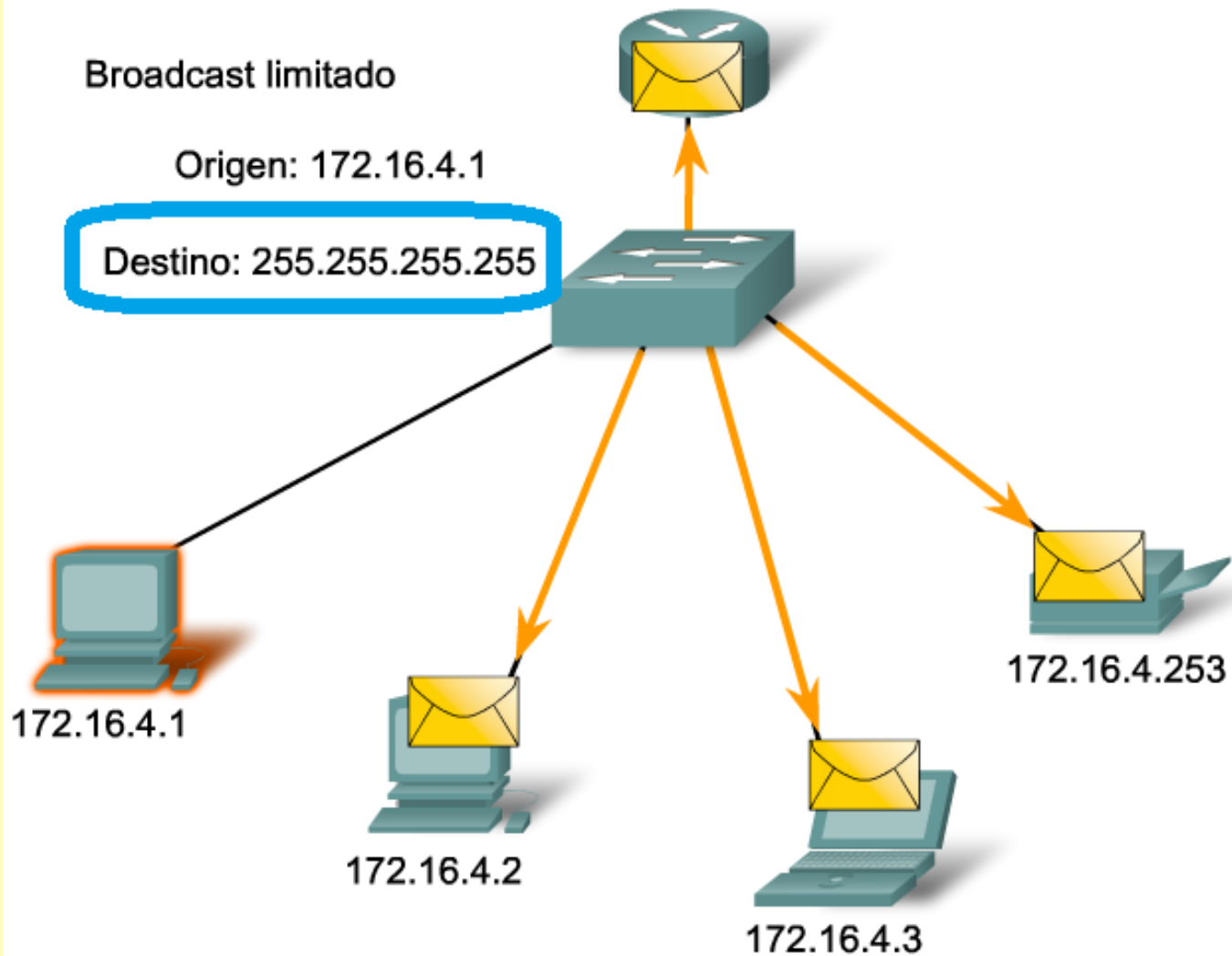
1. Unicast. Ejemplo



2. Broadcast

- Se usa para enviar paquetes a todos los hosts de la red, un paquete usa una dirección de broadcast especial. Cuando un host recibe un paquete con la dirección de broadcast como destino, éste procesa el paquete como lo haría con un paquete con dirección unicast.
- La transmisión de broadcast se usa para ubicar servicios o dispositivos especiales para los cuales no se conoce la dirección o cuando un host debe proporcionar información a todos los hosts de la red.
- Ejemplos transmisión de broadcast son:
 - Solicitar una dirección IP dinámica.
 - Intercambiar información de enrutamiento por medio de protocolos de enrutamiento.

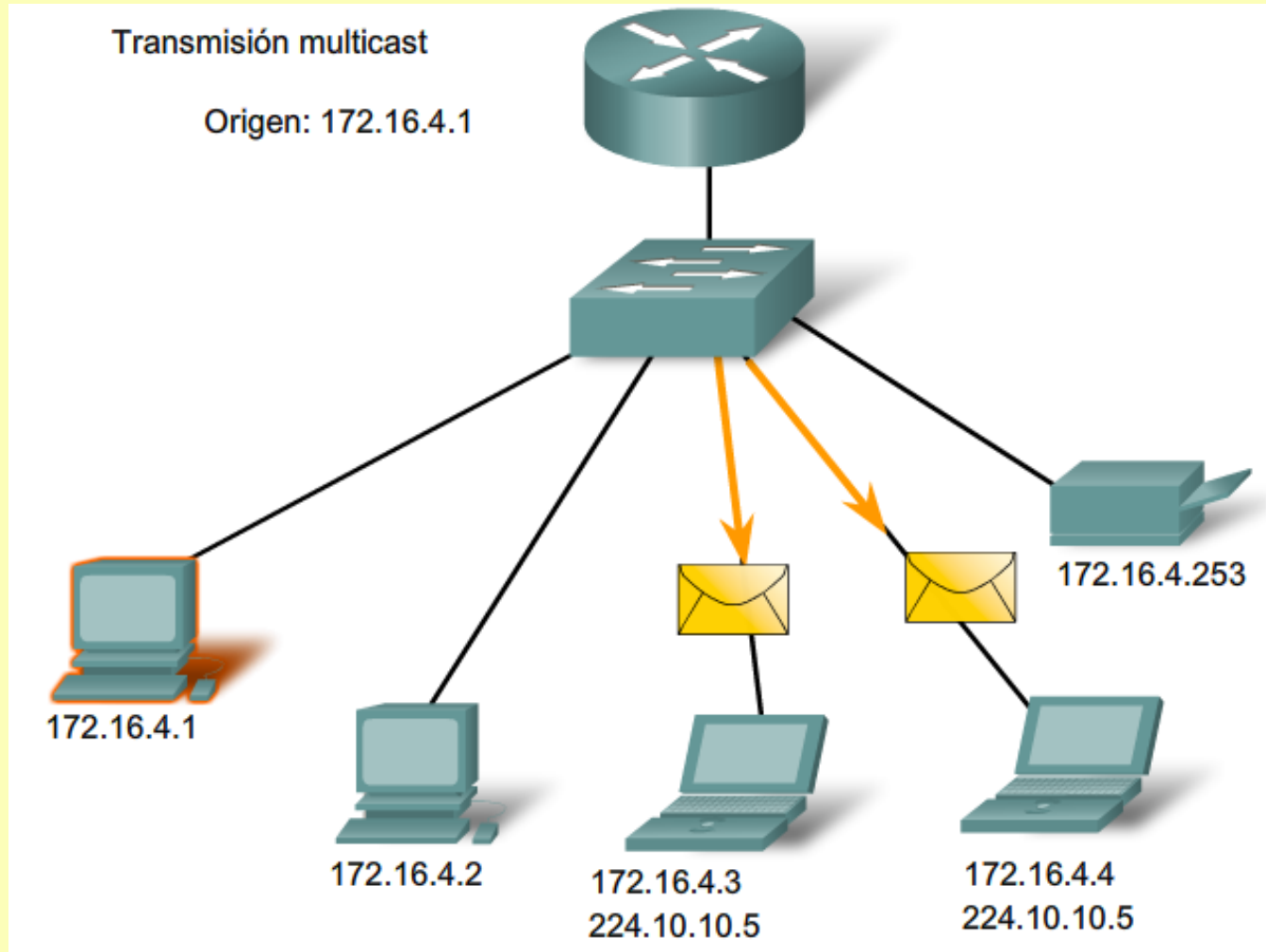
2. Broadcast Ejemplo



3. Multicast

- La transmisión de multicast está diseñada para conservar el ancho de banda de la red IPv4.
- Ésta reduce el tráfico al permitir que un host envíe un único paquete a un conjunto seleccionado de hosts.
- Para alcanzar hosts de destino múltiples mediante la comunicación unicast, sería necesario que el host de origen envíe un paquete individual dirigido a cada host.
- Con multicast, el host de origen puede enviar un único paquete que llegue a miles de hosts de destino.
- IPv4 tiene un bloque especial de direcciones desde 224.0.0.0 hasta 239.255.255.255 para direccionamiento de grupos multicast.

3. Multicast. Ejemplo



◆ Direcciones IPv4 ESPECIALES

1. Direcciones de red y broadcast
2. Ruta predeterminada
3. Loopback o Localhost
4. Direcciones APIPA (link-local)

1. Direcciones de red y de broadcast

- Como se explicó anteriormente, no es posible asignar la primera ni la última dirección a hosts dentro de cada red. Éstas son, respectivamente, la dirección de red y la dirección de broadcast.
- Dirección de red se obtiene sustituyendo la *ID de Host* de una IP en binario con ceros, dejando su *ID de red* sin modificar.
- Dirección de broadcast, análogamente a la de red, pero ahora la *ID de Host* pasa a ser todo unos.
- Por ejemplo en la red: 192.168.0.1 / 24, las IP **192.168.0.0** y **192.168.0.255** son la dirección de red y la dirección de broadcast y no pueden usarse.

2. Ruta predeterminada

- $0.X.Y.Z \rightarrow 0.0.0.0 / 8$
- La ruta predeterminada IPv4 se representa como 0.0.0.0.
- La ruta predeterminada se usa como ruta "comodín" cuando no se dispone de una ruta más específica (es la Gateway por defecto). Se verá con más detalle cuando se trate los tipos de enrutamiento.
- El uso de esta dirección también reserva todas las direcciones en el bloque de direcciones:

0.0.0.0 hasta 0.255.255.255 (0.0.0.0 /8).

3. Dirección interna (loopback)

- $127 . X . Y . Z . \rightarrow 127.0.0.0 / 8$ (::1 en IPv6)
- **IP 127.0.0.1**. La dirección de loopback es una dirección especial que el host utiliza **para dirigir el tráfico hacia él mismo (localhost)**.
- Hay muchos host que contienen procesos clientes y servidores. Los clientes y servidores locales se comunican mediante IP dentro del host. Para ello, usan una dirección especial que se llama *dirección interna (loopback)*. Por convenio, **cualquier dirección que empieza con 127** se reserva con este propósito (**127.0.0.0 a 127.255.255.255**). En la práctica sólo se usa la dirección **127.0.0.1**.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Loopback>

4. Dirección APIPA (link-local)

- 169.254. Y . Z → 169.254.0.0 / 16 Los dos últimos octetos se asignan por el equipo aleatoriamente
- El bloque de IPs **169.254.0.0** hasta **169.254.255.255** se encuentran reservadas como direcciones APIPA (*Automatic Private Internet Protocol Addressing*) o link-local.
- El sistema operativo asigna automáticamente estas direcciones (IP y máscara únicamente) al host local cuando está configurado para obtener una dirección dinámicamente y no encuentra un servidor de protocolo de configuración dinámica de host (DHCP). Pero no configura otros parámetros como hace el DHCP (ruta por defecto o servidor DNS). Permite entonces funcionalidad básica en red pero no proporcionará salida a Internet.
- <http://support.microsoft.com/kb/220874/es>

◆ Direcciones IP privadas

!!!IMPORTANTE!!!

- Aunque la mayoría de las direcciones host IPv4 son direcciones públicas designadas para uso en redes a las que se accede desde Internet, existen bloques de direcciones que se utilizan en redes que requieren o no acceso limitado a Internet.
- Estas direcciones se denominan direcciones privadas.
- Las direcciones IP privadas son ignoradas fuera de las redes locales (privadas) de manera que si llega un paquete a un router de internet con una IP privada el paquete es ignorado y se pierde.

◆ Direcciones IP privadas.

!!!**IMPORTANTE!!!**

■ de la clase A

10.0.0.0 → 10.255.255.255 (Una red)

■ de la clase B

172.16.0.0 → 172.31.255.255 (16 redes)

■ de la clase C

192.168.0.0 → 192.168.255.255 (256 redes)

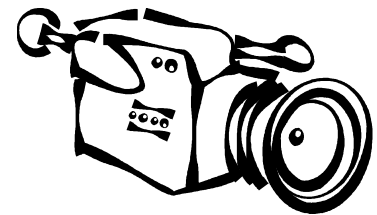
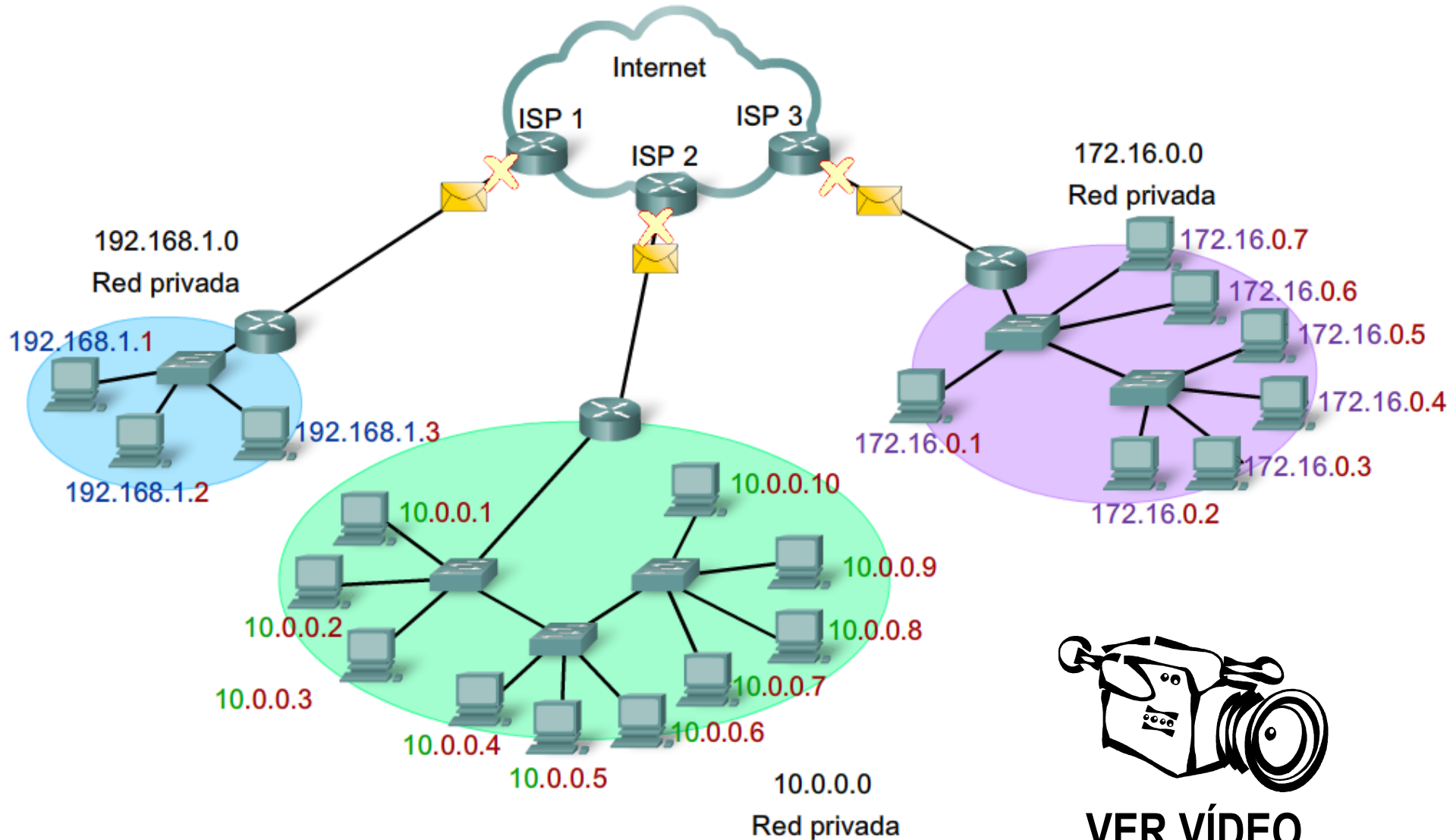
<http://tools.ietf.org/html/rfc1918>

◆ Traducción de direcciones de red (**NAT**)

- Con servicios para **traducir las direcciones privadas a direcciones públicas**, los hosts en una red direccionada en forma privada pueden tener acceso a recursos a través de Internet. Estos servicios, llamados Traducción de dirección de red (NAT), pueden ser implementados en un dispositivo en un extremo de la red privada (el router típicamente).
- La NAT permite a los hosts de la red "pedir prestada" una 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.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/NAT>

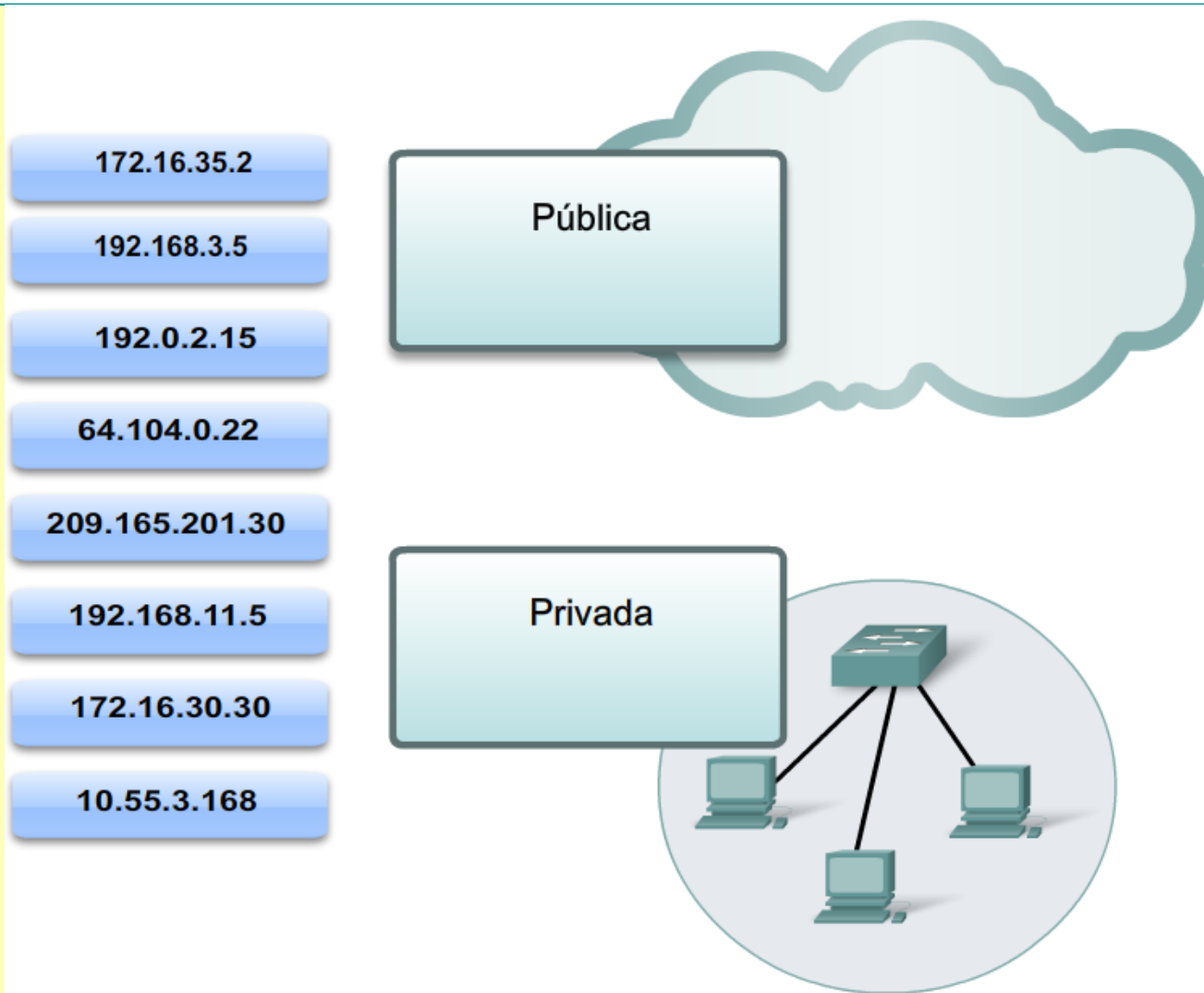
◆ Direcciones IP privadas

¡¡IMPORTANTE!!



VER VÍDEO

¿A qué categoría pertenecen?



◆ Todas las direcciones IPv4 <http://www.iana.org/>

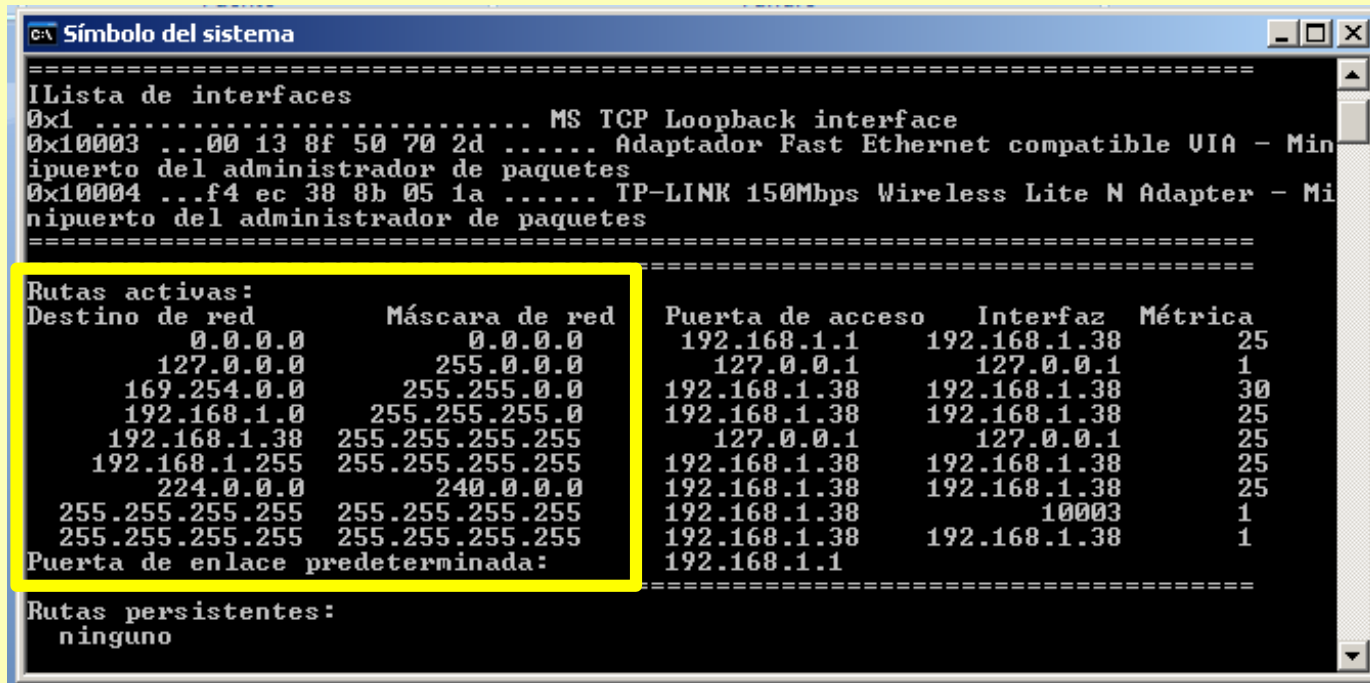
Rangos de direcciones IPv4 reservadas

Tipo de dirección	Uso	Rango de direcciones IPv4 reservadas	RFC
Dirección host	utilizada en hosts IPv4	De 0.0.0.0 a 223.255.255.255	790
Direcciones multicast	utilizada en grupos multicast en una red local	De 224.0.0.0 a 239.255.255.255	1700
Direcciones experimentales	<ul style="list-style-type: none">• utilizada para investigación o experimentación• actualmente no se puede utilizar para los hosts en las redes IPv4	De 240.0.0.0 a 255.255.255.254	1700 3330

<http://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space/ipv4-address-space.xml>

◆ Tarea: tipos y clases IPs

- Hacer un “*route print*” en la consola de comandos (*Símbolo de sistema* en Windows). Aparecerá una tabla similar a la de abajo.
- Haz una tabla en MS Word identificando los tipos y/o clases de direcciones IP que hemos visto en cada red de destino que aparece.
- Especifica: IP, Tipo y Clase (si pertenece a alguna).



```

C:\> Símbolo del sistema

=====
Lista de interfaces
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x10003 ...00 13 8f 50 70 2d ..... Adaptador Fast Ethernet compatible VIA - Min
puerto del administrador de paquetes
0x10004 ...f4 ec 38 8b 05 1a ..... TP-LINK 150Mbps Wireless Lite N Adapter - Mi
puerto del administrador de paquetes
=====

Rutas activas:
Destino de red      Máscara de red      Puerta de acceso    Interfaz            Métrica
0.0.0.0             0.0.0.0             192.168.1.1         192.168.1.38        25
127.0.0.0           255.0.0.0           127.0.0.1           127.0.0.1            1
169.254.0.0         255.255.0.0         192.168.1.38        192.168.1.38        30
192.168.1.0         255.255.255.0       192.168.1.38        192.168.1.38        25
192.168.1.38        255.255.255.255     127.0.0.1           127.0.0.1            25
192.168.1.255       255.255.255.255     192.168.1.38        192.168.1.38        25
224.0.0.0           240.0.0.0           192.168.1.38        192.168.1.38        25
255.255.255.255     255.255.255.255     192.168.1.38        10003                1
255.255.255.255     255.255.255.255     192.168.1.38        192.168.1.38        1
Puerta de enlace predeterminada: 192.168.1.1

Rutas persistentes:
ninguno

```

¿Qué direccionamiento IPv4 necesita un equipo?

¡¡IMPORTANTE!!

■ Host (PC o Servidor)

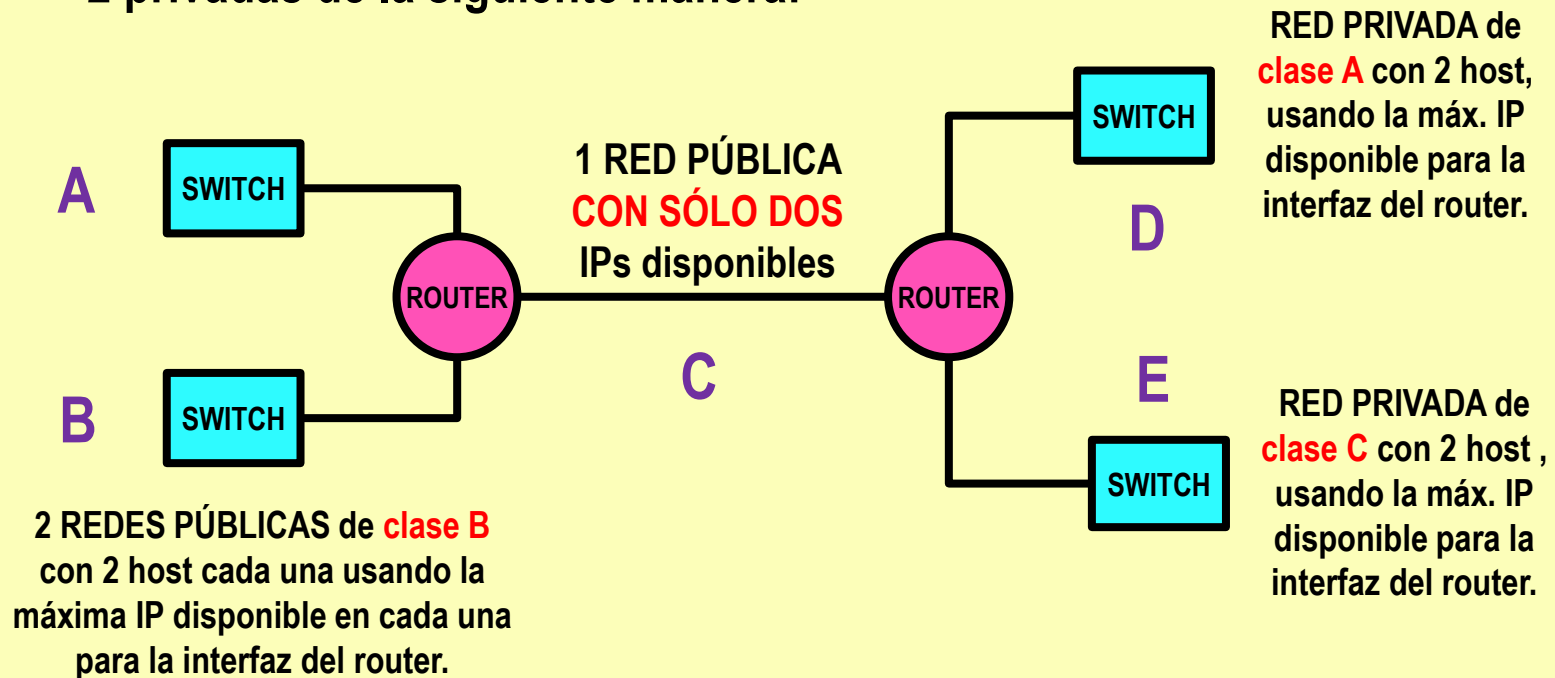
- **IP** (estática, siempre la misma, si se trata de un **servidor**)
- **Máscara**
- **Gateway** (IP del router en la red LAN donde está el host)
→ si no hay gateway no se puede acceder a otras redes o internet

■ Router

- En cada boca (interfaz) **IP** + **Máscara** correspondiente a la red a la que está conectada.

◆ Tarea: tipos y clases IPs

- Realiza con Packet Tracer una internetwork con 5 redes: 3 públicas y 2 privadas de la siguiente manera:



- Debes usar router tipo *Generic* añadiendo 3 interfaces *FastEthernet* a cada uno. Y fijar en Config→Routing→Static: Network 0.0.0.0 Mask 0.0.0.0 y Next Hop la IP de la interfaz del otro router para acceder a las otras redes.