

# Capa de red I

## Direccionamiento

Programación y administración de redes

Grado en *Ingeniería Informática*

Departamento de Informática. Universidad de Jaén



# Objetivos

## General

*Situar la capa de red en la arquitectura de redes de Internet, identificar sus funciones desde una perspectiva general y estudiar el esquema de direccionamiento empleado en esta capa*

## Específicos

- Saber **qué trabajo** corresponde a la capa de red
- Identificar los **protocolos esenciales** que operan en esta capa
- Conocer el **esquema de direccionamiento** clásico usado en Internet
- Aprender a usar las distintas **notaciones** de direccionamiento
- Diferenciar entre las estructuras de direcciones de **IPv4 e IPv6**
- Comprender el funcionamiento del **protocolo NAT**

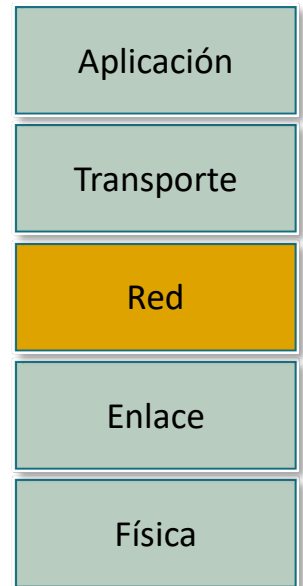
# Introducción

## Finalidad de la capa de red

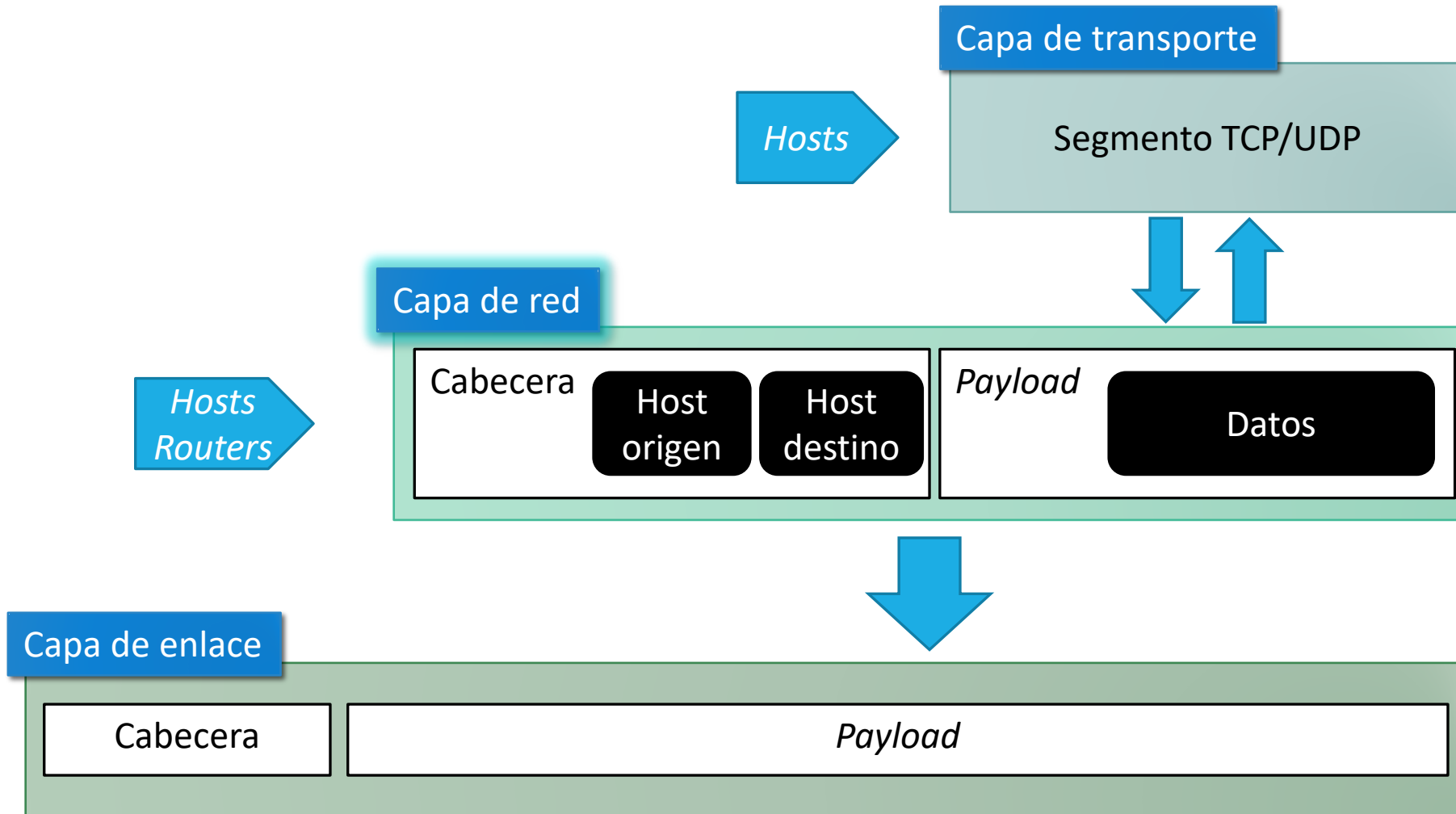
*Llevar a cabo el reenvío de los datagramas desde el origen hasta su destino cruzando las redes intermedias que pudieran existir*

## Cómo funciona

- La capa de red se sitúa debajo de la capa de transporte y ofrece servicio los protocolos de esta, encapsulando el segmento en un **datagrama IP**
- El direccionamiento en la capa de red tiene como objetivo **identificar los *host*** de origen y destino que participan en la comunicación
- Además de los *host*, también **los *router*** han de contar con una implementación de la capa de red que les permita redirigir los paquetes hacia su destino
- Los datagramas IP, con su correspondiente cabecera, se entregarán a la **capa de enlace** para transferirlos entre pares de equipos interconectados
- A cada "salto" desde el *host* de origen hasta alcanzar el de destino se le conoce como ***hop***



# Introducción - Esquema



1. El segmento TCP/UDP al completo se introduce como *payload* del datagrama

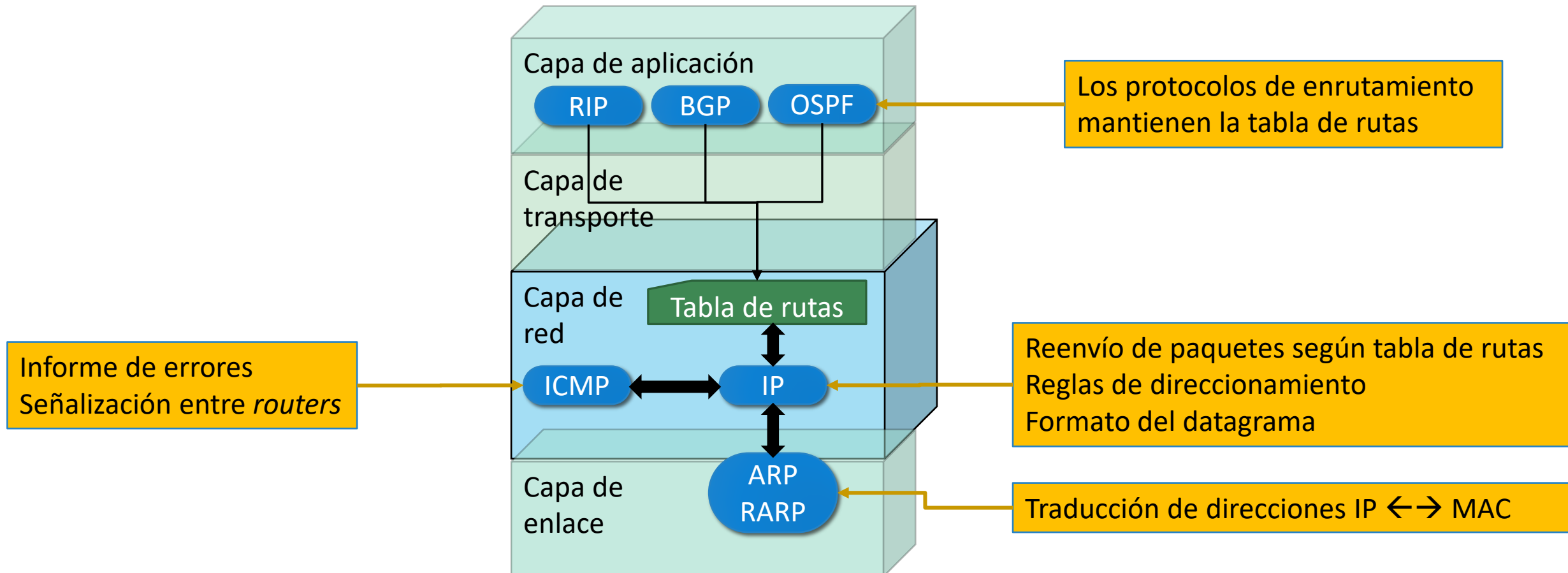
2. El datagrama agrega, entre otros datos de la cabecera, el *host* de origen y de destino

3. Finalmente el datagrama se entrega a la capa de enlace, para hacerlo llegar al siguiente *host* o conmutador

# Protocolos de la capa de red

## Finalidad

*Facilitar el enrutamiento de los datagramas, gestionar las traducciones de direcciones entre las capas de red y enlace y señalar errores*



# El protocolo IP - Fundamentos

## Función

*El protocolo central de la capa de red es IP, responsable de establecer el esquema de direccionamiento, formato del datagrama y la manipulación de los paquetes y acciones tanto en los host como en los router*

## Características

- Ofrece un servicio **no orientado a conexión** basado en conmutación de paquetes
- El servicio es **no fiable**, no realizando control de flujo y un mínimo control de errores, dejando estas responsabilidades para capas superiores (TCP por ejemplo)
- A pesar de todo, se califica como un protocolo **best effort** porque intenta garantizar al máximo el envío de datos
- Existen dos versiones actualmente en uso de IP conocidas como **IPv4 e IPv6**, diferenciándose esencialmente en el esquema de direccionamiento y formato del datagrama

# Definición de redes

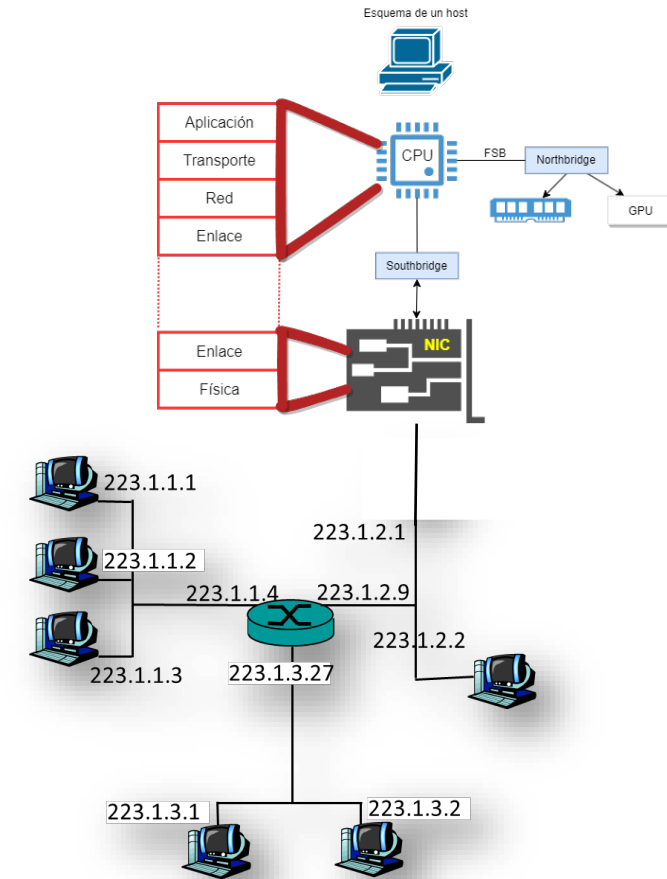


# Configurar una red de ordenadores

## Definición

*Definir la configuración de una red de ordenadores implica asignar una dirección IP a cada interfaz de red, tanto en los host como en los router*

- El acceso físico desde la capa de red de un equipo (*host* o *router*) se hace a través de la capa *host-red (enlace)* y está definido por un hardware (**controlador de red** o NIC) y su interfaz asociada
- Se suele denominar **Interfaz** a la configuración software del controlador (NIC) de cada una de las redes a las que esté conectado un equipo
- Un *host* suele constar de una interfaz de red física (pueden existir también interfaces lógicas para comunicación local), mientras que un *router* **tiene varias**
- Una dirección **IP** **está asociada a la configuración de una interfaz** y no a la de un *host* o un *router*
- Una red (que es una **definición lógica**) se suele asociar físicamente a una LAN, pero no siempre es así. P. e.: se pueden establecer varias redes en una LAN



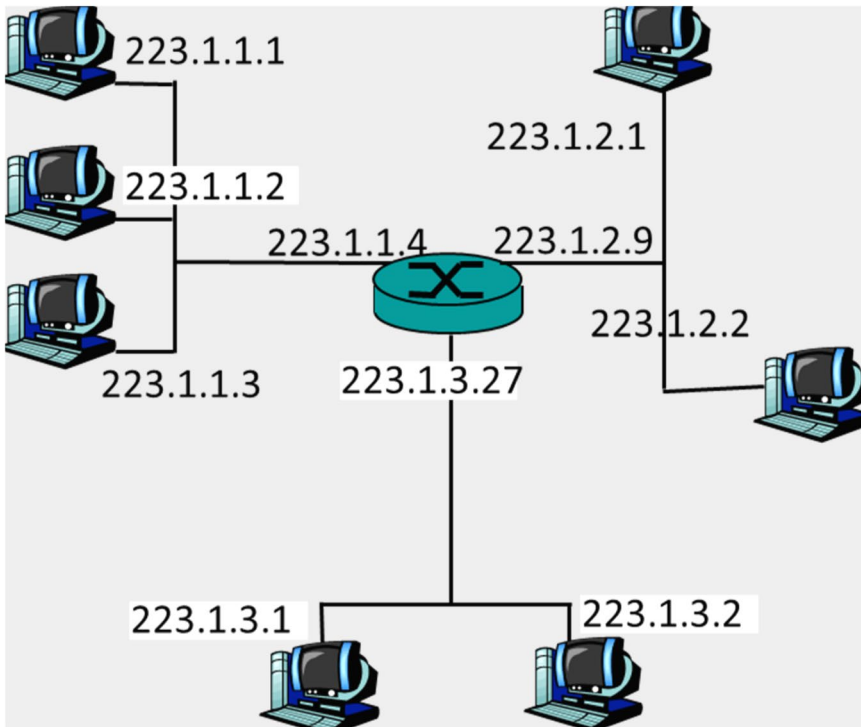


# Representación esquemática de una red

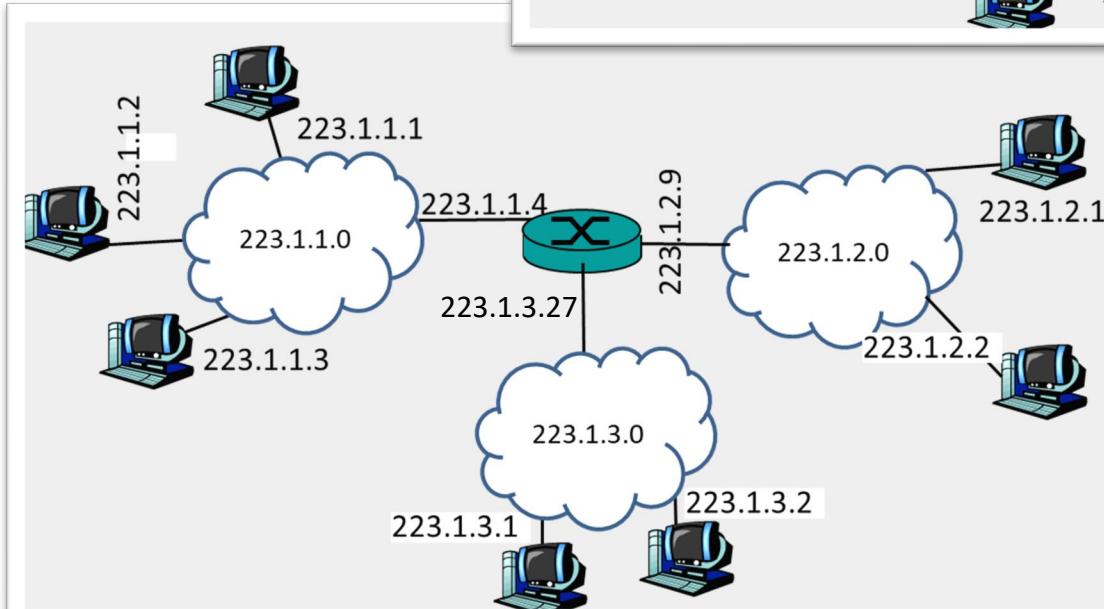
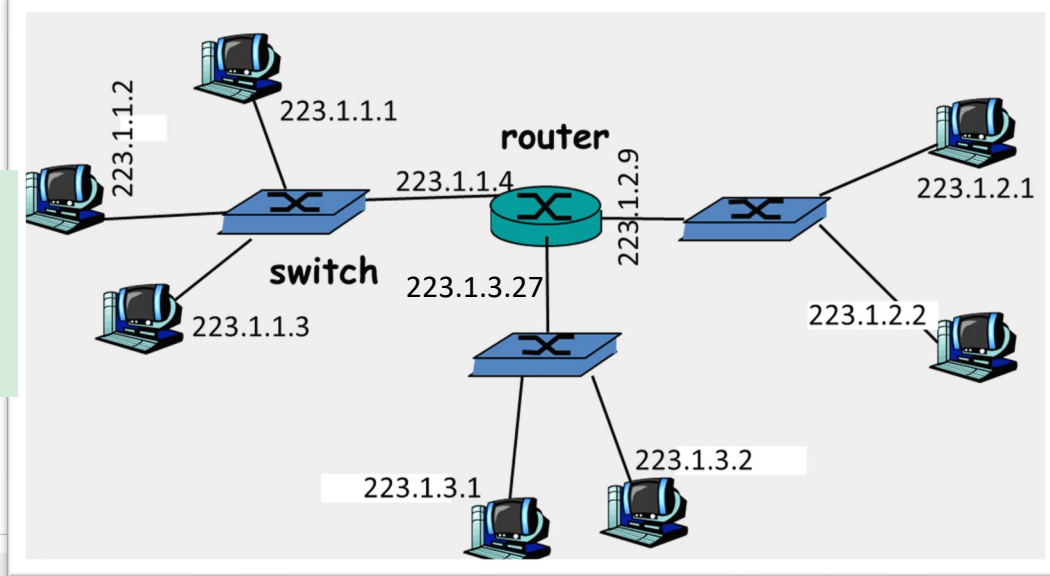
## Tres formas de representar la misma configuración

Tenemos tres LAN interconectadas con un router

Sin representar los  
elementos de  
conmutación LAN

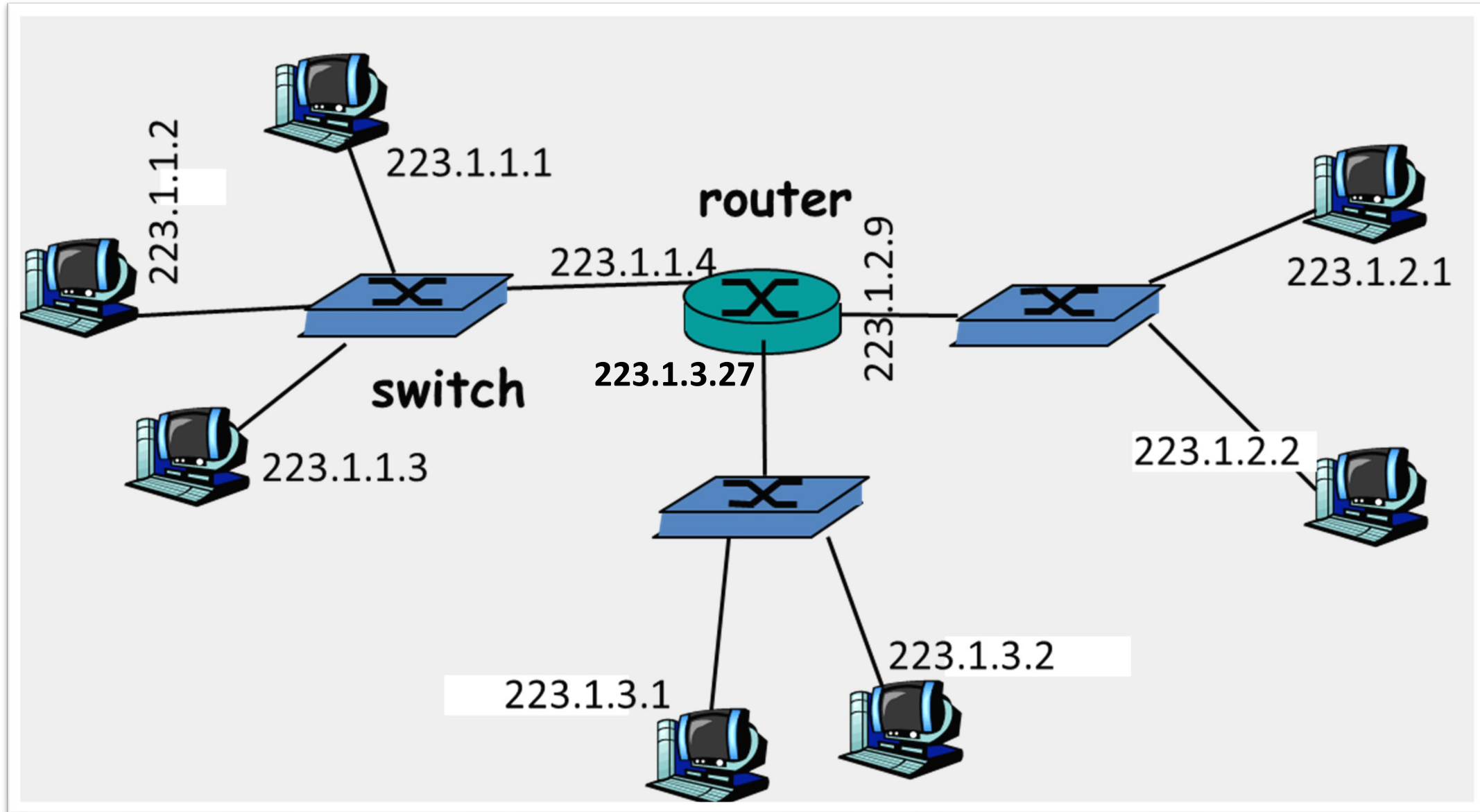


Identificando los  
elementos de  
conmutación con  
símbolos específicos



Representando los  
elementos  
de conmutación  
como nubes

# Representación esquemática de una red

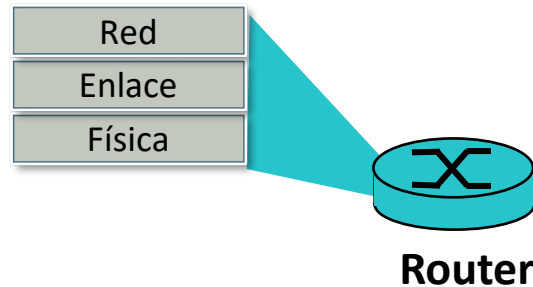
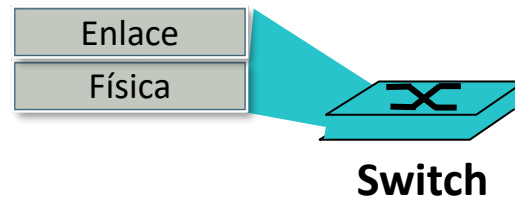


# Elementos de interconexión - Routers y switches

## Función

*Facilitar la interconexión de equipos en una LAN (switches) o de distintas LAN entre sí (router)*

## Diferencias



- Capa de enlace (nivel 2)
  - PDU → Tramas
  - Direccionamiento → MAC
  - Aprendizaje reenvío → Simple
- Capa de red (nivel 3)
  - PDU → Datagramas
  - Direccionamiento → IP
  - Aprendizaje reenvío → Complejo

# Direccionamiento IPv4



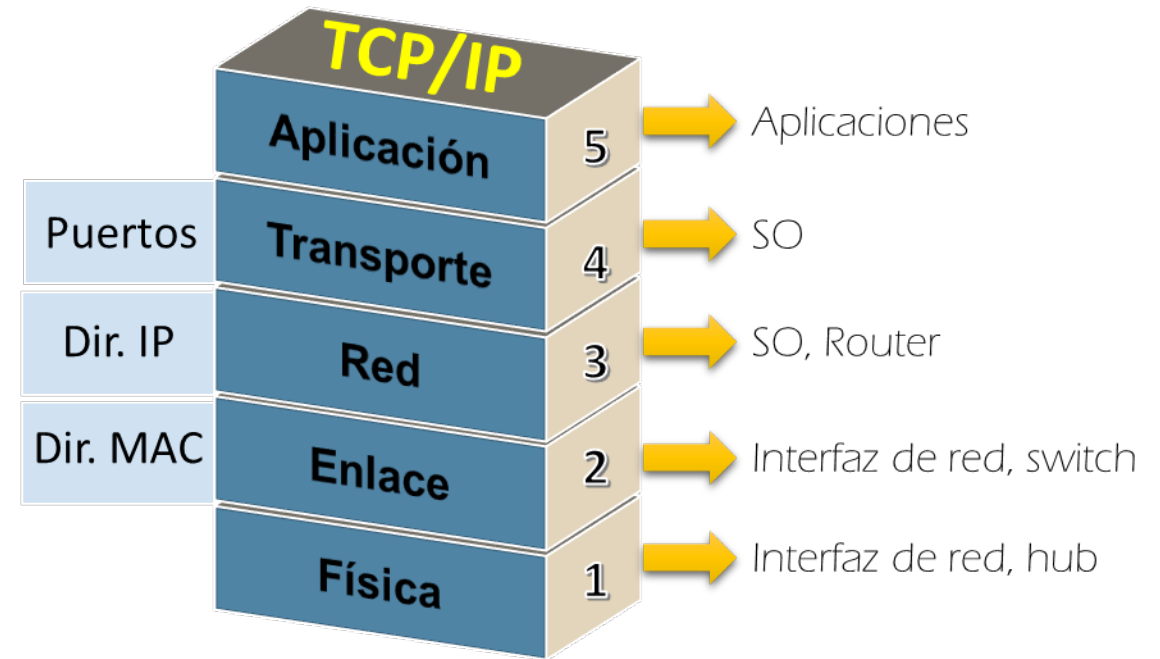
# Direccionamiento en redes - Perspectiva

## Finalidad

*La comunicación a través de una red de ordenadores implica el uso de un esquema de direccionamiento complejo y estructurado en capas*

## Fundamentos

- Al nivel de la **capa de transporte** el direccionamiento se basa en la numeración de **puertos** que identifican a los procesos en ejecución
- Al nivel de la **capa de red** las direcciones identifican a las interfaces de red, usando para ello direcciones **IPv4 o IPv6**
- Al nivel de la **capa de enlace** el direccionamiento se usa para identificar equipos conectados de forma directa en la LAN, usando direcciones **MAC/físicas**



# Direccionamiento IPv4 - Introducción

## Finalidad

*IPv4 es la versión del protocolo IP usada desde el nacimiento de Internet hasta la actualidad*

```
<netinet/in.h>
/* Internet address. */
typedef uint32_t in_addr_t;
struct in_addr
{
    in_addr_t s_addr;
};
```

## Características

- La especificación original de IP está en el **RFC 791** ([tools.ietf.org/html/rfc791](https://tools.ietf.org/html/rfc791))
- Una dirección IPv4 tiene **32 bits** de longitud, por lo que teóricamente se podría contar con  $2^{32}$  direcciones
- Las direcciones IPv4 se escriben habitualmente en **notación decimal punteada**

223.1.1.1 = 

11011111	00000001	00000001	00000001
----------	----------	----------	----------

223	1	1	1
-----	---	---	---

- Los 32 bits de la dirección se dividen en dos partes: **identificador de red y de host**



# Direccionamiento IPv4 - Clases de direcciones IPv4

## Definición

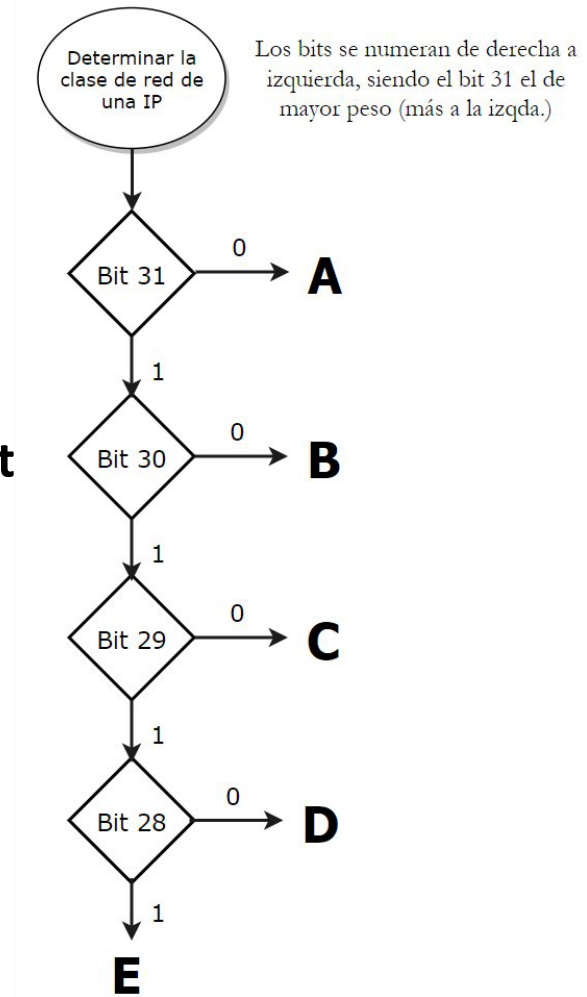
*En el direccionamiento por clases (actualmente en desuso) los 32 bits de una dirección IP se dividen en dos partes de longitud fija dependiendo del valor de los primeros bits (más a la izquierda)*

## Clases

- Se definen cuatro clases de direcciones: A, B, C y D

Clase		Rango direcc.	Bits red	Bits host				
A	<table><tr><td>0</td><td>Red</td><td></td><td>Host</td></tr></table>	0	Red		Host	1.0.0.0 hasta 127.255.255.255	8	24
0	Red		Host					
B	<table><tr><td>10</td><td>Red</td><td></td><td>Host</td></tr></table>	10	Red		Host	128.0.0.0 hasta 191.255.255.255	16	16
10	Red		Host					
C	<table><tr><td>110</td><td>Red</td><td></td><td>Host</td></tr></table>	110	Red		Host	192.0.0.0 hasta 223.255.255.255	24	8
110	Red		Host					
D	<table><tr><td>1110</td><td colspan="3">Dirección de multidifusión</td></tr></table>	1110	Dirección de multidifusión			224.0.0.0 hasta 239.255.255.255		
1110	Dirección de multidifusión							

32 bits



[Who is 18.0.0.0](#)



# Direccionamiento IPv4 - Notación CIDR

## Problemática

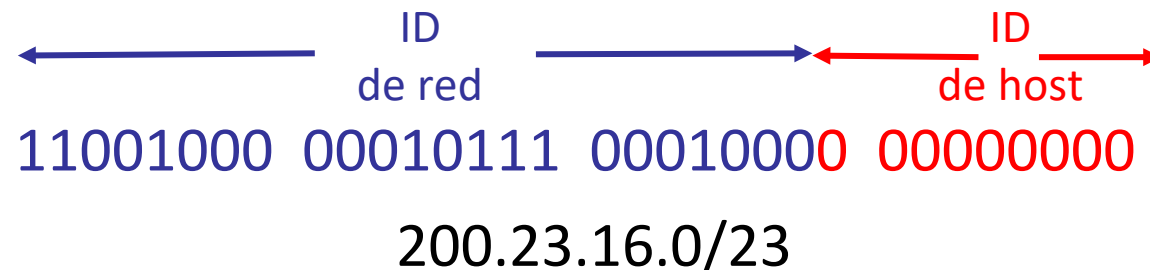
El direccionamiento usando clases es poco flexible y desaprovecha muchas direcciones

- Una dirección de **tipo C** permite hasta **254** equipos por red, tamaño que puede ser adecuado o bien pueden sobrar o faltar direcciones dependiendo del tamaño de la red
- Con direcciones de **tipo B** (65535 direcciones) o **A** (más de 24 millones) lo habitual es que sobren muchas direcciones

## Solución

Nace el direccionamiento CIDR (*Class-less Interdomain Routing*)

- Elimina la restricción de asociar a múltiplos de bytes el identificador de *host* o de red
- Una dirección CIDR se nota **a.b.c.d/x** donde **x** es el número de bits iniciales correspondientes al identificador de red





# Direccionamiento IPv4 - Direcciones especiales

- Para repartir los identificadores de *host* hay que tener en cuenta que **no se pueden utilizar** ni el primero (todo ceros – **identificador de red**) ni el último (todos unos – **dirección multidifusión**)
  - Ejemplos:
    - Identificador de red/subred: **150.214.178.0**
    - Máscara: **255.255.255.0**
    - Dirección *broadcast*: **150.214.178.255**
    - Normalmente el *router* estaría en **150.214.178.1** (no es obligatorio, podría ser otra IP de la red)
- Casos particulares de asignación:
  - Si **red = 0**, identifica la propia red (arranque de equipo)
  - Si **red = 0** y **host = 0**, identifica el propio *host* (arranque de equipo)
  - Si **host = 111...1**, difusión para la red indicada
  - Si **host = 111...1** y **red = 111...1**, difusión a red local
  - **127/8** (normalmente 127.0.0.1) bucle local o máquina local
  - **169.254/16** (con valores aleatorios para el ID de *host*) configuración automática de interfaz
- Direcciones reservadas para redes privadas
  - **10.0.0.0 – 10.255.255.255** → Clase A, 1 red privada
  - **172.16.0.0 – 172.31.255.255** → Clase B, 16 redes privadas
  - **192.168.0.0 – 192.168.255.255** → Clase C, 256 redes privadas

# Direccionamiento IPv4 - Debilidades

## Problemática

- La dirección IP **depende de la red** a la que te conectes. Cambio de red implica cambio de dirección IP
- El sistema de direcciones IP no se adapta al tipo de redes pequeñas (típicas empresas con pocos equipos por red) y que consumen una dirección de red
- **Pocas direcciones IP** teniendo en cuenta la cantidad de diferentes equipos que hoy se conectan a Internet

## Soluciones

- Creación de **subredes**, dividiendo el espacio de direccionamiento (próxima sesión de ejercicios)
- Uso de direccionamiento dinámico: **DHCP** (*Dynamic Host Configuration Protocol*, semana 8)
- Uso de direcciones privadas: **NAT** (*Network Address Translation*, más adelante en este tema)
- Varias redes físicas compartiendo una dirección de red:
  - ARP promiscuo, dispositivos de encaminamiento transparente, VLANs

# Subredes en IPv4



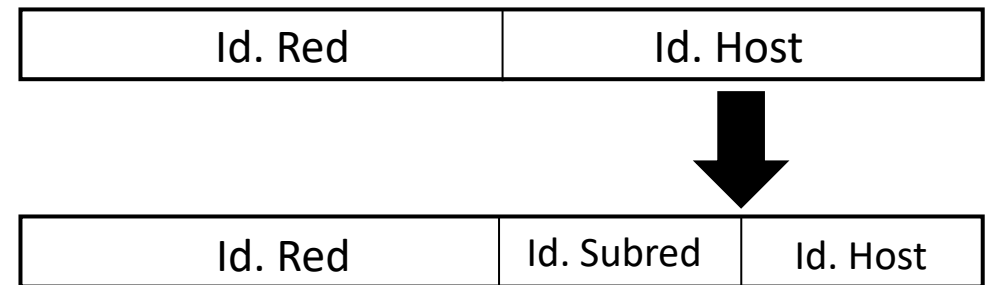
# Subredes IPv4 - Introducción

## Definición

*Una subred se define usando uno o más bits del ID de host para identificar varias partes dentro de una misma red, permitiendo así aprovechar mejor el espacio de direcciones de IPv4*

## Funcionamiento

- Se identifican subredes dentro de una red mediante una **máscara de red**, para lo que se utilizan bits del identificador de *host*
- Una máscara de red se expresa también con notación decimal punteada y, para una dirección IPv4, indica con **unos (1) la parte de red/subred** y con **ceros (0)** la parte para el identificador de *host*
- P. e.: con direccionamiento por clases
  - 150.214.178.8 es de clase B → Red: **150.214**; host: **178.8**
  - 150.214.178.8 máscara 255.255.255.0 → Red: **150.214**; subred: **178**; host: **8**
- Conceptualmente una subred ahora es una red LAN



# Subredes IPv4 - Proceso de división

## Objetivo

*Dada una red con  $N$  direcciones posibles para los host, obtener  $M$  subredes lógicas con los tamaños indicados obteniendo para cada una el ID de red, máscara, rango de direcciones útiles y dirección de difusión (broadcast)*

## Herramientas

- Contar con una regla como la inferior nos resultará útil para facilitar los cálculos

Máscara	128	192	224	240	248	252	254	255
	8	7	6	5	4	3	2	1
Valor bit	128	64	32	16	8	4	2	1
Nº hosts	254	126	62	30	14	6	2	0

- En la segunda fila tenemos numerados los **bits** de menor (dcha.) a mayor peso
- La fila de debajo indica el **valor de ese bit** cuando está activo
- La primera fila sirve para obtener la **máscara**, acumulando el valor de los bits de izqda. a dcha.
- La última fila sirve para obtener el **número de direcciones**, acumulando el valor en sentido inverso

# Subredes IPv4 - Proceso de división

## Ejemplo de uso

Máscara	128	192	224	240	248	252	254	255
	8	7	6	5	4	3	2	1
Valor bit	128	64	32	16	8	4	2	1
Nº hosts	254	126	62	30	14	6	2	0

- Partimos de que tenemos una red de tipo 192.168.1.0/24 (tipo C) con 254 direcciones útiles
- Necesitamos **una subred con 80 direcciones** para los *host*
  - Buscamos en la fila inferior el número necesario: 62 es insuficiente → 126
  - Por tanto tendremos 7 bits para el ID de *host* y 1 bit para el ID de subred → Máscara .128
- Necesitamos crear **cinco subredes**
  - Para representar los ID de red 0 a 4 necesitaremos 3 bits, por tanto quedarán 5 para el ID de *host*
  - Activando 3 bits para el ID de red la máscara (fila superior) sería .224
  - Cada una de las subredes tendría 5 bits para ID de *host*, hasta 30 direcciones por subred
  - Todas las subredes tienen el **mismo tamaño**

# Subredes IPv4 - VLSM

## Definición

*Todas las subredes de una red no han de compartir necesariamente la misma máscara si se usa VLSM (Variable Length Subnet Mask), una técnica que facilita una máscara para cada subred y hace posible que estas tengan tamaños diferentes*

## Descripción

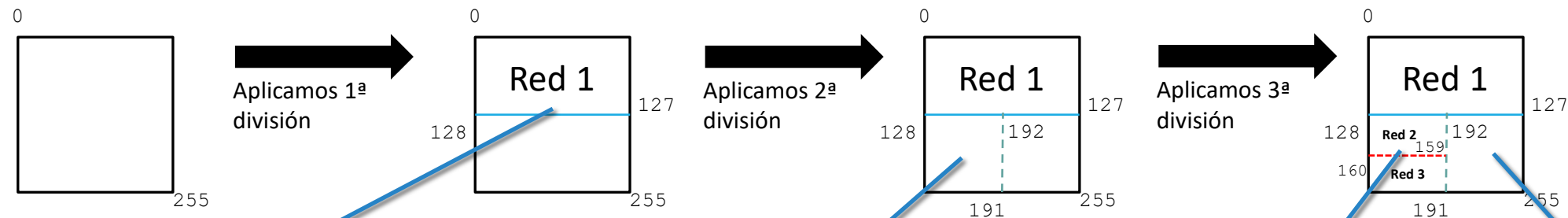
- Al dividir una red en subredes usando una máscara común se obtienen **subredes de igual tamaño**, por lo que en algunas de ellas sobrarán direcciones y en otras faltarán
- Con VLSM cada subred cuenta con **su propia máscara**, de forma que el tamaño de las redes puede ser distinto y más ajustado a las necesidades
- P. e.: Dividir la red 192.168.1.0/24 en cuatro subredes
  - **Sin VLSM** → 2 bits para ID de subred (00, 01, 10 y 11), máscara .192, cuatro subredes de 62 direcciones
  - **Con VLSM** → Máscaras de subred .128, .224, .224 y .240, subredes con 126, 30, 30 y 14 direcciones
- El número de direcciones de cada subred se ajusta según sea necesario, calculando la máscara apropiada

# Subredes IPv4 - Proceso de división

**Método del recuadro** - El proceso es aplicable a redes de cualquier tamaño. En este ejercicio es /24

Red: 192.168.1.0/24 → Dividir en 6 subredes con 1) 80 IPs, 2) 20 IPs, 3) 20 IPs, 4) 2 IPs, 5) 2 IPs y 6) 2 IPs

Partimos del recuadro completo que representa las 255 direcciones de la red 192.168.1.0/24:



La primera red tiene 128 IPs, pero si la dividiésemos sería insuficiente (64), así que nos quedamos con ella:

Red 1: 192.168.1.0/25 (hemos hecho una división)  
Máscara: 255.255.255.128 (una división, 1 bit más)

Como la resultante tras aplicar una nueva división tendría 64 IPs, podemos dividirla otra vez para aprovechar ese espacio

Ahora ya tenemos dos redes con 32 puestos, suficientes para 2 y 3.

Red 2: 192.168.1.128/27  
Red 3: 192.168.1.160/27  
Máscara: 255.255.255.224 (128+64+32)

Mediante el mismo procedimiento dividiríamos esta subred hasta tener redes /29, con solo 3 bits para host (8 IPs – 2 = 6), suficientes para los requisitos



# Direccionamiento IPv6



# Direccionamiento IPv6 - Introducción

## Problemática

*El principal problema de IPv4 es la falta de espacio de direccionamiento, a pesar de la introducción de técnicas como la notación CIDR y las subredes*

## Solución

- Se propone un nuevo protocolo: IPv6, **RFC 2460** (<https://tools.ietf.org/html/rfc2460>)
- Una dirección IPv6 tiene **128 bits** de longitud, por lo que teóricamente se podría contar con  $2^{128} \approx 3.4 \times 10^{38}$  direcciones
- Se contemplan tres tipos de direcciones:
  - **Unicast**: típica dirección que identifica a un equipo de la red
  - **Anycast**: dirección para grupos, se entrega al *host* con menos coste
  - **Multicast**: dirección para grupos, se entrega a todos

```
<netinet/in.h>
/* IPv6 address */
struct in6_addr
{
    union
    {
        uint8_t    __u6_addr8[16];
        uint16_t   __u6_addr16[8];
        uint32_t   __u6_addr32[4];
    } __in6_u;
}
```

# Direccionamiento IPv6 - Notación

## Descripción

*Agrupar 128 bits en bloques de 8 bits, cada uno escrito como un número decimal de 3 dígitos, resulta poco práctico, de ahí que se introduzca una notación específica para IPv6*

## Características

- Las direcciones IPv6 se escriben en **notación hexadecimal** usando : para separar cada bloque de 16 bits
- Pueden omitirse bloques en que todos los dígitos son cero
- **Ejemplos**
  - 4501:23b8:9823:08d3:1319:8a2e:1370:897b
  - 4501:23b8:9823:0000:1319:8a2e:0370:897b = **4501:23b8:9823::1319:8a2e:370:897b**
  - 4501:23b8:0000:0000:0000:8a2e:1370:897b = **4501:23b8::8a2e:1370:897b**

# Direccionamiento IPv6 - Estructura

## Descripción

*Las direcciones IPv6 de tipo "unicast", las que se asignan normalmente a los host, se estructuran en tres partes: ID de red, ID de subred e ID de host*

## Características

- El ID de *host* tiene una longitud fija de 64 bits, mientras que los de red y subred tienen tamaño variable

Identificador de red o enrutamiento	Identificador de subred	Identificador de interfaz
-------------------------------------	-------------------------	---------------------------

48 bits o más

16 bits o menos

64 bits

- Ejemplo:

4501:23b8:9823:08d3:1319:8a2e:1370:897b

ID de red

Subred

ID de host

- El ID de subred puede estructurarse con diferentes longitudes para dar lugar a varios niveles, con redes de diferentes tamaños, de forma similar a VLSM en IPv4

# Direccionamiento IPv6 - Redes y subredes

## Notación

*Se usa la notación CIDR que ya conocemos para identificar a redes y subredes en IPv6*

## Ejemplos

- Dado un identificador de red (típico para una organización)

4501:23b8:9823::/48

- La organización asignaría sus subredes:

- 4501:23b8:9823:0000::/64

4501:23b8:9823:0001::/64

- ...

4501:23b8:9823:ffff::/64

- Para cada una de las direcciones anteriores. Por ejemplo para: 4501:23b8:9823:0000::/64

Tendríamos direcciones desde

4501:23b8:9823:0000:0000:0000:0000:0001

a

4501:23b8:9823:0000:ffff:ffff:ffff:fffe

# **Conexión de redes privadas a Internet El protocolo NAT**



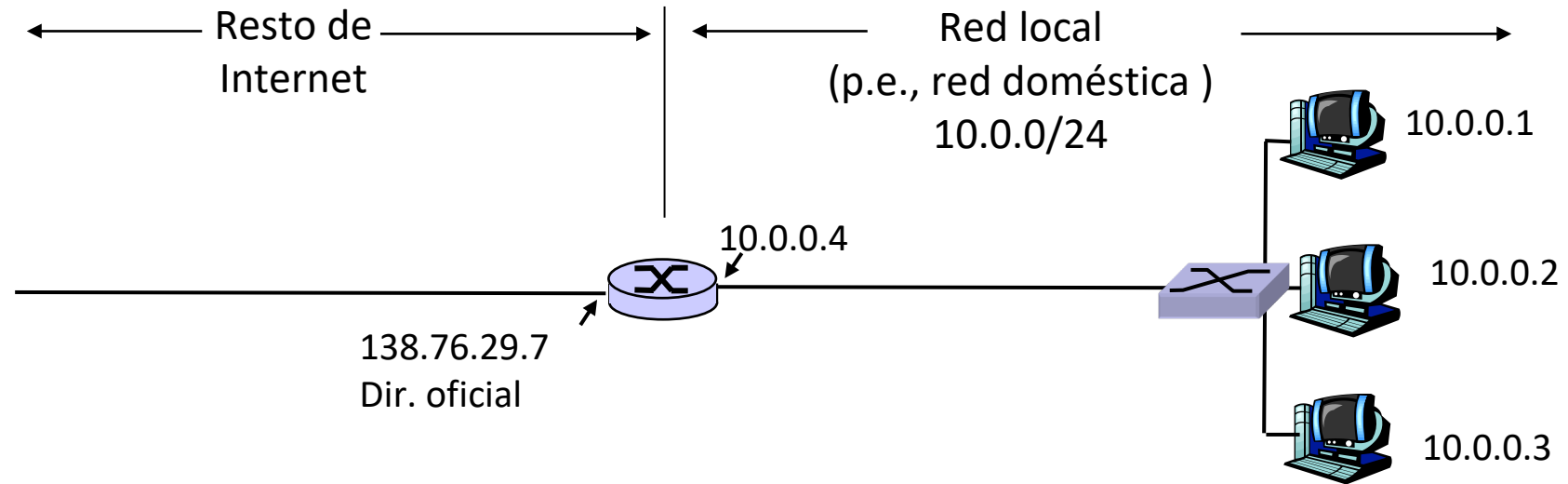
# NAT - Introducción

## Definición

*NAT (Network Address Translation) es un método usado por los router para asociar las direcciones de una red privada a una IP pública*

## Detalles

- **Objetivo:** descrito en el RFC 3022, permite de forma general la traducción de un conjunto de  $m$  direcciones IP origen a un conjunto de  $n$  direcciones IP finales
  - Normalmente  $n = 1$
- **Motivación:**
  - Carencia de direcciones IP
  - Aumentar la seguridad de la red
- **Escenario de uso:** habitualmente en una red local que usa direcciones privadas y que sale al exterior usando la dirección del *router* NAT que sí es oficial (pública)



# NAT - Funcionamiento

- **Datagramas de salida:**

1. Cambiar la dirección IP y número de puerto origen por una dirección IP de NAT y nuevo número puerto
  - Se asigna un nuevo número de puerto por ordenador cliente de NAT
2. Los *hosts* remotos responderán usando la dirección IP de NAT y nuevo número de puerto como destino
3. Recordar en la tabla de traducción NAT cada asociación:  
(IP origen, Puerto origen) → (IP NAT, Puerto NAT)

- **Datagramas de entrada:**

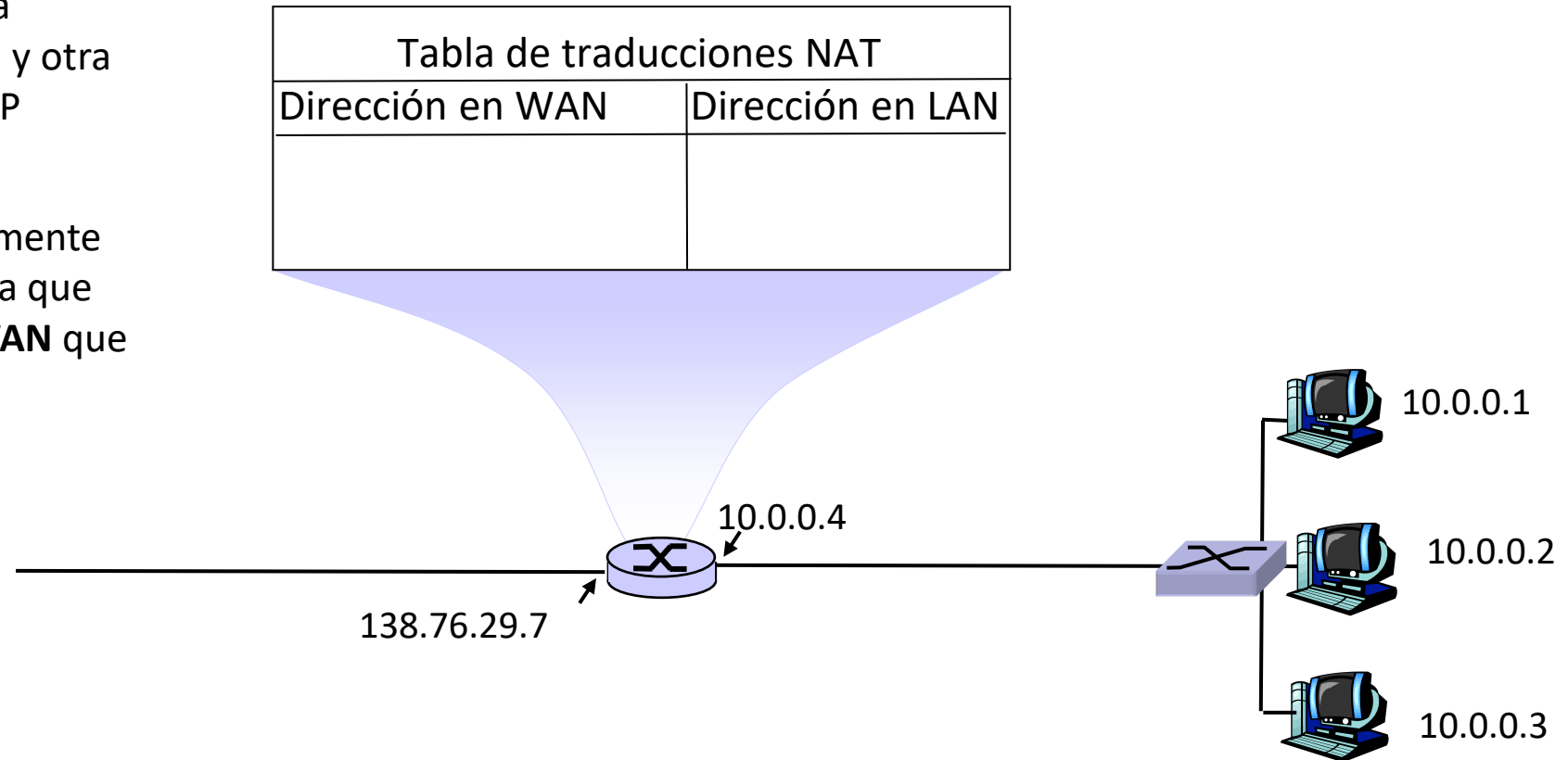
1. Extraer la dirección IP y puerto de los datagramas entrantes
2. Buscar la asociación  
(IP NAT, Puerto NAT) → (IP origen, Puerto origen)  
en la tabla de traducciones NAT
3. Cambiar los campos de destino con su correspondiente dirección IP y número de puerto obtenidos de la tabla NAT
  - Esta es la dirección IP y puerto del *host* de la red local que originalmente envió el datagrama



# NAT - Ejemplo

## Situación inicial:

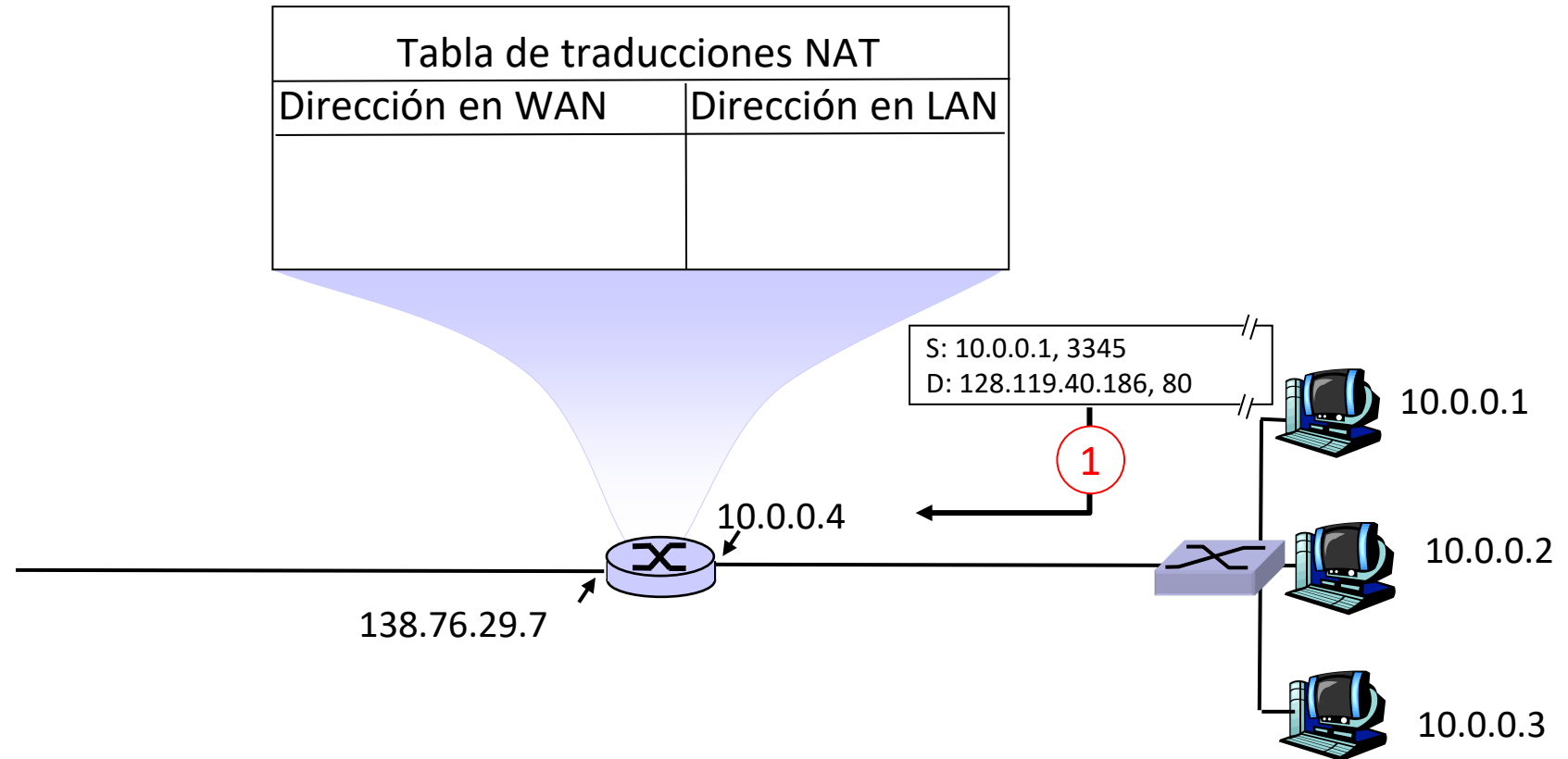
- Tenemos una **LAN con direcciones privadas** en la red **10.0.0.X**
- El *router* tiene **dos interfaces de red**: una conectada a la LAN, con la IP **10.0.0.4**, y otra conectada a la WAN del proveedor, con IP pública **138.76.29.7**
- La tabla de traducciones NAT está inicialmente vacía y **asociará la dirección LAN** desde la que se hace cada petición con la **dirección WAN** que le asigne el *router* al aplicar NAT



# NAT - Ejemplo - Paso 1

## Envío de un datagrama:

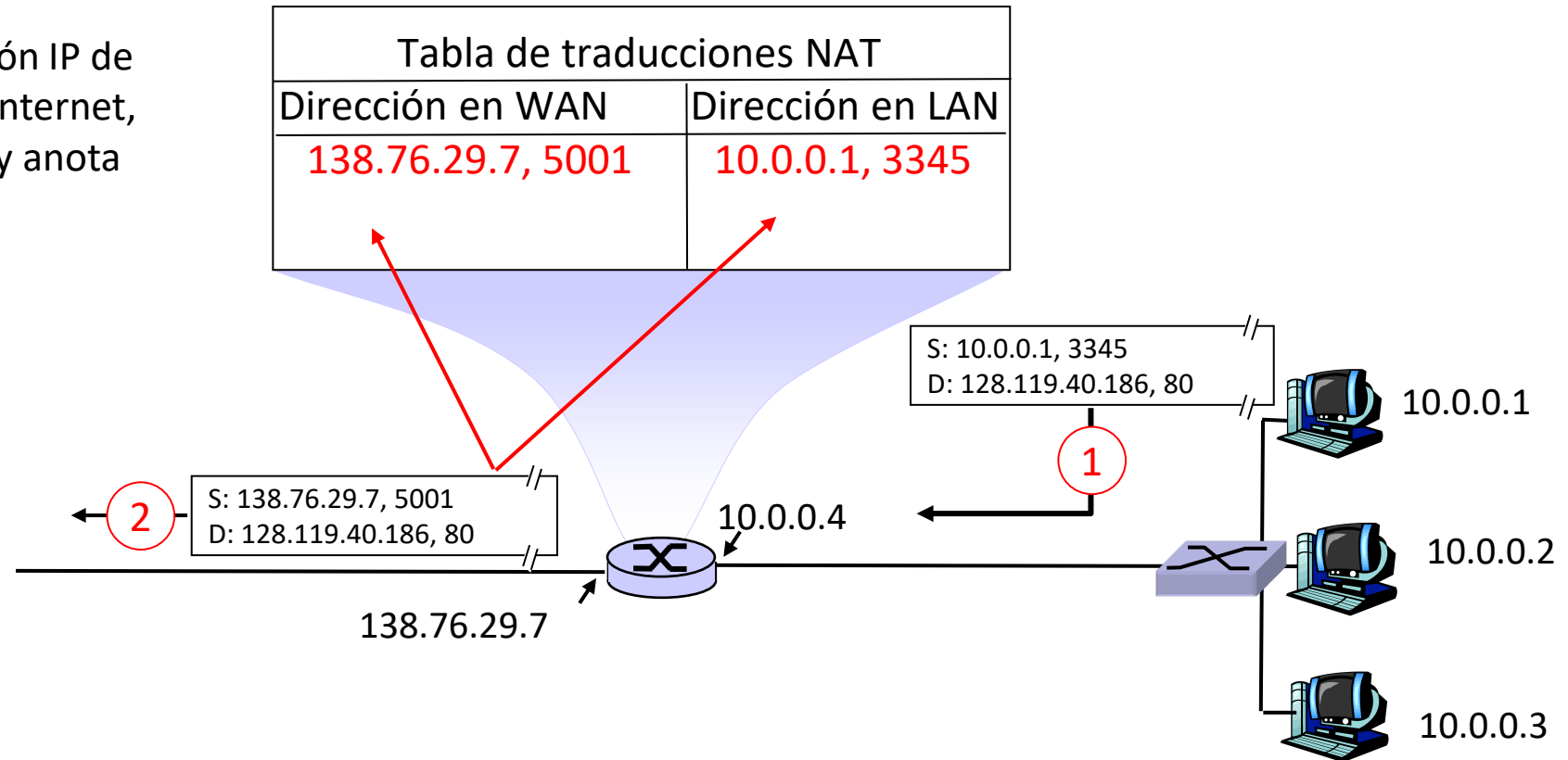
1. El *host* con IP LAN 10.0.0.1 envía un **datagrama** al puerto 80 de la IP pública 128.11.40.186



# NAT - Ejemplo - Paso 2

## Cambio de direcciones a la salida:

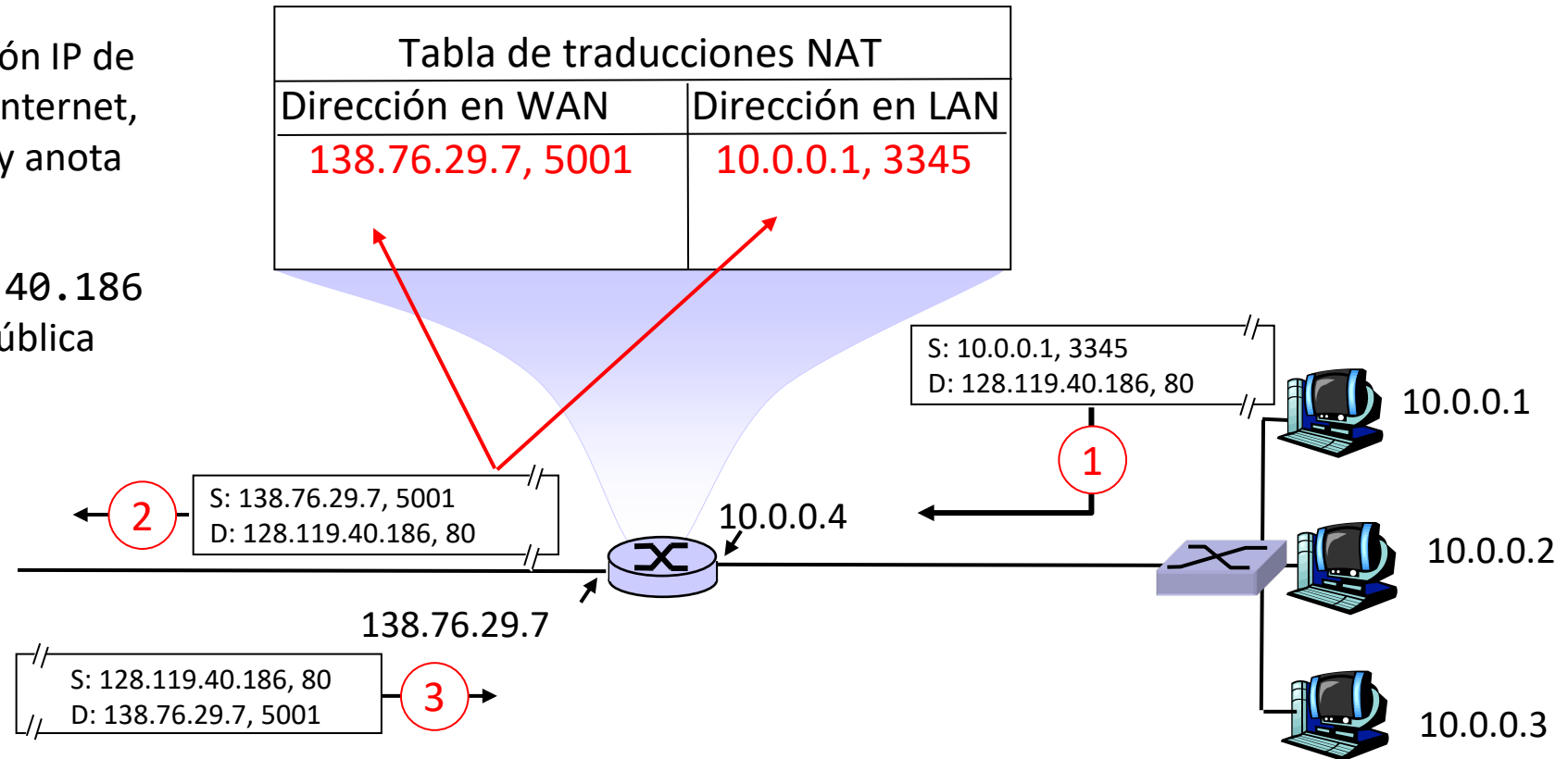
1. El *host* con IP LAN 10.0.0.1 envía un **datagrama** al puerto 80 de la IP pública 128.11.40.186
2. El *router aplica NAT y cambia* la dirección IP de origen 10.0.0.1:3345, no válida en Internet, por la IP pública 138.76.29.7:5001 y anota estos datos en la tabla de traducciones



# NAT - Ejemplo - Paso 3

## Recepción de la respuesta:

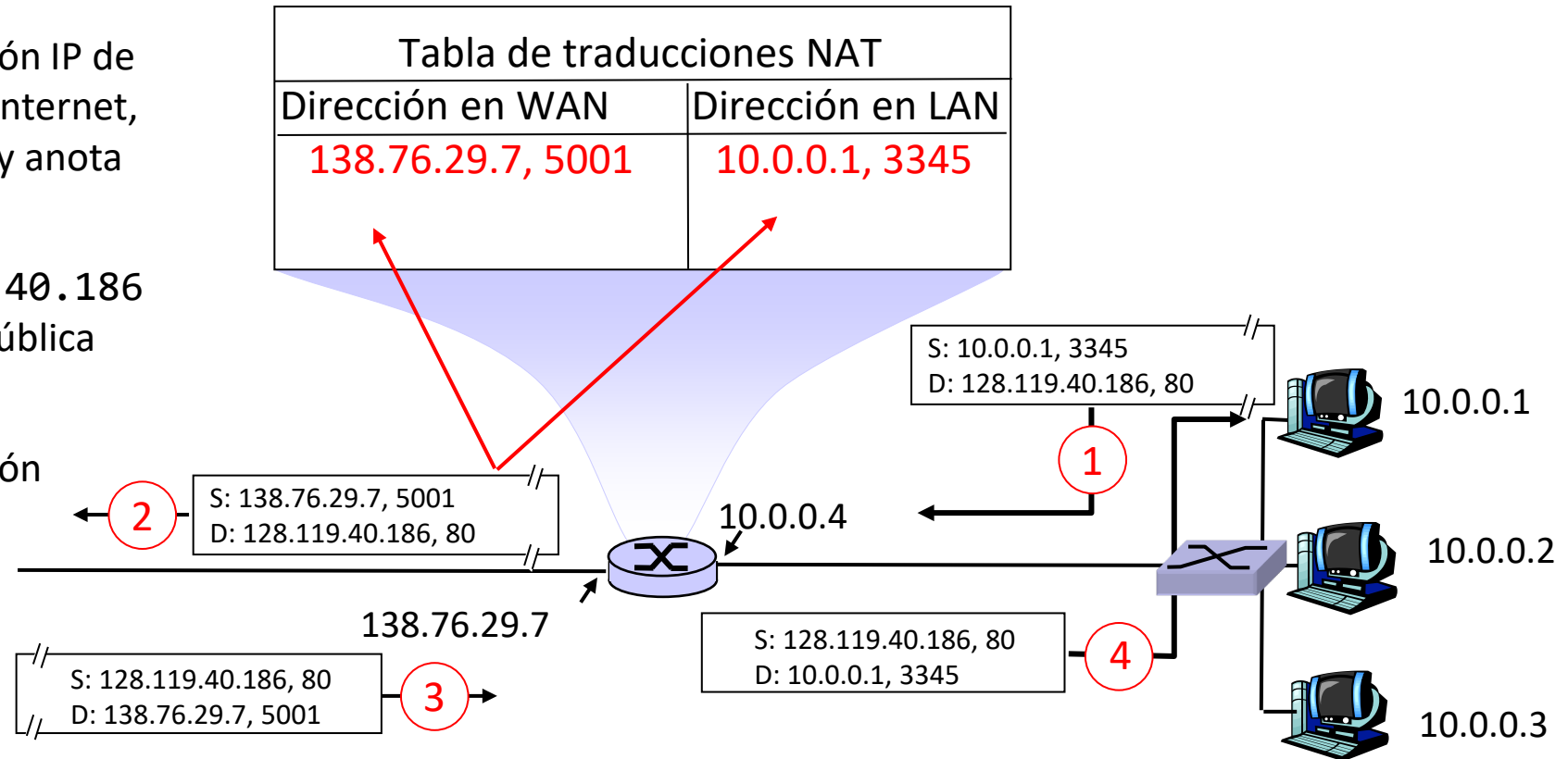
1. El *host* con IP LAN 10.0.0.1 envía un **datagrama** al puerto 80 de la IP pública 128.11.40.186
2. El *router* **aplica NAT y cambia** la dirección IP de origen 10.0.0.1:3345, no válida en Internet, por la IP pública 138.76.29.7:5001 y anota estos datos en la tabla de traducciones
3. Llega la **respuesta** desde la IP 128.11.40.186 dirigida a 138.76.29.7:5001, la IP pública del *router*



# NAT - Ejemplo - Paso 4

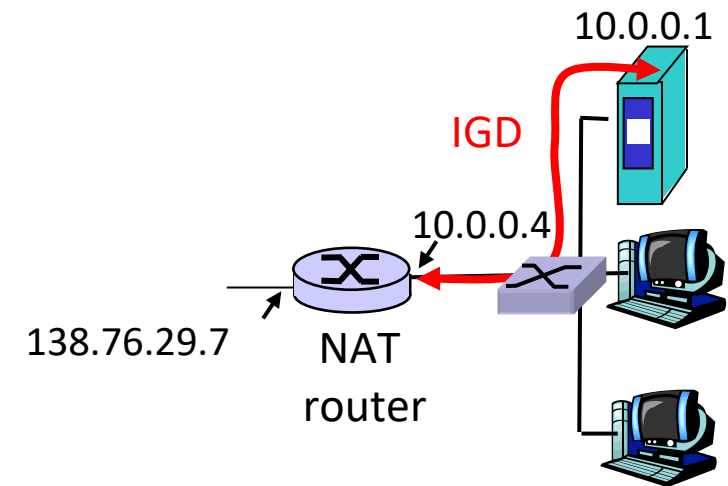
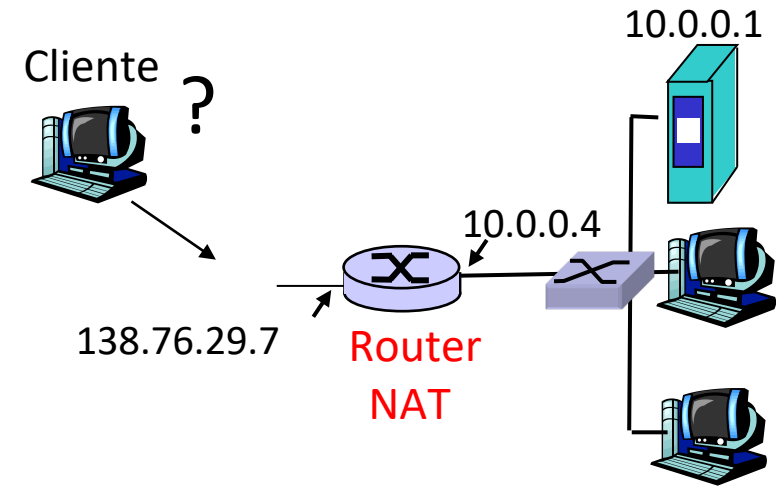
## Cambio de direcciones a la recepción:

1. El *host* con IP LAN 10.0.0.1 envía un **datagrama** al puerto 80 de la IP pública 128.11.40.186
2. El *router* **aplica NAT y cambia** la dirección IP de origen 10.0.0.1:3345, no válida en Internet, por la IP pública 138.76.29.7:5001 y anota estos datos en la tabla de traducciones
3. Llega la **respuesta** desde la IP 128.11.40.186 dirigida a 138.76.29.7:5001, la IP pública del *router*
4. El *router* **aplica NAT y cambia** la dirección de destino del datagrama, que es 138.76.29.7:5001, por la dirección correspondiente en la LAN según la entrada existente en la tabla de traducciones NAT: 10.0.0.1:3345



# NAT - Limitaciones y soluciones

- En principio **no podemos montar un servidor** dentro de una LAN que está tras un *router* NAT
  - Se puede asociar en el *router* NAT un puerto con la IP:puerto de un *host*
  - **Ejemplo:** las conexiones al puerto 5000 del *router* 138.76.29.7 se redirigen a 10.0.0.1 puerto 80
- Alternativamente se podría usar **IGD** (*Internet Gateway Protocol*) que permite:
  - Aprender la dirección pública del protocolo
  - Añadir y eliminar asociaciones de forma dinámica
  - Establecer tiempos automáticos de liberación de las asociaciones



# Actividades y recursos adicionales



# Actividad - Configuración de red



Identifica la configuración de tu red doméstica y documéntala:

- Dibuja un **esquema** que represente los *host* y equipos de interconexión existentes en tu red
- Para cada uno de ellos anota el **número de interfaces** de red y su tipo: Ethernet o WIFI
- Para cada interfaz de red de cada equipo, *host* o *router*, intenta obtener su **dirección IP** y anótala en tu esquema
  - Puedes usar las órdenes `ip/ipconfig`, dependiendo del sistema operativo, para obtener una lista de interfaces de red en tu equipo y su configuración. Para conocer las direcciones de otros equipos puedes acceder a su interfaz de configuración o usar órdenes como `arp`.

Trata de responder las siguientes cuestiones:

- ¿Cuántas LAN existen en tu red doméstica?
- ¿Qué parte de las direcciones de tus dispositivos se repite?

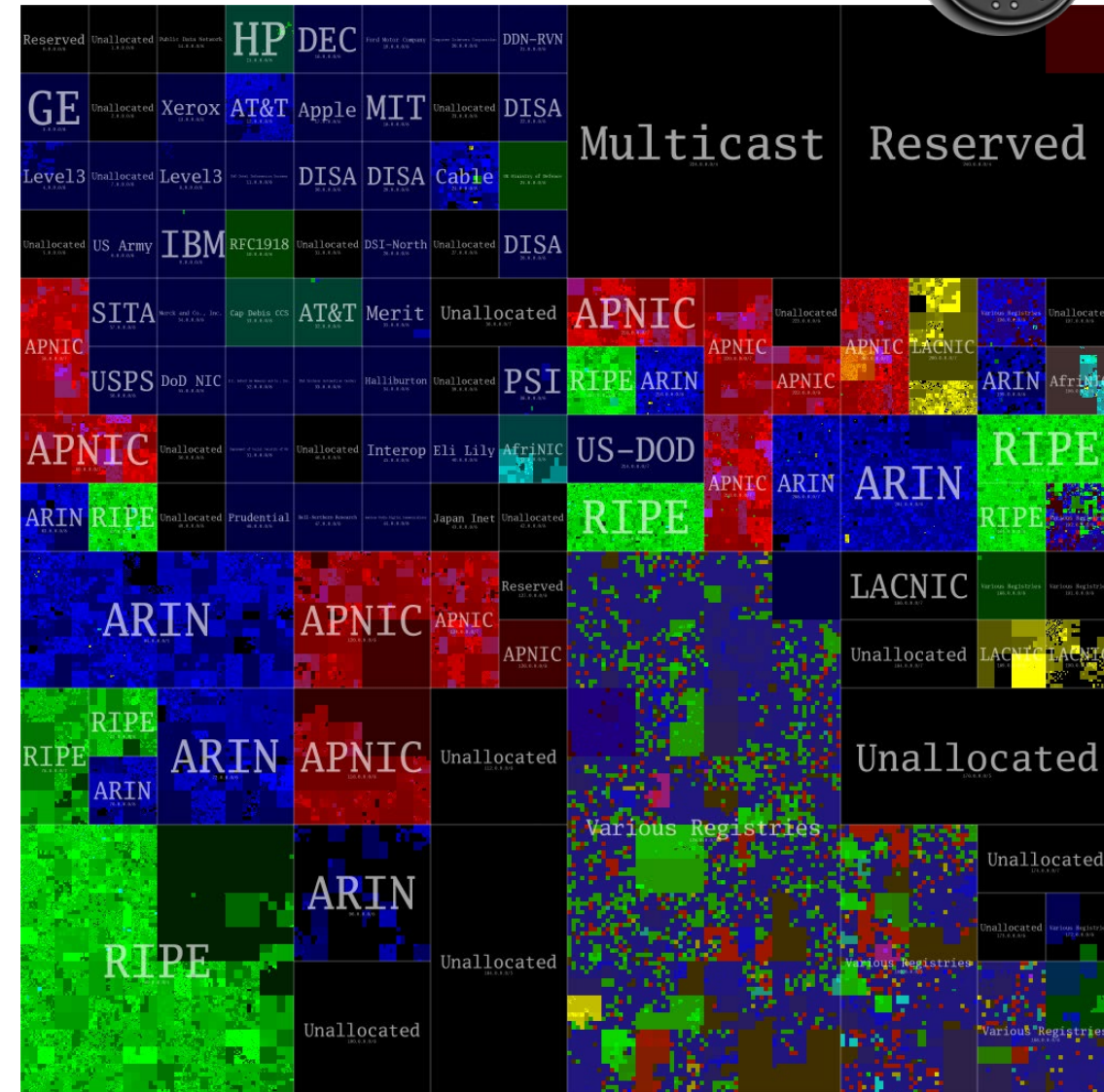


# Uso del espacio de direcciones IPv4



## Mapa de direcciones IPv4

- El mapa de la derecha muestra la asignación de direcciones IPv4 en el año 2007. Puedes acceder al mapa en alta resolución en <http://www.radicalcartography.net/internet/whois-20071001.png>
- Examinando el mapa, y atendiendo al esquema de direccionamiento por clases descrito antes, responde a las siguientes cuestiones:
  - ¿Qué proporción de direcciones están reservadas para la clase A?
  - ¿Cuántas redes de clase A podríamos tener?
  - ¿Cuál es la proporción del total de direcciones para las clases B y C?
  - ¿Cuántas redes de clases B y C podríamos tener?



# Cuestiones para sesión 25 de febrero

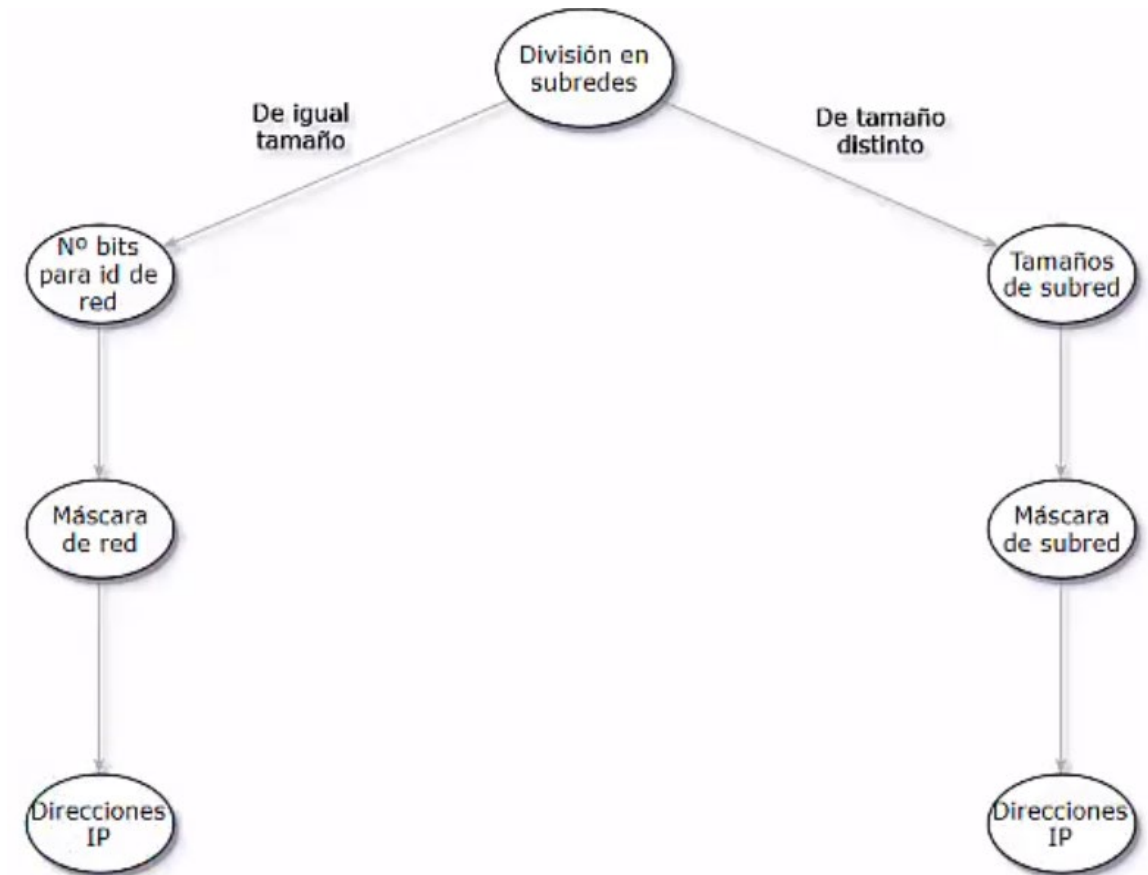


- Tenemos la dirección IP **10.1.2.3**, responde a las siguientes cuestiones:
  1. ¿A qué clase pertenece?
  2. ¿Cuál sería la notación CIDR?
  3. ¿Cuál sería la máscara?
  4. ¿Cuántas redes y cuántos *host* se podrían tener?
- Responde las mismas cuestiones anteriores para las direcciones IP **192.168.0.7** y **160.1.2.3**
- Sobre la IP **192.168.0.7** aplicamos la máscara **255.255.255.224**:
  1. ¿Cuántas subredes podemos crear con esa máscara?
  2. ¿Cuántos *host* podría tener cada subred?

# Ejercicio para sesión 25 de febrero



- Visualiza el vídeo sobre división de redes en subredes que tienes en PLATEA y en YouTube! ([https://youtu.be/AP4\\_qfdvNjo](https://youtu.be/AP4_qfdvNjo))
- Revisa y pon en práctica el método del recuadro descrito antes para la división de redes
- Una empresa que tiene asignada la red 192.168.100.0/24 desea dividirla en varias subredes para distintos servicios:
  - Contabilidad cuenta con **85 puestos**
  - Ventas con **28**
  - Administración con **14**
  - Marketing con **10**
- Facilita el ID de cada subred, su máscara, las direcciones de *broadcast* y el rango de direcciones que se usarían para esos puestos



# Ejercicio para sesión 25 de febrero



- Tenemos la red IPv6 3100:23b8:9823:1200::/56. Responde a las siguientes cuestiones:
  1. ¿Cuántos bits se usan para identificar esta red?
  2. ¿Cuál es el rango completo de direcciones de esta red?
  3. ¿Cuántas subredes tendría esta red?
  4. ¿Cuántos *host* tendría cada una de esas subredes?
  5. ¿Cuántos *host* habría en total?

# Ejercicio para sesión 25 de febrero



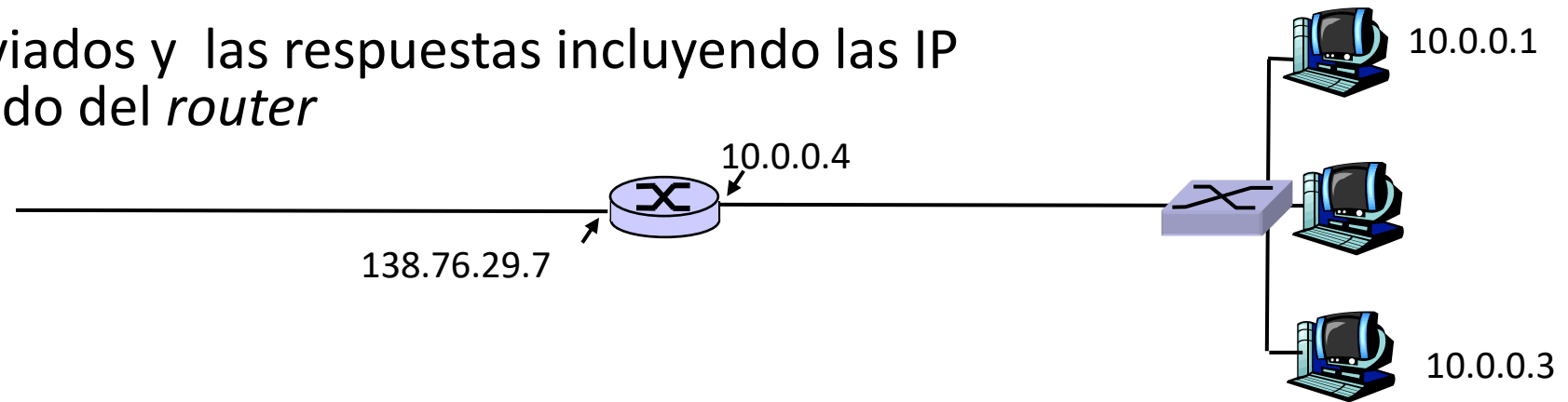
- Tenemos la red IPv6 `b823:9d23:c340:ca00::/58` y necesitamos crear varias subredes en ella. Facilita:
  1. El identificador de red de al menos cuatro subredes.
  2. Las direcciones de *broadcast* de cada una de ellas.
  3. El rango de direcciones que habría disponible en cada subred.

## Objetivo

*Comprender el funcionamiento de NAT en un router conectado a Internet y a una red LAN*

## Descripción

- Los equipos con IP 10.0.0.1 y 10.0.0.3 envían sendos paquetes a dos servidores distintos, con IP destino 150.214.170.21 y 178.34.120.1
- Completa la tabla de traducciones NAT del *router* con las entradas necesarias
- Representa los paquetes enviados y las respuestas incluyendo las IP de origen y destino a cada lado del *router*



# Ejercicios y soluciones – Subredes

## Ejercicio 1

- Una pequeña empresa tiene asignada la red 220.55.80.0/24 y quiere dividirla en una subred para marketing, con 12 puestos, una para investigación y desarrollo con 27 puestos, otra para administración con 19 ordenadores y, por último, una pequeña red con dos ordenadores para recepción. Facilitar para cada subred su identificador, máscara, primera y última IP y la dirección de *broadcast*:

Red	Identificador de la subred	Máscara	Rango de IP útiles	Dirección de <i>broadcast</i>
Inv. y desarrollo	220.55.80.0	/27 – 255.255.255.224	220.55.80.1 – 220.55.80.30	220.55.80.31
Administración	220.55.80.32	/27 – 255.255.255.224	220.55.80.33 – 220.55.80.62	220.55.80.63
Marketing	220.55.80.64	/28 – 255.255.255.240	220.55.80.65 – 220.55.80.78	220.55.80.79
Recepción	220.55.80.80	/30 – 255.255.255.252	220.55.80.81 – 220.55.80.82	220.55.80.83



# Ejercicios y soluciones – Subredes

## Ejercicio 2

- El Departamento de Informática tiene asignada la red 192.168.250.0/24 que necesita dividir en dos laboratorios con 20 puestos, otros dos con 30 puestos, un laboratorio con 35 puestos y una subred para técnicos con 15 ordenadores. Facilitar para cada subred su identificador, máscara, primera y última IP y la dirección de *broadcast*:

Red	Identificador de la subred	Máscara	Rango de IP útiles	Dirección de <i>broadcast</i>
Lab1 (35)	192.168.250.0	/26 – 255.255.255.192	192.168.250.1 – 192.168.250.62	192.168.250.63
Lab2 (30)	192.168.250.64	/27 – 255.255.255.224	192.168.250.65 – 192.168.250.94	192.168.250.95
Lab3 (30)	192.168.250.96	/27 – 255.255.255.224	192.168.250.97 – 192.168.250.126	192.168.250.127
Lab4 (20)	192.168.250.128	/27 – 255.255.255.224	192.168.250.129 – 192.168.250.158	192.168.250.159
Lab5 (20)	192.168.250.160	/27 – 255.255.255.224	192.168.250.161 – 192.168.250.190	192.168.250.191
Técnicos	192.168.250.192	/27 – 255.255.255.224	192.168.250.193 – 192.168.250.222	192.168.250.223



# Ejercicios y soluciones – Subredes

## Ejercicio 3

- Un IES necesita dividir su red 192.168.2.0/24 entre las aulas de informática, los despachos de profesores y otras instalaciones. Se tienen tres aulas, cada una de las cuales precisa una subred de 30 puestos. Los 48 despachos, en una única subred, necesitan un puesto por dependencia. La secretaría tiene 7 ordenadores en una subred. Por último, se planifica para el futuro la existencia de cuatro laboratorios más cada uno con una subred de 6 ordenadores. Facilitar para cada subred su identificador, máscara, primera y última IP y la dirección de *broadcast*:

Red	Identificador de la subred	Máscara	Rango de IP útiles	Dirección de <i>broadcast</i>
Despachos	192.168.2.0	/26 – 255.255.255.192	192.168.2.1 – 192.168.2.62	192.168.2.63
Aula 1	192.168.2.64	/27 – 255.255.255.224	192.168.2.65 – 192.168.2.94	192.168.2.95
Aula 2	192.168.2.96	/27 – 255.255.255.224	192.168.2.97 – 192.168.2.126	192.168.2.127
Aula 3	192.168.2.128	/27 – 255.255.255.224	192.168.2.129 – 192.168.2.158	192.168.2.159
Secretaría	192.168.2.160	/28 – 255.255.255.240	192.168.2.161 – 192.168.2.174	192.168.2.175
Lab 1	192.168.2.176	/29 – 255.255.255.248	192.168.2.177 – 192.168.2.182	192.168.2.183
Lab 2	192.168.2.184	/29 – 255.255.255.248	192.168.2.185 – 192.168.2.190	192.168.2.191
Lab 3	192.168.2.192	/29 – 255.255.255.248	192.168.2.193 – 192.168.2.198	192.168.2.199
Lab 4	192.168.2.200	/29 – 255.255.255.248	192.168.2.201 – 192.168.2.206	192.168.2.207

# Ejercicios y soluciones – Subredes

## Ejercicio 4

- Un gran centro de congresos tiene asignada la red 172.23.68.0/22 y quiere dividirla en 8 subredes, una para cada uno de los pabellones con que cuenta, con espacio para conectar 100 equipos cada una. Facilitar para cada subred su identificador, máscara, rango de direcciones IP útiles y la dirección de *broadcast*:

Identificador de la subred	Máscara	Rango de IP útiles	Dirección de <i>broadcast</i>
172.23.68.0	255.255.252.0	172.23.68.1 - 172.23.68.126	172.23.68.127
172.23.68.128	255.255.252.0	172.23.68.129 - 172.23.68.254	172.23.68.255
172.23.69.0	255.255.252.0	172.23.69.1 - 172.23.69.126	172.23.69.127
172.23.69.128	255.255.252.0	172.23.69.129 - 172.23.69.254	172.23.69.255
172.23.70.0	255.255.252.0	172.23.70.1 - 172.23.70.126	172.23.70.127
172.23.70.128	255.255.252.0	172.23.70.129 - 172.23.70.254	172.23.70.255
172.23.71.0	255.255.252.0	172.23.71.1 - 172.23.71.126	172.23.71.127
172.23.71.128	255.255.252.0	172.23.71.129 - 172.23.71.254	172.23.71.255

# Ejercicios y soluciones – Subredes

## Ejercicio 5

- Una empresa tiene asignada la dirección IPv6 `2001:db8:c340:b810::/60`. ¿Cuántas subredes podría tener esta red? Facilitar las dos primeras y dos últimas su identificador en notación CIDR, rango de direcciones IP útiles y la dirección de *broadcast*:

Podrían tenerse hasta 16 subredes, ya que se usan 60 bits para el ID de red y quedan 4 bits disponibles.

Identificador de la subred	Primera IP	Última IP	Dirección de <i>broadcast</i>
2001:db8:c340:b810::/64	2001:db8:c340:b810:0:0:0:0	2001:db8:c340:b810:ffff:ffff:ffff:fffe	2001:db8:c340:b810:ffff:ffff:ffff:ffff
2001:db8:c340:b811::/64	2001:db8:c340:b811:0:0:0:0	2001:db8:c340:b811:ffff:ffff:ffff:fffe	2001:db8:c340:b811:ffff:ffff:ffff:ffff
2001:db8:c340:b81e::/64	2001:db8:c340:b81e:0:0:0:0	2001:db8:c340:b81e:ffff:ffff:ffff:fffe	2001:db8:c340:b81e:ffff:ffff:ffff:ffff
2001:db8:c340:b81f::/64	2001:db8:c340:b81f:0:0:0:0	2001:db8:c340:b81f:ffff:ffff:ffff:fffe	2001:db8:c340:b81f:ffff:ffff:ffff:ffff

# Material adicional

## Descripción

*Para ampliar tus conocimientos sobre los contenidos de esta semana te recomendamos que consultes los recursos indicados a continuación.*

## Recursos

- **Capítulo 4** La capa de red: el plano de datos, del libro Redes de computadoras 7ED disponible en [formato digital](#) en la BUJA (recuerda identificarte para poder acceder a leerlo desde tu navegador), concretamente las **secciones 4.1 a la 4.3.4 (NAT)**
- **TCP/IP IP addressing** en el recurso electrónico [The TCP/IP Guide](#), donde encontrarás información ampliada sobre el direccionamiento con IPv4
- **TCP/IP IP subnetting** en el recurso electrónico [The TCP/IP Guide](#) para analizar diferentes casos prácticos de división de una red en subredes
- **División de una red en subredes**, [vídeo con descripción práctica](#) del proceso de a seguir para dividir una red en subredes de igual tamaño y con VLSM
- **TCP/IP Routing protocols** en el recurso electrónico *The TCP/IP Guide*, apartado [IP Network Address Translation \(NAT\) Protocol](#)

# Cuestiones clave de este tema



# Cuestiones clave

## Qué deberías saber

*Al inicio de este tema se planteaban unos objetivos específicos que deberían permitirte **responder a las siguientes cuestiones clave***

## Cuestiones

- ¿Qué servicios ofrece la capa de red?
- ¿Cuál es la responsabilidad del protocolo IP?
- ¿Cuáles son las características del direccionamiento IPv4 e IPv6?
- ¿En qué se diferencian IPv4 e IPv6?
- ¿Cómo usar las distintas notaciones para direcciones IPv4?
- ¿Cómo se divide una red en subredes con IPv4?
- ¿Qué es VLSM y cómo se utiliza?
- ¿Cómo funciona el protocolo NAT?