

Capítulo 4: Capa Red - II

ELO322: Redes de Computadores Agustín J. González

Este material está basado en:

- Material de apoyo al texto *Computer Networking: A Top Down Approach Featuring the Internet*. Jim Kurose, Keith Ross.

- Un router en Internet tiene la tabla adjunta. Indique cuántas direcciones IP son ruteadas por enlace 2.

| <u>Prefijo Coincidente</u> | <u>Interfaz del Enlace</u> |
|----------------------------|----------------------------|
| 11001000 00010111 00010 | 0 |
| 11001000 00010111 00011000 | 1 |
| 11001000 00010111 00011 | 2 |
| Otro caso | 3 |

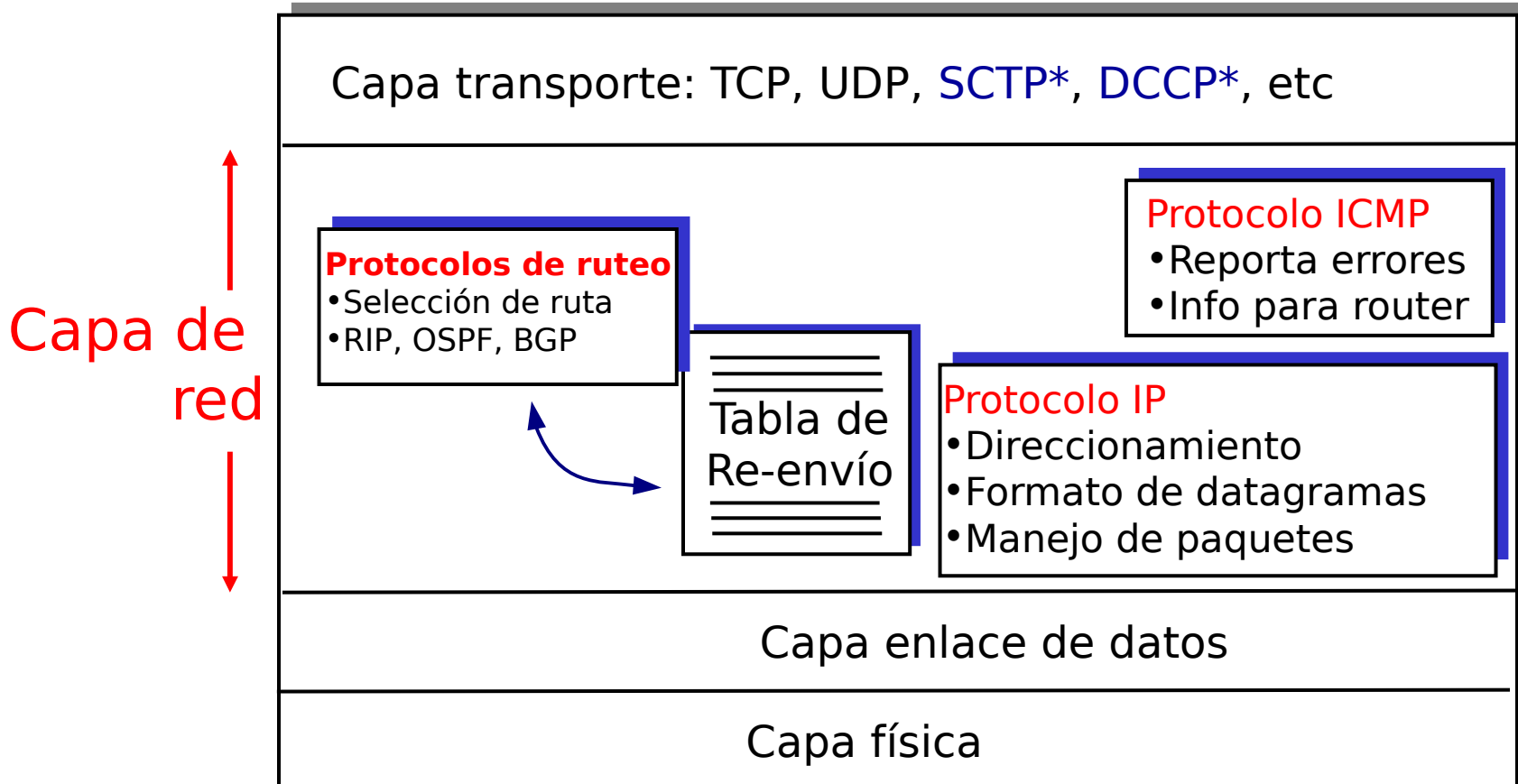
- Son todas la IP que parten con ese prefijo, menos las que tienen prefijo para enlace 1. Esto es $2^{(3+8)} - 2^8 = 2048 - 256 = 1792$

Capítulo 4: Capa de Red

- ❑ 4.1 Introducción
- ❑ 4.2 Circuitos virtuales y redes de datagramas
- ❑ 4.3 ¿Qué hay dentro de un router?
- ❑ **4.4 IP: Internet Protocol**
 - Formato de Datagrama
 - Direccionamiento IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Algoritmo de ruteo
 - Estado de enlace
 - Vector de Distancias
 - Ruteo Jerárquico
- ❑ 4.6 Ruteo en la Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Ruteo Broadcast y multicast

Capa de red en Internet

Funciones de la capa de red en host y router :



SCTP*: Stream Control Transmission Protocol (año 2000)

DCCP*: Datagram Congestion Control Protocol (año 2006)

Capítulo 4: Capa de Red

- ❑ 4.1 Introducción
- ❑ 4.2 Circuitos virtuales y redes de datagramas
- ❑ 4.3 ¿Qué hay dentro de un router?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Formato de Datagrama
 - Direccionamiento IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Algoritmo de ruteo
 - Estado de enlace
 - Vector de Distancias
 - Ruteo Jerárquico
- ❑ 4.6 Ruteo en la Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Ruteo Broadcast y multicast

Formato del datagrama IPv4

Número de versión

Protocolo IP = 4

Largo encabezado
(bytes)

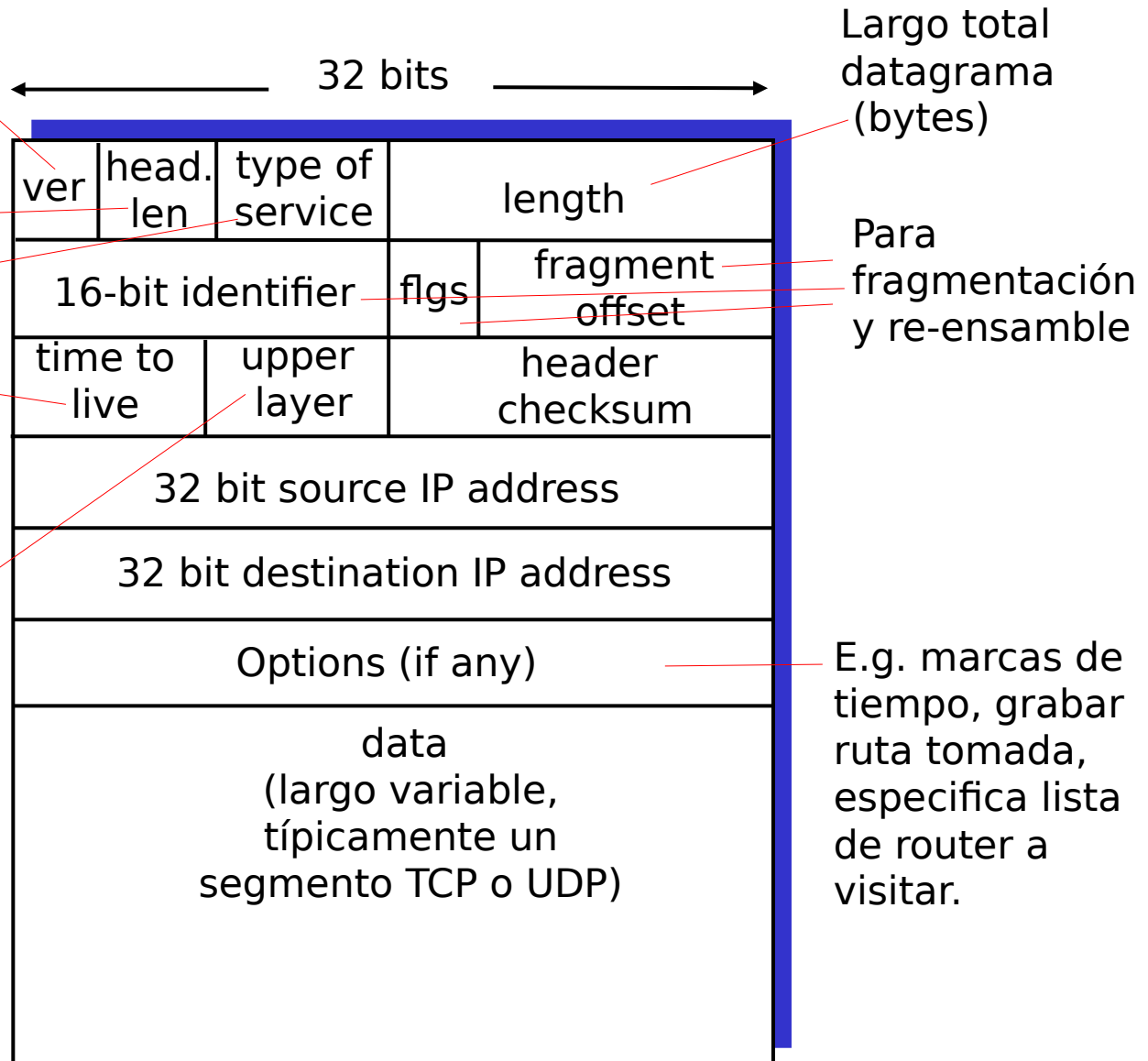
“tipo” de datagrama
(bajo retardo, alto BW, confiabilidad)

máx. número
de tramos entre routers
restantes (decrementado
en cada router)

A qué protocolo superior
corresponden los
datos TCP, UDP, etc

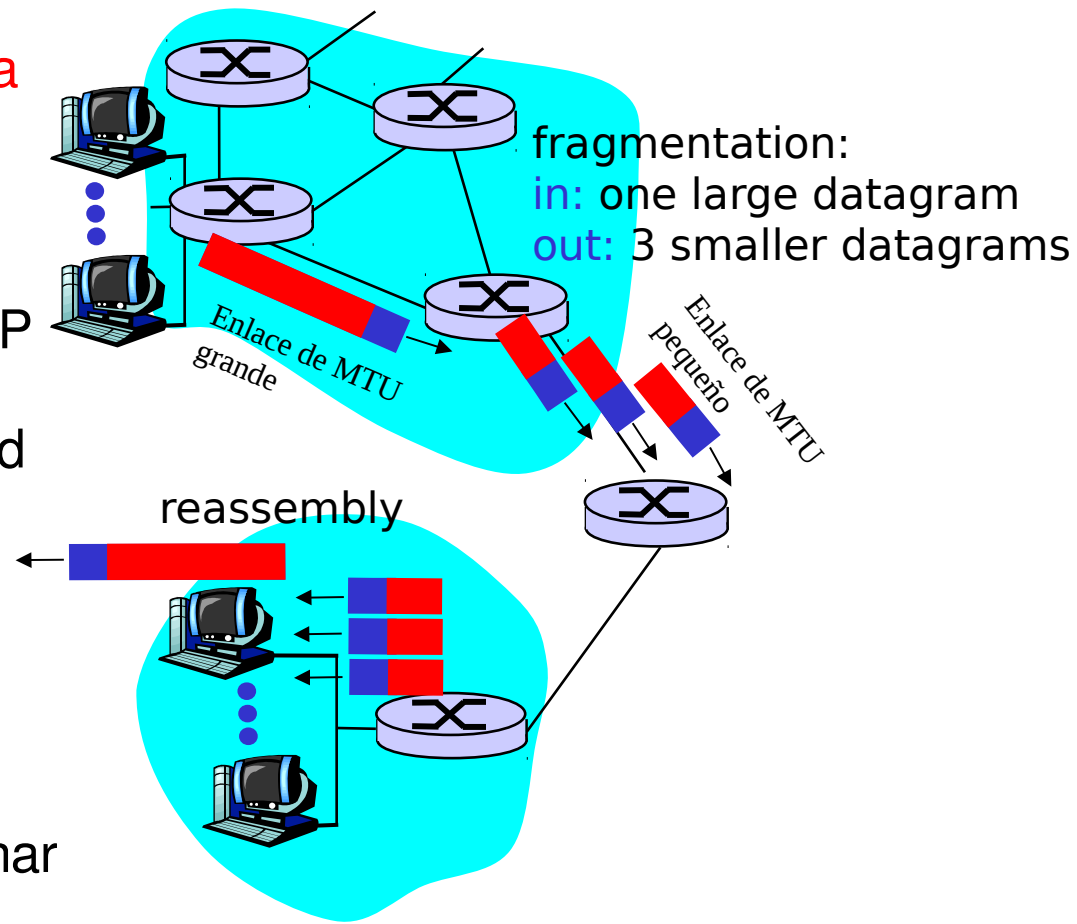
¿Cuánta ineficiencia
hay en TCP?

- ≥ 20 bytes de TCP
- ≥ 20 bytes de IP
- = 40 bytes + header de capa enlace



Fragmentación y re-ensamble IP

- ❑ Cada enlace de red tiene un MTU (max. transmission unit), es el mayor tamaño de un frame en la capa enlace.
 - Diferentes tipos de enlaces tienen diferentes MTUs
- ❑ Por esto es que un datagrama IP grande debe ser dividido (“*fragmented*”) en la capa de red
 - Un datagrama se convierte en varios datagramas
 - Se “re-ensambla” en el **destino final**
 - Bits del encabezado IP se usan para identificar y ordenar fragmentos relacionados



Fragmentación y re-ensamble IP

↖ Más fragmentos?

Ejemplo

- 4000 byte datagram (20 bytes header IP + 3980 en campo datos datagrama)
- MTU = 1500 bytes

1480 bytes en campo de datos de datagrama

offset en bloques de 8 bytes
 $1480/8 = 185$

Largo datos último = $3980 - 1480 - 1480 = 1020$

Más header => 1040

Un datagrama grande es transformado en varios datagramas más pequeños

| | | | | | |
|--|----------------|----------|----------------|--------------|--|
| | largo =4000 | ID =x | fragflag =0 | offset =0 | |
|--|----------------|----------|----------------|--------------|--|

| | | | | | |
|--|----------------|----------|----------------|--------------|--|
| | largo =1500 | ID =x | fragflag =1 | offset =0 | |
|--|----------------|----------|----------------|--------------|--|

| | | | | | |
|--|----------------|----------|----------------|----------------|--|
| | largo =1500 | ID =x | fragflag =1 | offset =185 | |
|--|----------------|----------|----------------|----------------|--|

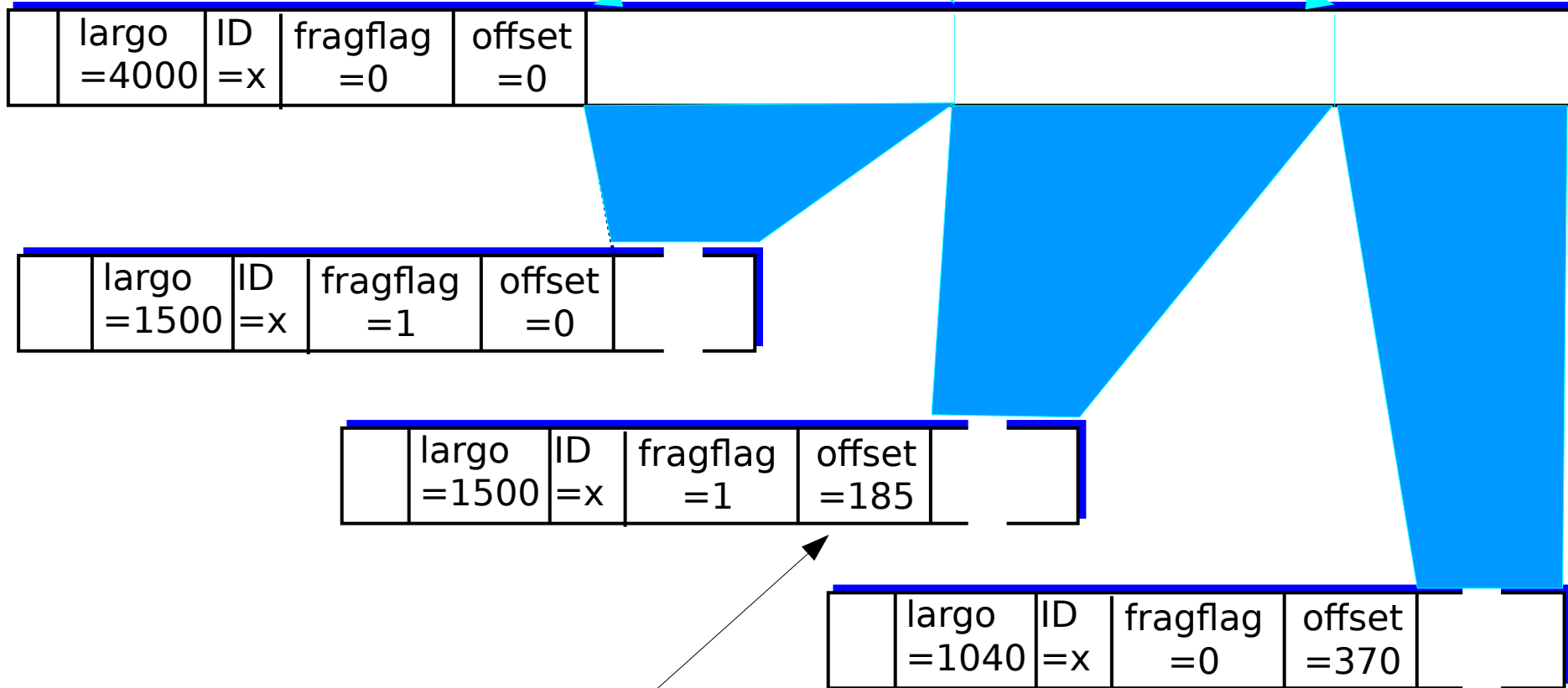
| | | | | | |
|--|----------------|----------|----------------|----------------|--|
| | largo =1040 | ID =x | fragflag =0 | offset =370 | |
|--|----------------|----------|----------------|----------------|--|

byte insertado en posición $370*8=2960$

Fragmentación y re-ensamble

Más fragmentos?

Múltiplo de 8



Posición al re-ensamble = $\text{offset} * 8$

Un destino de una red IP recibe fragmentos de tamaños 444, 444 y 253, ¿Qué puede decir usted respecto del MTU más pequeño de la ruta? Si los tres fragmentos corresponden al mismo datagrama original ¿Cuál es el tamaño del datagrama enviado?



- ❑ Como se trata de fragmentos, el paquete original fue dividido en fragmentos que quepan en el MTU más pequeño de la ruta. El MTU debe ser superior o igual a 444, e inferior a $(20+424+8)=452$.
- ❑ Suponiendo que son los únicos fragmentos y no se ha perdido ninguno, el datagrama original es de tamaño $20+(444-20)+(444-20)+(253-20)= 1101$ bytes.

Capítulo 4: Capa de Red

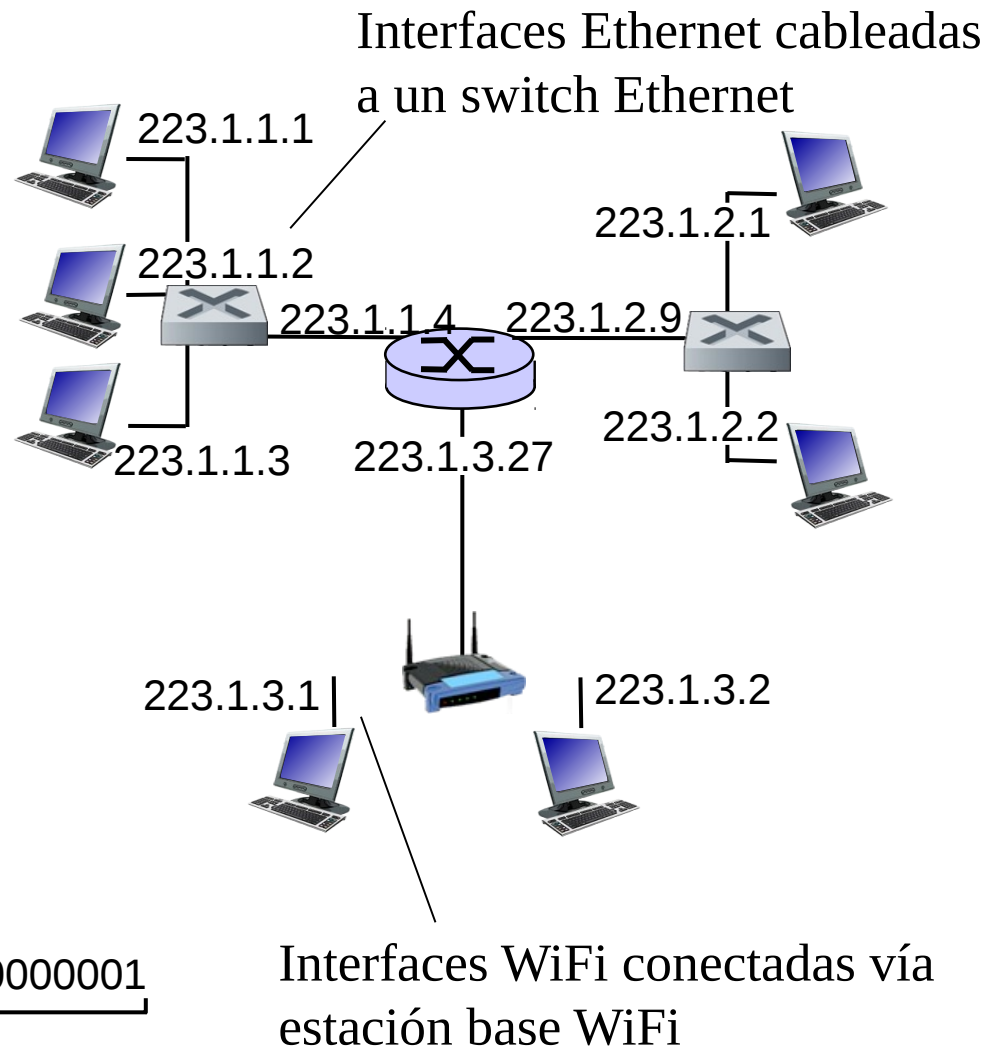
- ❑ 4.1 Introducción
- ❑ 4.2 Circuitos virtuales y redes de datagramas
- ❑ 4.3 ¿Qué hay dentro de un router?
- ❑ **4.4 IP: Internet Protocol**
 - Formato de Datagrama
 - **Direccionamiento IPv4**
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Algoritmo de ruteo
 - Estado de enlace
 - Vector de Distancias
 - Ruteo Jerárquico
- ❑ 4.6 Ruteo en la Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Ruteo Broadcast y multicast

Direccionamiento IP: introducción

- ❑ **Dirección IP:** identificador de 32-bit del host, *interfaz* del router
- ❑ **Interfaz:** conexión entre host y router, enlace físico
 - Router típicamente tiene múltiples interfaces (bocas)
 - Host puede tener múltiples interfaces
 - Dirección IP está asociada a cada interfaz

Una Interfaz \Leftrightarrow al menos 1 direc. IP

223.1.1.1 = $\underbrace{11011111}_{223} \underbrace{00000001}_{1} \underbrace{00000001}_{1} \underbrace{00000001}_{1}$



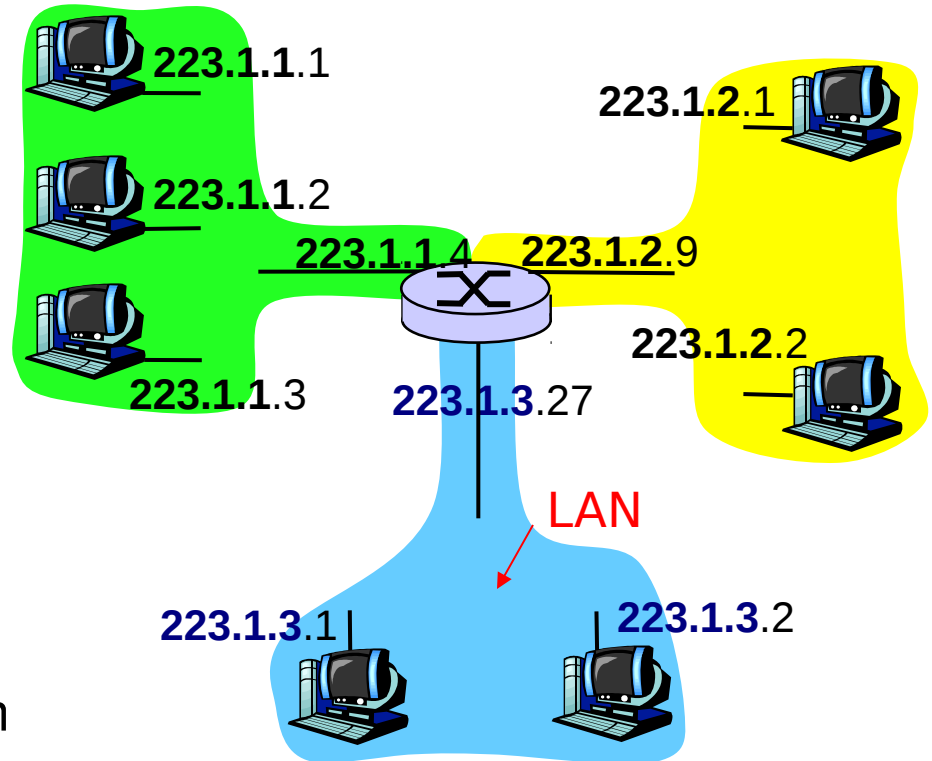
Sub-redes

□ Dirección IP:

- Direc. sub-red (bits más significativos)
- Direc. del host (bits menos significativos)

□ *¿Qué es una sub-red?*

- Grupo de máquinas que poseen la misma dirección de sub-red (parte más significativa)
- Se podrían interconectar sin tener un router (e.g. con un switch, hub, Punto de acceso)
- Cada una de las zonas coloreadas mostradas.



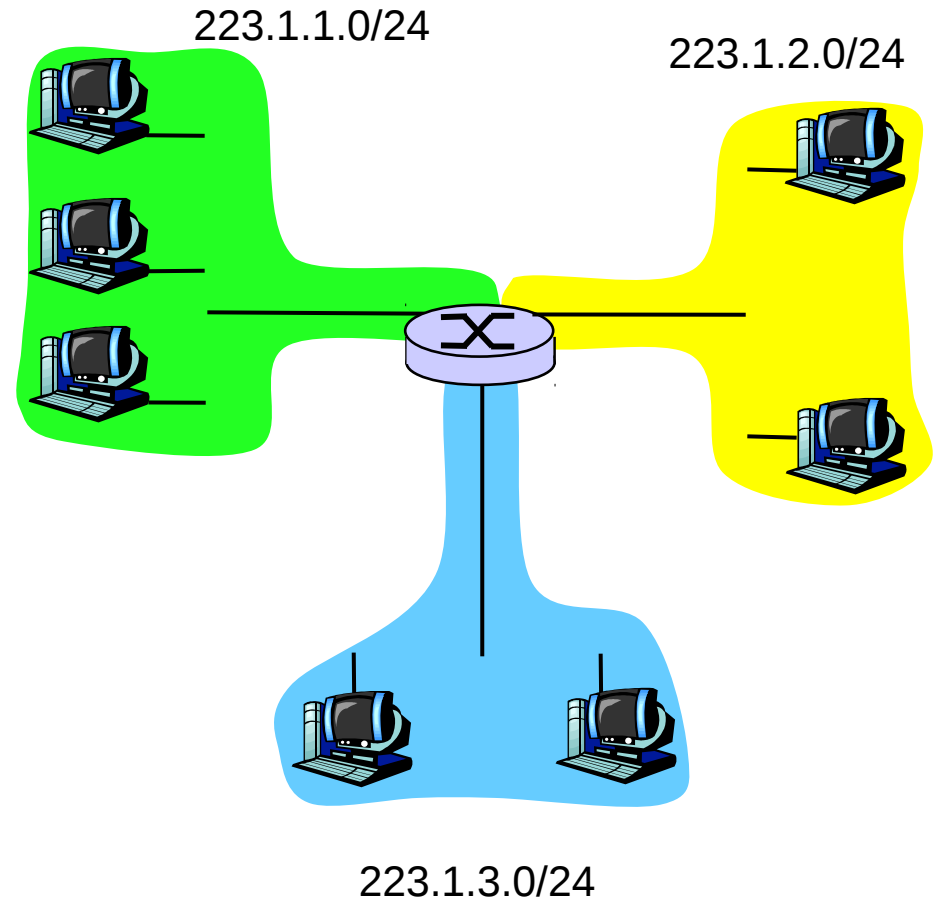
Red consiste de 3 sub-redes

Las direcciones IP están organizadas jerárquicamente

Sub-redes

Receta

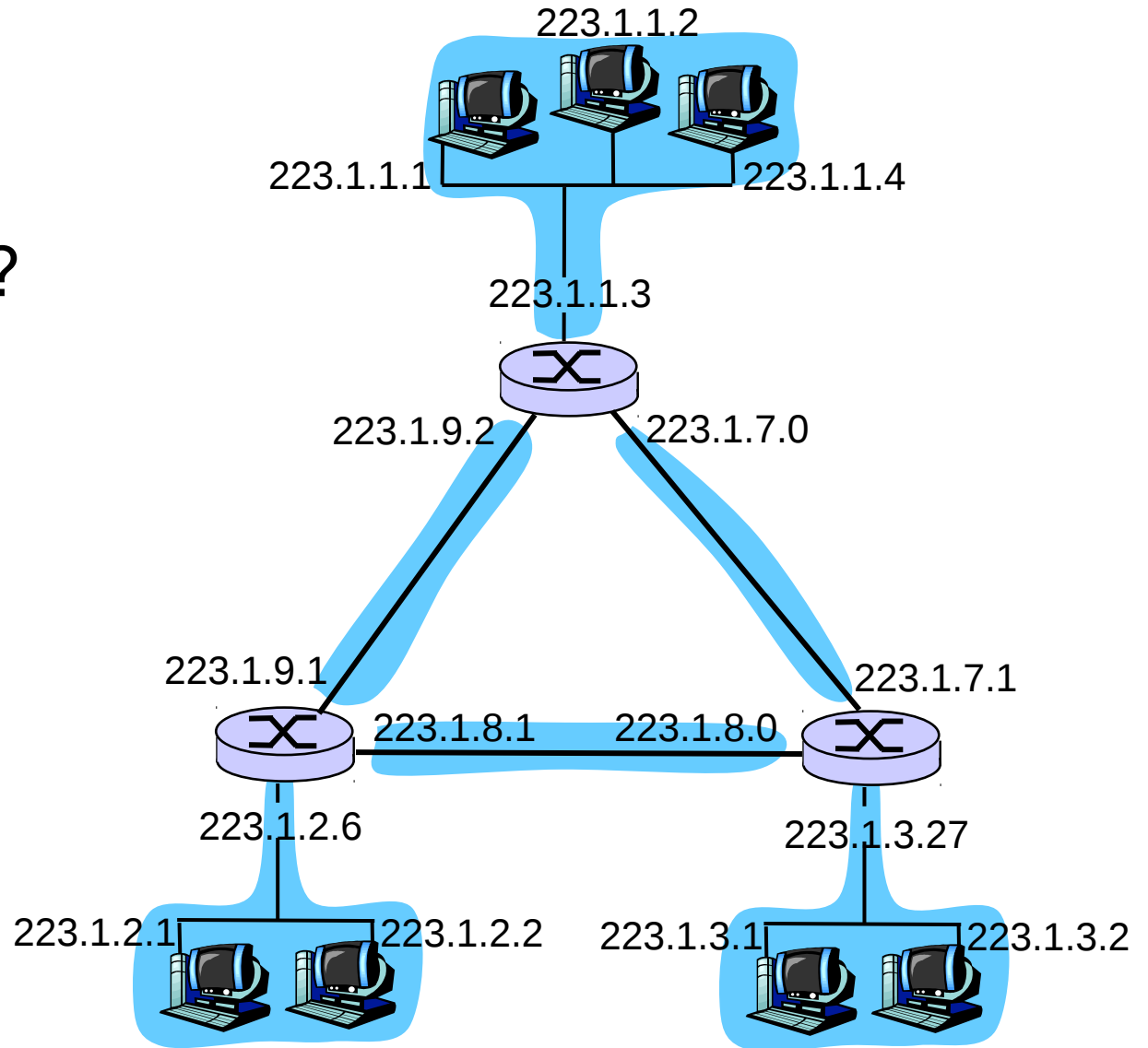
- ❑ Para determinar las sub-redes, desconectar las interfaces del router para crear redes tipo islas independientes.
- ❑ Cada red independiente es una **sub-red**.



Máscara de sub-red: /24
=> 24 primeros bits
Comunes, dirección de subred

Sub-redes

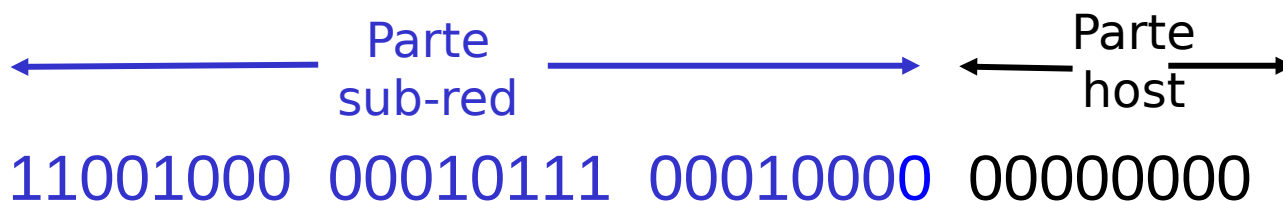
Cuántas hay?



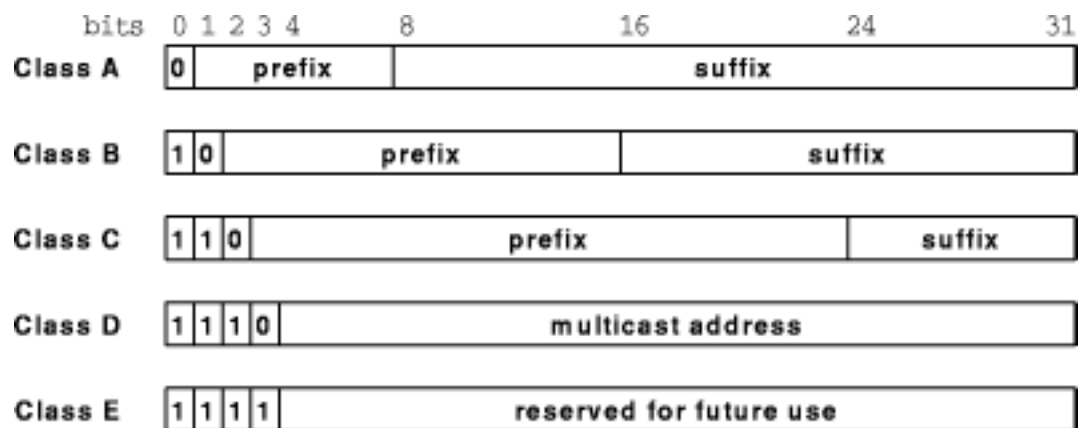
Direccionamiento IP: CLASES

Clases (el pasado, algo del lenguaje se ha mantenido)

- Porción de dirección de la red (sub-red) se hace de tamaño fijo
- Ejemplo: Clase C



Classful addressing: Esquema original (con clases A, B, C, D, E)



Clase A = subnet /8
Clase B = subnet /16
Clase C = subnet /24

¿Qué es una dirección IP privada?

- ❑ Al comienzo se pensó que cada máquina debía tener una dirección única en el planeta.
- ❑ Esto no fue siempre necesario pues redes privadas, como aquellas que conectan máquinas en una industria, no requieren conexión a Internet.
- ❑ Para este propósito se reservó algunas subredes para crear redes privadas. Éstas son:

10.0.0.0/8 con 2^{24} direcciones => **00001010.xxxxxxxx.X.X**

172.16.0.0/12 con 2^{20} direcciones => **10101100.0001xxxx.X.X**

192.168.0.0/16 con 2^{16} direcciones => **11000000.10101000.X.X**

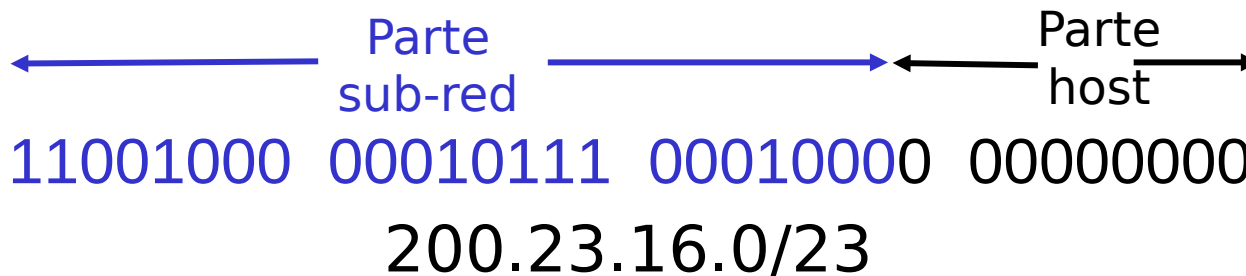
Agotamiento de Direcciones IP

- ❑ Conforme más subredes se crearon y conectaron a Internet, las direcciones IP se comenzaron a agotar. Hoy 4 de las 5 regiones de mundo no tienen nuevas direcciones para asignar.
- ❑ Se desarrollaron dos estrategias para extender el uso de Ipv4:
 - Flexibilizar el tamaño de las subredes: surge **C**lassless **I**nter**D**omain **R**outing (CIDR).
 - Permitir acceso a Internet de redes privadas a través del uso de **NAT** (Network Address Translation)

Direccionamiento IP: CIDR

CIDR: Classless InterDomain Routing

- Qué cambió: **Porción de dirección de la red (subred) se hace de tamaño arbitrario (no múltiplo de 8)**
- Formato de dirección: **a.b.c.d/x**, donde x es el número de bits de la dirección de sub-red



¿Cuántas máquinas puede usted conectar a la sub-red 200.1.17.128/26?



- $32-26=6 \Rightarrow$ Número de IPs es $2^6=64$ direcciones IP, de las cuales 62 pueden ser asignadas a máquinas. La dirección de sólo 0's y sólo 1's están reservadas. Sólo 1's es la de broadcast.