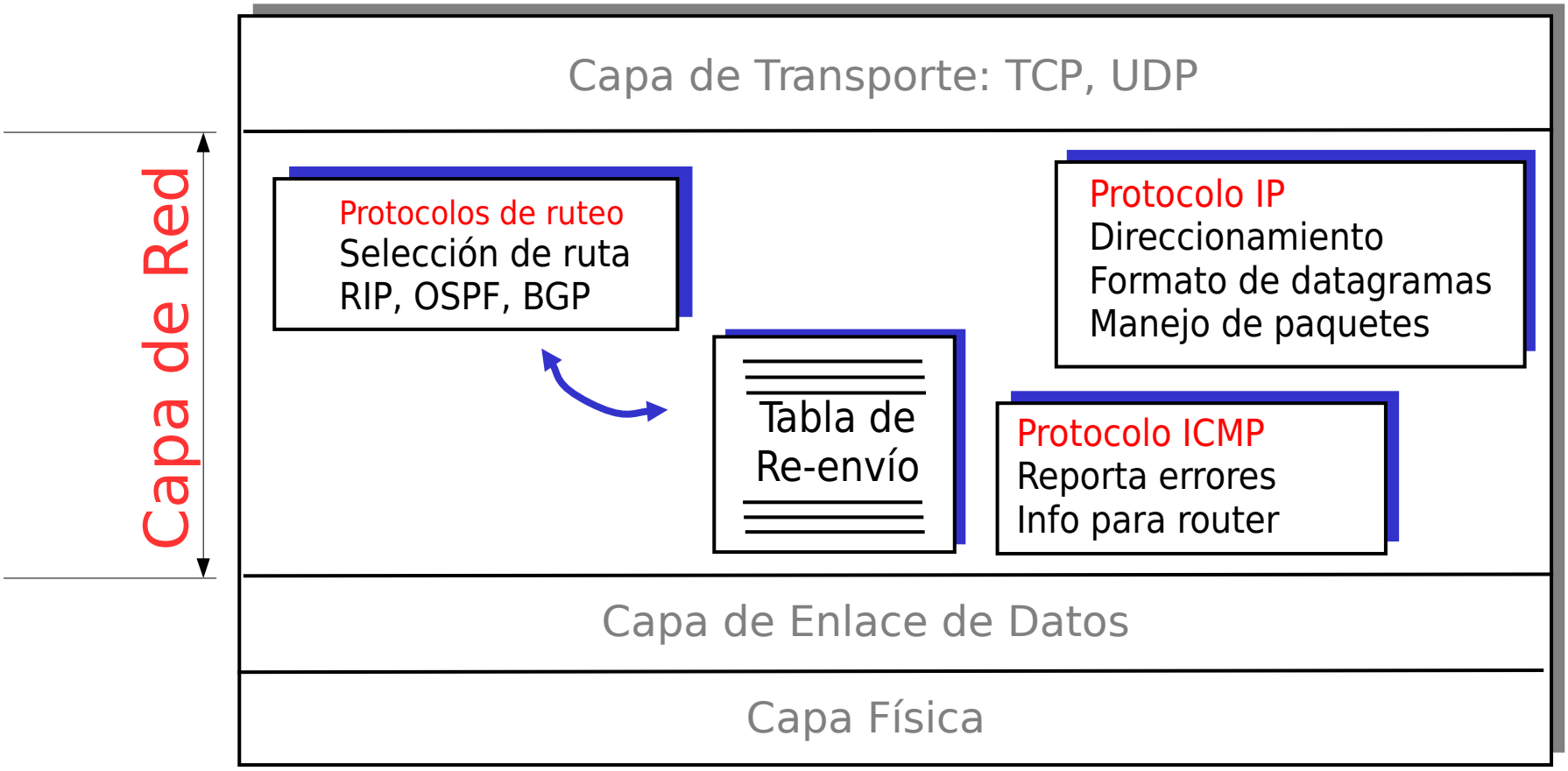
Capítulo 4: Capa de Red

- 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 de host y router :



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

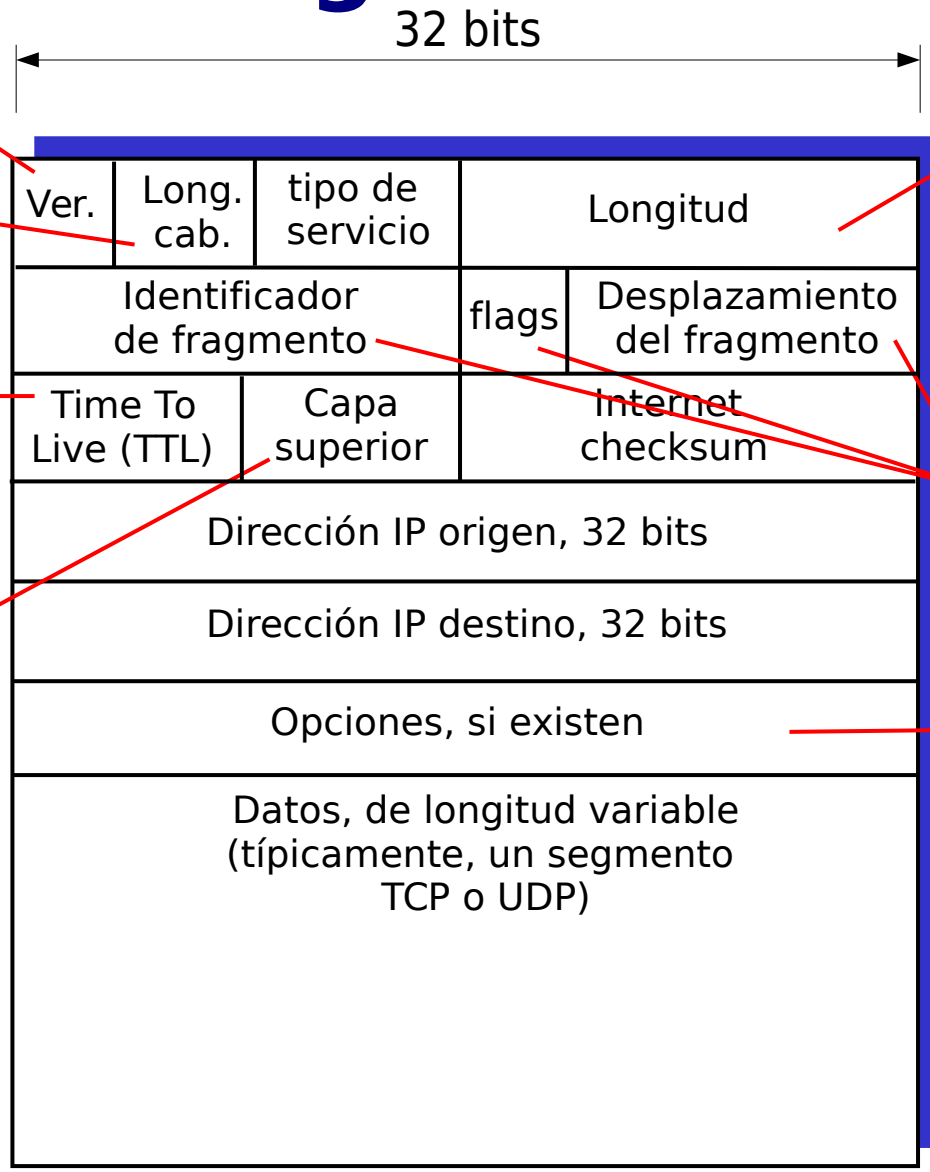
- Estado de enlace
- Vector de Distancias
- Ruteo Jerárquico

4.6 Ruteo en la Internet

- RIP
- OSPF
- BGP

4.7 Ruteo Broadcast y multicast

Formato del datagrama IP



Número de versión de protocolo IP

Longitud de la cabecera en bytes

Cantidad máxima de saltos restantes (decrementado en cada router)

A qué protocolo superior corresponden los datos

Longitud total del datagrama en bytes

Fragmentación y re-ensamblado

Marcas de tiempo, grabar la ruta tomada, especificar lista de routers a visitar

<u>Ineficiencia con TCP</u>

20 bytes de TCP

20 bytes de IP

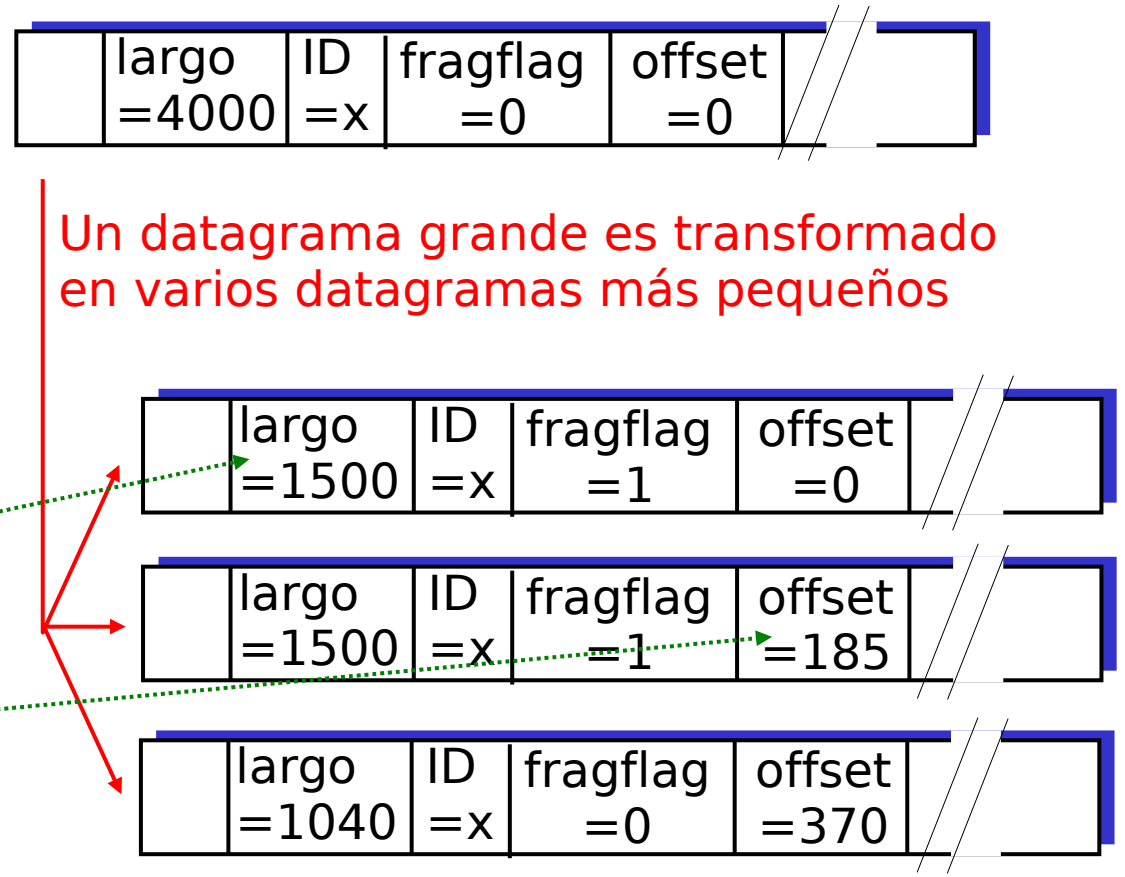
= 40 bytes + encabezado de capa de Aplicación

Fragmentación y re-ensamble IP

Ejemplo

Datagrama de 4000 B

MTU = 1500 B



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

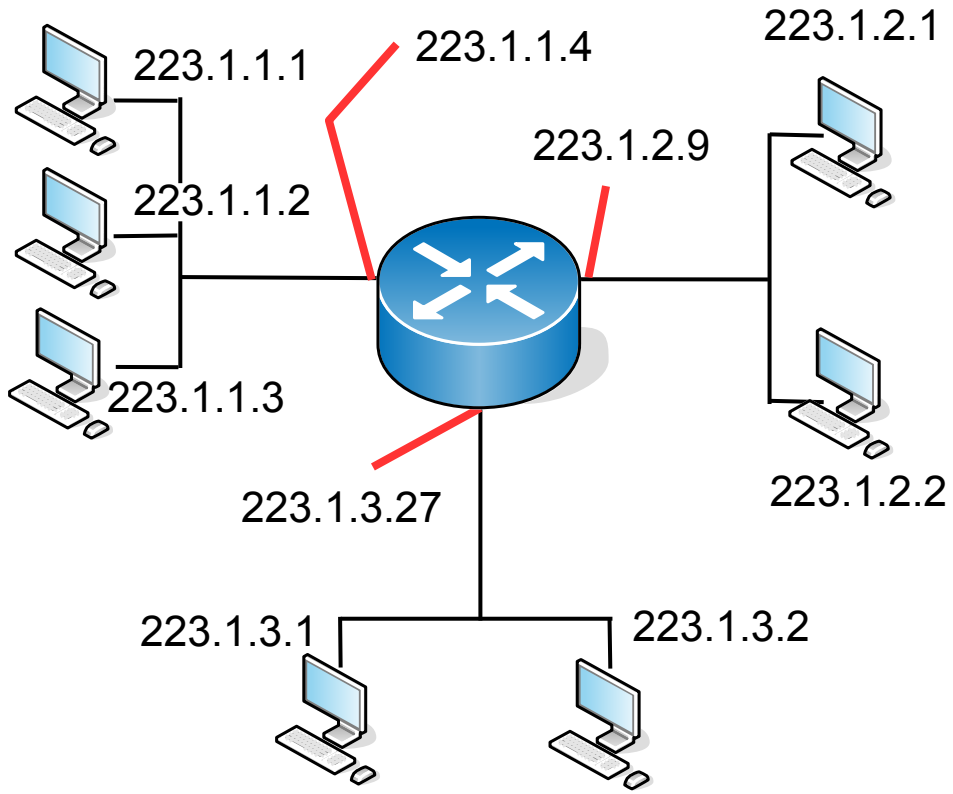
Direccionamiento IP: introducción

Dirección IP

Identificador de 32-bit por host o *interfaz* en router

Interfaz: conexión entre host o router y enlace físico

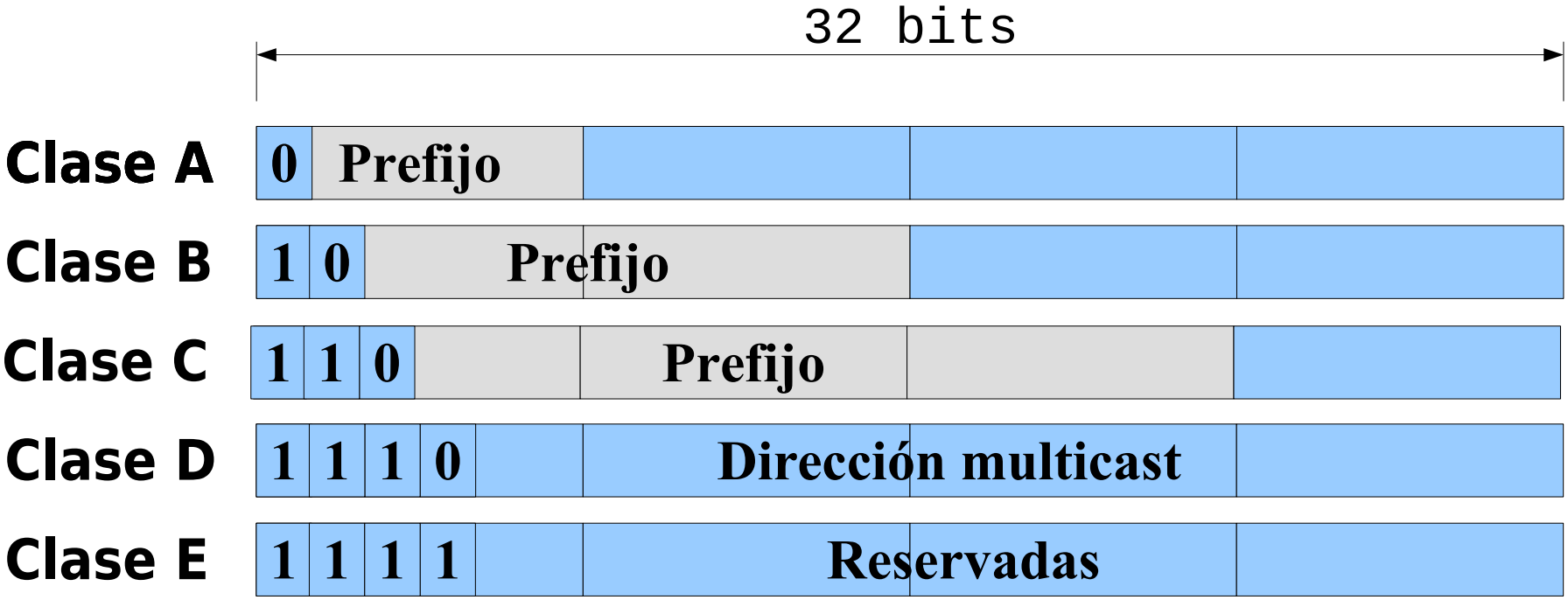
- Un router típicamente tiene múltiples interfaces
- Un host puede tener múltiples interfaces
- Las direcciones IP están asociadas a cada interfaz



223.1.1.1 = 11011111 00000001 00000001 00000001

223 1 1 1

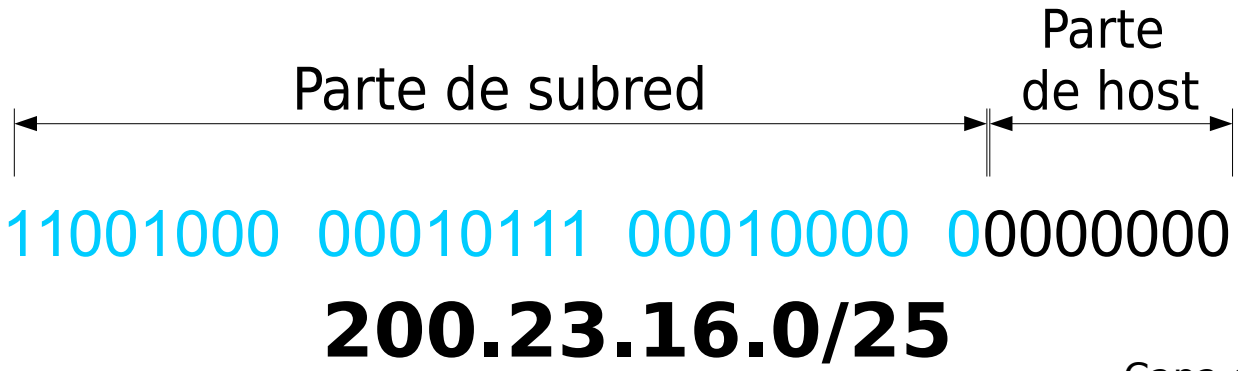
Direccionamiento *classful*



200.23.16.0/24

Direccionamiento *classless*

- **CIDR (Classless InterDomain Routing)**
  - La parte de subred de la dirección se hace de tamaño arbitrario
  - Formato de dirección a.b.c.d/x, donde x es la cantidad de bits de la dirección de subred
  - La longitud de la parte de subred se expresa como una máscara de bits
  - Dirección AND máscara = parte de subred



Cómo se obtiene una dirección IP

- Configurada por el administrador en un archivo
  - Windows
    - Control-panel → Network→ Configuration → TCP/IP → Properties
  - Debian Linux
    - /etc/network/interfaces
  - RedHat/CentOS/Fedora Linux
    - /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
- DHCP
  - Dynamic Host Configuration Protocol
  - El host obtiene datos de configuración dinámicamente desde un servidor
  - Dirección IP, máscara, gateway default, DNS local, otros

Cómo se obtiene un bloque IP

Solicitando un bloque de direcciones al proveedor o ISP

Bloque del ISP	11001000	00010111	00010000	00000000	200.23.16.0/20
Organización 0	11001000	00010111	00010000	00000000	200.23.16.0/23
Organización 1	11001000	00010111	00010010	00000000	200.23.18.0/23
Organización 2	11001000	00010111	00010100	00000000	200.23.20.0/23
...		.....		....	....
...		.....		....	....
...		.....		....	....
Organización 7	11001000	00010111	00011110	00000000	200.23.30.0/23

Direccionamiento IP: la última palabra...

- ¿Cómo obtiene un ISP un bloque de direcciones?
- ICANN: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
  - Asigna direcciones
  - Administra DNS
  - Asigna nombres de dominio
  - Resuelve disputas

NAT: Network Address Translation

- Motivación: usar sólo una dirección IP para ser vistos desde el mundo exterior
- No necesitamos asignación de un rango del ISP
- Sólo una dirección es usada por todos los dispositivos
  - Podemos cambiar la dirección de dispositivos en red local sin notificar al mundo exterior
  - Podemos cambiar de ISP sin cambiar las direcciones de los dispositivos en red local
  - Los dispositivos dentro de la red no son explícitamente direccionables o visibles desde afuera (ventaja de seguridad)

NAT: Network Address Translation

- Traducción de direcciones
- Datagramas salientes
  - Reemplazar **(IP origen, número de puerto)** de cada datagrama saliente por **(IP NAT, nuevo número de puerto)**
  - Clientes y servidores remotos responderán usando **(IP NAT, nuevo número de puerto)** como dirección destino
  - Recordar, en tabla de traducción NAT, cada par de traducción **(IP origen, número de puerto)** a **(IP NAT, nuevo número de puerto)**
- Datagramas entrantes
  - Reemplazar **(IP NAT, nuevo número de puerto)** en campo destino de cada datagrama entrante por el correspondiente **(IP origen, número de puerto)** almacenado en tabla NAT

NAT: Network Address Translation

- Campo de número de puerto es de 16 bits:
  - Alrededor de 60000 conexiones simultáneas con una única dirección dentro de la LAN
- NAT es discutible
  - Los routers deberían procesar sólo hasta capa 3
  - Viola el ideal de extremo-a-extremo
  - Posiblemente los dispositivos NAT deben ser tomados en cuenta por los diseñadores de aplicaciones, como aplicaciones P2P
  - En lugar de usar NAT, la escasez de direcciones debería ser resuelta por IPv6

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

ICMP: Internet Control Message Protocol

- Usado por hosts y routers para comunicar información a nivel de la red
- Reporte de errores
  - Host/red/puerto/protocolo inalcanzable
  - Echo request/reply
    - Usado por ping
- Funcionalidad de Capa de Red “sobre” IP
  - Mensajes ICMP
    - Son transportados por datagramas IP
    - Tipo y código de error, más primeros 8 bytes del datagrama que causó el error

ICMP: Internet Control Message Protocol

Type	Code	Description
0	0	echo reply (ping)
3	0	dest. network unreachable
3	1	dest host unreachable
3	2	dest protocol unreachable
3	3	dest port unreachable
3	6	dest network unknown
3	7	dest host unknown
4	0	source quench (cong. control - not used)
8	0	echo request (ping)
9	0	route advertisement
10	0	router discovery
11	0	TTL expired
12	0	bad IP header

Traceroute e ICMP

- El origen envía una serie de segmentos UDP al destino
  - Primero usa TTL =1
  - Luego usa TTL=2, etc.
  - Número de puerto no probablemente usado
- Cuando el n-ésimo datagrama llega al n-ésimo router:
  - El router descarta el datagrama
  - Envía al origen un mensaje ICMP “TTL expirado” (tipo 11, código 0)
  - El mensaje incluye nombre del router y dirección IP

Traceroute e ICMP

- Cuando llega el mensaje ICMP, el origen calcula el RTT
  - Traceroute hace esto 3 veces
- Criterio de parada
  - El segmento UDP eventualmente llega al host destino
  - El host destino devuelve paquete ICMP “puerto inalcanzable” (tipo 3, código 3)
  - Cuando el origen recibe este ICMP, detiene el algoritmo.