

Introducción a TCP/IP



Este documento es producto de trabajo realizado por Network Startup Resource Center (NSRC at <http://www.nsrc.org>). Este documento puede ser libremente copiado o re-utilizado con la condición de que toda re-utilización especifique a NSRC como su fuente original.

Conceptos previos

- ▶ Servicios orientados a conexión
 - Proveen garantía de que los paquetes lleguen intactos y en orden
 - Necesitan interacción entre origen y destino
 - Implican un inicio y cierre de sesión
- ▶ Servicios no orientados a conexión
 - Sin garantías de recibo
 - No hay inicio o cierre de sesión, se aumenta eficiencia
- ▶ Tipos de redes en cuanto a control de canal
 - Conmutación de circuitos (red telefónica)
 - Conmutación de paquetes (Internet)

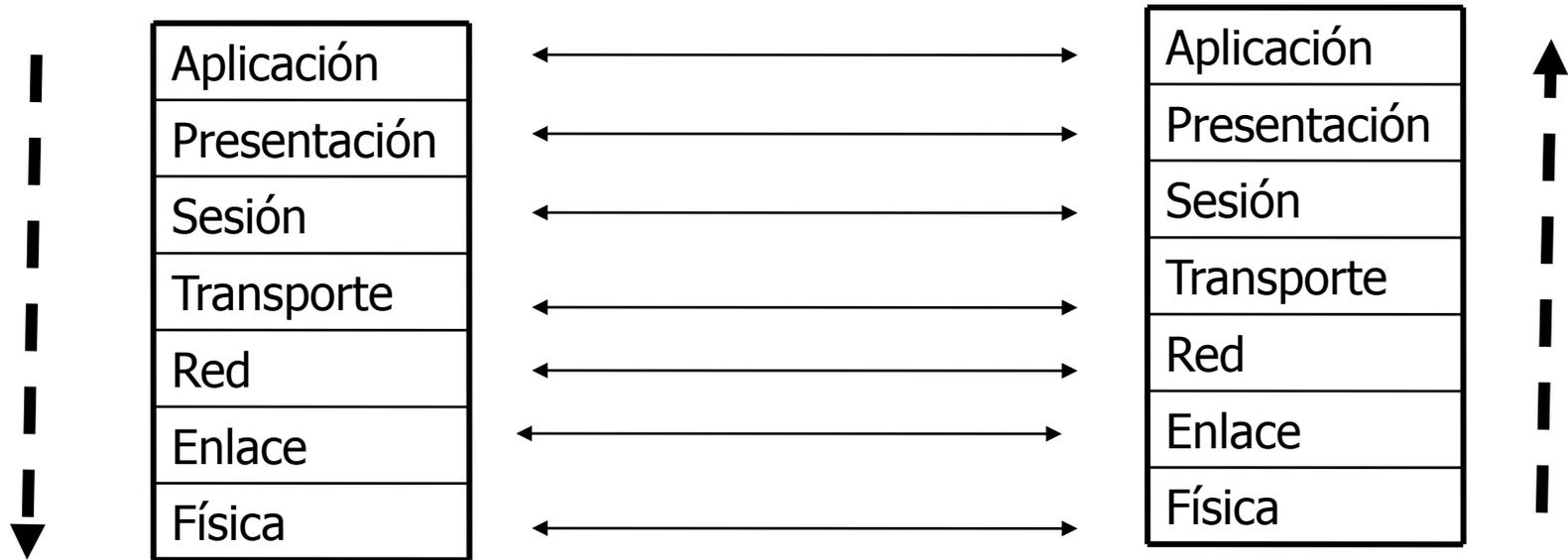


Tipos de envío

- ▶ Unicast
 - Uno a uno
- ▶ Broadcast
 - Uno a todos
- ▶ Multicast
 - Uno a varios
- ▶ Anycast
 - Uno a alguno



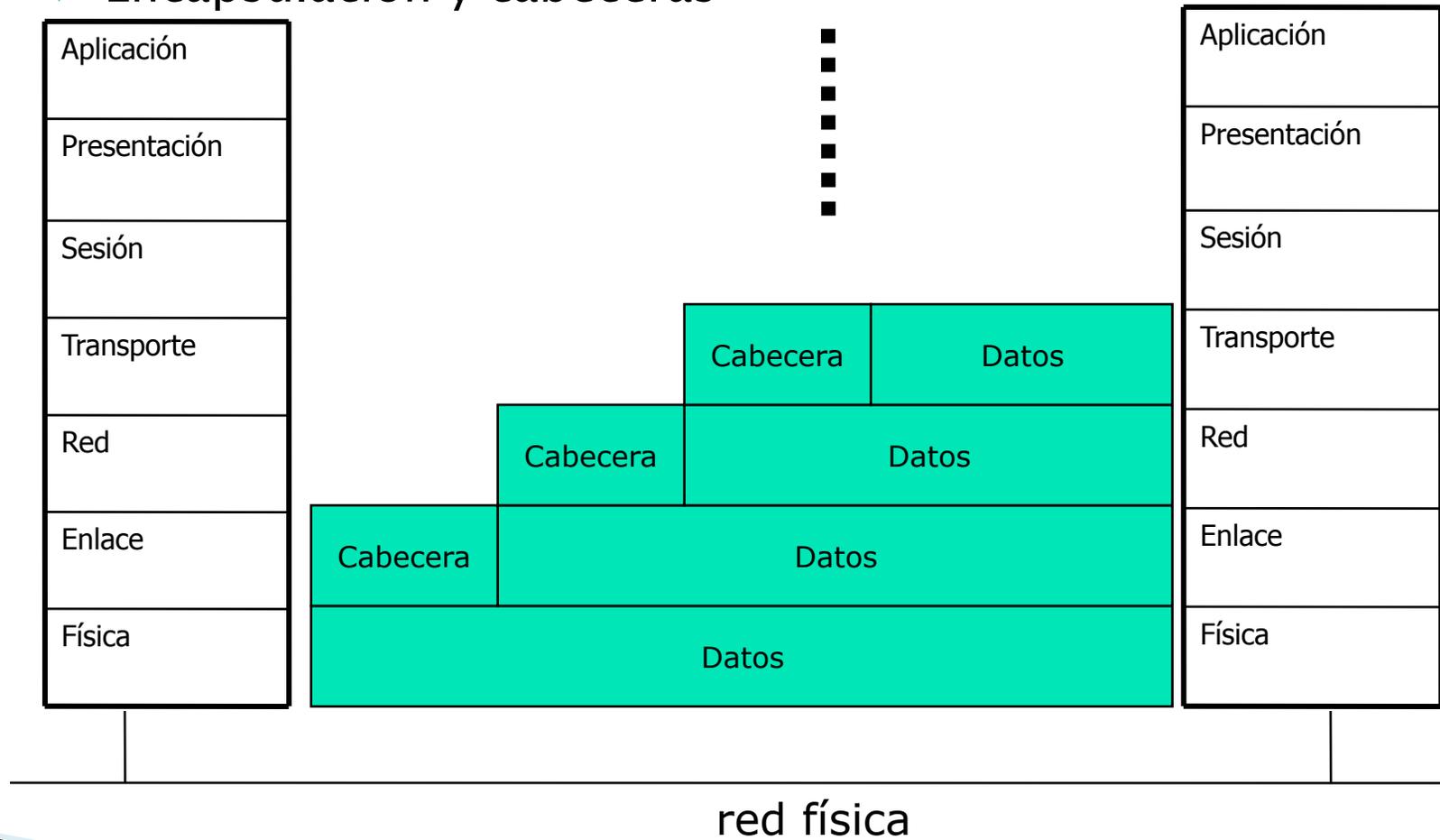
Modelo de Referencia OSI



- ▶ También conocido como “Modelo de Capas”
 - Cada capa provee servicios a la capa inmediata superior
 - Cada capa es cliente de la capa inmediatamente inferior
 - Conversación horizontal: cada capa dialoga con su homóloga remota
 - Flujo de datos vertical hacia/desde capa física
 - Un protocolo es la implementación de la lógica de una capa
 - Se pueden especificar uno o más protocolos por capa

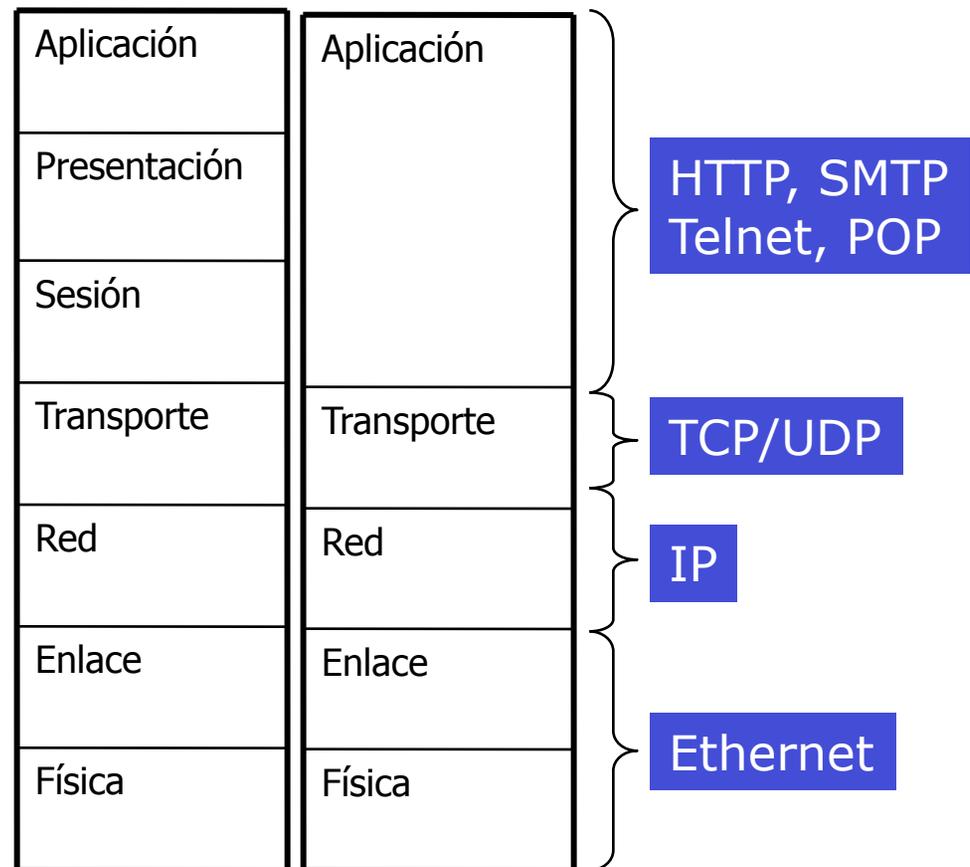
Modelo de Capas

► Encapsulación y cabeceras



OSI vs. TCP/IP

- ▶ ARPANET empezó una década antes que OSI
- ▶ Simple, sin capa de presentación o sesión
- ▶ Se convirtió en estándar 'de facto'



Capa 1: Física

- ▶ Implementada en hardware
- ▶ Codificación de canal
 - Representación de bits, voltajes, frecuencias, sincronización
 - Códigos Manchester, AMI, B8ZS...
- ▶ Define conectores físicos, distancias, cableado

Capa 2: Enlace

- ▶ Provee
 - Control de acceso al medio
 - Direccionamiento (en el segmento de red local)
 - Detección de errores
 - Control de flujo



Capa 3: Red

- Oculta los detalles de la red física, direccionamiento global:
 - Una dirección IP es única en toda la red
 - Implica que hay que mapear las direcciones físicas con las IP
- Ofrece un servicio sin garantías (mejor esfuerzo)
 - No se ocupa de pérdida o duplicación de paquetes, confía esa función a las capas superiores
- Determina si el destino es local, o a través de un enrutador
- Provee funciones de control via ICMP
- Paquetes navegan de “salto en salto”, el trayecto completo puede constar de muchos saltos

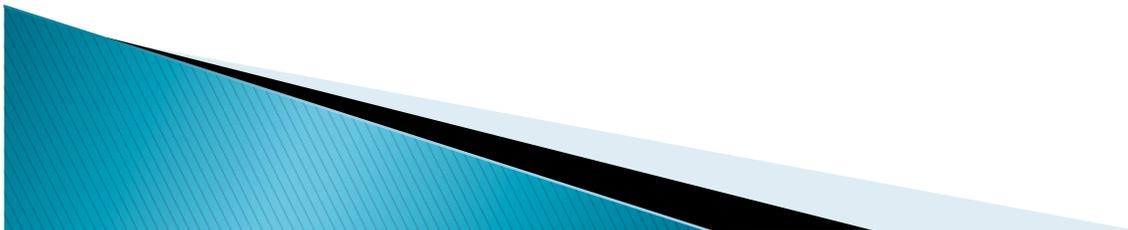


Capa 4: Transporte

- ▶ Servicio con garantías (TCP)
 - Resuelve los problemas de:
 - Pérdida de paquetes
 - Duplicación
 - Desbordamiento (control de flujo)
- ▶ Servicio sin garantías (UDP)
 - Mucho más simple
 - A veces no hace falta fiabilidad
- ▶ Provee multiplexión de aplicaciones
 - Concepto de 'puertos'

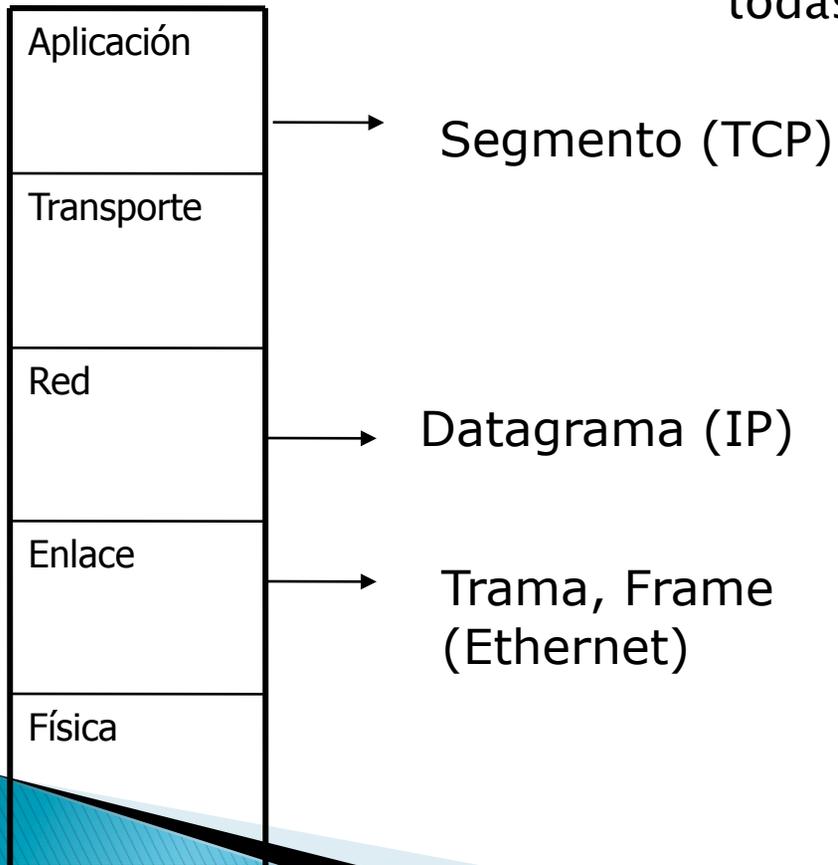
Capa 5: Aplicación

- ▶ La más cercana al usuario
 - Define las funciones de clientes y servidores
- ▶ Utiliza los servicios de transporte
- ▶ Ej: HTTP (web), SMTP (mail), Telnet, FTP, DNS...



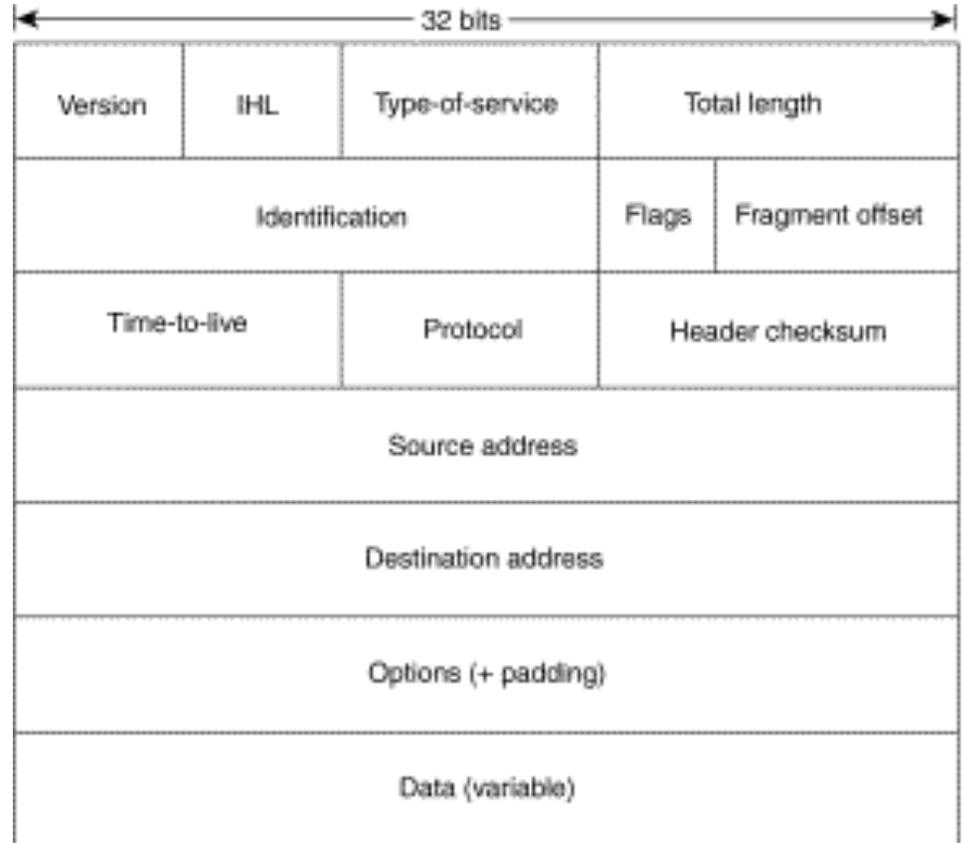
Terminología

- ▶ Nombres diferentes en cada capa
- ▶ No se sigue muy estrictamente. Suele hablarse indistintamente de 'paquete' en todas las capas.



El datagrama IPv4

- ▶ El protocolo se refiere al que está siendo encapsulado (tcp, udp...)
- ▶ TTL se decrementa con cada salto
- ▶ Hay fragmentación al pasar de un MTU mayor a uno menor



La dirección IPv4

- ▶ Un número de 32 bits (4 bytes)
 - Se puede representar de varias formas:

- Decimal:

128	223	254	10
-----	-----	-----	----

- Binaria:

10000000	11011111	11111110	00001010
----------	----------	----------	----------

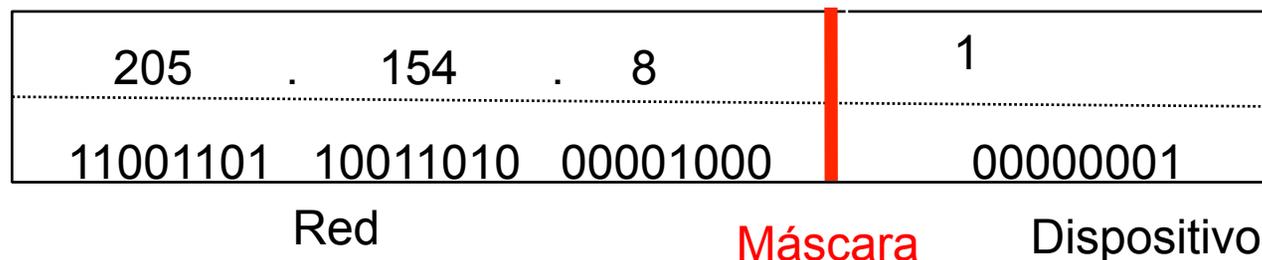
- Hexadecimal:

80	DF	FE	0A
----	----	----	----



Estructura de la direccion IPv4

- ▶ Parte de Red (Prefijo)
 - Describe la subred
- ▶ Parte de nodo
 - Describe un nodo en la subred



- ▶ La frontera de la máscara puede estar en cualquier posición (modelo sin clase o CIDR)



Notación de Máscara

205	.	154	.	8	.	1
11001101		10011010		00001000		00000001
Red				Máscara	Dispositivo	

- ▶ Se puede especificar como la cantidad de bits a 1:
 - Dirección 205.154.8.1 con máscara 255.255.255.0
 - (o sea, el prefijo de red tiene 24 bits)
- ▶ O se agrega a la dirección IP con un simbolo “/”
 - 205.154.8.1 /24
- ▶ Hoy día se utilizan indistintamente las dos notaciones

La máscara de subred

- ▶ La máscara de subred es útil para definir el tamaño de la red
- ▶ Una máscara 255.255.255.0 ó /24 implica
 - $32-24=8$ bits para direcciones de nodos
 - $2^8 - 2 = 254$ posibles nodos
- ▶ Una máscara 255.255.255.224 ó /27 implica
 - $32-27=5$ bits para direcciones de nodos
 - $2^5 - 2 = 30$ posibles nodos



Direcciones especiales

- ▶ Todos los bits de nodo a 0: Representa la red
 - 128.223.254.0/24
- ▶ Todos los bits a 1: Broadcast local
 - 255.255.255.255
- ▶ Todos los bits de nodo a 1: Broadcast dirigido
 - 128.223.254.255
- ▶ Direcciones Loopback:
 - 127.0.0.0/8
 - Casi exclusivamente se usa 127.0.0.1



Más direcciones Especiales

- ▶ Direcciones privadas (RFC 1918)
 - 10.0.0.0 – 10.255.255.255 (10/8)
 - 172.16.0.0 – 172.31.255.255 (172.16/12)
 - 192.168.0.0 – 192.168.255.255 (192.168/16)
- ▶ ¿Cuál es la necesidad?

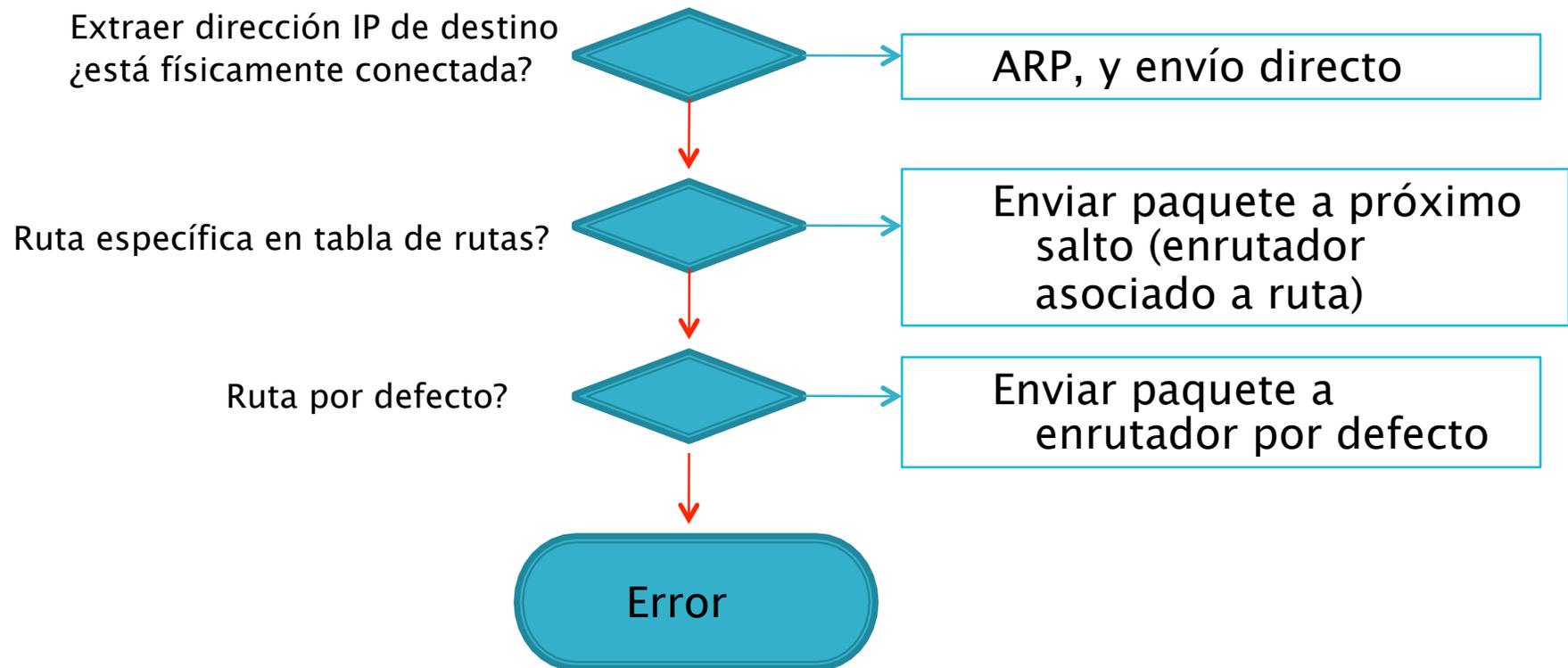


Enrutadores

- ▶ Dispositivos con interfaces en varias redes físicas
- ▶ Una dirección IP (y subred) por cada interfaz
- ▶ Deciden el trayecto de los paquetes basados en tablas de rutas

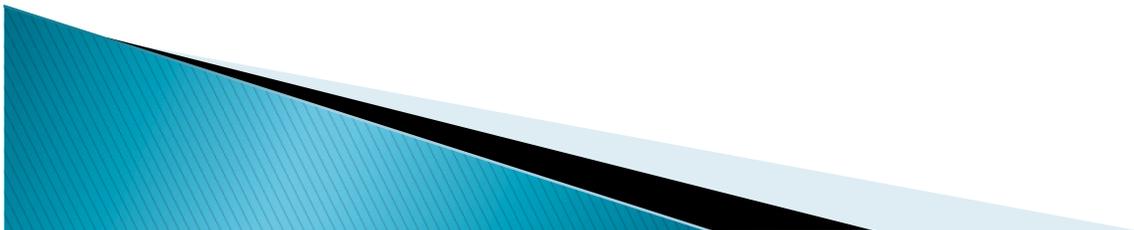


Algoritmo de Enrutamiento



Enrutadores

- ▶ Flujo de trabajo
 - Recibe un paquete en una interfaz
 - Determina si el paquete está dirigido a él
 - Decrementa el TTL
 - Compara la dirección destino con la tabla de rutas
 - Envía el paquete al próximo enrutador (o nodo de destino), o declara error



Enrutamiento

- ▶ Cada decisión es un salto en la dirección al destino
 - El enrutador A puede enviar paquetes a otro enrutador B sólo si ambos tienen al menos una intrerfaz conectada a la misma subred física
- ▶ Cada enrutador tiene sus propias tablas de rutas
- ▶ Protocolos de enrutamiento: mantener tablas actualizadas



Tablas de Rutas

- ▶ Se compara la dirección IP destino del paquete con las entradas en la tabla
- ▶ Determinar el próximo salto
 - Se asume que está físicamente conectado
- ▶ Regla de “mayor coincidencia”
 - (*longest match*)

IP	Máscara	Gateway
192.168.5.0	255.255.255.0	192.168.1.1
192.168.5.0	255.255.255.192	192.168.1.2
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.0.1

Tabla de Rutas

```
# netstat -nr
```

```
Kernel IP routing table
```

Destination	Gateway	Genmask	Flags	MSS	Window	irrt	Iface
128.223.60.0	0.0.0.0	255.255.254.0	U	0	0	0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	0	0	0	lo
0.0.0.0	128.223.60.1	0.0.0.0	UG	0	0	0	eth0

```
Router# show ip route
```

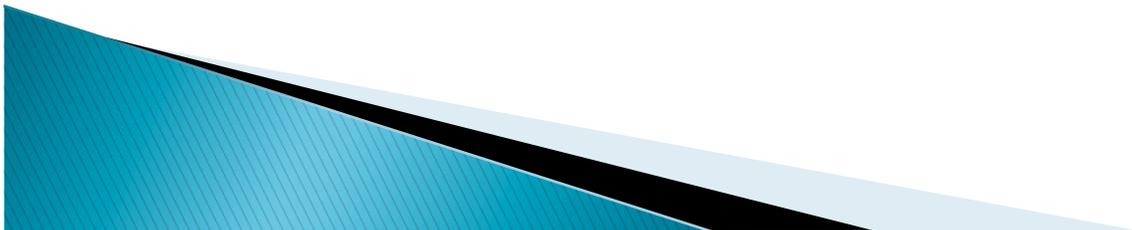
Codes: I - IGRP derived, R - RIP derived, O - OSPF derived,
C - connected, S - static, E - EGP derived, B - BGP derived,
* - candidate default route, IA - OSPF inter area route,
i - IS-IS derived, ia - IS-IS, U - per-user static route,
o - on-demand routing, M - mobile, P - periodic downloaded static route,
D - EIGRP, EX - EIGRP external, E1 - OSPF external type 1 route,
E2 - OSPF external type 2 route, N1 - OSPF NSSA external type 1 route,
N2 - OSPF NSSA external type 2 route

Gateway of last resort is 10.119.254.240 to network 10.140.0.0

```
O E2 10.110.0.0 [160/5] via 10.119.254.6, 0:01:00, Ethernet2  
E 10.67.10.0 [200/128] via 10.119.254.244, 0:02:22, Ethernet2  
O E2 10.68.132.0 [160/5] via 10.119.254.6, 0:00:59, Ethernet2  
O E2 10.130.0.0 [160/5] via 10.119.254.6, 0:00:59, Ethernet2  
E 10.128.0.0 [200/128] via 10.119.254.244, 0:02:22, Ethernet2  
E 10.129.0.0 [200/129] via 10.119.254.240, 0:02:22, Ethernet2  
E 10.65.129.0 [200/128] via 10.119.254.244, 0:02:22, Ethernet2  
E 10.10.0.0 [200/128] via 10.119.254.244, 0:02:22, Ethernet2
```

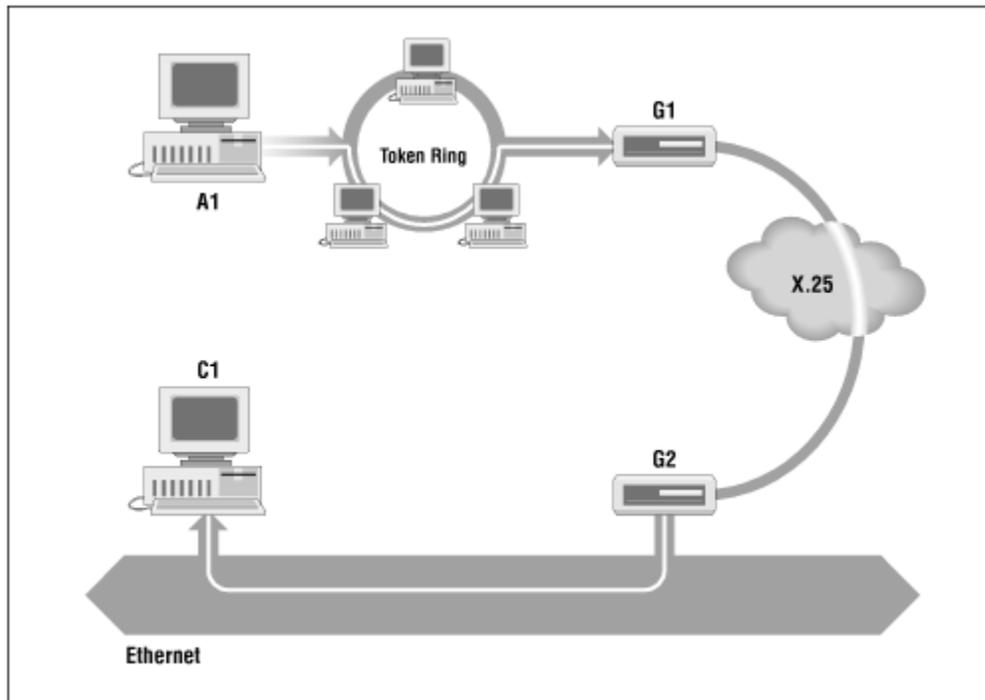
Encapsulación

1. Recibe trama de capa 2
2. Extrae datagrama IP, y analiza
3. Determina la interfaz de salida
4. Encapsula el datagrama en una trama de tipo adecuado
 - Las redes de entrada y salida pueden ser completamente diferentes:
 - Ejemplos:
 - De Ethernet a PPP
 - De Frame Relay a Ethernet



Fragmentación

- ▶ Diferentes MTU en cada salto



ARP: Traducción de direcciones

- ▶ Mantiene tablas dinámicas

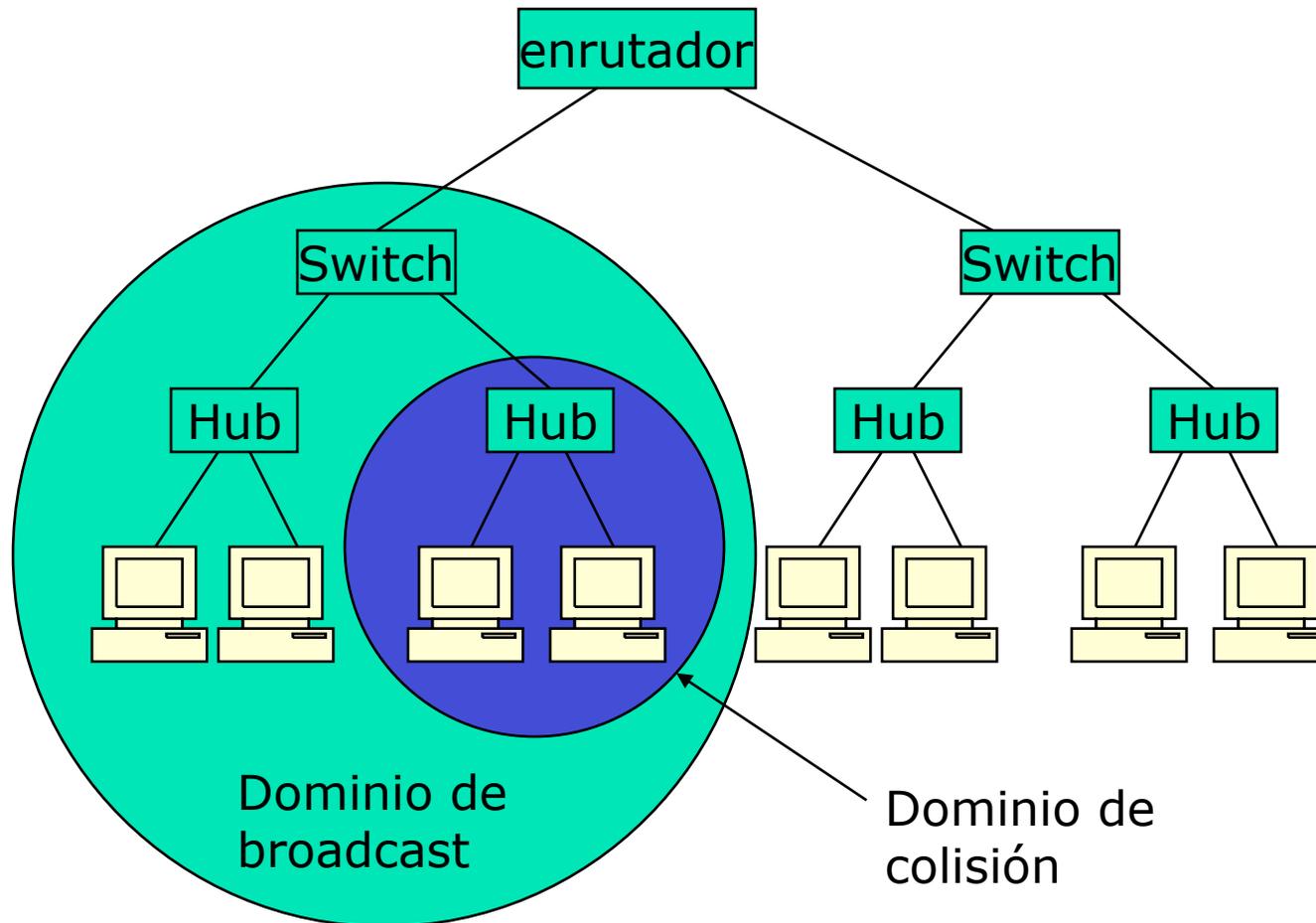
```
arp -a
```

```
Interface: 128.223.219.14 --- 0x2
Internet Address    Physical Address    Type
128.223.216.1      00-04-75-71-e5-64  dynamic
128.223.216.24     00-04-23-62-14-4f  dynamic
```

- ▶ Las entradas tienen un tiempo de vida limitado (¿Por qué?)
- ▶ Mecanismo:
 - A quiere enviar a B, existe la IP de B en la tabla de A?
 - Si no, A pregunta: ¿Quién tiene 192.168.0.1?
 - ¿Cómo? Envía una trama a toda la red
 - Utiliza `FF:FF:FF:FF:FF:FF` (todos los bits a 1)
 - Todos reciben la trama. Sólo B responde



Dominios de tráfico



UDP

- ▶ **User Datagram Protocol**
 - Multiplexión de aplicaciones
 - Una dirección IP identifica una máquina
 - Los sistemas operativos son multitarea
 - Un puerto para cada servicio
- ▶ **Servicio no orientado a conexión**
 - No ofrece ninguna garantía
 - Sin acuses de recibo
 - Sin re-transmisión
 - Sin control de flujo



UDP

- ▶ Formato de UDP

Puerto Origen	Puerto Destino
Longitud	Checksum
Datos	
...	



TCP

- ▶ Transmission Control Protocol
 - Orientado a conexión
 - Garantiza recibo de paquete
 - Previo acuerdo entre origen y destino
 - Control de flujo:
 - Tamaño de ventana se ajusta constantemente



TCP: Conceptos

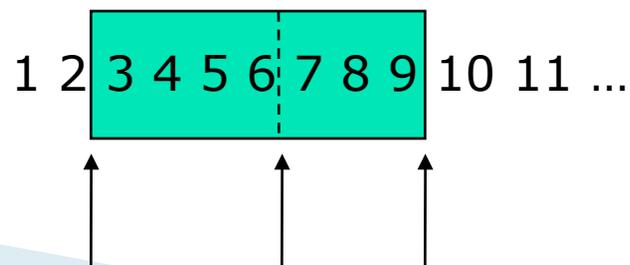
- ▶ Reconocimiento Positivo con Retransmisión (PAR en Inglés)
 - Enviar segmento, e iniciar conteo regresivo
 - Esperar por confirmación antes de enviar el siguiente segmento
 - Re-enviar el mismo segmento si el conteo regresivo caduca y no se ha recibido confirmación

- ▶ ¿Segmentos duplicados? ¿Cómo?
 - Un retraso en la red produce retransmisión, mismo segmento llega dos veces

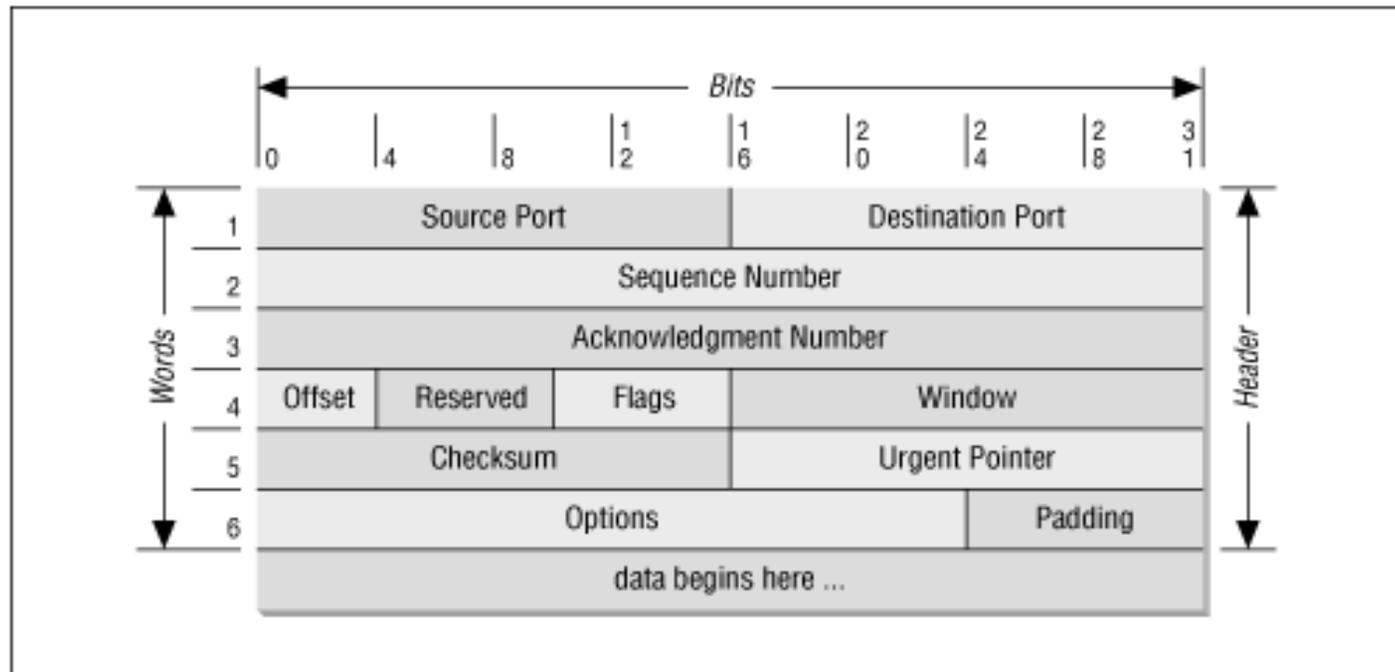


TCP: Ventana deslizante

- ▶ Esperar confirmación por cada paquete no es eficiente
 - Tamaño de ventana = 1
- ▶ Provee control de flujo
 - El tamaño de la ventana se ajusta dinámicamente



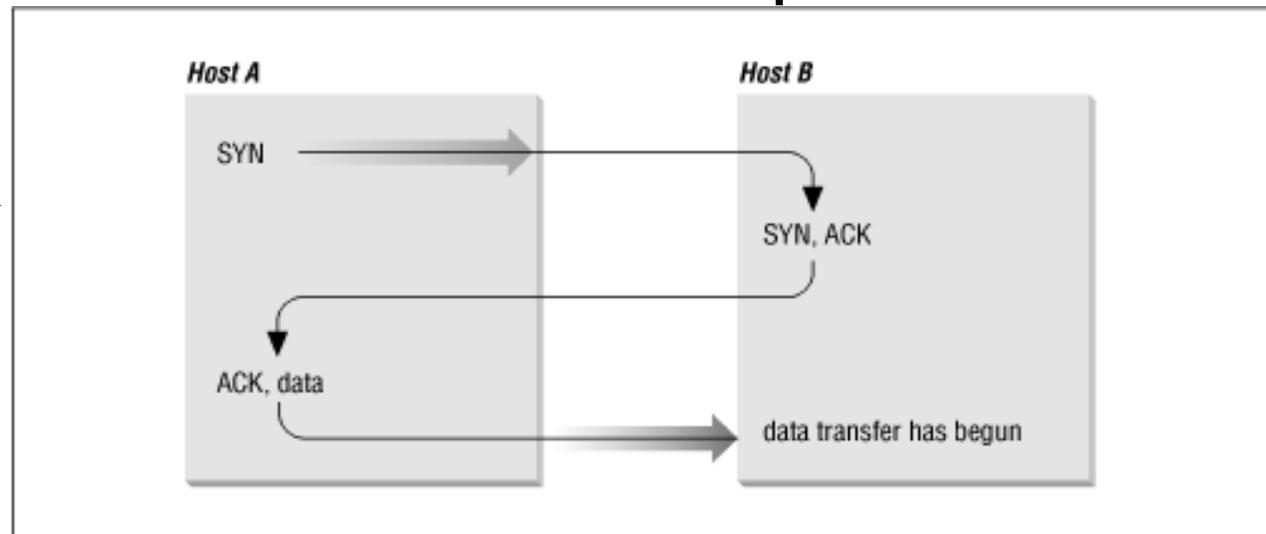
Formato de paquete TCP



TCP: Inicio de Sesión

Acuerdo en tres pasos:

- ▶ SYN
- ▶ SYN ACK
- ▶ ACK



¿TCP o UDP?

- ▶ Cuándo tiene sentido uno u otro?
 - FTP
 - DNS
 - SNMP
 - Voz sobre IP (H.323, SIP)
 - Multicast



ICMP

- ▶ Internet Control Message Protocol
 - Viaja sobre IP
 - pero no pertenece a la capa de transporte
 - Función: gestión de redes
 - Notificar errores
 - Control de Flujo
 - Redirección



Más información

- ▶ *TCP/IP Illustrated*. Richard Stevens. Addison–Wesley
- ▶ *Internetworking with TCP/IP*. Douglas Comer. Prentice–Hall
- ▶ *Cisco Internetworking Basics*
<http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/Intro-to-Internet.html>
- ▶ *TCP/IP Network Administration*. Craig Hunt
O’reilly & Associates.
- ▶ Requests for Comments (RFCs) www.ietf.org

