

Redes de computadoras

Capa de Red – Resumen

Las diapositivas están basadas en en libro:
“Redes de Computadoras – Un enfoque descendente”
de James F. Kurose & Keith W. Ross

La Capa de Red

La capa de transporte implementa una comunicación proceso a proceso.

Por su parte la **capa de red**, implementa el servicio de comunicación host a host.

A diferencia de las capas superiores las cuales se encuentran únicamente en los sistemas terminales, la capa de red se encuentra también en el núcleo de la red.



La Capa de Red

El host emisor encapsula
Segmentos en **datagramas**

Los routers que se encuentran
en la ruta
entre ambos hosts examinan
los datagramas que reciben.

En el host destinatario
la capa de red recibe de
su router más cercano el datagrama
y le entrega el segmento que contiene
a la capa de transporte.

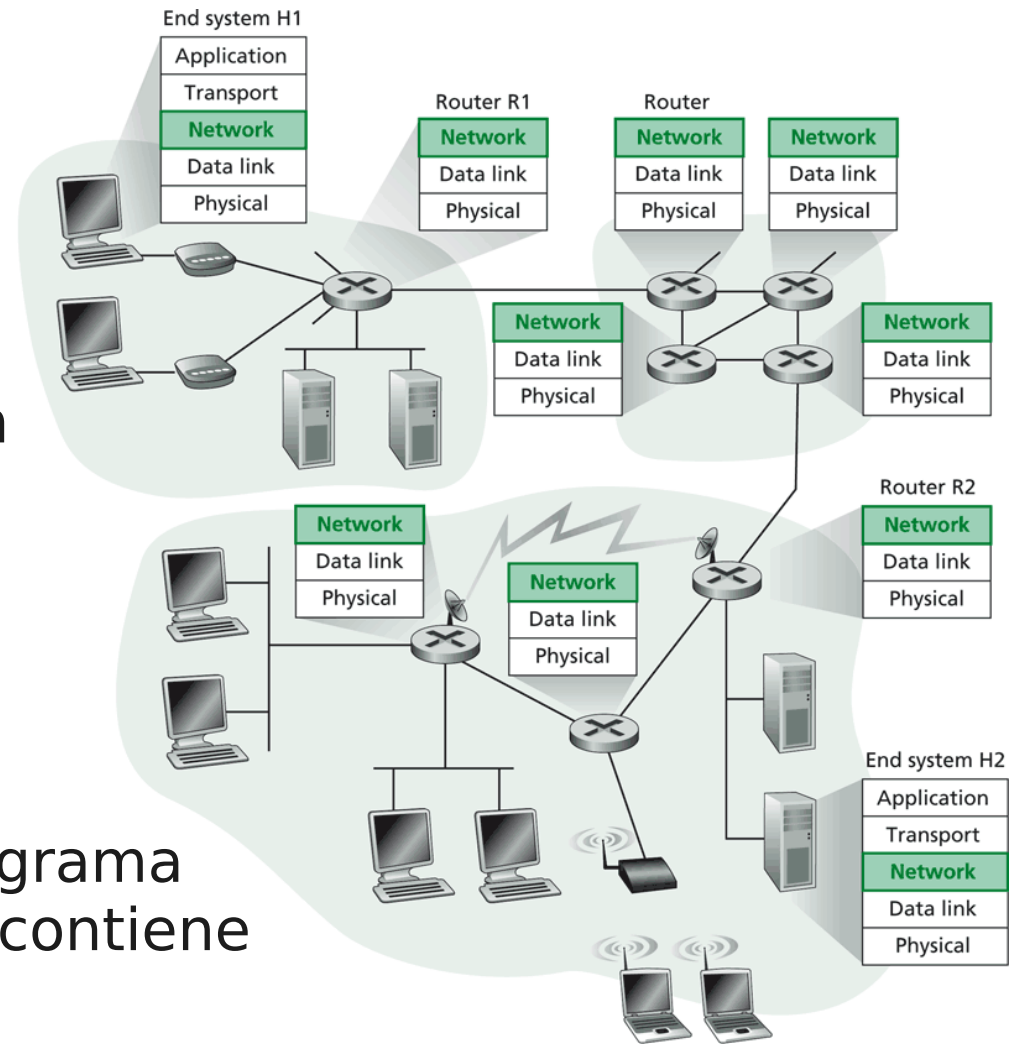


Figure 4.1 ♦ The network layer

La Capa de Red Router

Los routers son los elementos que tienen un papel destacado en esta capa

Se encuentran conectados a más de una red, moviendo datos entre redes.

- Enrutamiento **Routing** (Estimar la mejor ruta)
- Reenvío **Forwarding**
- Restringir broadcast a la red LAN

Centros de conmutación

- Transfieren paquetes de los buffers de entrada a los buffers apropiados
- Tasa de conmutación: Tasa a la cual los paquetes son transferidos de entradas a salidas.

Si hay N entradas, es deseable que la tasa de conmutación sea N veces la tasa de entrada por enlace.

La Capa de Red

Dos grandes arquitecturas

Circuitos Virtuales

Las redes de circuitos virtuales proveen un servicio de conexión de capa de red

Similar a los servicios orientados a la conexión de la capa de transporte

La complejidad reside en el centro de la red

Redes de datagramas

No es un servicio de conexión

- Sistemas terminales inteligentes
- Muchos tipos de enlaces con características variables haciendo difícil brindar un servicio uniforme

IPv4

IP v4 es la primer versión implementada en producción en ARPANET y es la que funciona en la mayor parte de los sistemas al día de hoy.

Utiliza direcciones de 32 bits ($2^{32} = 4.294.967.296$) de las cuales muchas son reservadas a propósitos específicos.

- redes LAN
- broadcast
- autoreferencia

La gran cantidad de dispositivos conectados a Internet han agotado las reservas de direcciones provistas por la IANA (Internet Assigned Numbers Authority) por lo que se ha impulsado la implementación de su remplazo IP v6

IPv4

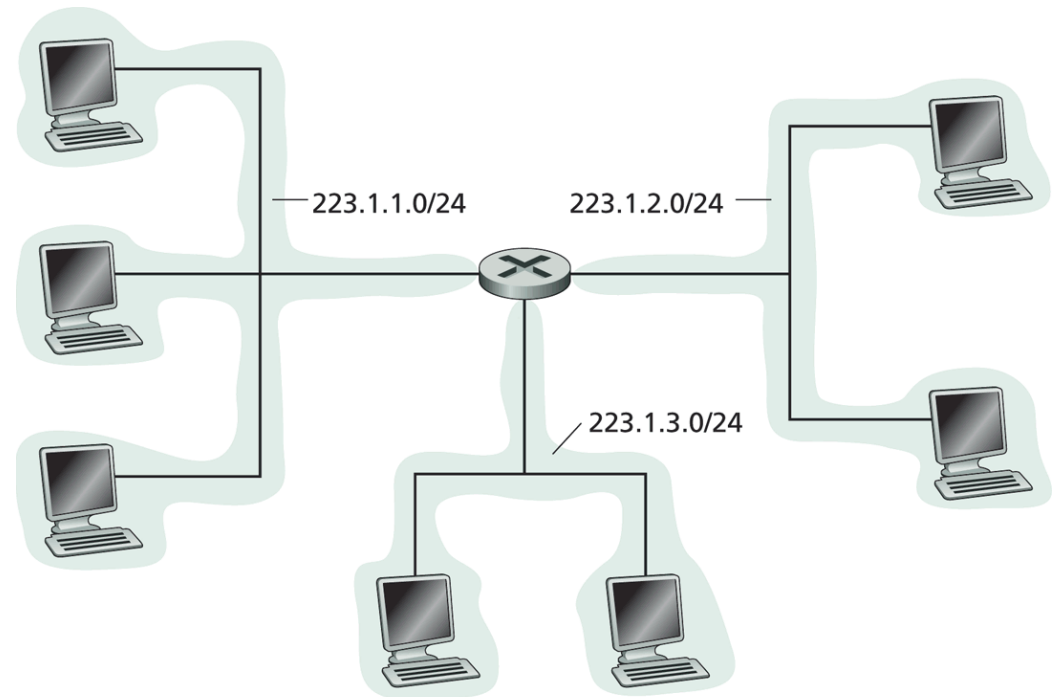
Subredes

La dirección IP se divide

- Parte de la subred
(bits más altos)
- Parte del host
(bits más bajos)

¿Qué es una subred?

- Interfaces de dispositivos con la misma sección de subred en sus IPs
- Pueden alcanzarse físicamente sin la intervención de un router



Máscara de subred: /24

los 24 bits más a la izquierda de la dirección IP son iguales

IPv4

Subredes

Redes de Clases (classful)

Se utilizaban los primeros octetos para determinar la red.

- Clase A - (x.255.255.255)
- Clase B - (x.x.255.255)
- Clase C - (x.x.x.255)

CIDR: Classless InterDomain Routing

- Porción de subred de la dirección de un largo arbitrario
- Formato de la dirección: a.b.c.d/x, donde x indica el número de bits que conforman la subred.

IPv6

Motivación:

- El espacio de direcciones IP de 32 bits insuficiente
- Mejoras al protocolo en base a la experiencia de su uso

Características:

- Direcciones IP de 128bits
- Cabecera de largo fijo 40bytes
- Prioridad y etiquetado de flujo
- No se permite fragmentación
- Se eliminó el checksum
- No se incluyen opciones
(Posibles fuera del cabezal)

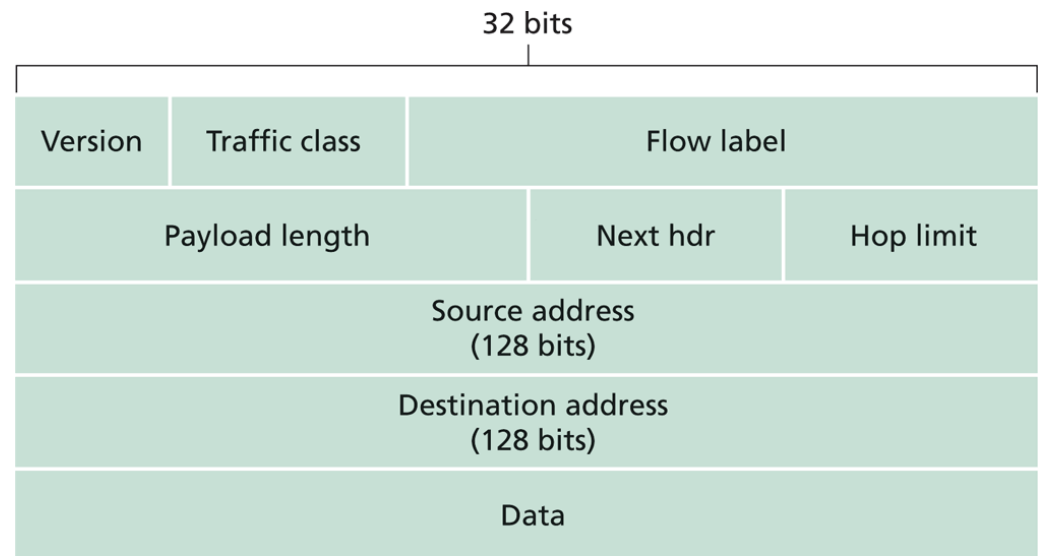


Figure 4.22 ♦ IPv6 datagram format

IPv6

Transición de IPv4 a IPv6

No todos los sistemas son compatibles

Transición gradual utilizando ambas versiones a un mismo tiempo.

Nodos IPv6/IPv4 [RFC 4213]

Nodos que funcionan con las dos versiones y son capaces de recibir y enviar paquetes en cualquiera de ellas.

DNS debe poder enviar la dirección en la versión que el nodo solicitante pueda procesar.

Tanto el host emisor como el receptor deben soportar IPv6



IPv6

Pila Dual

Se perderán campos específicos de IPv6

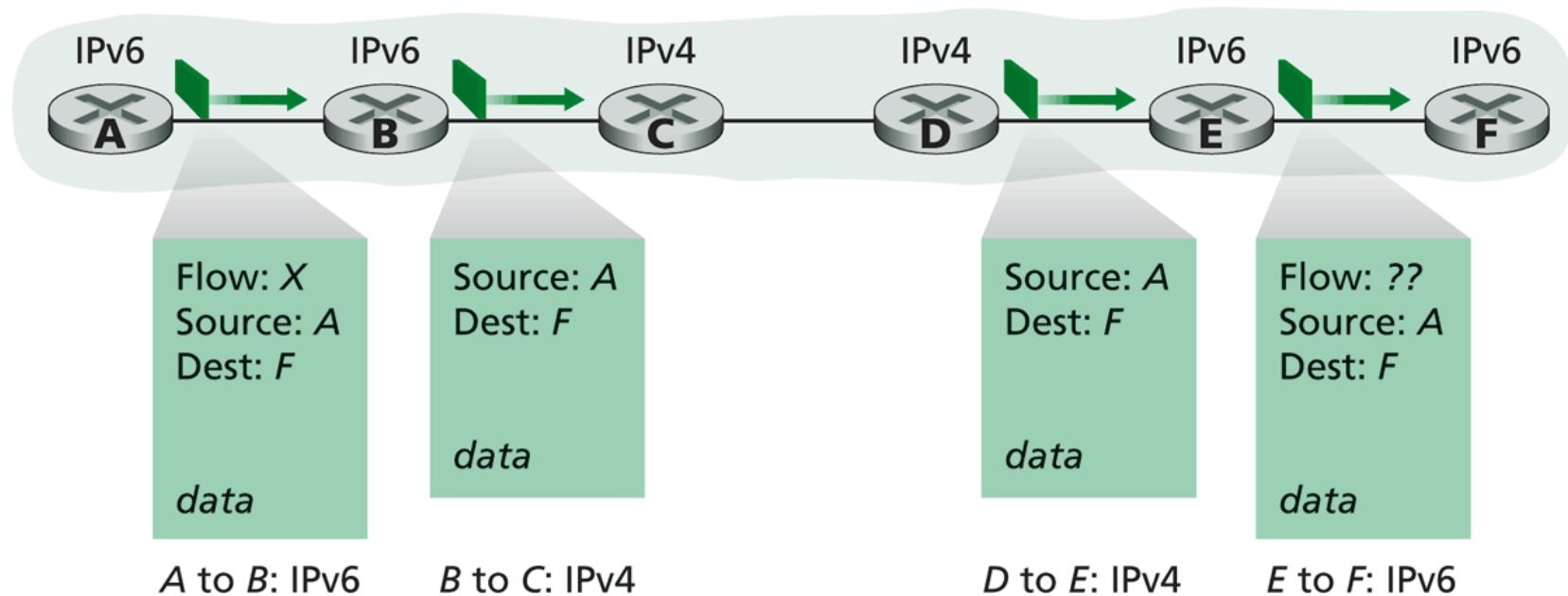


Figure 4.23 ♦ A dual-stack approach

IPv6

Tunelización

Se encapsulan los datagramas IPv6 dentro de la carga útil de un datagrama IPv4 con dirección al próximo router IPv6

Logical view



Physical view

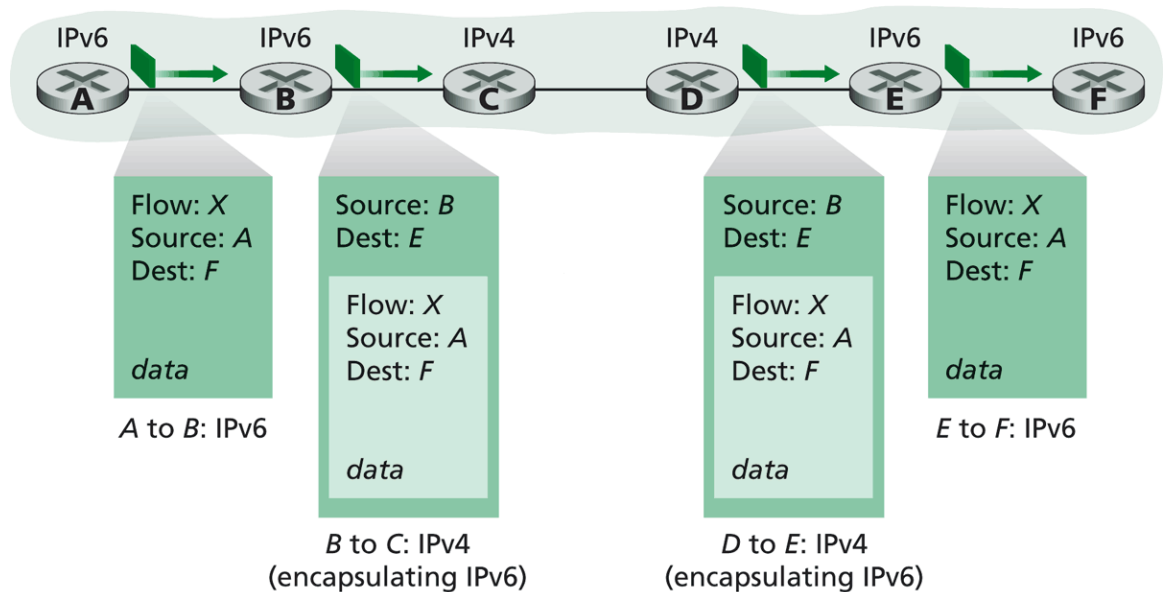


Figure 4.24 ♦ Tunneling

ICMP

Protocolo de mensajes de control de Internet

Se utiliza principalmente para la generación de mensajes de error.

Ej: Red de destino inalcanzable

Un router no ha podido encontrar una ruta hasta el host especificación

Los mensajes se envían como carga útil de IP

ICMP se especifica como el protocolo de la capa superior.

Los mensajes cuentan con un campo tipo y un campo código y contienen la cabecera y los primeros 8bytes del paquete que produjo el error.

ICMP no sólo se utiliza para indicar errores

Ej: solicitud y respuesta de eco. (Ping)



ICMP

ICMP Type	Code	Description
0	0	echo reply (to ping)
3	0	destination network unreachable
3	1	destination host unreachable
3	2	destination protocol unreachable
3	3	destination port unreachable
3	6	destination network unknown
3	7	destination host unknown
4	0	source quench (congestion control)
8	0	echo request
9	0	router advertisement
10	0	router discovery
11	0	TTL expired
12	0	IP header bad

Figure 4.21 ♦ ICMP message types

Direccionamiento IP

¿Cómo se obtiene la dirección IP?

Forma estática

- Asignada directamente por un administrador del equipo

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

- Protocolo para obtener dirección IP de forma dinámica

Permite a los hosts obtener sus direcciones IP de forma dinámica de un servidor de red cuando se conecta a la red.

- Permite la reutilización de direcciones
- Brinda:
 - Máscara de subred
 - Dirección del gateway predeterminado
 - dirección de servidor DNS local

Routing y Forwarding

Los algoritmos de enrutamiento determinarán los valores de reenvío

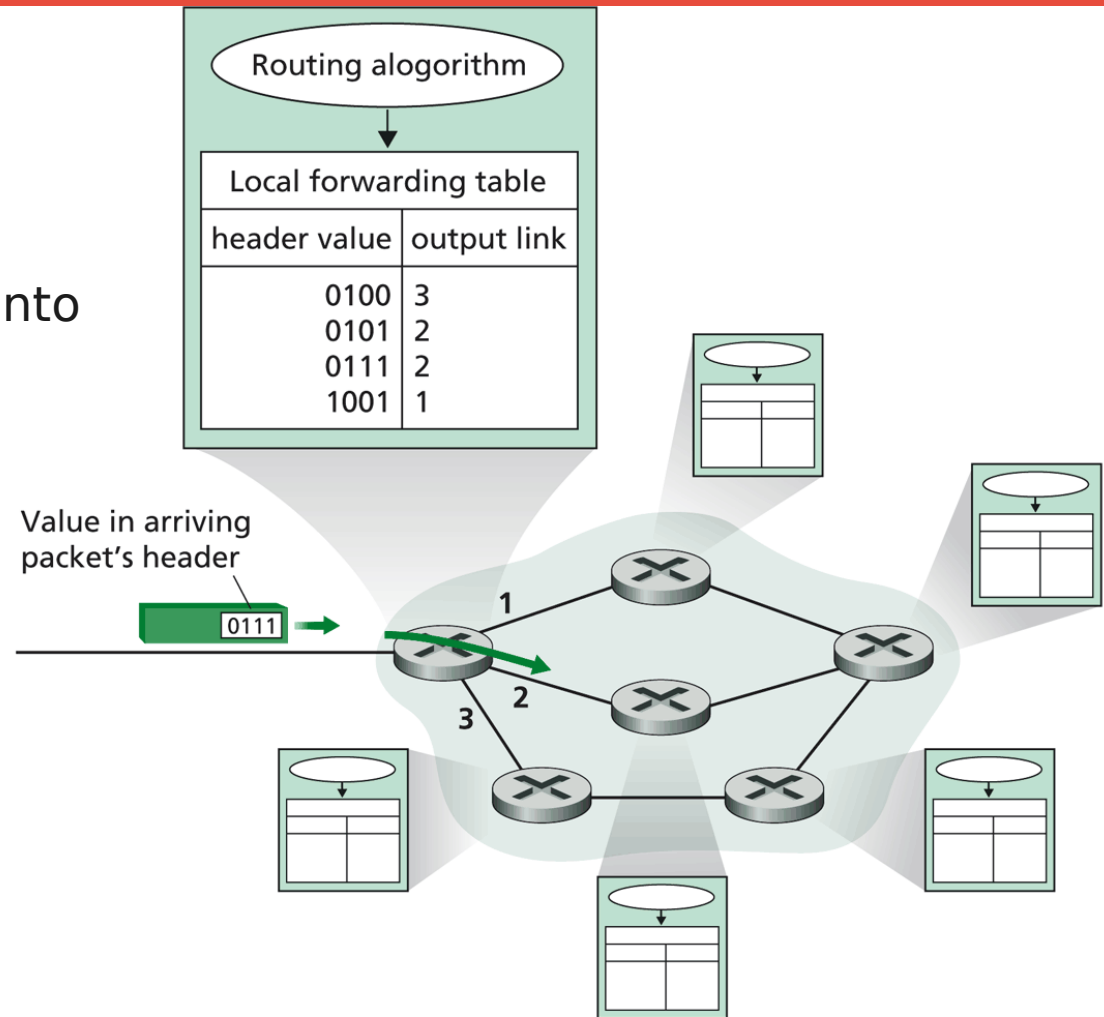


Figure 4.2 ♦ Routing algorithms determine values in forwarding tables

Routing y Forwarding

Routing

Enrutamiento: Determinar la ruta tomada por los paquetes desde origen a destino

Se ejecutan en los routers los cuales intercambian información y mediante cálculos determinan las tablas de reenvío.

El objetivo del enrutamiento es encontrar buenas rutas desde el emisor hasta el receptor a través de la red de routers.

Forwarding:

Reenvío: Mover paquetes desde un enlace de entrada de un router a la salida apropiada.

Llega un paquete a un router y en base a una tabla de reenvío determina la interfaz de enlace a la que tiene que dirigir al paquete.



Algoritmos de enrutamiento

Distintos tipos:

- Algoritmo de enrutamiento global
Utiliza el conocimiento global y completo de la red.
 - **LS** Por estado de enlaces (Link status)
- Algoritmo de enrutamiento descentralizado
El costo se calcula de forma iterativa y distribuída.
 - **DV** Por vector de distancias (Distance Vector)

Enrutamiento estático y dinámico

- **Estático**, las rutas cambian muy poco. (intervención humana)
- **Dinámico**, respuesta directa a cambios en la topología o costos.
- **Sensibles a la carga**, costes varían dinámicamente en función a la congestión.

Enrutamiento Jerárquico

Separar enrutadores en regiones:

“Sistemas autónomos” (AS)

Los enrutadores en el mismo AS corren el mismo protocolo de enrutamiento

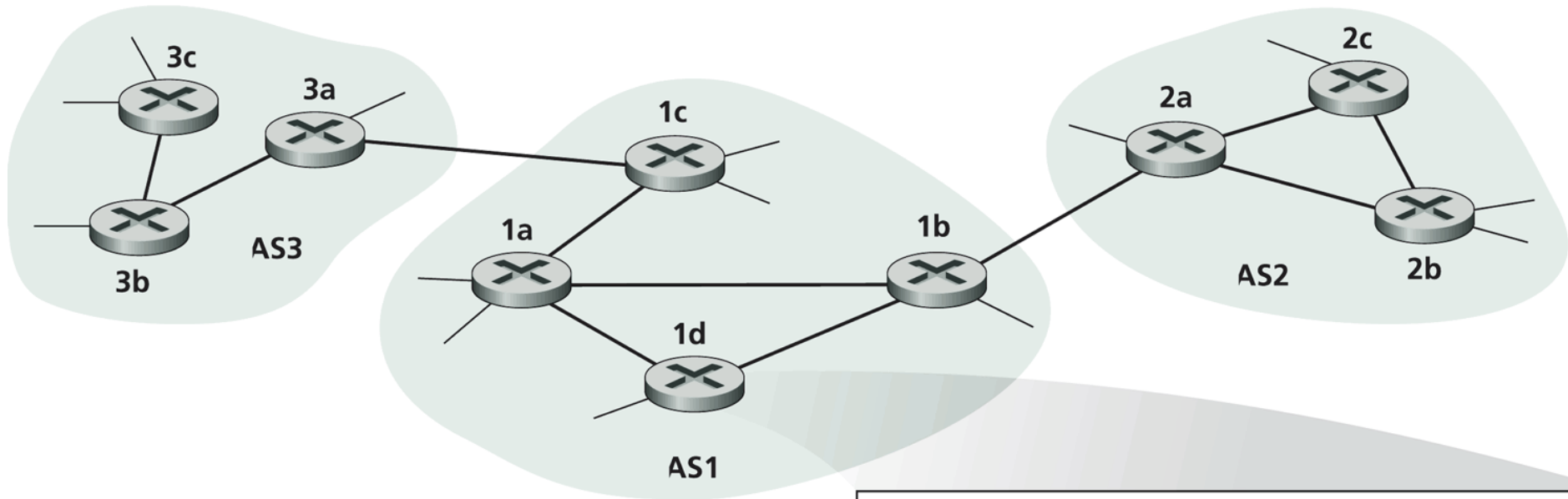
- Protocolo de enrutamiento “intra-AS”
- Routers en diferentes AS pueden correr diferentes protocolos de enrutamiento

Router de puerta de enlace

- Routers en el borde de su AS
- Tiene un enlace hacia un enrutador en otro AS

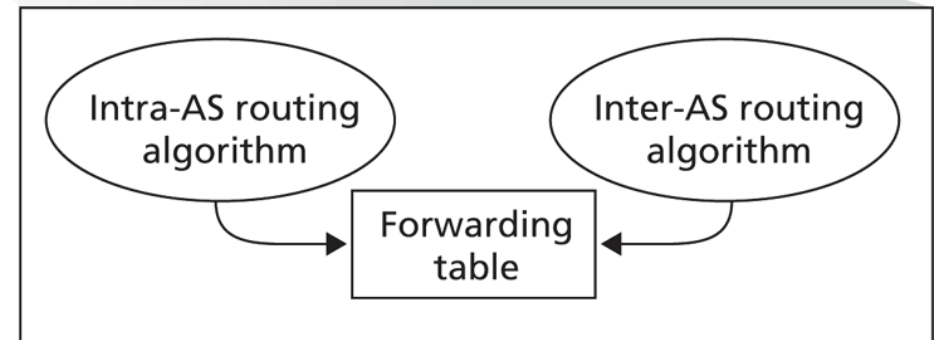
Enrutamiento Jerárquico

Sistemas autónomos conectados



Las tablas de reenvío son configuradas por protocolos de enrutamiento intra-AS e inter-AS

- Intra-AS entradas internas
- Intra-AS e Inter-AS para entradas externas



AS (Autonomous System)

Algoritmos Intra-AS

RIP (Routing Information Protocol)

- Costos en número de hops (máximo 15)
- Algoritmo DV
- Mensajes sobre UDP

OSPF (Open shortest path first)

- Algoritmo Link State
- Se utiliza un inundado de paquetes
- Mensajes sobre IP

Enrutamiento inter-AS en Internet

BGP (Border Gateway Protocol)

El algoritmo usado en Internet para routing inter-AS

Provee a cada AS:

- Buenas rutas hacia otras redes basado en la topología de los AS's y la política utilizada (por contrato algunos AS no pueden reenviar paquetes hacia otros)
- Permite a una subred avisar de su existencia al resto de Internet.