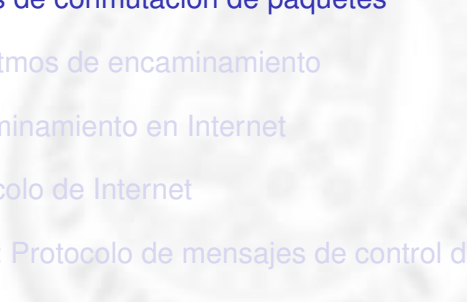


Índice

- 1 Introducción
- 2 Redes de conmutación de paquetes
- 3 Algoritmos de encaminamiento
- 4 Encaminamiento en Internet
- 5 Protocolo de Internet
- 6 ICMP: Protocolo de mensajes de control de Internet
- 7 DHCP: Protocolo de configuración dinámica de hosts
- 8 NAT: Traducción de direcciones de red

- ◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

Índice

- 
- 1 Introducción
 - 2 Redes de conmutación de paquetes**
 - 3 Algoritmos de encaminamiento
 - 4 Encaminamiento en Internet
 - 5 Protocolo de Internet
 - 6 ICMP: Protocolo de mensajes de control de Internet
 - 7 DHCP: Protocolo de configuración dinámica de hosts
 - 8 NAT: Traducción de direcciones de red

Redes de conmutación de paquetes

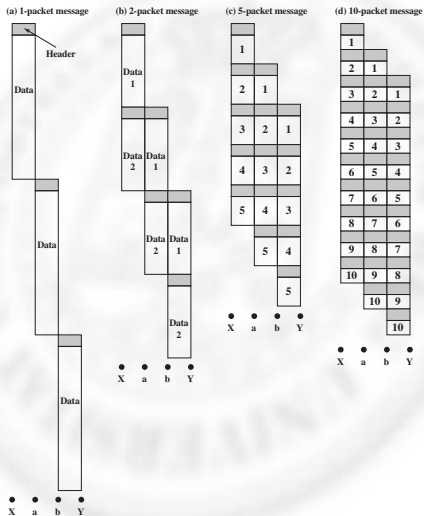
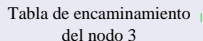


Figure 10.2 Effect of Packet Size on Transmission Time

Ejemplo



Introducción

Capa de red en Internet: IP

- Tipo datagrama: se encaminan los paquetes en función de la dirección destino que contienen
- Sin estado: cada paquete se trata de forma independiente
- Red no fiable: servicio de mejor esfuerzo.
 - No se garantiza la entrega de paquetes (ni el orden)
 - Ni la entrega en un tiempo determinado
 - Entrega el mayor número de paquetes, aunque algunos se pierdan
- Permite la interconexión de redes de diferentes tecnologías (interred)

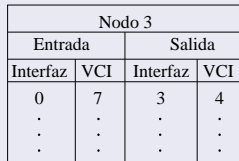
Los circuitos virtuales

- Cada uno mantiene una tabla de encaminamiento de información:
- Interfaz de entrada del circuito virtual
- Identificador del circuito virtual **VCI**
- Interfaz de salida por la que los paquetes de cada uno de ellos dejan el nodo
- Identificador de salida del circuito virtual
- Paquete que llega por una interfaz con un VCI
- En la interfaz indicada en la tabla con el VCI

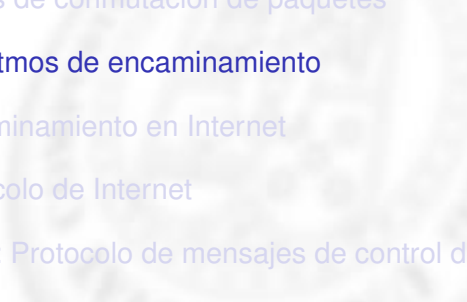
- Cada nodo mantiene una tabla de encaminamiento con la siguiente información:
 - Interfaz de entrada del circuito virtual
 - Identificador del circuito virtual **VCI**
 - Interfaz de salida por la que los paquetes de ese circuito virtual dejan el nodo
 - Identificador de salida del circuito virtual
- Un paquete que llega por una interfaz con un VCI, se coloca en la interfaz indicada en la tabla con el nuevo VCI

- Cada nodo mantiene una tabla de encaminamiento con la siguiente información:
 - Interfaz de entrada del circuito virtual
 - Identificador del circuito virtual **VCI**
 - Interfaz de salida por la que los paquetes de ese circuito virtual dejan el nodo
 - Identificador de salida del circuito virtual
- Un paquete que llega por una interfaz con un VCI, se coloca en la interfaz indicada en la tabla con el nuevo VCI

Ejemplo



Índice

- 
- 1 Introducción
 - 2 Redes de conmutación de paquetes
 - 3 Algoritmos de encaminamiento**
 - 4 Encaminamiento en Internet
 - 5 Protocolo de Internet
 - 6 ICMP: Protocolo de mensajes de control de Internet
 - 7 DHCP: Protocolo de configuración dinámica de hosts
 - 8 NAT: Traducción de direcciones de red

- Encaminamiento o rutado:
 - Camino mínimo entre el origen y el destino
 - El nodo destino está conectado a un router (destino)
 - El algoritmo se limita a encontrar el camino más corto
- Encontrar el camino mínimo entre todos los nodos del grafo
- Los enlaces (aristas) del grafo tienen un peso (coste) que puede ser: distancia, velocidad, carga del enlace, costo económico, etc.

Clasificación

- Estáticos o dinámicos
 - Estáticos: solo cambian cuando cambia la topología de red o se modifican manualmente parámetros
 - Dinámicos: se ejecutan periódicamente de forma automática. Los usados actualmente en Internet
- Sensibles o insensibles a la carga
 - Sensibles: el coste de los enlaces varía dinámicamente
 - Pueden provocar que los mensajes queden atrapados en un ciclo
 - En Internet son insensibles a la carga

Encaminamiento de estado de los enlaces

Algoritmo de Dijkstra (1959)

- Busca el camino más corto entre dos vértices de un grafo pesado
- Variante del algoritmo, *forward search*:
 - El nodo N quiere calcular su tabla de routing a partir de los LSP (*link state packet*) que ha recibido
 - Cada nodo tiene 2 listas: *Confirmado* y *Provisional*
 - Cada elemento de las listas indican el coste para alcanzar un nodo y el siguiente salto
 - $(M, 5, L)$, indica que de N se alcanza M a coste 5 a través de L
 - Inicializa la tabla *Confirmado* con una entrada para N con coste 0 ($(N, 0, -)$)
 - Sigue el siguiente algoritmo:

- ◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡

Algoritmo de Dijkstra



Paso	Confirmado	Provisional	Comentarios
1	(D,0,-)		D es el único elemento inicial de Confirmado
2	(D,0,-)	(B,11,B) (C,2,C)	El LSP de D dice que puede alcanzar B a coste 11, y C a coste 2. Lo pone en Provisional .
3	(D,0,-) (C,2,C)	(B,11,B)	Pasa el miembro de Provisional con menor coste (C) a Confirmado , y examina su LSP.
4	(D,0,-) (C,2,C)	(B,5,C) (A,12,C)	El coste de alcanzar B a través de C es 5, así que reemplaza (B,11,B) por (B,5,C). El LSP de C indica que puede alcanzar A con coste 10+ 2 a través de C.
5	(D,0,-) (C,2,C) (B,5,C)	(A,12,C)	Pasa el miembro de Provisional con menor coste (B) a Confirmado , y examina su LSP.
6	(D,0,-) (C,2,C) (B,5,C)	(A,10,C)	El LSP de B dice que puede alcanzar A a coste 5, así que cambia (A,12,C) por (A,10,C) (el coste D-B es 5 a través de C)
7	(D,0,-) (C,2,C) (B,5,C) (A,10,C)		Pasa el miembro de Provisional con menor coste (A) a Confirmado , y ya está.

Encaminamiento de estado de los enlaces

Complejidad algorítmica del algoritmo de Dijkstra

- Complejidad cuadrática, $O(n^2)$

Ventajas

- Se estabiliza rápidamente
- No genera mucho tráfico
- Responde rápidamente a cambios en la topología o fallos de nodos

Inconvenientes

- La cantidad de información (LSPs) almacenada en cada nodo puede ser bastante grande \Rightarrow
 - Problemas de escalabilidad

- 299

Ejemplo

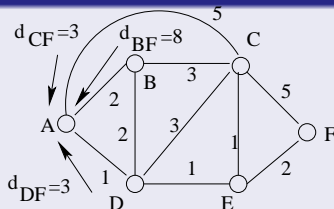
- Nodos B, C y D envían a A la distancia a F
- A calcula las distancias

$$D_{A,F}(B) = c_{A,B} + d_{B,F} = 2 + 8 = 10$$

$$D_{A,F}(C) = c_{A,C} + d_{C,F} = 5 + 3 = 8$$

$$D_{A,F}(D) = c_{A,D} + d_{D,F} = 1 + 3 = 4$$

- La tabla de distancias para A



		distancia por		
		B	C	D
destino
	F	10	8	4

Ejemplo

- A comunica a sus vecinos la distancia a F,
 $d_{A,F} = \min_z D_{A,F}(z) = 4$
- Después de ciertas iteraciones, converge

		distancia por		
		B	C	D
destino	B	2	8	3
	C	5	5	3
	D	4	7	1
	E	5	6	2
	F	7	8	4

Tabla de distancias de A

destino	salida
B	B
D	D
C	D
E	D
F	D

Tabla de rutas de A

Encaminamiento de vector de distancias

Características

- Intercambio de actualizaciones con los vecinos
 - Periódicamente
 - Cuando un cambio en su tabla o en el coste de un enlace
 - Disminución del coste de un enlace: actualización rápida de las tablas
 - Aumento del coste de un enlace: algunos problemas. Se resuelve con diversas técnicas: horizonte dividido e inverso envenenado
- Iterativo: puede necesitar muchas iteraciones. Peor que EE.
- Menos robusto que EE: si un nodo calcula mal sus distancias, todos usarán esos valores incorrectos

- ◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ≡ ≡ ≡ ↺ 🔍 ↻

Encaminamiento en Internet

Protocolos usados en Internet

- Intradominio o internos al SA (IGP): RIP y OSPF
- Interdominio o entre SAs: BGP

Categoría	Protocolo	Tipo	Protocolos transporte/red
intra-autónomo	RIP	VD	UDP/IP (puerto 520)
	OSPF	EE	propio/IP (puerto 89)
inter-autónomo	BGP	VD	TCP/IP (puerto 179)

- Protocolos de la capa de aplicación

RIP (*Routing Information Protocol*)

Protocolo de información de encaminamiento

- Encaminamiento intradominio basado en vector de distancias
- Considera que el coste de los enlaces es 1 y distancia máxima 15
- Mensajes RIP solo a los nodos vecinos
 - Mensajes de petición RIP: solicitan información
 - Mensajes de respuesta RIP: lista de hasta 25 redes internas al SA
 - También de forma automática cada 30 s. a sus vecinos. Si no se recibe respuesta en 180 s., se considera caído

OSPF (*Open Shortest Path First*)

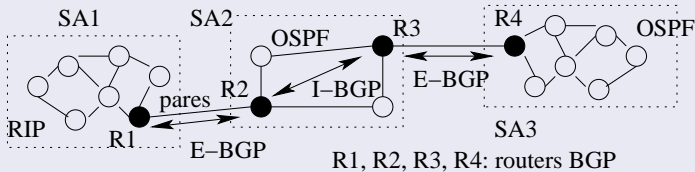
Protocolo abierto de primero el camino más corto

- Abierto: algoritmo libre
- Encaminamiento intradominio basado en estado de los enlaces
- Más avanzado que RIP, pensado para reemplazarlo
- Mensajes OSPF se difunden a todos los nodos
 - Cuando se producen cambios
 - Periódicamente, al menos cada 30 minutos
 - Cada router obtiene información completa del SA
- Mensajes HELLO a cada vecino, para comprobar que el enlace está OK
- Posibilidad de interrogar a un vecino para obtener la toda la información
- El coste de los mensajes los pone el administrador

BGP (*Border Gateway Protocol*)

Protocolo de pasarela de frontera

- Protocolo interdominio estándar en Internet (BGP4)
- Comunica routers pasarela de frontera



- Cada SA puede usar el protocolo intradominio que desee
- Dos tipos de comunicaciones:
 - Entre routers BGP vecinos, *pares* BGP. Se usa E-BGP
 - Entre routers del mismo SA, considerados vecinos lógicos. Se usa I-BGP

BGP (*Border Gateway Protocol*)

Protocolo de pasarela de frontera

- Protocolo similar al de vector de distancias, se intercambian rutas completas (vector de rutas)
- Cada SA se identifica por un número de sistema autónomo único
- Los administradores pueden decidir las políticas de encaminamiento

red destino	métrica
x	4

Ejemplo de mensaje en RIP

red destino	ruta
x	SA1/SA2/SA3/S4

Ejemplo de mensaje en BGP

Índice

- 1 Introducción
- 2 Redes de conmutación de paquetes
- 3 Algoritmos de encaminamiento
- 4 Encaminamiento en Internet
- 5 Protocolo de Internet**
- 6 ICMP: Protocolo de mensajes de control de Internet
- 7 DHCP: Protocolo de configuración dinámica de hosts
- 8 NAT: Traducción de direcciones de red

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ◻ ↺ 🔍 ↻

IP (*Internet Protocol*)

Direccionamiento IPv4

	32 bits																Rango de direcciones									
Clase																										
A	0	Red								Estación								1.0.0.1 hasta 126.255.255.254								
B	10	Red								Estación								128.0.0.1 hasta 191.255.255.254								
C	110			Red								Estación						192.0.0.1 hasta 223.255.255.254								
D	1110			Dirección multicast														224.0.0.1 hasta 239.255.255.254								
E	11110			Reservado para uso futuro														> 240.0.0.1								

Direccionamiento IPv4

Proporción redes-máquinas

- Restricción: un campo de red o de host no puede estar todo a 1s o todo a 0s

- Según esto tenemos:

Clase A: 126 ($2^7 - 2$) redes con ≈ 16 millones de estaciones cada una ($2^{24} - 2 = 16777214$)

Clase B: 16384 (2^{14}) redes con 65534 ($2^{16} - 2$) estaciones cada una

Clase C: ≈ 2 millones de redes ($2^{21} = 2097152$) con 254 estaciones cada una ($2^8 - 2$)

Direccionamiento IPv4

Direcciones especiales reservadas

- Identificación de redes: el n° de red y el resto a 0
- Ejemplos:
 - Clase A → 10.0.0.0
 - Clase B → 172.16.0.0
 - Clase C → 193.144.84.0
- Dirección de broadcast: el n° de red y el resto a 1
- Ejemplos:
 - Clase A → 10.255.255.255
 - Clase B → 172.16.255.255
 - Clase C → 193.144.84.255

Direccionamiento IPv4

Direcciones especiales reservadas

- Algunas direcciones reservadas por el IANA:
 - 0.0.0.0 → *Esta red*. Para arrancar sistemas sin disco (protocolo DHCP, también encaminamiento por defecto)
 - 127.0.0.0–127.255.255.255 → la propia estación (dirección de *loopback*), se suele usar la 127.0.0.1
 - 240.0.0.0–255.255.255.254 → reservadas para uso futuro
 - 255.255.255.255 → difusión a toda la red (protocolo DHCP)
- Descritas en el RFC 3330

Direccionamiento IPv4

Subredes

- Problema: el número de estaciones en una red puede ser demasiado grande \Rightarrow dificultades de administración
- Solución: dividir la red en subredes, que se gestionen de forma independiente pero que actúen como una sola de cara al exterior

Máscara de subred

- Utilizamos parte del campo estación para indicar la subred
- Empleamos *máscaras* para delimitar la subred
- Formato de máscara: 32 bits de los que los n más significativos están a 1 y los $32 - n$ restantes a 0
- Ejemplo: máscara de 27 bits, se denota como sufijo /27
 $255.255.255.224 \equiv 11111111.11111111.11111111.11100000$

Direccionamiento IPv4

Ejemplo de máscara

- Dirección clase C 193.168.17.0/27 (o máscara 255.255.255.224)
 - Los 24 primeros bits indican la red (192.168.17)
 - Los 3 siguientes la subred
 - Los 5 últimos la posición de la estación en la subred
 - Tenemos $2^3 = 8$ subredes, con $2^5 - 2 = 30$ estaciones por subred
 - En total, podemos direccionar $8 \times 30 = 240$ estaciones (254 en clase C sin máscara)

Direccionamiento IPv4

Ejemplo de máscara

- Dirección 193.168.17.0/27 (clase C)

Nº de subred	Dir. base	Dir. broadcast
0	193.168.17.0	193.168.17.31
1	193.168.17.32	193.168.17.63
2	193.168.17.64	193.168.17.95
3	193.168.17.96	193.168.17.127
4	193.168.17.128	193.168.17.159
5	193.168.17.160	193.168.17.191
6	193.168.17.192	193.168.17.223
7	193.168.17.224	193.168.17.255

Direccionamiento IPv4

Ejemplo de subredes

- Dirección 193.168.17.133/27

- ¿A qué subred pertenece?

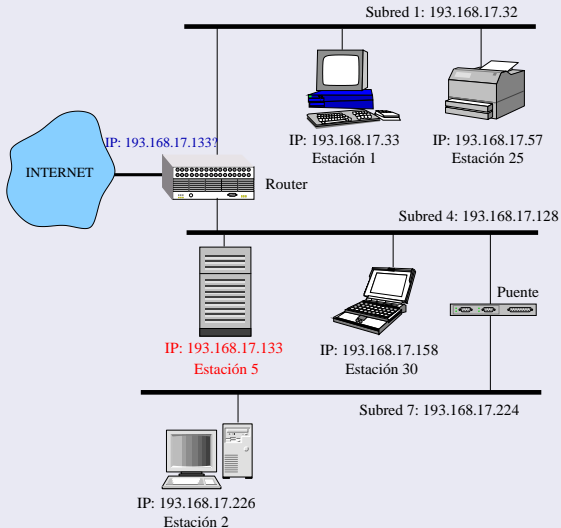
193.168.17.133	→	11000001.10101000.00010001.10000101	⊗
255.255.255.224	→	11111111.11111111.11111111.11100000	
<hr/>			
		11000001.10101000.00010001.10000000	
		Red	Subred 4

- ¿Qué posición ocupa en la subred?

193.168.17.133	→	11000001.10101000.00010001.10000101	⊗
255.255.255.224	→	00000000.00000000.00000000.00011111	
<hr/>			
		00000000.00000000.00000000.00000101	
			Estación 5

Direccionamiento IPv4

Esquema de red con subredes



Direccionamiento IPv4

Redes sin clase

- En 1993, se suprimen las clases
- Direcciones CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*)
 - Sufijo /s \Rightarrow s bits para indicar la red y $32 - s$ para indicar la estación ($2^{(32-s)} - 2$ estaciones)
- Ejemplos: 193.168.17.0/18, 130.15.0.0/8
- También se conocen como *superredes*
- Ejemplo: 193.168.173.253/18
 - N° de red: 11000001.10101000.10000000.00000000 = 193.168.128.0
 - Broadcast: 11000001.10101000.10111111.11111111 = 193.168.191.255
 - N° estación: 11000001.10101000.10101101.11111101 = estación n° 11773
 - N° total de estaciones: $2^{14} - 2 = 16382$

Direccionamiento IPv4

Subredes en redes sin clase

- Las redes con clase serían: A/8, B/16 y C/24
- Se pueden establecer también subredes

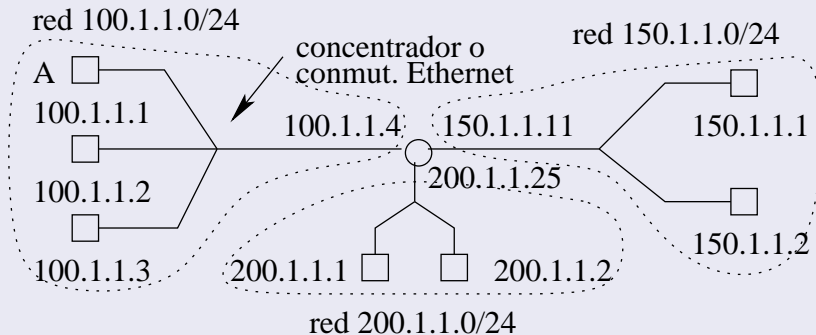
193.144.48.0/20 en dos subredes				
193	144	0011-0-000	0	subred 193.144.48.0/21
193	144	0011-1-000	0	subred 193.144.56.0/21

193.144.48.0/20 en 8 subredes				
193	144	0011-000-0	0	subred 193.144.48.0/23
193	144	0011-001-0	0	subred 193.144.50.0/23
...				
193	144	0011-111-0	0	subred 193.144.62.0/23

Direccionamiento IPv4

Ejemplo de red: 3 redes conectadas a un router

- Cada interfaz tiene una dirección IP



Direccionamiento IPv4

Ejemplo de red: 3 redes conectadas a un router

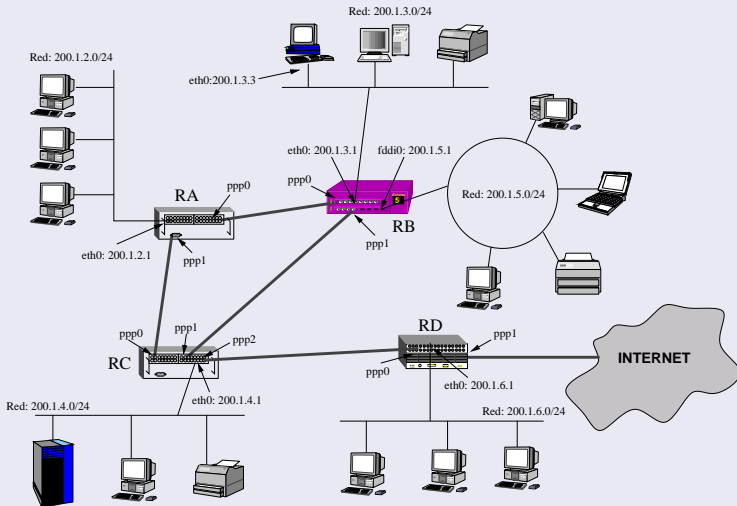
- Cada interfaz tiene una dirección IP

Tabla de rutas del host A			
destino	interfaz	gateway	métrica
100.1.1.0/24	eth0 (=100.1.1.1)	*	0
150.1.1.0/24	eth0 (=100.1.1.1)	100.1.1.4	1
200.1.1.0/24	eth0 (=100.1.1.1)	100.1.1.4	1

Tabla de rutas del router			
destino	interfaz	gateway	métrica
100.1.1.0/24	eth0 (=100.1.1.4)	*	0
150.1.1.0/24	eth1 (=150.1.1.11)	*	0
200.1.1.0/24	eth2 (=200.1.1.25)	*	0

Direcccionamiento IPv4

Ejemplo de red



Direccionamiento IPv4

Ejemplo de red: tablas de reenvío de los routers

ROUTER A			ROUTER B		
Red destino	Gateway	Interfaz	Red destino	Gateway	Interfaz
200.1.2.0	200.1.2.1	eth0	200.1.2.0	*	ppp0
200.1.3.0	*	ppp0	200.1.3.0	200.1.3.1	eth0
200.1.4.0	*	ppp1	200.1.4.0	*	ppp1
200.1.5.0	*	ppp0	200.1.5.0	200.1.5.1	fddi0
200.1.6.0	*	ppp1	200.1.6.0	*	ppp1
0.0.0.0	*	ppp1	0.0.0.0	*	ppp1

ROUTER C			ROUTER D		
Red destino	Gateway	Interfaz	Red destino	Gateway	Interfaz
200.1.2.0	*	ppp0	200.1.2.0	*	ppp0
200.1.3.0	*	ppp1	200.1.3.0	*	ppp0
200.1.4.0	200.1.4.1	eth0	200.1.4.0	*	ppp0
200.1.5.0	*	ppp1	200.1.5.0	*	ppp0
200.1.6.0	*	ppp2	200.1.6.0	200.1.6.1	eth0
0.0.0.0	*	ppp2	0.0.0.0	*	ppp1

Direccionamiento IPv4

Ejemplo de red: tablas de reenvío de un host

Sistema 200.1.3.3

<u>Red destino</u>	<u>Gateway</u>	<u>Interfaz</u>
127.0.0.1	*	lo
200.1.3.0	*	eth0
0.0.0.0	200.1.3.1	eth0

- Consulta de las tablas de rutas en linux: `route [-n]`

Direccionamiento IPv4

Tabla de reenvío de los routers

Tabla de reenvío de un router			
destino	interfaz	gateway	métrica
...
194.24.0.0/21	int_i	*	i saltos
194.24.8.0/22	int_j	*	j saltos
194.24.16.0/20	int_k	*	k saltos
...
0.0.0.0 (por defecto)	int_x	*	x saltos

- Coincidencia del prefijo más largo
- Agregación de rutas

Direccionamiento IPv4

Reenvío de un paquete: coincidencia del prefijo más largo

- ¿Qué ocurre cuando le llega un paquete a 194.24.17.4?
 - Coincidencia de prefijo: se realiza un AND con cada máscara hasta que se produzca la coincidencia de prefijo
 - Con 194.24.0.0/21
 - 194. 24.00010001.00000100 = 194.24.17.4
 - 255.255.11111000.00000000 = 255.255.248.0
 - 194. 24.00010000.00000000 = **194.24.16.0**
 - No coincide con la dirección base de la red (194.24.0.0)
 - Con 194.24.16.0/20
 - 194. 24.00010001.00000100 = 194.24.17.4
 - 255.255.11110000.00000000 = 255.255.240.0
 - 194. 24.00010000.00000000 = **194.24.16.0**
 - Sí coincide con la dirección base de la red (194.24.16.0)
 - ⇒ se envía por la interfaz correspondiente
 - Si hubiese otra coincidencia con un prefijo más largo (máscara más grande), se reenviaría por la interfaz asociada a esa entrada

Datagrama IP

Fragmentación

- Las redes pueden especificar un tamaño máximo para los paquetes ⇒
 - Necesidad de fragmentar los datagramas en unidades más pequeñas
 - MTU: *Maximun transmission unit*, tamaño máximo de datagrama IP que puede enviarse en una trama
- Dos niveles de numeración: nº de datagrama y desplazamiento dentro del mismo
 - Uso de un bit MF *Más fragmentos* (1 en todos menos el último)
 - Bit NF indica que no se fragmenta
- El reensamblado se realiza en el sistema destino
- Se intenta evitar la fragmentación, haciendo que TCP y UDP generen segmentos pequeños (536 o 1460 bytes)

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡

IPv6

IP versión 6

- La capacidad de direccionamiento del IP actual (v.4) pronto estará en el límite
- Necesidad de simplificar el protocolo, para que los encaminadores sean más eficientes
- Proporcionar mayor seguridad
- Surge IPv6 como respuesta (inicialmente IPng)

Características de IPv6

- Direcciones de 128 bits $\Rightarrow 3,4 \times 10^{38}$ direcciones
- No existen clases
- Permite envío multicast
- Servicios en tiempo real
- Servicios de autenticación y seguridad

IPv6

Direcciones IPv6

- Representación con 8 campos de 16 bits en hexadecimal:
47CD:1234:4422:AC02:0022:1234:A456:0124
- Forma compacta si hay cadenas de ceros:
47CD:0000:0000:0000:0000:0000:A456:0124
⇔ 47CD::A456:0124
- Direcciones IPv4 escritas como IPv6
::FFFF:193.144.84.77
 - Facilitan la transición IPv4 → IPv6
- Uso de máscaras para la parte de red y de host

dirección:	3ffe:ffff:100:1:2:3:4:5/48
máscara:	ffff:ffff:ffff:0000:0000:0000:0000:0000
red:	3ffe:ffff:0100:0000:0000:0000:0000:0000

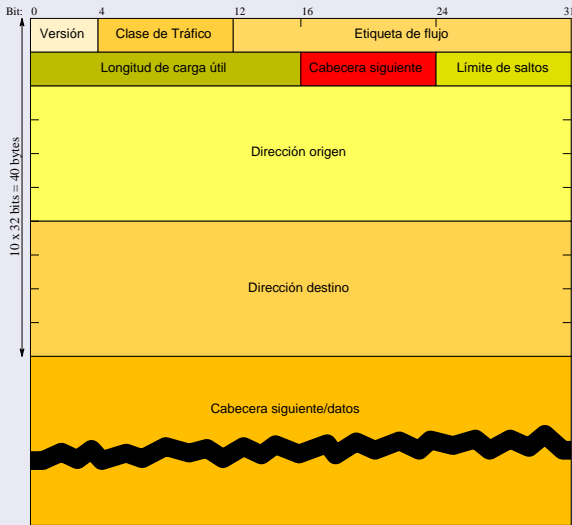
- Direcciones *unicast*, *multicast* (comienzan por ff) y *anycast* (a cualquier host de una red)

Cabecera IPv6

- 40 bytes (desaparece la longitud de cabecera), en 8 campos (menos que IPv4)
- Campos eliminados:
 - Opciones: se indican en cabeceras adicionales
 - Fragmentación: no se fragmentan. Si un datagrama es muy grande, se devuelve un mensaje ICMP
 - Numeración de los paquetes: no se numeran
 - Suma de comprobación: se ahorra procesamiento en los routers
 - Queda en la capa de transporte y posiblemente en la de enlace
- Clase de tráfico y Etiqueta de flujo (8 y 20 bits): relacionados con la QoS

IPv6

Formato del datagrama IPv6



IPv6

Transición de IPv4 a IPv6

- Debe ser gradual y coexistirán las dos
- Uso de túneles (*tunneling*)
 - Cuando los paquetes IPv6 deban pasar por routers que no soportan IPv6
 - Encapsular los paquetes IPv6 dentro de paquetes IPv4
 - Añadir cabeceras IPv4 con las direcciones de los routers que no soportan IPv6
 - Eliminar dichas cabeceras al llegar a zonas con routers IPv6

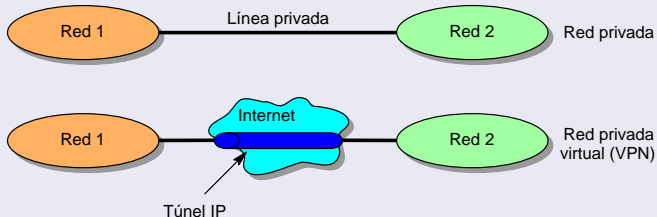
IPv4

IPv6

VPN: *Virtual Private Network*

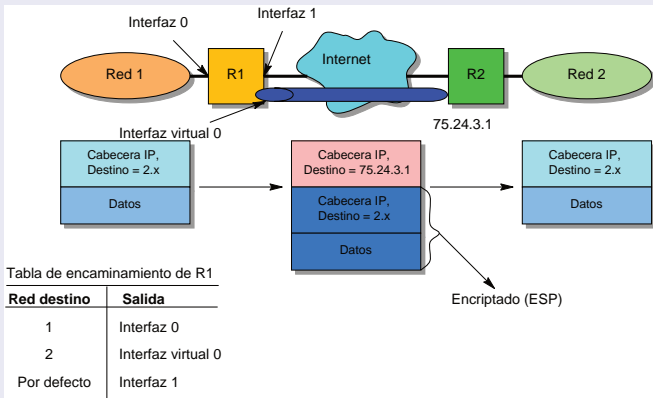
Redes privadas virtuales

- Red de una organización que utiliza la red pública para comunicarse de forma segura
- Usan sistemas de encriptación y autenticación
 - **IPsec**, protocolo de seguridad de IP para soportar comunicaciones seguras e implementar VPNs
 - También se pueden implementar mediante túneles IP



VPN: Virtual Private Network

Túneles IP



- R1 cifra el datagrama con la clave pública de R2 y le añade una cabecera con destino R2
- R2 lo descifra con su clave privada y lo envía al destino

Índice

- 1 Introducción
- 2 Redes de conmutación de paquetes
- 3 Algoritmos de encaminamiento
- 4 Encaminamiento en Internet
- 5 Protocolo de Internet
- 6 ICMP: Protocolo de mensajes de control de Internet**
- 7 DHCP: Protocolo de configuración dinámica de hosts
- 8 NAT: Traducción de direcciones de red

ICMP: *Internet Control Messages Protocol*

Protocolo de mensajes de control de Internet

- Se usa para que hosts y routers puedan informarse sobre errores o el estado de la red
- Funciona sobre IP, pero no se garantiza su entrega
- Se encapsula en un datagrama IP

Mensajes ICMP

- Tipo y código del mensaje
- Los 8 primeros bytes del datagrama que causó el mensaje

ICMP: *Internet Control Messages Protocol*

Tipos de mensajes ICMP

- *Destino inalcanzable*: lo envía un nodo a la estación origen cuando no puede alcanzar el destino o cuando el datagrama no puede fragmentarse y no puede atravesar una red (tipo ICMP 3)
- *Tiempo excedido*: cuando un nodo destruye un datagrama porque su contador llegó a 0 lo manda a la estación origen (tipo ICMP 11)
- *Ralentizar fuente*: para limitar el número de datagramas que las estaciones introducen en la red y evitar la congestión (tipo ICMP 4)
- *Solicitud de eco y Respuesta de eco*: se utilizan para ver si un destino es alcanzable y se encuentra activo (uso en ping) (tipos ICMP 8 y 0)

ICMP: *Internet Control Messages Protocol*

Tipos de mensajes ICMP

- *Problema de parámetro*: indica que se ha detectado un valor ilegal en un campo de la cabecera (tipo ICMP 12)
- *Redirigir*: se utiliza cuando un nodo se da cuenta de que hay un mejor camino para enviar el datagrama
- *Marca de tiempo y Respuesta a marca de tiempo*: para medir el retardo de la red
- *Petición de máscara de dirección y Respuesta de máscara de dirección*: empleadas cuando se usan subredes, permiten a un computador conocer la máscara de subred

- Traducción
- Selección de rutas
- Algoritmos de encaminamiento
- Encaminamiento en Internet
- Protocolo de Internet
- ICMP: Protocolo de mensajes de control de Internet
- DHCP: Protocolo de configuración dinámica de hosts
- Traducción de direcciones de red

- Traducción
- Selección de rutas
- Algoritmos de encaminamiento
- Encaminamiento en Internet
- Protocolo de Internet
- ICMP: Protocolo de mensajes de control de Internet
- DHCP: Protocolo de configuración dinámica de hosts
- Traducción de direcciones de red

Funcionamiento

