



Direccionamiento

Ing. Norberto Gaspar Cena
Redes de Información

4to Año Ingeniería en Sistemas de Información

Direccionamiento

- Nivel de direccionamiento
 - Se asocia una dirección única con cada sistema final y a cada sistema intermedio
 - Dirección a nivel de red:
 - TCP/IP Dirección de IP.
 - OSI Punto de Acceso al Servicio de Red (NSAP)
 - Los datos son dirigidos a procesos de las capas superiores
 - Puerto en TCP/IP – SAP en OSI
 - Por ej. Correo electrónico, transferencia de archivos. El SAP debería ser único?. Múltiples transferencias?
- Alcance del direccionamiento
 - Ausencia de ambigüedad global (Sinónimos Permitidos)
 - Aplicabilidad global (e2e)

Direccionamiento

- Identificador de conexión
 - Transferencias orientadas a la conexión
 - Reducción de la sobrecarga
 - Encaminamiento
 - Multiplexación
 - Uso de información de estado
 - Transferencias no orientadas a la conexión
- Modo de direccionamiento
 - Una dirección podría referirse a un sistema individual o a varios
 - Unicast
 - Multicast
 - Broadcast

Servicios de transmisión

- Prioridad
 - Ej. Mensajes de control
- Calidad de servicio
 - Umbral de retardo máximo o Umbral de requerimiento mínimo
- Seguridad
 - Restringir accesos

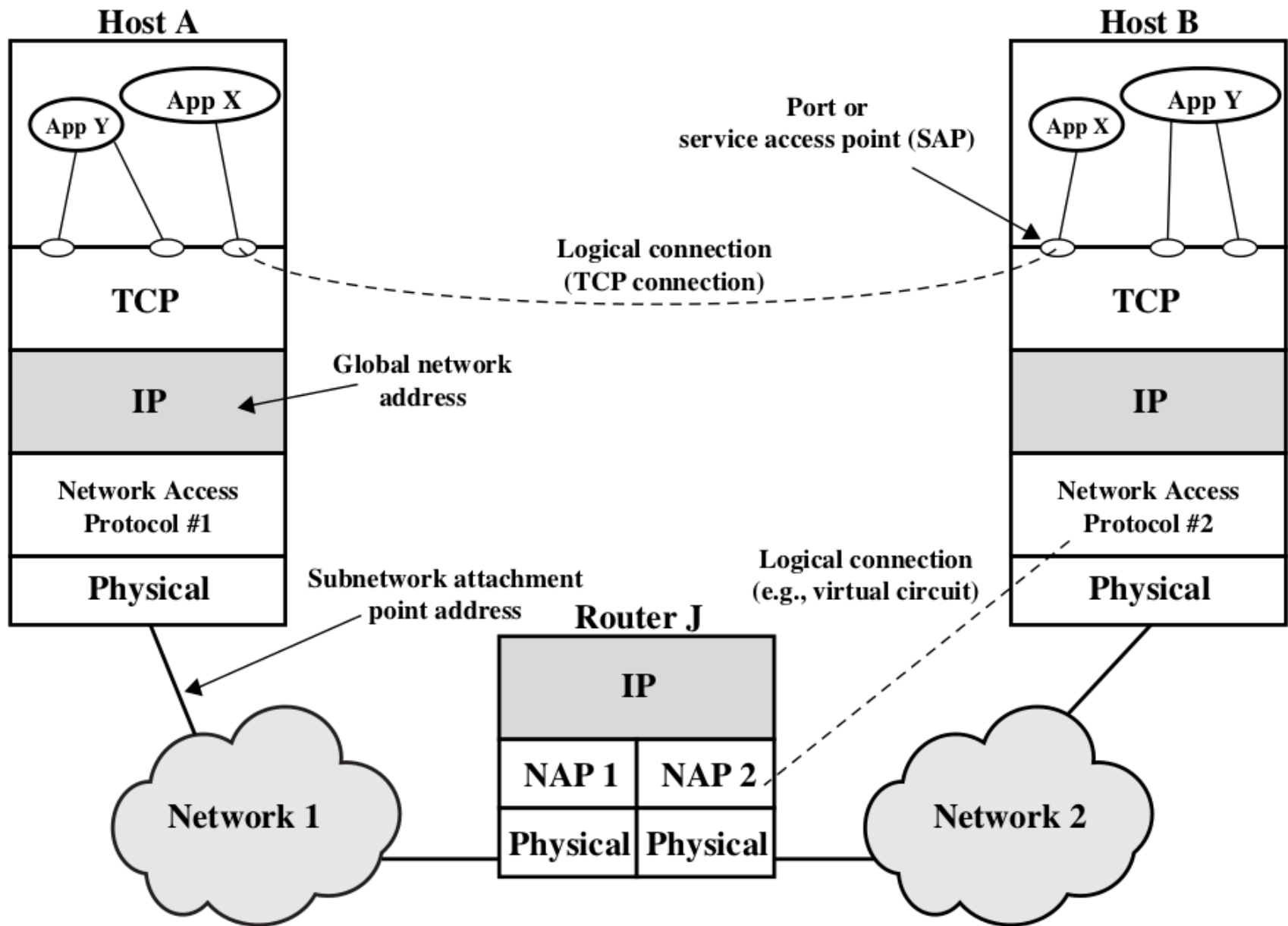


Figure 18.2 TCP/IP Concepts

Interconexión de redes - Requisitos

- Proporcionar un enlace entre redes
- Proporcionar encaminamiento y entrega
- Proporcionar servicio de contabilidad para seguimiento
- Proporcionar todos los servicios sin modificar la arquitectura de las redes conectadas
 - Diferentes esquemas de direccionamiento
 - Diferente tamaño máximo de paquetes
 - Diferentes mecanismos de acceso a la red
 - Diferentes valores de expiración de temporizadores
 - Recuperación de errores
 - Informes de estado
 - Técnicas de encaminamiento
 - Control de acceso del usuario
 - Conexión, sin conexión

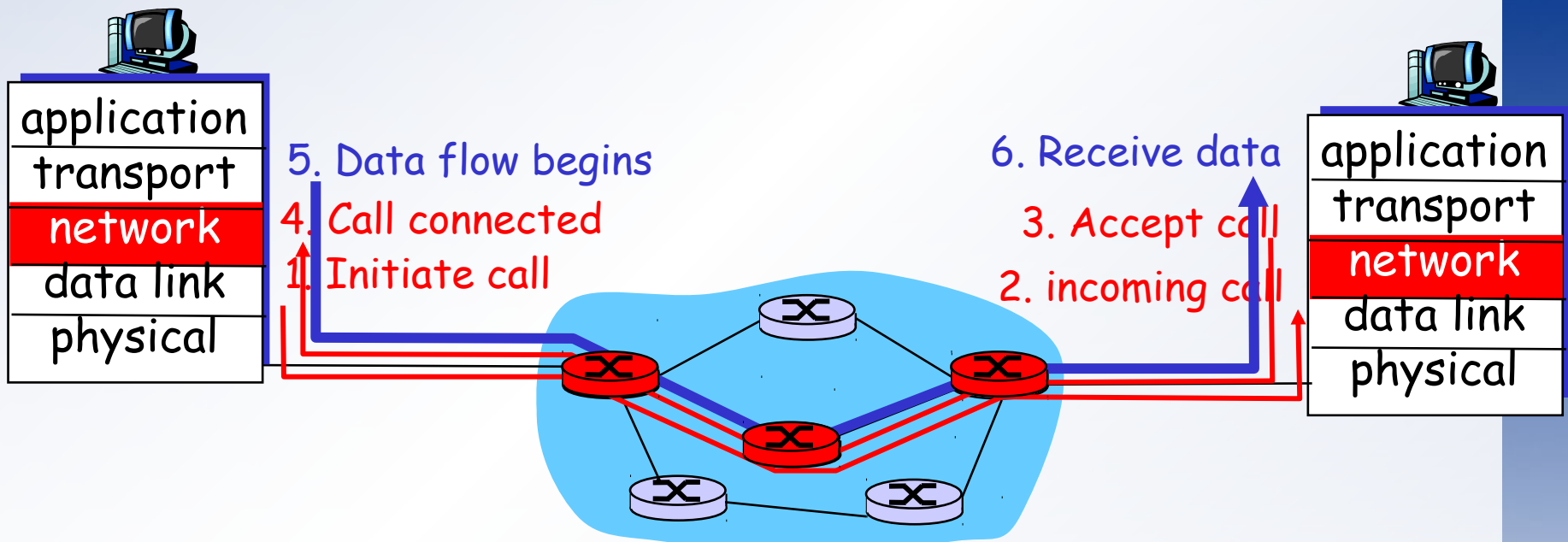
Modelo de servicio de red

- Define las características del transporte terminal a terminal
 - Entrega garantizada
 - Entrega garantizada con retardo mínimo
 - Entrega de los paquetes en orden
 - Ancho de banda mínimo garantizado
 - Servicios de seguridad
- La realidad
 - En Internet se utiliza el servicio del “mejor esfuerzo”

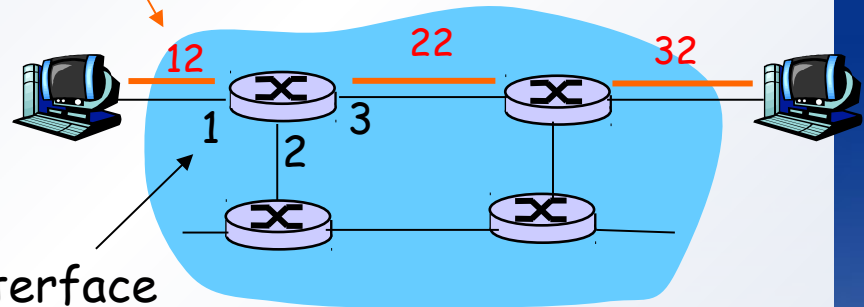
Modelo de direccionamiento - Circuito Virtual

- Cada VC consta de
 - Una ruta
 - Números de VC
 - Entradas en la tablas de reenvío de los routers
- En la conexión la capa de red define
 - La ruta entre el emisor y receptor
 - El número de VC para cada ruta del enlace
 - Añade una entrada a la tabla de reenvío de los routers
 - También puede reservar recursos

Servicio Orientado a la Conexión



VC number



interface
number

Forwarding table in
northwest router:

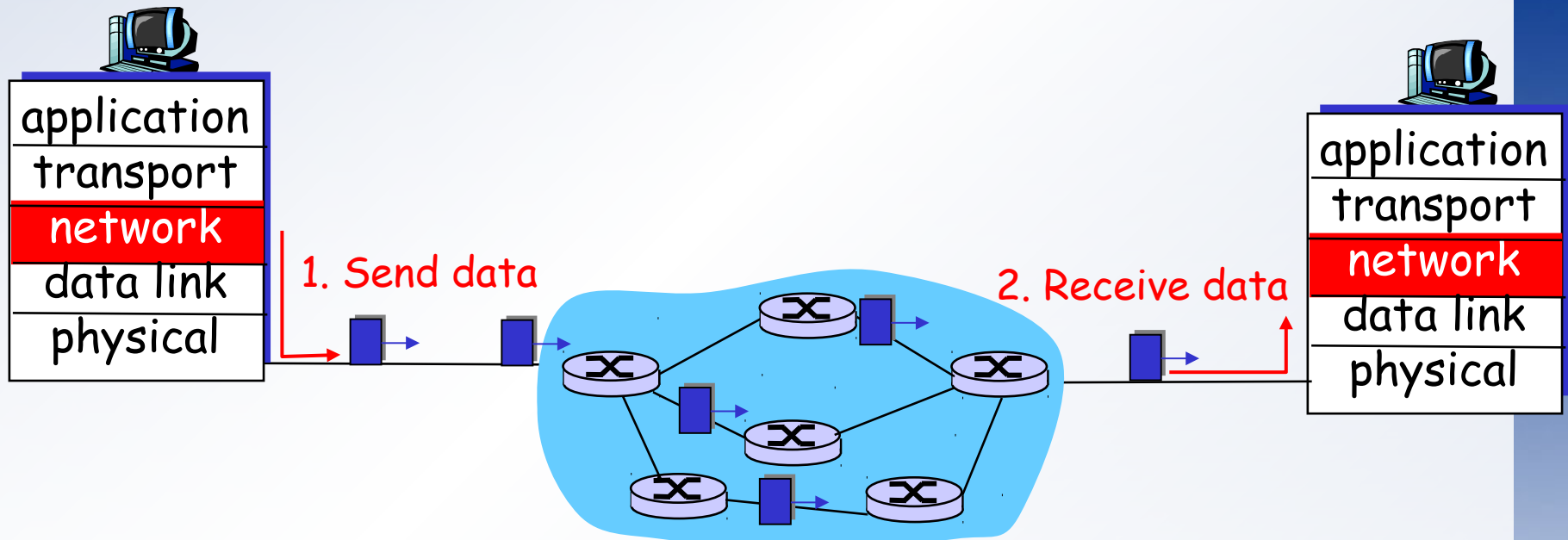
Incoming interface	Incoming VC #	Outgoing interface	Outgoing VC #
1	12	3	22
2	63	1	18
3	7	2	17
1	97	3	87
...

Los routers pueden mantener información del estado de la conexión

Modelo de direccionamiento - Datagrama

- Cuando un terminal quiere enviar un paquete le agrega dirección de origen y dirección de destino
- No se realiza configuración de circuito virtual previa
- Los routers no mantienen información de estado
- Cada router tiene una tabla de reenvío
 - Asigna direcciones de destino a interfaces de enlace
 - Prefijo de red

Servicio no orientado a la conexión



Modelo de direccionamiento - Datagrama

<u>Prefix Match</u>	<u>Link Interface</u>
11001000 00010111 00010	0
11001000 00010111 00011000	1
11001000 00010111 00011	2
otherwise	3

Ejemplo

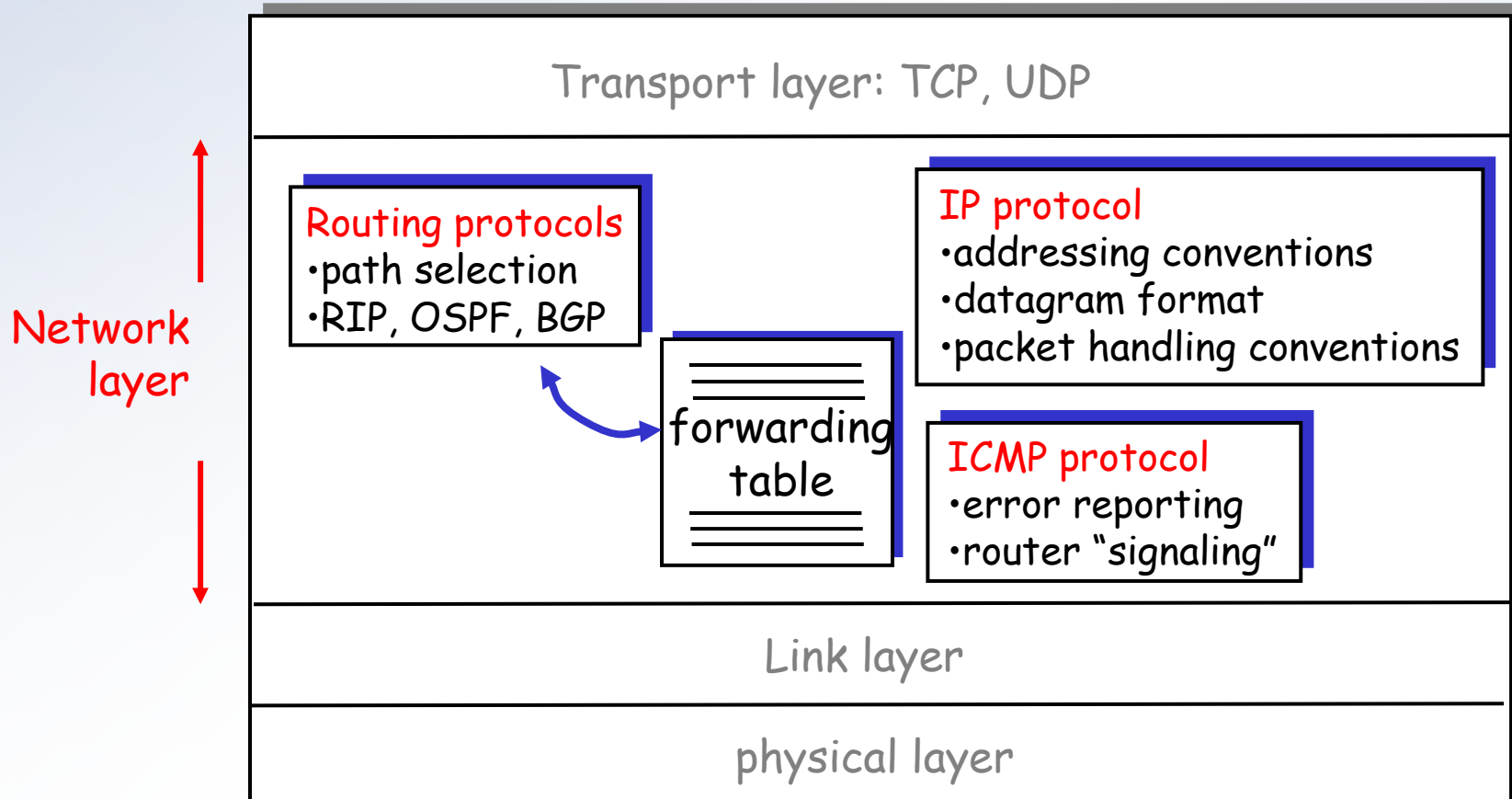
Dir: 11001000 00010111 00010110 10100001	¿Por cuál interface?
Dir: 11001000 00010111 1010110 10100001	¿Por cuál interface?
Dir: 11001000 00010111 00011000 11101010	¿Por cuál interface?
Dir: 11001000 10010111 00011100 10101010	¿Por cuál interface?

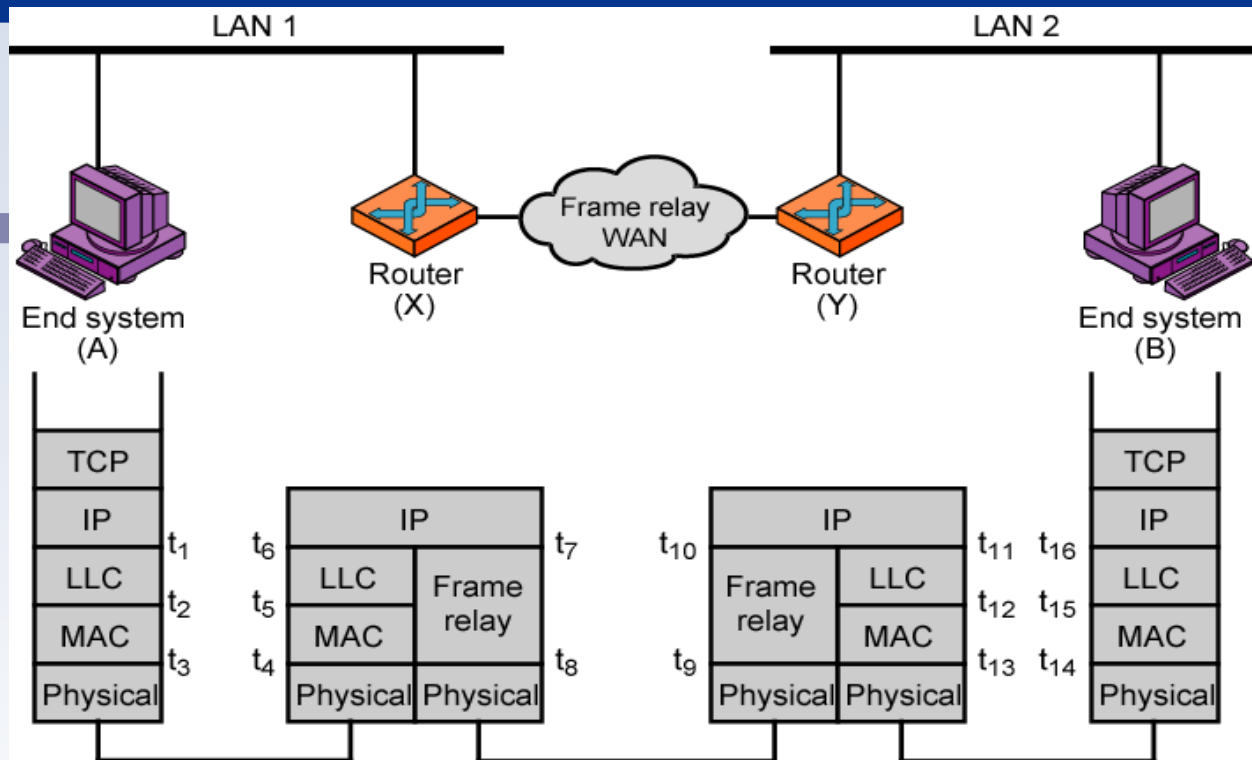
Regla de Coincidencia con el Prefijo mas Largo

Protocolo de Internet (IP)

- En la actualidad existen 2 versiones
 - Ipv4 [RFC 791], ipv6 [RFC 4291]
- Componentes
 - Protocolo IP
 - Enrutamiento
 - Protocolo de control

Componentes de la capa de red





$t_1, t_6, t_7, t_{10}, t_{11}, t_{16}$



t_2, t_5



t_3, t_4



t_8, t_9



t_{12}, t_{15}



t_{13}, t_{14}



TCP-H = TCP header
 IP-H = IP header
 LLCi-H = LLC header
 MACi-H = MAC header

MACi-T = MAC trailer
 FR-H = Frame relay header
 FR-T = Frame relay trailer

Formato datagrama IP

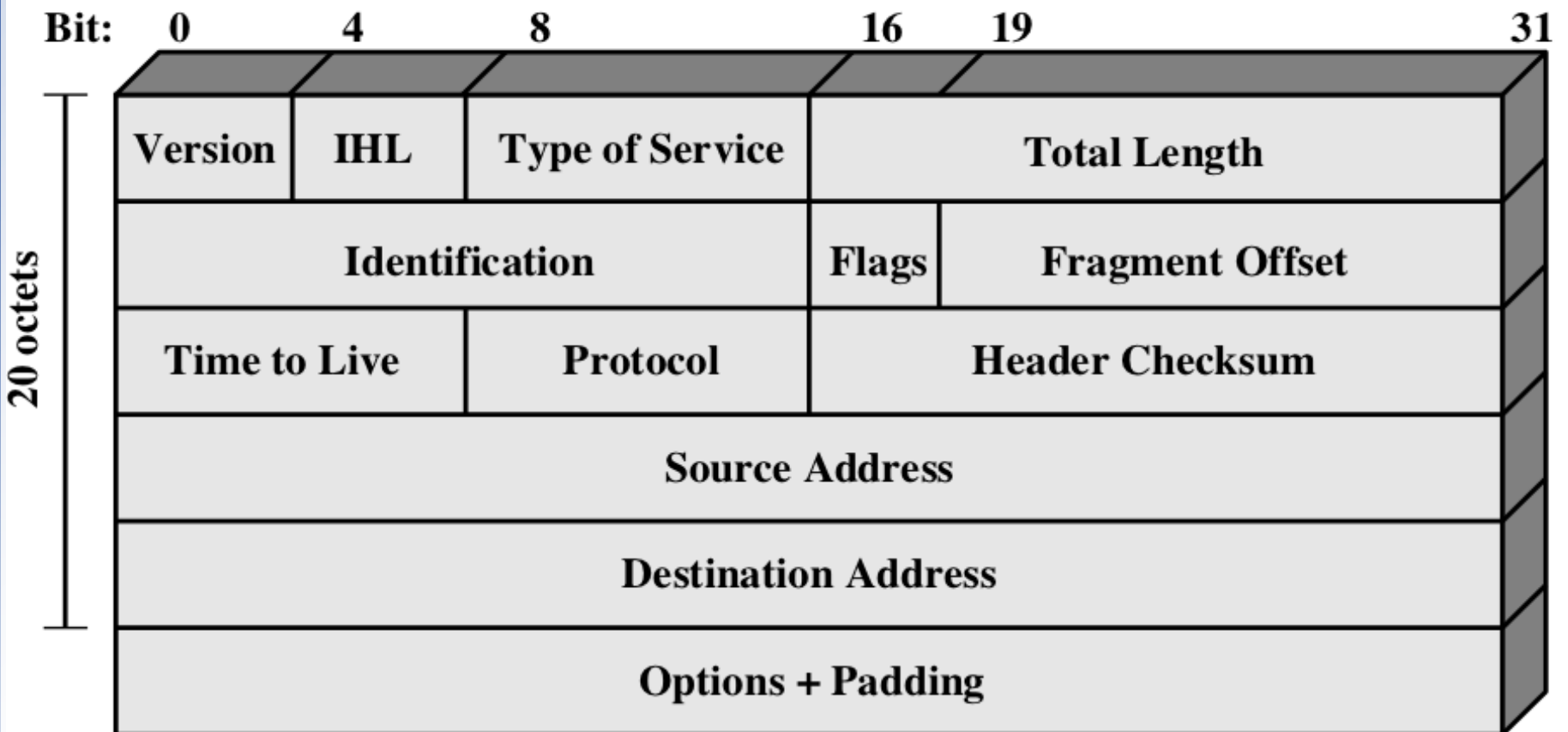


Figure 18.6 IPv4 Header

Protocolo de Internet (IP)

- Cuestiones de Diseño
 - Encaminamiento
 - Tiempo de vida de los Datagramas
 - Fragmentación y Reensamblado

Fragmentación IP

- Dependiente del protocolo de enlace
 - Ethernet: 1500 octetos
 - ATM: 53 octetos
- MTU (Unidad Máxima de Transmisión)
- Los fragmentos deben reensamblarse antes de ser entregados a la capa superior
 - ¿Donde se produce el reensamblado?
 - Mantener el núcleo de la red simple
- Identificador, indicador y desplazamiento de fragmentación
 - Es posible que los datagramas se pierdan
 - En ese caso el router descarta el datagrama incompleto

Fragmentación IP

Ejemplo

- ❑ 4000 byte datagrama
- ❑ MTU = 1500 bytes

1480 bytes en
el campo
de datos

offset =
 $1480/8$

	length	ID	fragflag	offset	
	=4000	=x	=0	=0	

Un datagrama grande se
Fragmenta datagramas
más pequeños

	length	ID	fragflag	offset	
	=1500	=x	=1	=0	

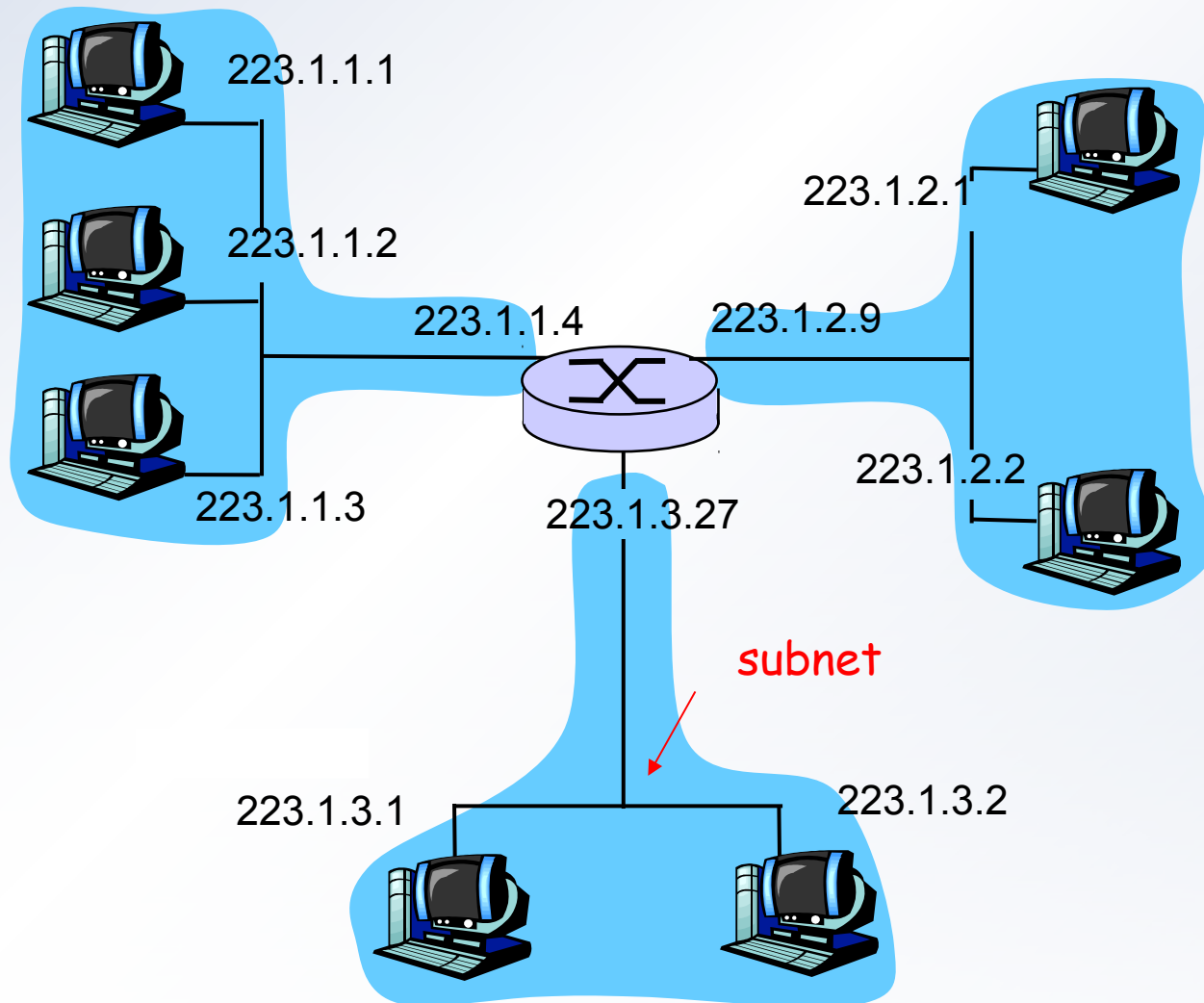
	length	ID	fragflag	offset	
	=1500	=x	=1	=185	

	length	ID	fragflag	offset	
	=1060	=x	=0	=370	

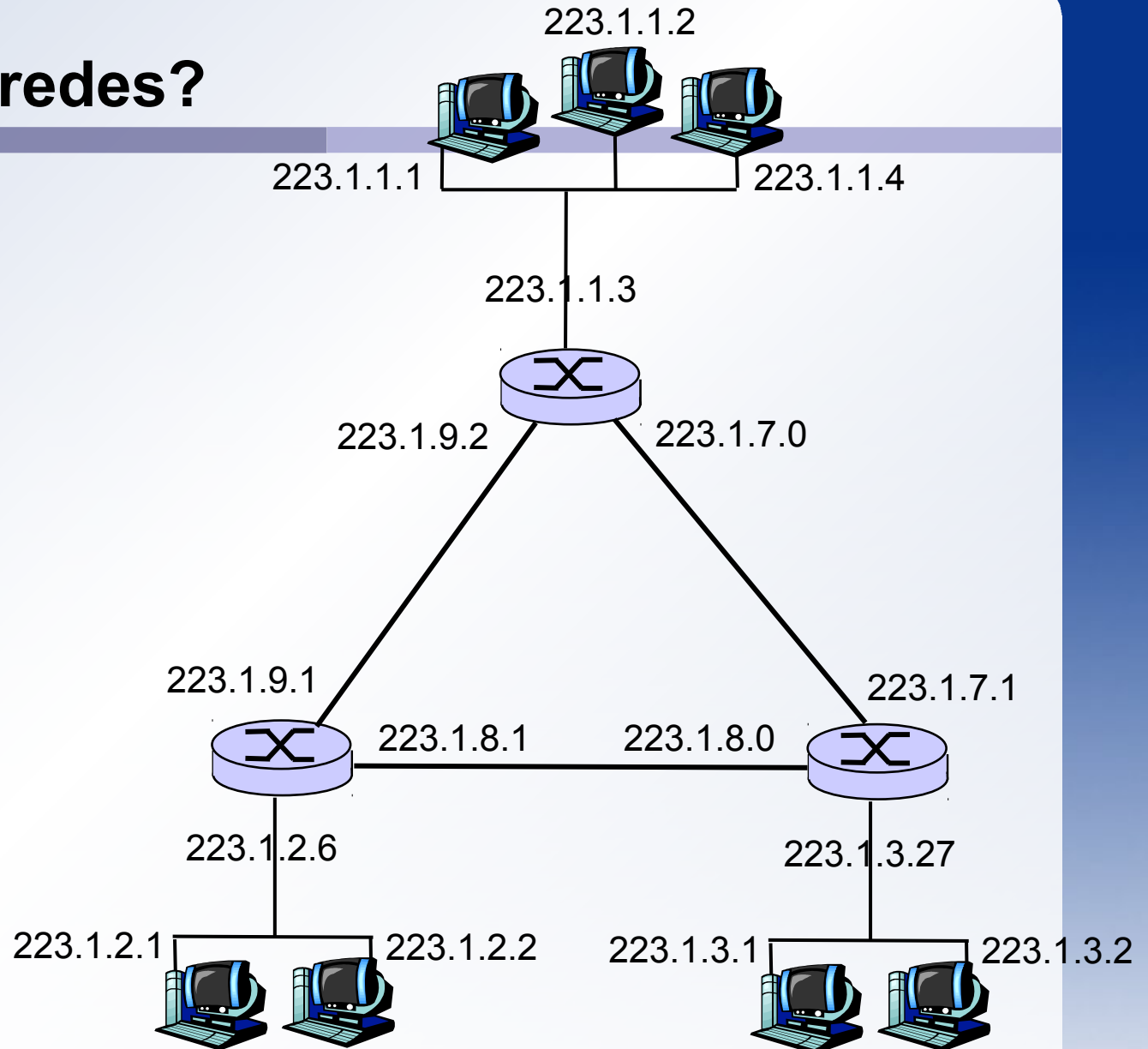
Direccionamiento IPv4

- ¿Como los hosts y los routers están conectados a la red
 - Interfaz: Límite entre el host y el enlace físico
 - Los routers tienen múltiples interfaces
 - Se requiere que cada interfaz tenga una dirección de IP
- 32 bits (4.294.967.296 direcciones)
 - Se utiliza notación decimal con punto
 - Globalmente única
 - Sin embargo no se pueden elegir al azar
 - Una parte de la IP estará determinada por la subred a la que pertenece
 - Por ej.: 192.32.216.9 equivale a
11000001 00100000 11011000 00001001

Direccionamiento IPv4



¿Cuántas subredes?



Direccionamiento IPv4

Direccionamiento con clase

- 8, 16 y 24 bits

Rápidamente se adoptó CIDR (Classless Interdomain Routing)

a.b.c.d/x

- x constituye la parte de red de la dirección IP prefijo de red
- 32-x bits son utilizados para diferenciar los dispositivos

A su vez estos bits de menor peso pueden tener una estructura de subred adicional

Direccionamiento IPv4 - Clases

Clase A

- Pocas redes, cada una con muchas computadoras
- Comienzan con el 0
- Rango desde 1.x.x.x hasta 126.x.x.x

Clase B

- Número medio de redes, número medio de computadoras
- Comienzan con el 10
- Rango desde 128.x.x.x hasta 191.x.x.x

Clase C

- Muchas redes, cada una con pocos computadoras
- Comienza con 110
- 192.x.x.x to 223.x.x.x

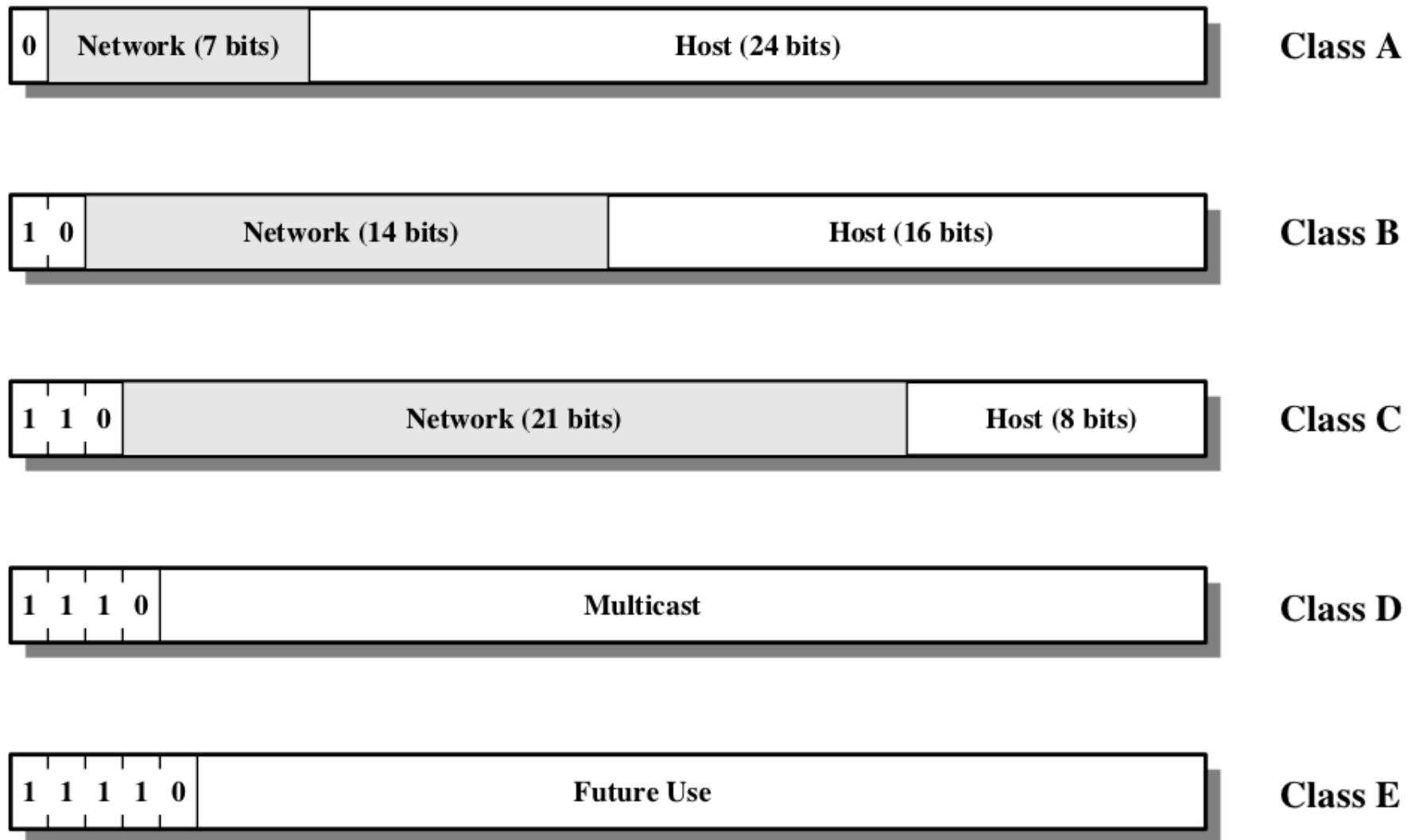


Figure 18.7 IPv4 Address Formats

Direccionamiento Ipv4 – Máscara de subred

CIDR

Máscara clase A

- Por defecto 255.0.0.0
- Ej.: 255.192.0.0

Máscara clase B

- Por defecto 255.255.0.0
- Ej.: 255.255.248.0

Máscara clase C

- 255.255.255.0
- Ej.: 255.255.255.252

Direccionamiento IPv4

No todas las direcciones de red están disponibles para su uso

- El rango de direcciones IPv4 es 0.0.0.0 a 255.255.255.255
- Direcciones experimentales: 240.0.0.0 a 255.255.255.254
- Direcciones multicast: 224.0.0.0 a 239.255.255.255
- Direcciones de enlace local: 169.254.1.0 – 169.254.254.255
- Direcciones IP privadas:
 - **10.0.0.0 a 10.255.255.255 (10.0.0.0/8)**
 - **172.16.0.0 a 172.31.255.255 (172.16.0.0/12)**
 - **192.168.0.0 a 192.168.255.255 (192.168.0.0/16)**

Direcciones IPv4 – Estrategias de Asignación

- Máscara de Red.
 - Clase A: /8
 - Clase B: /16
 - Clase C: /24
- Problemas con los dominios de broadcast.
- Rápidamente se adopta el concepto de enrutamiento entre dominios sin clase (CIDR)
- Introducido para hacer una asignación más cuidadosa.
- Se comienza a pensar en otro protocolo de direccionamiento.

Direccionamiento Ipv4 – Máscara de subred

IP 192.168.0.10/24

Máscara 255.255.255.0

- Dirección de red 192.168.0.0
- Dirección de broadcast 192.168.0.255
- Identificador de computadora
 - IP: 11000000 10101000 00000000 000001010
 - Mascara: 11111111 11111111 11111111
00000000

¿Otro ejemplo?

Direcciones IPv4 – Network Address Translation

- Si tengo direcciones de privadas:
 - ¿Como puedo hacer para consumir recursos de Internet?
- Permite la visibilidad entre host que se encuentran con direcciones privadas y host con direcciones públicas.
- NAT fue una de las razones por las que se postergó la migración de IPv6.

Network Address Translation – Otras aplicaciones

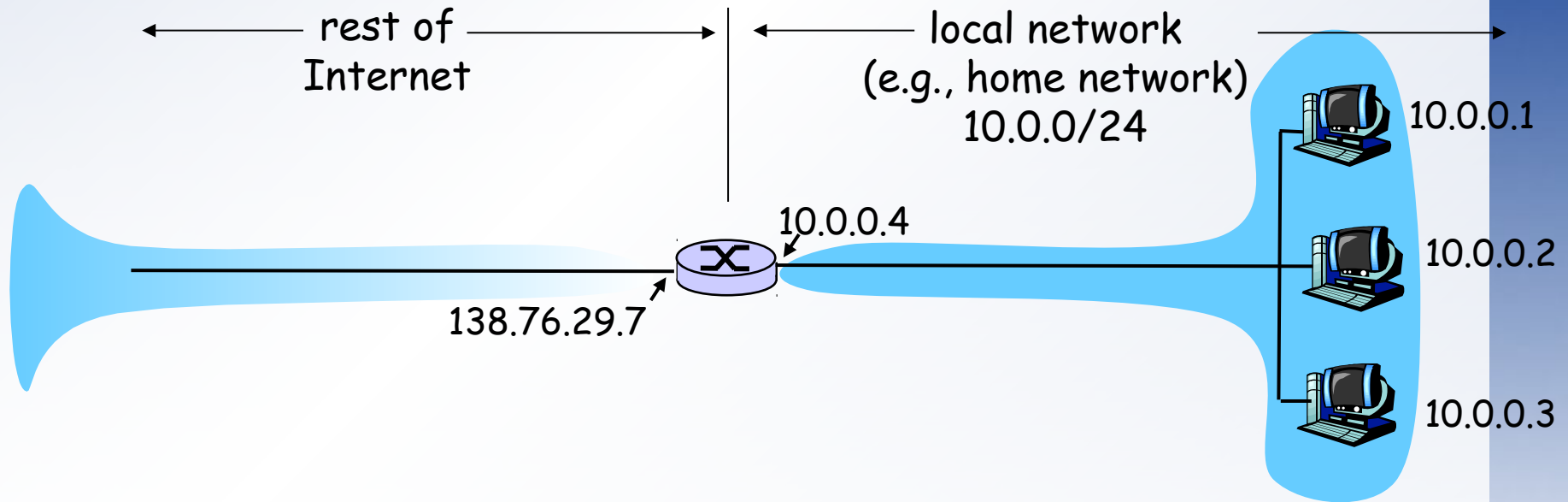
- NAT Estático.
- NAT Dinámico.
- ¿Seguridad a través de ocultamiento?
 - DMZ.
- Problema de NAT-T.
- ¿Porqué no NAT?
 - Los SAP deben usarse para direccionar puertos y no para direccionar hosts.
 - Los routers están diseñados solo para procesar los paquetes hasta la capa 3.
 - Violación del principio de e2e (end to end).
 - La solución es migrar a IPv6.

Direccionamiento IPv4 - NAT

¿Porque NAT?

Network Address Translation

Problema del NAT-T



Universal Plug and Play

UPnP

Requiere que el host como el traductor NAT sean compatibles con UPnP

El host le solicita a UPnP la traducción anunciándose al mundo exterior

Mediante UPnP proporciona una solución robusta y efectiva para NAT-T

Direccionamiento IPv4

¿Como se obtienen y distribuyen las Ips?

- ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
 - LACNIC
 - AFRINIC
 - APNIC
 - RIPE
 - ARIN

Direccionamiento Ipv4 – Entrega de direcciones

Configurar IP manualmente

Dinamic Host Configuration Protocol (DHCP)

- Protocolo de capa 5
- Para transporte utiliza UDP

Protocolo cliente/servidor

Proceso de asignación de DHCP

- Descubrimiento del servidor DHCP
- Oferta del servidor DHCP
- Solicitud DHCP
- ACK DHCP

DHCP server: 192.168.1.1

arriving
client

DHCP discover

src : 0.0.0.0, 68
dest.: 255.255.255.255,67
yiaddr: 0.0.0.0
transaction ID: 654

DHCP offer

Src: 192.168.1.1, 67
dest: 255.255.255.255, 68
yiaddr: 192.168.1.10
transaction ID: 654
Lifetime: 3600 secs

DHCP request

src: 0.0.0.0, 68
dest.: 255.255.255.255, 67
yiaddr: 192.168.1.10
transaction ID: 655
Lifetime: 3600 secs

DHCP ACK

Src: 192.168.1.1, 67
dest: 255.255.255.255, 68
yiaddr: 192.168.1.10
transaction ID: 655
Lifetime: 3600 secs

time

Protocolo de Mensaje de Control de Internet

ICMP (RFC792)

Cabecera de 64 bits

- Tipo (8 bits)
- Código (8 bits)
- Checksum (16 bits)
- Parámetros (32 bits)

Proporciona información de retroalimentación

- Un datagrama puede no alcanzar su destino
- Cuando un dispositivo no tiene capacidad para almacenar temporalmente el datagrama

ICMP corre sobre IP

- La entrega no esta garantizada
- No es confiable

Tipos de mensajes ICMP

Destino Inalcanzable

- Un dispositivo de encaminamiento no sabe como alcanzar la ruta
- El nodo de destino puede devolver este mensaje si hay problemas con el SAP
- Utilizado también cuando esta la opción de no fragmentar en 1

Tiempo excedido

- TTL
- Tiempo de reensamblado en el nodo destino

Ralentización de origen

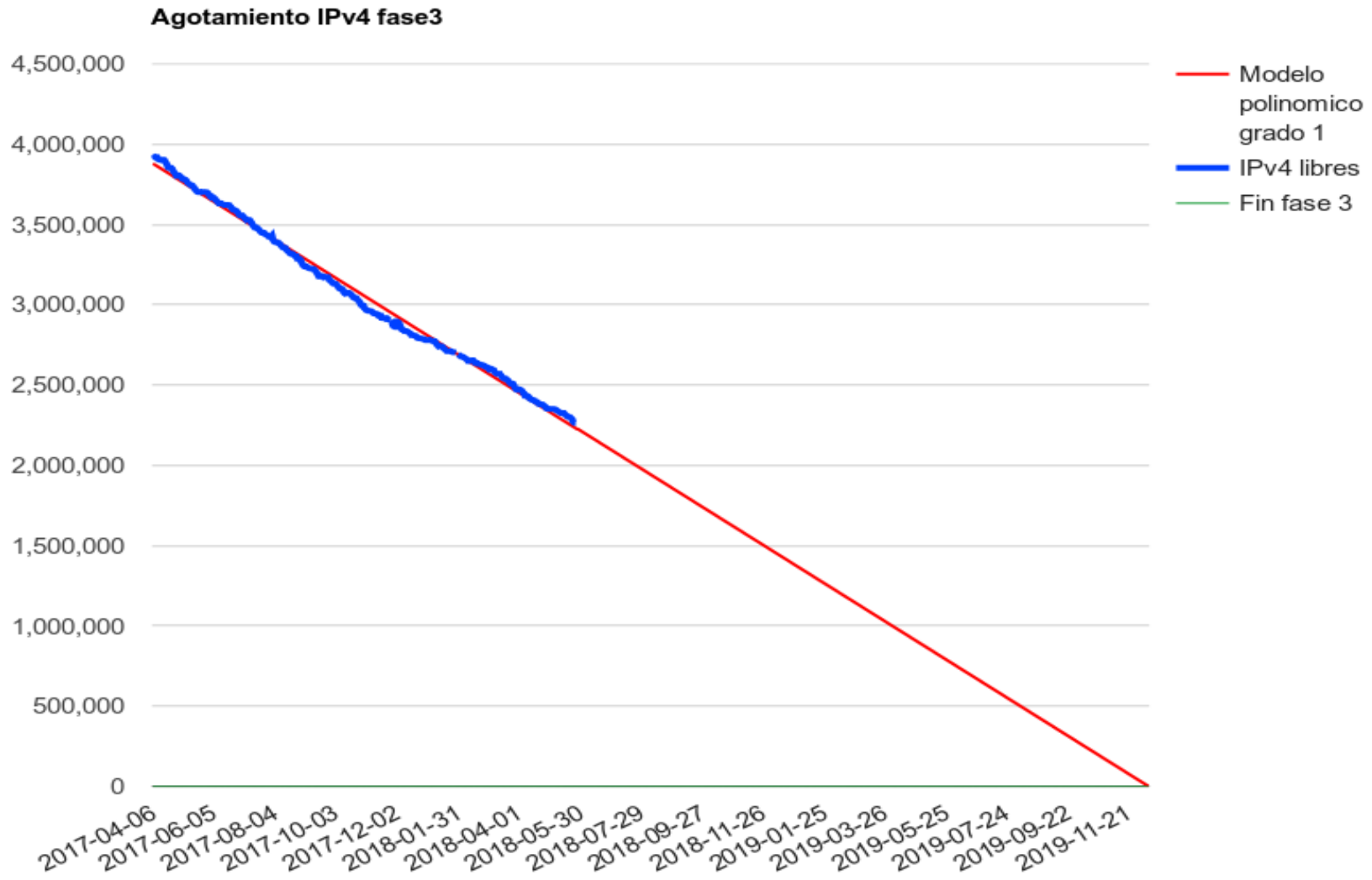
Redirección

Eco y respuesta de eco

Agotamiento de Direcciones

- Fase 0.
 - A partir de ahora hasta llegar al espacio equivalente al último /9.
- Fase 1.
 - Cuando se alcance al equivalente al último bloque /9, incluyendo los dos /11 reservados para la terminación gradual de IPv4 y para nuevos entrantes.
- Fase 2.
 - Se podrá asignar bloques desde un prefijo /24 hasta un /22, pudiendo recibir un bloque adicional cada 6 meses hasta que llegue el momento en que termine el /10 reservado para terminación gradual.
- Fase 3.
 - Cuando se agote el bloque /10 de terminación gradual.
 - Fecha de inicio de Fase 3 – 15/02/2017

Se terminan las Direcciones IPv4?

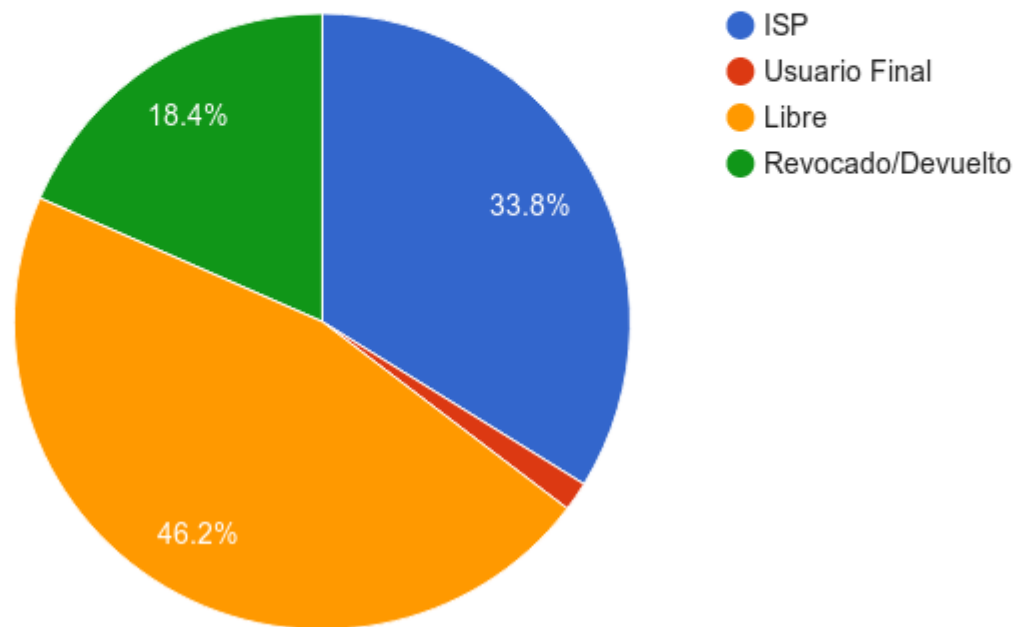


Distribución IPv4

Última actualización: 28/05/2018

Estado del bloque IPv4 - Fase 3

En la siguiente gráfica se muestra la forma en que se han distribuidos los bloques IPv4 correspondiente a la fase 3.



Proyectos de cooperación Comunidad Investigación

7 de junio
ción, Paraguay

WHOIS & Website



Solicita tu bloque IP

Inicio de Fase 3

15/Feb/2017

Direcciones IPv4
disponibles:

3260928

Fases de Agotamiento IPv4

Servicio de Consulta Virtual

Participa

Nuestros eventos

Elecciones

Desarrollo de Políticas

Listas de Discusión

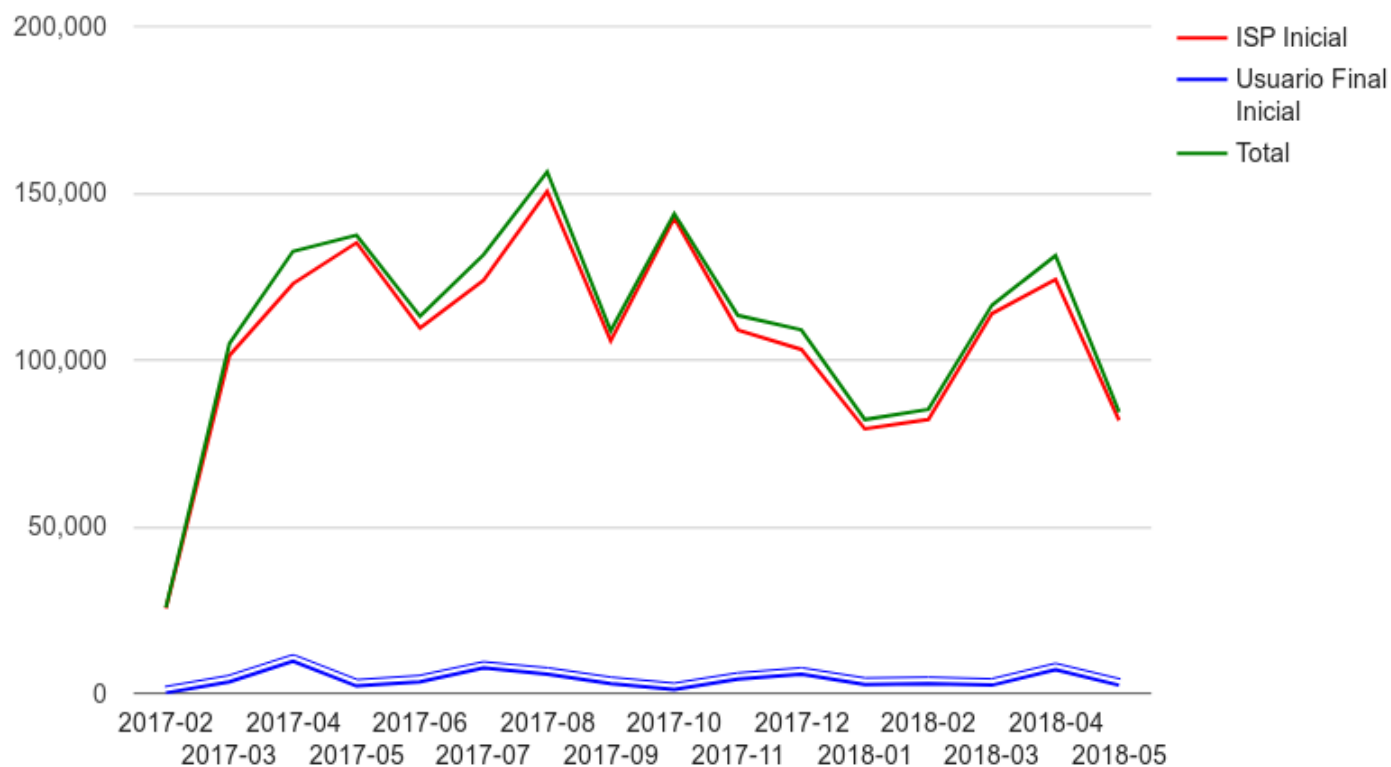
Redes Sociales



Distribución IPv4

Cantidad de IPs asignados por mes - Fase 3

Esta gráfica muestra la cantidad de direcciones IPs asignadas por mes durante la fase 3



Motivaciones para desarrollar IPv6

IPv4 no fue dimensionado para el crecimiento que tuvo Internet

El remanente del espacio de direcciones IPv4 desciende por debajo del 5%

El proyecto arranco en el año 1992 IPng con un solo objetivo

- Mas Direcciones!
- Seguridad opcional
- Identificación QoS
- Autoconfiguración

Motivaciones para desplegar IPv6

Para miles de millones de nuevos dispositivos, como teléfonos celulares, PDAs, dispositivos de consumo, coches, etc

Para tecnologías de acceso “always-on”, como xDSL, cable, ethernet, etc

Para miles de millones de nuevos usuarios, como China, India, etc

- Espacio ampliado de direcciones 128 bits
- 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456
- Con asignación jerárquica pesimista: 1.546 direcciones/m²
- 3,911,873,538,269,508,102 direcciones/m²

Motivaciones para desplegar IPv6

Porque no NAT?

- No funciona con gran número de “servidores”, es decir, dispositivos que son “llamados” por otros (Teléfonos IP)
- Comprometen las prestaciones, robustez, seguridad y manejabilidad de Internet
- Rompe el principio e2e para las comunicaciones

Facilidad para la gestión/delegación de las direcciones

Espacio para más niveles de jerarquía y para la agregación de rutas

Habilidad para las comunicaciones extremo-a-extremo con IPsec (porque no necesitamos NATs)

Motivaciones para desplegar IPv6

- Capacidades expandidas de direccionamiento.
- Simplificación del formato de la cabecera.
- Soporte mejorado de extensiones y opciones.
- Capacidad de etiquetado de flujos.
- Capacidades de autenticación y encriptación.

IPv4 vs IPv6

bits:	4	8	16	20	32
Version	H. Length	TOS	Total Length		
Identification			Flags	Fragment Offset	
Time To Live		Protocol	Header Checksum		
32 bits Source Address					
32 bits Destination Address					
Options					

Modified Field
Deleted Field

Cabecera IPv6



Resumen de los cambios de la cabecera

40 bytes

Direcciones incrementadas de 32 a 128 bits

Campos de fragmentación y opciones retirados de la cabecera básica

Retirado el checksum de la cabecera

Longitud de la cabecera es sólo la de los datos (dado que la cabecera tiene una longitud fija)

Nuevo campo de Etiqueta de Flujo

TOS -> Traffic Class

Protocol -> Next Header (cabeceras de extensión)

Time To Live -> Hop Limit

Cabeceras de extensión

Cabeceras de extensión

- Cabecera de opciones salto a salto.
- Cabecera de fragmentación.
- Cabecera de autenticación.
- Cabecera de encapsulamiento de la carga de seguridad.
- Cabecera de las opciones para el destino.

Formato de Direcciones IPv6

8 campos de 16 bits de largo

Separados por dos puntos “:”

Cada campo está representado por 4 caracteres hexadecimales (0-f)

No son case sensitive. Ej:

- 2001:0000:1234:0000:0000:C1C0:ABCD:0876
- 2001:0000:1234:0000:0000:c1c0:abcd:0876
- 2001:0:1234:0:0:c1c0:abcd:876
- 2001:0:1234::c1c0:abcd:876

Loopback: ::1

No especificada: ::

Transición a IPv6

No se trata de quitar o deshabilitar IPv4 para usar, habilitar o instalar IPv6

No es una migración

No es de un día, mes o año para el otro (Y2K)

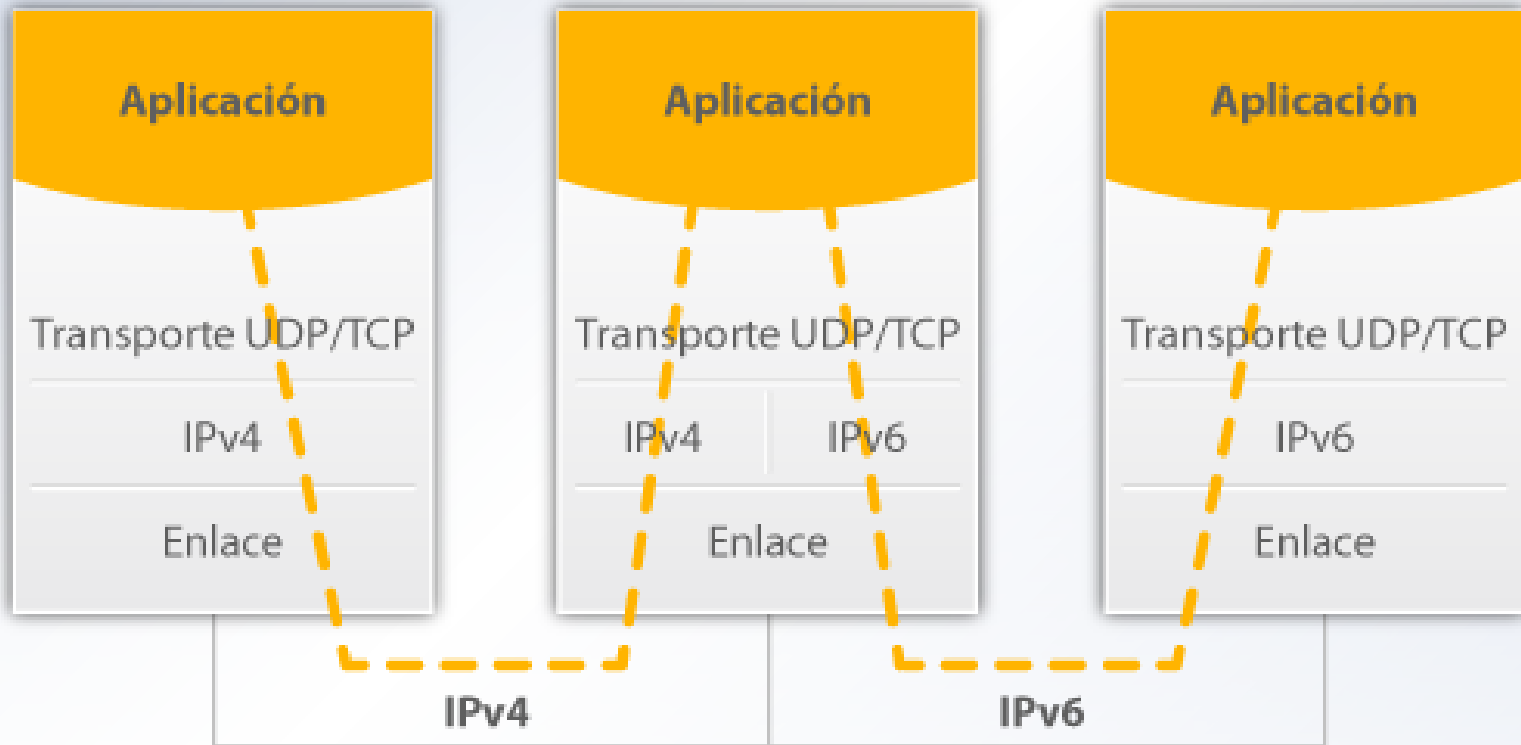
Es una actualización necesaria de IP

Ambas versiones al mismo tiempo y/o independientemente.

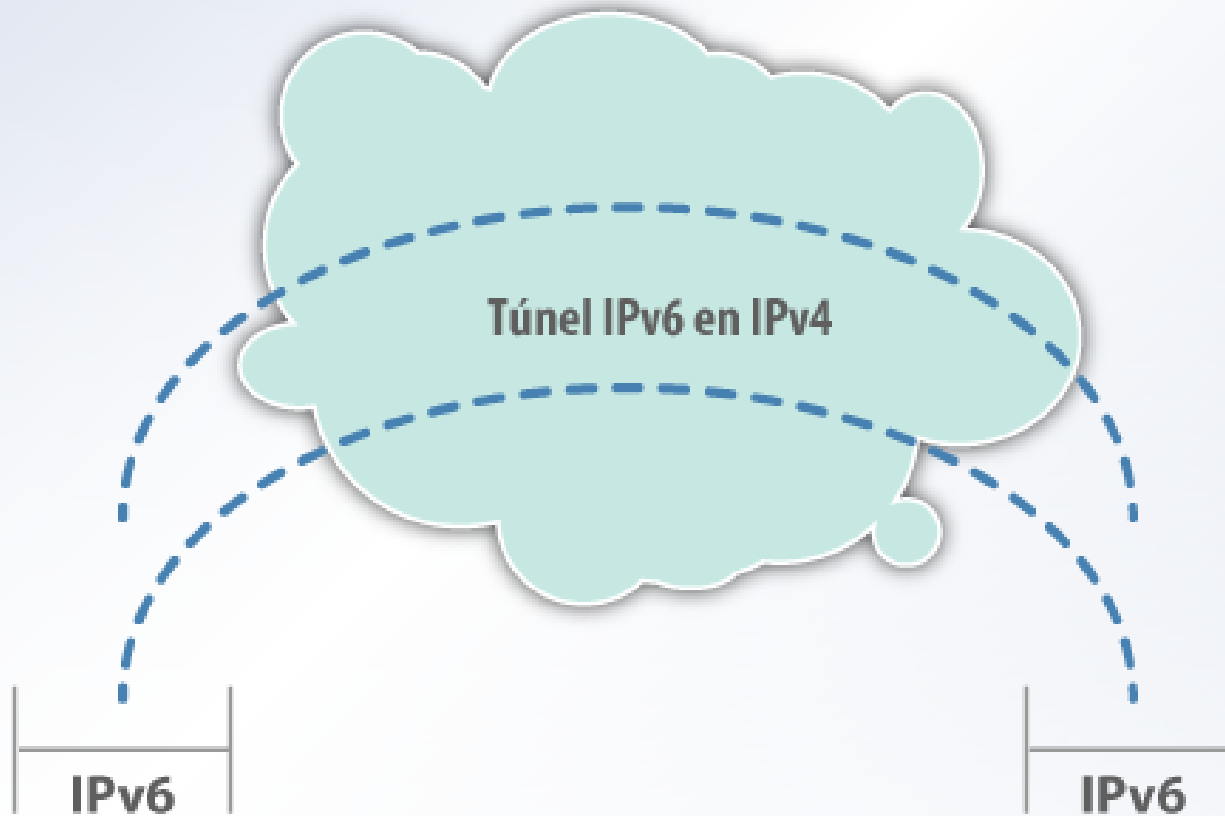
- Capa IP Dual
- Encapsulamiento (Tunel)
- Traducción

IPV6 Day. <http://www.ipv6day.org> (6/06)

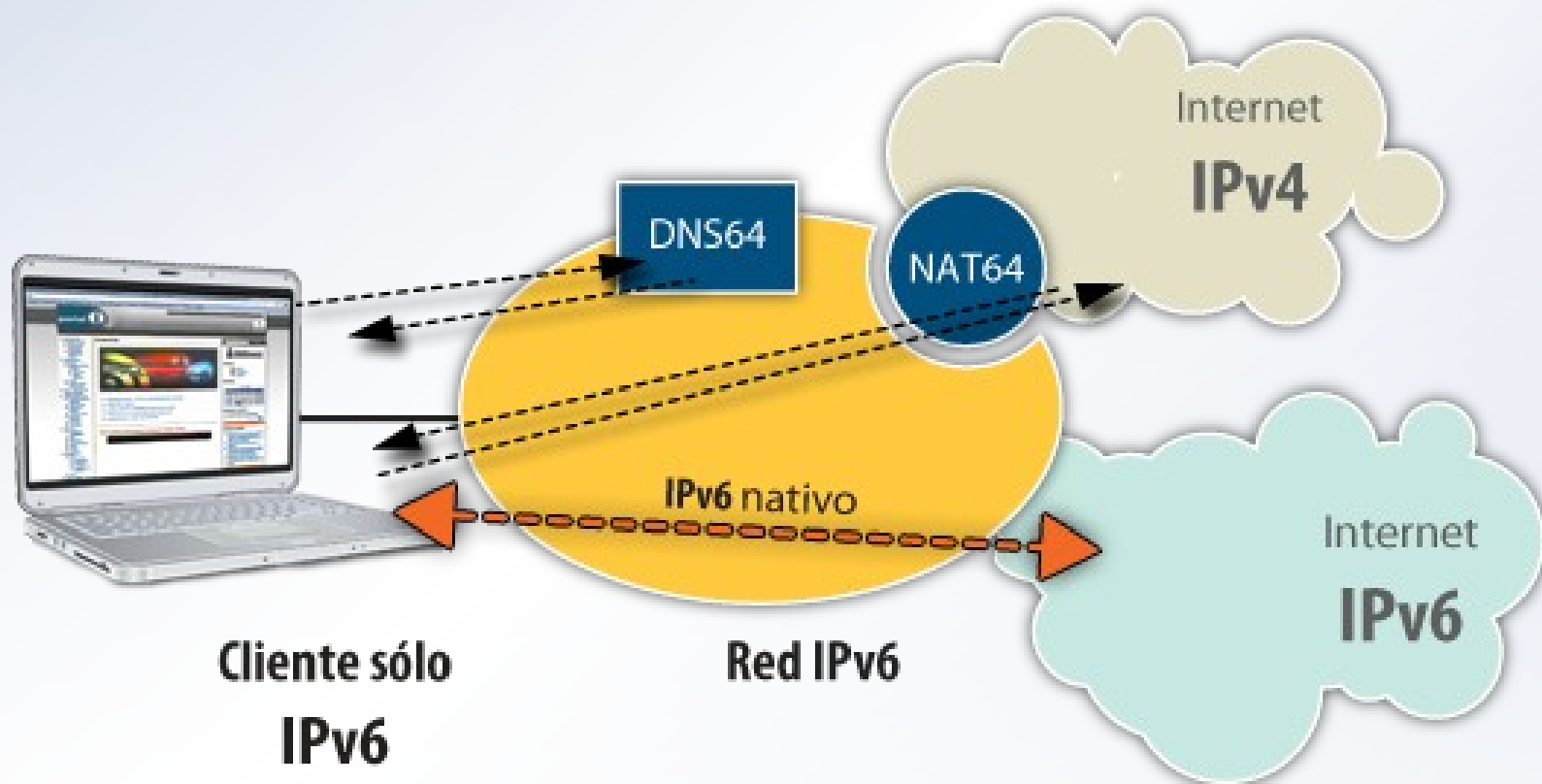
Pila Dual IPv4 IPv6



Túnel IPv6 en IPv4



NAT64



Palabras Claves

Interconexión de redes

Direccionamiento mediante circuito virtual

Direccionamiento mediante datagrama

Protocolo de Internet

Fragmentación IP

Direccionamiento Ipv4

Formato direcciones IPv4

NAT y NAT-T

UPnP

DHCP

ICMP

Transición de IPv4 a IPv6

Direccionamiento IPv6

Formato de direcciones IPv6

Lectura Recomendada

- Stalling Capítulo 18. Comunicaciones y redes de computadoras.