

# Introducción y Estado del Arte de IPv6

Francisco Obispo (fobispo@nic.ve)  
Coordinador del NIC-VE/CNTI/MCT/Venezuela



# ¿Porque un Nuevo Protocolo de Internet?

Un único motivo lo impulso: Más direcciones!

- Para miles de millones de nuevos dispositivos, como teléfonos celulares, PDAs, dispositivos de consumo, coches, etc.
- Para miles de millones de nuevos usuarios, como China, India, etc.
- Para tecnologías de acceso “always-on” , como xDSL, cable, ethernet, etc.

# Pero, ¿No es Verdad que aún Quedan Muchas Direcciones IPv4?

- ~ La mitad del espacio de direcciones IPv4 aún no ha sido utilizado
  - El tamaño de Internet se duplica cada año, ¿significa esto que sólo quedan unos pocos años?
- No, debido a que hoy negamos direcciones IPv4 públicas a la mayoría de los nuevos hosts
  - Empleamos mecanismos como NAT, PPP, etc. para compartir direcciones
- Pero nuevos tipos de aplicaciones y nuevos mecanismos de acceso, requieren direcciones únicas

# ¿Porqué NAT no es Adecuado?

- No funciona con gran número de “servidores”, es decir, dispositivos que son “llamados” por otros (ejemplo, Teléfonos IP, P2P)
- Inhiben el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones ( creatividad )
- Comprometen las prestaciones, robustez, seguridad y manejabilidad de Internet

# Ventajas Adicionales con el Tamaño Mayor de las Direcciones

- Facilidad para la auto-configuración
- 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)

# Ventajas Adicionales con el Nuevo Despliegue

- Oportunidad para eliminar parte de la complejidad, ejemplo en la cabecera IP
- Oportunidad para actualizar la funcionalidad, ejemplos como multicast, QoS, movilidad
- Oportunidad para incluir nuevas características, ejemplo “binding updates”

# Resumen de las Principales Ventajas de IPv6

- Capacidades expandidas de direccionamiento
- Autoconfiguración y reconfiguración “sin servidor” (“plug-n-play”)
- Mecanismos de movilidad más eficientes y robustos
- Incorporación de cifrado y autenticación en la capa IP
- Formato de la cabecera simplificado e identificación de flujos
- Soporte mejorado de opciones/extensiones

# ¿Porqué 128 Bits para el Tamaño de las Direcciones?

- Había quienes deseaban direcciones de 64-bits, de longitud fija
  - suficientes para  $10^{12}$  sitios,  $10^{15}$  nodos, con una eficacia del .0001 (3 órdenes de magnitud más que los requisitos de IPng)
  - minimiza el crecimiento del tamaño de la cabecera por cada paquete
  - eficaz para el procesado por software
- Había quienes deseaban hasta 160 bits y longitud variable
  - compatible con los planes de direccionamiento OSI NSAP
  - suficientemente grandes para la autoconfiguración utilizando direcciones IEEE 802
  - se podía empezar con direcciones mas pequeñas que 64 bits y crecer posteriormente
- La decisión final fue un tamaño de 128-bits y longitud fija
  - ¡nada menos que 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456!

# ¿Que pasó con IPv5?

0-3		no asignados
4	IPv4	(versión más extendida hoy de IP)
5	ST	(Stream Protocol, no un nuevo IP)
6	IPv6	(inicialmente denominados SIP, SIPP)
7	CATNIP	(inicialmente IPv7, TP/IX; caducados)
8	PIP	(caducado)
9	TUBA	(caducado)
10-15		no asignados

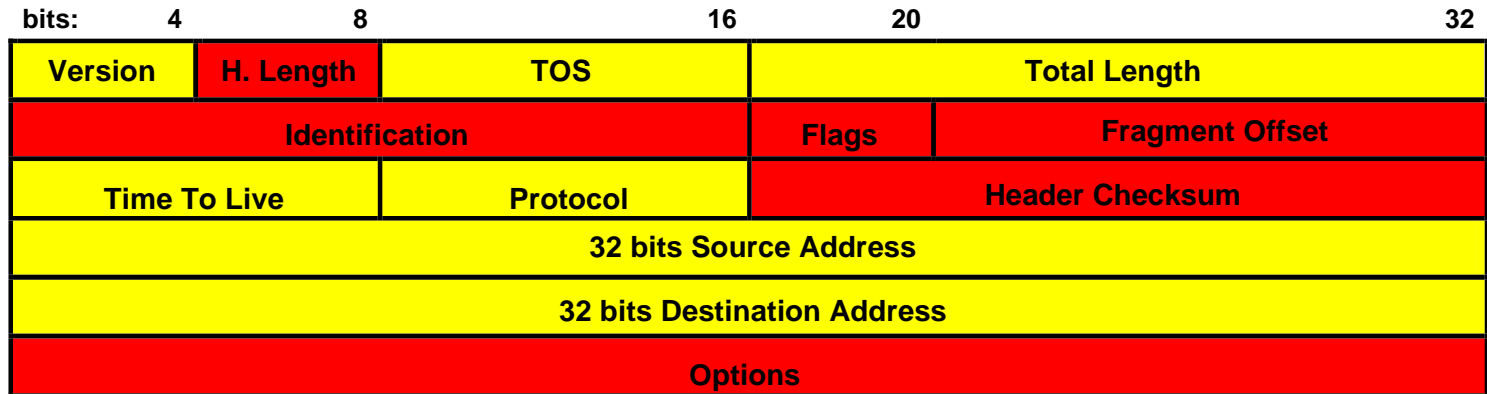
# **Formato de la Cabecera**

# RFC2460

- Especificación básica del Protocolo de Internet versión 6
- Cambios de IPv4 a 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

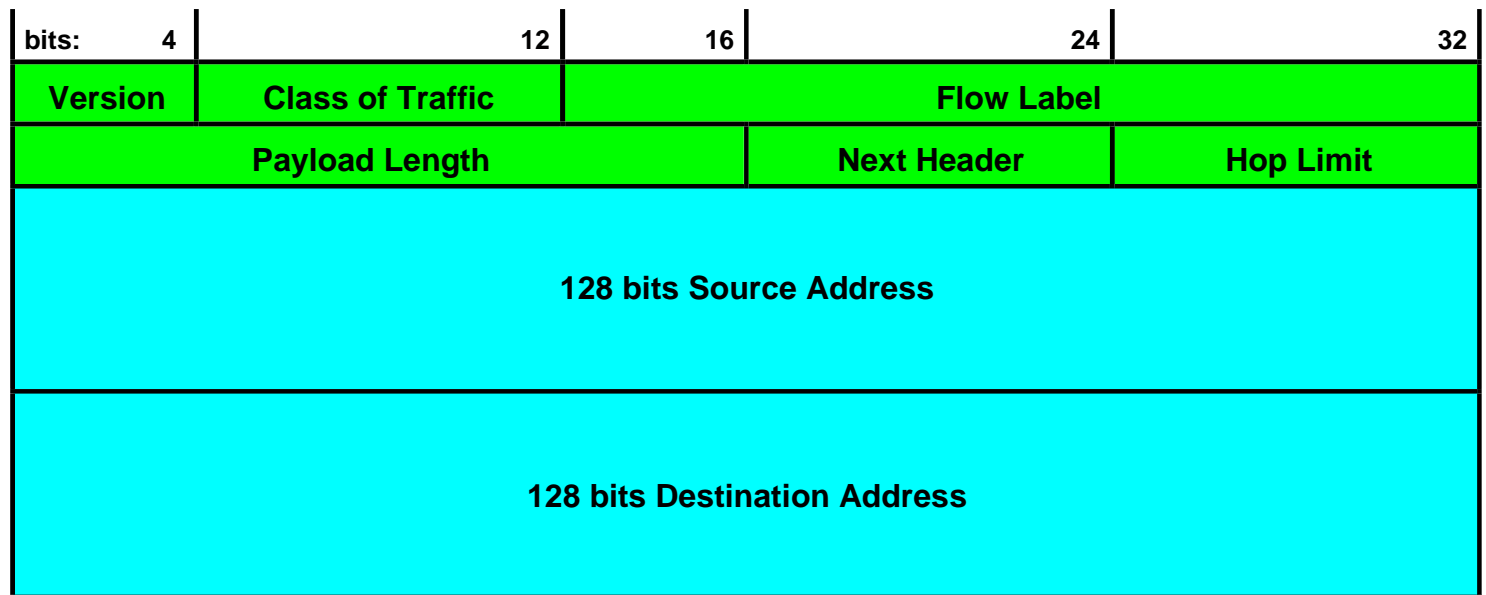
# Formato de la Cabecera IPv4

- 20 Bytes + Opciones



# Formato de la Cabecera IPv6

- De 12 a 8 campos (40 bytes)



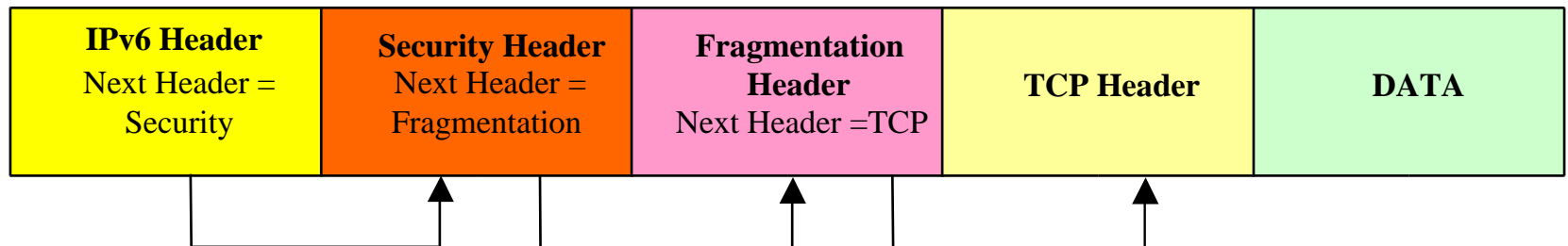
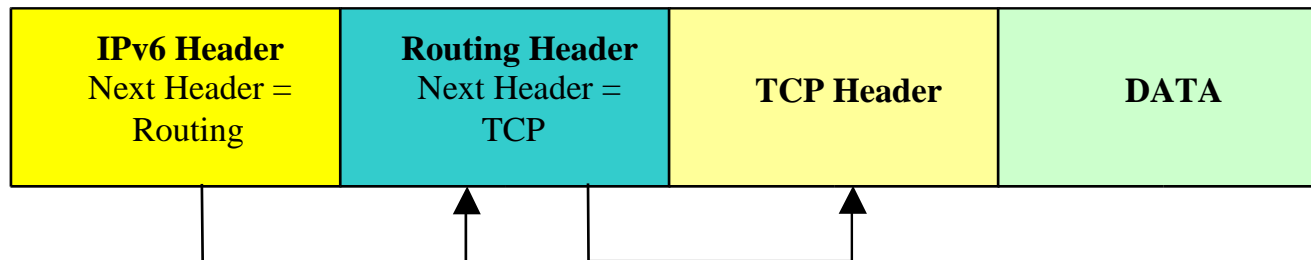
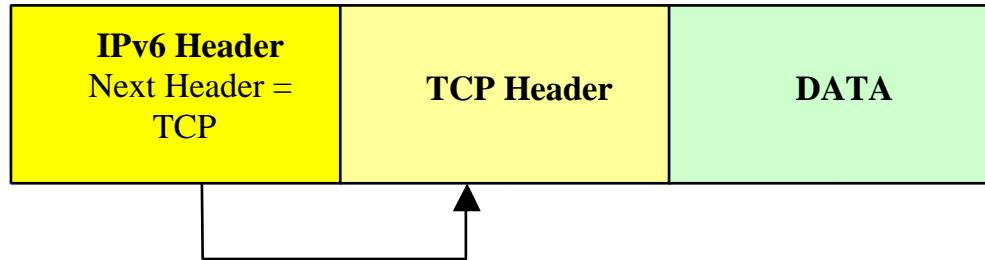
- Evitamos la redundancia del checksum
- Fragmentación extremo-a-extremo

# 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
- Alineación ajustada a 64 bits

# Cabeceras de Extensión

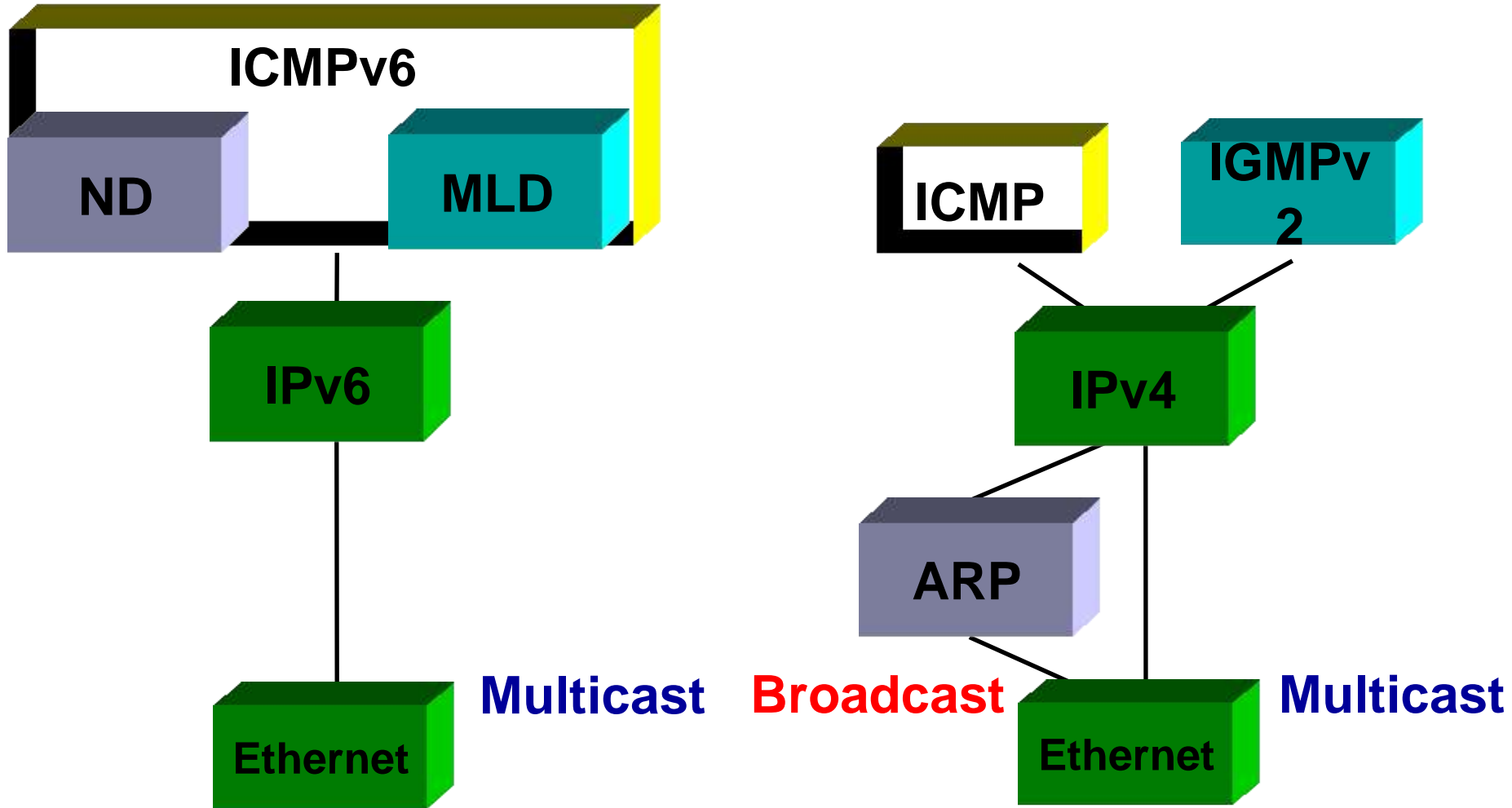
- Campo “Next Header”



# Ventajas de las Cabeceras de Extensión

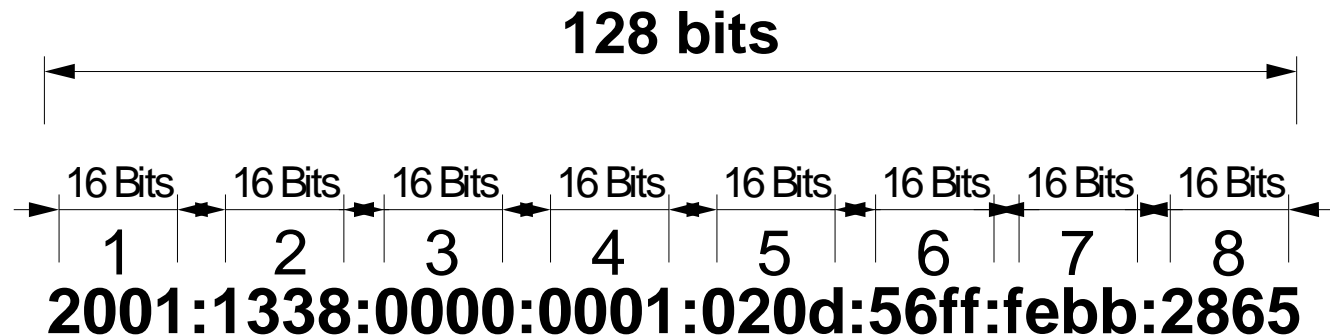
- Procesadas sólo por los nodos destino
  - Excepción: Hop-by-Hop Options Header
- Sin limitaciones de “40 bytes” en opciones (IPv4)
- Cabeceras de extensión definidas hasta el momento:
  - Hop-by-Hop Options
  - Routing
  - Fragment
  - Authentication (RFC 2402, next header = 51)
  - Encapsulating Security Payload (RFC 2406, next header = 50)
  - Destination Options

# Plano de Control IPv4 vs. IPv6



# **Direccionamiento y Encaminado**

# Estructura de las Direcciones



- 8 grupos de 16 bits en formato Hexadecimal
- 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F = 16 dígitos  $\rightarrow 2^4 \rightarrow 4\text{bits}$
- Rangos desde 0000 hasta FFFF  
(0000 0000 0000 0000 – 1111 1111 1111 1111)
- Grupos de ceros (0) consecutivos pueden ser comprimidos (::) una sola vez
- Para mayor información ver RFC 2373 (IPv6 Addressing and Architecture)

# Representación Textual de las Direcciones

Formato “preferido”: 1080:0:FF:0:8:800:200C:417A

Formato comprimido: FF01:0:0:0:0:0:0:43

se comprime como FF01::43

Compatible-IPv4: 0:0:0:0:0:0:13.1.68.3

o ::13.1.68.3

URL: [http://\[FF01::43\]/index.html](http://[FF01::43]/index.html)

# Tipos de Direcciones

Unicast (uno-a-uno)

- globales
- enlace-local
- local-de-sitio (caducado, sustituido)
- Compatible-IPv4

Multicast (uno-a-muchas)

Anycast (uno-a-la-mas-cercana)

Reservado

# Prefijos de los Tipos de Direcciones

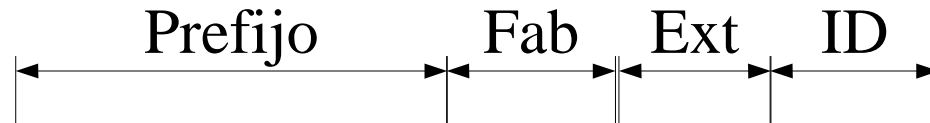
<u>Tipo de dirección</u>	<u>Prefijo binario</u>
Compatible-IPv4	0000...0 (96 bits cero)
Global unicast	001
Link-local unicast	1111 1110 10
Site-local unicast	1111 1110 11
Multicast	1111 1111

- Todos los demás prefijos están reservados (aproximadamente 7/8 del total)
- Las direcciones Anycast utilizan el mismo prefijo que las Unicast

# Identificadores de Interfaz

Los 64-bits de menor peso de las direcciones Unicast pueden ser asignados mediante diversos métodos:

- auto-configuradas a partir de una dirección MAC de 48-bit (ejemplo, direcciones Ethernet), y expandida aun EUI-64 de 64-bits (stateless)



Ejemplo: **2001:1338:AB:CD:20e:35FF:FEae:f60b**

- asignadas mediante DHCP (stateful)
- configuradas manualmente
- auto-generadas pseudo-aleatoriamente (protección de la privacidad)
- posibilidad de otros métodos en el futuro

# Algunas Direcciones Unicast Especiales

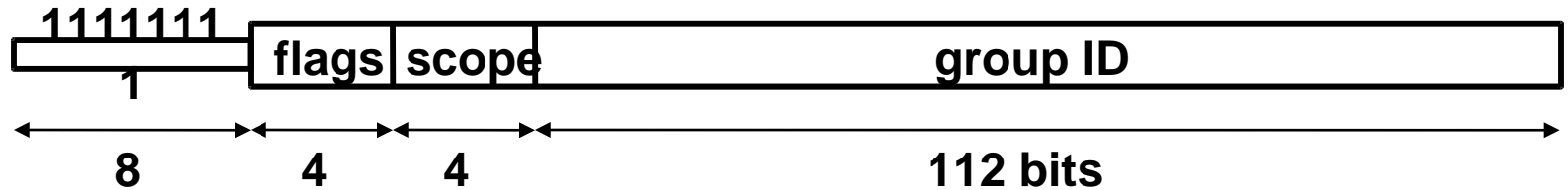
- Dirección no especificada, utilizada temporalmente cuando no se ha asignado una dirección:

0:0:0:0:0:0:0:0 ó ::/0

- Dirección de loopback, para el “auto-envío” de paquetes:

0:0:0:0:0:0:0:1 ó ::1/128

# Direcciones Multicast



- En el campo “flags”, el bit de menor peso indica grupos permanentes/temporales; el resto están reservados
- Scope:
  - 1 - node local
  - 2 - link-local
  - 5 - site-local
  - 8 - organization-local
  - B - community-local
  - E - global(todos los demás valores: Reservados)

# Encaminado (routing)

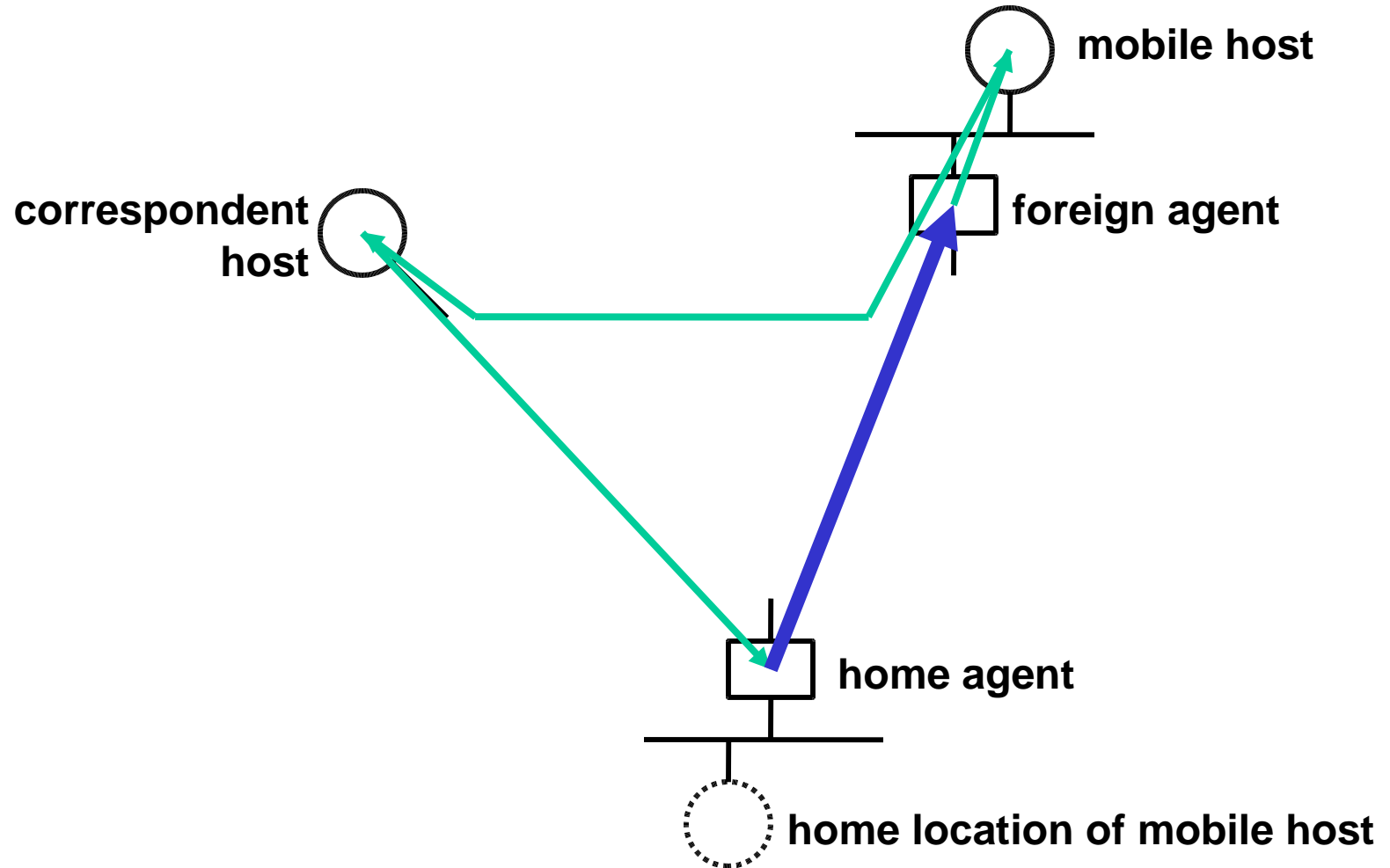
- Mismo mecanismo CIDR “longest-prefix match” que actualmente en IPv4
- Cambios mínimos respecto de los protocolos existentes para encaminado en IPv4 (gestión de direcciones mayores)
  - unicast: OSPF, RIP-II, IS-IS, BGP4+, ...
  - multicast: MOSPF, PIM, ...
- Se puede utilizar la cabecera de routing con direcciones unicast para encaminar paquetes a través de regiones concretas
  - Por ejemplo, para la selección de proveedores, políticas, prestaciones, etc.

**Movilidad**

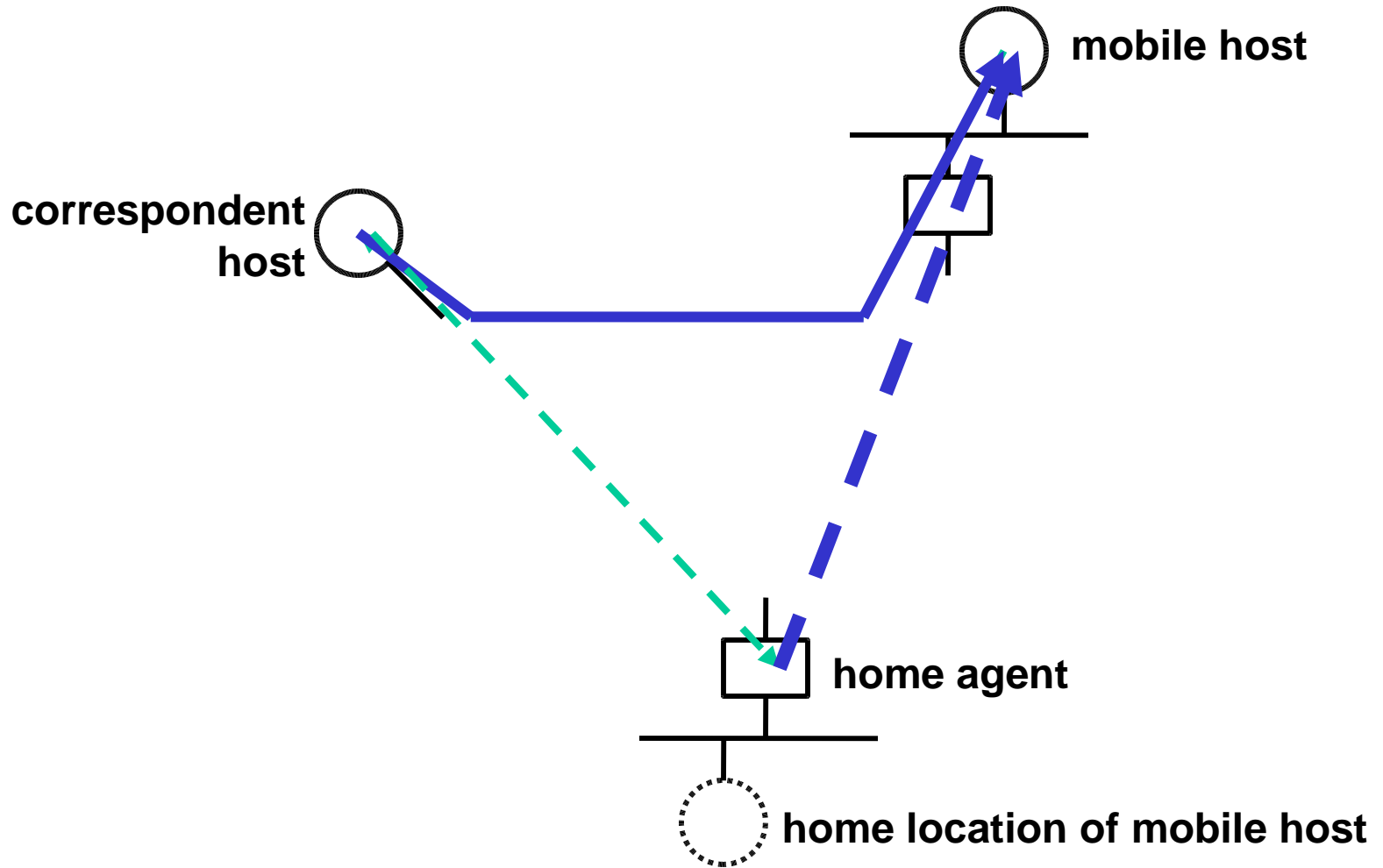
# Movilidad IPv6

- Un host móvil tiene una o más direcciones de origen
  - relativamente estables; asociadas con el nombre del host a través de DNS
- Cuando descubre que se encuentra en una subred diferente (cuando no está en su subred de origen), adquiere una dirección “extranjera” (foreign)
  - utiliza auto-configuración para obtener la dirección
  - registra la “foreign address” con un agente doméstico (“home agent”), por ejemplo, un router en su subred de origen
- Los paquetes enviados a la dirección de origen del host móvil, son interceptados por el home agent y reenviados a la foreign address, utilizando encapsulación

# Movilidad IP (v4)



# Movilidad IP (v6)



# **Transición y Coexistencia IPv4-IPv6**

# Técnicas de Transición / Coexistencia

Un amplio abanico de técnicas han sido identificadas e implementadas, básicamente dentro de tres categorías:

- (1) doble-pila, para permitir la coexistencia de IPv4 e IPv6 en el mismo dispositivo y redes
- (2) técnicas de túneles, para evitar dependencias cuando se actualizan hosts, routers o regiones
- (3) técnicas de traducción, para permitir la comunicación entre dispositivos que son sólo IPv6 y aquellos que son sólo IPv4

Todos estos mecanismos suelen ser utilizados, incluso en combinación

# Doble-Pila

- Al añadir IPv6 a un sistema, no se elimina la pila IPv4
  - Es la misma aproximación multi-protocolo que ha sido utilizada anteriormente y por tanto es bien conocida (AppleTalk, IPX, etc.)
  - Actualmente, IPv6 está incluido en todos los Sistemas Operativos modernos, lo que evita costes adicionales
- Las aplicaciones (o librerías) escogen la versión de IP a utilizar
  - En función de la respuesta DNS:
    - si el destino tiene un registro AAAA, utilizan IPv6, en caso contrario IPv4
  - La respuesta depende del paquete que inició la transferencia
- Esto permite la coexistencia indefinida de IPv4 e IPv6, y la actualización gradual a IPv6, aplicación por aplicación.

# Túneles para Atravesar Routers que no Reenvían IPv6

- Encapsulamos paquetes IPv6 en paquetes IPv4 (o en tramas MPLS)
- Muchos métodos para establecer dichos túneles:
  - configuración manual
  - “tunnel brokers” (típicamente con interfaces web)
  - “6-over-4” (intra-domain, usando IPv4 multicast como LAN virtual)
  - “6-to-4” (inter-domain, usando la dirección IPv4 como el prefijo del sitio IPv6)
  - Teredo
- Puede ser visto como:
  - IPv6 utilizando IPv4 como capa de enlace virtual link-layer, o
  - una VPN IPv6 sobre la Internet IPv4

# Traducción

- Se puede utilizar traducción de protocolos IPv6-IPv4 para:
  - nuevos tipos de dispositivos Internet (como teléfonos celulares, coches, dispositivos de consumo)
- Es una extensión a las técnicas de NAT, convirtiendo no sólo direcciones sino también la cabecera
  - Los nodos IPv6 detrás de un traductor obtienen la funcionalidad de IPv6 sólo cuando hablan con otro nodo IPv6
  - Obtienen la funcionalidad habitual IPv4 con NAT en el resto de los casos

Ing. Francisco J. Obispo S.  
Coordinador del NIC-VE  
Centro Nacional de Tecnologías de Información  
Caracas - Venezuela  
fobispo@nic.ve

**Gracias**

