Introducción a IPv6

Managua, Nicaragua
Octubre, 2009
Jordi Palet, Consulintel
(jordi.palet@consulintel.es)

¿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)
- Inhiben el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones
- 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

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 encriptado 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

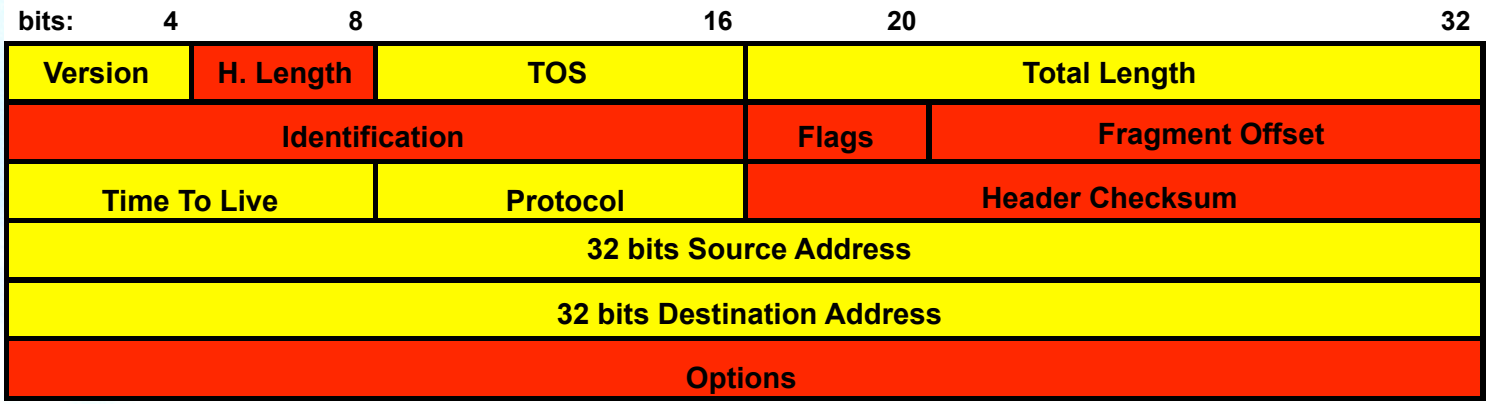
Formato de la Cabecera

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

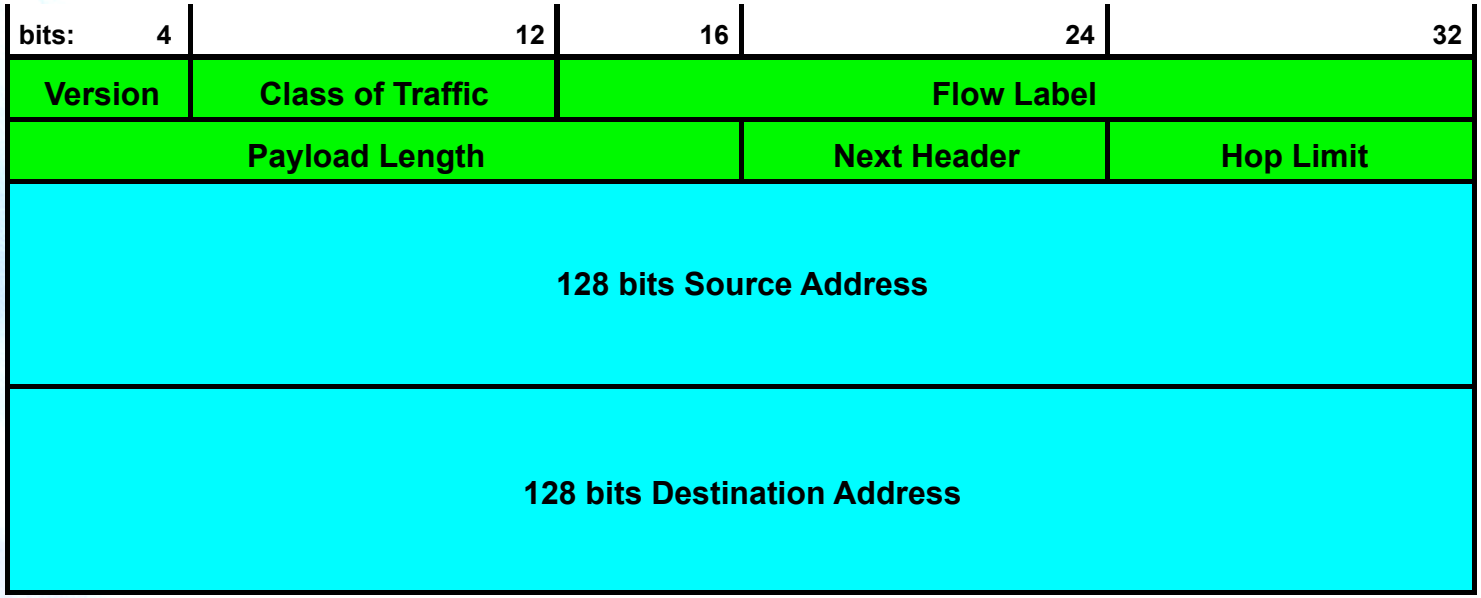
Formato de la Cabecera IPv4

- 20 Bytes + Opciones



Formato de la Cabecera IPv6

- De 12 a 8 campos (40 bytes)



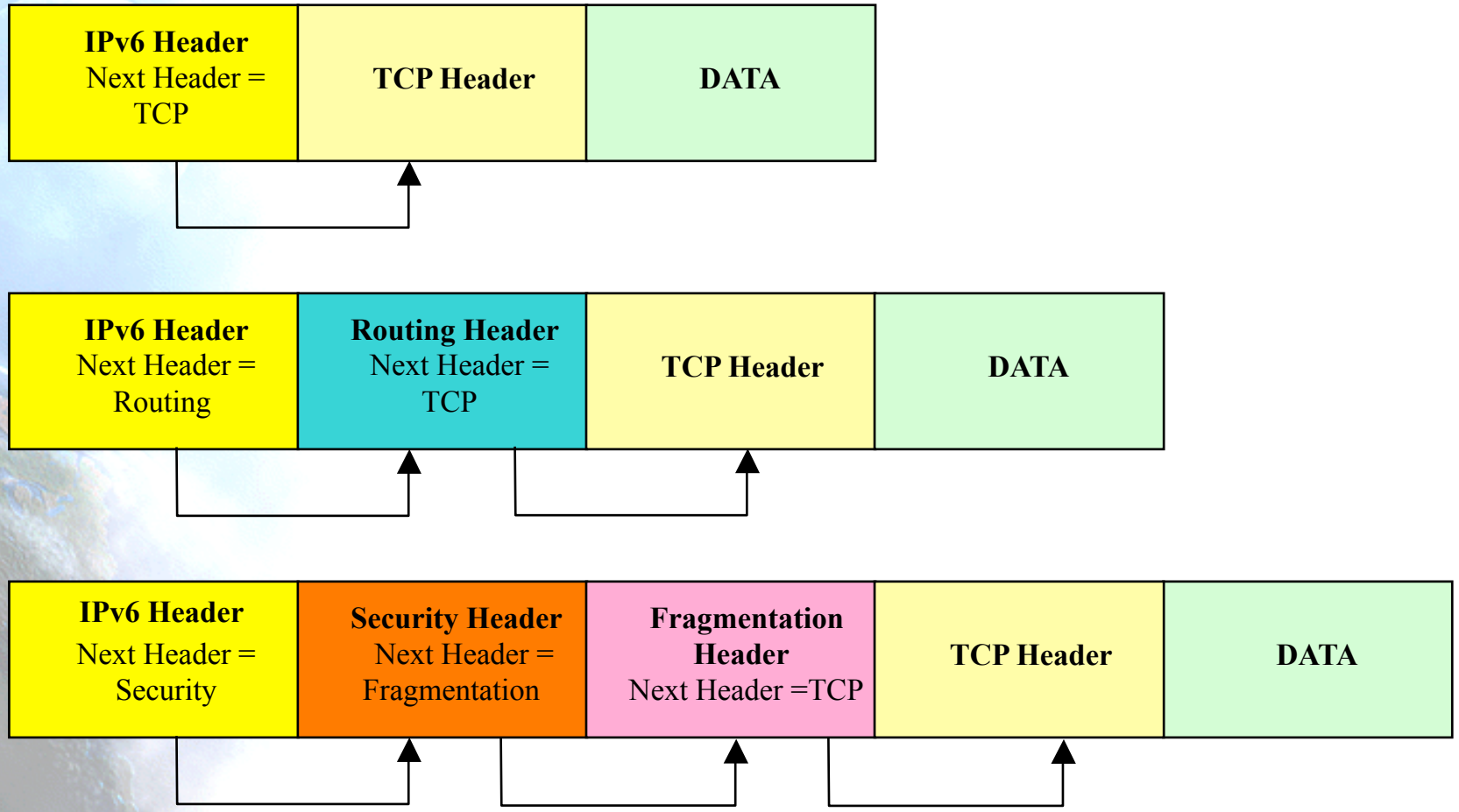
  - Evitamos la redundancia del checksum
  - Fragmentación extremo-a-extremo

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

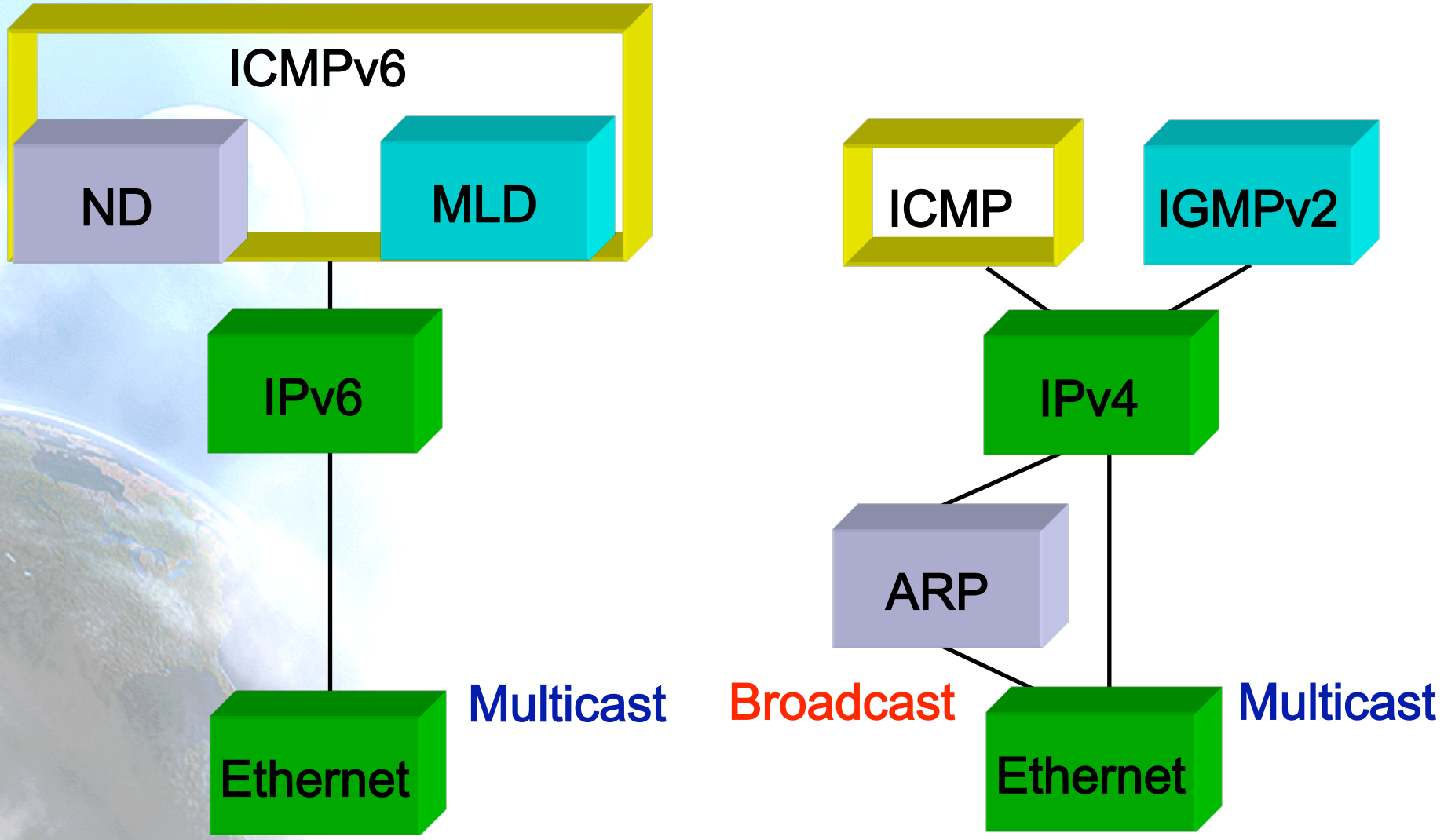
- Campo “Next Header”



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 (0)
  - Destination Options (60) / Routing (43)
  - Fragment (44)
  - Authentication (RFC4302, next header = 51)
  - Encapsulating Security Payload (RFC4303, next header = 50)
  - Destination Options (60)
  - Mobility Header (135)
  - No next header (59)
    - TCP (6), UDP (17), ICMPv6 (58)

Plano de Control IPv4 vs. IPv6



Direccionamiento y Encaminado

Representación Textual de las Direcciones

Formato “preferido”: 2001:DB8:FF:0:8:7:200C: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

IPv4-mapped: ::FFFF:13.1.68.3

URL: http://[FF01::43]:80/index.html

Tipos de Direcciones

Unicast (uno-a-uno)
- globales
- enlace-local
- local-de-sitio (caducado, sustituido)
- Locales Únicas (ULA)
- Compatible-IPv4 (caducado, sustituido)
- IPv4-mapped

Multicast (uno-a-muchas)

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

Reservado

Prefijos de los Tipos de Direcciones

Address Type	Binary Prefix	IPv6 Notation
Unspecified	00…0 (128 bits)	::/128
Loopback	00…1 (128 bits)	::1/128
Multicast	1111 1111	FF00::/8
Link-Local Unicast	1111 1110 10	FE80::/10
ULA	1111 110	FC00::/7
Global Unicast	(everything else)	
IPv4-mapped	00…0:1111 1111:IPv4	::FFFF:IPv4/128
Site-Local Unicast (deprecated)	1111 1110 11	FEF0::/10
IPv4-compatible (deprecated)	00…0 (96 bits)	::/96

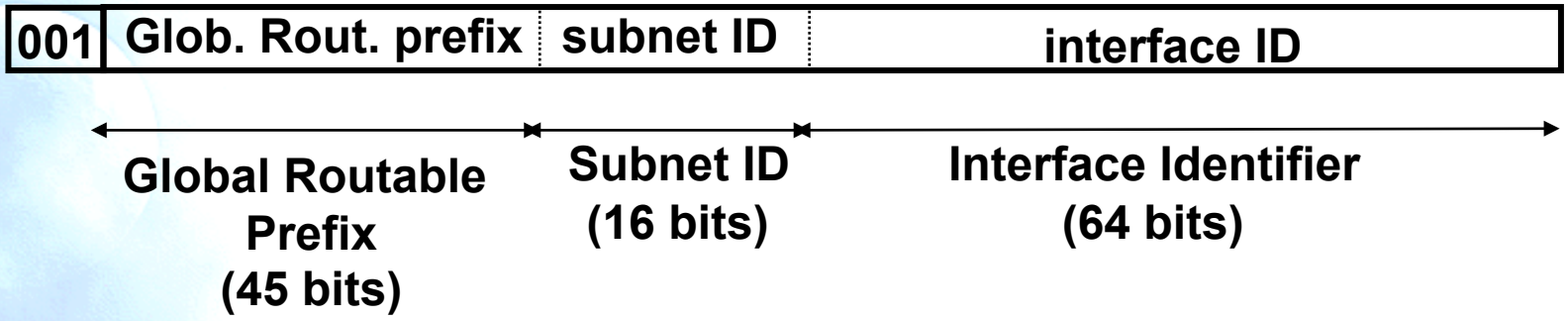
- Las direcciones Anycast utilizan el mismo prefijo que las Unicast

Global Unicast Prefixes

Address Type	Binary Prefix
IPv4-compatible	0000...0 (96 zero bits) (deprecated)
IPv4-mapped	00…0FFFF (80 zero+ 16 one bits)
Global unicast	001
ULA	1111 110x (1= Locally assigned) (0=Centrally assigned)

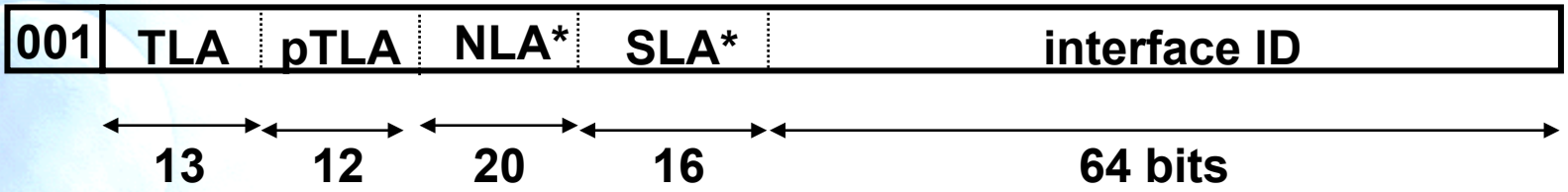
- **2000::/3** es utilizado para Global Unicast, todos los demás prefijos están reservados (aproximadamente 7/8 del total)

Direcciones Globales Unicast (RFC3587)



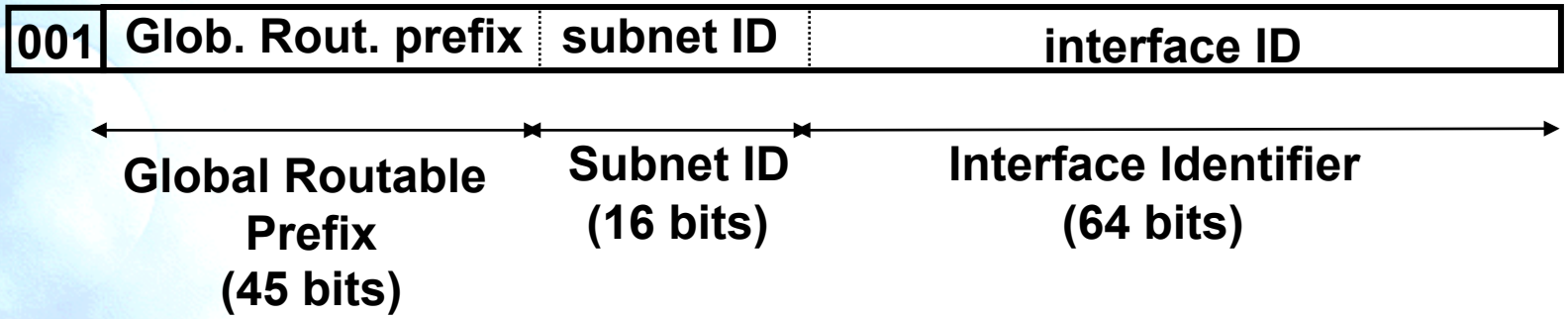
- El prefijo global de routing es un valor asignadoa una zona (sitio, conjunto de subredes/enlaces)
  - Ha sido diseñado para ser una estructura jerárquica desde una perspectiva de Routing Global
- El Identificador de subred, identifica una subred dentro de un sitio
  - Ha sido diseñado para ser una estructura jerárquica desde una perspectiva del administrador del sitio
- El Identificador de Interfaz se construye siguiendo el formato EUI-64

Direcciones Global Unicast para el 6Bone (hasta 6/6/6)



- 6Bone: Red IPv6 experimental utilizada sólo para pruebas
- TLA 1FFE (hex) asignado al 6Bone
  - por tanto, las direcciones de 6Bone comienzan con 3FFE:
  - (binario 001 + 1 1111 1111 1110)
- Los 12 bits siguientes numeran un “pseudo-TLA” (pTLA)
  - por tanto, cada pseudo-ISP de 6Bone obtiene un prefijo /28
- NO debe de ser utilizado para servicios de producción con IPv6

Direcciones Globales Unicast Addresses para Servicios de Producción



- Los LIRs receben por defecto /32
  - Las direcciones de producción actualmente son de los prefijos 2001, 2003, 2400, 2800, etc.
  - Se puede pedir más si se justifica
- /48 utilizado sólo dentro de la red del LIR, con algunas excepciones para infraestructuras críticas
- /48 a /128 es delegado a usuarios finales
  - Recomendaciones siguiendo el RFC3177 y las políticas vigentes
    - /48 en el caso general, /47 si esta justificado para redes más grandes
    - /64 sólo si una y sólo una red es requerida
    - /128 si y sólo si se esta seguro de que sólo un único dispositivo va a ser desconectado

Identificadores de Interfaz

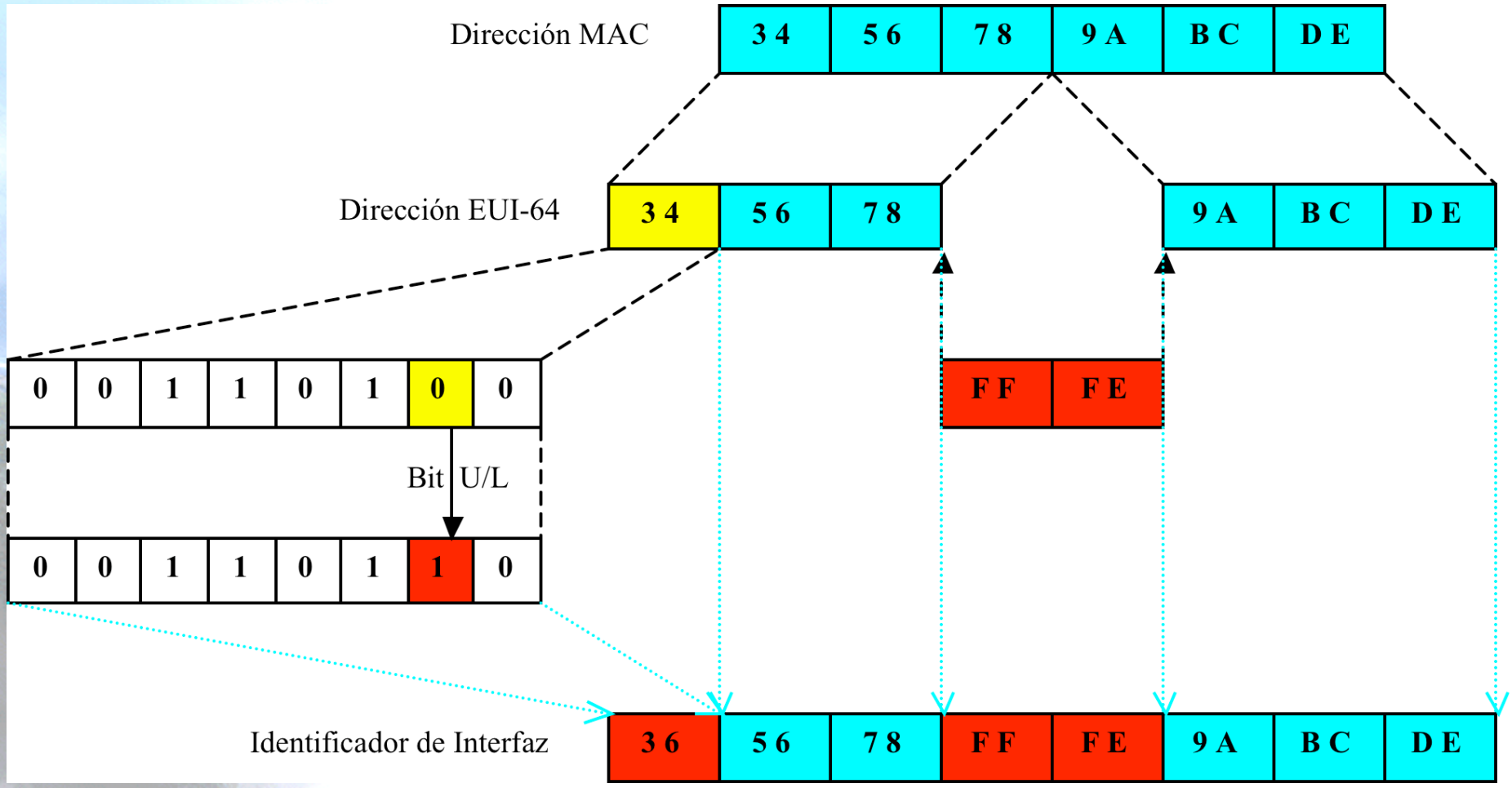
Los 64-bits de menor peso de las direcciones Unicast pueden ser asignados mediante diversos métodos:

- auto-configuradas a partir de una dirección MAC de 48-bit (ejemplo, direcciones Ethernet), y expandida aun EUI-64 de 64-bits
- asignadas mediante DHCP
- configuradas manualmente
- auto-generadas pseudo-aleatoriamente (protección de la privacidad)
- posibilidad de otros métodos en el futuro

IPv6 en Ethernet

48 bits	48 bits	16 bits	
Ethernet Destination Address	Ethernet Source Address	1000011011011101 (86DD)	IPv6 Header and Data

EUI-64


Dirección MAC
3 4
5 6
7 8
9 A
B C
D E
Dirección EUI-64
3 4
5 6
7 8
9 A
B C
D E
F F
F E
0 0 1 1 0 1 0 0
Bit U/L
0 0 1 1 0 1 1 0
Identificador de Interfaz
3 6
5 6
7 8
F F
F E
9 A
B C
D E

Algunas Direcciones Unicast Especiales

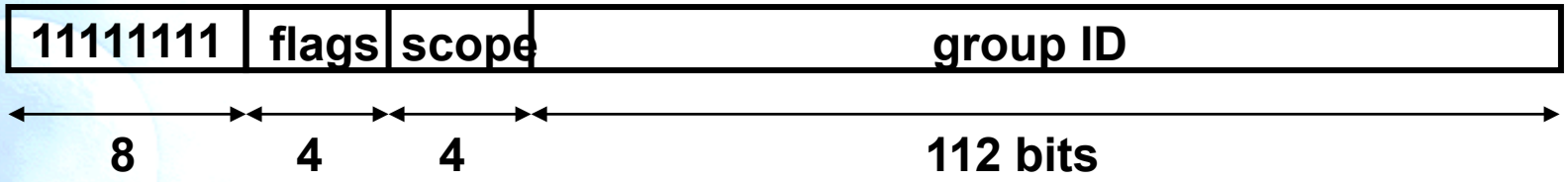
- Dirección no especificada, utilizada temporalmente cuando no se ha asignado una dirección:

  0:0:0:0:0:0:0:0

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

  0:0:0:0:0:0:0:1

Direcciones Multicast



- En el campo “flags”, el bit de menor peso indica grupos permanentes/temporales; el resto estaán 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

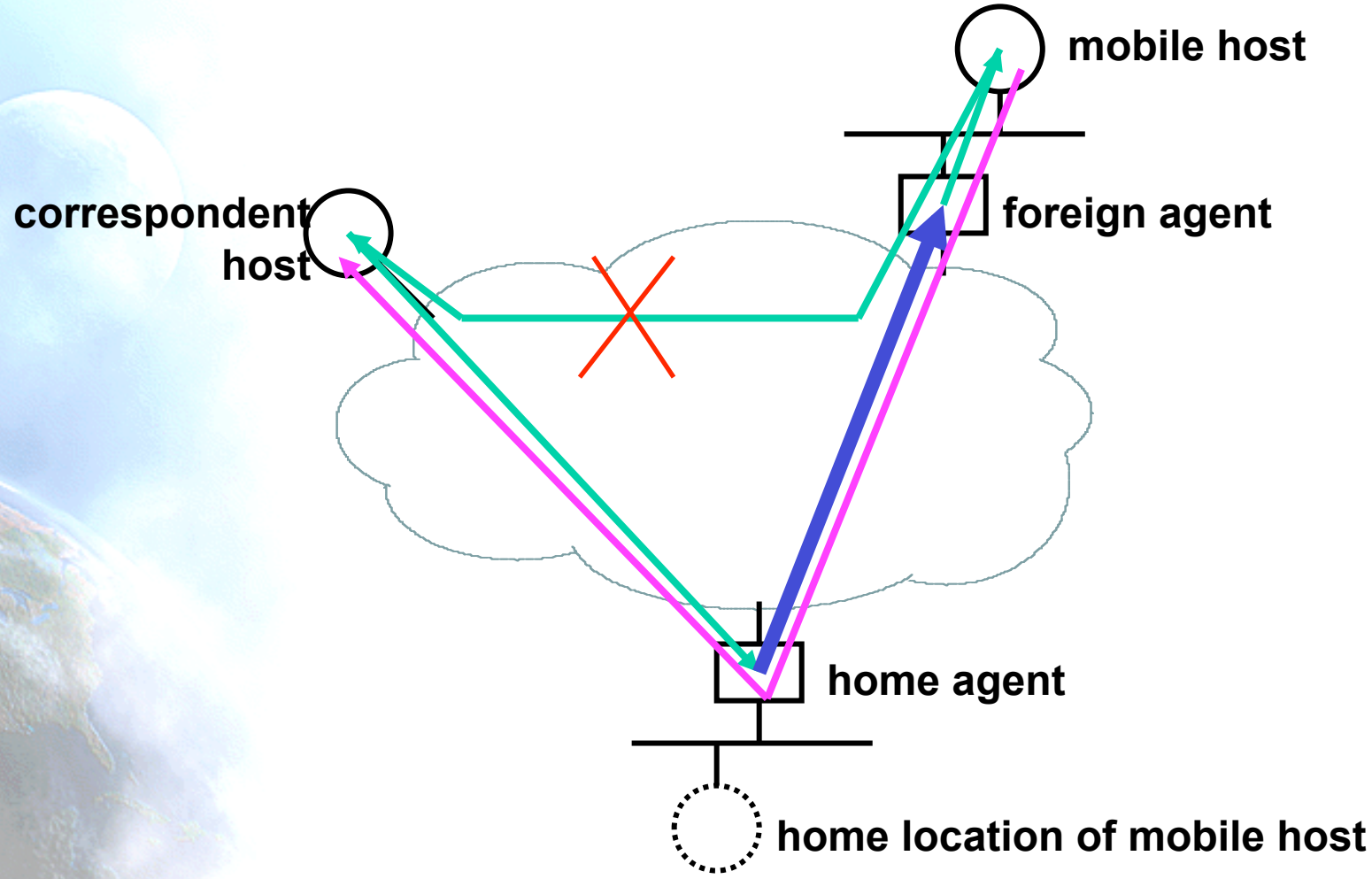
- Mismo mecanismo CIDR “longest-prefix match” que actualmente en IPv4
- Cambios mínimos respecto de los protocolos existentes para encaminado en IPv4 (gestión de direcciones mayores)
  - unicast: OSPF, RIP-II, IS-IS, BGP4+, …
  - multicast: MOSPF, PIM, …
- Se puede utilizar la cabecera de routing con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

Movilidad

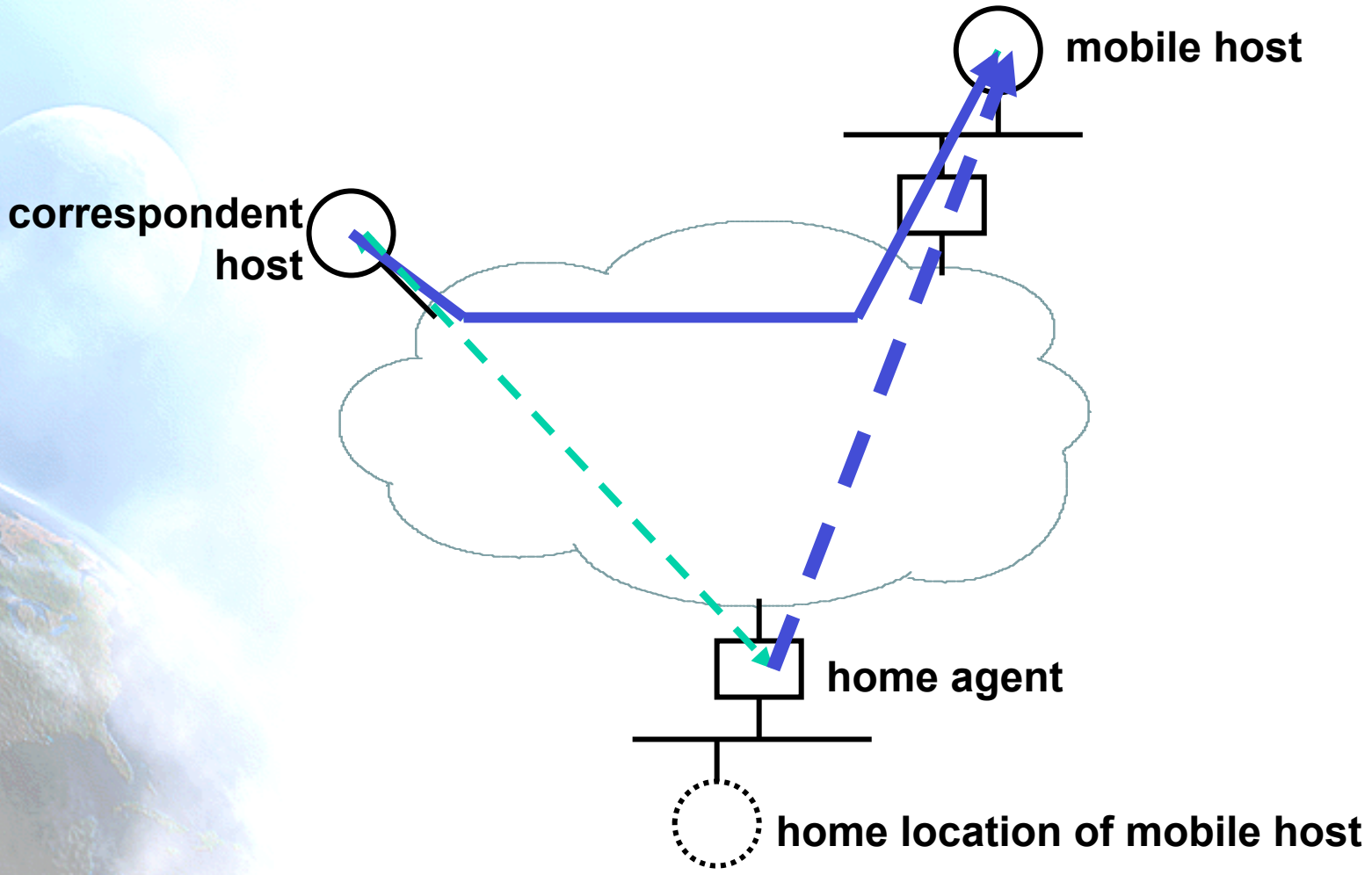
Movilidad IPv6

- 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 esta 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 IPv4



Movilidad IPv6



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 librerias) 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 indefinido de IPv4 e IPv6, y la actualización gradual a IPv6, aplicación por aplicación
- El registro A6 es experimental

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" (tipicamente 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)
- Puede ser visto como:
  - IPv6 utilizando IPv4 como capa de enlace virtual link-layer, o
  - una VPN IPv6 sobre la Internet IPv4

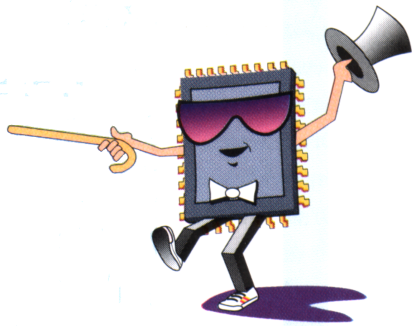
Traducción

- Se puede utilizar traducción de protolocos 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

Gracias !

Contacto:

- Jordi Palet Martínez (Consulintel): jordi.palet@consulintel.es

The IPv6 Portal:

- http://www.ipv6tf.org