

IPv6

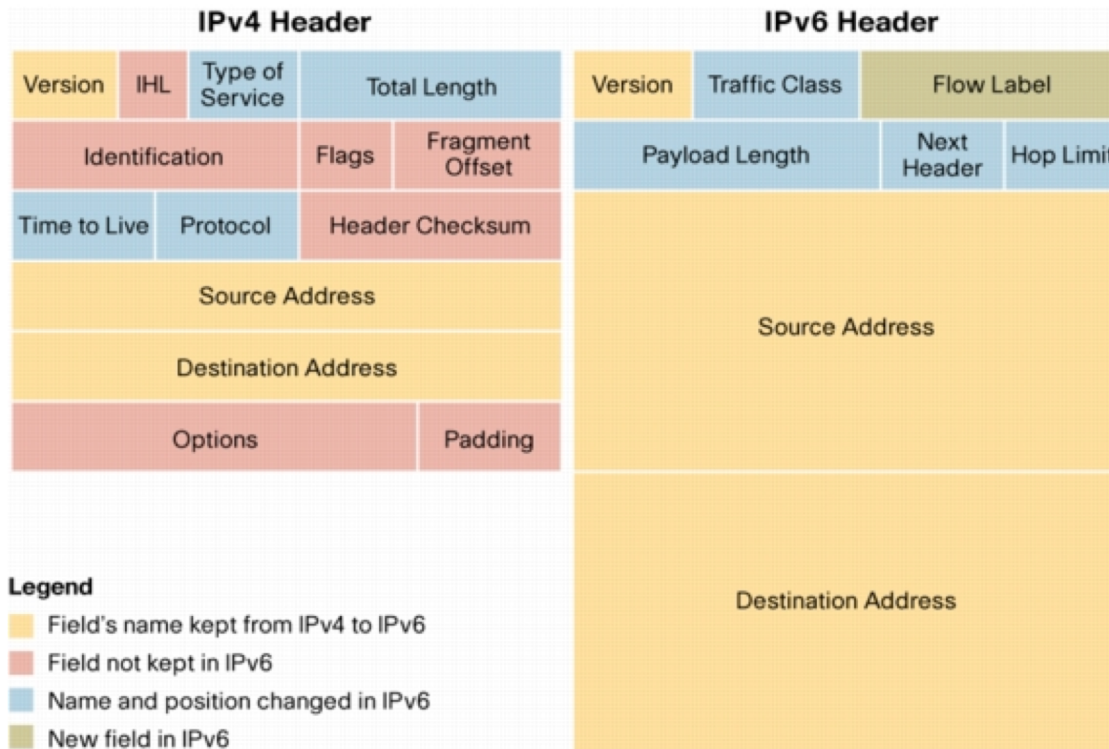
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

IPv6: Lo básico

IPv6

- ¿En qué se diferencia de IPv4?



http://www.cisco.com/en/US/technologies/tk648/tk872/technologies_white_paper0900aecd8054d37d.html



IPv6

- ¿En qué se diferencia de IPv4?
 - Cabecera más simple
 - No hay checksum
 - Más rápido de procesar
 - Opciones como protocolos
 - Seguridad integrada en el diseño
 - Etiqueta de flujo
 - Llamamos Hop Limit al TTL
 - Bla bla bla...



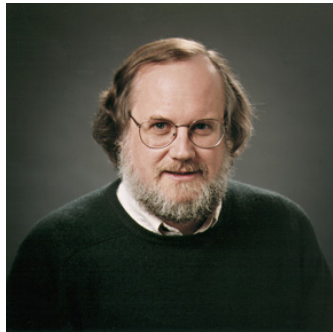
IPv6

- ¿En qué se diferencia de IPv4?
- ¿En qué se diferencia “**importante**”?
- 4.3×10^9 direcciones IPv4
- 3.4×10^{38} direcciones IPv6
- Población $> 7 \times 10^9$ personas
- ¿Cuántas tienen más de un móvil?



IPv6

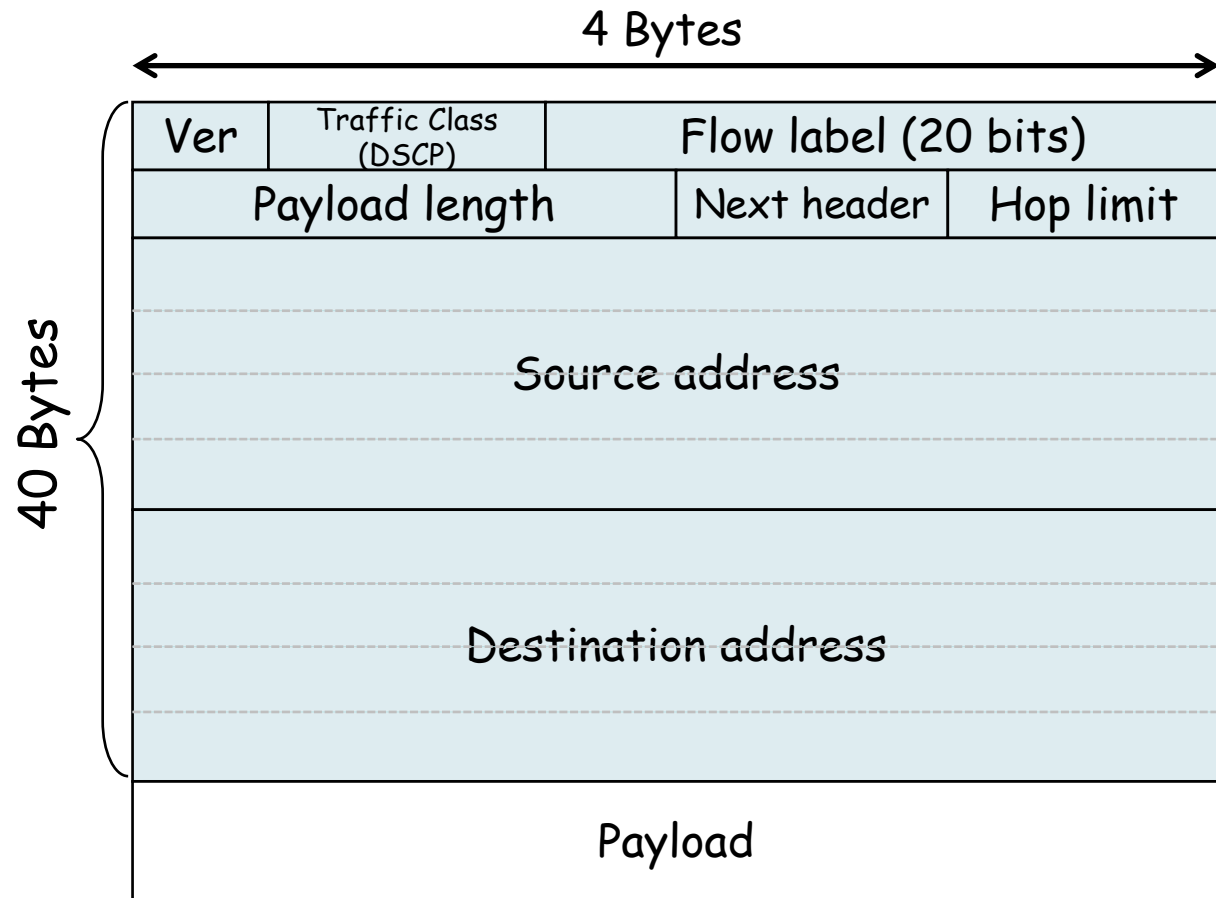
- RFC 8200 (2017) “*Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*” (antes RFC 2460 de 1998, antes RFC 1883 de 1995)



Steve Deering

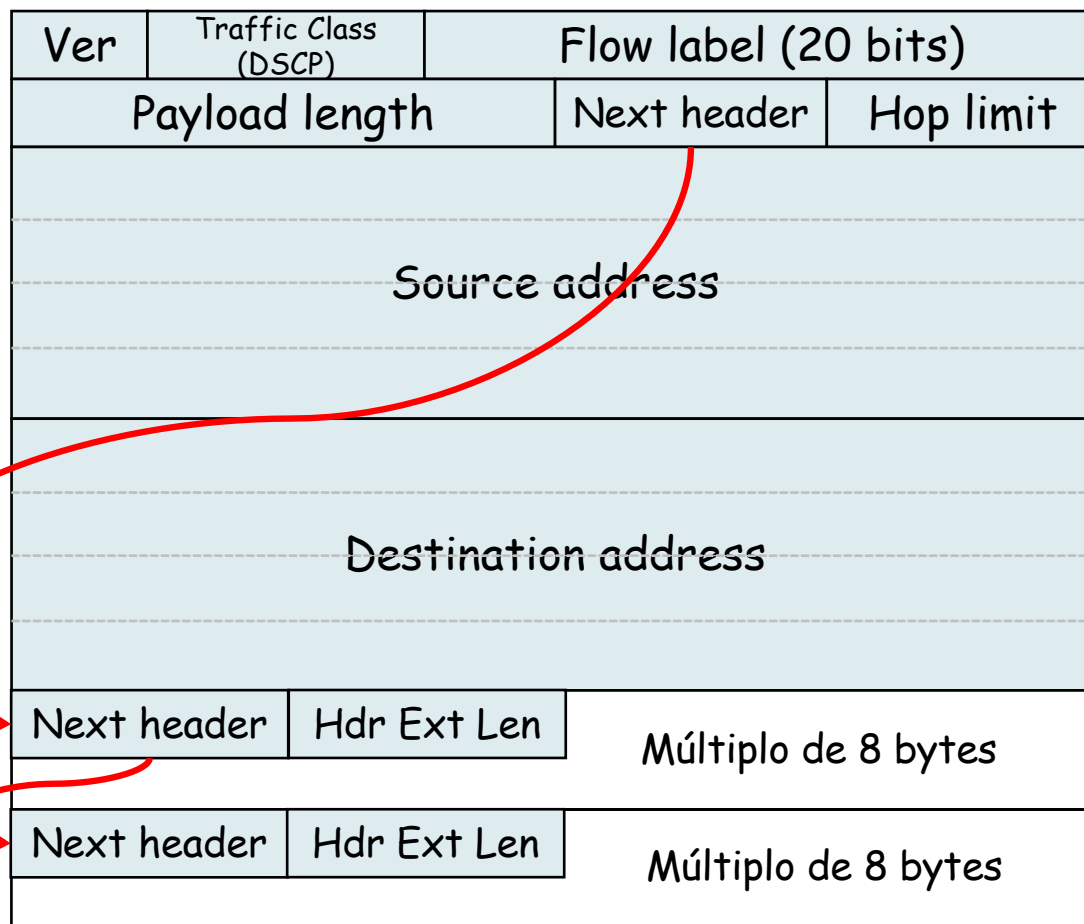


Robert M. Hinden



Options

- Los nodos del camino solo procesan la opción Hop-by-Hop que de existir debe ser la primera
- El orden, de existir las opciones, debe ser:
 - Hop-by-Hop (0)
 - Destination (60) [1]
 - Routing (*deprecated*)
 - Fragment (44)
 - AH (51)
 - ESP (50)
 - Destination (60) [2]



[1] Aplica también a los destinos que aparezcan en la opción *Routing* [2] Solo para el destino final

Options

Hop-by-Hop (next-header=0)

- Contiene opciones al estilo TLV
- Ejemplos: Router Alert (RFC 2711), Jumbo Payload (RFC 2675)

Fragmentación (next-header = 44)

- Solo la puede hacer el origen, los routers no fragmentan
- Campos de offset e identificación dentro de una opción

Destination (next-header=60)

- Contiene opciones al estilo TLV
- Información opcional para el destino del paquete
- Por ejemplo lo emplea Mobile IP

No Next Header (next-header=59)

- No hay nada a continuación y si hay algo se debe ignorar

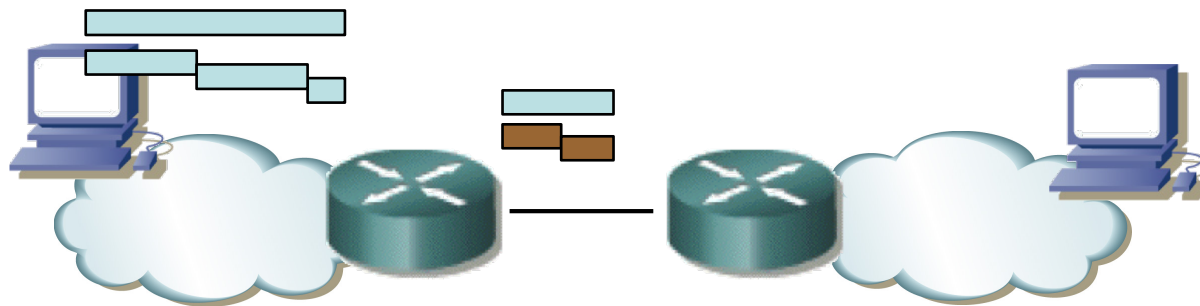
Authentication Header (next-header=51)

Encapsulating Security Payload (next-header=50)

- RFCs 4302 y 4303 respectivamente
- Asignatura sobre seguridad

MTU y checksums

- Requiere que los enlaces tengan una MTU de al menos 1280 bytes
- De hacerse fragmentación debe ser por debajo del nivel de red
- El cálculo de checksums de TCP y UDP debe tener ahora en cuenta las direcciones de 128 bits



Dirección IP origen	
Dirección IP destino	
Upper-Layer Packet Length	
0	Next header
puerto origen	puerto dest.
longitud	checksum
datos de la aplicación (mensaje)	

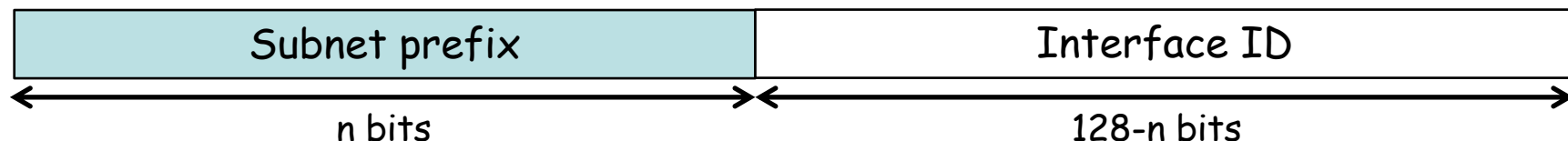
IPv6: Representación de las direcciones

Representación de direcciones

- Números de 128 bits
- Representación en texto tiene varias alternativas aunque hay una forma canónica (RFC 5952)
- Preferida: “x:x:x:x:x:x:x:x” donde “x” es el hexadecimal de 16 bits
Ejemplo: 2001:ab8:1:23a:8:800:200c:417a
- Las letras deben ser minúsculas
- Los 0 a la izquierda en un campo de 16 bits se eliminan: 000a → a
- Un campo de 16bits 0000 debe representarse como solo 0
- Se deben comprimir 0s seguidos (solo una vez) con “::”
- Solo se comprimen 0s si hay más de una palabra de 16 bits a 0
Ejemplo: 2001:db8:0:1:1:1:1:1 no se comprime
Ejemplo: ff01::101
- Si hay varias posibilidades de comprimir 0s se aplica al que más ahorre (la primera si empata)
Ejemplo: 2001:0:0:0:800:0:0:417a → 2001::800:0:0:417a

Representación de direcciones

- En escenarios IPv4+IPv6 los últimos 4 bytes en *dotted-decimal*
Ejemplo: `::ffff:128.144.52.38`
- Representación de prefijo similar a CIDR: `ipv6-address/prefix-length`
Ejemplo: `2001:0db8:0:cd30::/60`
- Mismas reglas para el caso de prefijos de red
- Para representar una dirección y un puerto de transporte usar el estilo RFC 3986 (corchetes):
Ejemplo: `[2001:1::cd30:a1]:80`
- Esto es la representación canónica pero hay muchos otros estilos que se deben aceptar
 - Acortar con `::` aunque no sea el bloque óptimo
 - Letras en mayúsculas
 - Poner todos los 0 de la izquierda de un bloque de 16 bits
 - etc
- Surge la representación canónica para evitar ciertos errores humanos (ver RFC 5952)



Direccionamiento

- RFC 4291 “IPv6 Addressing Architecture”
- Tipos:
 - Multicast: ff00::/8
 - Unicast: el resto
 - Anycast: cualquiera unicast
 - Broadcast: No hay
- Scopes (alcances) para unicast (hay más para multicast):
 - Link-Local
 - Site-Local (*deprecated*)
 - Global



Espacio de direcciones

00000000	Reservadas. Hay algunas en uso como ::1/128 (loopback) y ::/128
00000001	Reservadas
0000001	Reservadas (mapeo de OSI CNLP a IPv6, <i>deprecated</i> en RFC 4048)
000001	Reservadas
00001	Reservadas
0001	Reservadas
001	Global Unicast en uso (*)
010	Reservadas
011	Reservadas
100	Reservadas
101	Reservadas
110	Reservadas
1110	Reservadas
11110	Reservadas
111110	Reservadas
1111110	Unique Local Unicast (fc00::/7, RFC 4193)
111111100	Reservadas
1111111010	Link-Local Unicast (fe80::/10, RFC 4291)
1111111011	Reservadas (fec0::/10, Site-Local, <i>deprecated</i> en RFC 3879)
11111111	Multicast (ff00::/8)

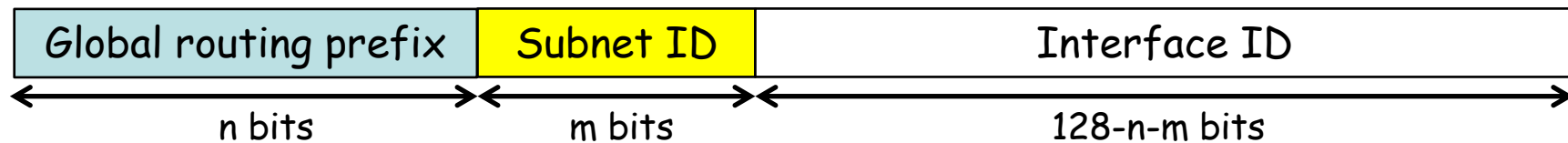
<http://www.iana.org/assignments/ipv6-address-space/ipv6-address-space.xml>

(*) <http://www.iana.org/assignments/ipv6-unicast-address-assignments/ipv6-unicast-address-assignments.xml>

IPv6: Direcciones globales unicast

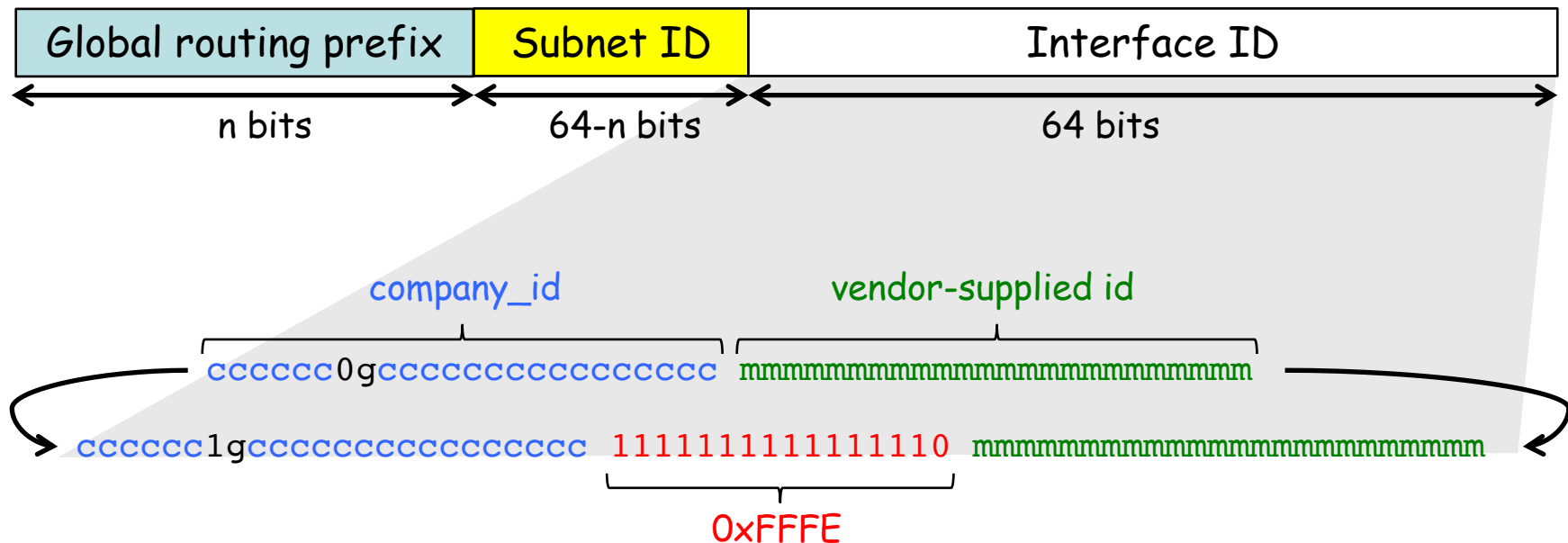
Global Unicast

- 2000::/3
- Estructura jerárquica
- El Subnet ID identifica a un enlace en un dominio
- El IID (Interface ID) tiene 64 bits pero no tiene necesariamente una “interpretación” (RFC 7136)
- Es decir, puede construirse de distintas formas así que no se puede deducir nada de él
- Si se ha construido a partir de una dirección MAC IEEE entonces debe ser un *Modified EUI-64* salvo en las direcciones IPv6 que empiezan por 000 (binario)
- ¿Modified EUI-64? (...)



Modified EUI-64

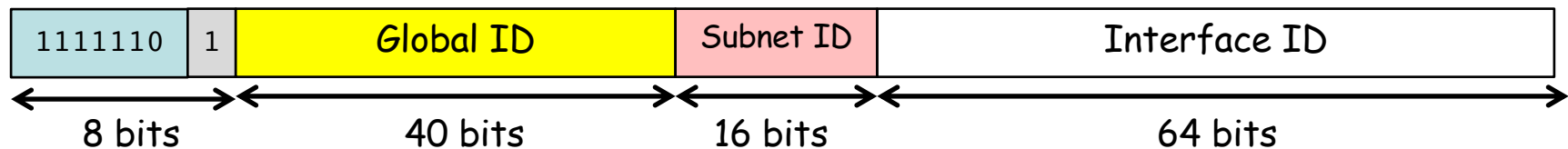
- A partir de una dirección MAC IEEE de 48 bits se crea un *Modified EUI-64* insertando 0xFFFE tras el OUI e invirtiendo el bit de universal/local
- Es común que el prefijo global asignado sea /48 ó /64 pero puede ser diferente
- Lo importante es que los dominios siempre puedan obtener suficientes direcciones



IPv6: Direccionamiento local

Unique-Local

- IPv6 ULA, RFC 4193 “*Unique Local IPv6 Unicast Addresses*”
- fc00::/7, de momento solo definido el uso de fd00::/8
- Direcciones que “podrían” ser globalmente únicas
- No para enrutar en la Internet (privadas) pero sí en un dominio o entre unos dominios que lo acuerden
- El *Global ID* se debe generar como un número pseudo-aleatorio para intentar evitar colisiones
- 16 bits para subredes



Direccionamiento local

Link-Local IPv6 Unicast

- Todos los interfaces tienen una
- fe80::/10 usadas como fe80::interfaceID
- Para configuración automática, *neighbor discovery* o cuando no hay router
- Paquetes con alguna dirección de éstas no son reenviados por los routers

Site-Local IPv6 Unicast

- fec0::/10
- fec0:subnetID(54bits):interfaceID(64bits)
- *Deprecated* (RFC 3879)



IPv6: Direcciones especiales

Otras reservadas

Special-Use

- RFC 6890
- <http://www.iana.org/assignments/iana-ipv6-special-registry/iana-ipv6-special-registry.xml>

Loopback Address

- ::1/128

Unspecified Address

- ::/128

IPv4-Mapped IPv6 Address

- Representa una dirección IPv4 como una IPv6
- ::ffff:0:0/96 usada como ::ffff:ipv4address

IPv4-Embedded IPv6 address

- RFC 6052 “IPv6 Addressing of IPv4/IPv6 Translators”
- 64:ff9b::/96 usadas como 64:ff9b::ipv4address (da algoritmo para otros prefijos)

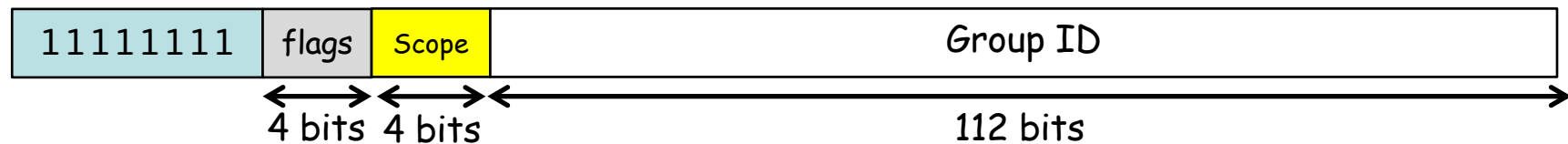
Discard-Only Address Block

- RFC 6666
- Para dirigir tráfico probablemente de ataques a descartar o a un sniffer
- 100::/64

IPv6: Direcciones multicast

Multicast IPv6

- ff00::/8
- En la propia dirección está codificado si es permanente o temporal
- Hay para cada red (contienen el prefijo de la red) (RFC 3306)
- Un host puede generar una local a partir de su MAC (RFC 4489)
- Puede incluir información para localizar a un *rendezvous point* (RFC 3956)



Algunas direcciones mcast

Scope interface-local (a.k.a. node-local)

- ff01::1 All Nodes
- ff01::2 All Routers

Scope link-local

- ff02::1 All Nodes
- ff02::2 All Routers
- ff02::4 DVMRP routers
- ff02::5 OSPFIGP
- ff02::6 OSPFIGP Designated Routers
- ff02::9 RIP Routers
- ff02::a EIGRP Routers
- ff02::d All PIM Routers
- ff02::e RSVP-ENCAPSULATION
- ff02::f UPnP
- ff02::12 VRRP

Routing e IPv6

Routing protocols

RIPng

- RFC 2080 “RIPng for IPv6”
- Distance-vector, 15 saltos, split-horizon, sobre UDP

OSPFv3

- RFC 5340 “OSPF for IPv6”
- Router ID y area ID siguen siendo de 32 bits
- LSAs nuevos

EIGRP for IPv6

BGP-4

- RFC 2545 “Use of BGP-4 Multiprotocol Extensions for IPv6 Inter-Domain Routing”

IS-IS

- RFC 5308 “Routing IPv6 with IS-IS”
- Mantiene misma topología para IPv4 e IPv6 (mismo SPT)
- RFC 5120 “M-ISIS: Multi Topology (MT) Routing in Intermediate System to Intermediate Systems (IS-ISs)”

PIM-SM

- Soporta IPv6 multicast