

# Redes de Nueva Generación

Área de Ingeniería Telemática  
Dpto. Automática y Computación  
*<http://www.tlm.unavarra.es/>*

# Remember IPv4...

Área de Ingeniería Telemática  
Dpto. Automática y Computación  
*<http://www.tlm.unavarra.es/>*

# IPv4

- ▶ Protocolo de datagramas
- ▶ Direcciones de 32 bits (4mil millones realista 250millones)
  - ▶ Direcciones publicas y privadas
  - ▶ Con broadcast y multicast
  - ▶ Incluso algo de link-local
- ▶ Configuración manual o DHCP
- ▶ ICMP para mensajes de control
- ▶ ARP para descubrimiento de vecinos
- ▶ Descubrimiento de routers? : Configuración manual
- ▶ Enrutamiento estático y dinámico
- ▶ Tuneles y VPNs

# IPv4

- ▶ Transporte por encima de IP
  - ▶ TCP fiable orientado a conexión
  - ▶ UDP no fiable datagramas
- ▶ Nombres de dominio en lugar de direcciones
  - ▶ DNS
- ▶ Aplicaciones sobre transporte
  - ▶ Sockets
  - ▶ Las aplicaciones manejan las direcciones
  - ▶ Y preguntan al DNS (gethostbyname)
  - ▶ Las aplicaciones pueden usar broadcast y multicast

# End-to-end principle

- ▶ Siempre que sea posible, implementar los protocolos en los extremos de la red
- ▶ Implementar en la red lo menos posible
- ▶ Red con mínima inteligencia (la red es difícil de cambiar)
- ▶ Inteligencia en los extremos (es más sencillo añadir nueva funcionalidad)
- ▶ Los nodos de la red no deben guardar estado
- ▶ La Internet es un ejemplo, con IP en la red y el resto de protocolos solo en los extremos

# NAT

- ▶ Escasez de direcciones y NAT
- ▶ Redes privadas son comunes hoy en día
- ▶ Incluso tiene beneficios de seguridad... ?
- ▶ **NAT rompe el principio extremo a extremo !!!**



- ▶ Estamos muy acostumbrados pero da muchos problemas a las aplicaciones

# Evolución...

- ▶ IPv4
- ▶ Problemas de agotamiento de direcciones
  - ▶ Subnetting ...
  - ▶ Supernetting ...
  - ▶ CIDR ...
  - ▶ NAT ha resuelto el problema durante mucho tiempo...
  - ▶ A costa de corromper el modelo básico de Internet
- ▶ La solución buena... IPv6
- ▶ O es ya demasiado tarde? :-)

# IPv6 protocolos

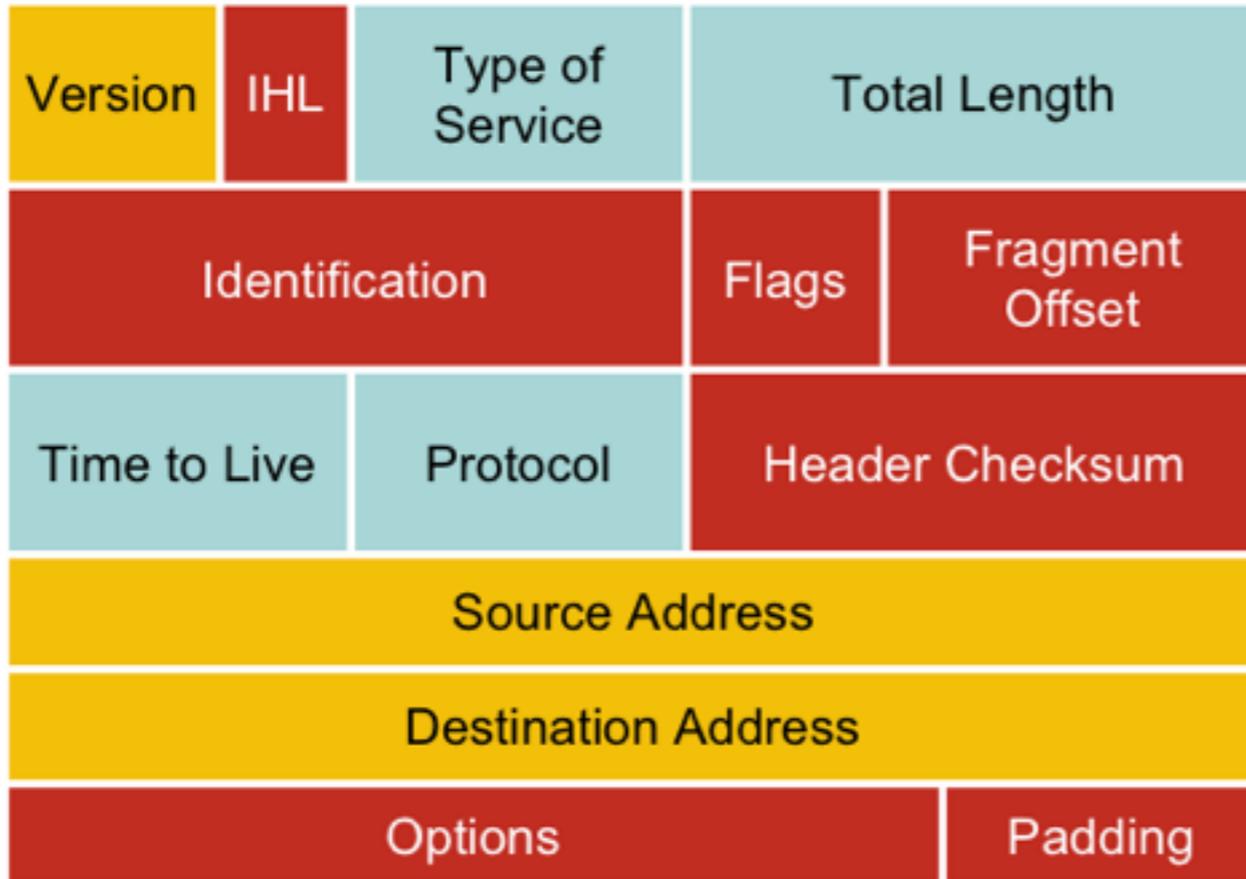
Área de Ingeniería Telemática  
Dpto. Automática y Computación  
*<http://www.tlm.unavarra.es/>*

# IPv6 novedades

- ▶ Más espacio de direcciones (x4) 16B 128b
- ▶ Cabecera simplificada (tamaño fijo 40B)
- ▶ Sin checksum a nivel IP
- ▶ Sin soporte para fragmentación (Path MTU discovery)
- ▶ Alineada a 64b
- ▶ Autenticación y privacidad (IPsec es obligatorio)
- ▶ Sin soporte para broadcast (pero si multicast)

# Cabecera IPv6 (RFC 2460)

## IPv4 Header



## IPv6 Header



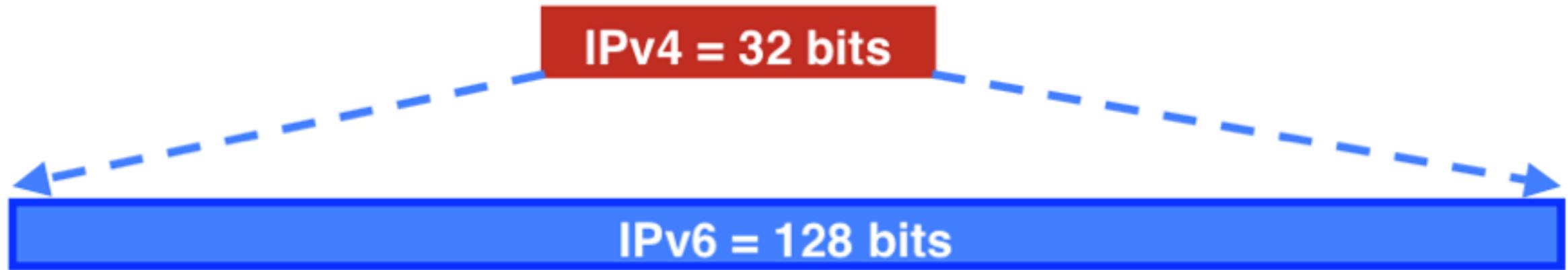
### Legend

- Field's name kept from IPv4 to IPv6
- Fields not kept in IPv6
- Name and position changed in IPv6
- New field in IPv6

# IPv6 direcciones

Área de Ingeniería Telemática  
Dpto. Automática y Computación  
*<http://www.tlm.unavarra.es/>*

# Espacio de direcciones



## IPv4

32 bits

= 4,294,967,296 possible addressable devices

## IPv6

128 bits: 4 times the size in bits

=  $3.4 \times 10^{38}$  possible addressable devices

= 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456

~  $5 \times 10^{28}$  addresses per person on the planet

# Representación de direcciones

- ▶ 8 palabras de 16bits hexadecimales separadas por :

Ej: 2001:0720:1d10:fff0:3010:0000:0013:1a32

- ▶ Se pueden abreviara ceros al comienzo

Ej: 2001:720:1d10:fff0:3010:0:13:1a32

- ▶ Se puede cambiar un bloque de 0s por :: pero solo uno

Ej: 2001:720:1d10:fff0:3010::13:1a32

Ej: 2001:720:0:0:fff:0:0:0:23 **no vale 2001:720::ff::23**

2001:720::fff:0:0:0:23 o bien 2001:720:0:0:fff::23

- ▶ Se puede abreviar al principio o al final

0:0:0:0:0:0:0:1        ::1

2000:0:0:0:0:0:0:0    2000::

# Representación de direcciones

- ▶ En URL

`http://[2001:720:1d10:fff0:3010::13:1a32]:8080/index.php`

Pero normalmente usaremos nombres DNS

- ▶ Si el DNS devuelve una dirección IPv6 se utilizara IPv6

- ▶ Prefijos igual que en IPv4

`130.206.0.0/16`

`2001:720:1d10::/48`

# Tipos de direcciones

- ▶ Véase RFC 4291
- ▶ Unicast: de uno a uno (globales o privadas...)
- ▶ Anycast: de uno al mas cercano de varios destinos  
(usa el mismo rango que unicast)
- ▶ Multicast: de un origen a varios destinos  
tiene que entregarse a todos los interesados
- ▶ Un interfaz puede tener asignadas varias direcciones de cualquiera de esos tipos

# Tipos de direcciones

## ► Rangos de direcciones

Type	Binary	Hex
Unspecified	000...0	::/128
Loopback	000...1	::1/128
Global Unicast Address	0010	2000::/3
Link Local Unicast Address	1111 1110 10	FE80::/10
Unique Local Unicast Address	1111 1100 1111 1101	FC00::/7
Multicast Address	1111 1111	FF00::/8

# Scope

- ▶ Concepto de scope (ambito/alcance) en IPv6
- ▶ Las direcciones tienen un alcance en el que tienen significado
- ▶ Scopes en Unicast
  - ▶ Interface-local (tipo loopback)
  - ▶ Link-local (un enlace/red de area local, no se reenvía)
  - ▶ Site-local (deprecated) >> unique-local
  - ▶ Global (el mundo)
- ▶ Scopes en Multicast
  - ▶ Interface-local, Admin-local, Site-local, Organization-local, Global
- ▶ Este concepto llega hasta la aplicación como la dirección

# Direcciones globales

- ▶ Consiguiendo direcciones
- ▶ Ver IANA
- ▶ Ver slides CISCO

# Direcciones globales

- ▶ /12 al registro
- ▶ /32 al ISP
- ▶ /48 al usuario
- ▶ /64 la LAN

# Unique local

- ▶ fc00::/7
  - ▶ fc00::/8 reservado
  - ▶ fd00::/8 para generar direcciones
- ▶ fd - 40 bits id global - /48

# Link-local

- ▶ fe80::/10
- ▶ 10 bits - 54 bits - 64bits LAN
- ▶ 54 bits normalmente 0 o asignadas por configuración al router

# Multicast

8-bit	4-bit	4-bit	112-bit
1111 1111	Lifetime	Scope	Group-ID

Lifetime	
0	If Permanent
1	If Temporary

Scope	
1	Node
2	Link
5	Site
8	Organization
E	Global

# Multicast

- ▶ ff02::1 All nodes
- ▶ ff02::2 All routers
- ▶ ff02::9 All RIP routers
- ▶ ff02::A All EIGRP routers
- ▶ ...

# IPv6 configuración LAN

# ID interfaz

- ▶ El interfaz de red se recomienda que tenga 64bits
- ▶ Configuración automática pensada para 64
- ▶ Si usamos configuración manual puede tener menos

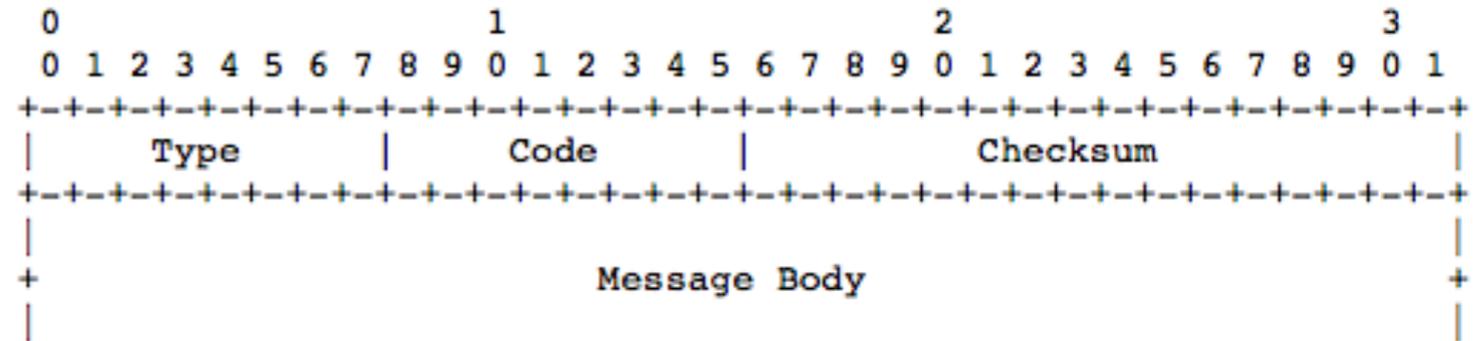
# Configuración del interfaz

- ▶ Varias posibilidades
  - ▶ Configuración manual
  - ▶ Configuración automática (stateless)  
RFC4862
  - ▶ Configuración automática aleatoria (para privacidad)  
RFC4941 (obsoletes RFC3041)
  - ▶ Configuración con DHCP (statefull)  
También se puede usar stateless pero con router y DNS  
anunciados por DHCP
- ▶ Detección de router automática con ICMPv6/NDP

# Configuración automática

- ▶ Automática fija
- ▶ EUI-64
  
- ▶ Automática temporal para privacidad
- ▶ Elegida aleatoriamente cada cierto tiempo
- ▶ Solo para conexiones salientes

# ICMPv6



▶ RFC 2463

▶ Next header = 53

▶ Type, code (<http://www.iana.org/assignments/icmpv6-parameters/icmpv6-parameters.xhtml>)

▶ Errores

type = 1 Destination unreachable

type = 2 Packet too big

type = 3 Time exceeded

type = 4 Parameter problem

▶ Ping

type = 128 Echo request    type = 129 Echo reply

▶ ...

# Neighbor Discovery

- ▶ RFC 2461
- ▶ Router discovery
- ▶ Prefix discovery
- ▶ Parameter discovery (MTU, hop limit...)
- ▶ Address autoconfiguration (que IP elijo)
- ▶ Address resolution (cual es la MAC de este vecino = ARP)
- ▶ Next-hop determination (tambien longest prefix match)
- ▶ Neighbor unreachability detection
- ▶ Duplicate address detection
- ▶ Redirect

# Neighbor Discovery

- ▶ Todos se consiguen con 5 tipos de mensajes (ICMPv6)
- ▶ Router solicitation (type=133)
- ▶ Router advertisement (type=134)  
periódicos o tras solicitation, incluyen parámetros
- ▶ Neighbor solicitation (type=135)
- ▶ Neighbor advertisement (type=136)
- ▶ Redirect

# Duplicate Address Detection

- ▶ Funcionalidad de ICMPv6
- ▶ Antes de utilizar una dirección se intenta localizar si un vecino tiene esa dirección (equivalente ARP)
- ▶ Si contesta no se utiliza

# Manejo de multicast

- ▶ También con ICMPv6
  - ▶ type=130 Multicast Listener Query
    - ▶ quien esta interesado en el grupo x?
  - ▶ type=131 Multicast Listener Report
    - ▶ estoy interesado en el grupo x
  - ▶ type=132 Multicast Listener Done
    - ▶ ya no estoy interesado en el grupo x
  
- ▶ ICMPv6 sustituye a ICMP, IGMP, ARP

# DNS

Área de Ingeniería Telemática  
Dpto. Automática y Computación  
*<http://www.tlm.unavarra.es/>*



# Ethernet

Área de Ingeniería Telemática  
Dpto. Automática y Computación  
*<http://www.tlm.unavarra.es/>*

# IPv6 over ethernet

▶ 0x0800 = IP IPv4

▶ 0x86DD = IPv6

# IPv6 en UPNA TLM

Área de Ingeniería Telemática  
Dpto. Automática y Computación  
*<http://www.tlm.unavarra.es/>*

# Ejemplo en la UPNA

- ▶ UPNA (vease whois)

2001:720:1d10::/48

- ▶ Telemática provisional

2001:0720:1d10:fff0::/60