



Administración y Gestión de Redes
Lic. Sistemas de información



Laboratorio de Redes,
Recuperación de Información
y Estudios de la Web

Teleinformática y Redes

Protocolo IP versión 6

v2021

Definido en RFC 8200 - Julio 2017
(Primer definición en RFC 1883 - Diciembre 1995)

Motivaciones - Objetivos:

Mayor espacio de direcciones
Autoconfiguración
Reducción de procesamiento en nodos intermedios
Simplificación de cabeceras, se eliminan funciones redundantes
Seguridad obligatoria

Impulsor real del deployment actual:
No hay mas direcciones IPv4 públicas!

Direcciones IPv6: 128 bits

$(2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456)$

Representadas como 8 grupos de 4 dígitos hexadecimales separados por dos puntos (:)

Por ej.: **2001:0db8:1234:abcd:5678:effe:9876:dcba**

El prefijo de red se indica de la misma forma que en IPv4 (CIDR):

Por ej.: **2800:0110:1018:cccc:0000:0000:0000:0000/64**

Según el estándar, los 64 bits de la derecha deben utilizarse como identificador de interfaz.

Simplificación de representación de las direcciones IPv6

- En cada grupo de dígitos, los ceros de la izquierda pueden omitirse.

Ej.: **2800:0110:1018:cccc:0000:0000:0000:0000**2/64 → **2800:110:1018:cccc:0:0:0:2**

- Si existen grupos de dígitos consecutivos solo con ceros, éstos se pueden omitir representándose con dos puntos seguido de dos puntos.

Ej.: **2800:110:1018:cccc:0:0:0:2** → **2800:110:1018:cccc::2**

(Para evitar una posible ambigüedad, esta regla puede aplicarse una sola vez).

- Según RFC5952: “A Recommendation for IPv6 Address Text Representation”, estas opciones son mandatorias y los caracteres “a”..”f” deben representarse en minúscula.

Tipos de direcciones IPv6

- **Unicast**
- **Anycast** (sin diferencias con las unicast, solo su función)
 - **Multicast** (espacio de direcciones **FF:/8**)

Ámbito de operación de las direcciones Ipv6

- **Locales de enlace**
 - **Globales**
- **Direcciones locales únicas**

Direcciones Link-Local (Locales de enlace)

- Sólo se utilizan en el enlace en el cual está conectada la interfaz. Los routers no reenvían paquetes con direcciones de tipo link-local a otros enlaces.
- Se utilizan para autoconfiguración. El prefijo de red es **FE80::/64**, y la identificación de interfaz se asigna automáticamente. En ethernet normalmente estaba basado en la dirección MAC. La RFC 7217 (año 2014) define otro método teniendo en cuenta cuestiones de seguridad, así como la RFC 8981 (año 2021) para direcciones temporales.

Ejemplo: ver en sus pcs...

Direcciones globales (global unicast)

- Son globalmente ruteables y accesibles en Internet. (sería el equivalente a las direcciones IPv4 públicas).
- El rango utilizado en la actualidad es **2000::/3** (que abarca desde **2000::** a **3fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff**).
- Asignación manual, statefull (DHCPv6), o stateless (SLAAC)

Dirección Local Única (Unicast Local Address - ULA)

(RFC 4193 - 2005)

- Operan dentro del ámbito de una organización o conjunto de enlaces y no deben rutearse fuera de la organización (operación similar a las direcciones IPv4 privadas).
- El espacio de direcciones definido es **FC00::/7**.
- El formato define 7 bits para el prefijo, un bit (0 reservado - 1 asignación local), un identificador global de 40 bits que debe ser generado de manera pseudoaleatoria, 16 bits para subred y 64 bits para la interfaz.

(La asignación local es auto-generada sin necesidad de coordinación central, pero tienen una alta probabilidad de ser únicas)

Otras direcciones especiales:

- **::/128** Dirección no especificada
- **::1/128** “Loopback”
- **2001:db8::/32** “Documentación”
- Además de varios rangos reservados para técnicas de mapeo a ipv4 , y benchmarks.

(En RFC 6890 Special-Purpose IP Address Registries se encuentran todas las direcciones especiales)

Mas direcciones particulares: Direcciones multicast

Bloque **FF00:/8**.

Formato: prefijo FF que identifica una dirección multicast, 4 bits de flags que determinan su uso, y 4 bits que definen el alcance:

1: interface-local (host)

2: link-local (capa 2)

4: admin-local

5: site-local

8: organization-local

E: global

Algunas direcciones multicast muy conocidas

Dirección	Ambito	Descripción
FF01::1	interface	Todos las interfaces (all-nodes)
FF01::2	interface	Todos los routers (all-routers)
FF02::1	enlace	Todos los nodos (all-nodes)
FF02::2	enlace	Todos los routers (all-routers)
FF02::1:2	enlace	Todos los servidores o relays DHCP
FF02::1:FFXX:XXXX	enlace	Solicited-Node (*)
FF05::2	sitio	Todos los routers (all-routers)
FF05::1:3	sitio	Todos los servidores DHCP

* Dirección multicast generada en base a direcciones unicast. Cada nodo debe unirse al grupo multicast correspondiente a todas sus direcciones unicast.

Encabezado básico IPv6 - Longitud fija 40 bytes

Version	Traffic Class	Flow Label		
Payload Length		Next Header	Hop Limit	
Source Address				
Destination Address				

Version: 4 bits (Valor igual a 6).

Traffic Class: 8 bits - Redefinido como DSCP - Administración de tráfico de red.

Flow Label: 20 bits - Permite al emisor identificar secuencia de paquetes a tratar de igual manera por la red.

Payload Length: 16 bits - Longitud de la carga en bytes.

Next Header: 8 bits - Identifica el tipo de encabezado siguiente. (Extensión o protocolo de nivel superior)

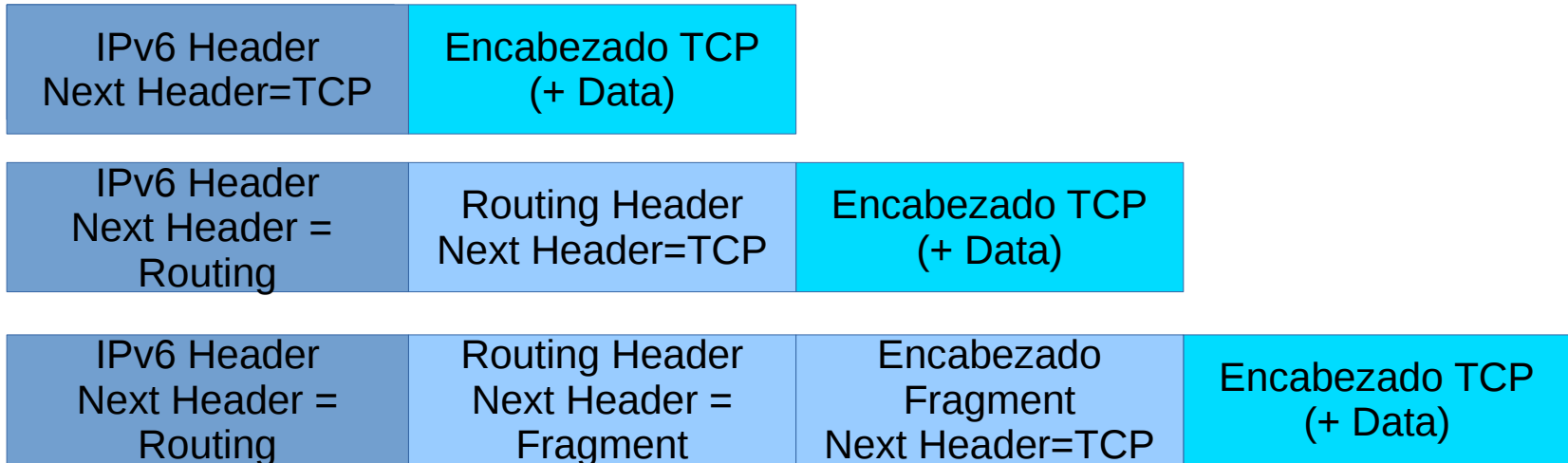
Hop Limit: 8 bits - Límite de saltos (equivalente a TTL en Ipv4)

Source Address: 128 bits - Dirección IPv6 del emisor del paquete

Destination Address: 128 bits - Dirección IPv6 del destinatario(s) del paquete

Encabezados de extensión

IPv6 soporta la transmisión de información opcional a través de los “extension headers”.
Un paquete puede llevar 0, 1, o mas encabezados de extensión:



Encabezados de extensión

Una implementación completa incluye:

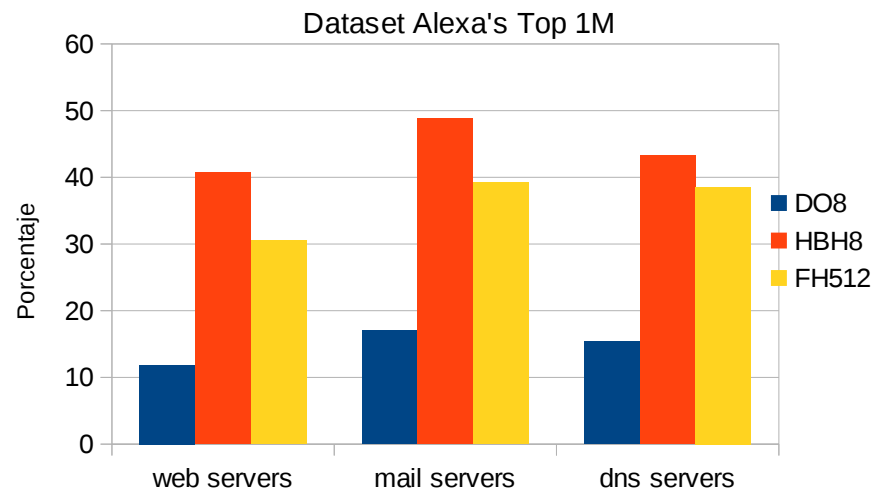
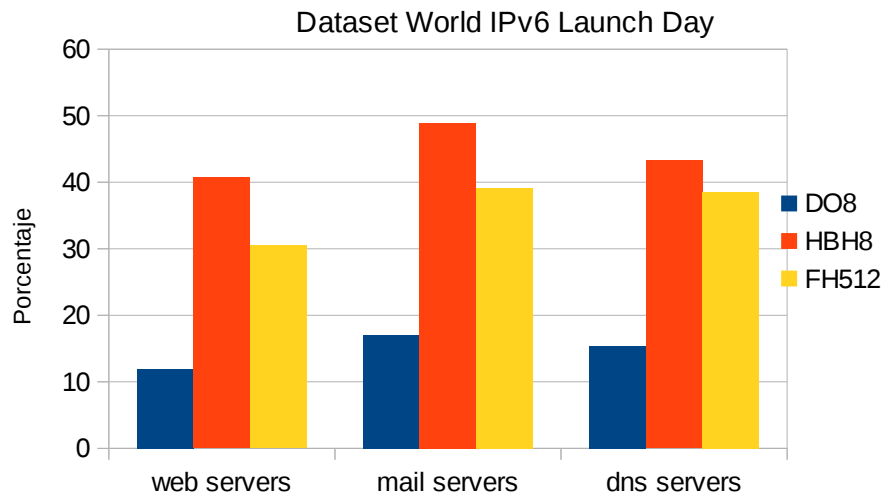
- Hop-by-Hop Options
- Fragment (Solo existe fragmentación en origen)
- Destination Options
- Routing
- Authentication
- Encapsulating Security Payload

No todos son obligatorios.

Se define un orden en el cual deben aparecer si hay mas de uno presente, y qué acción tomar si no se reconoce o implementa alguno.

Encabezados de extensión - El mundo real

RFC 7872: Observations on the Dropping of Packets with IPv6 Extension Headers in the Real World

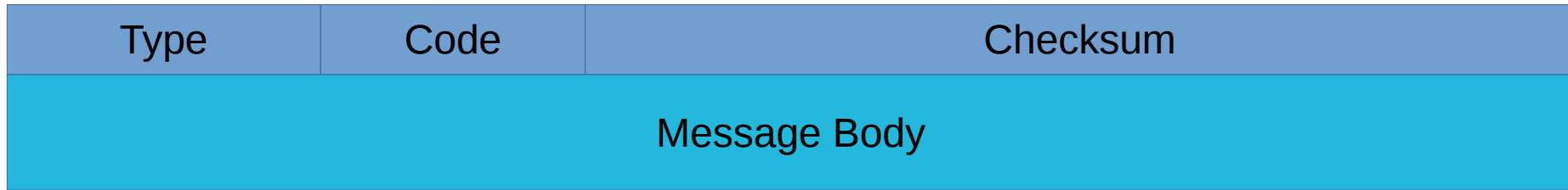


Buena suerte utilizando IPv6 EHs en Internet! (Gont F.)

ICMPv6 (RFC 4443)

- **IPv6 utiliza Internet Control Message Protocol tal como ipv4, con algunos cambios.**
- **Es usado por los nodos para reportar errores encontrados en el procesamiento de paquetes (destino inalcanzable, paquete demasiado grande, etc), y llevar adelante otras funciones de la capa de red, como diagnósticos y autoconfiguración.**
- **Un mensajes ICMPv6 se encapsula en un paquete IPv6.**
- **Los mensajes se agrupan en dos clases: Error e Información.**
- **ICMPv6 combina funciones que en IPv4 se implementan con protocolos como ARP, ICMP e IGMP.**

ICMPv6: Formato Genérico



Type: 8 bits - Identifica el tipo de mensaje. Su valor determina el formato de los datos restantes

Code: 8 bits - Depende del tipo de mensaje y permite un nivel adicional de detalle del tipo de mensaje

Checksum: 16 bits - Cubre el mensaje ICMPv6 y parte del encabezado IPv6.

Message Body: Contenido específico de longitud variable.

ICMPv6

- **Ejemplos de mensajes de error:**
 - **1 Destination Unreachable**
 - **2 Packet Too Big**
 - **3 Time Exceeded**
 - **4 Parameter Problem**
- **Ejemplos de mensajes de información:**
 - **128 Echo Request**
 - **129 Echo Reply**

Protocolo Neighbor Discovery para IPv6

(RFC 4861)

Define mecanismos para resolver cuestiones relacionadas con la interacción entre vecinos en un mismo enlace. Es utilizado por los nodos (host y routers) para:

- Encontrar routers
- Determinar prefijos “on-link” y otros datos de configuración de la red (mtu, hop limit)
- Autoconfiguración de direcciones (SLAAC - StateLess Address AutoConfiguration)
- Resolver la dirección de capa de enlace de los nodos vecinos (función de arp en ipv4)
- Determinar el próximo salto
- Detectar direcciones duplicadas
- Determinar la accesibilidad de los vecinos
- Redireccionar paquetes

Neighbor Discovery define 5 tipos de mensajes ICMPv6:

- **Router Solicitation:** Enviado al activarse una interfaz requiriendo que los routers se anuncien (envíen inmediatamente mensajes RA)
- **Router Advertisement:** Enviado por routers de manera periódica o en respuesta a un RS, anunciando prefijos y otros parámetros de red.
- **Neighbor Solicitation:** Enviado por un nodo para determinar la dirección de capa de enlace de un vecino, o para verificar que aún es accesible (información cacheada). También permiten detectar direcciones duplicadas.
- **Neighbor Advertisements:** Respuesta a un NS. Puede también anunciarse frente a un cambio en la dirección de capa de enlace.
- **Redirect:** Enviado por ruteadores para informar de un mejor primer salto hacia un destino.

¿Preguntas?