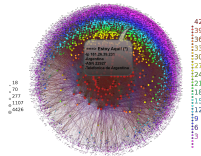


# Redes de Datos II Protocolo IPv6

Luis Marrone

LINTI-UNLP

6 de octubre de 2020



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

1 / 50



## Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)
- 3 Direcciones IPv6 – RFC 4291
- 4 ICMPv6 - STD 89 - RFC 4443 - 4884
- 5 Transición - RFC 4213

Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

2 / 50



Notas:

Introducción

## Internet Actual

<https://lanet-vi.fi.uba.ar>

FACULTAD DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería

Marrone (LINTI-UNLP) IPv6 6 de octubre de 2020 4 / 50

Introducción

## Internet Actual ...

- ✓ Falta de direcciones
- ✓ Solución temporaria con NAT
- ✓ Demasiadas entradas en las tablas de ruteo
- ✓ Cuello de botella en los routers
- ✓ Incremento progresivo del tiempo de búsqueda, DNS, etc
- ✓ ¿QoS?????

FACULTAD DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería

Marrone (LINTI-UNLP) IPv6 6 de octubre de 2020 5 / 50

Notas:

Introducción

¿Por qué IPv6?

- ✓ Evitar los inconvenientes anteriores
- ✓ Conectar todos los dispositivos
- ✓ Desarrollo de Internet e Internet Móvil
- ✓ QoS



FACULTAD DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

6 / 50

Introducción

Características de IPv6

- ✓ Mayor espacio de direcciones
- ✓ Auto-configuración
- ✓ Seguridad intrínseca en IP
- ✓ QoS y CoS
- ✓ Multicast
- ✓ Anycast
- ✓ No hay fragmentación en los routers



FACULTAD DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

7 / 50

Notas:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

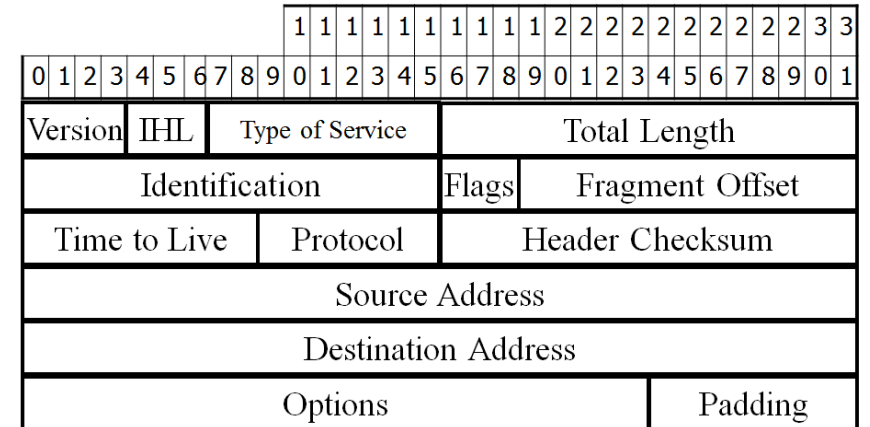
---

## Características de IPv6 ...

- ✓ Payload mayor a 65.535 bytes(jumbograma)
- ✓ Datagramas alineados a 64 bits, acorde con las capacidades de los procesadores actuales
- ✓ Cabecera de longitud fija, que facilita el procesamiento en los routers
- ✓ Movilidad
- ✓ Concepto de nodo



## Header IPv4



Notas:

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Header IPv6

|                                |   |               |   |   |   |            |   |             |   |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------|---|---------------|---|---|---|------------|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                |   |               |   |   |   |            |   |             |   |   |   |   |   |   |   | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 0                              | 1 | 2             | 3 | 4 | 5 | 6          | 7 | 8           | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6         | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 |   |   |   |   |
| Version                        |   | Traffic Class |   |   |   | Flow Label |   |             |   |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Payload Length                 |   |               |   |   |   |            |   | Next Header |   |   |   |   |   |   |   | Hop Limit |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Source Address -- 128 bits     |   |               |   |   |   |            |   |             |   |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Destination Address – 128 bits |   |               |   |   |   |            |   |             |   |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |



Marrone (LINTI–UNLP)      IPv6      6 de octubre de 2020      11 / 50

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Header IPv6 ...

|                                |   |               |   |   |   |            |   |             |   |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------|---|---------------|---|---|---|------------|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                |   |               |   |   |   |            |   |             |   |   |   |   |   |   |   | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 0                              | 1 | 2             | 3 | 4 | 5 | 6          | 7 | 8           | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6         | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 |   |   |   |   |
| Version                        |   | Traffic Class |   |   |   | Flow Label |   |             |   |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Payload Length                 |   |               |   |   |   |            |   | Next Header |   |   |   |   |   |   |   | Hop Limit |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Source Address -- 128 bits     |   |               |   |   |   |            |   |             |   |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Destination Address – 128 bits |   |               |   |   |   |            |   |             |   |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |



Marrone (LINTI–UNLP)      IPv6      6 de octubre de 2020      12 / 50

Notas:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

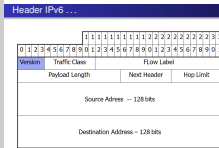
---

---

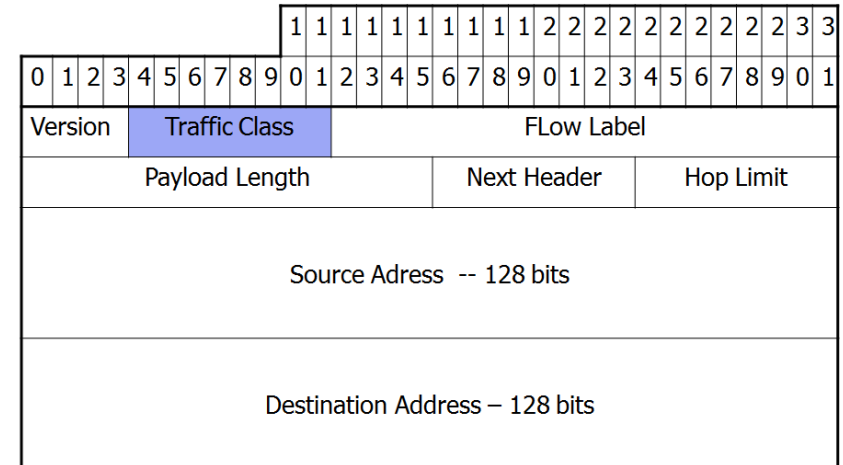
---

2020-10-06  
IPv6  
└ Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)  
└ Header IPv6 ...

Version: 4 bits  
Class: 8 bits  
Flow Label: 20 bits  
Payload length: 16 bits  
Next Header: 8 bits  
Hop Limit: 8 bits  
Source/Destination address: 128 bits



Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)  
Header IPv6 ...

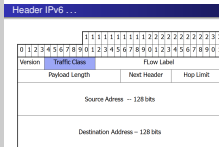


Notas:

2020-10-06

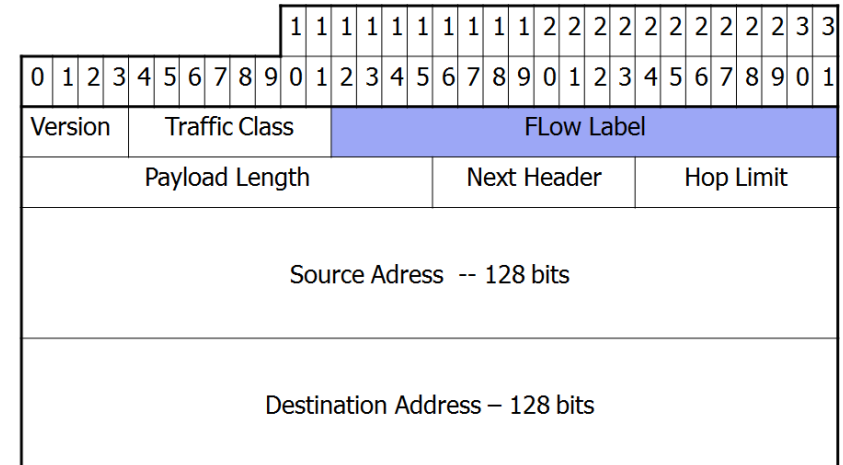
IPv6  
 └ Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)  
 └ Header IPv6 ...

Traffic Class: 8 bits. Permite al nodo origen y/o routers diferenciar las clases y/o prioridades de los paquetes.  
 Aplicación en QoS.  
 RSVP utiliza Traffic Class.



Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Header IPv6 ...



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020 14 / 50

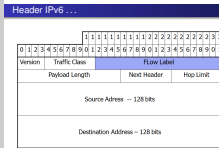
Notas:

2020-10-06

## IPv6

└ Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

└ Header IPv6 ...



Flow Label: 20 bits. Identifica un flujo de tráfico. Concepto usado en DiffServ. Completa el uso de Traffic Class y la implementación de QoS. RFC 1809 "Using the Flow Label Field in IPv6".

Es único combinado con la dirección origen. Su valor en 0 indica que no se usa. Todos los datagramas con el mismo flow label deben tener el mismo address destino, Hop-by-Hop options y routing headers. La idea es que el router mirando el flow label ya esté en condiciones de enrutarlo.

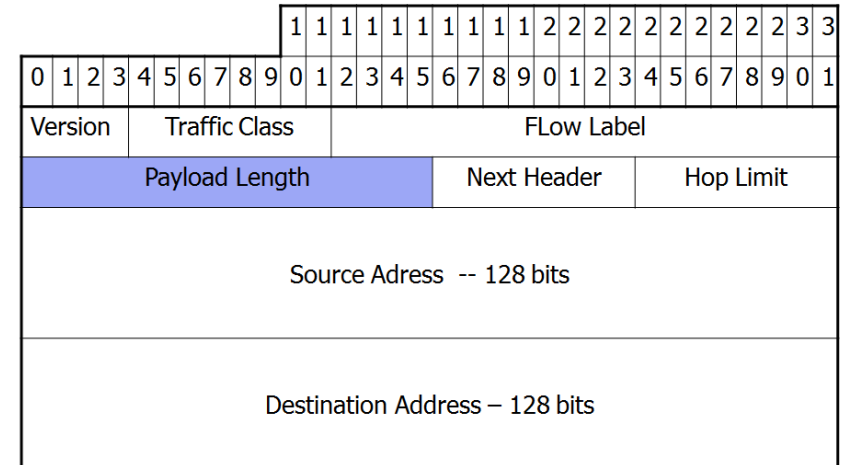
La idea obedece a un modelo de QoS end-to-end dado que se inicia en el origen del datagrama y se completa/efectiviza en el destino. También detrás está la idea del circuito virtual.

Ya se había planteado en Internet el concepto de flujo de datos a la hora de definir DiffServ.

Carácter unidireccional, para diferenciarlo de la sesión TCP.

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Header IPv6 ...



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020 15 / 50

Notas:

2020-10-06  
IPv6  
Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)  
Header IPv6 ...

| Header IPv6 ...                             |   |   |   |   |   |   |   |               |   |   |   |           |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---------------|---|---|---|-----------|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <div>11111111111111111111111111111111</div> |   |   |   |   |   |   |   |               |   |   |   |           |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0                                           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8             | 9 | 0 | 1 | 2         | 3 | 4 | 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Version                                     |   |   |   |   |   |   |   | Traffic Class |   |   |   |           |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Payload Length                              |   |   |   |   |   |   |   | Next Header   |   |   |   | Hop Limit |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Source Address -- 128 bits                  |   |   |   |   |   |   |   |               |   |   |   |           |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Destination Address -- 128 bits             |   |   |   |   |   |   |   |               |   |   |   |           |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |

Todo aquello más allá de este header forma parte del payload.  
Jumbogranas (RFC-2675). Con los jumbogranas se pone el payload length en 0 y se utiliza la opción de jumbograma donde la longitud del payload se lleva a un campo de 32 bits.

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)  
Header IPv6 ...

|                                |   |   |   |               |   |   |   |   |   |            |   |   |   |   |             |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------|---|---|---|---------------|---|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                |   |   |   |               |   |   |   |   |   | 1          | 1 | 1 | 1 | 1 | 1           | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2         | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |   |   |   |
| 0                              | 1 | 2 | 3 | 4             | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 |
| Version                        |   |   |   | Traffic Class |   |   |   |   |   | Flow Label |   |   |   |   |             |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Payload Length                 |   |   |   |               |   |   |   |   |   |            |   |   |   |   | Next Header |   |   |   |   |   |   | Hop Limit |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Source Address -- 128 bits     |   |   |   |               |   |   |   |   |   |            |   |   |   |   |             |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Destination Address – 128 bits |   |   |   |               |   |   |   |   |   |            |   |   |   |   |             |   |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |



Notas:

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Header IPv6 ...

|                                |   |               |   |   |   |             |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------|---|---------------|---|---|---|-------------|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                |   |               |   |   |   |             |   |   |   |   |   |           |   |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 0                              | 1 | 2             | 3 | 4 | 5 | 6           | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 |   |   |   |
| Version                        |   | Traffic Class |   |   |   | Flow Label  |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Payload Length                 |   |               |   |   |   | Next Header |   |   |   |   |   | Hop Limit |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Source Address -- 128 bits     |   |               |   |   |   |             |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Destination Address – 128 bits |   |               |   |   |   |             |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |



Marrone (LINTI–UNLP)      IPv6      6 de octubre de 2020      17 / 50

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Header IPv6 ...

|                                |   |               |   |   |   |             |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------|---|---------------|---|---|---|-------------|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                |   |               |   |   |   |             |   |   |   |   |   |           |   |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 0                              | 1 | 2             | 3 | 4 | 5 | 6           | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2         | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 |   |   |   |
| Version                        |   | Traffic Class |   |   |   | Flow Label  |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Payload Length                 |   |               |   |   |   | Next Header |   |   |   |   |   | Hop Limit |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Source Address -- 128 bits     |   |               |   |   |   |             |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Destination Address – 128 bits |   |               |   |   |   |             |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |



Marrone (LINTI–UNLP)      IPv6      6 de octubre de 2020      18 / 50

Notas:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

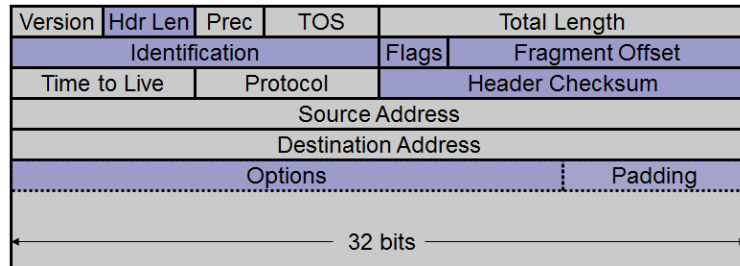
---

---

---

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Lo que cambió



- ✓ Lo sombreado desapareció
- ✓ Menor tiempo de procesamiento



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

19 / 50

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## IPv4 vs. IPv6

- ✓ Header de IPv6 el doble que el de IPv4
- ✓ Direcciones 4 veces mayores que IPv4
- ✓ Desaparecen:
  - Longitud del header
  - Campos de fragmentación
  - Header checksum
- ✓ Reemplazos:
  - Longitud del datagrama por longitud del payload
  - Protocol type por next header
  - TTL por límite de hops
  - Tipo de servicio (Precedencia) por clase y flow label



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

20 / 50

Notas:

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## IPv4 vs. IPv6

## ✓ Agregados:

- Flow label
- Campos de longitud fija
- Campo de opciones reemplazado por headers de extensión
- Disminuye el tiempo de procesamiento en los routers



Marrone (LINTI-UNLP)

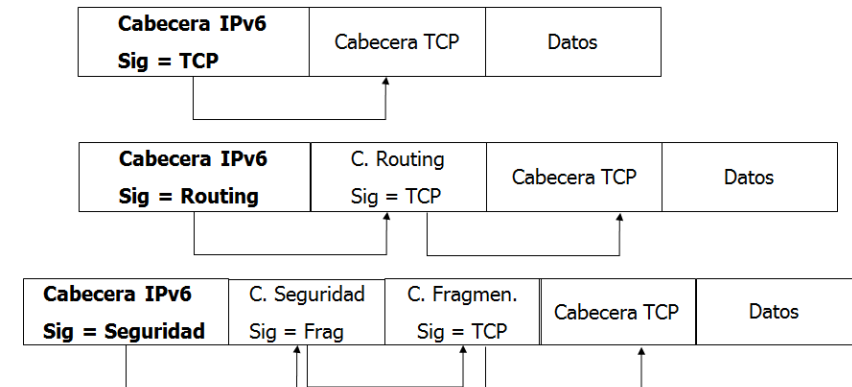
IPv6

6 de octubre de 2020

21 / 50

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Headers de Extensión



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

22 / 50

Notas:

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Headers de Extensión ...

- ✓ Muchos de ellos se procesan en el destino
- ✓ El orden es importante
- ✓ Fragmentación en el origen

|             |                   |  |
|-------------|-------------------|--|
| Next Header | Header Ext Length |  |
| Options     |                   |  |



Facultad de Ingeniería

Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

23 / 50

2020-10-06

IPv6

↳ Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

↳ Headers de Extensión ...

✓ Muchos de ellos se procesan en el destino

✓ El orden es importante

✓ Fragmentación en el origen

Header Extension

Header Extension

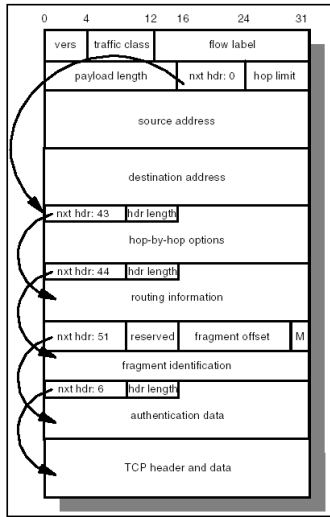
Options

Los headers extendidos si aparecen deben hacerlo en un determinado orden para disminuir el tiempo de procesamiento en los routers. Esto implica que si el router detecta una extensión que no debe procesar entonces deja de analizar el header por cuanto en caso de existir más extensiones seguro que tampoco debe procesarlas.

Notas:

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Headers de Extensión ...



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

24 / 50

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Headers de Extensión ...

- ✓ 0 - Hop by hop. RFC 2460
- ✓ C2 - Soporta jumbogramas. RFC 2675
- ✓ 43 - Routing Options. RFC 2460
- ✓ 44 - Fragmentation Options. RFC 2460
- ✓ 50 - EPS (Encapsulating Security Payload)
- ✓ 51 - Authentication Options. RFC 2402
- ✓ 60 - Destination Option. RFC 2460
- ✓ 6 - TCP
- ✓ 17 - UDP
- ✓ 58 - ICMPv6. RFC 2463



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

25 / 50

Notas:

2020-10-06

## IPv6

↳ Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

↳ Headers de Extensión ...

### Headers de Extensión ...

- ✓ 0 - Hop by Hop, RFC 2460
- ✓ 2 - Source Address Prefixes, RFC 2675
- ✓ 43 - Routing Options, RFC 2460
- ✓ 44 - Fragmentation Options, RFC 2460
- ✓ 50 - EPS (Encapsulating Security Payload)
- ✓ 51 - Authentication Options, RFC 2460
- ✓ 60 - Destination Options, RFC 2460
- ✓ 6 - TCP
- ✓ 17 - UDP
- ✓ 58 - ICMPv6, RFC 2460

En el caso de los jumbogramas la opción es C2 donde contiene la longitud del payload en un campo de 32 bits. En el caso de utilizarse esta opción el campo de longitud de payload del header básico se coloca en cero. Esta opción no se utiliza con datagramas fragmentados. Esta opción acarrea cambios para su uso y soporte pleno en los niveles de transporte como UDP y TCP dado que éstos también soportan una longitud máxima de 65535 bytes. En el caso de UDP la propuesta es colocar el campo de longitud de UDP en 0 y obtener la longitud a través del datagrama IPv6. En el caso de TCP si bien no está especificada una longitud si se indica un MSS que se negocia en el momento de establecer la sesión. Otro problema que puede aparecer es con la ventana, pero recordemos que existe la opción de "window scale" en TCP que se acomoda a los nuevos valores posibles.

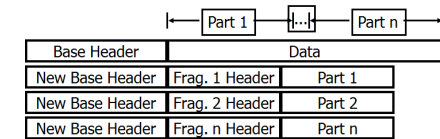
EL de routing options es equivalente a la opción de IP de Loose Source Routing y Record Route options. Esta opción se va actualizando a medida que el datagrama atraviesa los lugares definidos en el arranque.

La Destination Option se utiliza por ejemplo en el caso de IPv6 Móvil donde hay una suerte de traducción de direcciones.

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Fragmentación

- ✓ Sólo los host origen
- ✓ Path MTU discovery o "tunneling"
- ✓ Header de extensión dedicado



- ✓ Fragmentation Header:

|                |      |             |     |   |
|----------------|------|-------------|-----|---|
| Next Header    | Res. | Frag Offset | Res | M |
| Identification |      |             |     |   |



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020 26 / 50

Notas:

2020-10-06

IPv6

- ↳ Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)
- ↳ Fragmentación

Fragmentación

- ✓ Sólo los host origen
- ✓ Path MTU discovery o "tunneling"
- ✓ Header de extensión dedicado

|             |        |        |             |         |
|-------------|--------|--------|-------------|---------|
| Next Header | Len    | Res    | Fragment ID | Offset  |
| 16 bits     | 8 bits | 3 bits | 32 bits     | 20 bits |

- ✓ Fragmentation Header:

|             |        |             |         |
|-------------|--------|-------------|---------|
| Next Header | Len    | Fragment ID | Offset  |
| 16 bits     | 8 bits | 32 bits     | 20 bits |

El offset se codifica diferente que en IPv4, utiliza los 13 bits más significativos de la segunda mitad del header.

El único flag es M, igual que en IPv4.

Especificación – RFC 2460/8200 (Julio 2017)

## Pseudo Header - TCP - UDP

Marrone (LINTI-UNLP)
IPv6
6 de octubre de 2020 27 / 50

Notas:

Direcciones IPv6 – RFC 4291

RFC 4291

RFC 4291

IP Version 6 Addressing Architecture, FEBRUARY 2006

File formats:

TEXT

PDF

HTML

HTML

Status:

DRAFT STANDARD

Obsoletes:

RFC 3513

Updated by:

RFC 5952, RFC 6052, RFC 7136, RFC 7346, RFC 7371, RFC 8064

Authors:

R. Hinden  
S. Deering

Marrone (LINTI–UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

29 / 50

Direcciones IPv6 – RFC 4291

Direcciones

✓ Longitud de 128 bits

✓ 2128 direcciones = 3,4 E38

✓ (340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456)

✓  $6,65 \times 10^{23}$  direcciones por  $m^2$  de la superficie de la tierra. Avogadro

✓ Formato hexadecimal

✓ Pueden expresarse los últimos 32 bits en decimal

Marrone (LINTI–UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

30 / 50

Notas:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Direcciones IPv6 – RFC 4291

Direcciones ...

0123 : 0002 : A234 : 0C00 : 0000 : 0000 : 00BB : 1003

↙      ↘      ↘

0123 : 2 : A234 : C00 : 0 : 0 : BB : 1003

↘

0123 : 2 : A234 : C00 :: BB : 1003

- ✓ Prefijo - Máscara  
0123 : 2 : A234 : C00 : 0 : 0 : BB : 1003/48
- ✓ La dirección de red :  
0123 : 2 : A234 : C00 ::/48



Marrone (LINTI-UNLP)
IPv6
6 de octubre de 2020
31 / 50

Direcciones IPv6 – RFC 4291

Direcciones

- ✓ Tipos de direcciones:
  - Unicast
  - Anycast
  - Multicast (No hay broadcast): FF00::/8
- ✓ Alcance de direcciones Unicast:
  - Locales
  - Globales
  - IPv4 mapped IPv6



Marrone (LINTI-UNLP)
IPv6
6 de octubre de 2020
32 / 50

Notas:

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

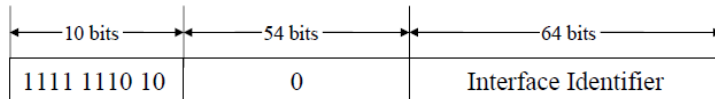
---

---

---

## Direcciones Locales

Link Local Address:



- ✓ **Prefijo:** FE80::/10
- ✓ **Alcance:** link-local, solo la red directamente conectada



## Identificador de Interfaz

- ✓ Identifica las interfaces en un enlace
- ✓ Deben ser únicos
- ✓ En general coincide con la dirección de la capa de enlace de la interfaz
- ✓ El mismo identificador puede emplearse en múltiples interfaces del mismo nodo
- ✓ Los 64 bits menos significativos
- ✓ Basados en MAC (EUI-64). RFC 2464-6085
- ✓ Generados aleatoriamente. RFC 3041-4941



Notas:

# Identificador de Interfaz ...

2020-10-06

# IPv6

- Direcciones IPv6 – RFC 4291
- Identificador de Interfaz ...

Identificador de Interfaz ...

La dirección MAC se compone de:  
 CC:CC:CC:UU:UU:UU

Donde C identifica a la compañía y U es el identificador único.

- El bit 0 que se cambia por 1 es el Universal/Local, que en general va a estar en 0 indicando que la dirección MAC es Universal.

Notas:

Direcciones IPv6 – RFC 4291

## Direcciones IPv6 Globales

|          |         |         |
|----------|---------|---------|
| 48 bits  | 16 bits | 64 bits |
| Provider | Site Id | Host    |

- ✓ **Prefijos:** Cedidos por el proveedor (ISP)
- ✓ **Alcance:** Internet

Marrone (LINTI-UNLP)
IPv6
6 de octubre de 2020
36 / 50

Direcciones IPv6 – RFC 4291

## Direcciones IPv4 mapeadas IPv6

|                                     |    |         |
|-------------------------------------|----|---------|
| 80 bits                             | 16 | 32 bits |
| 0000.....0000   FFFF   IPv4 address |    |         |

Se utilizan para representar las direcciones de los nodos IPv4 como direcciones IPv6 para las aplicaciones que están habilitadas para IPv6 y que están utilizando sockets AF\_INET6.

Marrone (LINTI-UNLP)
IPv6
6 de octubre de 2020
37 / 50

Notas:

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

Direcciones IPv6 – RFC 4291

## Direcciones Multicast (RFC2375)

- ✓ Actúa como identificador para un grupo de nodos

|          |        |        |                        |
|----------|--------|--------|------------------------|
| 8 bits   | 4 bits | 4 bits | 112 bits               |
| 11111111 | 000T   | ámbito | Identificador de Grupo |

- ✓ El bit T indica si la dirección es permanente o temporal
- ✓ Los de ámbito:
 

0,3-4,6-7,9-D,F: Reservado/Asignado  
 1: Ámbito local de nodo  
 2: Ámbito local de enlace

5: Ámbito local de sitio  
 8: Ámbito local de organización  
 E: Ámbito global



Marrone (LINTI-UNLP)
IPv6
6 de octubre de 2020
38 / 50

Direcciones IPv6 – RFC 4291

## Direcciones especiales

- ✓ Loopback  $\rightarrow ::1$
- ✓ Túneles Dinámicos/Automáticos de IPv6 sobre IPv4  
 $::<\text{dirección IPv4}>$

|             |         |                |
|-------------|---------|----------------|
| 80 bits     | 16 bits | 32 bits        |
| 0000...0000 | 0000    | Dirección IPv4 |



Marrone (LINTI-UNLP)
IPv6
6 de octubre de 2020
39 / 50

Notas:

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

ICMPv6 - STD 89 - RFC 4443 - 4884

## Propiedades

- ✓ Combina funciones de ICMP, ARP e IGMP
- ✓ Realiza el Neighbour Discovery en reemplazo de ARP
- ✓ Realiza el Path MTU Discovery para evitar la fragmentación en la red
- ✓ Next header = 58



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

41 / 50

ICMPv6 - STD 89 - RFC 4443 - 4884

## Estructura

|      |        |          |    |
|------|--------|----------|----|
| bits | 8      | 16       | 32 |
| Tipo | Código | Checksum |    |

- ✓ Dos tipos:
  - Mensajes de error, 0 en el bit más significativo
  - Mensajes informativos.



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

42 / 50

Notas:

ICMPv6 - STD 89 - RFC 4443 - 4884

## Neighbour Discovery(ND) - RFC 4861-6980

- ✓ Equivale a ARP
- ✓ Utiliza ICMPv6
- ✓ Define 5 tipos de mensajes:
  - Solicitud de Router. Pide a los routers que se anuncien inmediatamente. ICMPv6=133
  - Anuncio de Router. Generado por los routers, cada 4/1800seg o como resultado de una solicitud, a través de multicast. ICMPv6=134
  - Solicitud de Vecino. ICMPv6=135
  - Anuncio del Vecino. ICMPv6=136
  - Redirección. ICMPv6=137



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

43 / 50

ICMPv6 - STD 89 - RFC 4443 - 4884

## Ventajas de ND

- ✓ Base para la auto-configuración
- ✓ Descubre los routers. No es necesario recurrir a los protocolos de ruteo
- ✓ El anuncio de los routers incluye las direcciones de enlace. No hace falta ningún mecanismo adicional
- ✓ Los routers pueden anunciar a los hosts del mismo enlace el MTU
- ✓ Las redirecciones contienen a dirección de la capa de enlace del nuevo salto



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

44 / 50

Notas:

ICMPv6 - STD 89 - RFC 4443 - 4884

Mensajes ICMPv6

- Destination Unreachable
- Packet too big
- Time exceeded
- Echo Request
- Echo Replay
- Parameter Problem



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

45 / 50

Transición - RFC 4213

IPv4 – > IPv6

- ✓ Dual-stack - Doble Pila
- ✓ Túneles Estáticos
- ✓ Túneles Automáticos
  - Web tunnel broker, 6to4, ISATAP
  - NAT traversal
  - TSP tunnel broker, Teredo
- ✓ Traslación



Marrone (LINTI-UNLP)

IPv6

6 de octubre de 2020

47 / 50

Notas:

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

2020-10-06  
IPv6  
└ Transición - RFC 4213  
└ IPv4 - > IPv6

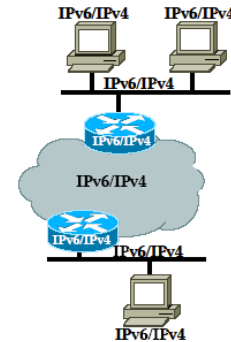
- IPv4 - > IPv6
- ✓ Dual-stack - Doble Pila
  - ✓ Túneles Estáticos
    - Web tunnel broker: 6to4, 6in4, 6RD
    - NAT traversal
    - TSP tunnel broker: Teredo
  - ✓ Traslación

La doble pila permite que ambas versiones coexistan en un mismo dispositivo y red.

Los túneles permiten el transporte de IPv6 sobre IPv4.

La translación permite la comunicación entre IPv4 e IPv6.

Transición - RFC 4213  
Dual - Stack



- ✓ Aplicaciones
- ✓ Nodos
- ✓ Routers
- ✓ Disp. (firewall, VPNs)
- ✓ Servidores
- ✓ DNS resuelve IPv4/IPv6



Notas:

Transición - RFC 4213

## Túneles - RFC 2473

IPv6 sobre IPv4

- Router a router
- Host a router
- Host a host
- Router a host
- Protocol = 41

|               |                     |       |
|---------------|---------------------|-------|
| Cabecera IPv6 | Cabecera Transporte | Datos |
|---------------|---------------------|-------|

↓

|               |               |                     |       |
|---------------|---------------|---------------------|-------|
| Cabecera IPv4 | Cabecera IPv6 | Cabecera Transporte | Datos |
|---------------|---------------|---------------------|-------|

FACULTAD DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería

Marrone (LINTI-UNLP) IPv6 6 de octubre de 2020 49 / 50

Transición - RFC 4213

CC BY NC SA

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Esta obra está sujeta a la licencia Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) de Creative Commons.

Para detalle de esta licencia visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

FACULTAD DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería

Marrone (LINTI-UNLP) IPv6 6 de octubre de 2020 50 / 50

Notas:

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---