



Direccionamiento IPv6

carlos@lacnic.net / juancarlos@lacnic.net

Direccionamiento

- Una dirección IPv4 está formada por 32 bits.

$$2^{32} = 4.294.967.296$$

- Una dirección IPv6 está formada por 128 bits.

$$2^{128} = \mathbf{340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456}$$

~ $5,6 \times 10^{28}$ direcciones IP por cada ser humano.

~ $7,9 \times 10^{28}$ de direcciones más que en IPv4.

Direccionamiento

La representación de las direcciones IPv6 divide la dirección en ocho grupos de 16 bits, separados mediante “:”, representados con dígitos hexadecimales.

2001:0DB8:AD1F:25E2:CAFE:CAFE:F0CA:84C1



2 bytes

En la representación de una dirección IPv6 está permitido:

- Utilizar caracteres en mayúscula o minúscula;
- Omitir los ceros a la izquierda; y
- Representar los ceros continuos mediante “::”.

Ejemplo:

2001:0DB8:0000:0000:130F:0000:0000:140B

2001:db8:0:0:130f::140b

Formato no válido: **2001:db8::130f::140b** (genera ambigüedad)

Direccionamiento

- Representación de los prefijos
 - Como CIDR (IPv4)
 - “dirección-IPv6/tamaño del prefijo”
 - Ejemplo:
 - Prefijo **2001:db8:3003:2::/64**
 - Prefijo global **2001:db8::/32** (*)
 - ID de la subred **3003:2**
- URL
 - [http://\[2001:12ff:0:4::22\]/index.html](http://[2001:12ff:0:4::22]/index.html)
 - [http://\[2001:12ff:0:4::22\]:8080](http://[2001:12ff:0:4::22]:8080)

(*) IPv6 Global Unicast Address Assignments (rfc 4291) 2000::/3 - <http://www.iana.org/assignments/ipv6-unicast-address-assignments/ipv6-unicast-address-assignments.xml>

Direccionamiento

En IPv6 se han definido tres tipos de direcciones:

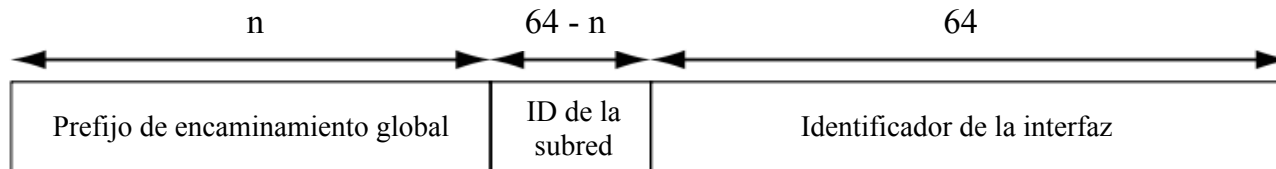
- **Unicast** → Identificación Individual
- **Anycast** → Identificación Selectiva
- **Multicast** → Identificación en Grupo

No existen más las direcciones **Broadcast**.

Direccionamiento

Unicast

- *Global Unicast*



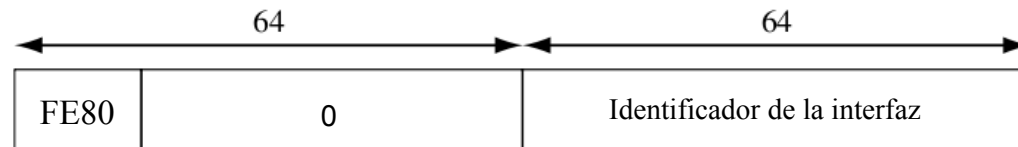
2000::/3

- Globalmente ruteable (similar a las direcciones IPv4 públicas)
- 13% del total de direcciones posibles;
- $2^{(45)} = 35.184.372.088.832$ redes /48 diferentes.

Direccionamiento

Unicast

- *Link local*

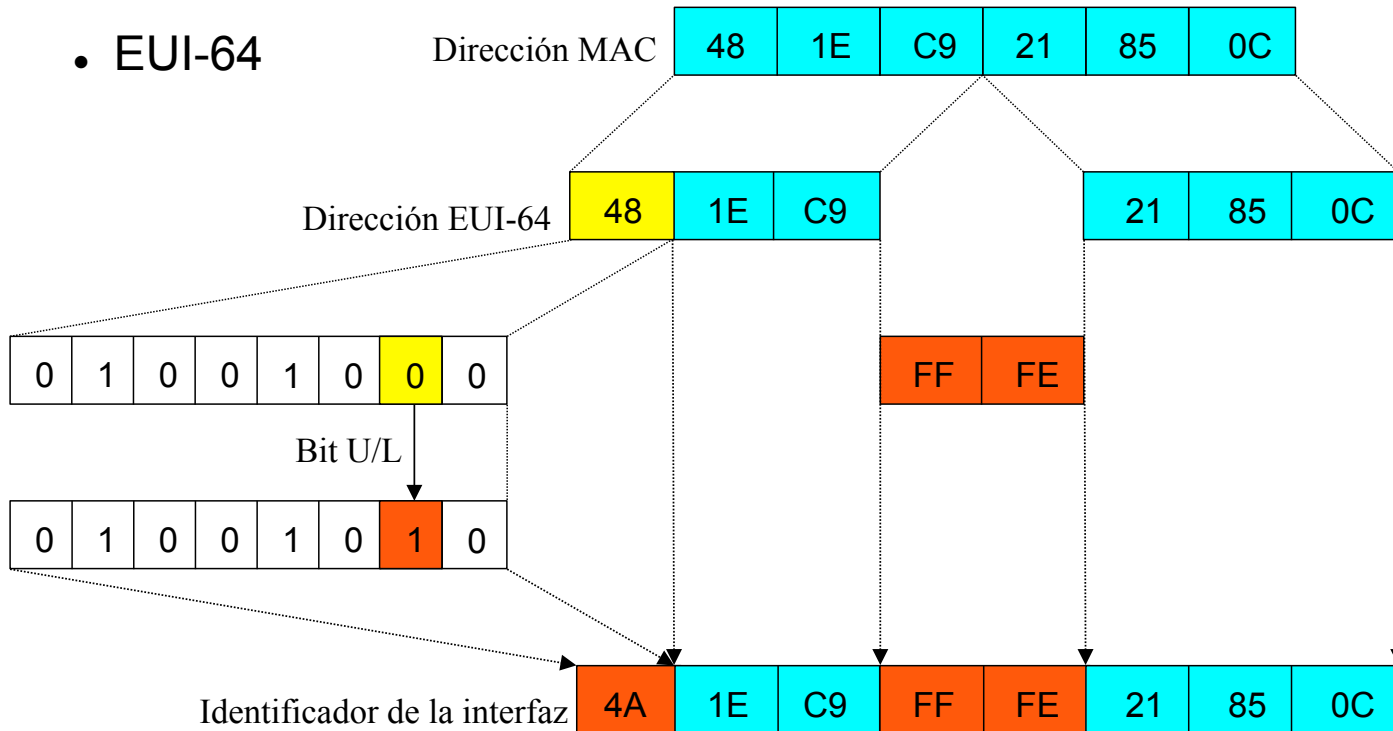


- **FE80::/64**
- Solo se debe utilizar localmente;
- Atribuido automáticamente (autoconfiguración *stateless*);

Direccionamiento

Unicast

- EUI-64

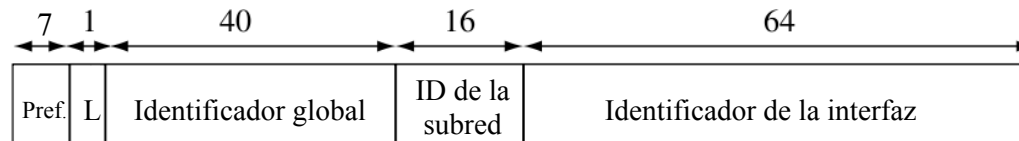


Dirección Link Local: FE80::4A1E:C9FF:FE21:850C

Direccionamiento

Unicast

- *Unique local*



FC00::/7

- Prefijo globalmente único (con alta probabilidad de ser único);
- Se utiliza solo en las comunicaciones dentro de un enlace o entre un conjunto limitado de enlaces;
- No se espera que sea ruteado en Internet.

Direccionamiento

Unicast

- Direcciones especiales
 - Localhost - **::1/128 (0:0:0:0:0:0:0:1)**
 - No especificada - **::/128 (0:0:0:0:0:0:0:0)**
 - mapeada IPv4 - **::FFFF:wxyz**
- Rangos especiales
 - 6to4 - **2002::/16**
 - Documentación - **2001:db8::/32**
 - Teredo - **2001:0000::/32**
- Obsoletas
 - Site local - **FEC0::/10**
 - IPv4-compatible - **::wxyz**
 - 6Bone - **3FFE::/16** (red de prueba desactivada el 06/06/06)

Direccionamiento

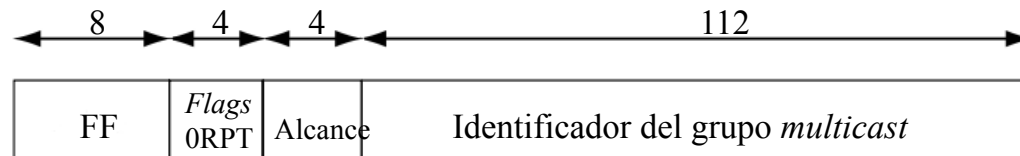
Anycast

- Identifica un grupo de interfaces
 - Entrega el paquete solo a la interfaz más cercana al origen
 - Atribuidas a partir de direcciones *unicast* (son iguales desde el punto de vista sintáctico).
- Posibles usos:
 - Descubrir servicios en la red (DNS, *proxy* HTTP, etc.);
 - Balanceo de carga;
 - Localizar routers que proveen acceso a una determinada subred;
 - Utilizado en redes con soporte para movilidad IPv6 para localizar los Agentes de Origen

Direccionamiento

Multicast

- Identifica un grupo de interfaces.
- El soporte para *multicast* es obligatorio en todos los nodos IPv6.
- La dirección *multicast* deriva del bloque **FF00::/8**.
- El prefijo **FF** es seguido por cuatro bits utilizados como *flags* y otros cuatro bits que definen el alcance de la dirección *multicast*. Los 112 bits restantes se utilizan para identificar el grupo *multicast*.



Direccionamiento

- Al igual que en IPv4, las direcciones IPv6 se atribuyen a las interfaces físicas y no a los nodos.
- Con IPv6 es posible atribuir una única interfaz a múltiples direcciones, independientemente de su tipo.
 - Así un nodo se puede identificar a través de cualquier dirección de sus interfaces.
 - Loopback **::1**
 - Link Local **FE80:.....**
 - Unique local **FD07:....**
 - Global **2001:.....**
- La RFC 3484 determina el algoritmo para seleccionar las direcciones de origen y destino.

Políticas de distribución y asignación

- Cada RIR recibe de la IANA un bloque /12
- El bloque 2800::/12 corresponde al espacio reservado para LACNIC
- Se pueden realizar distribuciones mayores si se justifica la utilización
- **¡ATENCIÓN!** A diferencia de lo que ocurre en IPv4, en IPv6 la utilización se mide considerando el número de bloques de direcciones asignados a usuarios finales, no el número de direcciones asignadas a usuarios finales.

Proveedores

- NTT Communications
 - Japón
 - IPv6 nativo (ADSL)
 - /48 a usuarios finales
 - http://www.ntt.com/business_e/service/category/nw_ipv6.html

- Internode
 - Australia
 - IPv6 nativo (ADSL)
 - /64 dinámico para sesiones PPP
 - Delega /60 fijos
 - <http://ipv6.internode.on.net/configuration/adsl-faq-guide/>

Proveedores

- IJ
 - Japón
 - Túneles
 - /48 a usuarios finales
 - <http://www.ij.ad.jp/en/service/IPv6/index.html>

- Arcnet6
 - Malasia
 - IPv6 nativo (ADSL) o túneles
 - /48 a usuarios finales
 - se pueden distribuir bloques /40 y /44 (sujeto a aprobación)
 - <http://arcnet6.net.my/how.html>

HERRAMIENTAS

Gestión de direcciones IPv6

- El tamaño de las nuevas direcciones hace mas engorrosa su manipulación en forma directa
- Veremos el uso de dos herramientas para implementar un caso de estudio simple
 - IPPlan
 - *Implementación de la numeración a alto nivel*
 - SIPCalc
 - *Implementación a nivel detallado para un punto de presencia*

IPPlan

IPPlan

- IPPlan es una herramienta *open source* muy conocida para la gestión de espacio IP
- La versión 6 en adelante soporta IPv6
- Se puede bajar desde <http://iptrack.sourceforge.net>
- Algunas características:
 - Interfaz web
 - Capacidad de importar tablas de enrutamiento
- Requisitos:
 - Apache + PHP (4 o 5) + MySQL

IPPlan

- Paso 1: Crear un “cliente” o “sistema autónomo”

IPPlan - IP Address Management and

Create a new customer/autonomous system

Main Customers ▾ Network ▾ DNS ▾ Options ▾ Admin ▾ Help ▾

Create a new customer/autonomous system.

Required information

Customer/autonomous system description:

Customer/autonomous system admin group:
WARNING: If you choose a group that you do not have access to, you will not be able to see or access th

Customer information (optional)

CRM index:
This field can contain a value referencing your external CRM systems customer id

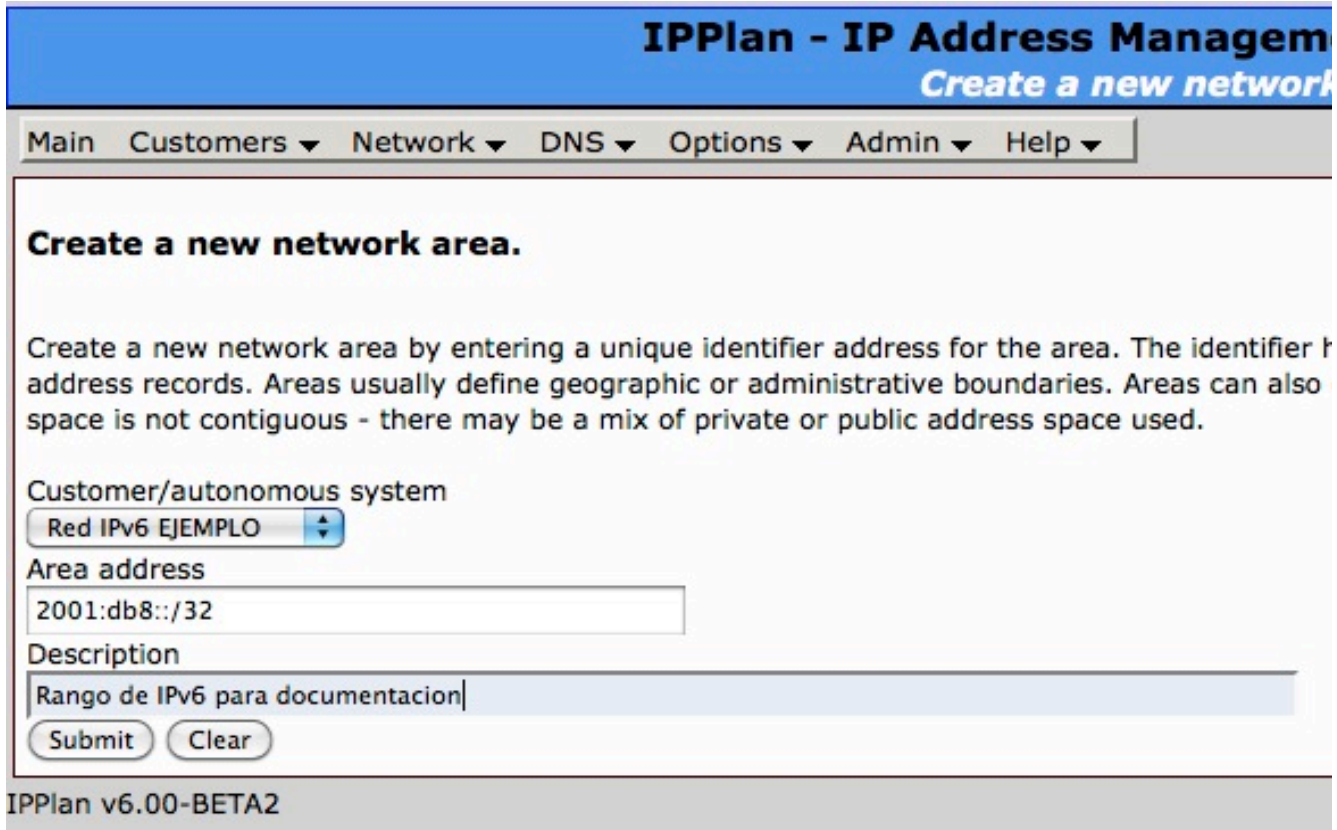
Organization:

Street:

City:

IPPlan

- Crear un rango de direcciones IPv6 asociado al cliente / sistema autónomo
 - “Create a new network area”



IPPlan - IP Address Management
Create a new network area

Main Customers ▾ Network ▾ DNS ▾ Options ▾ Admin ▾ Help ▾

Create a new network area.

Create a new network area by entering a unique identifier address for the area. The identifier is used to create address records. Areas usually define geographic or administrative boundaries. Areas can also be non-contiguous - there may be a mix of private or public address space used.

Customer/autonomous system
Red IPv6 EJEMPLO ▾

Area address
2001:db8::/32

Description
Rango de IPv6 para documentacion

Submit Clear

IPPlan v6.00-BETA2

IPPlan

- Crear subnets de acuerdo al plan de numeración
 - *En nuestro ejemplo dividimos 2001:db8::/32 en 16 subredes /36*

a later stage. These networks often appear in routing tables as static routes to third parties (not via the Internet).

Customer/autonomous system
Red IPv6 EJEMPLO

Admin Group
WARNING: If you choose a group that you do not have access to, you will not be able to see or access the data
Grupo de administradores de IPPlan

Network address
2001:db8::

Number of contiguous networks to create
16

Description
Leave blank to automatically describe

Mask (CIDR notation /x)
36

Add host names from DNS | Is this a DHCP subnet?

Additional information

Additional information

IPPlan

- Visualizar las subredes para trabajar sobre ellas

IPPlan - IP Address Management and Tracking

Results of your search for subnet to modify

Main Customers ▾ Network ▾ DNS ▾ Options ▾ Admin ▾ Help ▾ Logged in as admin

Subnet split or joined

Search for all IP subnets for customer 'Red IPv6 EJEMPLO'

Refine Search

[Reset Search](#)

Base address	Subnet size	Subnet mask	Description	Admin group	Action
2001:db8:0:0:0:0:0:0	2 ^ 36	ffff:ffff:f000::/36	NET-2001:db8:0:0:0:0:0:0	Administracion	<input type="checkbox"/> Delete Subnet Modify/Copy/Move subnet details Join Subnet Split Subnet
2001:db8:1000:0:0:0:0:0	2 ^ 37	ffff:ffff:f800::/37	NET-2001:db8:1000:0:0:0:0:0	Administracion	<input type="checkbox"/> Delete Subnet Modify/Copy/Move subnet details Join Subnet Split Subnet
2001:db8:1800:0:0:0:0:0	2 ^ 37	ffff:ffff:f800::/37	NET-2001:db8:1000:0:0:0:0:0 - 1309810850	Administracion	<input type="checkbox"/> Delete Subnet Modify/Copy/Move subnet details Join Subnet Split Subnet
					<input type="checkbox"/> Delete Subnet

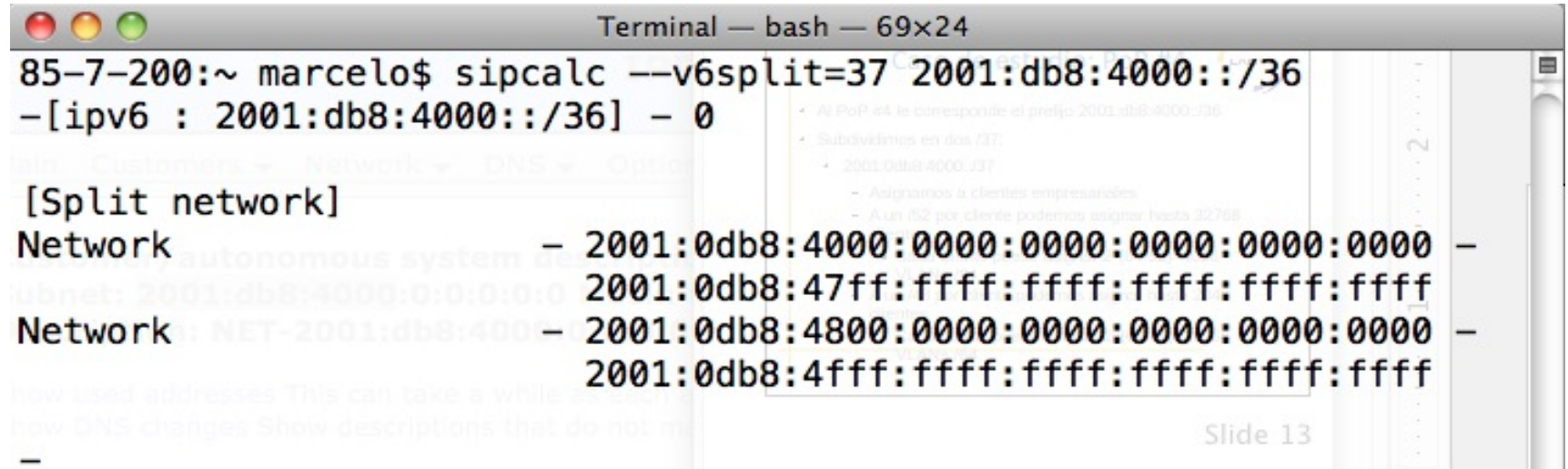
SIPCalc

SIPCalc

- SIPCalc es una herramienta de línea de comando que permite trabajar con direcciones IPv6 y realizar algunas tareas comunes
- Se puede bajar de: <http://www.routemeister.net/projects/sipcalc/>
- También esta en los repositorios de las distribuciones de Linux/Unix mas comunes:
 - Debian / Ubuntu
 - Fedora / CentOS
 - MacPorts

SIPCalc

- Dividiendo el /36 en dos /37:



```
Terminal — bash — 69x24
85-7-200:~ marcelo$ sipcalc --v6split=37 2001:db8:4000::/36
-[ipv6 : 2001:db8:4000::/36] - 0

[Split network]
Network          - 2001:0db8:4000:0000:0000:0000:0000:0000 -
                  2001:0db8:47ff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network          - 2001:0db8:4800:0000:0000:0000:0000:0000 -
                  2001:0db8:4fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
```

Slide 13

SIPCalc

- Los primeros 5 clientes empresariales (asumiendo /52 por cliente)

```
Terminal — bash — 69x24
85-7-200:~ marcelo$ sipcalc --v6split=52 2001:db8:4000::/37 | head -
20
-[ipv6 : 2001:db8:4000::/37] - 0

[Split network]
Network - 2001:0db8:4000:0000:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4000:0fff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4000:1000:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4000:1fff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4000:2000:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4000:2fff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4000:3000:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4000:3fff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4000:4000:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4000:4fff:ffff:ffff:ffff:ffff
```

SIPCalc

- Los primeros 6 clientes residenciales (asumiendo /56 por cliente)

```
Terminal — bash — 69x24
85-7-200:~ marcelo$ sipcalc --v6split=56 2001:db8:4800::/37 | head -
20
-[ipv6 : 2001:db8:4800::/37] - 0

[Split network]
Network 13 - 2001:0db8:4800:0000:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:00ff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4800:0100:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:01ff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4800:0200:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:02ff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4800:0300:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:03ff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network 17 - 2001:0db8:4800:0400:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:04ff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4800:0500:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:05ff:ffff:ffff:ffff:ffff
```

SIPCalc – DNS Reverso

- SIPCalc puede utilizarse para generar reversos de DNS

```
Terminal — bash — 69x24  
85-7-200:~ marcelo$ sipcalc --v6rev 2001:0db8:4800:0300::  
-[ipv6 : 2001:0db8:4800:0300::] - 0  
  
[IPV6 DNS]  
Reverse DNS (ip6.arpa) -  
0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.0.0.0.8.4.8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.a  
rpa.
```

Comentarios finales

- IPPlan y SIPCalc comparten la mayoría de sus funcionalidades.
- Ambos son útiles en diferentes escenarios
 - IPPlan es una herramienta de gestión y de planificación
 - SIPCalc es una herramienta muy importante para los administradores de redes en su trabajo diario



Encabezados IPv6

Encabezado de IPv4

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)	
Identificação (Identification)			Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)		Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)	
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

Un encabezado de IPv4 está formado por 12 campos fijos, que pueden o no tener opciones, por lo que su tamaño puede variar entre 20 y 60 bytes.

Encabezado de IPv6

- Más simple
 - 40 bytes (tamaño fijo).
 - Solo dos veces mayor que en la versión anterior.
- Más flexible
 - Extensión por medio de encabezados adicionales.
- Más eficiente
 - Minimiza el *overhead* en los encabezados.
 - Reduce el costo de procesamiento de los paquetes.

Encabezado de IPv6

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)	
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)	
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)		
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)		
Tamanho dos Dados (Payload Length)		Próximo Cabeçalho (Next Header)	Limite de Encaminhamento (Hop Limit)	
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				

- Se eliminaron seis campos del encabezado de IPv4.

Encabezado de IPv6

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS) ¹	Tamanho Total (Total Length) ²	
Identificação (Identification) ⁴		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)	
Tempo de Vida (TTL) ⁴	Protocolo (Protocol) ³	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)		
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class) ¹	Identificador de Fluxo (Flow Label) ⁴		
Tamanho dos Dados (Payload Length) ²		Próximo Cabeçalho (Next Header) ³	Limite de Encaminhamento (Hop Limit) ⁴	
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				

- Se eliminaron seis campos del encabezado de IPv4.
- Los nombres de cuatro campos fueron modificados, al igual que sus ubicaciones.

Encabezado de IPv6

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)	
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)	
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)		
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)	
Tamanho dos Dados (Payload Length)		Próximo Cabeçalho (Next Header)	Limite de Encaminhamento (Hop Limit)
Endereço de Origem (Source Address)			
Endereço de Destino (Destination Address)			

- Se eliminaron seis campos del encabezado de IPv4.
- Los nombres de cuatro campos fueron modificados, al igual que sus ubicaciones.
- Se agregó el campo Identificador de Flujo.

Encabezado de IPv6

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)	
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)	
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)		
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)		
Tamanho dos Dados (Payload Length)		Próximo Cabeçalho (Next Header)	Limite de Encaminhamento (Hop Limit)	
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				

- Se eliminaron seis campos del encabezado de IPv4.
- Los nombres de cuatro campos fueron modificados, al igual que sus ubicaciones.
- Se agregó el campo Identificador de Flujo.
- Se mantuvieron tres campos.

Encabezado de IPv6

Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)	
Tamanho dos Dados (Payload Length)		Próximo Cabeçalho (Next Header)	Limite de Encaminhamento (Hop Limit)
Endereço de Origem (<i>Source Address</i>)			
Endereço de Destino (<i>Destination Address</i>)			

Encabezados de extensión

Authentication Header

- Identificado por el valor 51 en el campo Siguiente Encabezado.
- Utilizado por IPSec para proveer autenticación y garantía de integridad a los paquetes IPv6.

Encapsulating Security Payload

- Identificado por el valor 52 en el campo Siguiente Encabezado.
- También utilizado por IPSec, garantiza la integridad y confidencialidad de los paquetes.

Encabezados de extensión

- Cuando hay más de un encabezado de extensión se recomienda que aparezcan en el siguiente orden:
 - *Hop-by-Hop Options*
 - *Routing*
 - *Fragmentation*
 - *Authentication Header*
 - *Encapsulating Security Payload*
 - *Destination Options*
- Si el campo Dirección de Destino tiene una dirección *multicast*, los encabezados de extensión serán examinados por todos los nodos del grupo.
- El encabezado de extensión *Mobility* puede ser utilizado por quienes cuentan con soporte para movilidad en IPv6 .