

IPv6 en entornos ISP



¿Qué ofrecemos?

Soporte

- Soporte para ISP y empresas.
- Mantenimientos mensuales.

Proyectos

- Diseños de red.
- StartUP de nuevos ISP.
- Proyectos llave en mano.

Capacitaciones

- Capacitaciones oficiales de Mikrotik.

Consultoría

- Consultoría para pequeñas, medianas y grandes redes.
- Servicio de consultoría por incidentes.

Capacitación presencial - MikroTik



MTC Network Associate
Básico



Wireless Engineer
Wireless Avanzado



MTC Traffic Control Engineer
Firewall y QoS Avanzado



User Management Engineer
Túneles avanzados y HS



MTC Routing Engineer
Routing Avanzado

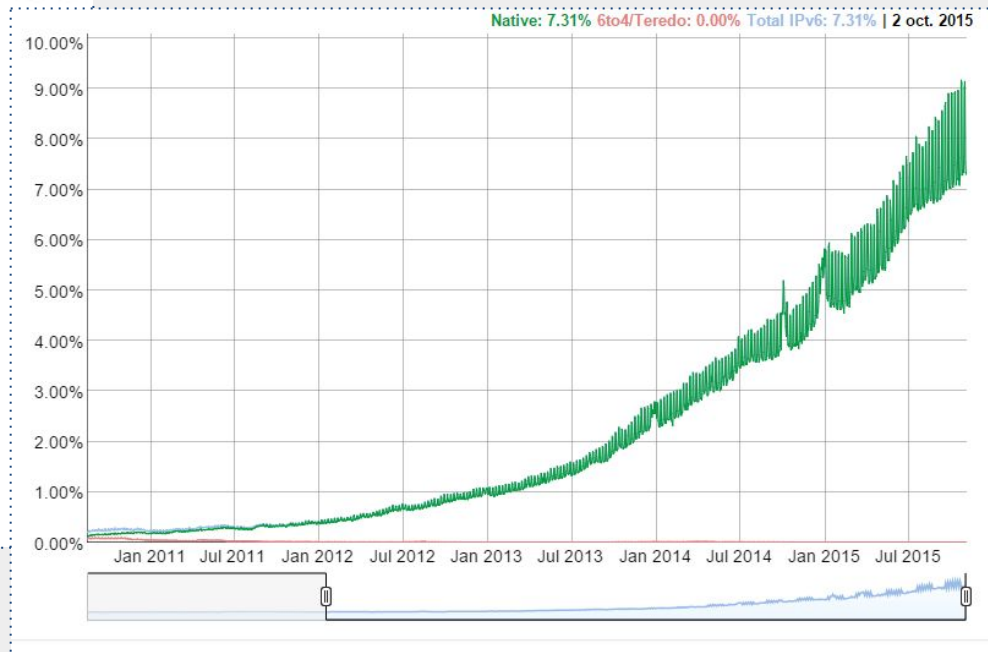
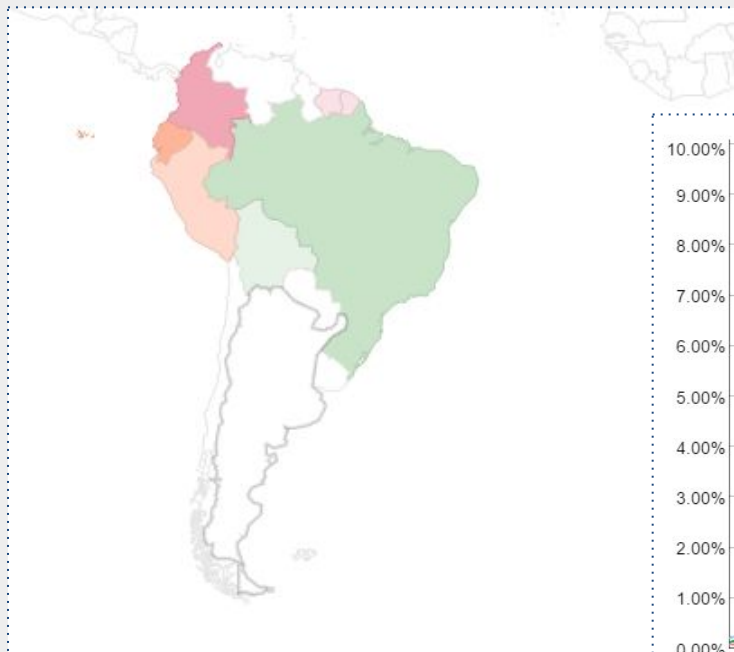


Inter-networking Engineer
BGP y MPLS

Plataforma de cursos Online



IPv6 hoy



Algunos de los que ya están en IPv6

- Google
- Facebook
- Yahoo!
- Wikimedia
- Netflix
- Mozilla

Más info en <http://www.worldipv6launch.org/participants/?q=1>

Introducción

- IPv6 es un protocolo capa 3 que se diseñó para resolver algunas limitaciones de IPv4 (se puede decir que IPv6 es un reemplazo directo de IPv4).
- Provee un espacio de direccionamiento mucho más amplio, algo así como trillones de direcciones por ser humano! (nunca más se acabarían las direcciones IP).
- Provee conectividad real extremo a extremo (NAT ya no es requerido).
- Reduce la complejidad del encabezado IP (mayor performance).

*"IPv6 es en muchos aspectos como IPv4,
pero estos protocolos no son iguales"*

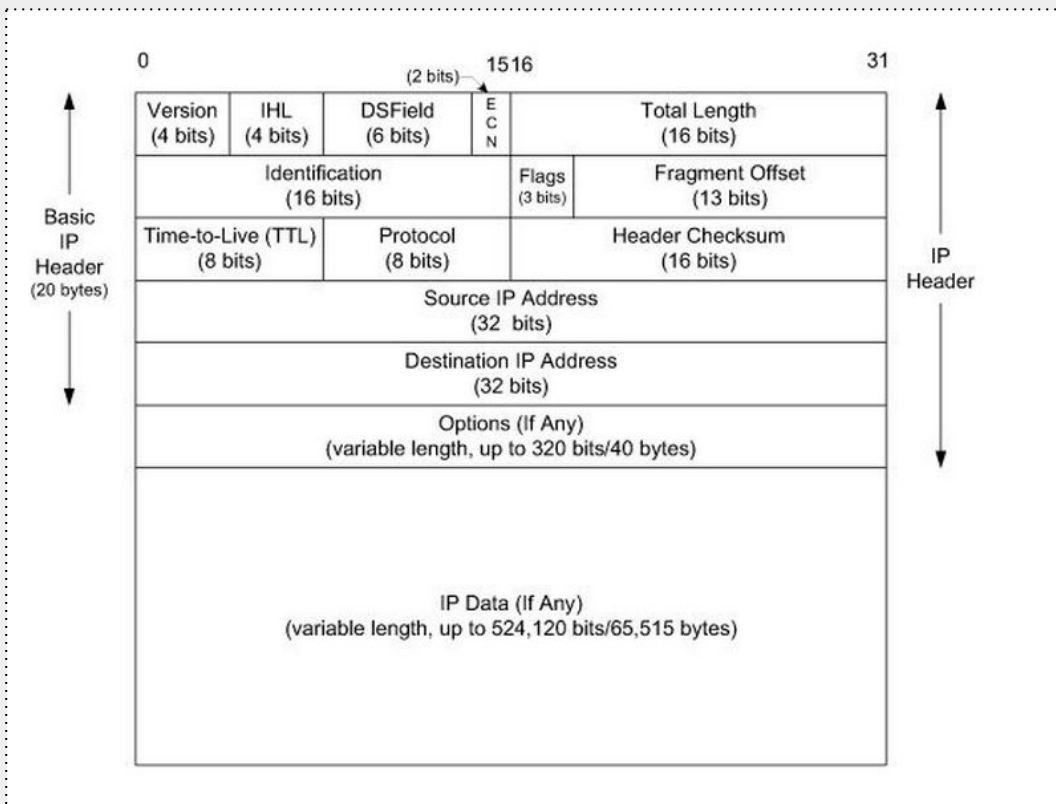
IPv6 vs. IPv4

	IPv4	IPv6
Formato de paquete		
Longitud de cabecera	20 bytes (variable)	40 bytes (fijo)
Campos para QoS	DSCP	TC + FL
Direccionamiento		
Longitud de dirección	32 bits	128 bits
Espacio de direcciones	4,294,967,296	3.4×10^{38} !
Representación	Decimal	Hexadecimal
Mecanismos		
Comunicaciones	Unicast	Unicast
	Multicast	Multicast
	Anycast	Anycast
	Broadcast	
Resolución dir. L2	ARP	ND
Fragmentación	Host y routers	Sólo host

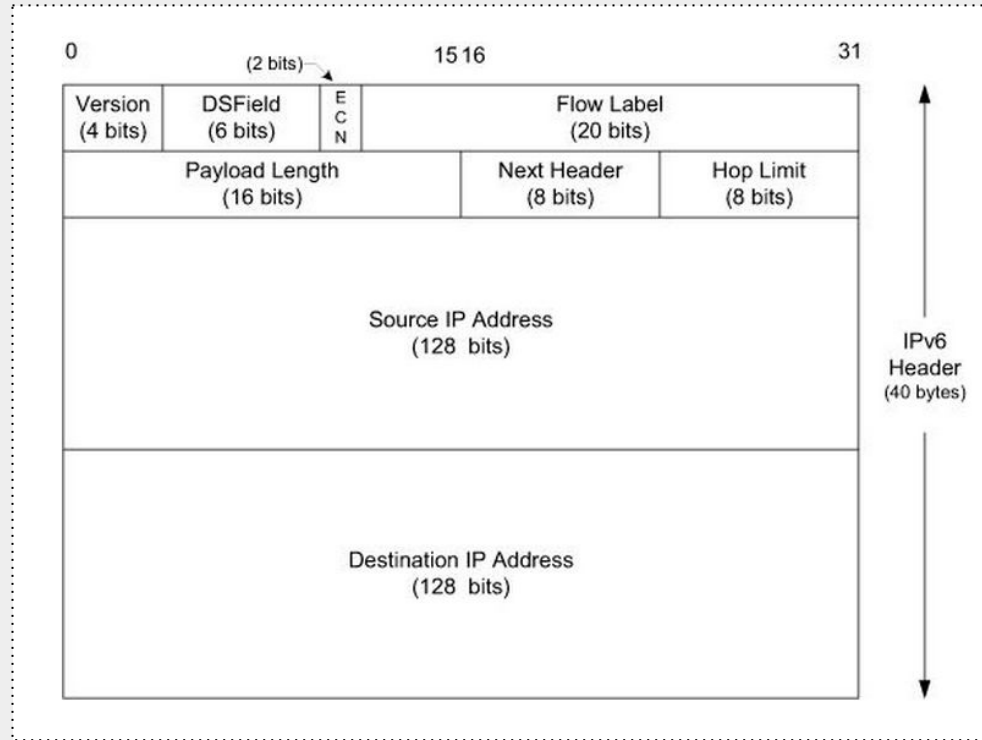
IPv6 vs. IPv4 - Espacio de IPs

- En IPv4 (2^{32}) hay 4.294.967.296 direcciones disponibles.
- En IPv6 (2^{128}) hay 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 direcciones disponibles (serían 340 sextillones).
 - "Todas las IPv4 'entrarían' en un cuadrado de 4 x 4 cms. En cambio para las IPv6 necesitaríamos un cuadrado del tamaño del sistema solar!"

Recordando IPv4...



Formato de un paquete IPv6



Formato de un paquete IPv6

Campos de IPv4 que se mantienen en IPv6:

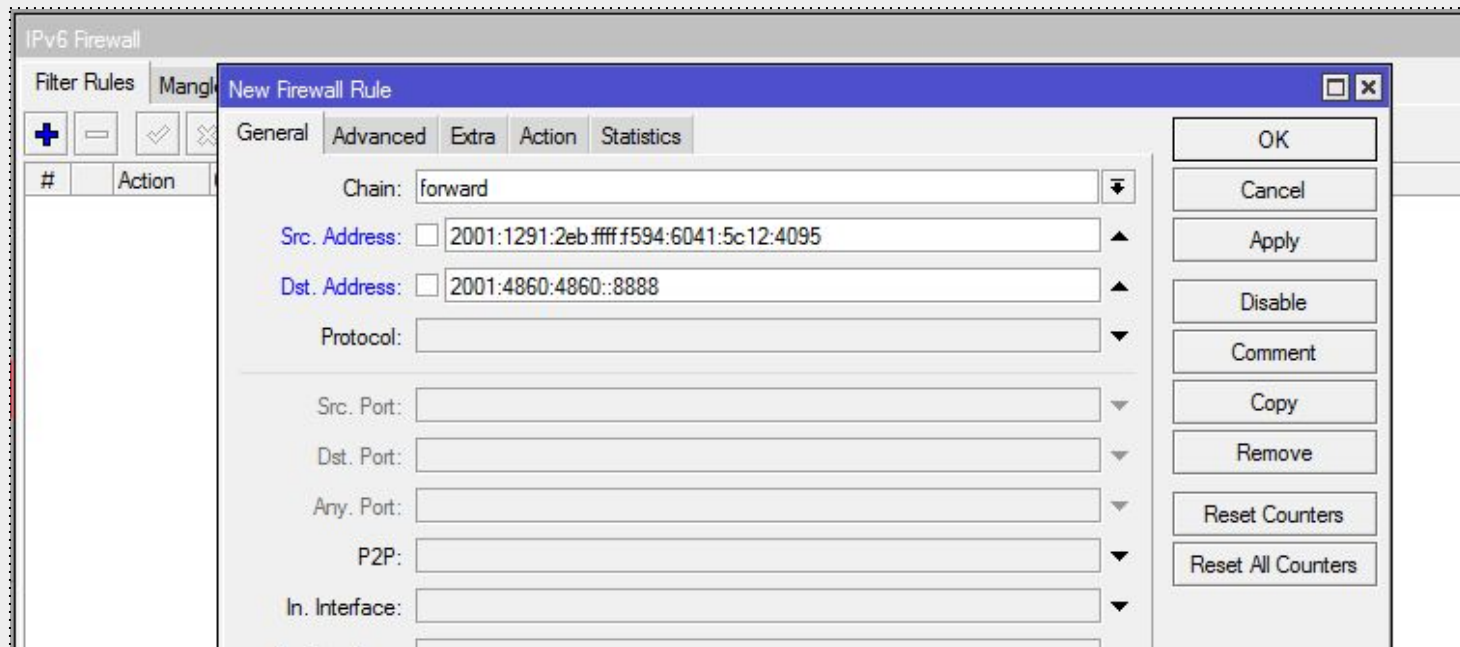
- **Version** (mismo nombre)
- **Traffic Class** (llamado *ToS / DSCP*)
- **Payload lenght** (llamado *Total Lenght*)
- **Next Header** (llamado *Protocol*)
- **Hop Limit** (llamado *Time to Live*)
- **Src and Dst Address**

Campo nuevo en IPv6:

- **Flow Label** (20 bits)

Formato de un paquete IPv6

En RouterOS, se puede leer estos campos en las reglas de IPv6 Firewall:



The screenshot displays the 'New Firewall Rule' dialog box within the IPv6 Firewall configuration window. The dialog has tabs for General, Advanced, Extra, Action, and Statistics. The General tab is active, showing the following fields:

- Chain: forward
- Src. Address: 2001:1291:2eb:ffff:594:6041:5c12:4095
- Dst. Address: 2001:4860:4860::8888
- Protocol: (empty)
- Src. Port: (empty)
- Dst. Port: (empty)
- Any. Port: (empty)
- P2P: (empty)
- In. Interface: (empty)

On the right side of the dialog, there are buttons for OK, Cancel, Apply, Disable, Comment, Copy, Remove, Reset Counters, and Reset All Counters.

Direccionamiento - Tipos

IPv6 soporta los siguientes tipos de direcciones:

- Unicast
- Global
- Link-local
- Anycast (es como unicast)
- Multicast

Broadcast ya no es soportado, todas las tareas son resueltas usando diferentes direcciones **Multicast**.

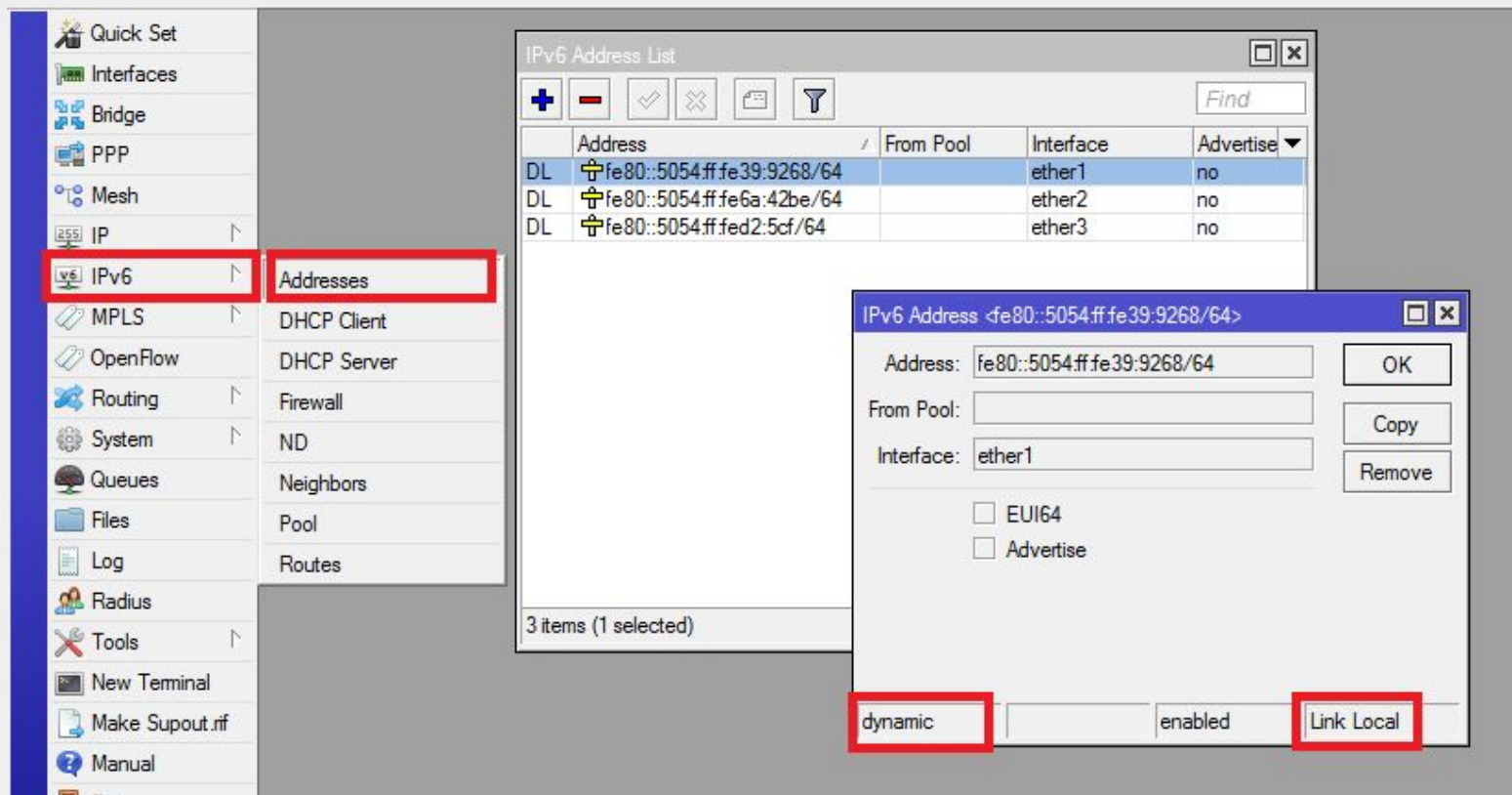
Direccionamiento - Tipos

Cada equipo IPv6 tiene al menos los siguientes tipos de direcciones:

- Una dirección unicast para la interfaz loopback.
- Una dirección unicast link-local por interfaz.
- Cada interfaz debería estar "unida" a algunos grupos multicast.

Opcionalmente una o más direcciones unicast global. Estas pueden configurarse de **tres** formas (se verán más adelante).

Direcccionamiento - Tipos



The screenshot displays the MikroTik WinBox interface for configuring IPv6. In the left sidebar, the 'IPv6' menu item is selected, and the 'Addresses' sub-menu is highlighted in red. The main window shows the 'IPv6 Address List' table, which contains three entries:

	Address	From Pool	Interface	Advertise
DL	fe80::5054:ff:fe39:9268/64		ether1	no
DL	fe80::5054:ff:fe6a:42be/64		ether2	no
DL	fe80::5054:ff:fed2:5cf/64		ether3	no

Below the table, it indicates '3 items (1 selected)'. A dialog box titled 'IPv6 Address <fe80::5054:ff:fe39:9268/64>' is open, showing the configuration for the selected address. The dialog includes fields for 'Address', 'From Pool', and 'Interface' (set to 'ether1'). At the bottom, there are three options: 'dynamic' (highlighted in red), 'enabled', and 'Link Local' (highlighted in red).

Direccionamiento - Estructura

Las direcciones IPv6 tienen 128 bits de longitud, de modo que los diseñadores optaron por la notación hexadecimal y dividiendo la dirección en grupos de 16 bits.

- Dirección IPv6 en "crudo", separada en 4 partes de 32 bits:

```
00100000000000000000000000000000
00000000000000000000000000100100010
0000110000110100000000000000111111
010101001100101000000000000001011
```

- Misma dirección IPv6, pero expresada en hexadecimal:

```
2000:0000:0000:0122:0C34:003F:54CA:000B
```

(Esta dirección se puede comprimir como se verá en breve.)

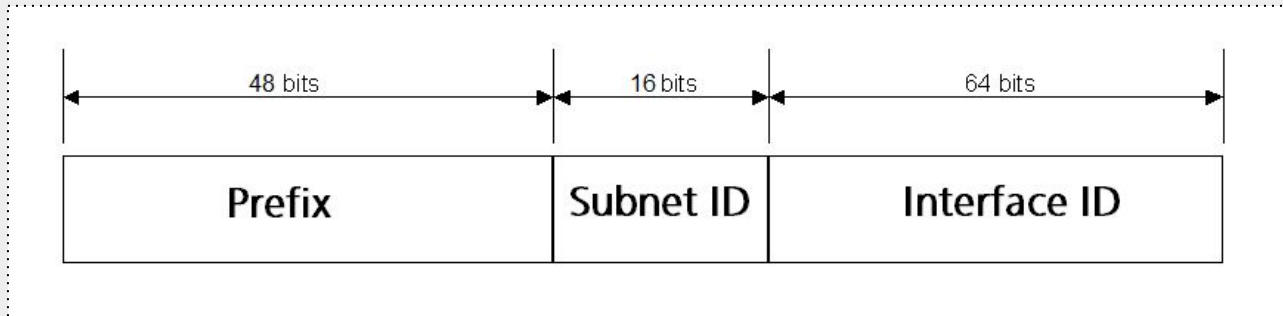
Direccionamiento - Estructura

- El espacio de direcciones está dividido en **prefijos**, uno para cada tipo de dirección.
- Cada prefijo se identifica mirando los PRIMEROS bits de una dirección IPv6.
- El parámetro **prefix-length**, indica cuantos bits pertenecen al prefijo, por ejemplo:

2000:0000:0000:0122:0C34:003F:54CA:000B/**64**
(los primeros 64 bits corresponden al prefijo)

Direccionamiento - Estructura

- En resumen, una dirección v6 tiene dos partes, una es el **Prefijo**, y el resto es la identificación de la interfaz en particular, es decir el **Interface ID**.
- A veces, vamos a disponer de unos bits extra conocidos como **Subnet ID**.
- Interface ID tienen que estar en un formato especial conocido como EUI-64 (mas detalles en breve).



Direccionamiento - Estructura

- 77% del espacio total de direcciones IPv6 esta aún reservado para futuros usos.
- Resumen de los prefijos más importantes:

0000::/8 - Sin especificar, Lookback (similar a 0.0.0.0/0 o 127.0.0.0/8)

2000::/3 - Global Unicast Addresses (similar a las públicas IPv4)

FC00::/7 - Unique Local Addresses (similar a las privadas IPv4)

FE80::/10 - Link-Local Unicast Addresses (similar al rango 169.254.0.0/16)

FF00::/8 - Multicast Addresses (similar al rango 224.0.0.0/4)

Direccionamiento - Estructura

Ejemplos con sus sinónimos IPv4

0.0.0.0/0 es ahora ::/0

(0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000/0)

127.0.0.1 es ahora ::1

(0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001)

Redes IPv4 / IPv6 (mismo concepto)

200.127.151.0/ 24... los primeros 24 bits indican la red y no pueden cambiar.

2001:1291:02EB::/48... los primeros 48 bits indican la red y no pueden cambiar.

Direccionamiento - Representación

Las direcciones IPv6 pueden comprimirse para una fácil lectura y escritura mediante tres métodos.

(1) Grupos con todos "ceros", puede reemplazarse con un sólo cero.

Ejemplo:

Antes -> 2001:1291:0200:8738:0000:0000:0000:0001

Después -> 2001:1291:0200:8738:0:0:0:0001

Direccionamiento - Representación

(2) Quitar los ceros de la izquierda en los grupos que corresponda.

Ejemplo:

Antes -> 2001:1291:0200:8738:0:0:0:0001

Después -> 2001:1291:200:8738:0:0:0:1

Direccionamiento - Representación

(3) Múltiples grupos de ceros, pueden ser comprimidos utilizando los dos puntos (":").

Este método puede ser utilizado una vez, preferentemente donde cause más efecto.

Ejemplo:

Antes -> 2001:1291:200:8738:0:0:0:1

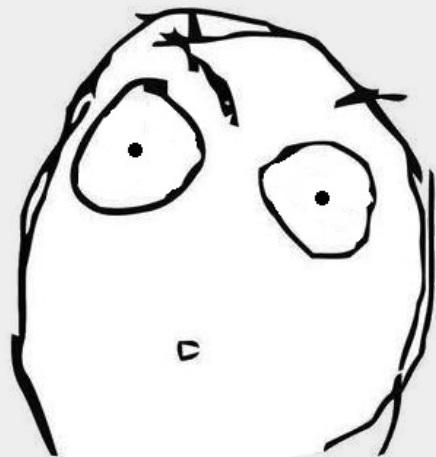
Después -> 2001:1291:200:8738::1

Direccionamiento - Representación

Otro ejemplo con la siguiente IPv6:

2800:0000:0000:0456:0000:0000:0000:00AB

- (1) 2800:**0:0**:0456:**0:0:0**:00AB
- (2) 2800:0:0:**456**:0:0:0:**AB**
- (3) 2800:0:0:456:**::**AB



Habilitando IPv6

- RourteOS soporta IPv4 por defecto.
- IPv6 se puede activar en una forma sencilla y sin costo!
 - Se puede tener ambas versiones de IP en el mismo router, para hacer lo que se llama "router dual stack".
 - También se puede migrar completamente a IPv6.
- Requerimientos:
 - Paso 1:** Instalar o habilitar el paquete `ipv6.npk`.
 - Paso 2:** Reiniciar el router.
 - (Si, eso es todo!)

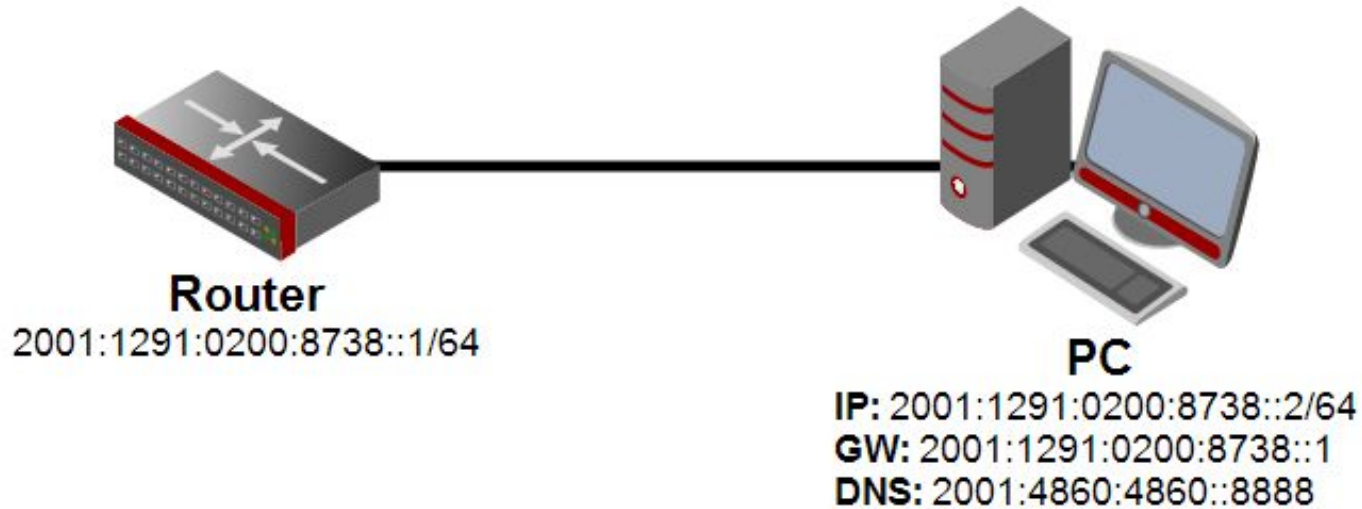
Habilitando IPv6

```
3 X hotspot                6.12
4  security                6.12
5  dhcp                    6.12
6  advanced-tools          6.12
7 X mpls                    6.12
8  routeros-mipsbe         6.12
9  system                  6.12
[admin@rc.psdtec.com] /system package> enable ipv6
[admin@rc.psdtec.com] /system package> print
Flags: X - disabled
#  NAME                      VERSION                      SCHEDULED
0 X ipv6                      6.12                        scheduled for enable
1 X routing                   6.12
2  ppp                        6.12
3 X hotspot                   6.12
4  security                   6.12
5  dhcp                       6.12
6  advanced-tools             6.12
7 X mpls                      6.12
8  routeros-mipsbe            6.12
9  system                     6.12
[admin@rc.psdtec.com] /system package> /system reboot
Reboot, yes? [y/N]:
```

Habilitando IPv6

- La implementación de IPv6 sobre RouterOS nos brinda las siguientes posibilidades:
- IP estática, autoconfiguración, DHCP Client.
- DHCP Server (sólo trabajando como DHCP-PD).
- Firewall (Filter / Mangle)
- Ruteo estática y dinámico (RIPng, OSPFv3 and BGP-4)
- Soporte para protocolos PPP.
- Cliente DNS, DNS Cache, herramientas de Ping, SSH, NTP.

Ejemplo de red simple



Ejemplo de red simple

```
[admin@rb] >
[admin@rb] >
[admin@rb] >
[admin@rb] >
[admin@rb] > ipv6 address add address=2001:1291:200:8738::1/64 interface=ether2
[admin@rb] > ipv6 address print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic, G - global, L - link-local
#   ADDRESS                                FROM-POOL INTERFACE  ADVERTISE
0 DL fe80::5054:ff:fee3:2890/64            ether3             no
1 DL fe80::5054:ff:feed:2e0b/64            ether1             no
2 DL fe80::5054:ff:fede:c9f2/64            ether4             no
3 DL fe80::5054:ff:feda:9bde/64            ether2             no
4 G 2001:1291:200:8738::1/64               ether2             yes
[admin@rb] >
```

Router A

PC

Internet versión 6 (TCP/IPv6)

Configuración IPv6 se asigne automáticamente si la red es compatible con esta
ario, deberá consultar con el administrador de red cuál es la
ada.

☐ Obtener la dirección del servidor DNS automáticamente

☒ Usar las siguientes direcciones de servidor DNS:

Servidor DNS preferido: 2001:4860:4860::8888

Servidor DNS alternativo: 2001:4860:4860::8844

☐ Validar configuración al salir

Opciones avanzadas...

Aceptar Cancelar

Identificador EUI-64

- IPv6 fue diseñado para ser sencillo.
- Por ende, no siempre vamos a tener que escribir direcciones IPv6 en hexadecimal para cada dispositivo.
- Se utiliza un identificador que se obtiene de las interfaces para construir la dirección completa.

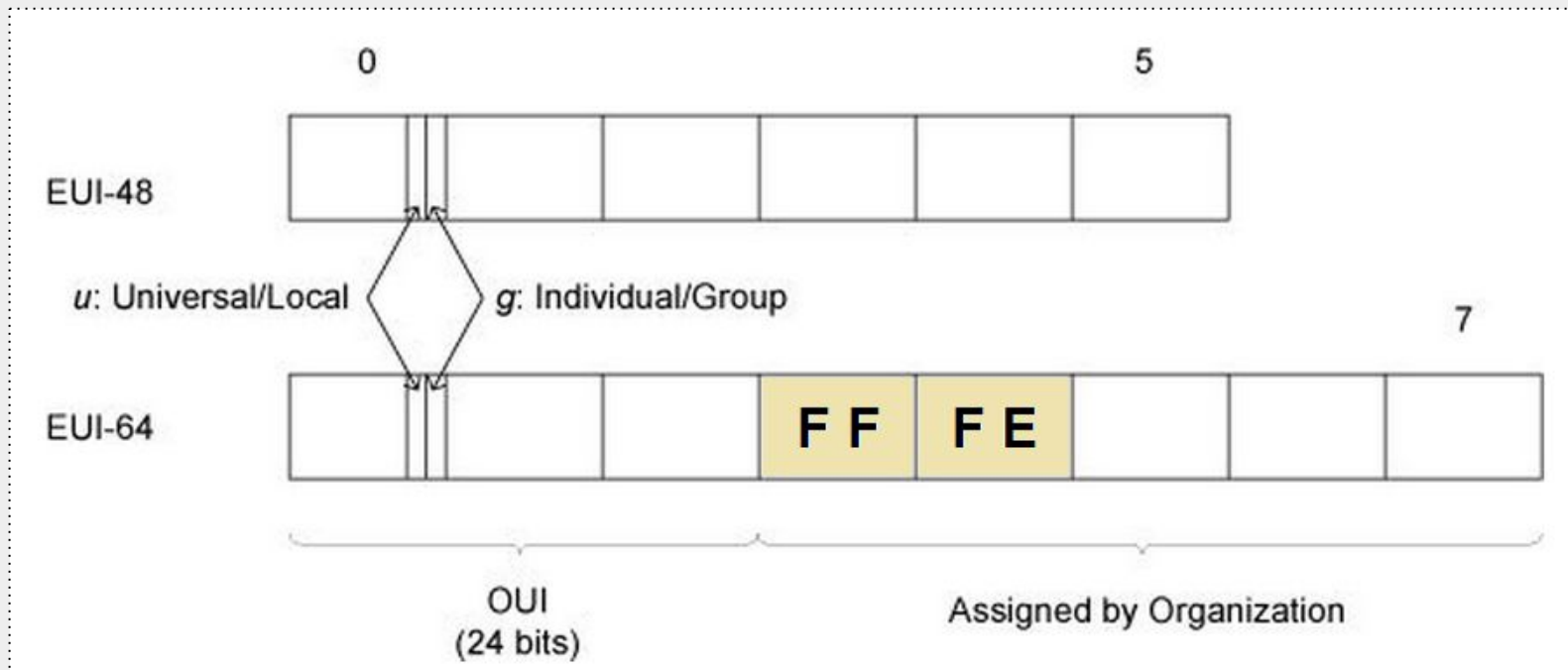
Identificador EUI-64

- Los routers, cuando sea posible, utilizarán la dirección MAC de las interfaces para construir una dirección IPv6 completa.
- La mayoría de los prefijos, desde **2000::/3** a **E000::/3** requieren que la porción Interface ID de la IP, este en formato EUI-64.

Identificador EUI-64

- En caso de Ethernet, las direcciones MAC estan en formato **EUI-48**, ergo se necesita una conversión.
- Esta conversión se realiza agregando 16 bits (0xFFFE) a la dirección MAC.
- También se invierte el séptimo bit del primer byte de una dirección MAC.

Identificador EUI-64



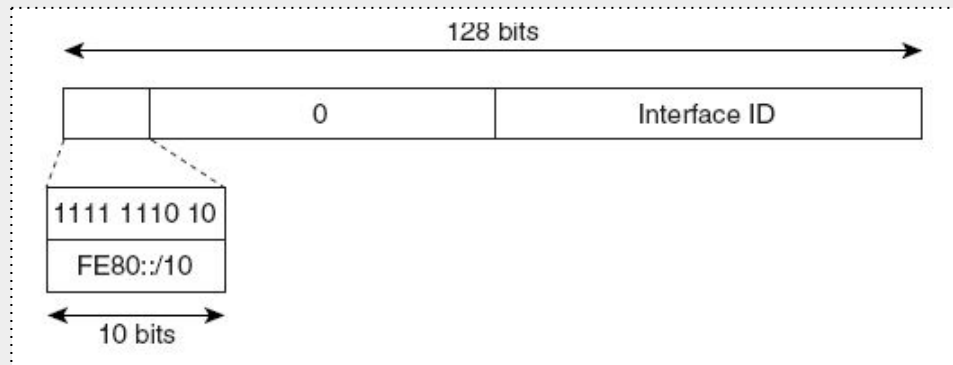
Identificador EUI-64

Por ejemplo, se puede agregar una dirección unicast solamente especificando el prefijo, el resto se completa usando el EUI-64 obtenido desde la dirección MAC.

```
Terminal
[admin@rc.psdtec.com] >
[admin@rc.psdtec.com] >
[admin@rc.psdtec.com] >
[admin@rc.psdtec.com] >
[admin@rc.psdtec.com] > ipv6
[admin@rc.psdtec.com] /ipv6> address
[admin@rc.psdtec.com] /ipv6 address> print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic, G - global, L - link-local
# ADDRESS FROM... INTERFACE ADV
0 G 2001:1291:200:8738:f000::f/68 ether2 no
1 DL fe80::a00:27ff:fe15:293e/64 ether1 no
2 DL fe80::a00:27ff:fe59:37e1/64 ether3 no
3 DL fe80::a00:27ff:fe38:5de/64 ether4 no
[admin@rc.psdtec.com] /ipv6 address> add address=3000::/64 eui-64=yes
interface: ether4
[admin@rc.psdtec.com] /ipv6 address> print
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic, G - global, L - link-local
# ADDRESS FROM... INTERFACE ADV
0 G 2001:1291:200:8738:f000::f/68 ether2 no
1 DL fe80::a00:27ff:fe15:293e/64 ether1 no
2 DL fe80::a00:27ff:fe59:37e1/64 ether3 no
3 DL fe80::a00:27ff:fe38:5de/64 ether4 no
4 G 3000::a00:27ff:fe38:5de/64 ether4 yes
[admin@rc.psdtec.com] /ipv6 address>
```

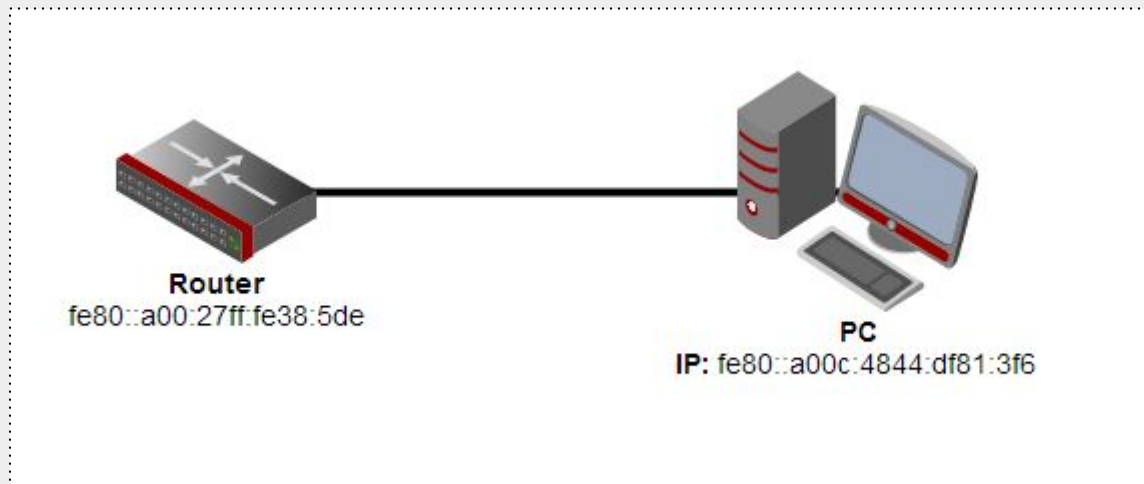
Direcciones Link-local

- Se utiliza el prefijo **FE80::/10**.
- Sólo una dirección link-local debería existir por interfaz.
- Permite comunicación entre dispositivos ubicados en el mismo enlace (link), es decir mismo dominio L2.
- Se autoconfiguran a penas se habilita IPv6.
- El Interface ID se toma de la dirección MAC.



Direcciones Link-local

- Que se puede hacer con una dirección link-local?
- Supongamos que tenemos un dispositivo Mikrotik conectado a una PC (todo con IPv6 habilitado):



Direcciones Link-local

MikroTik WinBox Loader v2.2.18

Connect To: [fe80::d6ca:6dff:fea4:28c5%13] ... Connect

Login:

Password:

MAC Address	IP Address	Identity	Vers...	Board Name
D4:CA:6D:A4:28:C5	fe80::d6ca:6dff:fea4:28c5%13	MikroTik	6.20	RB751U-2...
D4:CA:6D:A4:28:C5	0.0.0.0	MikroTik	6.20	RB751U-2...

Note:

Address

Direcciones Link-local

- Todas las direcciones link-local están conectadas a la misma red, es decir la **FF80::/10**.
- De modo que hay que especificar un identificador de interfaz.
- Por ejemplo, cuando se desea enviar tráfico a cualquier dispositivo conectado directamente usando direcciones locales, o si desea comunicarse con herramientas como ping (más ejemplos más adelante).

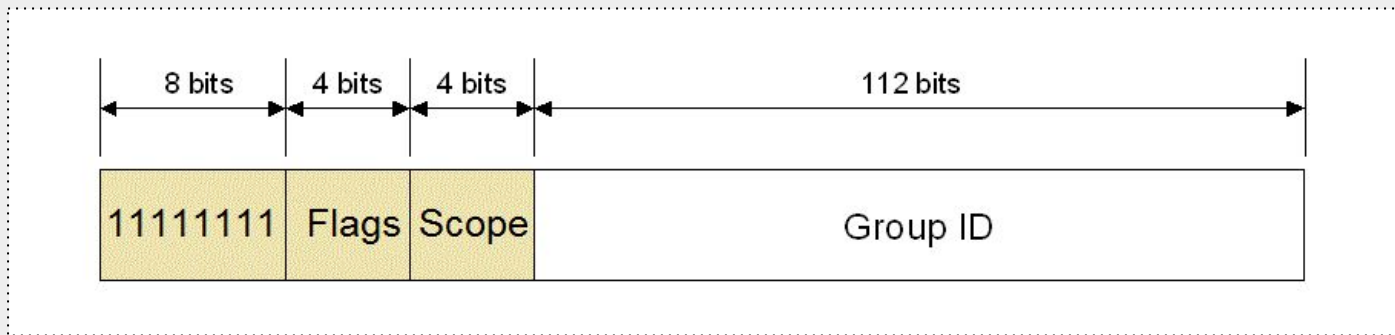
```
[admin@rc.psdtec.com] > ping fe80::a00c:4844:df81:3f6
HOST                               SIZE TTL TIME  STATUS

[admin@rc.psdtec.com] > ping fe80::a00c:4844:df81:3f6 interface=ether4
HOST                               SIZE TTL TIME  STATUS
fe80::a00c:4844:df81:3f6          56 128 5ms   echo reply
fe80::a00c:4844:df81:3f6          56 128 0ms   echo reply
fe80::a00c:4844:df81:3f6          56 128 0ms   echo reply
fe80::a00c:4844:df81:3f6          56 128 0ms   echo reply
    sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=1ms max-rtt=5ms

[admin@rc.psdtec.com] > 
```

Multicast

- Como no hay soporte para broadcast, se utiliza como reemplazo el modo de comunicación multicast.
- Existen muchas direcciones multicast.
- Un formato especial es utilizado:



Multicast

Flags: 4 bits (00PT), sólo los últimos 2 son usados: el bit T (Transient) y el bit P (Prefix).

- **T** = se pone en 1 para indicar direcciones multicast temporales, de lo contrario se considera como una dirección permanente (llamadas también "direcciones multicast conocidas").
- **P** = se pone en 1 para indicar que el resto de la dirección (112 bits) hace referencia a un prefijo en particular.

Scope: 4 bits (XXXX), que identifican el alcance del mensaje.

- **1 (0001)** = node (nodo).
- **2 (0010)** = link (enlace).
- **5 (0101)** = site (sitio).
- **8 (1000)** = organization (organización).
- **E (1110)** = global (global).

Multicast

Direcciones multicast conocidas:

- FF01::1 - Todos los nodos (node-local)
- FF01::2 - Todos los routers (node-local)
- FF02::1 - Todos los nodos (link-local)
- FF02::2 - All routers (link-local)
- FF02::5 - OSPFv3 (Hellos, LSAs) (link-local)
- FF02::6 - OSPFv3 (Designated Routers) (link-local)
- FF02::C - Servidores DHCP (link-local)

Multicast

```
Terminal
/command      Use command at the base level
[admin@rc.psdtec.com] > ping ff02::1

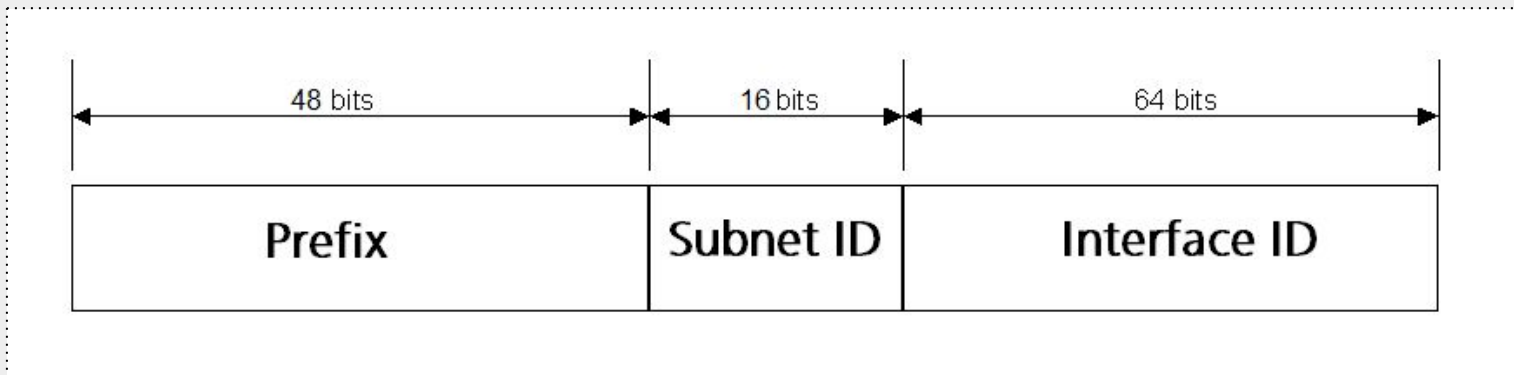
HOST          SIZE TTL TIME  STATUS
fe80::5054:ff:fe6a:42be  56  64 0ms  echo reply
fe80::5054:ff:fee3:2890  56  64 0ms  echo reply
fe80::20c:42ff:feac:af95  56  64 1ms  echo reply
fe80::21b:21ff:fe87:2d1  56  64 1ms  echo reply
fe80::227:22ff:fe56:b2f2  56  64 1ms  echo reply
fe80::227:22ff:fe3e:c2a2  56  64 11ms echo reply
fe80::227:22ff:fea8:cddd  56  64 13ms echo reply
fe80::215:6dff:fe5a:84d2  56  64 15ms echo reply
fe80::20c:42ff:fe54:70bc  56  64 15ms echo reply
fe80::de9f:dbff:fe2e:b660 56  64 15ms echo reply
fe80::20c:42ff:fea7:553e  56  64 29ms echo reply
fe80::227:22ff:fea8:cc9c  56  64 29ms echo reply
fe80::215:6dff:fe63:4f7c  56  64 29ms echo reply
fe80::5054:ff:fe6a:42be  56  64 0ms  echo reply
fe80::21b:21ff:fe87:2d1  56  64 0ms  echo reply
fe80::5054:ff:fee3:2890  56  64 0ms  echo reply
fe80::20c:42ff:feac:af95  56  64 0ms  echo reply
fe80::227:22ff:fe56:b2f2  56  64 1ms  echo reply
fe80::227:22ff:fea8:cddd  56  64 4ms  echo reply
fe80::de9f:dbff:fe2e:b660 56  64 4ms  echo reply

sent=2 received=22 packet-loss=-1000% min-rtt=0ms avg-rtt=8ms max-rtt=29ms
```

Pueden hacer ping a la dirección multicast FF02::1 (todos los nodos del enlace) para descubrir vecinos IPv6. Se puede utilizar el parámetro **interface** para filtrar el resultado.

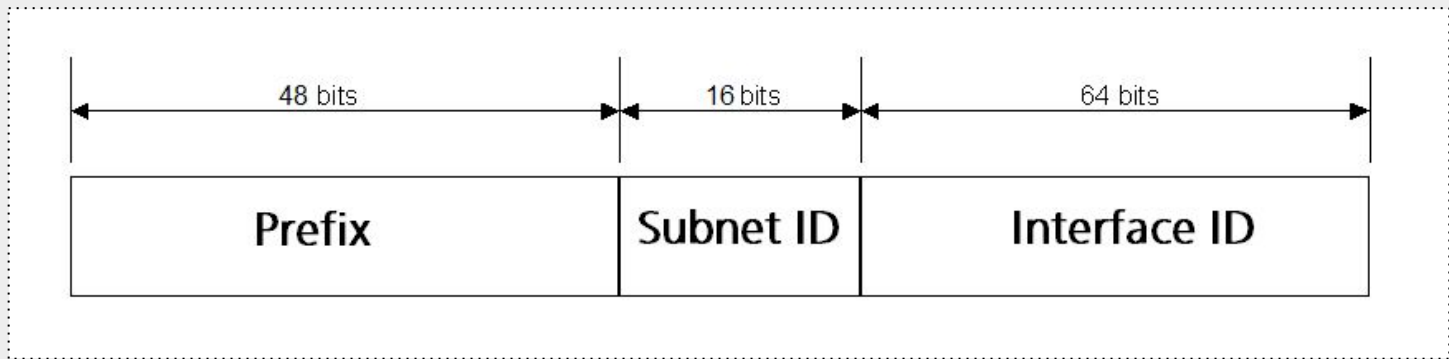
Subnetting

- Recordando la estructura de una dirección v6, por cada dirección tenemos un **prefix** y un **interface ID**.
- Para las direcciones global unicast, el prefijo tienen 64 bits, de los cuales 16 se usan como **subnet ID**, que se puede utilizar para hacer subnetting. Con 16 bits tenemos posibilidad de hacer **65536** subredes!



Subnetting

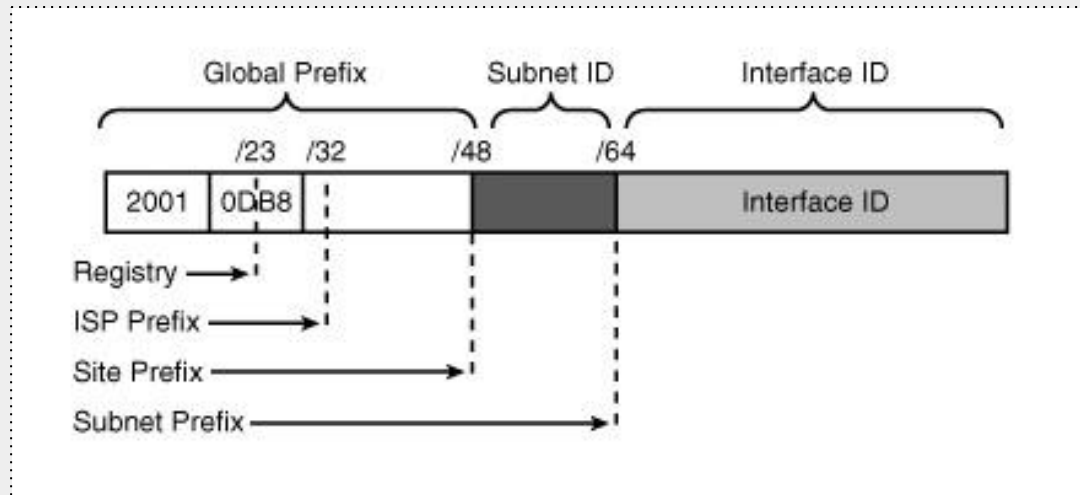
NOTA: aunque matemáticamente es posible hacer subnetting dentro del interface ID, no es recomendable porque la mayoría de los rangos están pensados para respetar el formato EUI-64.



Subnetting

Como se puede observar, un prefijo Global the Global Prefix, esta dividido en:

- **Registry Prefix** (ARIN, LACNIC, RIPE)
- **ISP Prefix, Site Prefix** (Carriers, ISPs)
- **Subnet Prefix** (donde los Carriers/ISP hacen subnetting)



Subnetting

LACNIC tiene asignados

2001:1200::/23

2001:1200:: ~ **2001:1**3FF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF

Los primeros 23 bits permanecen fijos, recordar que cada cifra es hexadecimal y cuenta como 4 bits.

2800::/12

2800:: ~ **280**F:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF

Los primeros 12 bits permanecen fijos, recordar que cada cifra es hexadecimal y cuenta como 4 bits.

Subnetting

- Si LACNIC nos asigna la red **2001:1291:02EB::/48**, donde tenemos 16 bits extras para usar con Subnet ID.
- Descomprimiendo: **2001:1291:02EB:XXXX::/48**.
- Esas 4 cifras hexadecimales (16 bits) nos da 65536 posibilidades para definir subredes. Al igual que en IPv4, variando la máscara se subnetea.
- **2001:1291:02EB:0000::/64** (primer subred)
- **2001:1291:02EB:0001::/64** (segunda subred)
- **2001:1291:02EB:0002::/64** (tercer subred)
- **2001:1291:02EB:0003::/64** (cuarto subred)

Subnetting

Otro ejemplo:

- 2001:1291:02EB:000**0**::/63 (primer subred)
- 2001:1291:02EB:000**2**::/63 (segunda subred)
- 2001:1291:02EB:000**4**::/63 (tercer subred)
- 2001:1291:02EB:000**6**::/63 (cuarto subred)

Más ejemplos:

- 2001:1291:02EB:000**0**::/62 (primer subred)
- 2001:1291:02EB:000**4**::/62 (segunda subred)
- 2001:1291:02EB:000**8**::/62 (tercer subred)
- 2001:1291:02EB:000**C**::/62 (cuarto subred)

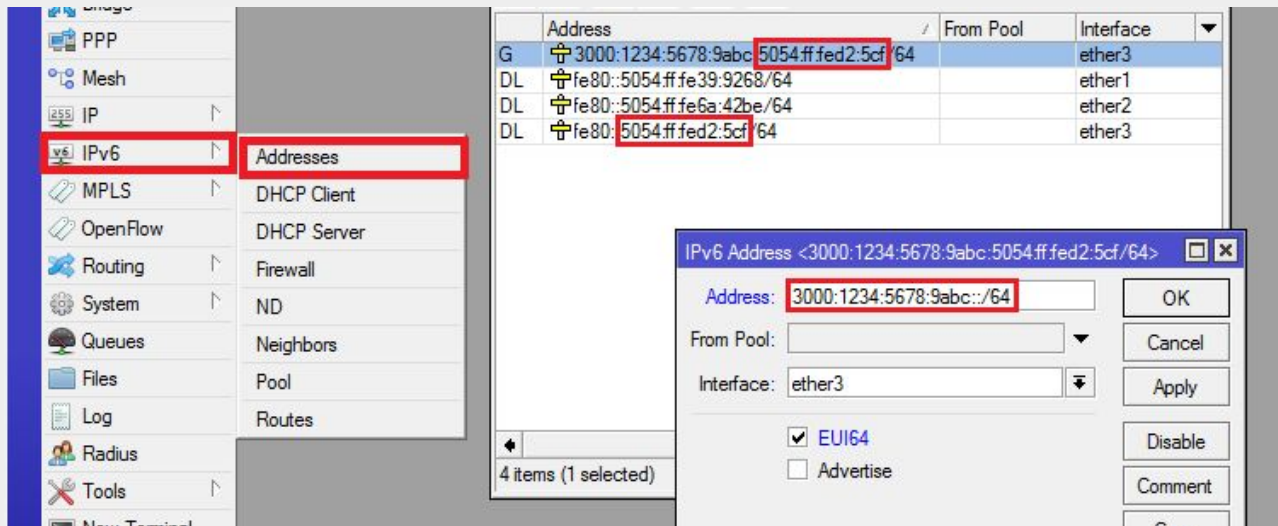
Configuración de direcciones IPv6

Existen tres métodos:

- **Asignación de dirección estática**
Configuración manual.
- **Autoconfiguración sin estado (Stateless)**
Usando mensajes ND y DAD (RS / RA / NS / NA).
- **Autoconfiguración con servidor (Stateful)**
Usando DHCPv6.

Configuración de direcciones IPv6

- `/ipv6 address add address=prefix eui-64=yes`
- Con este comando se construye la dirección completa a partir de un prefijo y la dirección MAC de la interfaz.



	Address	From Pool	Interface
G	3000:1234:5678:9abc:5054:ff:fed2:5cf/64		ether3
DL	fe80::5054:ff:fe39:9268/64		ether1
DL	fe80::5054:ff:fe6a:42be/64		ether2
DL	fe80::5054:ff:fed2:5cf/64		ether3

IPv6 Address <3000:1234:5678:9abc:5054:ff:fed2:5cf/64>

Address: 3000:1234:5678:9abc::/64

From Pool: [dropdown]

Interface: ether3

☒ EUI64

☐ Advertise

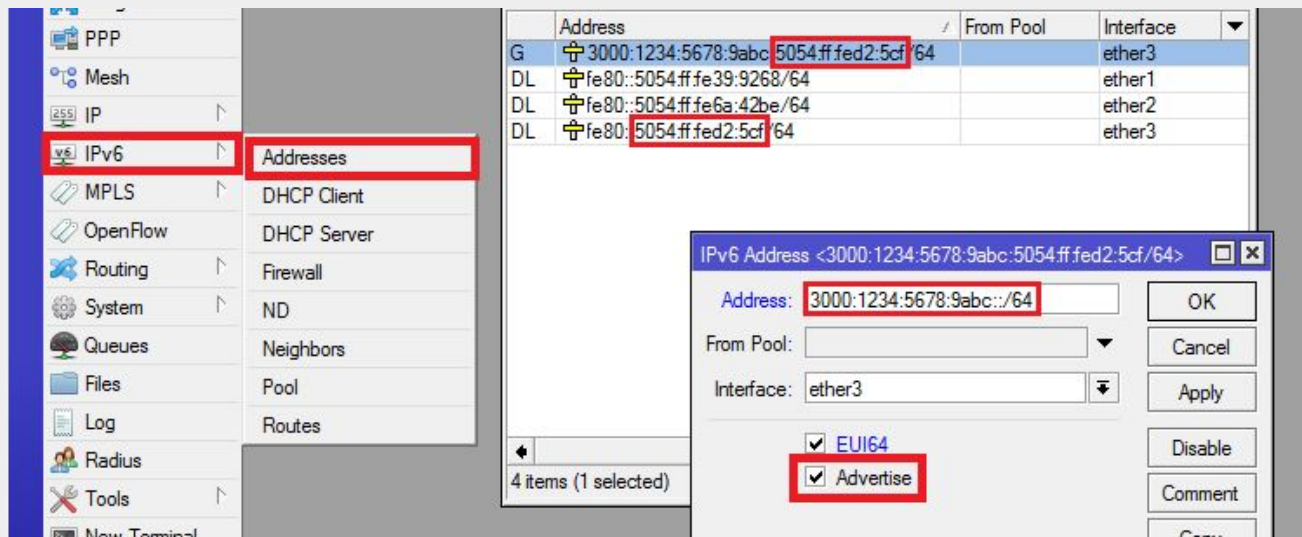
OK Cancel Apply Disable Comment

Autoconfiguración sin estado

- Se realiza utilizando mensajes ND, precisamente RS y RA.
- Los routers publican periódicamente o mediante una solicitud el prefijo /64 de la interfaz correspondiente. Esta publicación se hace con el mensaje RA.
- De modo que los dispositivos que se conecten con ese router pueden configurarse sólo una IPv6 y demás parámetros.

Autoconfiguración sin estado

- `/ipv6 address add address=prefix advertise=yes`
- Con este comando se habilita la autoconfiguración sin estado de los dispositivos conectados a la interfaz. Sólo se puede utilizar con prefijos / 64.



	Address	From Pool	Interface
G	3000:1234:5678:9abc:5054:ff:fed2:5cf/64		ether3
DL	fe80::5054:ff:fe39:9268/64		ether1
DL	fe80::5054:ff:fe6a:42be/64		ether2
DL	fe80::5054:ff:fed2:5cf/64		ether3

IPv6 Address <3000:1234:5678:9abc:5054:ff:fed2:5cf/64>

Address: 3000:1234:5678:9abc::/64

From Pool: [dropdown]

Interface: ether3

☒ EUI64

☒ Advertise

OK Cancel Apply Disable Comment

Autoconfiguración sin estado

Ejemplo:

- Un dispositivo envía un mensaje de **RS**, routers en el enlace responden con un mensaje **RA** indicando el prefijo / 64.
- Si hay más de un router, el dispositivo que solicita toma todos los anuncios que recibe.
- El dispositivo solicitante usa su identificador **EUI-64** para completar su dirección.
- Antes de finalizar la configuración de la dirección, el dispositivo solicitante llevará a cabo un **DAD**.
- Si DAD indica que la dirección es única, entonces el dispositivo se configura y utiliza esa dirección.

Autoconfiguration con servidor

- Puede usar DHCPv6 para asignar direcciones IP a los hosts de forma "stateful".
- Por ahora, RouterOS soporta servidor DHCP-PD.
- **DHCP-PD** es un servidor que asigna prefijos a clientes DHCPv6.
- Estos clientes pueden utilizar el prefijo adquirido desde el servidor DHCP-PD, usándolo como un Pool vinculado a los servicios de PPP (como PPPoE).

Para arrancar con IPv6

Tres opciones:

- Contratar conexión a un ISP IPv6
- Configurar un túnel IPv6 (con un "tunnel broker")
- Hacer tu propia red privada IPv6 (con IPs "Unique Local" o "Link Local")

Estrategias de migración

1) Clientes conectados punto a punto

Se utiliza un /64 entre cliente final y Router de Acceso. También se puede utilizar las direcciones link-local para routear.

En caso de que el cliente tenga un router, se entrega un /64 (minimo) routeado.

Estrategias de migración

2) Clientes conectados punto a punto

Simple Queue <ClienteX>

General Advanced Statistics Traffic Total Total Statistics

Name: ClienteX

Target: 10.100.0.33

2001:1291:200:7af:123::2

Dst.:

Target Upload Target Download

Max Limit: 5M 10M bits/s

Burst

Burst Limit: unlimited unlimited bits/s

Burst Threshold: unlimited unlimited bits/s

Burst Time: 0 0 s

Time

enabled

OK

Cancel

Apply

Disable

Comment

Copy

Remove

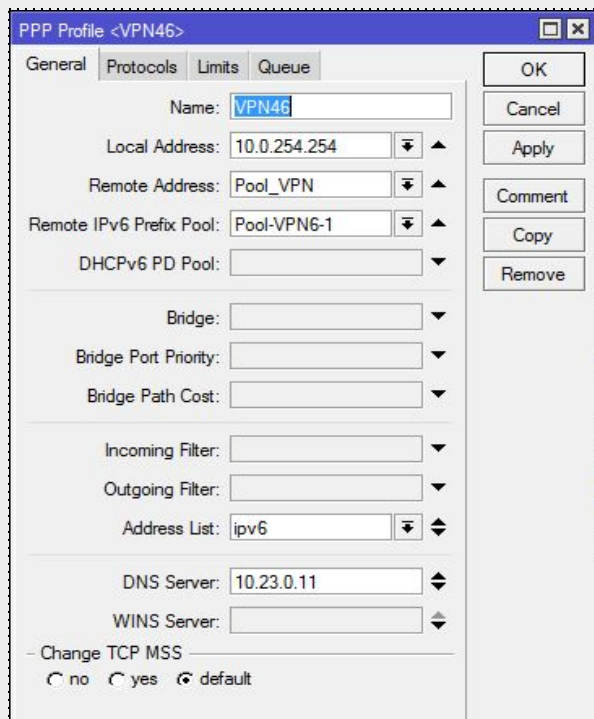
Reset Counters

Reset All Counters

Torch

Estrategias de migración

3) PPPoE (u otro PPP): Se activa IPv6 en el perfil y se asigna un pool.



PPP Profile <VPN46>

General Protocols Limits Queue

Name: VPN46

Local Address: 10.0.254.254

Remote Address: Pool_VPN

Remote IPv6 Prefix Pool: Pool-VPN6-1

DHCPv6 PD Pool:

Bridge:

Bridge Port Priority:

Bridge Path Cost:

Incoming Filter:

Outgoing Filter:

Address List: ipv6

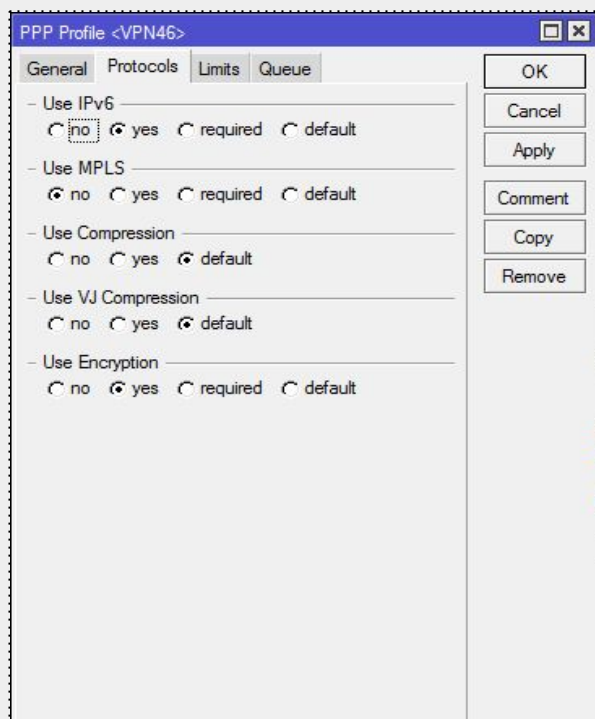
DNS Server: 10.23.0.11

WINS Server:

Change TCP MSS

☐ no ☐ yes ☒ default

OK Cancel Apply Comment Copy Remove



PPP Profile <VPN46>

General Protocols Limits Queue

Use IPv6

☐ no ☒ yes ☐ required ☐ default

Use MPLS

☒ no ☐ yes ☐ required ☐ default

Use Compression

☐ no ☐ yes ☒ default

Use VJ Compression

☐ no ☐ yes ☒ default

Use Encryption

☐ no ☒ yes ☐ required ☐ default

OK Cancel Apply Comment Copy Remove

Proveedores de túneles



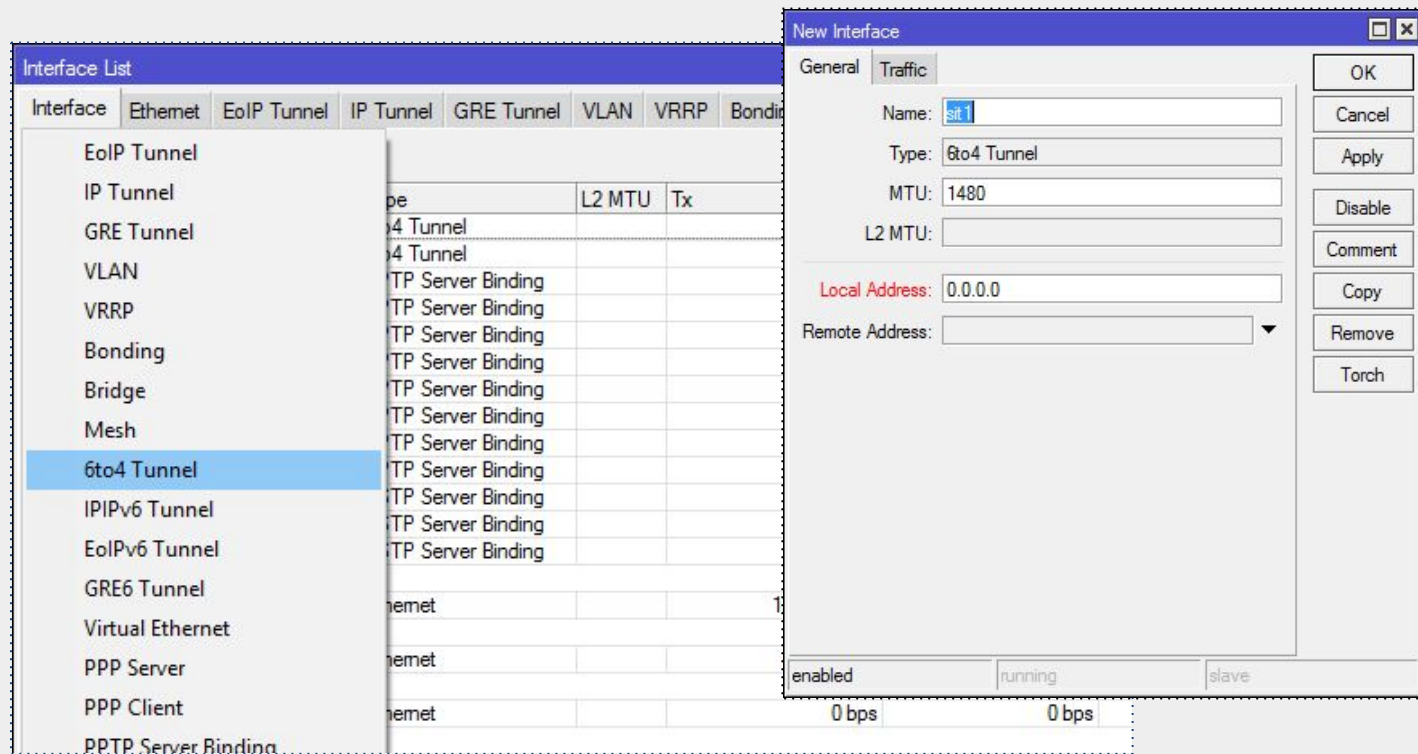
<https://www.sixxs.net>



HURRICANE ELECTRIC
INTERNET SERVICES

<http://he.net/>

Proveedores de túneles



The screenshot displays the MikroTik WinBox interface. On the left, the 'Interface List' window shows a table of available interfaces. The '6to4 Tunnel' option is highlighted in blue. On the right, the 'New Interface' dialog box is open, showing the configuration for a new 6to4 Tunnel interface named 'sit 1'.

Interface List

Interface	Ethernet	EoIP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRRP	Bonding
EoIP Tunnel							
IP Tunnel							
GRE Tunnel							
VLAN							
VRRP							
Bonding							
Bridge							
Mesh							
6to4 Tunnel							
IPIPv6 Tunnel							
EoIPv6 Tunnel							
GRE6 Tunnel							
Virtual Ethernet							
PPP Server							
PPP Client							
PPTP Server Binding							

New Interface

General Traffic

Name: sit 1

Type: 6to4 Tunnel

MTU: 1480

L2 MTU:

Local Address: 0.0.0.0

Remote Address:

OK Cancel Apply Disable Comment Copy Remove Torch

enabled running slave

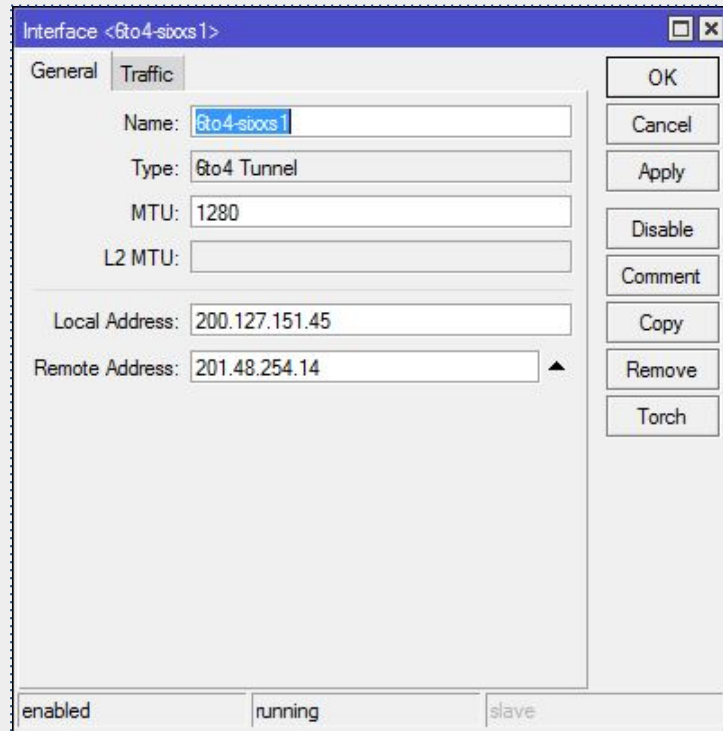
0 bps 0 bps

Proveedores de túneles

Tunnel Information for T152773

The configuration for this tunnel looks like:

Tunnel Name 6to4-sixxs1
PoP Name brudi01
PoP Location Uberlandia, Brazil 🇧🇷
PoP IPv4 201.48.254.14
TIC Server tic.sixxs.net (default in AICCU)
Your Location Buenos Aires, Argentina 🇦🇷
Your IPv4 Static, currently 200.127.151.45
IPv6 Prefix 2001:1291:200:738::1/64
PoP IPv6 2001:1291:200:738::1
Your IPv6 2001:1291:200:738::2
Created 2014-08-15 14:13:33 UTC
Last Alive 2015-11-10 11:30:25 UTC
Last Dead 2015-06-25 18:21:07 UTC
Uptime 138 days (based on latency check)
Config State Enabled
PoP Status Live Tunnel Status on the PoP



Interface <6to4-sixxs1>

General Traffic

Name: 6to4-sixxs1

Type: 6to4 Tunnel

MTU: 1280

L2 MTU:

Local Address: 200.127.151.45

Remote Address: 201.48.254.14

OK

Cancel

Apply

Disable

Comment

Copy

Remove

Torch

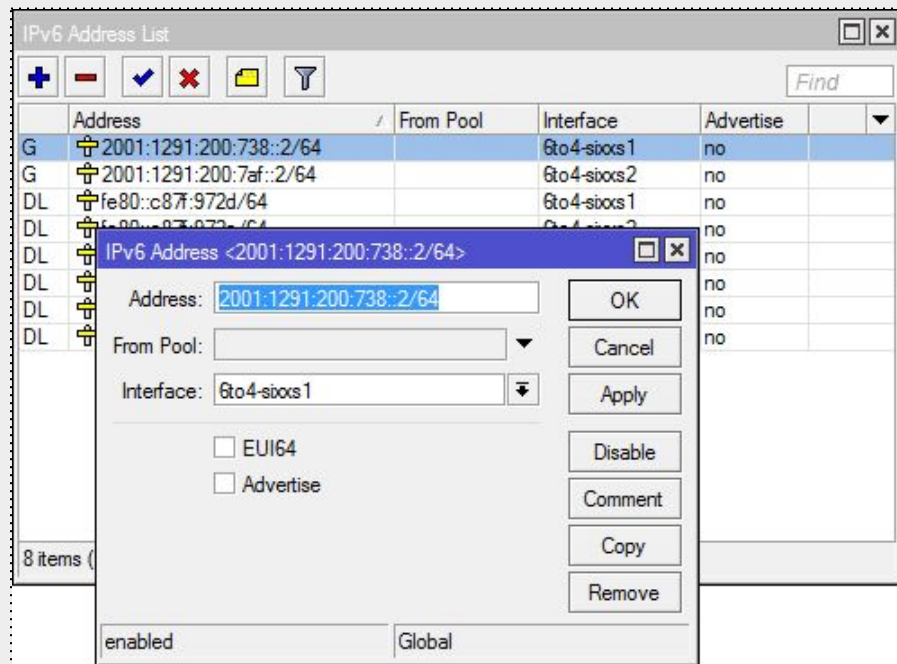
enabled running slave

Proveedores de túneles

Tunnel Information for T152773

The configuration for this tunnel looks like:

Tunnel Name	6to4-sixxs1
PoP Name	brudi01
PoP Location	Uberlandia, Brazil 
PoP IPv4	201.48.254.14
TIC Server	tic.sixxs.net (default in AICCU)
Your Location	Buenos Aires, Argentina 
Your IPv4	Static, currently 200.127.151.45
IPv6 Prefix	<u>2001:1291:200:738::1/64</u>
PoP IPv6	<u>2001:1291:200:738::1</u>
Your IPv6	<u>2001:1291:200:738::2</u>
Created	2014-08-15 14:13:33 UTC
Last Alive	2015-11-10 11:30:25 UTC
Last Dead	2015-06-25 18:21:07 UTC
Uptime	138 days (based on latency check)
Config State	Enabled
PoP Status	Live Tunnel Status on the PoP



The screenshot shows the 'IPv6 Address List' window. It contains a table with columns: Address, From Pool, Interface, Advertise, and a dropdown menu. The table lists several IPv6 addresses, including 2001:1291:200:738::2/64. A modal dialog titled 'IPv6 Address <2001:1291:200:738::2/64>' is open, allowing the user to configure the address. The dialog includes fields for Address, From Pool, and Interface, along with checkboxes for EUI64 and Advertise, and buttons for OK, Cancel, Apply, Disable, Comment, Copy, and Remove.

	Address	From Pool	Interface	Advertise
G	2001:1291:200:738::2/64		6to4-sixxs1	no
G	2001:1291:200:7af::2/64		6to4-sixxs2	no
DL	fe80::c87:972d/64		6to4-sixxs1	no
DL	fe80::c87:972d/64		6to4-sixxs2	no
DL	2001:1291:200:738::2/64		6to4-sixxs1	no
DL	2001:1291:200:738::2/64		6to4-sixxs2	no
DL	2001:1291:200:738::2/64		6to4-sixxs1	no
DL	2001:1291:200:738::2/64		6to4-sixxs2	no

8 items (

enabled Global

Utilizando IPv6

Ping (Running)

General | **Advanced**

Ping To:

Interface:

☐ ARP Ping

Packet Count:

Timeout: ms

Seq #	Host	Time	Reply Size	TTL	Status
2	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	168ms	50	52	echo re
3	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	166ms	50	52	echo re
4	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	166ms	50	52	echo re
5	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	166ms	50	52	echo re
6	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	166ms	50	52	echo re
7	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	168ms	50	52	echo re
8	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	168ms	50	52	echo re
9	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	168ms	50	52	echo re
10	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	167ms	50	52	echo re
11	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	168ms	50	52	echo re
12	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	170ms	50	52	echo re
13	2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35	167ms	50	52	echo re

15 items | 15 of 15 packets received | 0% packet loss | Min: 166 ms | Avg: 167 ms | Max: 170 ms

DNS Cache

Name	Type	Data	TTL
a.root-servers.net	AAAA	2001:503:ba3e::2:30	3d 06:34:31
a0.mobi.afiliast.net	AAAA	2001:500:21::1	03:29:58
a0.org.afiliast.net	AAAA	2001:500:e::1	14:13:40
a1.in.afiliast.net	AAAA	2001:4528:fff:13::142	1d 07:25:00
a2.in.afiliast.net	AAAA	2001:500:45::1	1d 07:25:00
a2.mobi.afiliast.net	AAAA	2001:500:46::1	03:29:58
a2.org.afiliast.net	AAAA	2001:500:40::1	14:13:40
amanda.ns.cloudflare.com	AAAA	2400:cb00:2049:1::adf5...	1d 12:07:30
anycast.ns.nic.bo	AAAA	2001:500:14:6048:ad::1	06:13:11
ar.cctld.authdns.ripe.net	AAAA	2001:67c:e0::59	1d 00:20:28
b.dns.ar	AAAA	2801:140:11::50	1d 00:20:28
b.dns.jp	AAAA	2001:dc2::1	03:29:19
b.gtld-servers.net	AAAA	2001:503:231d::2:30	16:05:56
b.in-addr-servers.arpa	AAAA	2001:500:87::87	13:23:44
b.nic.io	AAAA	2001:678:5::1	1d 07:27:57
b.ns.facebook.com	AAAA	2a03:2880:ffff:c:face:b0...	03:29:31
b.ns.tk	AAAA	2001:678:54::1	1d 11:19:59
b.root-servers.net	AAAA	2001:500:84::b	3d 08:47:17
b0.in.afiliast.net	AAAA	2001:500:50::1	1d 07:25:00
b0.mobi.afiliast.net	AAAA	2001:500:22::1	03:29:58

2943 items out of 2944

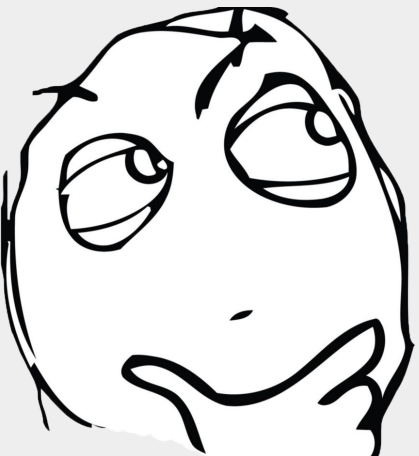
Para seguir leyendo...

RFC4192 - Scenarios and Analysis for Introducing IPv6 into ISP Networks

RFC4779 - ISP IPv6 Deployment Scenarios in Broadband Access Networks

<http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:IPv6>

¿Dudas?



¡Muchas gracias!

The logo consists of the word 'routerboard' in a black, lowercase, sans-serif font. Above the 'r' is a small, stylized red icon consisting of two curved lines.The logo features the word 'MikroTik' in a black, sans-serif font. The 'i' in 'Mikro' has a small, stylized red icon above it, consisting of two curved lines. The 'Tik' part is in a bold, italicized font.