



# 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**

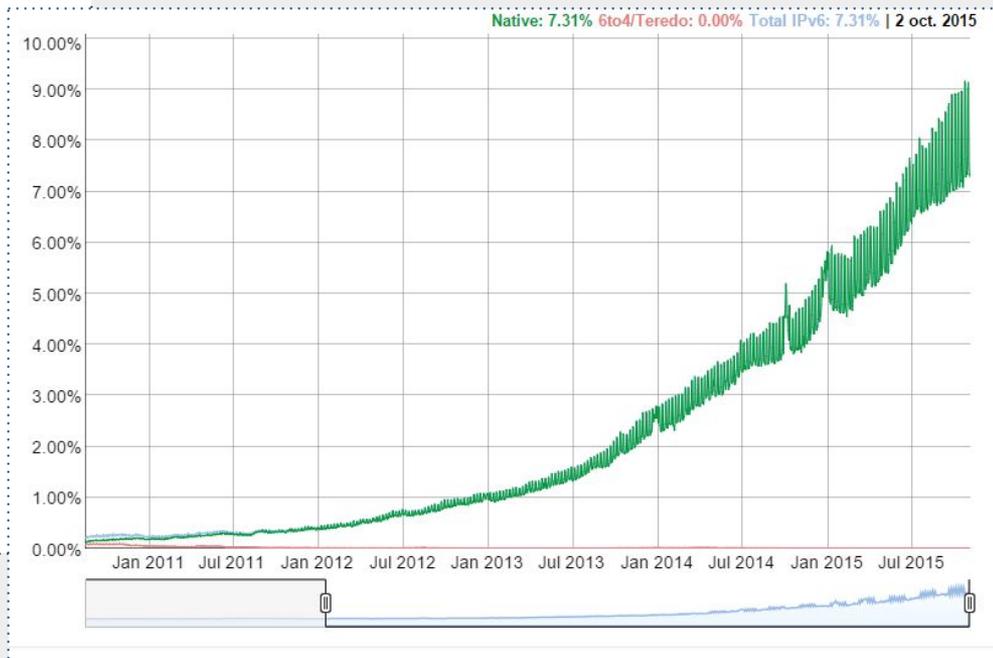
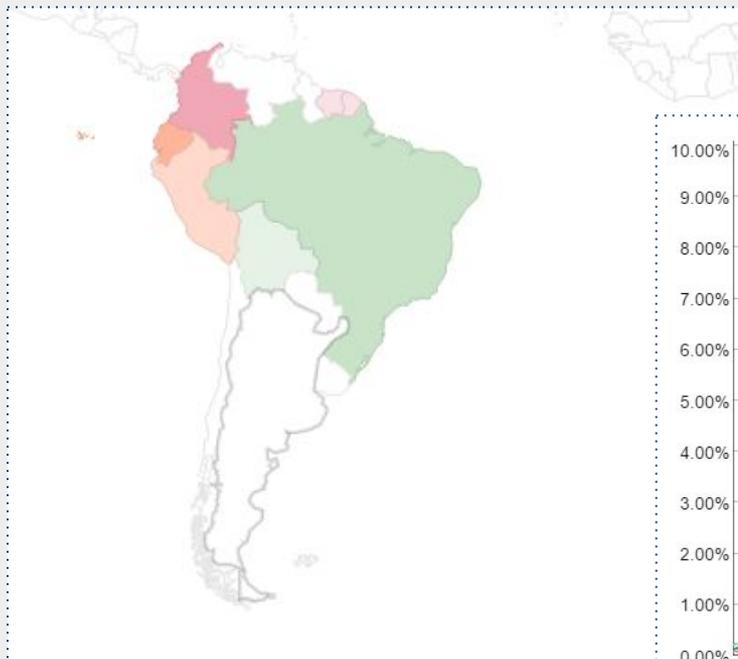


Inter-networking Engineer  
**BGP y MPLS**

# 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"*

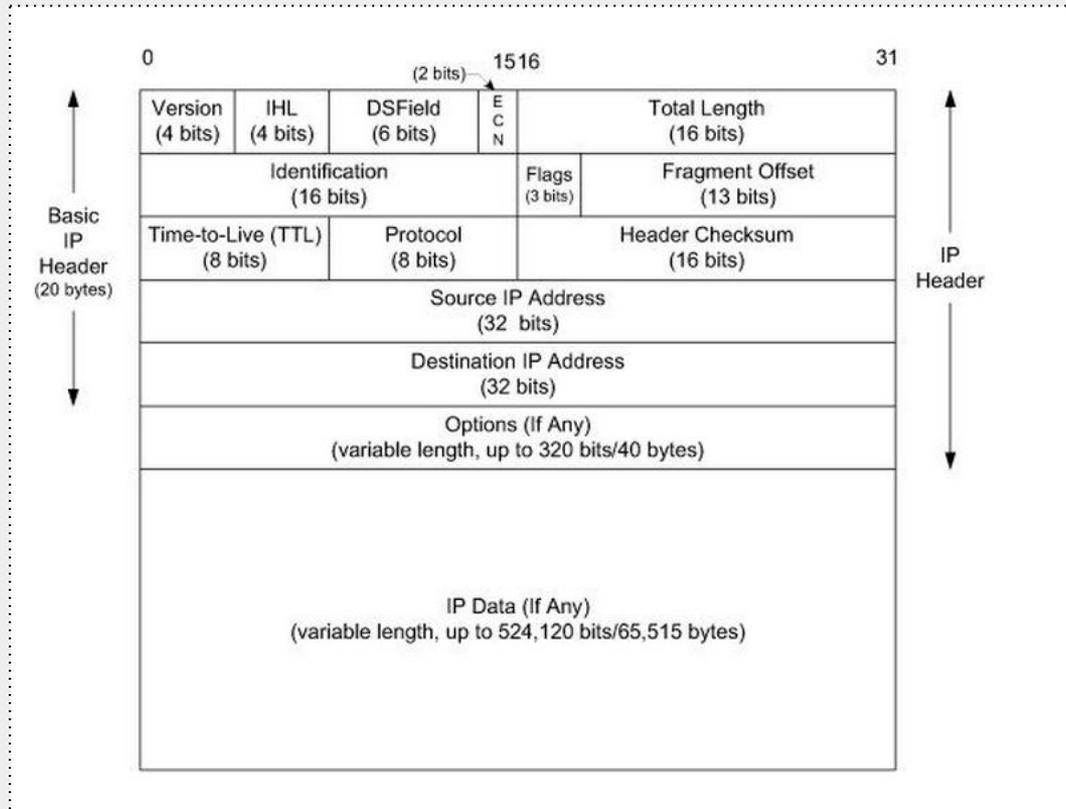
# IPv6 vs. IPv4

	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	$3.4 \times 10^{38}$ !
Representación	Decimal	Hexadecimal
Mecanismos		
Comunicaciones	Unicast	Unicast
	Multicast	Multicast
	Anycast	Anycast
	Broadcast	
Resolución dir. L2	ARP	ND
Fragmentación	Host y routers	Sólo host

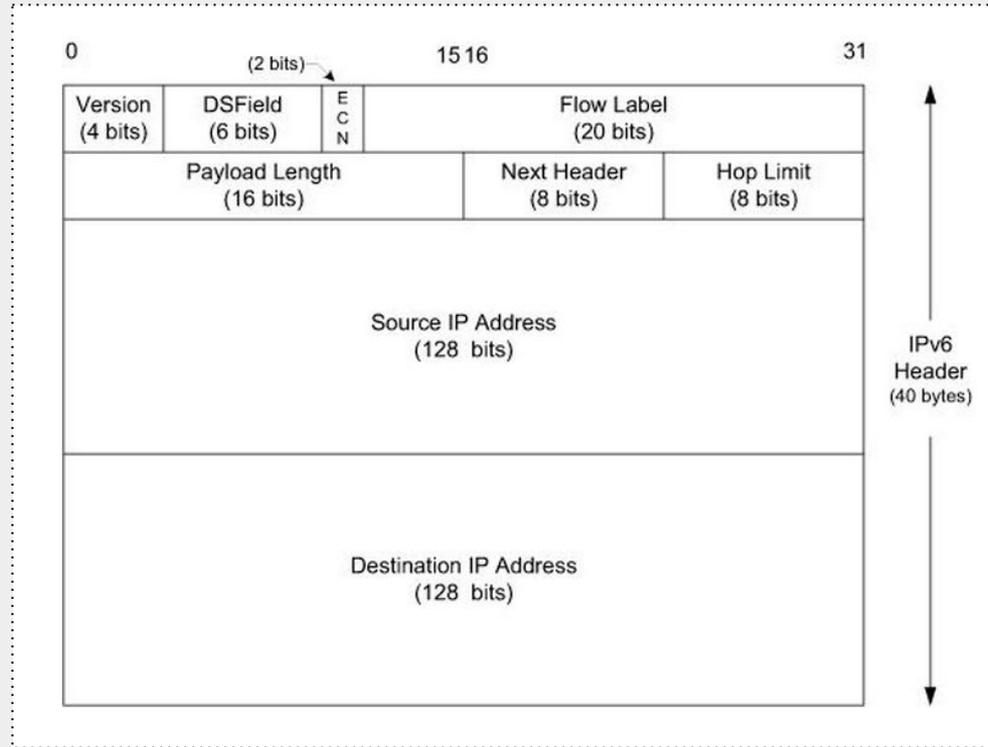
# IPv6 vs. IPv4 - Espacio de IPs

- 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 'entrarian' 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:

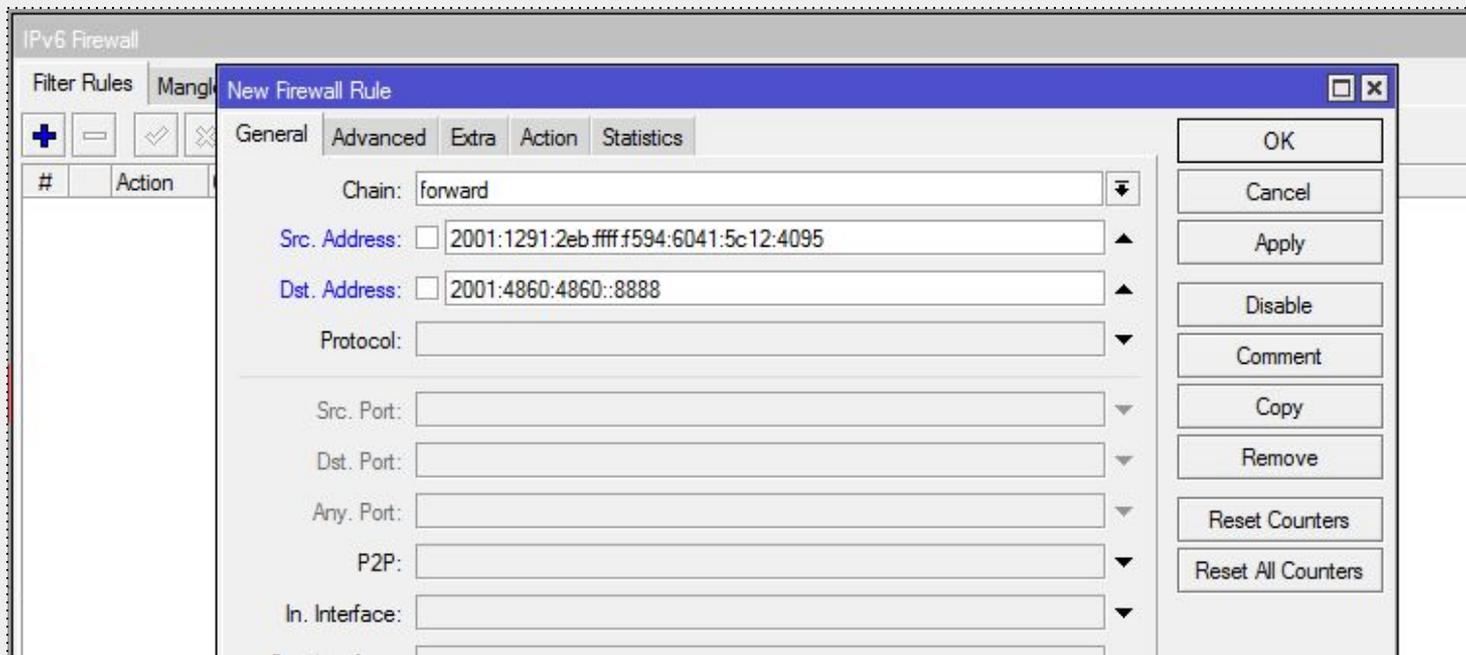
- **Version** (mismo nombre)
- **Traffic Class** (llamado *ToS / DSCP*)
- **Payload lenght** (llamado *Total Lenght*)
- **Next Header** (llamado *Protocol*)
- **Hop Limit** (llamado *Time to Live*)
- **Src and Dst Address**

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 shows the 'IPv6 Firewall' configuration window in RouterOS. A 'New Firewall Rule' dialog box is open, displaying the following fields:

- Chain: forward
- Src. Address:  2001:1291:2eb:fff:f594:6041:5c12:4095
- Dst. Address:  2001:4860:4860::8888
- Protocol: [Dropdown menu]
- Src. Port: [Dropdown menu]
- Dst. Port: [Dropdown menu]
- Any. Port: [Dropdown menu]
- P2P: [Dropdown menu]
- In. Interface: [Dropdown menu]

On the right side of the dialog box, there are several buttons: 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**.

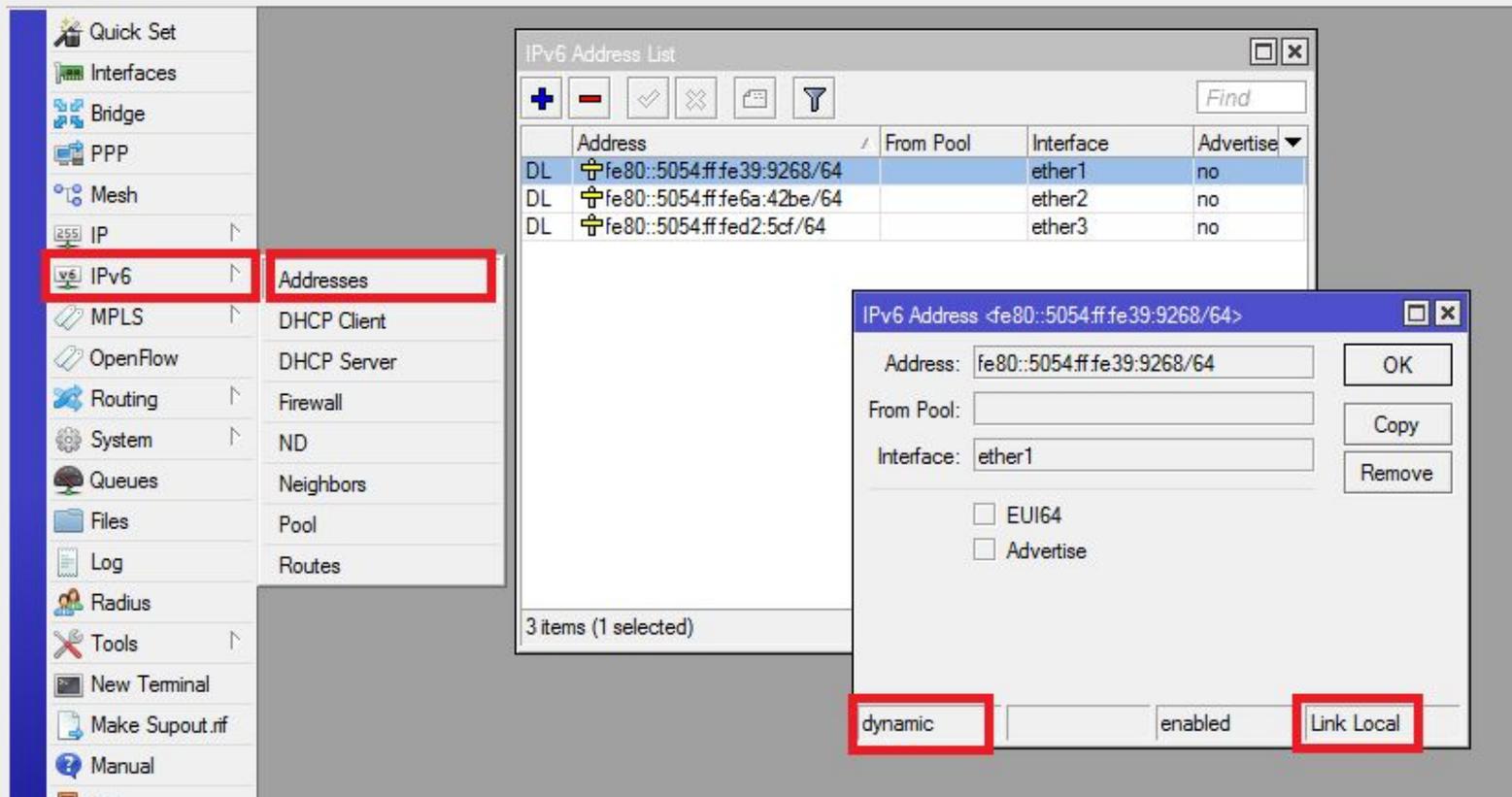
# Direccionamiento - Tipos

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 IPv6 configuration. The left sidebar shows the 'IPv6' menu expanded, with 'Addresses' selected. The main window shows the 'IPv6 Address List' table with 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 configuration dialog for the selected address 'fe80::5054:ff:fe39:9268/64' is open, showing the following fields and options:

- Address: fe80::5054:ff:fe39:9268/64
- From Pool: (empty)
- Interface: ether1
- EUI64
- Advertise

At the bottom of the dialog, the configuration type is set to 'dynamic', the status is 'enabled', and the link type is 'Link Local'. Red boxes highlight the 'dynamic', 'enabled', and 'Link Local' options.



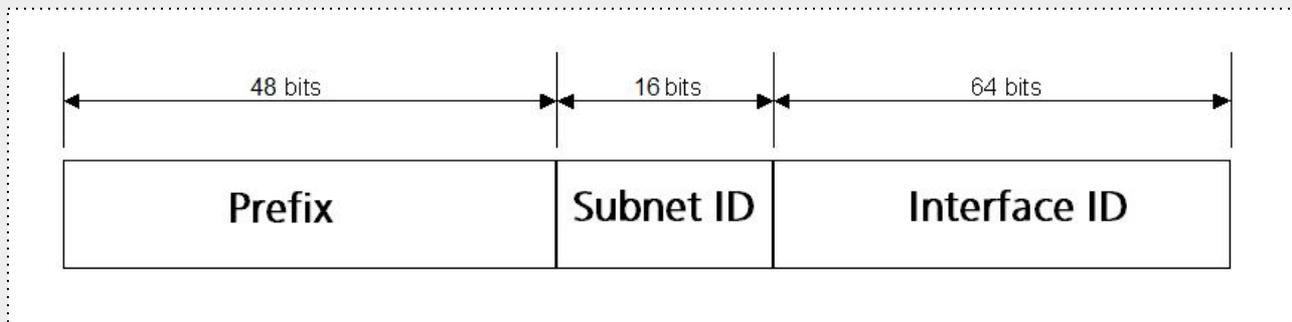
# Direccionamiento - Estructura

- 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

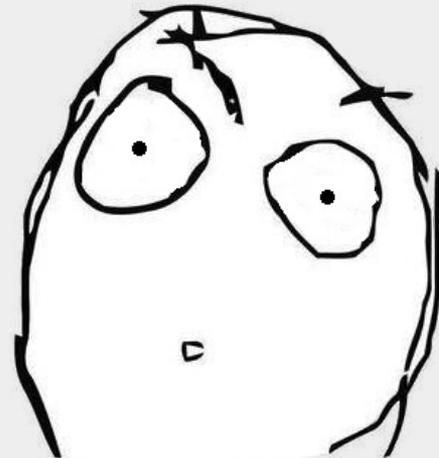
Después -> 2001:1291:200:8738::1

# 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

- RouterOS 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!)

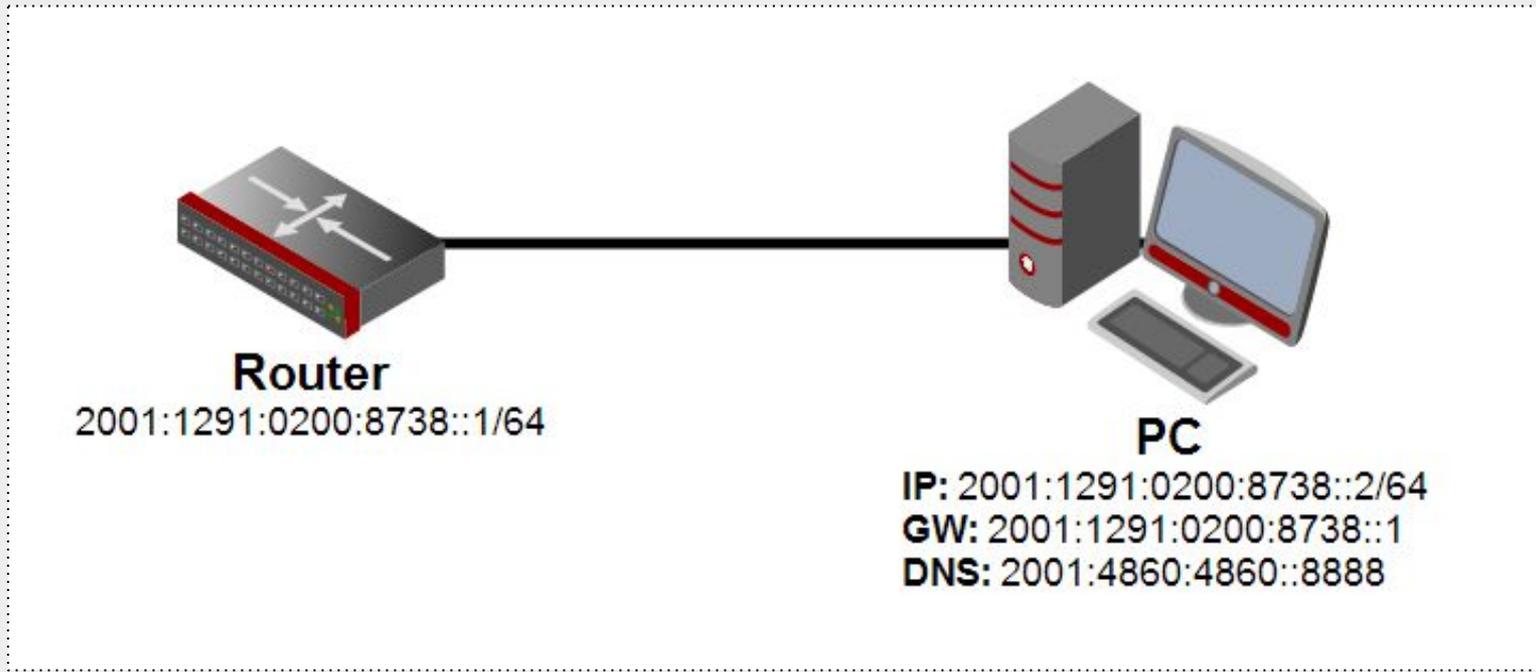
# Habilitando IPv6

```
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)

La configuración IPv6 se asigna automáticamente si la red es compatible con esta configuración. Si no es así, deberá consultar con el administrador de red cuál es la configuración adecuada.

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.

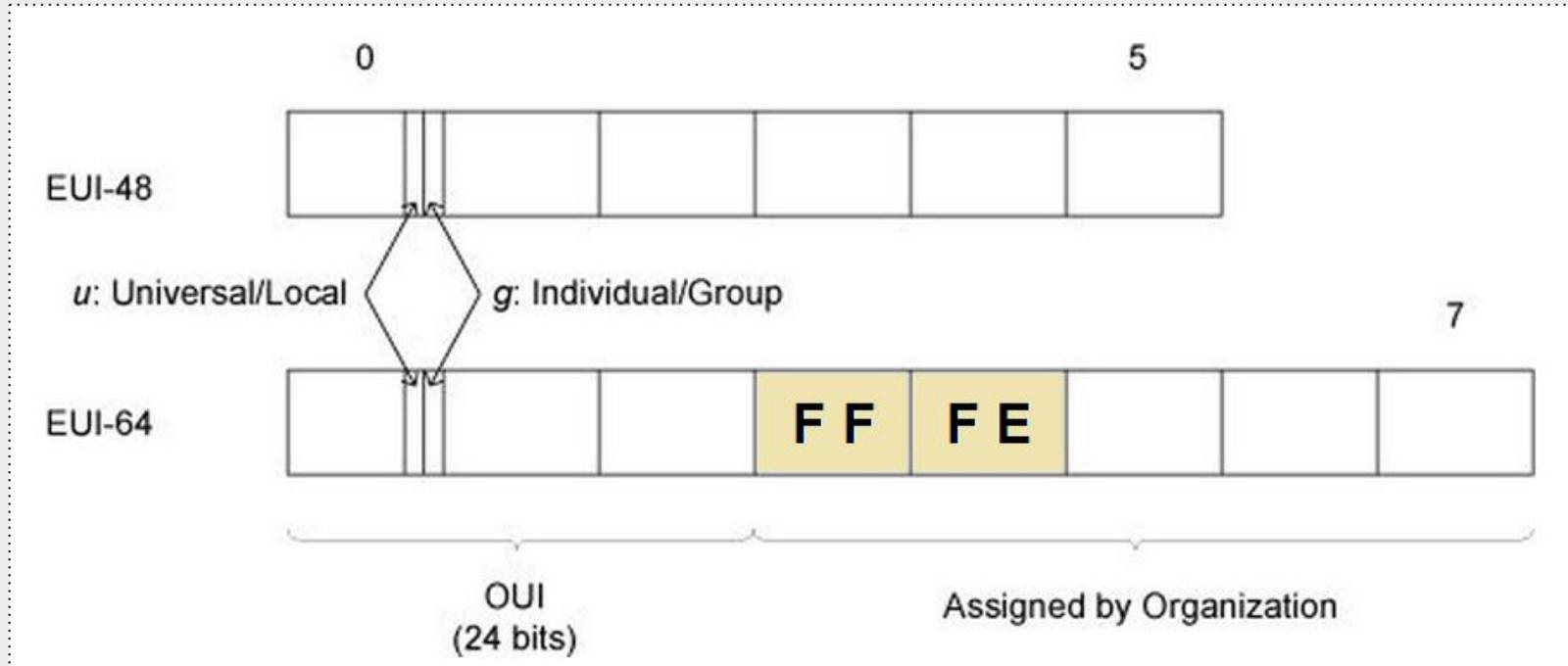
## Identificador EUI-64

- 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 están 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



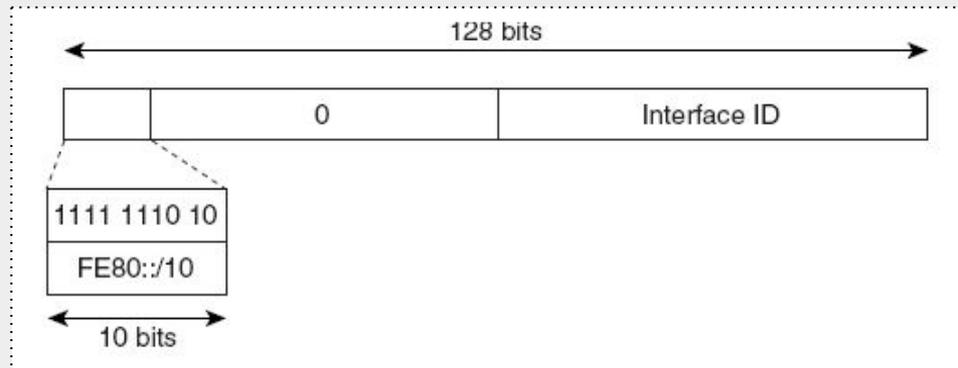
# Identificador EUI-64

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] > 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>
```

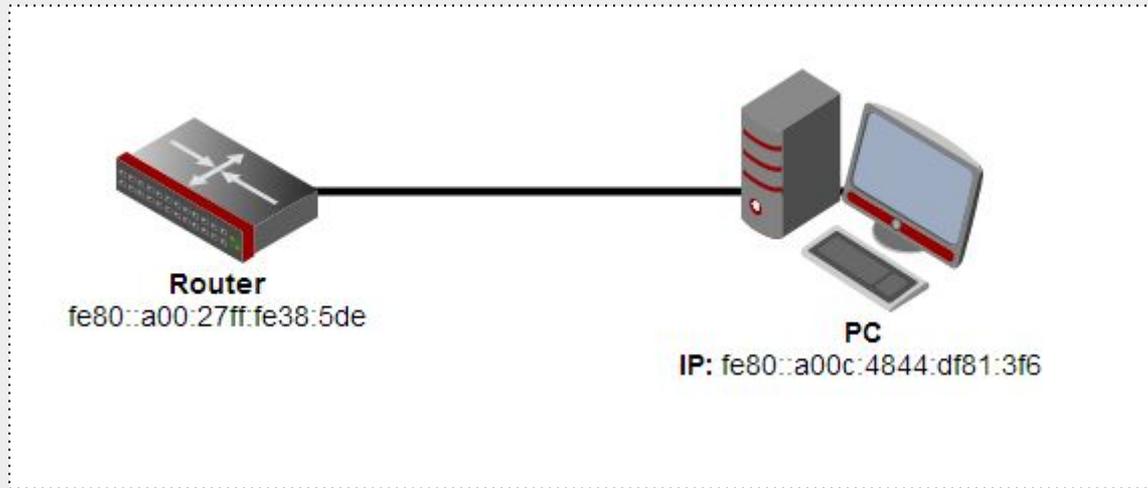
# Direcciones Link-local

- 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.

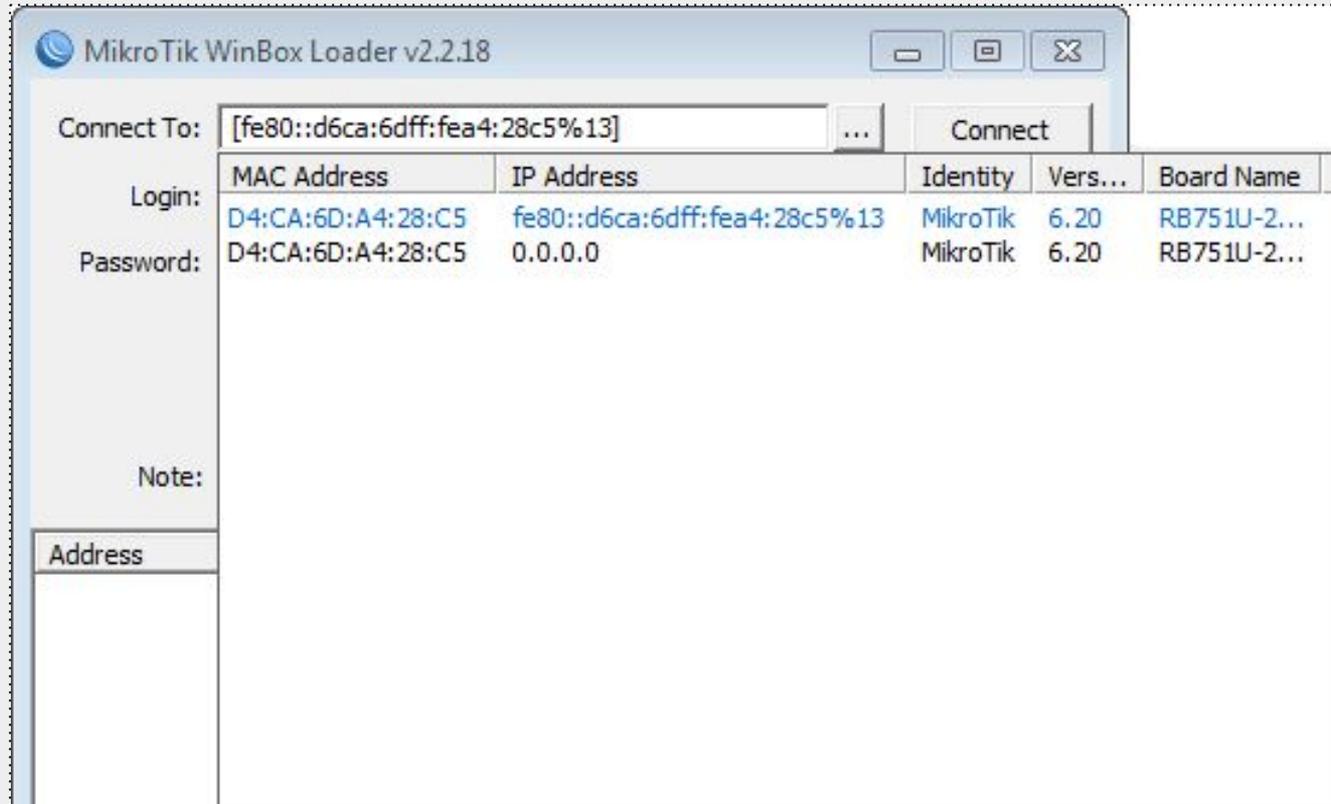


# Direcciones Link-local

- 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: Note:

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...

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).

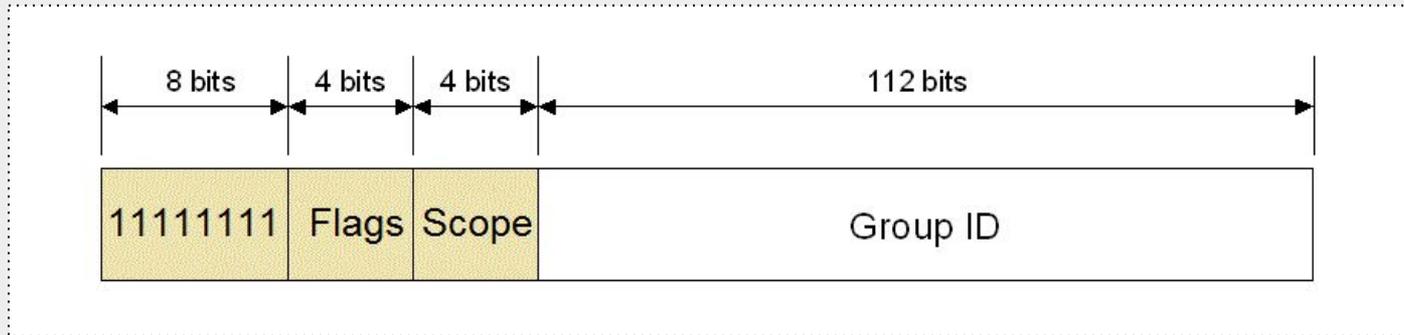
```
[admin@rc.psdtec.com] > ping fe80::a00c:4844:df81:3f6
HOST                               SIZE TTL TIME  STATUS

[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)

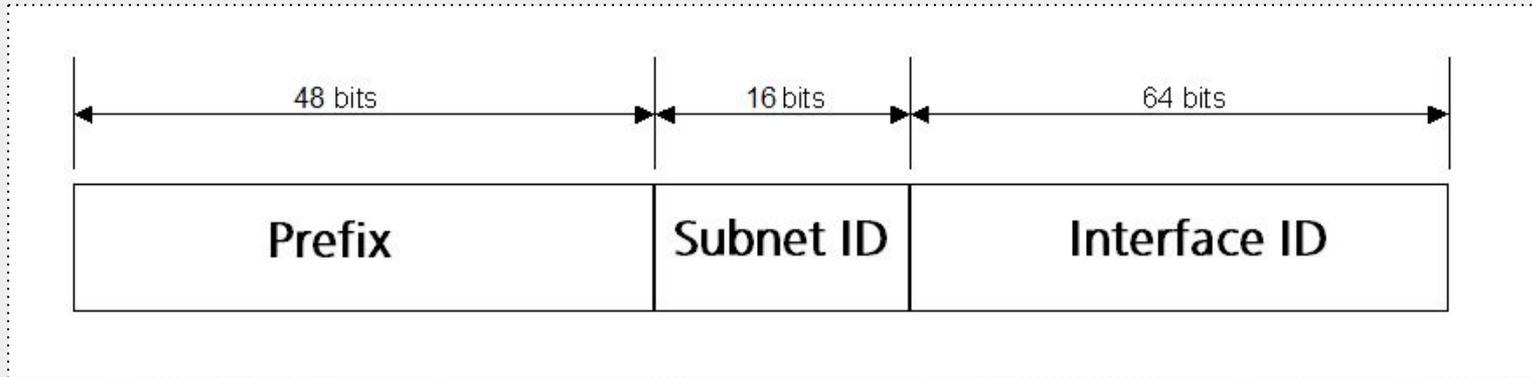
# Multicast

```
Terminal
/commands 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.

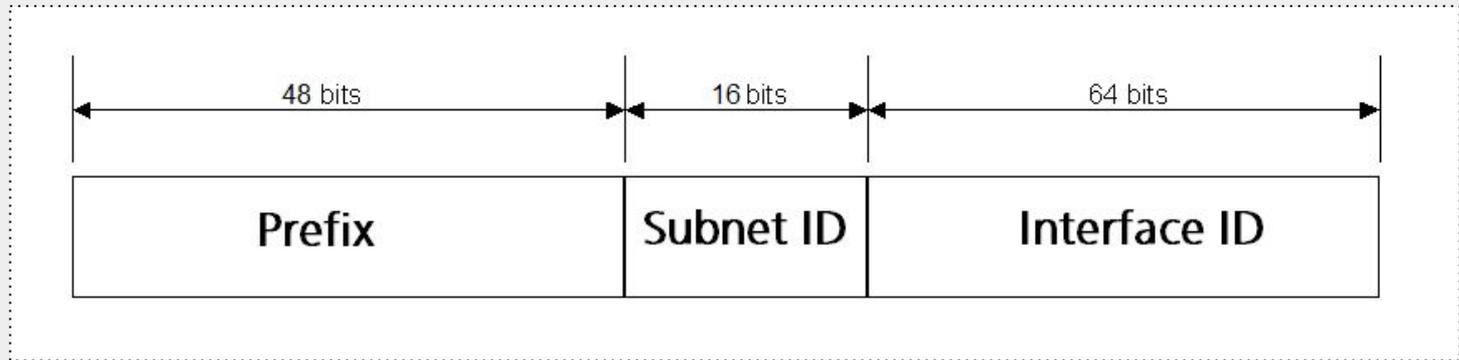
# Subnetting

- 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

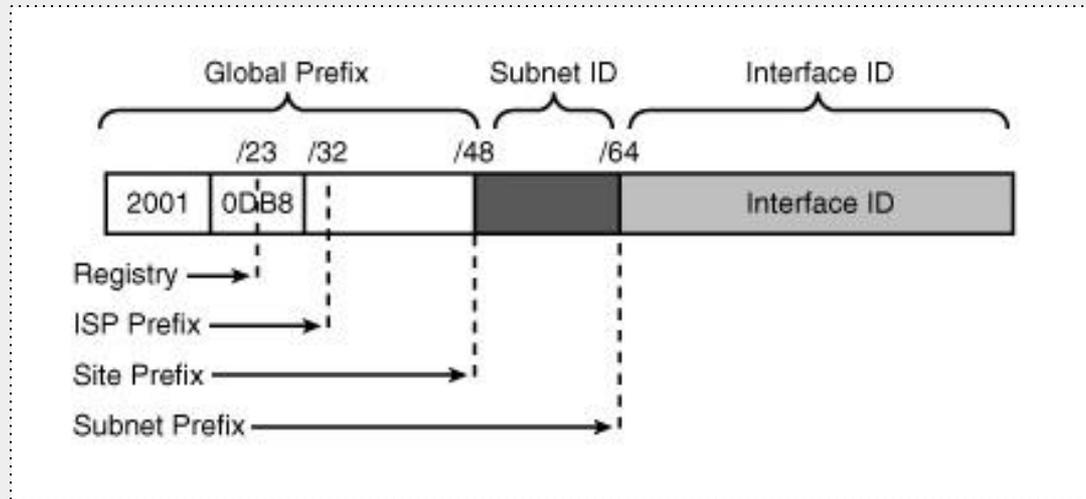
**NOTA:** aunque matemáticamente es posible hacer subnetting dentro del interface ID, no es recomendable porque la mayoría de los rangos están pensados para respetar el formato EUI-64.



# 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::** ~ **2001:13FF: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::** ~ **280F: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)

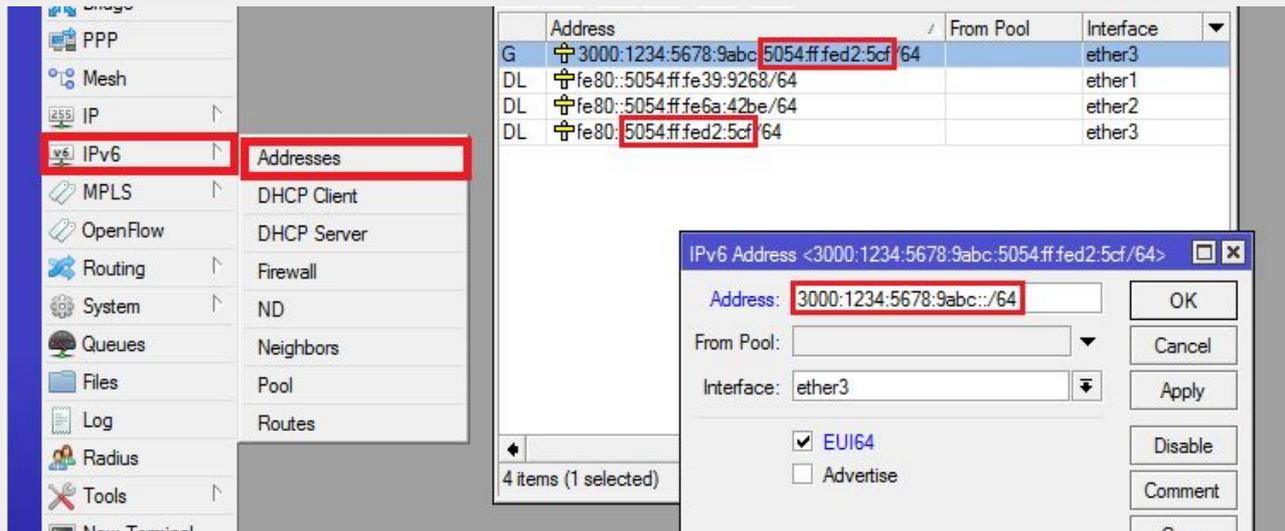
# Configuración de direcciones IPv6

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.



The screenshot displays the Mikrotik WinBox interface for IPv6 configuration. On the left, the 'Addresses' menu is selected under the 'IPv6' category. The main window shows a table of IPv6 addresses:

	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

Below the table, a dialog box titled 'IPv6 Address <3000:1234:5678:9abc:5054:ff:fed2:5cf/64>' is open, showing the configuration for the selected address:

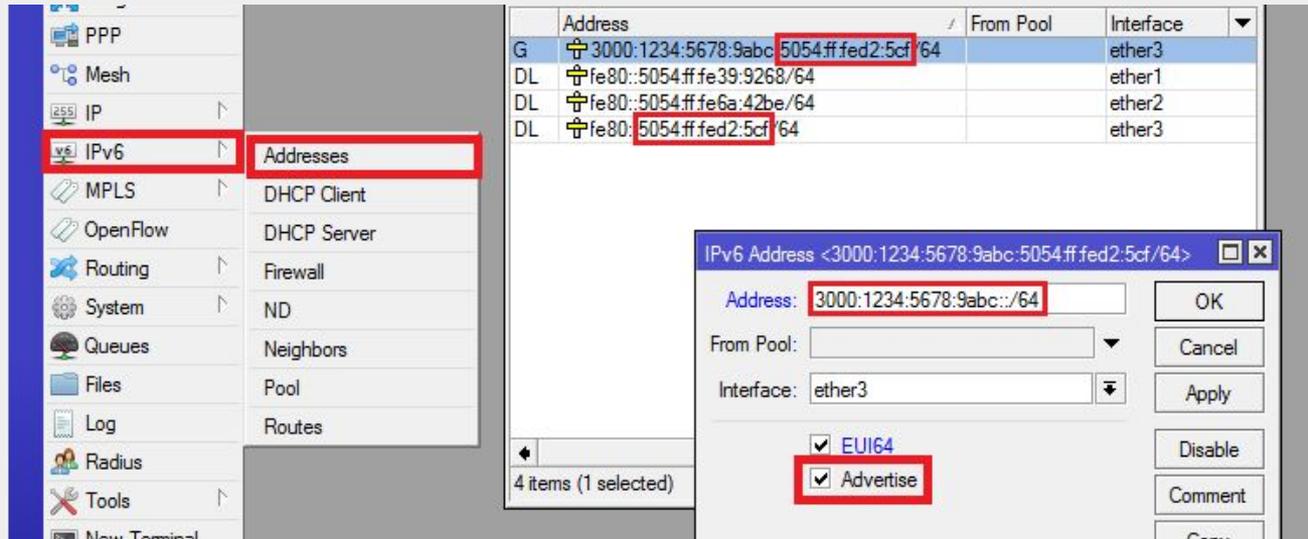
- Address: 3000:1234:5678:9abc::/64
- From Pool: (empty)
- Interface: ether3
- EUI64
- Advertise

# 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

4 items (1 selected)

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

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

From Pool: [Dropdown]

Interface: ether3

EUI64

Advertise

Buttons: 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

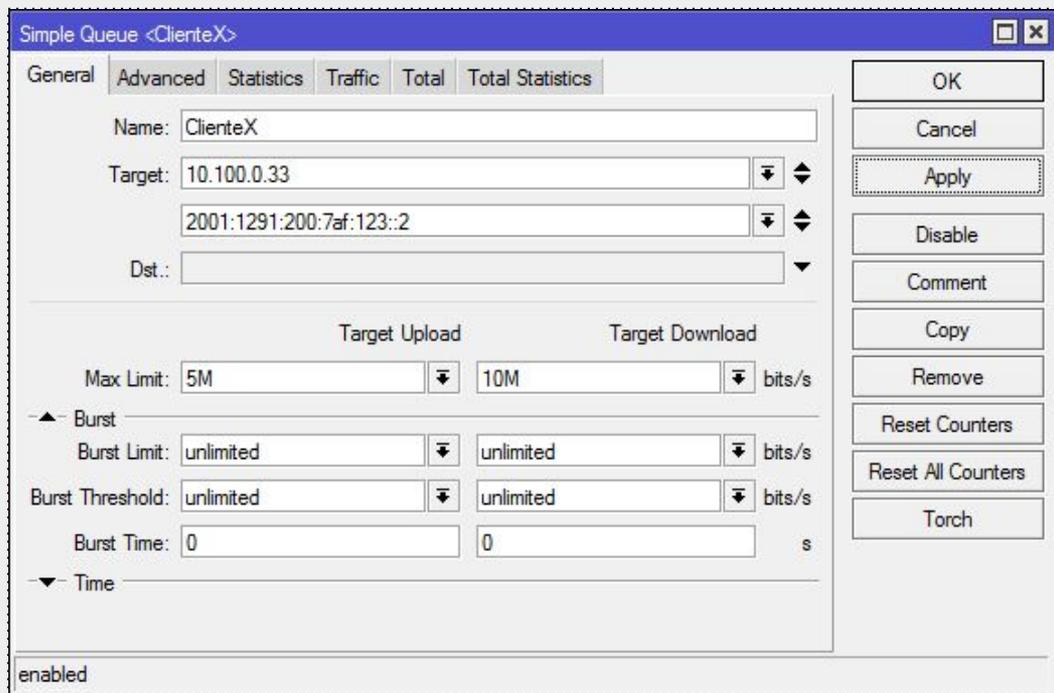
## 1) Clientes conectados punto a punto

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

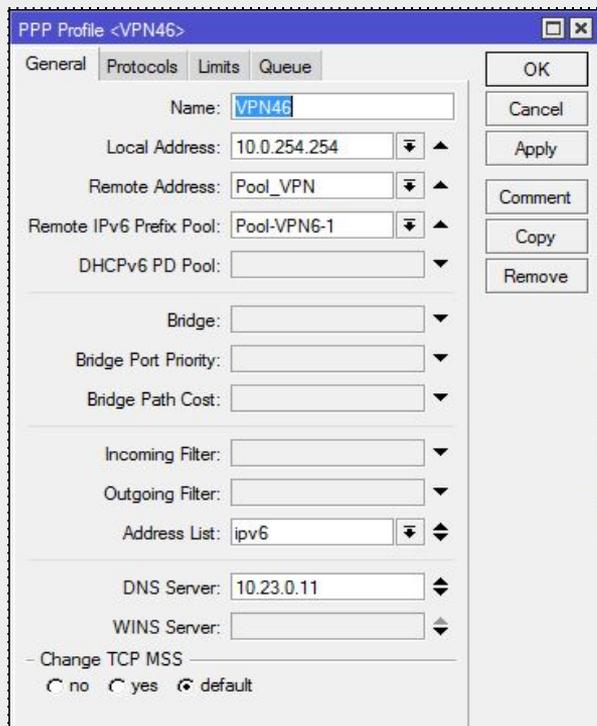
Reset Counters

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

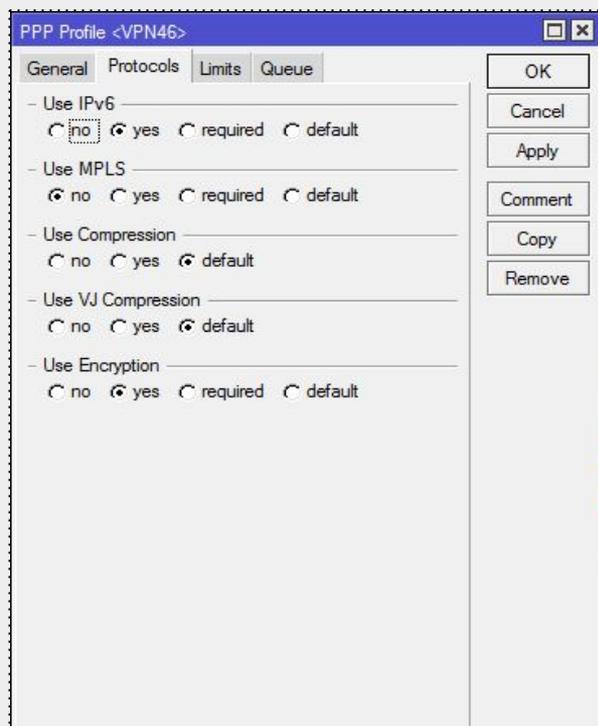
DNS Server: 10.23.0.11

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



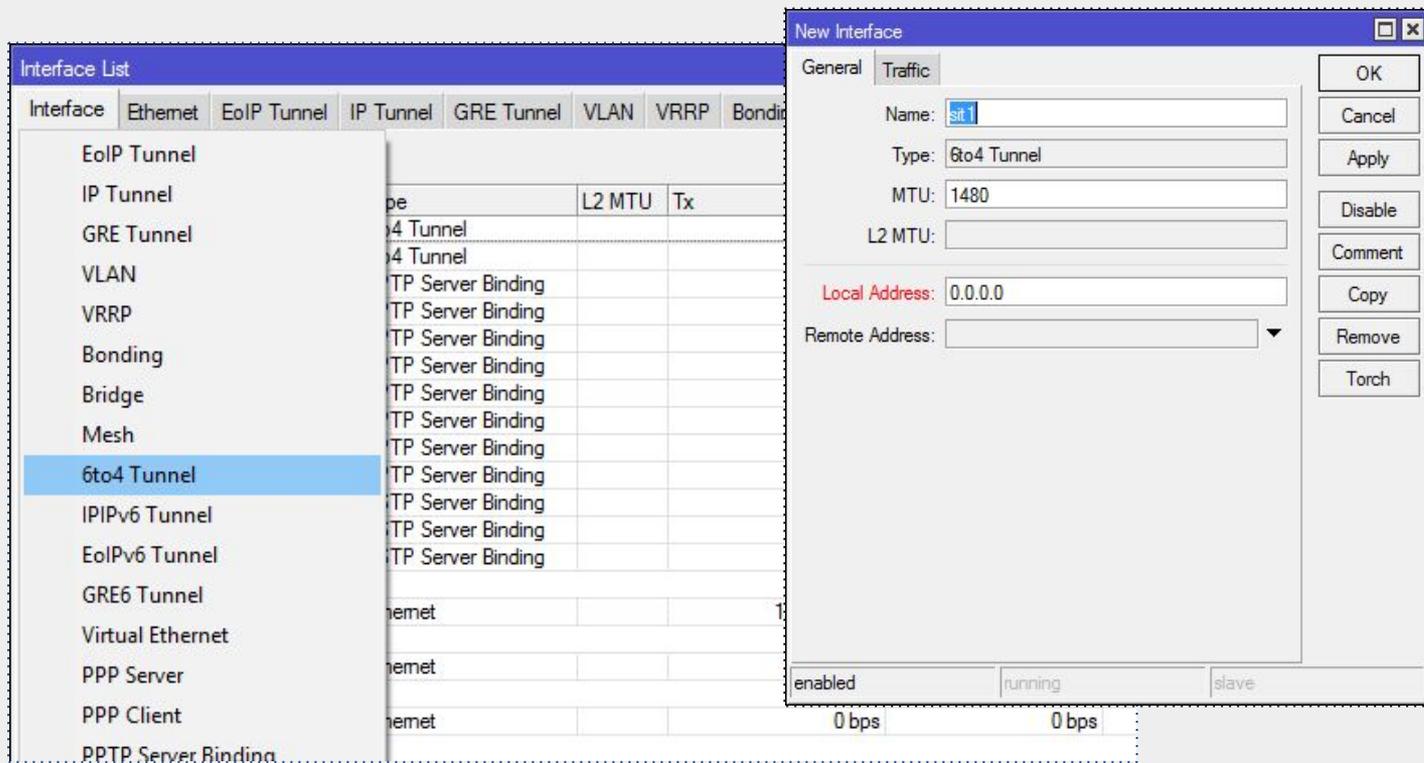
<https://www.sixxs.net>



HURRICANE ELECTRIC  
INTERNET SERVICES

<http://he.net/>

# Proveedores de túneles



The image shows a network configuration interface. On the left, the 'Interface List' window displays a table of available interfaces. The '6to4 Tunnel' option is highlighted in blue. On the right, the 'New Interface' dialog box is open, showing configuration options for a 6to4 Tunnel.

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

**New Interface** dialog box configuration:

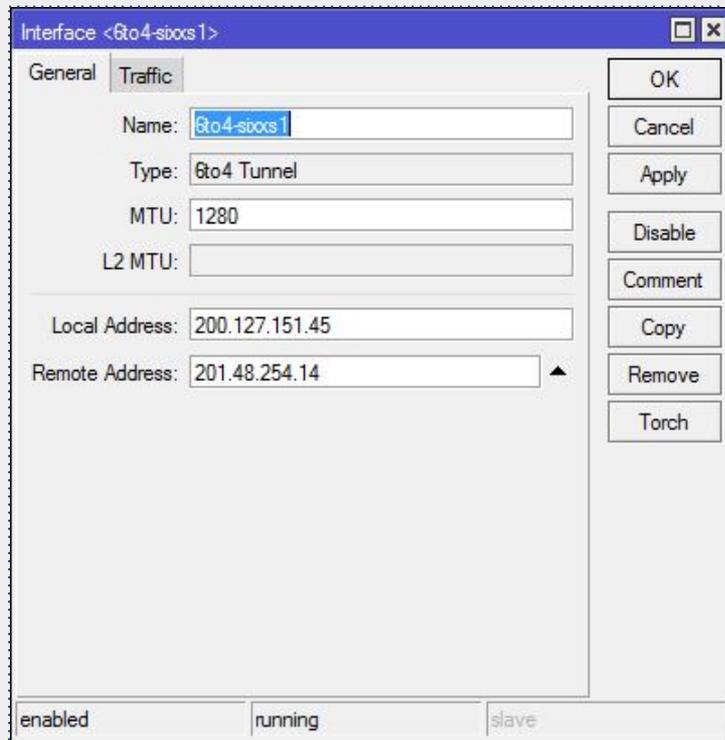
- General tab selected
- Name: sit 1
- Type: 6to4 Tunnel
- MTU: 1480
- L2 MTU: (empty)
- Local Address: 0.0.0.0
- Remote Address: (dropdown menu)
- Buttons: OK, Cancel, Apply, Disable, Comment, Copy, Remove, Torch
- Enabled:  enabled
- Running:  running
- Slave:  slave

# 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** 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

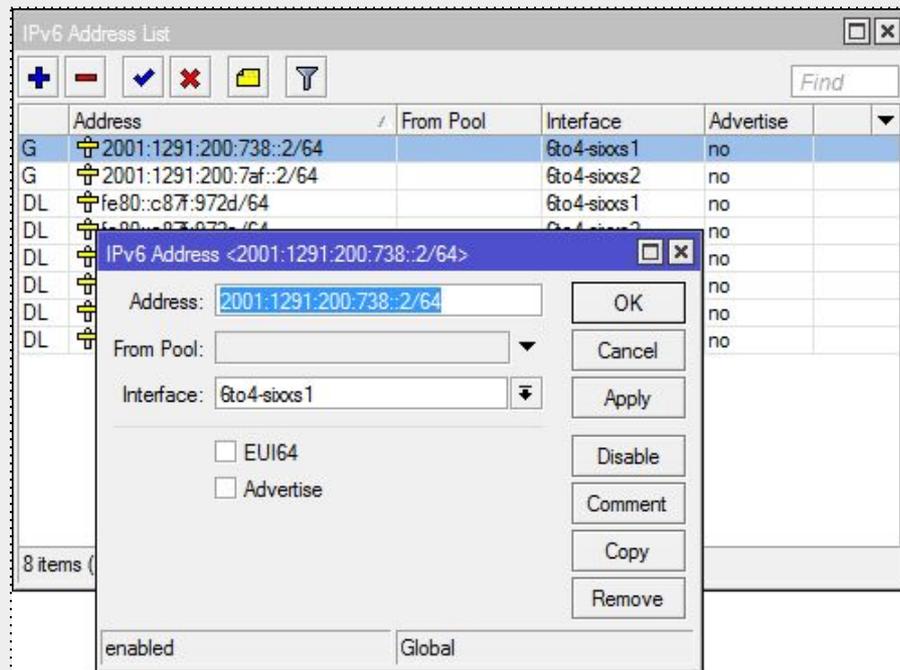
enabled running slave

# 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** 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



The screenshot shows the 'IPv6 Address List' window with a table of addresses and an open dialog for adding a new address.

	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::87:972d/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

The dialog 'IPv6 Address <2001:1291:200:738::2/64>' has the following fields:

- Address: 2001:1291:200:738::2/64
- From Pool: (empty)
- Interface: 6to4-sixxs1
- EUI64
- Advertise

Buttons: OK, Cancel, Apply, Disable, Comment, Copy, Remove.

8 items ( enabled Global

# Utilizando IPv6

Ping (Running)

General | Advanced

Ping To: 2a03:2880:ffff:c:face:b00c:0:35

Interface:

ARP Ping

Packet Count:

Timeout: 1000 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 re... | 0% packet loss | Min: 166 ms | Avg: 167 ms | Max: 170 ms

DNS Cache

Flush Cache

Find

Name	Type	Data	TTL
a.root-servers.net	AAAA	2001:503:ba3e::2:30	3d 06:34:31
a0.mobi.afiliast-nst.info	AAAA	2001:500:21::1	03:29:58
a0.org.afiliast-nst.info	AAAA	2001:500:e::1	14:13:40
a1.in.afiliast-nst.in	AAAA	2001:4528:fff:13::142	1d 07:25:00
a2.mobi.afiliast-nst.info	AAAA	2001:500:45::1	1d 07:25:00
a2.org.afiliast-nst.info	AAAA	2001:500:46::1	03:29:58
a2.org.afiliast-nst.info	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-nst.org	AAAA	2001:500:50::1	1d 07:25:00
b0.mobi.afiliast-nst.org	AAAA	2001:500:22::1	03:29:58

2943 items out of 2944

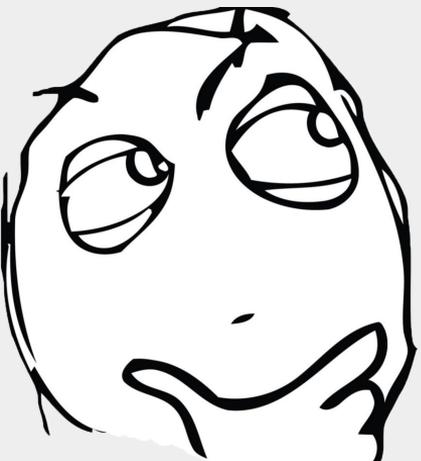
# Para seguir leyendo...

**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!



 routerboard

*Mikro***Tik**