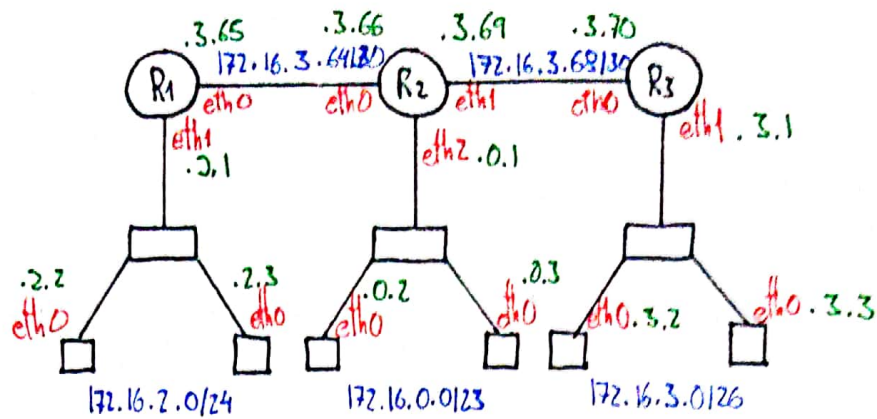


## Enrutamiento estático



### Router 1

Red	Máscara	Interfaz	Gateway
172.16.2.0	124	eth1	-
172.16.3.64	130	eth0	-
172.16.0.0	123	eth0	172.16.3.66
172.16.3.0	126	eth0	172.16.3.66
172.16.3.68	130	eth0	172.16.3.66

Redes directamente conectadas, por eso el gateway -  
 Redes indirectamente conectadas, entonces gateway es la dirección del siguiente paso, el router por donde vamos a pasar en el siguiente paso. Primera interfaz que nos conectamos.

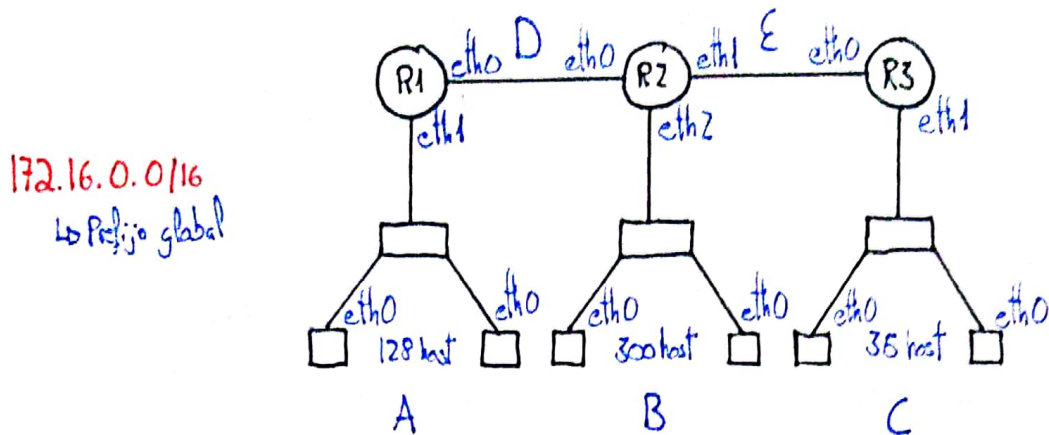
### Router 2

Red	Máscara	Interfaz	Gateway
172.16.3.64	130	eth0	-
172.16.3.68	130	eth1	-
172.16.0.0	123	eth2	-
172.16.2.0	124	eth0	172.16.3.65
172.16.3.0	126	eth1	172.16.3.70

### Router 3

Red	Máscara	Interfaz	Gateway
172.16.3.68	130	eth0	-
172.16.3.0	126	eth1	-
172.16.0.0	123	eth0	172.16.3.69
172.16.2.0	124	eth0	172.16.3.69
172.16.3.64	130	eth0	172.16.3.69

## Esquemas de direccionamiento VLSM

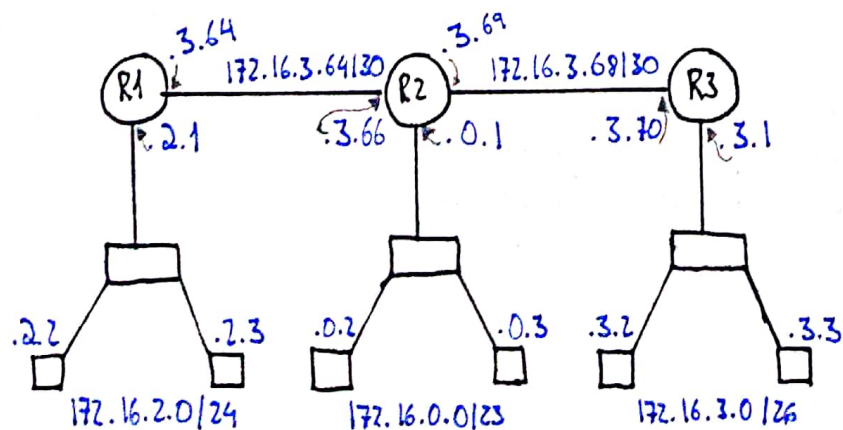


1. Ordenar las subredes de mayor a menor a número de hosts.
2. Calcular tamaño del bloque de direcciones: tener en cuenta las dos direcciones especiales (red. y broadcast) y redondear a la potencia de dos más grande.
3. Calcular las máscaras de red: restando 32 al número de bits necesario para expresar el tam. del bloque.
4. Calcular las direcciones de red: se calculan utilizando la dirección base del bloque asignado a la red. Primera dirección de red se hace coincidir con esta dirección base. Para las siguientes, debemos movernos tantas direcciones en el espacio de direcciones como indica el tamaño de bloque anotado.
5. Calcular las direcciones broadcast: debemos sumar a la dirección de red el tamaño del bloque y restarle "1".

Red	Host	Tam. Bloque	Dir. Red	Máscara	Dir. Broadcast
B	300(+2)	512 = $2^9$	172.16.0.0	$32-9=23$	172.16.1.255
A	128(+2)	256 = $2^8$	172.16.2.0	$32-8=24$	172.16.2.255
C	35(+2)	64 = $2^6$	172.16.3.0	$32-6=26$	172.16.3.63
D	2(+2)	4 = $2^2$	172.16.3.64	$32-2=30$	172.16.3.67
E	2(+2)	4 = $2^2$	172.16.3.68	$32-2=30$	172.16.3.71

255.255.254.0  
255.255.255.0  
255.255.255.192  
255.255.255.252  
255.255.255.252

6. Plasmar las redes sobre el esquema.



## Cálculos con direcciones

1- Dada la dirección: 192.145.102.100/23

• ¿Cuál es la dirección de la red a la que pertenece?

Host = 32 - N = 9

$$\begin{array}{cccc} 192 & 145 & 102 & 100 \\ 11000000 & 10010001 & 01100110 & 01100100 = 192.145.101.100123 \end{array}$$

↓ Ponemos a "0" la parte de host

$$\begin{array}{cccc} 11000000 & 10010001 & 01100110 & 00000000 = 192.145.102.0123 \end{array}$$

$1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 = 192$     $1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 = 145$     $1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 = 102$     $0$

AND bit a bit

$$\begin{array}{cccc} 11000000 & 10010001 & 01100110 & 01100100 & \text{Dirección} \\ 11111111 & 11111111 & 11111111 & 00000000 & \text{Máscara} \\ \hline 11000000 & 10010001 & 01100110 & 00000000 & = 192.145.102.0 \end{array}$$

192   145   102   0

|23  $\Rightarrow$  decimal =  $23 - 8 = 15 - 8 = 7 - 7 = 0$   
255 . 255 . 254 . 0

• ¿Cuál es la dirección de broadcast de la red a la que pertenece?

$$\begin{array}{cccc} 11000000 & 10010001 & 01100110 & 01100100 \\ \downarrow \text{Ponemos a "1" la parte de host} \\ 11000000 & 10010001 & 01100111 & 11111111 = 192.145.103.255 \end{array}$$

OR bit a bit

$$\begin{array}{cccc} 11000000 & 10010001 & 01100110 & 01100100 & \text{Dirección} \\ 00000000 & 00000000 & 00000000 & 11111111 & \text{Máscara Invertida bit a bit} \\ \hline 11000000 & 10010001 & 01100111 & 11111111 & = 192.145.103.255 \end{array}$$

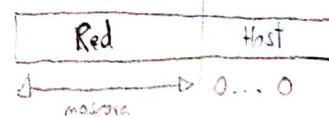
0+1 = 1  
1+0 = 1  
0+0 = 0  
1+1 = 1

2- ¿Cuál podría ser la máscara de la red 4.48.128.0?

4   48   128   0

$$00000100 . 00110000 . 10000000 . 00000000$$

← /17 → Host



### 3- Tenemos una máscara de red /27

- ¿Cuántas direcciones tiene la red? ¿Cuántos hosts se pueden abajar en la misma?

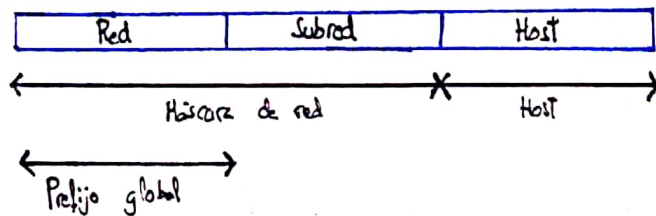
Direcciones { La parte de host tiene  $32-27=5$  bits  
Entonces la red tiene asignado un bloque de  $2^5=32$  direcciones.

Hosts { Si le quitamos las dos direcciones especiales podemos quitarle  $32-2=30$  hosts

- Tenemos una red un prefijo global /25 y se hacen subredes con máscara /27.  
¿Cuántas subredes se pueden hacer?

Subredes {  $27-25=2$  bits, entonces  $2^2=4$  subredes

- ¿Cuántos hosts hay en cada subred?
- Hosts en subred {  $32-27=5$  bits, entonces  $2^5-2=30$  host en cada subred.

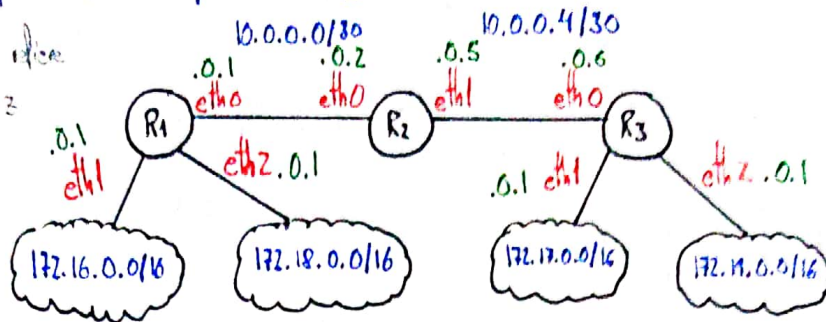




## Sumarización o agregación de rutas.

La sumarización se hará cuando las entidades que pretendamos fusionar tienen la misma acción. Es la fusión de múltiples entidades de la tabla de enrutamiento en una sola.

La misma acción se refiere a la misma interfaz y gateway



### Router 1

Red	Máscara	Interfaz	Gateway
10.0.0.0	130	eth0	-
172.16.0.0	116	eth1	-
172.18.0.0	116	eth2	-
10.0.0.4	130	eth0	10.0.0.2
172.17.0.0	116	eth0	10.0.0.2
172.19.0.0	116	eth0	10.0.0.2

=>

Red	Máscara	Interfaz	Gateway
10.0.0.0	130	eth0	-
172.16.0.0	116	eth1	-
172.18.0.0	116	eth2	-
10.0.0.4	130	eth0	10.0.0.2
172.16.0.0	114	eth0	10.0.0.2

Prefijo común más largo

10101100.00010001.00000000.00000000  
10101100.00010011.00000000.00000000

10101100.00010000.00000000.00000000 = 172.16.0.0/14

Prefijo común + largo  
" máscara

rebanamos de 0

### Router 3

Red	Máscara	Interfaz	Gateway
10.0.0.4	130	eth0	-
172.17.0.0	116	eth1	-
172.19.0.0	116	eth2	-
10.0.0.0	130	eth0	10.0.0.5
172.16.0.0	116	eth0	10.0.0.5
172.18.0.0	116	eth0	10.0.0.5

Prefijo común más largo

10101100.00010000.00000000.00000000  
10101100.00010010.00000000.00000000

10101100.00010000.00000000.00000000 = 172.16.0.0/14

No se puede fusionar entidades en la tabla de enrutamiento cuyo destino sea diferente y de la misma manera, tampoco se puede fusionar entidades correspondientes a redes directamente conectadas, solo se puede hacer agregación de rutas con prefijos de red correspondientes a redes no directamente conectadas a ese router.

Red / máscara    Interfaz    Gateway  
Sumarización = 172.16.0.0/14    eth0    10.0.0.5

## Router 2

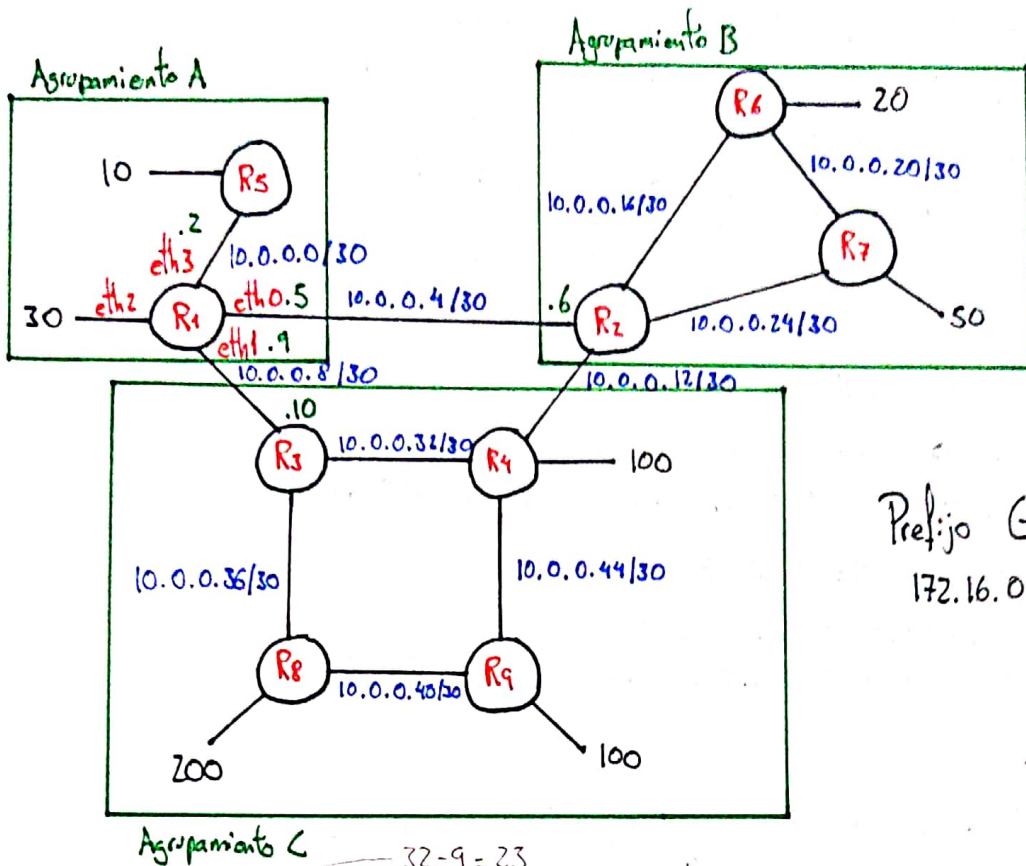
Red	Máscara	Interfaz	Gateway
10.0.0.0	/30	eth0	-
10.0.0.4	/30	eth1	-
172.16.0.0	/16	eth0	10.0.0.1 { 172.16.0.0/14
172.18.0.0	/16	eth0	10.0.0.1 {
172.17.0.0	/16	eth1	10.0.0.6 { 172.16.0.0/14
172.19.0.0	/16	eth1	10.0.0.6 {

Tenemos dos entradas, después de hacer summarización, que apunta a dos gateway distintos y eso no puede pasar, es un fallo en la tabla de enrutamiento. En este caso no se puede aplicar la summarización en ambos grupos de redes.

Para solucionar esto, lo que podemos hacer es cambiar las direcciones

<ul style="list-style-type: none"> <li>[ 172.16.0.0/16</li> <li>[ 172.17.0.0/16 → 172.18.0.0/16</li> <li>[ 172.18.0.0/16 → 172.17.0.0/16</li> <li>[ 172.19.0.0/16</li> </ul>	⇒	<ul style="list-style-type: none"> <li>[ 172.16.0.0/16 { 172.16.0.0/15</li> <li>[ 172.17.0.0/16 {</li> <li>[ 172.18.0.0/16 { 172.18.0.0/15</li> <li>[ 172.19.0.0/16 {</li> </ul>
--	---	--

## Esquemas de direccionamiento que favorecen la agregación de rutas.



Prefijo Global  
172.16.0.0/16

2° Agrupamiento	Prefijo	1° Agrupamiento	Hosts	Tam. Bloque	Total	Tam. Super Bloque
C	172.16.0.0/23	A	30 (+2) 10 (+2)	32 16	48	64 = 2 <sup>6</sup>
B	172.16.2.0/25	B	20 (+2) 50 (+2)	32 64	96	128 = 2 <sup>7</sup>
A	172.16.2.128/26	C	200 (+2) 100 (+2) 100 (+2)	256 128 128	512	512 = 2 <sup>9</sup>

Tabla de enrutamiento Router 1

Red	Máscara	Interfaz	Gateway
10.0.0.4	/30	eth0	-
10.0.0.8	/30	eth1	-
10.0.0.0	/30	eth3	-
172.16.2.128	/27	eth2	-
172.16.2.160	/28	eth3	10.0.0.2 Host 10
172.16.2.0	/25	eth0	10.0.0.6 Agrupamiento B
172.16.0.0	/23	eth1	10.0.0.10 Agrupamiento C



Agrupamiento C 172.16.0.0/23

Red / Router	Host	Bloque	Dir. Red	Máscara	Dir. Broadcast
R8	200(+2)	$256=2^8$	172.16.0.0	/24	172.16.0.255/24
R9	100(+2)	$128=2^7$	172.16.1.0	/25	172.16.1.127/25
R4	100(+2)	$128=2^7$	172.16.1.128	/25	172.16.1.255/25

Dir. Broadcast

R8 = 172.16.0.0/24;  $32-N = 32-24 = 8$

10101100.00010000.00000000|00000000

10101100.00010000.00000000.11111111 = 172.16.0.255/24

R9 = 172.16.1.0/25;  $32-N = 32-25 = 7$

10101100.00010000.00000001.00000000

10101100.00010000.00000001.01111111 = 172.16.1.127/25

Agrupamiento B 172.16.2.0/25

Red / Router	Host	Bloque	Dir. Red	Máscara	Dir. Broadcast
R7	50(+2)	$64=2^6$	172.16.2.0	/26	172.16.2.63/26
R8	20(+2)	$32=2^5$	172.16.2.64	/27	172.16.2.95/26

R7 = 172.16.2.0/26;  $32-26 = 6$

10101100.00010000.00000010.00000000 =

10101100.00010000.00000010.00111111 = 172.16.2.63/26

R8 = 172.16.2.64/27;  $32-27 = 5$

10101100.00010000.00000010.01000000

10101100.00010000.00000010.01011111 = 172.16.2.95/26

Agrupamiento A 172.16.2.128/26

Red / Router	Host	Bloque	Dir. Red	Máscara	Dir. Broadcast
R1	30(+2)	$32=2^5$	172.16.2.128	/27	172.16.2.159
R5	10(+2)	$16=2^4$	172.16.2.160	/28	172.16.2.171



## Direccionamiento IPv6

Cambio más significativo de IPv6 respecto a IPv4 es la aplicación del espacio de direcciones de 32 bits a 128 bits. Se pasa a utilizar conjuntos de cuatro dígitos hexadecimales separados por :. Cada dirección al estar formada por 128 bits queda representado por 8 conjuntos de este tipo.

2001:0DB8:0000:0000:0002:0000:5555:4777

48 bits      subred      host

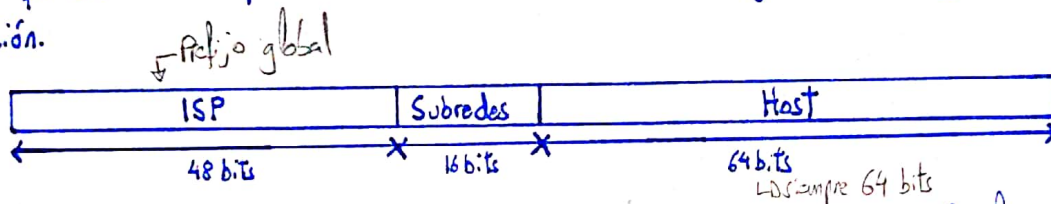
Como las direcciones IPv6 son largas, los grupos de ceros iniciales se pueden omitir y los grupos formados por cuatro ceros se pueden sustituir por 0.

2001:DB8:0:0:2:5555:4777

Para compactar aún más la notación, las cadenas de ceros se reemplazan con ::.

2001:DB8::2:0:5555:4777

Sin embargo, esto sólo se puede hacer una única vez, pues para recuperar la dirección habría que rellenar el espacio entre los : con ceros hasta llegar a la longitud total de la dirección.



Los primeros 48 bits están reservados para el enrutamiento en Internet y los fija el ISP, los siguientes 16 bits son subredes y los 64 restantes son para asignar direcciones a los dispositivos.

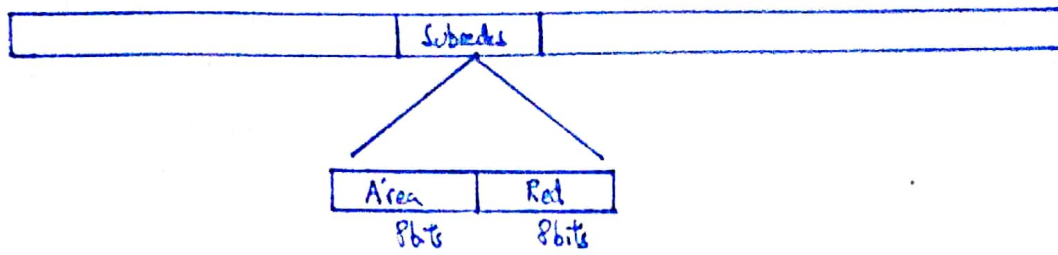
Prefijo global: 2001:60:60::/48

Los 48 bits son los tres primeros conjuntos de dígitos hexadecimales separados por : y el siguiente grupo corresponde con la subred.

2001:60:60:F::/64

48 bits      subred

Las redes físicas siempre son /64, no pueden ser menos, si hay un prefijo con menos de /64 quiere decir que es una summarización de rutas o prefijo de agrupamiento.

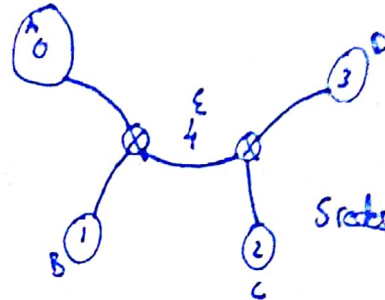


Ejemplo: sin agrupamientos

Prefijo global =  $2001:A:A::/48 + 16 = /64$

- A  $2001:A:A:0000::/64$
- B  $2001:A:A:0001::/64$
- C  $2001:A:A:0002::/64$
- D  $2001:A:A:0003::/64$
- E  $2001:A:A:0004::/64$

Indicar siempre los bits



Tenemos 48 bits para el prefijo global y 16 bits para la subred

FFFF

Ejemplo: desarrollar esquema IPv6 asumiendo el prefijo global  $2001:A:A:/48$  que favorezca la sinarización de rutas con 3 agrupamientos dentro de los cuales han de poder dejarse hasta 64 redes. Indique los prefijos de los tres agrupamientos.

6 bits  
Subredes

Agrupamientos 8 Redes 8

Agrupamientos

48+8

2001:A:A: 01 | 00 :: /  
01  
02  
03

$2001:A:A:0100::/56$   
 $2001:A:A:0200::/56$   
 $2001:A:A:0300::/56$

Redes

$2001:A:A:0100::/56$  {  $2001:A:A:0100::/64$   
 $2001:A:A:0101::/64$   
 $2001:A:A:0102::/64$  }  $2001:A:A:0200::/56$  {  $2001:A:A:0200::/64$   
 $2001:A:A:0201::/64$   
 $2001:A:A:0202::/64$

$2001:A:A:0300::/56$  {  $2001:A:A:0300::/64$   
 $2001:A:A:0301::/64$   
 $2001:A:A:0302::/64$