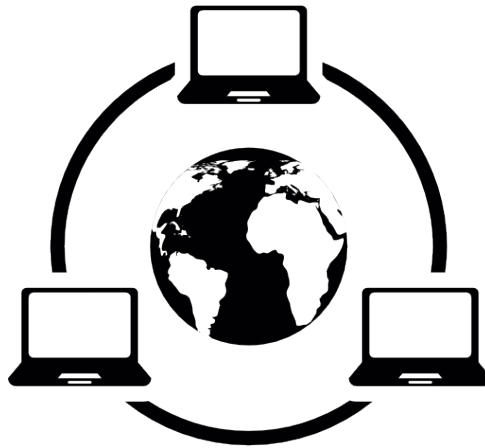




Universidad
Zaragoza

Diseño y Administración de Redes

Práctica 2 - Diseño y gestión de escenarios IPv6



Alvaro Orellana Serrano
Germán Toyos Doello



Cuestión 1

Una vez establecido el túnel, conectarse desde el router de salida de la red LAN correspondiente (A o B) a cualquier sitio con conectividad IPv62. Por ejemplo, accede a la siguiente página y apunta la dirección IPv6 (que usaremos más adelante) de la misma: [Consultinel](#). Capturar en la interfaz eth0 del router (no en la interfaz túnel creada) y verificar que, efectivamente, el tráfico desde el router hacia el exterior es IPv6 sobre IPv4. Muéstralo indicando las direcciones IPv6 e IPv4 que aparecen en los paquetes.

Cuando nos ponemos a capturar en la interfaz eth0 del router podemos obtener esta captura:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	0c:3c:3b:51:64:01	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.7.2? Tell 192.168.7.1
2	0.001599	0c:3c:3b:97:1c:00	0c:3c:3b:51:64:01	ARP	60	192.168.7.2 is at 0c:3c:3b:97:1c:00
3	0.002491	2001:470:1f20:54::1	2001:470:1f20:54::2	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0xde05, seq=1, hop limit=64 (reply in 4)
4	0.004300	2001:470:1f20:54::2	2001:470:1f20:54::1	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0xde05, seq=1, hop limit=64 (request in 3)
5	1.010012	2001:470:1f20:54::1	2001:470:1f20:54::2	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0xde05, seq=2, hop limit=64 (reply in 6)
6	1.010763	2001:470:1f20:54::2	2001:470:1f20:54::1	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0xde05, seq=2, hop limit=64 (request in 5)
7	2.022013	2001:470:1f20:54::1	2001:470:1f20:54::2	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0xde05, seq=3, hop limit=64 (reply in 8)
8	2.022785	2001:470:1f20:54::2	2001:470:1f20:54::1	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0xde05, seq=3, hop limit=64 (request in 7)
9	3.030878	2001:470:1f20:54::1	2001:470:1f20:54::2	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0xde05, seq=4, hop limit=64 (reply in 10)
10	3.031789	2001:470:1f20:54::2	2001:470:1f20:54::1	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0xde05, seq=4, hop limit=64 (request in 9)
11	4.039629	2001:470:1f20:54::1	2001:470:1f20:54::2	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0xde05, seq=5, hop limit=64 (reply in 12)
12	4.040367	2001:470:1f20:54::2	2001:470:1f20:54::1	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0xde05, seq=5, hop limit=64 (request in 11)
13	5.029642	0c:3c:3b:97:1c:00	0c:3c:3b:51:64:01	ARP	60	Who has 192.168.7.1? Tell 192.168.7.2
14	5.030419	0c:3c:3b:51:64:01	0c:3c:3b:97:1c:00	ARP	60	192.168.7.1 is at 0c:3c:3b:51:64:01
15	5.048208	2001:470:1f20:54::1	2001:470:1f20:54::2	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0xde05, seq=6, hop limit=64 (reply in 16)
16	5.049011	2001:470:1f20:54::2	2001:470:1f20:54::1	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0xde05, seq=6, hop limit=64 (request in 15)

```

+ Frame 3: 138 bytes on wire (1104 bits), 138 bytes captured (1104 bits) on interface -, id 0
+ Ethernet II, Src: 0c:3c:3b:51:64:01 (0c:3c:3b:51:64:01), Dst: 0c:3c:3b:97:1c:00 (0c:3c:3b:97:1c:00)
+ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.7.1, Dst: 192.168.7.2
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
+ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 124
  Identification: 0x0000 (0)
+ Flags: 0x4000, Don't fragment
  Fragment offset: 0
  Time to live: 255
  Protocol: IPv6 (41)
  Header checksum: 0xec04 [validation disabled]
  [Header checksum status: Unverified]
  Source: 192.168.7.1
  Destination: 192.168.7.2
+ Internet Protocol Version 6, Src: 2001:470:1f20:54::1, Dst: 2001:470:1f20:54::2
  0110 .... = Version: 6
  + .... 0000 0000 .... = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  .... 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x000000
  Payload Length: 64
  Next Header: ICMPv6 (58)
  Hop Limit: 64
  Source: 2001:470:1f20:54::1
  Destination: 2001:470:1f20:54::2
+ Internet Control Message Protocol v6
  
```

- Podemos observar como la dirección origen IPv6 es: 2001:470:1f20:54::1
- Podemos observar como la dirección destino IPv6 es: 2001:470:1f20:54::2
- Podemos observar como la dirección origen IPv4 es: 192.168.7.1
- Podemos observar como la dirección destino IPv4 es: 192.168.7.2

Esto demuestra que existe un túnel Ipv6 sobre una red Ipv4.



Cuestión 2

Observa el valor MTU configurado en la interfaz tipo túnel (ip -6 link show dev nombre_tunel / ifconfig nombre_tunel). Justifica dicho valor teniendo en cuenta la información capturada previamente.

```
[root@localhost ~]# ip -6 link show dev he-ipv6
5: he-ipv6: <POINTOPOINT,NOARP,UP,LOWER_UP> mtu 1480 qdisc
    noqueue state UNKNOWN
    link/sit 192.168.7.1 peer 192.168.7.2
[root@localhost ~]# ip -6 link show dev eth1
2: eth1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
    pfifo_fast state UP qlen 1000
    link/ether 0c:3c:3b:51:64:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

Podemos comprobar que la interfaz ipv6 tiene un MTU de 1480, y la interfaz ipv4 tienen un MTU 1500 esto es debido a que cuando encapsulamos una interfaz ipv6 en una ipv4 hay que añadir la cabecera de 20 de ipv4.

Cuestión 3

Una vez configurado el escenario completo, se comprobará la conectividad del mismo verificando la comunicación entre los equipos de las redes LAN A y LAN B mediante comandos como ping6, o traceroute6 (consultar las páginas de ayuda necesarias – Anexo II, apartado 8).

LAN A

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	fe80::e3c:3bff:fe51::	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
2	6.638732	fe80::e3c:3bff:fe51::	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
3	10.910776	fe80::e3c:3bff:fe51::	ff02::1:ffe9:a300	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fee9:a300 from 0c:3c:3b:51:64:00
4	10.911920	2001:470:1f20:5a:e3::	fe80::e3c:3bff:fe51::	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fee9:a300 (sol, ovr) is at 0c:3c:3b:e9:a3:00
5	10.912515	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=1, hop limit=62 (reply in 6)
6	10.913304	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=1, hop limit=64 (request in 5)
7	11.932959	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=2, hop limit=62 (reply in 8)
8	11.935718	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=2, hop limit=64 (request in 7)
9	12.925945	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=3, hop limit=62 (reply in 10)
10	12.927129	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=3, hop limit=64 (request in 9)
11	13.940489	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=4, hop limit=62 (reply in 12)
12	13.944546	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=4, hop limit=64 (request in 11)
13	14.946789	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=5, hop limit=62 (reply in 14)
14	14.948929	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=5, hop limit=64 (request in 13)
15	15.941357	fe80::e3c:3bff:fee9::	fe80::e3c:3bff:fe51::	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::e3c:3bff:fe51:6400 from 0c:3c:3b:e9:a3:00
16	15.942327	fe80::e3c:3bff:fe51::	fe80::e3c:3bff:fee9::	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::e3c:3bff:fe51:6400 (sol)
17	15.949250	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=6, hop limit=62 (no response found!)


```

> Frame 5: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits) on interface -, id 0
> Ethernet II, Src: 0c:3c:3b:51:64:00 (0c:3c:3b:51:64:00), Dst: 0c:3c:3b:e9:a3:00 (0c:3c:3b:e9:a3:00)
> Internet Protocol Version 6, Src: 2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401, Dst: 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fee9:a300
  0110 .... = Version: 6
  .... 0000 0000 .... = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  .... 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x000000
  Payload Length: 64
  Next Header: ICMPv6 (58)
  Hop Limit: 62
  Source: 2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401
  Destination: 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fee9:a300
  [Source SA MAC: 0c:3c:3b:1c:54:01 (0c:3c:3b:1c:54:01)]
  [Destination SA MAC: 0c:3c:3b:e9:a3:00 (0c:3c:3b:e9:a3:00)]
> Internet Control Message Protocol v6
  Type: Echo (ping) request (128)
  Code: 0
  Checksum: 0x5aa9 [correct]
  [Checksum Status: Good]

```

Hemos realizado un `ping6 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fee9:a300` (dirección ipv6 de PCA1). En esta captura realizada en la red A, es decir, en la red de destino, podemos observar que actualmente estamos sobre una IPv6 nativa. A diferencia de la red C que tiene tramas IPv6 encapsuladas sobre IPv4, estas redes (tanto A como B) no tienen esa característica. Por tanto, confirmamos que hemos realizado una buena configuración y el esquema de nuestra red queda de la siguiente manera:

- LAN A: Red IPv6 nativa, solo existen direcciones IPv6.
- LAN B: Red IPv6 nativa, solo existen direcciones IPv6.
- LAN C: Túnel IPv6 sobre una red IPv4. Existen tanto direcciones IPv4 como direcciones IPv6.



LAN B

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	fe80::e3c:3bfff:fe97...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:97:1c:01
2	6.460050	fe80::e3c:3bfff:fe97...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:97:1c:01
3	16.276291	fe80::e3c:3bfff:fe97...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:97:1c:01
4	19.365824	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=1, hop limit=64 (reply in 7)
5	19.375823	fe80::e3c:3bfff:fe97...	ff02::1:ff1c:5401	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for 2001:470:1f20:5b:e3c:3bfff:fe1c:5401 from 0c:3c:3b:97:1c:01
6	19.376388	2001:470:1f20:5b:e3...	fe80::e3c:3bfff:fe97...	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement 2001:470:1f20:5b:e3c:3bfff:fe1c:5401 (sol, ovr) is at 0c:3c:3b:1c:54:01
7	19.376828	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=1, hop limit=62 (request in 4)
8	20.374738	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=2, hop limit=64 (reply in 9)
9	20.399983	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=2, hop limit=62 (request in 8)
10	21.382841	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=3, hop limit=64 (reply in 11)
11	21.390315	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=3, hop limit=62 (request in 10)
12	22.394939	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=4, hop limit=64 (reply in 13)
13	22.409871	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=4, hop limit=62 (request in 12)
14	22.435290	fe80::e3c:3bfff:fe97...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:97:1c:01
15	23.401897	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=5, hop limit=64 (reply in 16)
16	23.414711	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=5, hop limit=62 (request in 15)
17	24.407934	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x3106, seq=6, hop limit=64 (no response found!)

> Frame 4: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits) on interface -, id 0
> Ethernet II, Src: 0c:3c:3b:1c:54:01 (0c:3c:3b:1c:54:01), Dst: 0c:3c:3b:97:1c:01 (0c:3c:3b:97:1c:01)
> Internet Protocol Version 6, Src: 2001:470:1f20:5b:e3c:3bfff:fe1c:5401, Dst: 2001:470:1f20:5a:e3c:3bfff:fee9:a300
0110 = Version: 6
> 0000 0000 = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
.... 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x000000
Payload Length: 64
Next Header: ICMPv6 (58)
Hop Limit: 64
Source: 2001:470:1f20:5b:e3c:3bfff:fe1c:5401
Destination: 2001:470:1f20:5a:e3c:3bfff:fee9:a300
[Source SA MAC: 0c:3c:3b:1c:54:01 (0c:3c:3b:1c:54:01)]
[Destination SA MAC: 0c:3c:3b:e9:a3:00 (0c:3c:3b:e9:a3:00)]
> Internet Control Message Protocol v6
Type: Echo (ping) request (128)
Code: 0
Checksum: 0x5aa9 [correct]
[Checksum Status: Good]

LAN C

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	0c:3c:3b:97:1c:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.7.1? Tell 192.168.7.2
2	0.001107	0c:3c:3b:51:64:01	0c:3c:3b:97:1c:00	ARP	60	192.168.7.1 is at 0c:3c:3b:51:64:01
3	0.002014	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0x3106, seq=1, hop limit=63 (reply in 4)
4	0.006841	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=1, hop limit=63 (request in 3)
5	1.009755	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0x3106, seq=2, hop limit=63 (reply in 6)
6	1.030798	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=2, hop limit=63 (request in 5)
7	2.017016	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0x3106, seq=3, hop limit=63 (reply in 8)
8	2.020924	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=3, hop limit=63 (request in 7)
9	3.030570	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0x3106, seq=4, hop limit=63 (reply in 10)
10	3.039537	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=4, hop limit=63 (request in 9)
11	4.036451	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0x3106, seq=5, hop limit=63 (reply in 12)
12	4.042782	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=5, hop limit=63 (request in 11)
13	5.036386	0c:3c:3b:51:64:01	0c:3c:3b:97:1c:00	ARP	60	Who has 192.168.7.2? Tell 192.168.7.1
14	5.037199	0c:3c:3b:97:1c:00	0c:3c:3b:51:64:01	ARP	60	192.168.7.2 is at 0c:3c:3b:97:1c:00
15	5.041023	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0x3106, seq=6, hop limit=63 (no response found!)
16	6.051522	2001:470:1f20:5b:e3...	2001:470:1f20:5a:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) request id=0x3106, seq=7, hop limit=63 (reply in 17)
17	6.073933	2001:470:1f20:5a:e3...	2001:470:1f20:5b:e3...	ICMPv6	138	Echo (ping) reply id=0x3106, seq=7, hop limit=63 (request in 16)

> Frame 3: 138 bytes on wire (1104 bits), 138 bytes captured (1104 bits) on interface -, id 0
> Ethernet II, Src: 0c:3c:3b:97:1c:00 (0c:3c:3b:97:1c:00), Dst: 0c:3c:3b:51:64:01 (0c:3c:3b:51:64:01)
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.7.2, Dst: 192.168.7.1
> Internet Protocol Version 6, Src: 2001:470:1f20:5b:e3c:3bfff:fe1c:5401, Dst: 2001:470:1f20:5a:e3c:3bfff:fee9:a300
0110 = Version: 6
> 0000 0000 = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
.... 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x000000
Payload Length: 64
Next Header: ICMPv6 (58)
Hop Limit: 63
Source: 2001:470:1f20:5b:e3c:3bfff:fe1c:5401
Destination: 2001:470:1f20:5a:e3c:3bfff:fee9:a300
[Source SA MAC: 0c:3c:3b:1c:54:01 (0c:3c:3b:1c:54:01)]
[Destination SA MAC: 0c:3c:3b:e9:a3:00 (0c:3c:3b:e9:a3:00)]
> Internet Control Message Protocol v6
Type: Echo (ping) request (128)
Code: 0
Checksum: 0x5aa9 [correct]



Cuestión 5

Observa las direcciones IPv6 existentes en las interfaces de los PCs y pon un ejemplo de dirección local de enlace y dirección global. Muestra, en una de ellas, cómo se ha obtenido el identificador de interfaz de 64 bits (EUI-64).

■ **PCA1:**

- Dirección local de Enlace: `fe80::e3c:3bff:fee9:a300/64` Scope:Link
- Dirección Global: `2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fee9:a300/64` Scope:Global

■ **PCA3:**

- Dirección local de Enlace: `fe80::c0a8:701/128` Scope:Link
- Dirección Global: `2001:470:1f20:54::1/64` Scope:Global

■ **PCB3:**

- Dirección local de Enlace: `fe80::c0a8:702/128` Scope:Link
- Dirección Global: `2001:470:1f20:54::2/64` Scope:Global

■ **PCB1:**

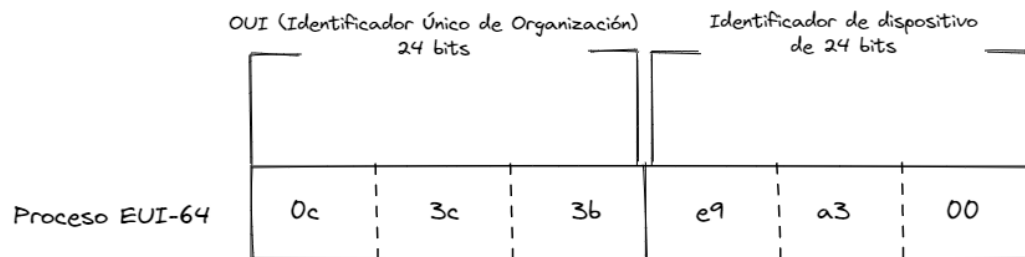
- Dirección local de Enlace: `fe80::e3c:3bff:fe1c:5401/64` Scope:Link
- Dirección Global: `2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401/64` Scope:Global

El proceso EUI-64 utiliza la dirección MAC de Ethernet de 48 bits de un cliente e introduce otros 16 bits en medio de la dirección MAC de 48 bits para crear un ID de interfaz de 64 bits.

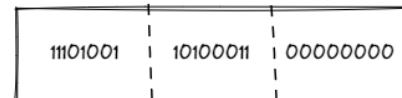
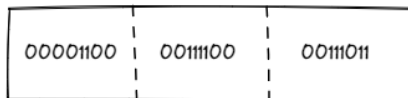
Las direcciones MAC de Ethernet, por lo general, se representan en formato hexadecimal y constan de dos partes:

1. **Identificador único de organización (OUI):** Es un código de proveedor de 24 bits (seis dígitos hexadecimales) que asigna el IEEE.
2. **Identificador del dispositivo:** Es un valor único de 24 bits (seis dígitos hexadecimales) dentro de un OUI común.

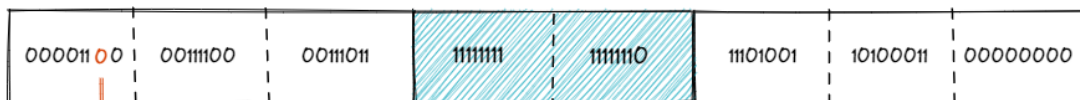
Explicación del EUI-64 para PCA1



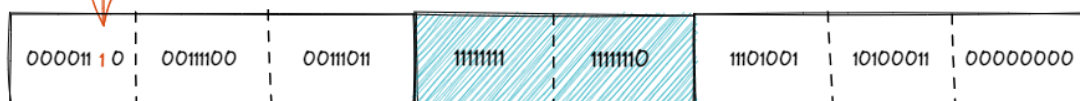
Parte 1: Dividir la dirección MAC



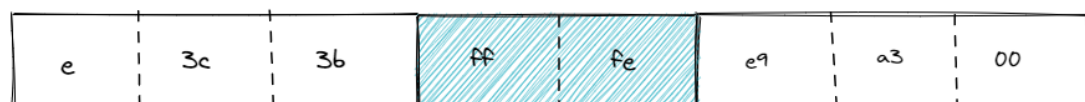
Parte 2: Inserte FFFE



Parte 3: De vuelta el bit U/L



ID de interfaz EUI-64 modificada en notación Hexadecimal



e3c : 3bff : fee9 : a300

Como podemos observar hemos obtenido la dirección IPv6 de la máquina PCA1. (Dirección local de Enlace sin fe80::) o (Dirección global sin prefijo de red)



Cuestión 6

A partir de la captura indica los dos casos de procedimiento DAD descritos especificando en ambos: dirección multicast (Solicited Node Address) a la que se dirige el mensaje de ND (Neighbor Discovery, ICMPv6) y dirección unicast por la que se pregunta (target) Verifica la correspondencia entre las direcciones multicast y unicast identificadas.

Muestra los paquetes de petición y respuesta (por parte del equipo y el router) de los parámetros necesarios para la autoconfiguración. Resalta dichos parámetros en el mensaje correspondiente

En esta captura vamos a analizar los diferentes tipos de paquetes que se han enviado a lo largo del proceso en el que realizamos los comandos:

- `ip -6 link set eth1 down`
- `ip -6 link set eth1 up`

Router Advertisement

Periódicamente, los routers envían los llamados router advertisement (mensajes ICMPv6 del tipo 134) para informar a los participantes de la red sobre su presencia. De este modo, distribuyen los datos de su enrutamiento y los parámetros necesarios para la configuración automática de la IP. El destino del mensaje es el rango de direcciones multicast estándar `ff02::01`, con el cual se establece la comunicación con todos los puertos.

De esta manera se obtiene también la dirección del router (puerta de enlace predeterminada) y el prefijo global.

En nuestro caso, se puede ver cómo la dirección origen es la IPv6 de la interfaz hacia la LAN interna (eth1) `fe80::e3c:3bff:fe51:6400` y la dirección destino multicast estándar es el valor aportado anteriormente `ff02::01`.

Por último, se puede comprobar la periodicidad de las tramas, las cuales se mandan continuamente a través de la red.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
10	58.378375	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
11	67.013125	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
12	71.021871	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
13	78.824778	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
14	87.434751	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
15	93.381772	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
16	96.885839	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
17	103.490701	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
18	111.190701	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
19	118.889088	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
20	122.846021	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
21	128.408094	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
22	137.600686	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
23	143.276584	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00

>	Frame 2: 110 bytes on wire (880 bits), 110 bytes captured (880 bits) on interface -, id 0
>	Ethernet II, Src: 0c:3c:3b:51:64:00 (0c:3c:3b:51:64:00), Dst: IPv6mcast_01 (33:33:00:00:00:01)
▼	Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e3c:3bff:fe51:6400, Dst: ff02::1
	0110 = Version: 6
> 0000 0000 = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 0000 0000 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x000000
	Payload Length: 56
	Next Header: ICMPv6 (58)
	Hop Limit: 255
	Source: fe80::e3c:3bff:fe51:6400
	Destination: ff02::1
	[Source SA MAC: 0c:3c:3b:51:64:00 (0c:3c:3b:51:64:00)]

Multicast Listener Report Message v2

Una vez hemos levantado la interfaz ipv6 de nuestro host, dicho host envía paquetes Multicast a todos los nodos para reportar (a router vecinos) el estado actual de las escuchas de multidifusión. Se puede observar que el paquete lo envía el PCA1 debido a la dirección MAC origen del mismo. Aparte, cabe resaltar la dirección destino que es la dirección Multicast FF02::16

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
23	143.276584	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
24	148.743509	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
25	148.750433	::	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2

>	Frame 25: 110 bytes on wire (880 bits), 110 bytes captured (880 bits) on interface -, id 0
>	Ethernet II, Src: 0c:3c:3b:e9:a3:00 (0c:3c:3b:e9:a3:00), Dst: IPv6mcast_16 (33:33:00:00:00:16)
>	Internet Protocol Version 6, Src: ::, Dst: ff02::16
▼	Internet Control Message Protocol v6
	Type: Multicast Listener Report Message v2 (143)
	Code: 0
	Checksum: 0xc686 [correct]
	[Checksum Status: Good]
	Reserved: 0000
	Number of Multicast Address Records: 2
▼	Multicast Address Record Changed to exclude: ff02::1:ffe9:a300
	Record Type: Changed to exclude (4)
	Aux Data Len: 0
	Number of Sources: 0
	Multicast Address: ff02::1:ffe9:a300
▼	Multicast Address Record Changed to exclude: ff02::202
	Record Type: Changed to exclude (4)
	Aux Data Len: 0
	Number of Sources: 0
	Multicast Address: ff02::202



Neighbor Solicitation

El mensaje de solicitud de vecino (Neighbor Solicitation) permite que un dispositivo compruebe que un vecino existe y es accesible, y para iniciar la resolución de direcciones. El Neighbor Advertisement message confirma la existencia de un host o router, y también proporciona la capa de información de la dirección cuando sea necesario.

Aplique un filtro de visualización ... <Ctrl-/>						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
25	148.750433	::	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
26	149.692778	::	ff02::1:ffe9:a300	ICMPv6	78	Neighbor Solicitation for fe80::e3c:3bff:fee9:a300
27	150.695436	fe80::e3c:3bff:fee9...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:3c:3b:e9:a3:00

> Frame 26: 78 bytes on wire (624 bits), 78 bytes captured (624 bits) on interface -, id 0
> Ethernet II, Src: 0c:3c:3b:e9:a3:00 (0c:3c:3b:e9:a3:00), Dst: IPv6mcast_ff:e9:a3:00 (33:33:ff:e9:a3:00)
▼ Internet Protocol Version 6, Src: ::, Dst: ff02::1:ffe9:a300
0110 = Version: 6
> 0000 0000 = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
.... 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x00000
Payload Length: 24
Next Header: ICMPv6 (58)
Hop Limit: 255
Source Address: ::
Destination Address: ff02::1:ffe9:a300
▼ Internet Control Message Protocol v6
Type: Neighbor Solicitation (135)
Code: 0
Checksum: 0xec17 [correct]
[Checksum Status: Good]
Reserved: 00000000
Target Address: fe80::e3c:3bff:fee9:a300

Router Solicitation

Aplique un filtro de visualización ... <Ctrl-/>						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
24	148.743509	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
25	148.750433	::	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
26	149.692778	::	ff02::1:ffe9:a300	ICMPv6	78	Neighbor Solicitation for fe80::e3c:3bff:fee9:a300
27	150.695436	fe80::e3c:3bff:fee9...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:3c:3b:e9:a3:00
28	150.712088	fe80::e3c:3bff:fe51...	ff02::1	ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00

> Frame 27: 70 bytes on wire (560 bits), 70 bytes captured (560 bits) on interface -, id 0
> Ethernet II, Src: 0c:3c:3b:e9:a3:00 (0c:3c:3b:e9:a3:00), Dst: IPv6mcast_02 (33:33:00:00:00:02)
▼ Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e3c:3bff:fee9:a300, Dst: ff02::2
0110 = Version: 6
> 0000 0000 = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
.... 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x00000
Payload Length: 16
Next Header: ICMPv6 (58)
Hop Limit: 255
Source Address: fe80::e3c:3bff:fee9:a300
Destination Address: ff02::2
[Source SA MAC: 0c:3c:3b:e9:a3:00 (0c:3c:3b:e9:a3:00)]
▼ Internet Control Message Protocol v6
Type: Router Solicitation (133)
Code: 0
Checksum: 0xa4e2 [correct]
[Checksum Status: Good]
Reserved: 00000000
> ICMPv6 Option (Source link-layer address : 0c:3c:3b:e9:a3:00)



Los hosts envían este tipo de mensaje para pedir a los routers que generen Router Advertisements. Se puede ver cómo a continuación de esta trama, existe una trama de Router Advertisement.

El Router Solicitation lo manda el PCA1 con dirección destino `f02::2` Multicast hacia todas los routers. Y contesta con un Router Advertisement el Router que se encuentra en PCA3 con una dirección destino `f02::1` Multicast hacia todas las interfaces.



Cuestión 7

Realiza las siguientes conexiones, identificando la correspondencia entre dirección MAC destino (dirección de nivel de enlace – link layer – lladdr) y dirección IPv6 destino del paquete capturado en el equipo origen del ping:

- **PCA1:** fe80::e3c:3bff:fe51:6400 dev eth1 lladdr 0c:3c:3b:51:64:00 router STALE
- **PCA3:**
 - fe80::e3c:3bff:fe51:6400 dev eth1 lladdr 0c:3c:3b:51:64:00 router STALE
 - fe80::e3c:3bff:fee9:a300 dev eth1 lladdr 0c:3c:3b:e9:a3:00 STALE
 - 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fee9:a300 dev eth1 lladdr 0c:3c:3b:e9:a3:00 STALE
- **PCB3:**
 - fe80::e3c:3bff:fe97:1c01 dev eth2 lladdr 0c:3c:3b:97:1c:01 router STALE
 - 2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401 dev eth2 lladdr 0c:3c:3b:1c:54:01 STALE
- **PCB1:** fe80::e3c:3bff:fe97:1c01 dev eth1 lladdr 0c:3c:3b:97:1c:01 router STALE

Como en este caso el equipo origen del ping es PCA1, vamos a analizar parte por parte el resultado que nos ha dado el PCA1 tras realizar el comando `ip -6 neigh show`.

`fe80::e3c:3bff:fe51:6400` Es la dirección IPv6 de la interfaz de salida eth1 del PCA1.

`0c:3c:3b:51:64:00` Es la dirección MAC del router, concretamente de la interfaz que hace de puerta de enlace con la LAN A.

En el momento de ejecución del comando podemos ver como todos los estados de las máquinas son STALE, esto quiere decir que la entrada ARP es válida pero no hay conectividad. Esto es debido a que en el momento de ejecución del comando, no se estaba realizando ninguna conexión con estas máquinas. Si hubiese una conexión en curso, tendríamos en ese caso un estado REACHABLE.



Cuestión 9

Modificar el MTU de la interfaz eth1 (LAN interna) de PCB3 a un valor de 1300 y el de la interfaz túnel de PCA3 a un valor de 1350. Observa qué sucede si se realiza un ping6 desde PCA1 hacia PCB1 con un tamaño de 1400 bytes. ¿Quién realiza la fragmentación? ¿Qué tramas se intercambian entre los quipos? ¿Qué diferencia habría si la red fuera totalmente IPv4?

En IPv6 la fragmentación de los paquetes se realiza totalmente en el origen, no estando permitida esta fragmentación en los routers intermedios. Este proceso tiene por objetivo reducir el overhead del cálculo de encabezados modificados en los routers intermedios.

Para ello, en el inicio del proceso de fragmentos se utiliza el protocolo Path MTU Discovery, que descubre de forma dinámica cuál es el tamaño máximo del paquete permitido, identificando previamente los MTU de cada enlace en el camino hacia el destino.

El proceso MTU Discovery comienza suponiendo que la MTU de todo el camino es igual a la MTU del primer salto. Si el tamaño de los paquetes enviados es mayor que el que soporta alguno de los routers a lo largo del camino, se devolverá un paquete con un mensaje "ICMPv6 packet too big", que junto con el mensaje de error devuelve el valor de la MTU del enlace siguiente.

Luego de recibir este mensaje, el nodo de origen recibe el tamaño de los paquetes de acuerdo con la MTU indicada en el mensaje "packet too big".

Este procedimiento finaliza cuando el tamaño del paquete es igual o menor que la MTU del camino, por lo que estas interacciones pueden ocurrir varias veces hasta encontrar la menor MTU. Si el paquete es enviado a un grupo multicast, el tamaño será la menor PMTU de todo el conjunto de destinos.



```
[root@localhost ~]# ping6 -s 1400 2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401
PING 2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401(2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401) 1400
data bytes
From 2001:470:1f20:54::1 icmp_seq=1 Packet too big: mtu=1350
From 2001:470:1f20:54::2 icmp_seq=2 Packet too big: mtu=1300
1408 bytes from 2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401: icmp_seq=3 ttl=62 time=6.52 ms
1408 bytes from 2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401: icmp_seq=4 ttl=62 time=5.69 ms
```

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
31	83.244120	fe80::e3c:3bff:fe51::ff02::1		ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
32	84.829190	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) request id=0x4306, seq=1, hop limit=64 (no response found!)
33	84.830566	2001:470:1f20:54::1	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1294	Packet Too Big
34	85.833579	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1358	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef07 nxt=58)
35	85.833918	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	174	Echo (ping) request id=0x4306, seq=2, hop limit=64 (no response found!)
36	85.838272	2001:470:1f20:54::2	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1294	Packet Too Big
37	86.838099	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1310	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef08 nxt=58)
38	86.840052	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	222	Echo (ping) request id=0x4306, seq=3, hop limit=64 (reply in 39)
39	86.844063	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) reply id=0x4306, seq=3, hop limit=62 (request in 38)
40	87.456746	fe80::e3c:3bff:fe51::ff02::1		ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
41	87.842561	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1310	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef09 nxt=58)
42	87.843267	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	222	Echo (ping) request id=0x4306, seq=4, hop limit=64 (reply in 43)
43	87.847803	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) reply id=0x4306, seq=4, hop limit=62 (request in 42)
44	88.848081	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1310	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef0a nxt=58)
45	88.848557	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	222	Echo (ping) request id=0x4306, seq=5, hop limit=64 (reply in 46)
46	88.853133	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) reply id=0x4306, seq=5, hop limit=62 (request in 45)
47	89.843245	fe80::e3c:3bff:fe51::ff02::1		ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fe9:a300 from 0c:3c:3b:51:64:00
48	89.843980	2001:470:1f20:5a:e3::	fe80::e3c:3bff:fe51::ff02::1	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fe9:a300 (sol)
49	89.853336	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1310	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef0b nxt=58)
50	89.853768	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	222	Echo (ping) request id=0x4306, seq=6, hop limit=64 (reply in 51)
51	89.858242	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) reply id=0x4306, seq=6, hop limit=62 (request in 50)
52	90.856666	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1310	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef0c nxt=58)
53	90.857278	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	222	Echo (ping) request id=0x4306, seq=7, hop limit=64 (reply in 54)
54	90.861085	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) reply id=0x4306, seq=7, hop limit=62 (request in 53)

> Frame 33: 1294 bytes on wire (10352 bits), 1294 bytes captured (10352 bits) on interface -, id 0
> Ethernet II, Src: 0c:3c:3b:51:64:00 (0c:3c:3b:51:64:00), Dst: 0c:3c:3b:e9:a3:00 (0c:3c:3b:e9:a3:00)
> Internet Protocol Version 6, Src: 2001:470:1f20:54::1, Dst: 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fe9:a300
v Internet Control Message Protocol v6
Type: Packet Too Big (2)
Code: 0
Checksum: 0xbee [correct]
[Checksum Status: Good]
MTU: 1350
> Internet Protocol Version 6, Src: 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fe9:a300, Dst: 2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401
> Internet Control Message Protocol v6

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
31	83.244120	fe80::e3c:3bff:fe51::ff02::1		ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
32	84.829190	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) request id=0x4306, seq=1, hop limit=64 (no response found!)
33	84.830566	2001:470:1f20:54::1	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1294	Packet Too Big
34	85.833579	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1358	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef07 nxt=58)
35	85.833918	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	174	Echo (ping) request id=0x4306, seq=2, hop limit=64 (no response found!)
36	85.838272	2001:470:1f20:54::2	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1294	Packet Too Big
37	86.838099	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1310	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef08 nxt=58)
38	86.840052	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	222	Echo (ping) request id=0x4306, seq=3, hop limit=64 (reply in 39)
39	86.844063	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) reply id=0x4306, seq=3, hop limit=62 (request in 38)
40	87.456746	fe80::e3c:3bff:fe51::ff02::1		ICMPv6	110	Router Advertisement from 0c:3c:3b:51:64:00
41	87.842561	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1310	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef09 nxt=58)
42	87.843267	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	222	Echo (ping) request id=0x4306, seq=4, hop limit=64 (reply in 43)
43	87.847803	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) reply id=0x4306, seq=4, hop limit=62 (request in 42)
44	88.848081	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1310	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef0a nxt=58)
45	88.848557	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	222	Echo (ping) request id=0x4306, seq=5, hop limit=64 (reply in 46)
46	88.853133	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) reply id=0x4306, seq=5, hop limit=62 (request in 45)
47	89.843245	fe80::e3c:3bff:fe51::ff02::1		ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fe9:a300 from 0c:3c:3b:51:64:00
48	89.843980	2001:470:1f20:5a:e3::	fe80::e3c:3bff:fe51::ff02::1	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fe9:a300 (sol)
49	89.853336	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1310	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef0b nxt=58)
50	89.853768	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	222	Echo (ping) request id=0x4306, seq=6, hop limit=64 (reply in 51)
51	89.858242	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) reply id=0x4306, seq=6, hop limit=62 (request in 50)
52	90.856666	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	IPv6	1310	IPv6 fragment (off=0 more=y ident=0x83e9ef0c nxt=58)
53	90.857278	2001:470:1f20:5a:e3::	2001:470:1f20:5b:e3::	ICMPv6	222	Echo (ping) request id=0x4306, seq=7, hop limit=64 (reply in 54)
54	90.861085	2001:470:1f20:5b:e3::	2001:470:1f20:5a:e3::	ICMPv6	1462	Echo (ping) reply id=0x4306, seq=7, hop limit=62 (request in 53)

> Frame 36: 1294 bytes on wire (10352 bits), 1294 bytes captured (10352 bits) on interface -, id 0
> Ethernet II, Src: 0c:3c:3b:51:64:00 (0c:3c:3b:51:64:00), Dst: 0c:3c:3b:e9:a3:00 (0c:3c:3b:e9:a3:00)
> Internet Protocol Version 6, Src: 2001:470:1f20:54::2, Dst: 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fe9:a300
v Internet Control Message Protocol v6
Type: Packet Too Big (2)
Code: 0
Checksum: 0x8f08 [correct]
[Checksum Status: Good]
MTU: 1300
> Internet Protocol Version 6, Src: 2001:470:1f20:5a:e3c:3bff:fe9:a300, Dst: 2001:470:1f20:5b:e3c:3bff:fe1c:5401
> Data (1184 bytes)



Cuando el ping6 se lanza por la salida eth1 del PCA1, suponemos en un principio que su MTU es 1500 (teóricamente), pero como en la interfaz de salida hacia el túnel el MTU es más pequeño que el packet size. Se devuelve un mensaje Packet too big con el valor del MTU de dicha interfaz, que en este caso es 1350.

Ocurre lo mismo cuando lanzamos un segundo ping6 de reconocimiento, pues este devuelve el MTU de 1300 de la interfaz de la Red B del Router PCA3.

Una vez el paquete es fragmentado con el menor MTU posible de la línea de comunicación entre PCA1 y PCB1, el paquete llega exitosamente al destino. Cuando el paquete quiere volver, se cumple la primera tesis que formulamos en el ejemplo teórico de fragmentación IPv6 para este ejercicio en el que suponíamos lo siguiente:

- *La primera tesis supone que solo tenemos en cuenta las interfaces de salida a la hora de fijarnos en el MTU, por lo tanto, desde el PCB1 hacia el PCA1 (el reply) los paquetes llegarían sin la necesidad de ser fragmentados, es decir con sus 1400 bytes de datos.*

Esto lo podemos observar en los tamaños de los paquetes de reply de la captura, donde se puede observar que no se fragmentan.

Es importante capturar en la interfaz del PC origen, ya que esta es la que nos mostrará todos los paquetes ICMP de mensajes de corrección del MTU. Como es el host origen el que realiza la fragmentación, a este llegarán todas las solicitudes para que fragmente los paquetes. Es por eso que en esta captura podemos ver los dos ICMP packet too big que existen en esta conexión de investigación sobre la fragmentación en IPv6.

Por último, pero no menos importante, cabe destacar que la fragmentación en IPV6 es diferente a IPv4, pues en este caso los paquetes no se fragmentan en el router, sino en el emisor (como ya hemos comprobado). La fragmentación es extremo a extremo, esto quiere decir que hasta que no se fragmenta bajo la regla del mínimo MTU de la conexión, no se establece ninguna conexión con el otro extremo de dicha conexión.