

# Relatório Lab 3: *IPv6 and Mobile IPv6*

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e  
Computação

Comunicações Móveis

**4MIEIC02:**

Luís Costa - 201203872 - ei12008@fe.up.pt  
Mário Macedo - 201208066 - ei12105@fe.up.pt

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Rua Roberto Frias, sn, 4200-465 Porto, Portugal

2 de Abril de 2017

## 1 Pergunta 1

Como se pode constatar a partir das imagens abaixo o número de *hops* para o *Home Agent*, *Router* e *Correspondent Node* foram respetivamente 0, 1 e 2, o que vai de encontro ao esperado uma vez que o pedido do *Mobile Node* para o *Home Agent* apenas passa pelo *switch*, já para o *Router* o pedido passa primeiro no *router* da bancada. Para o *Correspondent Node* o pedido para além de passar no *router* da bancada passa também no *router* do lado direito.

4	1.068790000	2000:0:0:6::1	2000:0:0:6:aa	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x01d8, seq=1, hop limit=64 (reply in 5)
5	1.068964000	2000:0:0:6:aa	2000:0:0:6::1	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x01d8, seq=1, hop limit=64 (request in 4)
6	1.648683000	fe80::221:5aff:fe61:2ddf	ff02::1	ICMPv6	126	Router Advertisement from 00:21:5a:61:2d:df
7	2.068491000	2000:0:0:6::1	2000:0:0:6:aa	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x01d8, seq=2, hop limit=64 (reply in 8)
8	2.068635000	2000:0:0:6:aa	2000:0:0:6::1	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x01d8, seq=2, hop limit=64 (request in 7)

Figura 1: Ping do *Mobile Node* para o *Home Agent*

556	400.761319	2000:0:0:6::1	2000:0:0:d:aa	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x1162, seq=1, hop limit=64 (reply in 557)
557	400.761693	2000:0:0:d:aa	2000:0:0:6::1	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x1162, seq=1, hop limit=63 (request in 556)
558	401.430795	fe80::221:5aff:fe61:2ddf	ff02::1	ICMPv6	126	Router Advertisement from 00:21:5a:61:2d:df
559	401.768336	2000:0:0:6::1	2000:0:0:d:aa	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x1162, seq=2, hop limit=64 (reply in 560)
560	401.768633	2000:0:0:d:aa	2000:0:0:6::1	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x1162, seq=2, hop limit=63 (request in 559)

Figura 2: Ping do *Mobile Node* para o *Router*

472	334.280727	2000:0:0:6::1	2000:0:0:d:c	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x1130, seq=1, hop limit=64 (reply in 473)
473	334.281391	2000:0:0:d:c	2000:0:0:6::1	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x1130, seq=1, hop limit=62 (request in 472)
474	334.549036	fe80::221:5aff:fe61:2ddf	ff02::1	ICMPv6	126	Router Advertisement from 00:21:5a:61:2d:df
475	335.279927	2000:0:0:6::1	2000:0:0:d:c	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x1130, seq=2, hop limit=64 (reply in 476)
476	335.280279	2000:0:0:d:c	2000:0:0:6::1	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x1130, seq=2, hop limit=62 (request in 475)

Figura 3: Ping do *Mobile Node* para o *Correspondent Node*

## 2 Pergunta 2

Os endereços IPv6 associados à interface eth0 são os apresentados na seguinte imagem:

```
eth0    Link encap:Ethernet HWaddr 00:22:64:19:01:f7
        inet addr:172.16.2.64 Bcast:172.16.2.255 Mask:255.255.255.0
        inet6 addr: fe80::222:64ff:fe19:1f7/64 Scope:Link
        inet6 addr: 2000::6:222:64ff:fe19:1f7/64 Scope:Global
        inet6 addr: 2000:0:0:6::1/64 Scope:Global
        UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
        RX packets:609 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:610 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:1000
        RX bytes:71201 (69.5 KiB)  TX bytes:79250 (77.3 KiB)
        Interrupt:17
```

Figura 4: Endereços IPv6 associados à interface eth0

Para criar o *link-local*, insere-se "ff:fe" no meio do endereço MAC, inverte-se o 2º bit (LSB) do 1º octeto e acrescenta-se o prefixo "fe80::". No nosso caso, o processo é:

- 00:22:64:19:01:f7 (MAC original)
- 0022:64ff:fe19:01f7 (inserção de "ff:fe")
- 0222:64ff:fe19:01f7 (inversão do 2º LSB)

4. fe80::222:64ff:fe19:1f7 (resultado final)

Para o *global link*, o prefixo "fe80::" muda para o prefixo da rede (no nosso caso, 2000:0:0:6::).

1. 00:22:64:19:01:f7 (MAC original)
2. 0022:64ff:fe19:01f7 (inserção de "ff:fe")
3. 0222:64ff:fe19:01f7 (inversão do 2º LSB)
4. 2000::6:222:64ff:fe19:1f7 (resultado final)

### 3 Pergunta 3

Na figura abaixo é possível ver a tabela de rotas no *Home Agent* quando o *Mobile Node* está na rede visitada.

```

gnu63:~# route -n6
Kernel IPv6 routing table

```

Destination	Next Hop	Flag	Mst	Ref	Use	If
::/0	::	In	-1	1	1070	lo
::1/128	::	U	256	0	0	lo
2000:0:0:6::/64	::	U	256	1	1	eth0
2000:0:0:d::/64	::	U	256	0	1	eth1
2000::/3	2000:0:0:d::aa	UG	1	2	2	eth1
fe80::/64	::	U	256	0	0	eth0
fe80::/64	::	U	256	0	0	eth1
::/0	::	In	-1	1	1070	lo
::1/128	::	Un	0	1	13	lo
2000:0:0:6::/128	::	Un	0	1	0	lo
2000:0:0:6::aa/128	::	Un	0	1	18	lo
2000::6:fdff:ffff:ffff:ffff:ffff/128	::	Un	0	1	0	lo
2000:0:0:d::/128	::	Un	0	1	0	lo
2000:0:0:d::6/128	::	Un	0	1	18	lo
fe80::/128	::	Un	0	1	0	lo
fe80::/128	::	Un	0	1	0	lo
fe80::221:5aff:fe61:2ddf/128	::	Un	0	1	9	lo
fe80::2c0:dfff:fe08:d598/128	::	Un	0	1	35	lo
ff00::/8	::	U	256	1	0	eth0
ff00::/8	::	U	256	0	0	eth1
::/0	::	In	-1	1	1070	lo

Figura 5: Tabela de rotas no *Home Agent*

Sabendo que no trabalho realizado apenas a interface eth0 foi utilizada, as rotas associadas a esta interface são as seguintes:

- fe80::/64 - Link Local - endereços locais que apenas são válidos dentro da LAN /link onde o *Home Agent* se encontra
- 2000::/128 - Unicast Global (2000:0:0:6::/64) - endereços globais visíveis interna e externamente
- ff00::/8 - Endereços únicos a nível global

Na tabela acima é possível uma entrada para cada um destes prefixos. É possível ver também algumas entradas referentes a outras interfaces locais e também entradas para o router do laboratório que interliga os lados esquerdo e direito.

### 4 Pergunta 4

Na imagem abaixo é possível ver a troca de mensagens necessárias para o *Mobile Node* se registrar na rede local.

42	34.476216	::	ff02::1:ff19:1f7	ICMPv6	78 Neighbor Solicitation for fe80::222:64ff:fe19:1f7
43	34.558202	::	ff02::1:ff19:1f7	ICMPv6	78 Neighbor Solicitation for 2000::3:222:64ff:fe19:1f7
44	35.136211	::	ff02::1:16	ICMPv6	210 Multicast Listener Report Message v2
45	35.476250	fe80::222:64ff:fe19:1f7	ff02::1:16	ICMPv6	210 Multicast Listener Report Message v2
47	35.557569	2000:0:0:6::1	2000:0:0:6::aa	MIPv6	110 Binding Update
54	36.493638	fe80::221:5aff:fe5a:7db7	ff02::1	ICMPv6	126 Router Advertisement from 00:21:5a:5a:7d:b7
56	36.572077	fe80::221:5aff:fe5a:7db7	ff02::1:ff19:1f7	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2000::3:222:64ff:fe19:1f7 from 00:21:5a:5a:7d:b7
57	36.572134	2000::3:222:64ff:fe19:1f7	fe80::221:5aff:fe5a:7db7	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement 2000::3:222:64ff:fe19:1f7 (rtr, sol, ovr) is at 00:22:64:19:01:f7
58	36.572294	2000:0:0:6::aa	2000:0:0:6::1	MIPv6	94 Binding Acknowledgement
59	37.360277	2000:0:0:6::1	2000:0:0:e::c	ICMPv6	158 Echo (ping) request id=0x0656, seq=172, hop limit=64 (reply in 62)
60	37.360541	2000:0:0:6::1	2000:0:0:e::c	MIPv6	110 Home Test Init
61	37.360645	2000::3:222:64ff:fe19:1f7	2000:0:0:e::c	MIPv6	70 Care-of Test Init
62	37.361028	2000:0:0:e::c	2000:0:0:6::1	ICMPv6	158 Echo (ping) reply id=0x0656, seq=172, hop limit=62 (request in 59)
63	37.361892	2000:0:0:e::c	2000::3:222:64ff:fe19:1f7	MIPv6	70 Care-of Test
64	37.361262	2000:0:0:e::c	2000:0:0:6::1	MIPv6	118 Home Test
65	37.361463	2000:0:0:6::1	2000:0:0:e::c	MIPv6	110 Binding Update

Figura 6: Troca de mensagens do *Mobile Node* ao registrar-se na rede local

- *Binding Update*- usado por um *Mobile Node* para notificar outros nós do seu novo endereço *Care-of*.
- *Binding Acknowledgement* - usado para notificar a receção de um *Binding Update*.
- *Home Test Init*- usado por um *Mobile Node* para iniciar o procedimento de *return routability* pedir um *home keygen token* a um *Correspondent Node*.
- *Care-of Test Init*- usado por um *Mobile Node* para iniciar o procedimento de *return routability* pedir um *care-of keygen token* a um *Correspondent Node*.
- *Home Test*- é a resposta de um *Correspondent Node* para um *Mobile Node* a um *Home Test Init*.
- *Care-of Test*- é a resposta de um *Correspondent Node* para um *Mobile Node* a um *Care-of Test Init*.

## 5 Pergunta 5

No final do *Care-of Test*, o *Mobile Node* e o *Correspondent Node* já se conhecem e já trocaram mensagens encriptadas de forma a no futuro trocaram mensagens diretamente sem terem de usar o *Home Agent* como mediador.

Depois de uma rota estar otimizada é possível verificar que quando o *Mobile Node* envia uma mensagem o seu IP passa a ser um IP pertencente à rede onde se encontra, quando antes da rota estar otimizada o seu IP era o da rede original e que na rede onde se encontrava só era conhecido pelo respetivo *Home Agent*. Através dos *headers* da mesma mensagem é possível verificar uma entrada *Home Address 2000:0:0:6::1*, ou seja, o endereço original do *Mobile Node*.

70	38.360251	2000:0:0:6::1	2000:0:0:e::c	ICMPv6	142 Echo (ping) request
Frame 70: 142 bytes on wire (1136 bits), 142 bytes captured (1136 bits) on interface 0					
Ethernet II, Src: HewlettP_19:01:f7 (00:22:64:19:01:f7), Dst: HewlettP_5a:7d:b7 (00:21:5a:5a:7d:b7)					
Internet Protocol Version 6, Src: 2000::3:222:64ff:fe19:1f7, Dst: 2000:0:0:e::c					
.....					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Destination Options for IPv6 <ul style="list-style-type: none"> <li>Next Header: ICMPv6 (58)</li> <li>Length: 2</li> <li>[Length: 24 bytes]</li> </ul> </li> <li>PadN</li> <li>Home Address <ul style="list-style-type: none"> <li>Type: Home Address (0xc9)</li> <li>Length: 16</li> <li>MIPv6 Home Address: 2000:0:0:6::1</li> </ul> </li> </ul>					
71	38.360671	2000:0:0:e::c	2000:0:0:6::1	ICMPv6	142 Echo (ping) reply
Frame 71: 142 bytes on wire (1136 bits), 142 bytes captured (1136 bits) on interface 0					
Ethernet II, Src: HewlettP_5a:7d:b7 (00:21:5a:5a:7d:b7), Dst: HewlettP_19:01:f7 (00:22:64:19:01:f7)					
Internet Protocol Version 6, Src: 2000:0:0:e::c, Dst: 2000::3:222:64ff:fe19:1f7					
.....					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Routing Header for IPv6 (Mobile IP) <ul style="list-style-type: none"> <li>Next Header: ICMPv6 (58)</li> <li>Length: 2</li> <li>[Length: 24 bytes]</li> <li>Type: Mobile IP (2)</li> <li>Segments Left: 1</li> <li>Reserved: 00000000</li> <li>Address[1]: 2000:0:0:6::1</li> </ul> </li> </ul>					

Figura 7: Conteúdo do pedido (cima) e resposta (baixo) das mensagens de ping