

## Exercício 1 - Autoconfiguração *stateless* de endereços IPv6: *Router Advertisement*

**Objetivo:** Mostrar como um dispositivo configura para si um endereço IPv6, baseando-se em um prefixo enviado pelo roteador através de mensagens RA (Router Advertisement).

**Parte 1** - Antes de iniciar os testes, realize as configurações prévias descritas a seguir.

1. Acesse o **Cliente01**. As credenciais dessa máquina são:

Login: root

Senha: toor

2. Suba a interface eth0 dessa máquina. Abra o terminal **Termit** e execute o comando:

```
#ip link set dev eth0 up
```

3. Verifique as configurações usando o seguinte comando no terminal **Termit**.

```
#ip address show
```

**Parte 2** - Faça o mesmo processo na máquina **Cliente02**.

1. Acesse o **Cliente02**. As credenciais dessa máquina também são:

Login: root

Senha: toor

2. Suba a interface eth0 da máquina **Cliente02**. Abra o terminal **Termit** e execute o comando:

```
ip link set dev eth0 up
```

3. Verifique as configurações usando o seguinte comando no terminal **Termit**.

```
#ip address show
```

**Parte 3** - Agora faça as seguintes configurações no roteador.

1. Antes de acessar o roteador inicie o programa Wireshark na máquina **Cliente01**. No Wireshark inicie a captura de pacotes na interface eth0
2. Acesse o roteador **MikrotikClientes**. As credenciais de acesso dessa máquina são:  
Login: admin  
Não tem senha, basta dar *enter*.
3. Habilite o protocolo IPv6 e, logo em seguida, reinicie o roteador **MikrotikClientes**.

```
/system package enable ipv6  
/system reboot
```

4. Adicione um endereço IP na interface ether2 que será utilizada para o envio das mensagens RA.

```
/ipv6 address add address=2001:db8:beba:cafe::1/64 interface=ether2  
advertise=no
```

5. Configure o roteador **MikrotikClientes** de modo que ele envie as mensagens RA. Primeiro, crie o prefixo que será enviado.

```
/ipv6 nd prefix add prefix=2001:db8:beba:cafe::/64 interface=ether2  
on-link=yes autonomous=yes
```

6. Observe que este comando cria um `ipv6 nd prefix` que será utilizado no RA que é transmitido para os hosts clientes.

```
/ipv6 nd prefix print  
  
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic  
0    prefix=2001:db8:beba:cafe::/64 interface=ether2 on-link=yes  
      autonomous=yes valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w
```

7. Habilite o Router Advertisement (RA)

```
/ipv6 nd add interface=ether2 managed-address-configuration=no  
other-configuration=no advertise-dns=yes
```

8. Verifique o recebimento dos endereços IPs nas máquinas **Cliente01** e **Cliente02**.

```
#ip address show
```

As máquinas clientes receberam o prefixo 2001:db8:beba:cafe::/64 do roteador e configuraram um endereço IPv6 com ele de maneira stateless. Os primeiros 64 bits do endereço é o prefixo de rede que foi anunciado na mensagem RA e os últimos 64 bits do endereço é o Identificador da Interface que foi gerado automaticamente.

9. Verifique a conectividade entre os equipamentos. Realize um ping6 da máquina **Cliente01** para o **Cliente02**.

```
#ping6 [IPCliente02]
```

**Obs: Lembre-se de substituir [IPCliente02] pelo endereço IPv6 do Cliente02.**

10. Efetue a análise dos pacotes capturados. Aplique o filtro icmpv6 no Wireshark e procure pelos pacotes RA. Analise os pacotes RA e veja se os dados contidos nos pacotes conferem com a teoria.

## Exercício 2 - DHCPv6 stateful

**Objetivo:** Mostrar o funcionamento do DHCPv6 no modo stateful. Configurar o servidor DHCPv6 para informar o endereço IPv6 que o cliente deverá atribuir a sua interface de rede, registrando qual cliente recebeu cada endereço.

**Parte 1** - Configure o servidor DHCPv6.

1. Entre no equipamento DHCPv6

Login: root

Senha: toor

2. Suba a interface **ens3** dessa máquina.

```
#ip link set dev ens3 up
```

3. Em seguida, configure o ISC KEA DHCP. Adicione as linhas em negrito e apague as linhas em vermelho nas configurações do arquivo encontrado em /etc/kea/kea-dhcp6.conf:

```
#nano /etc/kea/kea-dhcp6.conf
```

4. Edite a seguinte configuração:

```
{
  "Dhcp6": {
    "interfaces-config": {
      "interfaces": ["ens3"]
    },
    "control-socket": {
      "socket-type": "unix",
      "socket-name": "/run/kea/kea6-ctrl-socket"
    },
    "renew-timer": 1000,
    "rebind-timer": 2000,
    "preferred-lifetime": 3000,
    "valid-lifetime": 4000,
    "lease-database": {
      "type": "memfile",
      "persist": true
    },
  },
}
```

```
"subnet6": [  
  {  
    "id": 1,  
    "interface": "ens3",  
    "subnet": "2001:db8:cafe::/48",  
    "pd-pools": [  
      {  
        "prefix": "2001:db8:cafe::",  
        "prefix-len": 48,  
        "delegated-len": 56  
      }  
    ]  
    "subnet": "2001:db8:beba:c0ca::/64",  
    "pools": [  
      {  
        "pool": "2001:db8:beba:c0ca::1234-2001:db8:beba:c0ca::ffff"  
      }  
    ]  
  }  
]
```

O servidor DHCPv6 deve ser configurado para ouvir as requisições em uma interface de rede específica. Note que no nosso exemplo utilizamos a interface **"ens3"**. Lembre-se de mudar a interface caso seja necessário.

5. Salve o arquivo (CTRL+O e CTRL+X).
6. Depois de alterar o arquivo de configuração, reinicie o serviço DHCPv6 com o seguinte comando:

```
#!/etc/init.d/kea-dhcp6-server restart
```

7. Verifique se o serviço DHCPv6 foi reiniciado e está rodando sem erros:

```
#!/etc/init.d/kea-dhcp6-server status
```

8. Para consultar as informações de leases de endereços IPs atribuídos aos clientes consulte o arquivo:

```
#cat /var/lib/kea/kea-leases6.csv
```

Observe que o arquivo de leases encontra-se vazio, pois ainda não configuramos o cliente DHCP nas máquinas clientes.

9. Por último, inicie o programa Wireshark. No Wireshark inicie a captura de pacotes na interface ens3 e aplique o filtro dhcpv6.

## Parte 2 - Configure o serviço do Cliente DHCPv6 nas máquinas **Cliente03** e **Cliente04**.

1. Acesse o **Cliente03**. As credenciais dessa máquina também são:

Login: root

Senha: toor

2. Suba a interface eth0 da máquina **Cliente03**. Abra o terminal Termit e execute o comando:

```
#ip link set dev eth0 up
```

3. Verifique as configurações de endereços usando o seguinte comando no terminal Termit.

```
#ip address show
```

4. Habilite o cliente DHCPv6:

```
#dhclient -6 eth0
```

5. Verifique as configurações de endereços usando os seguintes comando:

```
#ip address show
```

6. Faça o mesmo processo na máquina **Cliente04**. Acesse o **Cliente04**. As credenciais dessa máquina também são:  
Login: root  
Senha: toor

7. Suba a interface eth0 da máquina **Cliente04**. Abra o terminal **Termit** e execute o comando:

```
#ip link set dev eth0 up
```

8. Verifique as configurações de endereços usando o seguinte comando no terminal Termit.

```
#ip address show
```

9. Habilite o cliente DHCPv6:

```
#dhclient -6 eth0
```

10. Verifique as configurações de endereços usando os seguintes comando:

```
#ip address show
```

11. Acesse a máquina DHCPv6 e consulte as informações de leases de endereços IPs que foram atribuídos aos clientes :

```
#cat /var/lib/kea/kea-leases6.csv
```

12. Agora, verifique a conectividade entre os equipamentos. Realize um ping6 da máquina **Cliente03** para o **Cliente01**.

```
#ping6 [IPCliente01]
```

Obs: Lembre-se de substituir [IPCliente01] pelo endereço IPv6 do Cliente01.  
Você conseguiu efetuar um ping no Cliente01?

Diferentemente do DHCPv4, o DHCPv6 não envia o endereço da rota padrão da rede. Deste modo, para que os clientes obtenham conectividade com outras redes, é preciso utilizar o DHCPv6 em conjunto com o protocolo *Neighbor Discovery*, ou realizar a configuração do roteador padrão manualmente em cada cliente.

### Parte 3 - Agora faça as seguintes configurações no roteador.

Para usar DHCPv6 em conjunto com o protocolo *Neighbor Discovery* é necessário habilitar o envio das mensagens RA nos roteadores da rede, para que estes se anunciem como roteadores padrão.

1. Acesse o roteador **MikrotikClientes**. As credenciais de acesso dessa máquina são:  
Login: admin  
Não tem senha, basta dar *enter*.
2. Adicione um endereço IP na interface ether3 que será utilizada para o envio das mensagens RA.

```
/ipv6 address add address=2001:db8:beba:c0ca::1/64 interface=ether3  
advertise=no
```

3. Configure o roteador **MikrotikClientes** de modo que ele envie a rota padrão da rede nas mensagens RA.

```
/ipv6 nd prefix add prefix=::/64 interface=ether3 on-link=yes autonomous=no
```

Ao definir 'autonomous=no' em um prefixo RA, o anúncio não enviará um prefixo no qual as máquinas clientes receptoras selecionarão um endereço. Elas apenas usarão o RA para definir uma rota padrão.

4. Observe que este comando cria um `ipv6 nd prefix` que será utilizado no RA que é transmitido para os Hosts clientes.

```
/ipv6 nd prefix print  
  
Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic  
0   prefix=2001:db8:beba:cafe::/64 interface=ether2 on-link=yes  
    autonomous=yes valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w  
  
1   prefix=::/64 interface=ether3 on-link=yes autonomous=no  
    valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w
```



5. Agora, finalize as configurações do Router Advertisement (RA)

```
/ipv6 nd add interface=ether3 managed-address-configuration=yes  
other-configuration=yes advertise-dns=yes
```

6. Verifique a conectividade entre os equipamentos. Realize um ping6 da máquina **Cliente03** para o **Cliente01**.

```
#ping6 [IPCliente01]
```

Obs: Lembre-se de substituir [IPCliente01] pelo endereço IPv6 do Cliente01.

Você conseguiu efetuar um ping no Cliente01?

### Exercício 3 - DHCPv6 Prefix Delegation

**Objetivo:** Mostrar o funcionamento da opção Prefix Delegation do DHCPv6. O servidor DHCPv6-PD atribuirá um prefixo de rede /56 IPv6 ao **MikrotikClientes**. Após o recebimento do prefixo, o **MikrotikClientes** irá dividi-lo em prefixos /64 e os distribuirá em cada uma das sub-redes. Em cada uma delas, o prefixo /64 será anunciado por mensagens RA para que os clientes finais gerem os endereços IPv6 de suas interfaces utilizando SLAAC.

**Parte 1** - Configure o servidor DHCPv6-PD.

1. Entre no equipamento DHCPv6-PD

Login: root

Senha: toor

2. Suba a interface **ens3** dessa máquina.

```
#ip link set dev ens3 up
```

3. Em seguida, configure o ISC KEA DHCP. Adicione as linhas em negrito nas configurações do arquivo encontrado em /etc/kea/kea-dhcp6.conf:

```
#nano /etc/kea/kea-dhcp6.conf
```

4. Insira a seguinte configuração:

```
{
  "Dhcp6": {
    "interfaces-config": {
      "interfaces": ["ens3"]
    },
    "control-socket": {
      "socket-type": "unix",
      "socket-name": "/run/kea/kea6-ctrl-socket"
    },
    "renew-timer": 1000,
    "rebind-timer": 2000,
    "preferred-lifetime": 3000,
    "valid-lifetime": 4000,
  }
}
```

```
"lease-database": {
  "type": "memfile",
  "persist": true
},

"subnet6": [
  {
    "id": 1,
    "interface": "ens3",
    "subnet": "2001:db8:bala::/48",
    "pd-pools": [
      {
        "prefix": "2001:db8:bala::",
        "prefix-len": 48,
        "delegated-len": 56
      }
    ]
  }
]
}
```

O servidor DHCPv6 deve ser configurado para ouvir as requisições em uma interface de rede específica. Note que no nosso exemplo utilizamos a interface **"ens3"**. Lembre-se de mudar a interface caso seja necessário.

5. Salve o arquivo (CTRL+O e CTRL+X).
6. Depois de alterar o arquivo de configuração, reinicie o serviço DHCPv6 com o seguinte comando:

```
#!/etc/init.d/kea-dhcp6-server restart
```

7. Verifique se o serviço DHCPv6 foi reiniciado e está rodando sem erros:

```
#!/etc/init.d/kea-dhcp6-server status
```

8. Para consultar as informações de leases de endereços IPs atribuídos aos clientes consulte o arquivo:

```
#!/cat /var/lib/kea/kea-leases6.csv
```

Observe que o arquivo de leases encontra-se vazio, pois ainda não configuramos o cliente DHCP nas máquinas clientes.

9. Por último, inicie o programa Wireshark. No Wireshark inicie a captura de pacotes na interface **ens3** e aplique o filtro `dhcpv6`.

**Parte 2** - Agora faça as seguintes configurações no roteador.

1. Acesse o roteador **MikrotikClientes**. As credenciais de acesso dessa máquina são:  
Login: admin  
Não tem senha, basta dar *enter*.
2. Crie o cliente DHCP PD no **MikrotikClientes**. Configure o cliente DHCP para receber o prefixo IPv6 e adicioná-lo a um bloco com o seguinte comando:

```
/ipv6 dhcp-client add interface=ether1 request=prefix  
pool-name=dhcpv6-pool-cpe pool-prefix-length=64
```

3. Observe que o servidor DHCPv6 enviou o prefixo `2001:db8:ba1a::/56`:

```
/ipv6 dhcp-client print  
  
Flags: D - dynamic, X - disabled, I - invalid  
#   IN.. STATUS           REQ PREFIX  
0   et.. bound            pre 2001:db8:ba1a::/56, 1h6m1s
```

4. Verifique se o bloco de endereços também foi criado:

```
/ipv6 pool print  
  
Flags: D - dynamic  
#   NAME                PREFIX                PREFIX-LENGTH  
EXPIRES-AFTER  
0   D dhcpv6-pool-cpe 2001:db8:ba1a::/56    64 1h3m2s
```

5. Nos próximos passos, iremos configurar o roteador **MikrotikClientes** para que divida o prefixo recebido de modo a distribuir prefixos /64 em cada interface. Adicione um endereço IP nas interfaces que serão utilizadas para o envio das mensagens RA.

```
/ipv6 address add address>:::1/64 interface=ether4
from-pool=dhcpv6-pool-cpe advertise=yes
```

6. Observe que este comando já cria um `ipv6 nd prefix` dinâmico que será utilizado nas mensagens RA e transmitido para a sub-rede das máquinas **clientes05 e clientes06**:

```
/ipv6 nd prefix print

Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic
 0   prefix=2001:db8:beba:cafe::/64 interface=ether2 on-link=yes
     autonomous=yes valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w

 1   prefix>:::/64 interface=ether3 on-link=yes autonomous=no
     valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w

 2 ID prefix=2001:db8:bala::/64 interface=ether4 on-link=yes
     autonomous=yes valid-lifetime=4w2d preferred-lifetime=1w
```

7. Também podemos observar que endereços IPv6 foram alocados as interfaces automaticamente do bloco de prefixo recebido:

```
/ipv6 address print

Flags: X - disabled, I - invalid, D - dynamic, G - global, L - link-local
#   ADDRESS                               FROM-POOL INTERFACE ADVERTISE
0 DL fe80::5267:ff:fe01:1/64              ether2      no
1 DL fe80::5267:ff:fe01:3/64              ether4      no
2 DL fe80::5267:ff:fe01:2/64              ether3      no
3 DL fe80::5267:ff:fe01:0/64              ether1      no
4 G 2001:db8:beba:cafe::1/64              ether2      no
5 G 2001:db8:beba:c0ca::1/64              ether3      no
6 G 2001:db8:bala::1/64                   dhcpv6...  ether4      yes
```

```
/ipv6 pool used print

POOL          PREFIX                               OWNER          INFO
dhcpv6-pool-cpe 2001:db8:bala::/64 Address ether4
```

8. Agora, só precisamos finalizar as configurações do Router Advertisement (RA) para que o roteador **MikrotikClientes** envie as mensagens RA. Porém, antes de habilitarmos o RA vamos configurar as máquinas clientes.

**Parte 3** - Realize as configurações prévias descritas a seguir.

1. Acesse o **Cliente05**. As credenciais dessa máquina são:

Login: root

Senha: toor

2. Suba a interface eth0 dessa máquina. Abra o terminal **Termit** e execute o comando:

```
#ip link set dev eth0 up
```

3. Verifique as configurações usando o seguinte comando no terminal **Termit**.

```
#ip address show
```

4. Agora faça o mesmo para o **Cliente06** (do passo 1. ao 3.)

5. Finalize as configurações do Router Advertisement. Acesse o roteador **MikrotikClientes** e habilite as mensagens RA:

```
/ipv6 nd add interface=ether4 managed-address-configuration=yes  
other-configuration=yes advertise-dns=yes
```

6. Retorne para as máquinas clientes e verifique o recebimento dos endereços usando o seguinte comando:

```
#ip address show
```

7. Por último, verifique a conectividade entre os equipamentos. Realize um ping6 da máquina **Cliente06** para o **Cliente05**, **Cliente03** e **Cliente01**.

```
#ping6 [IPCliente05]  
#ping6 [IPCliente03]  
#ping6 [IPCliente01]
```