

Laboratório Jool [NAT64 Stateful]

Objetivo

- Fornecer conectividade entre uma rede **IPv6** e uma rede **IPv4** utilizando a técnica de transição **NAT64 Stateful** (RFC 6146).

Topologia

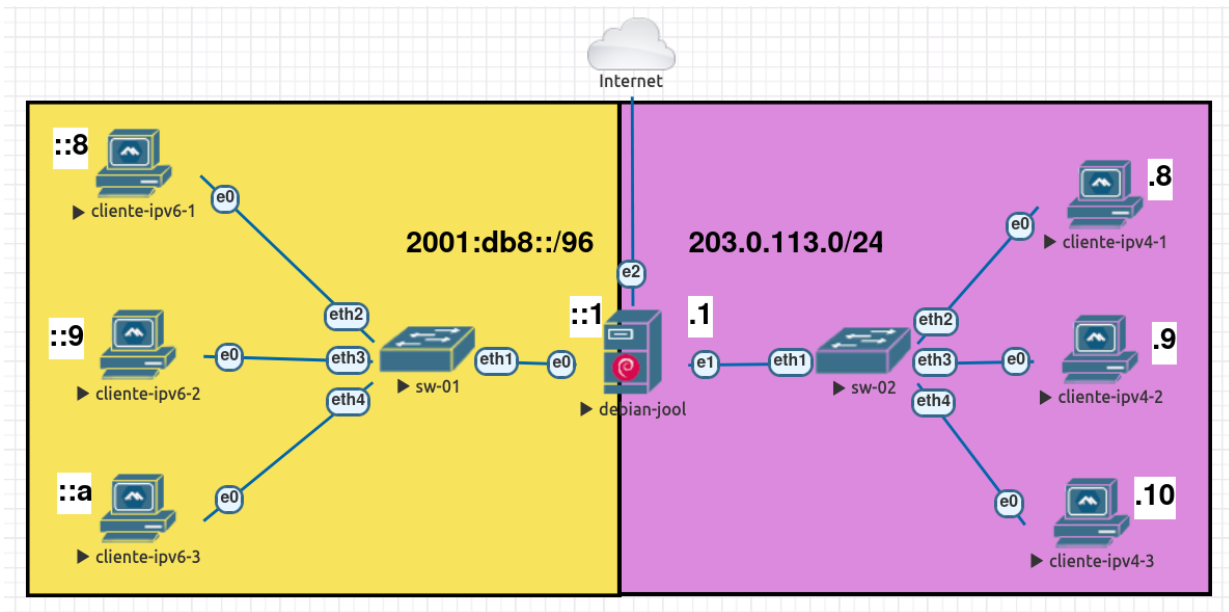


Fig. 1: Topologia NAT64 Stateful

Softwares Utilizados

- **Clientes:** Alpine Linux 3.17
- **Servidor (debian-jool):** Debian 12.5 (Bookworm)
 - **Jool:** Versão 4.1.11

⚠ Importante

Para todos os equipamentos, use as seguintes credenciais:

- **Usuário:** root
- **Senha:** toor

Tutorial

Parte 1 - Configurações de Rede [Servidor debian-jool]

1. No servidor **debian-jool**, abra o arquivo de configuração de rede (vamos utilizar o editor de texto **nano**, mas pode-se utilizar o editor de sua preferência).

```
# nano /etc/network/interfaces
```

2. Adicione/edite as seguintes informações no arquivo de configuração.

```
auto enp0s3
iface enp0s3 inet6 static
    address 2001:db8::1/96

auto enp0s4
iface enp0s4 inet static
    address 203.0.113.1/24
iface enp0s4 inet static
    address 203.0.113.2/24
iface enp0s4 inet static
    address 203.0.113.3/24

auto enp0s5
iface enp0s5 inet dhcp
```

Para salvar as alterações utilize a combinação de teclas **Ctrl+O** (confirmar com a tecla **ENTER**)
Para sair do nano utilize a combinação de teclas **Ctrl+X**

3. Aplique as configurações de rede.

```
# systemctl restart networking
```

4. Verifique se todas as interfaces foram configuradas corretamente.

```
# ip addr show
```

5. Teste a conectividade com a internet

```
# ping -c4 google.com
```

6. Ative o encaminhamento de pacotes nas interfaces.

```
# sysctl -w net.ipv4.conf.all.forwarding=1
# sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

⚠ Importante

Os computadores clientes já estão configurados.

Parte 2 - Instalação Jool

1. Certifique-se de que o *header* mais recente do seu *kernel* está sendo utilizado.

```
# apt update
# apt install linux-headers-$(uname -r) -y
```

2. Entre no diretório /tmp (isso evita erros de permissão do apt).

```
# cd /tmp
```

3. Baixe os arquivos .deb diretamente do repositório oficial do Jool no Github.

```
# wget https://github.com/NICMx/Jool/releases/download/v4.1.11/jool-dkms_4.1.11-1_all.deb
https://github.com/NICMx/Jool/releases/download/v4.1.11/jool-tools_4.1.11-1_amd64.deb
```

⚠ Importante

O comando acima deve ser digitado em uma única linha.

4. Instale os pacotes baixados.

```
# apt install ./jool-dkms_4.1.11-1_all.deb ./jool-tools_4.1.11-1_amd64.deb -y
```

i Nota

É possível instalar o Jool diretamente do repositório do Debian 12 com os seguintes comandos:

```
# apt install jool-dkms jool-tools
```

Isso instalará os pacotes presentes no repositório *stable* do Debian 12, o qual contém a versão 4.1.9 (**verificado no dia 10/05/2024**).

Parte 3 - Configuração do Jool

1. Ative o módulo do Jool.

```
# modprobe jool
```

2. Crie a instância Jool chamada "nat64", a qual utilizará a rede IPv6 64:ff9b::/96.

```
# jool instance add "nat64" --netfilter --pool6 64:ff9b::/96
```

Para realizar o processo de tradução, vamos utilizar a rede 64:ff9b::/96 (RFC 6052), a qual será utilizada para "incorporar" os endereços IPv4.

Por exemplo: 64:ff9b::203.0.113.8

3. Verifique se a instância foi criada corretamente.

```
# jool instance display
```

Parte 4 - Testes de Conectividade

A partir desse momento, a tradução já estará funcionando. Vamos realizar alguns testes de conectividade.

1. Acesse o computador **cliente-ipv6-1** e faça um teste de ping com destino ao **cliente-ipv4-1**.

```
# ping -c4 64:ff9b::203.0.113.8
```

2. Acesse o computador **cliente-ipv6-2** e faça um teste de ping com destino ao **cliente-ipv4-2**.

```
# ping -c4 64:ff9b::203.0.113.9
```

3. Acesse o computador **cliente-ipv6-3** e faça um teste de ping com destino ao **cliente-ipv4-3**.

```
# ping -c4 64:ff9b::203.0.113.10
```

Vamos verificar as sessões ICMP que estão ativas em nosso servidor Jool.

4. Acesse o **debian-jool** e verifique as sessões ICMP ativas com o seguinte comando.

```
# jool -i "nat64" session display --icmp
```

Veja que temos três sessões ICMP ativas (uma para cada cliente).

5. Verifique a relação entre os endereços IPv6 e IPv4 utilizados na tradução.

```
# jool -i "nat64" bib display --icmp
```

O comando acima exibe as informações contidas na BIB (*Binding Information Base*).

Note que para todos as sessões ICMP o mesmo endereço IPv4 é utilizado (**203.0.113.1**).

Porém, nosso servidor está configurado com três endereços IPv4 (**203.0.113.1**, **203.0.113.2** e **203.0.113.3**), mas se faz necessário informar ao Jool que ele deve utilizar todos esses endereços para a tradução.

Parte 5 - Configurando o pool4

1. Vamos adicionar os endereços IPv4 em nossa instância do Jool com os seguintes comandos.

```
# jool -i "nat64" pool4 add --tcp 203.0.113.1 61001-65535
# jool -i "nat64" pool4 add --udp 203.0.113.1 61001-65535
# jool -i "nat64" pool4 add --icmp 203.0.113.1 61001-65535

# jool -i "nat64" pool4 add --tcp 203.0.113.2 61001-65535
# jool -i "nat64" pool4 add --udp 203.0.113.2 61001-65535
# jool -i "nat64" pool4 add --icmp 203.0.113.2 61001-65535

# jool -i "nat64" pool4 add --tcp 203.0.113.3 61001-65535
# jool -i "nat64" pool4 add --udp 203.0.113.3 61001-65535
# jool -i "nat64" pool4 add --icmp 203.0.113.3 61001-65535
```

⚠ Importante

É possível adicionar um *range* de IPv4 no pool4, como por exemplo:

```
# jool -i "nat64" pool4 add --tcp 203.0.113.0/30 61001-65535
```

Esse comando adicionará os seguintes endereços IPv4 no pool4:

- 203.0.113.0
- 203.0.113.1
- 203.0.113.2
- 203.0.113.3

Por padrão, o Jool aloca o *range* de portas **61001-65535** (o mesmo *range* que utilizamos em nossa configuração).

Caso seja necessário, pode-se aumentar o número de portas utilizados.

Uma recomendação é utilizar uma parte das **portas efêmeras**, utilizadas pelo Linux (32768-61000).

Para mais detalhes, acesse: <https://nicmx.github.io/Jool/en/usr-flags-pool4.html#port-range>

2. Realize novamente os testes de ping

3. Verifique agora se algo mudou nas sessões ICMP e na BIB.

```
# jool -i "nat64" bib display --icmp
# jool -i "nat64" session display --icmp
```

Houve mudanças?

i Nota

Por padrão as sessões ICMP veem configuradas no Jool com o tempo de duração de 1 min (60 segundos).

É possível mudar o tempo das sessões ICMP do Jool com o seguinte comando:

```
# jool -i "nat64" global update icmp-timeout [[HH:]MM:]SS[.mmm]
```

Substituindo as letras pelo tempo desejado.

Por exemplo: para mudar o tempo de duração das sessões para 2 min (dois minutos), usa-se o seguinte comando:

```
# jool -i "nat64" global update icmp-timeout 00:02:00
```

4. Para verificar os pool4 criados, utilize os seguintes comandos.

```
# jool -i "nat64" pool4 display --tcp
# jool -i "nat64" pool4 display --udp
# jool -i "nat64" pool4 display --icmp
```

Parte 6 - Ativando os Logs

Por padrão, o Jool não vem com os *logs* ativados, no entanto, é recomendável ativá-los para facilitar *auditorias* e processos de *troubleshooting*.

1. Antes de ativar os logs, vamos verificar as opções disponíveis em nossa instância.

```
# jool -i "nat64" global display
```

2. Vamos ativar as opções **logging-bib** e **logging-session**.

```
# jool -i "nat64" global update logging-bib true
# jool -i "nat64" global update logging-session true
```

3. Verifique se as opções foram alteradas com sucesso.

```
# jool -i "nat64" global display
```

4. Utilize o seguinte comando para acessar os *logs* gerados.

```
# journalctl -f
```

⚠ Importante

Só serão exibidos nos *logs* as sessões e informações da BIB que forem criadas **após** a ativação das opções **logging-bib** e **logging-session**.

Dessa forma, se havia sessões ativas, faz-se necessário interromper essas sessões e criar novas sessões.

Parte 7 - Ativar as configurações permanentemente

Todas as configurações realizadas até o momento não são permanentes. Dessa forma, caso haja a necessidade de reiniciar o servidor, as mesmas serão perdidas.

O Jool oferece a possibilidade de armazenar as configurações em um arquivo (do formato **JSON**). Portanto, é possível manter as configurações permanentemente e facilitar futuras

automatizações.

É possível encontrar exemplos de arquivos no diretório `/usr/share/doc/jool-tools/examples/`:

- `jool.conf` (NAT64)
- `jool_siit.conf` (SIIT)

Para esse tutorial, foi preparado um arquivo com todas as configurações realizadas até o momento.

Você pode baixar esse arquivo através do seguinte *link*:

<https://moodle.saladeaula.nic.br/mod/resource/view.php?id=2395>

1. Antes de realizar as configurações, reinicie o servidor (dessa forma vamos perder todas as configurações realizadas no Jool).

```
# reboot
```

2. Após o servidor reiniciar, ative o módulo do Jool.

```
# modprobe jool
```

⚠ Importante

É possível ativar o módulo do Jool de forma permanente. Para isso, adicione a seguinte linha no arquivo `/etc/modules`

```
# jool
```

3. Ative o encaminhamento de pacotes nas interfaces.

```
# sysctl -w net.ipv4.conf.all.forwarding=1  
# sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

⚠ Importante

É possível ativar o módulo do Jool de forma permanente. Para isso, adicione as seguintes linhas no arquivo `/etc/sysctl.conf`

```
net.ipv4.ip_forward = 1  
net.ipv6.conf.all.forwarding = 1
```

4. Crie o diretório onde vamos armazenar o arquivo de configuração do Jool.

```
mkdir /etc/jool
```

5. Acesse o diretório e baixe o arquivo JSON.

```
# cd /etc/jool  
# wget -O jool.conf https://owncloud.in.ceptro.br/index.php/s/xjkE1lFRWDBEkg4/download
```

6. Ative o serviço do Jool.

```
# systemctl start jool
```

7. Verifique se a instância foi criada e se as configurações foram realizadas corretamente.

```
# jool instance display
```

```
# jool -i "nat64" global display
# jool -i "nat64" pool4 display --tcp
# jool -i "nat64" pool4 display --udp
# jool -i "nat64" pool4 display --icmp
```

8. Refaça os teste de ping e verifique se as sessões ICMP foram criadas e as informações que constam na BIB.

```
# jool -i "nat64" session display --icmp
# jool -i "nat64" bib display --icmp
```

i Nota

Caso seja necessário atualizar alguma configuração, basta editar o arquivo **jool.conf** e reiniciar o serviço do Jool com o seguinte comando.

```
# systemctl restart jool
```

Referências

- **Webinar LACNIC - Configuring IPv6 Only Linux Servers**
 - [ENG] <https://www.youtube.com/watch?v=RgyqKlAErsI&t>
 - [ESP] <https://www.youtube.com/watch?v=tG4OZikILWs>
 - [PT-BR] <https://www.youtube.com/watch?v=X6aJd3Z9dLg>
- **The Road Towards IPv6 Only Networks**
 - [ENG] <https://www.youtube.com/watch?v=XY7lprwqotc>
 - [ESP] <https://www.youtube.com/watch?v=a1A5y3X74c0>
 - [PT-BR] <https://www.youtube.com/watch?v=KzJ-Ng2Wolo&t>
- **RFC 6146**
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6146>
- **RFC 6052**
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6052>
- **Site Oficial do Projeto Jool**
<https://nicmx.github.io/Jool/en/index.html>