

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL – PUCRS**  
**ENGENHARIA DE SOFTWARE / BACHARELADO**

FELIPE FREITAS | LUIZA HELLER

**TRABALHO PRÁTICO**

Configuração de IPv4 e Roteamento com RIP

Porto Alegre – RS

2024/2

## Sumário

1.	Objetivo .....	3
2.	Topologia da Rede .....	3
2.1	Diagrama da Topologia.....	4
3.	Configuração de Endereços IPv4 e Máscaras de Subrede .....	5
3.1	Rede Interna .....	5
3.1.1	Subredes.....	5
3.1.2	Configuração DHCP .....	5
3.2	Rede Externa .....	5
4.	Configuração de Roteamento com RIP .....	6
4.1	Configuração do RIP nos Roteadores .....	6
5.	Configuração de NAT.....	7
5.1	Configuração do NAT no Roteador de Conexão com a Rede Externa .....	7
6.	Validação e Monitoramento .....	8
7.	Conclusão .....	10
7.1	ISP's configuration.....	11
7.2	PAN's configuration .....	11
7.3	PAN's NAT translation table after many pings from 2 hosts .....	12

# 1. Objetivo

O objetivo deste trabalho é criar e configurar uma rede local simulada (Rede Privada) usando o simulador GNS3. Esta rede inclui o endereçamento IPv4 dinâmico, NAT e roteamento dinâmico com o protocolo RIP, além de uma Rede Externa representando o ISP. O trabalho propõe explorar a interconectividade entre sub-redes privadas, utilizando o roteamento RIP e a tradução de endereços NAT para comunicação com uma rede pública.

## 2. Topologia da Rede

A topologia da rede foi configurada no GNS3 com as seguintes características:

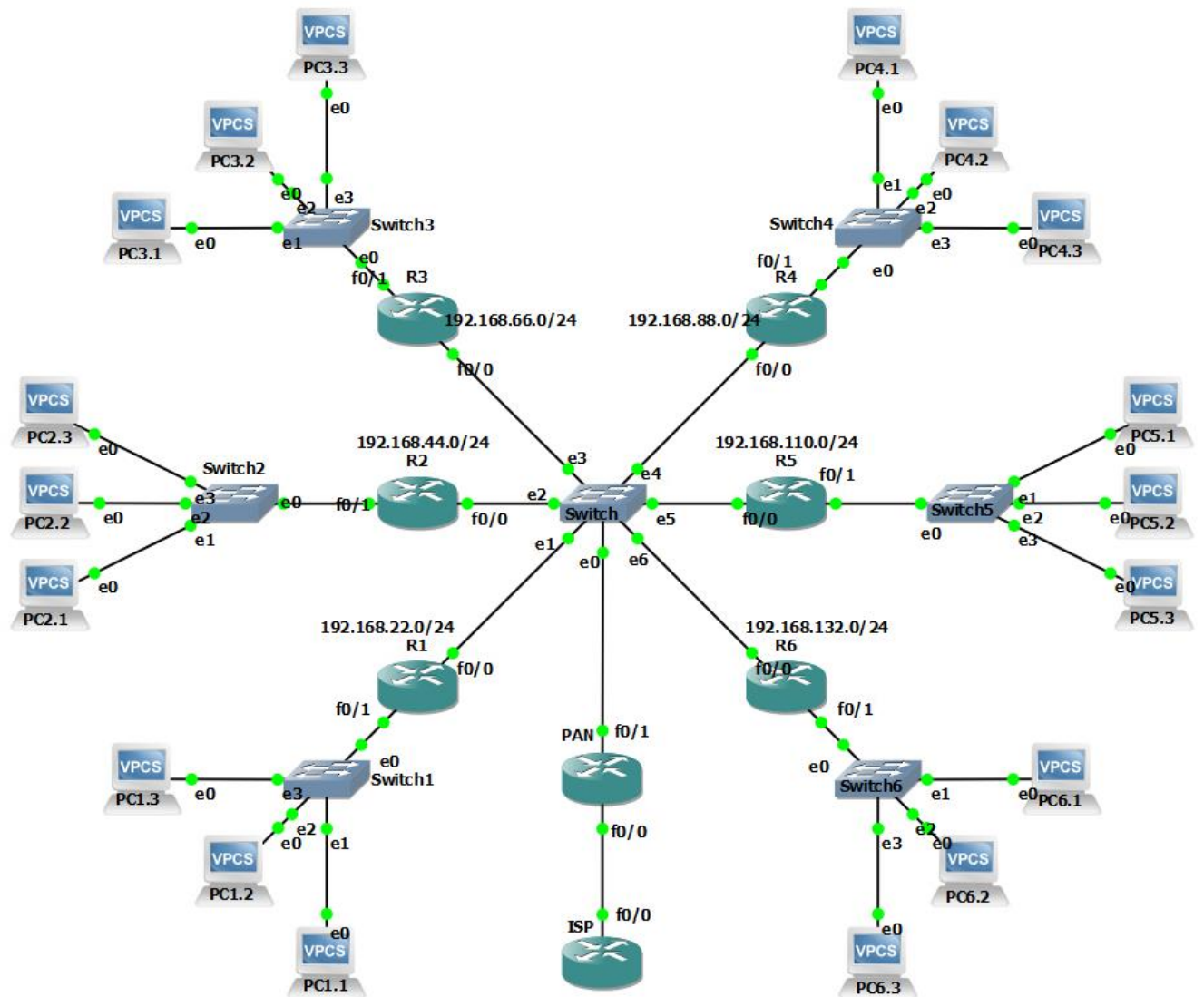
### 1. Rede Privada:

- Contém 6 subredes interligadas, cada uma com um roteador de borda.
- Cada subrede contém 3 hosts (representando dispositivos ou PCs), configurados com endereçamento IPv4 dinâmico, por meio de DHCP.
- As subredes usam endereços IP privados no modelo **Classfull**, como, por exemplo, 192.168.22.0.

### 2. Rede Externa:

- Simula o ISP (Internet Service Provider) ao qual a Rede Privada está conectada.
- Usa um endereço IPv4 público.
- Conecta-se a um único roteador da Rede Privada, através do qual o tráfego é trocado, em outras palavras, funcionando como porta de saída para a internet.

## 2.1 Diagrama da Topologia



## 3. Configuração de Endereços IPv4 e Máscaras de Subrede

### 3.1 Rede Interna

A rede interna, estabelecida no diagrama pelo roteador apelidado “PAN”, utiliza o endereço 192.168.0.0/24, é dividida em 6 subredes, todas utilizando a mesma máscara 255.255.255.0/24 e interligadas por um switch ethernet central.

#### 3.1.1 Subredes

As subredes podem ser vistas na tabela abaixo, e cada uma possui seu próprio roteador configurado com DHCP para que seus hosts tenham a si atribuídos um IP dinamicamente.

Nome	Subrede
R1	192.168.22.0
R2	192.168.44.0
R3	192.168.66.0
R4	192.168.88.0
R5	192.168.110.0
R6	192.168.132.0

#### 3.1.2 Configuração DHCP

```
conf t
int f0/1
ip address 192.168.[RouterSubnet].1 255.255.255.0
no shut
ip dhcp pool sn[RouterID]
network 192.168.[RouterSubnet].0 255.255.255.0
default-router 192.168.[RouterSubnet].1
ip dhcp excluded-address 192.168.[Subnet].1
```

### 3.2 Rede Externa

A rede externa, representada no diagrama pelo roteador “ISP”, utiliza IP 21.23.22.0/24 e conhece apenas a interface conectada por um cabo ethernet ao roteador de borda da rede interna.

## 4. Configuração de Roteamento com RIP

Para o roteamento, configuramos cada roteador para usar o protocolo RIP, permitindo melhor comunicação entre as sub-redes. O RIP compartilha informações de rota, para garantir que os pacotes de dados encontrem o caminho certo entre as sub-redes, ou seja, os roteadores terão suas tabelas de roteamento compartilhada, permitindo a conectividade entre todas as subredes.

### 4.1 Configuração do RIP nos Roteadores

Nos roteadores de borda das subredes, foram configurados os seguintes comandos de RIP:

```
enable
conf t
int f0/0
ip address 192.168.0.[N] 255.255.255.0
no shut
router rip
    version 2
    redistribute connected
    network 192.168.0.0
    network 192.168.22.0
    network 192.168.44.0
    network 192.168.66.0
    network 192.168.88.0
    network 192.168.110.0
    network 192.168.132.0 no passive-interface f0/0
    no passive-interface f0/1
end
clear ip route *
```

## 5. Configuração de NAT

No roteador que conecta a Rede Privada à Rede Externa, configuramos o NAT dinâmico para traduzir os endereços privados em endereços públicos, antes que o tráfego seja enviado para fora de rede privada. A falta dessa configuração, ou, a falta do NAT, resultaria na Rede Externa, que representa a internet, não aceitando IPs privados. O roteador PAN foi configurado para converter os endereços privados dentro da subrede 192.168.0.0/24 para endereços dentro do intervalo público 21.23.22.8 - 21.23.22.15

### 5.1 Configuração do NAT no Roteador de Conexão com a Rede Externa

---

```
conf t
    int f0/1
    ip address 192.168.0.7 255.255.255.0
    ip nat inside
    no shut
    int f0/0
    ip address 21.23.22.7 255.255.255.0
    ip nat outside
    no shut
    access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.255.255
    ip nat pool internet 21.23.22.8 21.23.22.15 netmask 255.255.255.0
    ip nat inside source list 1 pool internet overload
    router rip
        version 2
        redistribute connected
        network 192.168.0.0
        network 192.168.22.0
        network 192.168.44.0
        network 192.168.66.0
        network 192.168.88.0
        network 192.168.110.0
        network 192.168.132.0
        no passive-interface f0/0
        no passive-interface f0/1
    end
clear ip route *
```

## 6. Validação e Monitoramento

Para verificar o funcionamento da configuração e do roteamento, foram gerados diversos tipos de tráfego e monitorados os eventos da rede. Os principais testes realizados foram:

1. **Atribuição de Endereços IPv4:** Confirmamos que os hosts em cada subrede receberam IPs de forma dinâmica via DHCP, validando a distribuição automática de endereços.

- a. Configuração (DHCP) dos roteadores 3 e 4:

```
Router>sh ip dhcp binding
Bindings from all pools not associated with VRF:
IP address      Client-ID/      Lease expiration    Type
                Hardware address/
                User name
192.168.66.2     0100.5079.6668.04    Mar 02 2002 12:00 AM    Automatic
192.168.66.3     0100.5079.6668.03    Mar 02 2002 12:00 AM    Automatic
192.168.66.4     0100.5079.6668.05    Mar 02 2002 12:00 AM    Automatic
Router>
```

```
Router>sh ip dhcp binding
Bindings from all pools not associated with VRF:
IP address      Client-ID/      Lease expiration    Type
                Hardware address/
                User name
192.168.88.2     0100.5079.6668.07    Mar 02 2002 12:00 AM    Automatic
192.168.88.3     0100.5079.6668.08    Mar 02 2002 12:00 AM    Automatic
192.168.88.4     0100.5079.6668.06    Mar 02 2002 12:01 AM    Automatic
Router>
```

2. **Troca de Informações de Roteamento (RIP):** A troca de tabelas de roteamento entre os roteadores foi monitorada, de forma a verificar que cada roteador conhecia todas as subredes da Rede Privada.

- a. Aqui podemos ver que qualquer roteador pode acessar a sub-rede de qualquer outro, pois estas são conhecidas por eles através da rede comum 192.168.0.0/24. Ainda, todos os roteadores conhecem um meio de “acessar a internet”, representada pelo ip 21.0.0.0/8, disponibilizado pelo roteador “PAN”. Abaixo seguem fotos das tabelas dos roteadores R3 e R4, respectivamente.

```
R 192.168.132.0/24 [120/1] via 192.168.0.6, 00:00:10, FastEthernet0/0
R 192.168.88.0/24 [120/1] via 192.168.0.4, 00:00:20, FastEthernet0/0
R 192.168.44.0/24 [120/1] via 192.168.0.2, 00:00:20, FastEthernet0/0
R 192.168.110.0/24 [120/1] via 192.168.0.5, 00:00:18, FastEthernet0/0
R 21.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.0.7, 00:00:12, FastEthernet0/0
C 192.168.66.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
R 192.168.22.0/24 [120/1] via 192.168.0.1, 00:00:20, FastEthernet0/0
C 192.168.0.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
R 192.168.132.0/24 [120/1] via 192.168.0.6, 00:00:01, FastEthernet0/0
C 192.168.88.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
R 192.168.44.0/24 [120/1] via 192.168.0.2, 00:00:00, FastEthernet0/0
R 192.168.110.0/24 [120/1] via 192.168.0.5, 00:00:06, FastEthernet0/0
R 21.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.0.7, 00:00:24, FastEthernet0/0
R 192.168.66.0/24 [120/1] via 192.168.0.3, 00:00:09, FastEthernet0/0
R 192.168.22.0/24 [120/1] via 192.168.0.1, 00:00:01, FastEthernet0/0
C 192.168.0.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```



3. **Tradução de Endereços (NAT):** Ao gerar tráfego entre a Rede Privada e a Rede Externa, confirmamos que os endereços privados foram traduzidos para o endereço público pelo NAT.

- a. Aqui temos a tabela de tradução do NAT, após a execução dos pings das subredes 1 e 2 para ISP.

```
Router>sh ip nat translations
Pro Inside global      Inside local      Outside local      Outside global
icmp 21.23.22.8:11795  192.168.22.2:11795 21.23.22.1:11795  21.23.22.1:11795
icmp 21.23.22.8:12307  192.168.22.2:12307 21.23.22.1:12307  21.23.22.1:12307
icmp 21.23.22.8:12819  192.168.22.2:12819 21.23.22.1:12819  21.23.22.1:12819
icmp 21.23.22.8:13075  192.168.22.2:13075 21.23.22.1:13075  21.23.22.1:13075
icmp 21.23.22.8:13587  192.168.22.2:13587 21.23.22.1:13587  21.23.22.1:13587
icmp 21.23.22.8:8979   192.168.44.2:8979  21.23.22.1:8979   21.23.22.1:8979
icmp 21.23.22.8:9491   192.168.44.2:9491  21.23.22.1:9491   21.23.22.1:9491
icmp 21.23.22.8:10003  192.168.44.2:10003 21.23.22.1:10003  21.23.22.1:10003
icmp 21.23.22.8:10515  192.168.44.2:10515 21.23.22.1:10515  21.23.22.1:10515
icmp 21.23.22.8:10771  192.168.44.2:10771 21.23.22.1:10771  21.23.22.1:10771
Router>
```

4. **Tráfego Gerado e Eventos:** Testamos a conectividade entre as subredes e entre a Rede Privada e a Rede Externa, verificando a troca de pacotes com sucesso.

- a. Temos imagens mostrando um PC da Sub-rede 1 fazendo ping em outro PC da Sub-rede 2 e vice-versa, mostrando que é possível acessar qualquer sub-rede na rede.

```
Executing the startup file
DDORRA IP 192.168.44.2/24 GW 192.168.44.1

VPCS> ping 192.168.22.2
192.168.22.2 icmp_seq=1 timeout
192.168.22.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 192.168.22.2 icmp_seq=3 ttl=62 time=736.260 ms
84 bytes from 192.168.22.2 icmp_seq=4 ttl=62 time=644.473 ms
84 bytes from 192.168.22.2 icmp_seq=5 ttl=62 time=687.515 ms

VPCS>
```

```
Executing the startup
file
DDORA IP 192.168.22.2/24 GW 192.168.22.1

VPCS> ping 192.168.44.3
192.168.44.3 icmp_seq=1 timeout
192.168.44.3 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 192.168.44.3 icmp_seq=3 ttl=62 time=766.615 ms
84 bytes from 192.168.44.3 icmp_seq=4 ttl=62 time=658.531 ms
84 bytes from 192.168.44.3 icmp_seq=5 ttl=62 time=601.174 ms

VPCS>
```

- b. Aqui temos uma captura de tela do roteador do ISP tentando fazer ping primeiro em um endereço público que ele conhece e, em seguida, em IPs privados (que estão sendo bloqueados conforme o esperado).

```
Router>ping 21.23.22.7

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 21.23.22.7, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 204/264/316 ms
Router> 192.168.0.7
Trying 192.168.0.7 ...
% Destination unreachable; gateway or host down

Router>ping 192.168.88.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.88.1, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)
```

## 7. Conclusão

O trabalho nos permitiu a aplicação prática dos conceitos de redes, incluindo endereçamento IPv4, NAT e roteamento dinâmico com RIP. A configuração no simulador GNS3 foi realizada com sucesso, permitindo a comunicação entre as subredes e a conexão com uma Rede Externa simulada. Todos os requisitos foram atendidos, e os testes de validação demonstraram a funcionalidade adequada do roteamento e do NAT.

Abaixo estão mais algumas capturas de tela de configurações de roteador e similares. Também temos os arquivos de configuração para cada roteador e todas as capturas de tela disponíveis no mesmo diretório deste relatório, caso você queira reproduzir o aplicativo.

## 7.1 ISP's configuration

```
Router>sh ip int br
Interface                               IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0                        21.23.22.1      YES NVRAM    up              up
Serial0/0                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet0/1                        unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial0/1                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet1/0                        unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial2/0                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial2/1                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial2/2                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial2/3                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Router>sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    21.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       21.23.22.0 is directly connected, FastEthernet0/0
Router>
```

## 7.2 PAN's configuration

```
Router>sh ip int br
Interface                               IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0                        21.23.22.7      YES NVRAM    up              up
Serial0/0                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet0/1                        192.168.0.7     YES NVRAM    up              up
Serial0/1                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet1/0                        unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial2/0                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial2/1                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial2/2                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial2/3                              unassigned      YES NVRAM    administratively down down
NV10                                    unassigned      NO  unset    up              up
Router>sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

R       192.168.132.0/24 [120/1] via 192.168.0.6, 00:00:06, FastEthernet0/1
R       192.168.88.0/24 [120/1] via 192.168.0.4, 00:00:27, FastEthernet0/1
R       192.168.44.0/24 [120/1] via 192.168.0.2, 00:00:00, FastEthernet0/1
R       192.168.110.0/24 [120/1] via 192.168.0.5, 00:00:08, FastEthernet0/1
    21.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       21.23.22.0 is directly connected, FastEthernet0/0
R       192.168.66.0/24 [120/1] via 192.168.0.3, 00:00:03, FastEthernet0/1
R       192.168.22.0/24 [120/1] via 192.168.0.1, 00:00:09, FastEthernet0/1
C       192.168.0.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
Router>
```

### 7.3 PAN's NAT translation table after many pings from 2 hosts

```
Router>sh ip nat translations
Pro Inside global      Inside local      Outside local      Outside global
icmp 21.23.22.8:32532  192.168.22.2:32532 21.23.22.1:32532   21.23.22.1:32532
icmp 21.23.22.8:33044  192.168.22.2:33044 21.23.22.1:33044   21.23.22.1:33044
icmp 21.23.22.8:33556  192.168.22.2:33556 21.23.22.1:33556   21.23.22.1:33556
icmp 21.23.22.8:1026   192.168.22.2:34068 21.23.22.1:34068   21.23.22.1:1026
icmp 21.23.22.8:34580  192.168.22.2:34580 21.23.22.1:34580   21.23.22.1:34580
icmp 21.23.22.8:35092  192.168.22.2:35092 21.23.22.1:35092   21.23.22.1:35092
icmp 21.23.22.8:35604  192.168.22.2:35604 21.23.22.1:35604   21.23.22.1:35604
icmp 21.23.22.8:20244  192.168.44.3:20244 21.23.22.1:20244   21.23.22.1:20244
icmp 21.23.22.8:20756  192.168.44.3:20756 21.23.22.1:20756   21.23.22.1:20756
icmp 21.23.22.8:21268  192.168.44.3:21268 21.23.22.1:21268   21.23.22.1:21268
icmp 21.23.22.8:21780  192.168.44.3:21780 21.23.22.1:21780   21.23.22.1:21780
icmp 21.23.22.8:22036  192.168.44.3:22036 21.23.22.1:22036   21.23.22.1:22036
icmp 21.23.22.8:23060  192.168.44.3:23060 21.23.22.1:23060   21.23.22.1:23060
icmp 21.23.22.8:23316  192.168.44.3:23316 21.23.22.1:23316   21.23.22.1:23316
icmp 21.23.22.8:23828  192.168.44.3:23828 21.23.22.1:23828   21.23.22.1:23828
icmp 21.23.22.8:24340  192.168.44.3:24340 21.23.22.1:24340   21.23.22.1:24340
icmp 21.23.22.8:24852  192.168.44.3:24852 21.23.22.1:24852   21.23.22.1:24852
icmp 21.23.22.8:25108  192.168.44.3:25108 21.23.22.1:25108   21.23.22.1:25108
icmp 21.23.22.8:25620  192.168.44.3:25620 21.23.22.1:25620   21.23.22.1:25620
icmp 21.23.22.8:26132  192.168.44.3:26132 21.23.22.1:26132   21.23.22.1:26132
icmp 21.23.22.8:26644  192.168.44.3:26644 21.23.22.1:26644   21.23.22.1:26644
icmp 21.23.22.8:27156  192.168.44.3:27156 21.23.22.1:27156   21.23.22.1:27156
```