

1. Utwórz maszynę wirtualną Virbian0, która będzie miała dwie karty sieciowe: jedną z domyślną konfiguracją sieciową (NAT), zaś drugą zmostkowaną z siecią local0.

- Tworzymy nową maszynę wirtualną w Virtualbox (ikona *New*):
 - Name: Virbian0
 - Type: Linux
 - Version: Debian (64-bit)
- Wielkość pamięci: 1024 MB (zalecana)
- Dysk twardy: użyj istniejącego pliku wirtualnego dysku twardego, następnie wybieramy plik *Virbian.vdi*. Klikamy *Create*. Zakładamy, że podłączony obraz jest już w trybie tylko do odczytu.
- Klikamy prawym przyciskiem na utworzoną maszynę, wybierając jej ustawienia (*Settings*)
- Przechodzimy do zakładki sieci (*Networks*). Pierwsza karta sieciowa (*Adapter 1*) jest już ustawiona z domyślną konfiguracją NAT, klikamy na *Adapter 2*, włączamy kartę i wybieramy opcję podłączenia do sieci wewnętrznej (*Attached to: Internal Network*) i nadajemy nazwę *local0*. Zatwierdzamy ustawienia klikając przycisk *OK*.

2. Utwórz maszynę wirtualną Virbian1, która będzie miała dwie karty sieciowe, jedną zmostkowaną z siecią local0, zaś drugą z siecią local1.

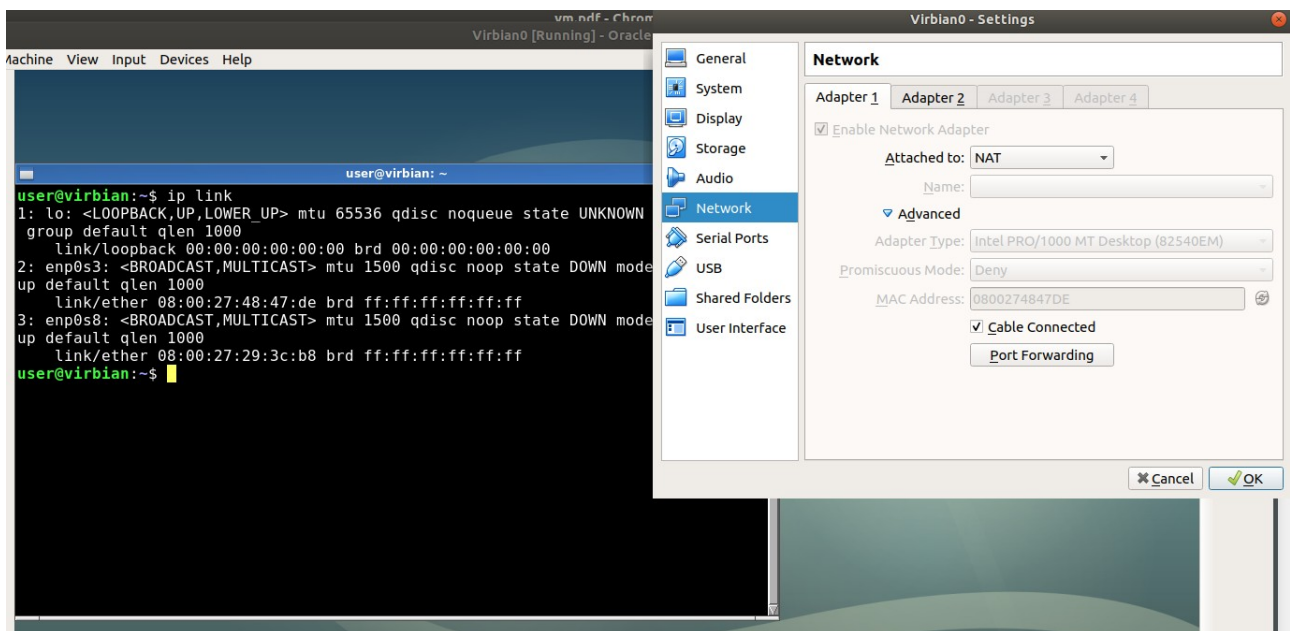
- Tworzymy nową maszynę analogicznie jak w punkcie 1.
- W zakładce sieci wybieramy następujące opcje dla 1 i 2 karty sieciowej:
 - *Adapter 1: Attached to: Internal Network* *Name: local0*
 - *Adapter 2: Attached to: Internal Network* *Name: local1*

3. Utwórz maszynę wirtualną Virbian2, która będzie miała jedną kartę sieciową zmostkowaną z siecią local1.

- Tworzymy nową maszynę analogicznie jak w punktach 1, 2.
- W zakładce sieci wybieramy następujące opcje dla 1 karty sieciowej:
 - *Adapter 1: Attached to: Internal Network* *Name: local1*

4. Uruchom maszyny i nazwij ich interfejsy tak jak na rysunku powyżej. Uzyskaj konfigurację sieciową dla interfejsu enp-ext maszyny Virbian0 poleceniem V0#> dhclient -v enp-ext

- Włączamy maszyny, klikając na każdą z nich, a następnie przycisk *Start*
- Poleceniem *ip link* wyświetlamy listę dostępnych interfejsów na danej maszynie. Aby sprawdzić, który interfejs należy do danej karty sieciowej, wchodzimy w ustawienia sieci danej maszyny i porównujemy MAC adresy z sekcji ustawień z MAC adresami interfejsów. Przykładowo, poniżej na rysunku widzimy, że dla maszyny *Virbian0* sieci z konfiguracją NAT odpowiada interfejs *enp0s3*.



- Wykonujemy komendy:
 - Dla maszyny Virbian0:
 - `sudo ip link set enp0s3 name enp-ext`
 - `sudo ip link set enp0s8 name enp-loc0`
 - Dla maszyny Virbian1:
 - `sudo ip link set enp0s3 name enp-loc0`
 - `sudo ip link set enp0s8 name enp-loc1`
 - Dla maszyny Virbian2:
 - `sudo ip link set enp0s3 name enp-loc1`
 - Poleceniem `ip link` możemy sprawdzić, czy nazwy zostały zmienione prawidłowo.
 - W przypadku maszyny Virbian0 wykonujemy dodatkowo komendę podaną w poleceniu:
 - `sudo dhclient -v enp-ext`
- Otrzymany adres dla `enp-ext` w moim przypadku to: 10.0.2.15

5. Przypisz obu interfejsom `enp-loc0` i obu interfejsom `enp-loc1` adresy IP z sieci 192.168.0.0/24 i 192.168.1.0/24 jak na rysunku. Sprawdź osiągalność interfejsów bezpośrednio połączonych maszyn poleceniem `ping`.

Każdy z wymienionych interfejsów musimy najpierw aktywować, a następnie przypisać mu adresy IP używając następujących komend:

- Virbian0:
 - `sudo ip link set up dev enp-loc0`
 - `sudo ip addr add 192.168.0.1/24 dev enp-loc0`
- Virbian1:
 - `sudo ip link set up dev enp-loc0`
 - `sudo ip addr add 192.168.0.2/24 dev enp-loc0`
 - `sudo ip link set up dev enp-loc1`
 - `sudo ip addr add 192.168.1.1/24 dev enp-loc1`
- Virbian2:

- *sudo ip link set up dev enp-loc1*
- *sudo ip addr add 192.168.1.2/24 dev enp-loc1*

Sprawdzamy poleceniem *ping* każdego sąsiada danej maszyny, czy jest osiągalny, a także to, czy przypisaliśmy adresy interfejsom zgodnie z oczekiwaniami zadania:

- *Virbian0:*
 - *ping 192.168.0.2* (sąsiad *Virbian1*)
- *Virbian1:*
 - *ping 192.168.0.1* (sąsiad *Virbian0*)
 - *ping 192.168.1.2* (sąsiad *Virbian2*)
- *Virbian2:*
 - *ping 192.168.1.1* (sąsiad *Virbian1*)

6. Skonfiguruj routing na maszynie *Virbian0* : określ, że do sieci 192.168.1.0/24 można dostać się wysyłając pakiety do 192.168.0.2.

Dodajemy wpis w tablicy routingu za pomocą komendy:

- *sudo ip route add 192.168.1.0/24 via 192.168.0.2*

7. Skonfiguruj routing na maszynie *Virbian2* : określ bramę domyślną jako 192.168.1.1.

Dodajemy wpis w tablicy routingu określający bramę domyślną za pomocą komendy:

- *sudo ip route add default via 192.168.1.1*

8. Z każdej maszyny wirtualnej powinny być teraz osiągalne wszystkie interfejsy *enp-loci* . Sprawdź to poleceniem *ping*. Wyświetl trasę z maszyny *Virbian2* do maszyny *Virbian0* poleceniem *traceroute*.

Poleceniem *ping* sprawdzamy, czy z każdej maszyny wirtualnej możemy osiągnąć interfejsy *enp-loc0* i *enp-loc1*:

- *Virbian0:*
 - *ping 192.168.0.2*
 - *ping 192.168.1.1*
 - *ping 192.168.1.2*
- *Virbian1:*
 - *ping 192.168.0.1*
 - *ping 192.168.1.2*
- *Virbian2:*
 - *ping 192.168.0.2*
 - *ping 192.168.1.1*
 - *ping 192.168.0.1*

Wykonując na maszynie *Virbian2* polecenie *sudo traceroute -I 192.168.0.1* (adres docelowy do adres maszyny *Virbian0*) otrzymujemy następujące wyniki:

```
rtt min/avg/max/mdev = 0.333/0.383/1.021/0.644 ms
user@virbian:~$ sudo traceroute -I 192.168.0.1
traceroute to 192.168.0.1 (192.168.0.1), 30 hops max, 60 byte packets
 1 192.168.1.1 (192.168.1.1) 0.388 ms 0.245 ms 0.719 ms
 2 192.168.0.1 (192.168.0.1) 1.506 ms 1.360 ms 1.232 ms
user@virbian:~$
```

Co jest zgodne z oczekiwaniami, gdyż adres 192.168.1.1 to adres interfejsu *enp-loc1* pośredniczącej maszyny *Virbian1*.

9. Z maszyny Virbian0 pingnij adres 8.8.8.8; zaobserwuj, że otrzymywana jest odpowiedź. Pingnij ten sam adres z maszyny Virbian2. Czy zapytanie dochodzi do maszyny Virbian0 ? Czy otrzymywana jest odpowiedź? Dlaczego? Zastanów się, kogo należałoby powiadomić o konfiguracji naszej sieci, żeby odpowiedź z komputera 8.8.8.8 wracała do maszyny Virbian2.

Wykonujemy komendę *ping 8.8.8.8* w maszynie *Virbian0* i otrzymujemy odpowiedź:

```
Virbian0 [Running] - Oracle VM
File Machine View Input Devices Help

user@virbian: ~

user@virbian:~$ ping 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=63 time=69.6 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=63 time=62.7 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=63 time=61.10 ms
^C
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 4ms
rtt min/avg/max/mdev = 61.956/64.732/69.571/3.440 ms
user@virbian:~$
```

Następnie wykonujemy tę samą komendę w maszynie *Virbian2* i otrzymujemy:

```
Virbian2 [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

user@virbian: ~

user@virbian:~$ ping 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
From 192.168.1.1 icmp_seq=1 Destination Net Unreachable
From 192.168.1.1 icmp_seq=2 Destination Net Unreachable
From 192.168.1.1 icmp_seq=3 Destination Net Unreachable
From 192.168.1.1 icmp_seq=4 Destination Net Unreachable
^C
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
5 packets transmitted, 0 received, +4 errors, 100% packet loss, time 9ms
user@virbian:~$
```

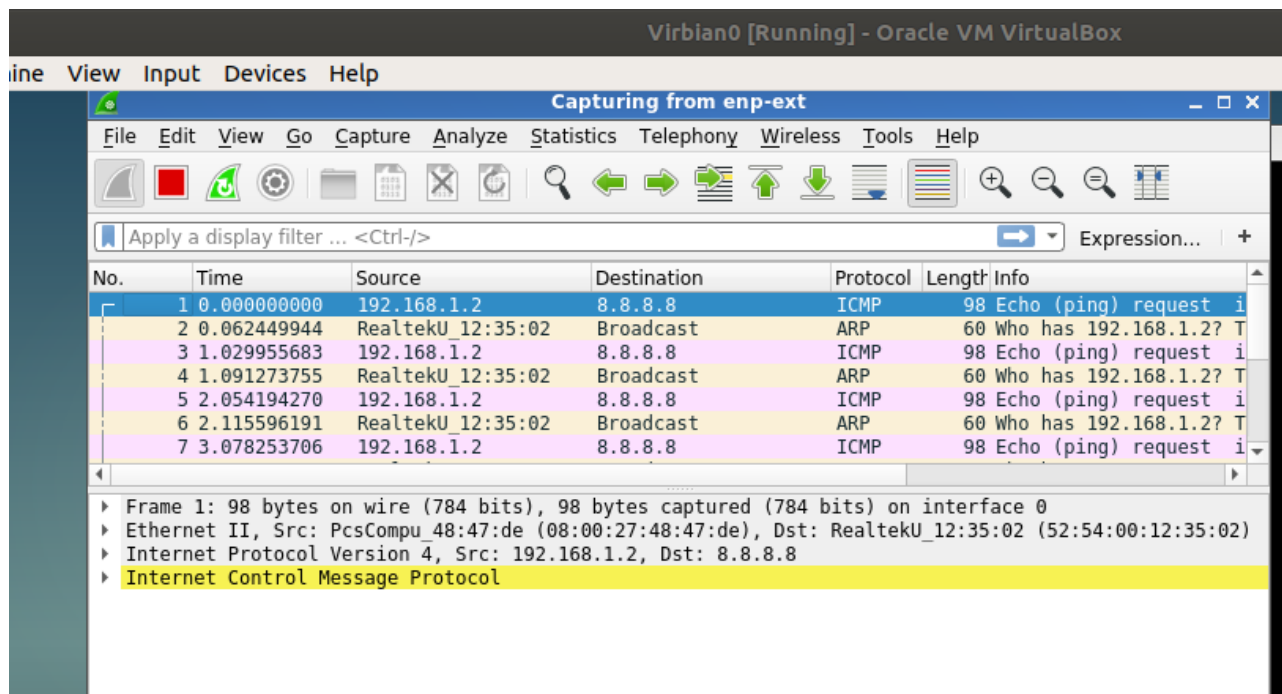
Pakiety nie dochodzą do maszyny *Vibrian0*, gdyż maszyna *Vibrian1* nie ma wpisu w swojej tablicy routingu informującego o tym, gdzie ma wysłać pakiet o adresie 8.8.8.8 dalej.

Możemy to skorygować dodając wpis z bramą domyślną do tablicy *Vibrian1*:

- `sudo ip route add default via 192.168.0.1`

Teraz *Vibrian1* będzie kierować pakiety o adresie 8.8.8.8 do interfejsu *enp-loc0* maszyny *Vibrian0*.

Możemy zaobserwować, że teraz pakiety z *Vibrian2* dochodzą do interfejsu *enp-ext* maszyny *Vibrian0*, i są wysyłane do odbiorcy, nadal jednak nie otrzymujemy odpowiedzi w przypadku wykonania pinga z maszyny *Vibrian2*:



Dzieje się tak, ponieważ w pakiecie odpowiedzi adres docelowy to adres maszyny *Vibrian2* 192.168.1.2, a w tablicy routingu hosta-komputera nie ma żadnych informacji na temat utworzonych przez nas sieci 192.168.0.0/24 i 192.168.1.0/24 - wszelka otrzymana odpowiedź od 8.8.8.8 zatrzymuje się więc na naszym hoście-komputerze, który nie wie o istnieniu naszych wirtualnych sieci.

Musieliśmy zaktualizować tablicę routingu hosta-komputera o wpisy zawierające utworzone przez nas sieci, aby móc przesyłać do nich pakiety z hosta-komputera.

W przypadku wysyłania pakietów z *Vibrian0* otrzymujemy odpowiedź tylko dlatego, że wysyłamy je z interfejsu NAT skonfigurowanego przy pomocy *dhclient* – host-komputer ma skojarzony adres IP z interfejsu NAT w swojej tablicy routingu.