

UNIVERZITET U SARAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET
ODSJEK ZA TELEKOMUNIKACIJE

Napredni telekomunikacijski protokoli i mreže nove generacije

PROJEKTNI ZADATAK

Hasanbegović Selma, 1574/17753
Mahovac Nerman, 1575/17919
Velić Nejra, 1634/17313

Sarajevo, 2021. godina

Sadržaj

Sadržaj	i
1 Praktična realizacija sistema	1
1.1 Opis projektnog zadatka	1
1.2 SIP server	2
1.3 FTP server	5
1.4 VoD server	6
1.5 <i>Backbone</i> mreža	7
1.5.1 Ruter 1	7
1.5.2 Ruter 2	9
1.5.3 Ruter 3	11
1.5.4 Ruter 4	13
1.5.5 Ruter 5	15
1.5.6 Ruter 6	17
1.5.7 Ruter 7	18
1.5.8 Ruter 8	21
2 Testiranje sistema	25
2.1 Testiranje SIP servera	25
2.2 Testiranje FTP servera	29
2.3 Testiranje VoD servera	31
2.3.1 ExoPlayer rješenje	32
Popis slika	34

1. Praktična realizacija sistema

1.1. Opis projektnog zadatka

Jedan od značajnijih rezultata ubrzanog razvoja telekomunikacijskih sistema predstavljen je konvergencijom mreža, što zapravo označava upotrebu jedne mreže za prenos više različitih usluga. Cilj projektnog zadatka je upravo projektovati jednu takvu mrežu. Dakle, potrebno je realizovati *triple-play* sistem koji će biti osposobljen za prenos videa, govora i podataka.

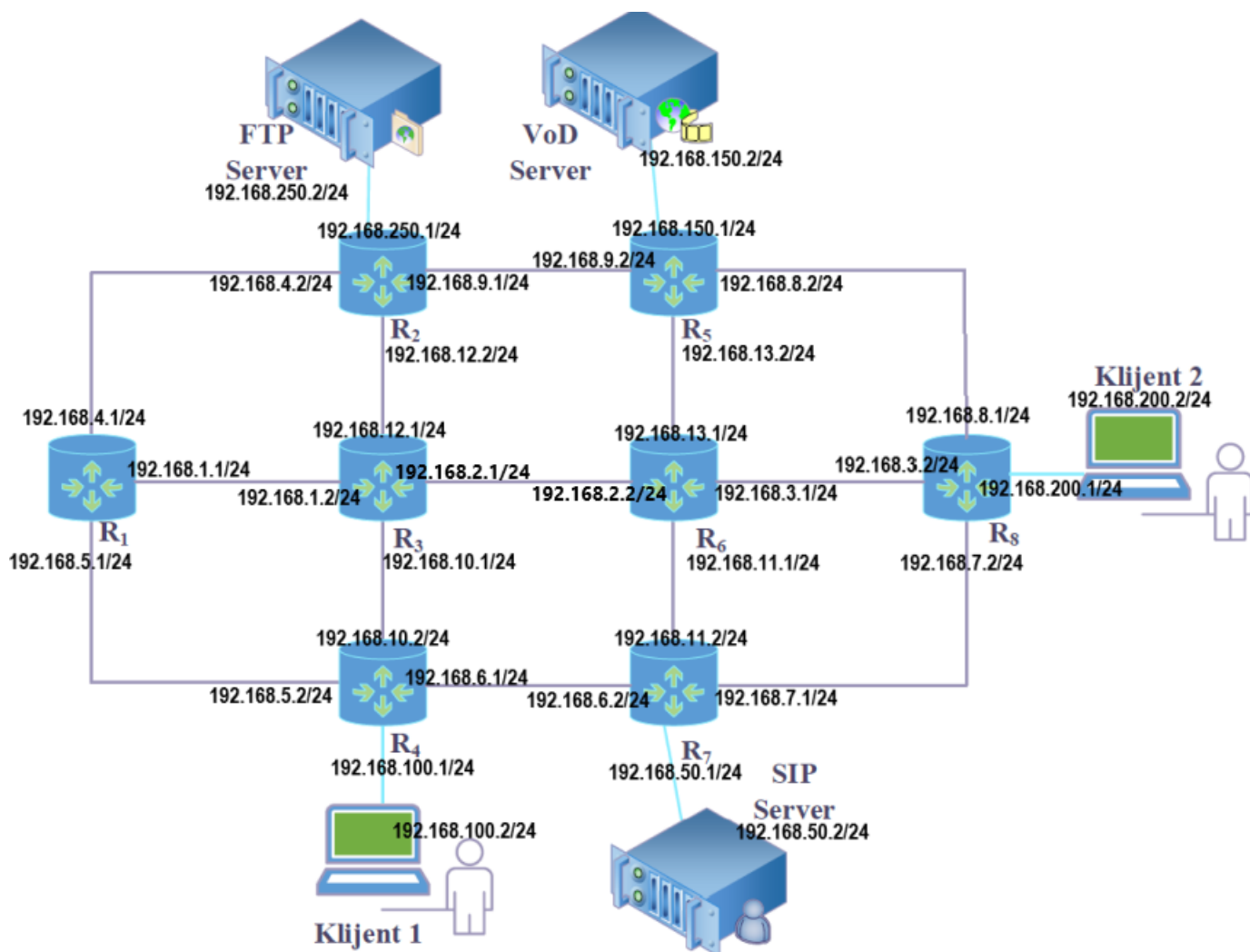
Pri realizaciji projektnog zadatka korištena su znanja stečena na laboratorijskim vježbama. Tako su neka rješenja sa vježbi sastavni dijelovi našeg kompletnog rješenja *triple-play* sistema. Sastavni elementi mreže koje je potrebno realizovati su:

- Klijenti
- VoD server
- SIP server
- FTP server
- Ruteri koji čine *backbone* mrežu

Praktična izvedba zadatka treba da omogući sljedeće:

- VoIP (engl. *Voice over IP*) - prenos govora preko IP-a
- VoD (engl. *Video on Demand*) - prenos videa na zahtjev
- FTP (engl. *File Transfer Protocol*) - prenos podataka

U nastavku je na slici 1.1 prikazana topologija mreže i adresna shema:



Slika 1.1: Topologija mreže i adresna shema

1.2. SIP server

SIP server je instaliran na virtualnoj mašini sa Ubuntu 14.04 64b operativnim sistemom. Za realizaciju SIP servera korišten je Asterisk. SIP server je najprije instaliran i konfigurisan. Nakon toga je na njemu instaliran Asterisk, te je kreiran Asterisk korisnik i povezan sa serverom.

SIP serveru je potrebno dodijeliti statičku IP adresu prema shemi koja je prethodno prikazana. SIP server prema shemi ima adresu 192.168.50.2/24. Prema ovoj adresi je i podešena virtualna mašina. Navedeno je prikazano na slici 1.2.

U nastavku će biti prikazani koraci koji su provedeni za ispravnu instalaciju konfiguraciju SIP servera i Asterisk-a.

Najprije je potrebno instalirati pakete koji su potrebni prije daljnje instalacije i konfiguracije SIP-a.

The screenshot shows the Asterisk SIP configuration interface. The 'IPv4' tab is selected. Under 'IPv4 Method', the 'Manual' radio button is chosen. Below, in the 'Addresses' section, a table lists the static IP configuration:

Address	Netmask	Gateway
192.168.50.2	255.255.255.0	192.168.50.1

Slika 1.2: Postavljanje statičke adrese na SIP server

```
$ sudo apt-get update && sudo apt-get upgrade -y
$ sudo su
$ apt-get install -y build-essential
$ apt-get install -y linux-headers - uname -r
$ apt-get install -y openssh-server libssl-dev
$ apt-get install -y libxml2-dev libnewt-dev
$ apt-get install -y libjansson-dev
$ apt-get install -y libncurses5-dev
$ apt-get install -y sqlite3 libsqlite3-dev
$ apt-get install -y pkg-config automake
$ apt-get install -y libtool autoconf git
$ apt-get install -y subversion uuid uuid-dev
```

Nakon navedenih koraka slijedi instalacija Asterisk-a, ona se vrši na sljedeći način:

```
$ tar xvfz asterisk-18-current.tar.gz
$ cd asterisk-18
$ ./configure
$ contrib/scripts/get_mp3_souce.sh
$ make menu select
$ make
$ sudo make install
$ sudo make config
$ sudo make samples
```

Ovim je instaliran IAX protokol, koji za specifičan komunikacijski protokol za Asterisk-bazirana rješenja SIP servera. Njime je omogućeno uspostavljanje VoIP telefonskih sesija između servera i krajnjeg uređaja. Sada je potrebno kreirati Asterisk korisnika i povezati na server. Ovo se vrši sljedećim skupom komandi:

```
$ sudo adduser asterisk --disabled-password --no-create-home --gecos "Asterisk_User"
$ sudo chown asterisk./var/run/asterisk
$ sudo chown -R asterisk./etc/asterisk
$ sudo chown -R asterisk./var//lib, log, spool /asterisk
$ sudo chown -R asterisk./usr/lib/asterisk
```

```
$ sudo service asterisk start
$ sudo asterisk -rvvvvvv
$ module show like sip
$ module load chan_sip.so
```

Ovim je prikazano dodavanje i povezivanje jednog klijenta na server. Za potrebe uspostavljanja poziva preko SIP servera potrebno je imati dva klijenta, od kojih je jedan klijent *Windows* a drugi *Android*. Da bi ovo bilo omogućeno, na SIP serveru je u datoteci *sip.conf* potrebno dodati sljedeće linije:

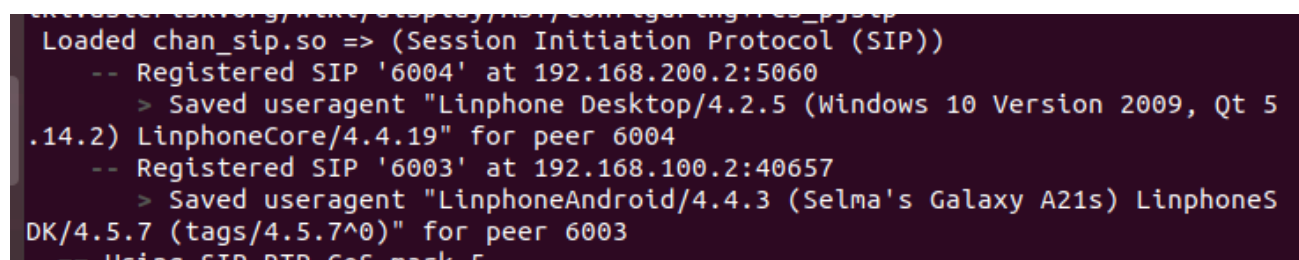
```
[6003]
type = friend
secret = test100
host = dynamic
context = my-phone
```

```
[6004]
type = friend
secret = test100
host = dynamic
context = my-phone
```

Gdje je 6004 klijent na *Windows*-u, dok je 6003 klijent na *Android*-u. Pored navedenog, za konfiguraciju SIP klijenata potrebno je u datoteku *extensions.conf* dodati sljedeće linije:

```
[my-phone]
exten=>6003,1,Dial(SIP/6003)
exten=>6004,1,Dial(SIP/6004)
```

Kada je u pitanju SIP server, navedenim komandama je njegova konfiguracija završena. Uspješno keiranje SIP klijenata moguće je vidjeti na slici 1.3.



```
Loaded chan_sip.so => (Session Initiation Protocol (SIP))
-- Registered SIP '6004' at 192.168.200.2:5060
> Saved useragent "Linphone Desktop/4.2.5 (Windows 10 Version 2009, Qt 5
.14.2) LinphoneCore/4.4.19" for peer 6004
-- Registered SIP '6003' at 192.168.100.2:40657
> Saved useragent "LinphoneAndroid/4.4.3 (Selma's Galaxy A21s) LinphoneS
DK/4.5.7 (tags/4.5.7^0)" for peer 6003
-- Using SIP RTP CoS mark 5
```

Slika 1.3: Kreiranje SIP klijenata

1.3. FTP server

Nakon uspješne konfiguracije i instalacije SIP servera, potrebno je uspostaviti FTP server. Ovaj server je instaliran i konfigurisan na 18.04 Ubuntu operativnom sistemu. Prije same instalacije servera, potrebno je ažurirati listu postojećih paketa sljedećom komandom:

```
$ sudo apt-get update
```

Nakon toga se instalacija FTP servera vrši komandom:

```
$ sudo apt-get install vsftpd
```

Time je izvršena uspješna instalacija FTP servera. Sada je potrebno pristupiti konfiguracijskoj datoteci *vsftpd.conf* te otkomentarizirati sljedeće linije koda:

```
$ anonymous_enable = NO
$ write_enable = YES
$ xferlog_file = /var/log/vsftpd.log
$ ftpd_banner = Poruka dobrodošlice
```

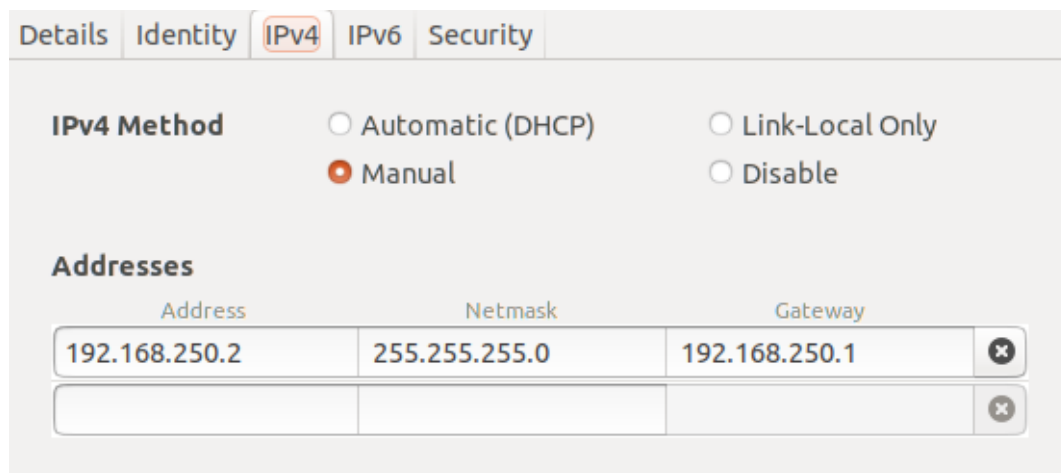
Provjeru ispravnosti prethodnog koraka moguće je izvršiti komandom

```
$ sudo service vsftpd restart
```

Ovim je izvršena ispravna instalacija i konfiguracija servera. Sada je potrebno kreirati klijenta, te kao i prethodno postaviti statičku IP adresu prema adresnoj shemi. Kreiranje klijenta se vrši komandom:

```
$ sudo adduser klijent
```

Postavljanje statičke IP adrese se vrši na virtuelnoj mašini, prema slici 1.1 IP adresa FTP servera je 192.168.250.2/24. Ta adresa je i postavljena što prikazuje slika 1.4.



Slika 1.4: Postavljanje statičke adrese na FTP server

1.4. VoD server

Posljednji server kojeg je potrebno instalirati i konfigurirati je VoD server. On je instaliran na virtualnoj mašini sa 18.04 Ubuntu operativnim sistemom. Za realizaciju VoD sistema korišten je *VLC Media player*. Instalacija navedenog *player*-a se vrši sljedećom komandom:

```
$ apt install vlc
```

Dok je se za pokretanje navedenog koristi komanda:

```
$ vlc
```

Sada je potrebno izvršiti VLM konfiguraciju sljedećim koracima:

1. Odabrati opciju *Tools -> VLM Configuration* - ovim se otvara VLM konfiguracijski prozor
2. Izabrati opciju *Video on Demand* - ovim se dodaje željena datoteka koja će se kasnije moći *stream*-ati
3. Eksportovati VLM konfiguracijske datoteke

Prije pokretanja *stream*-a potrebno je pokrenuti *player*. Navedeno se vrši sljedećom komandom:

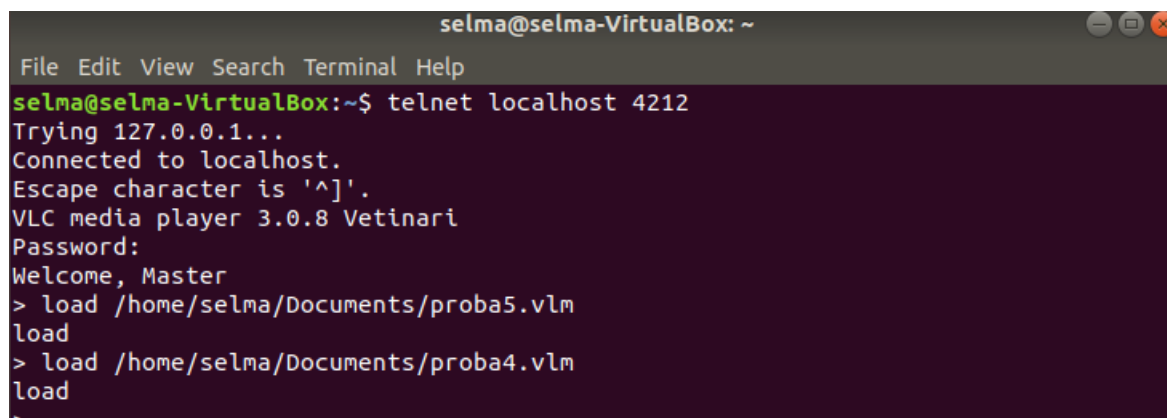
```
$ vlc -vvv --color -I telnet --telnet-password 0000 --rtsp-port 5554
```

Sada se vrši povezivanje na telnet server jednostavnom komandom:

```
$ telnet localhost 4212
```

Nakon toga potrebno je učitati konfiguracijske datoteke, što je i prikazano na slici 1.5, sljedećim komandama:

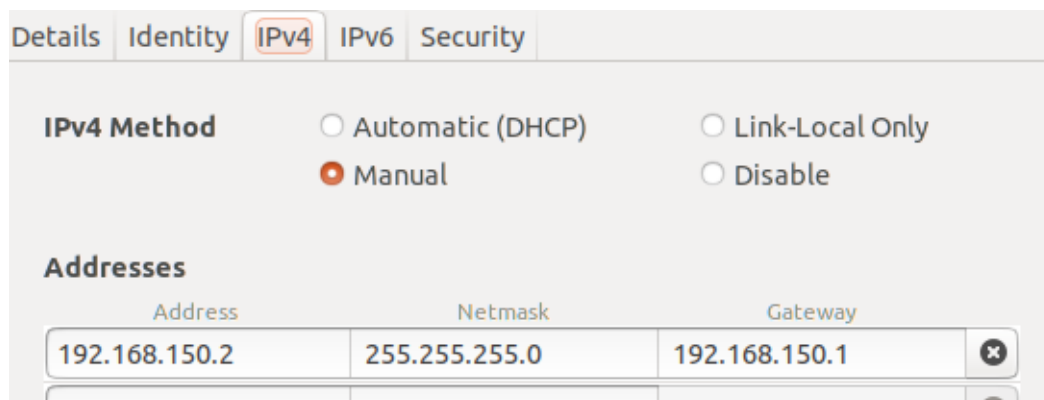
```
$ load /home/selma/Documents/proba5.vlm
$ load /home/selma/Documents/proba4.vlm
```



```
selma@selma-VirtualBox: ~
File Edit View Search Terminal Help
selma@selma-VirtualBox:~$ telnet localhost 4212
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.
VLC media player 3.0.8 Vetinari
Password:
Welcome, Master
> load /home/selma/Documents/proba5.vlm
load
> load /home/selma/Documents/proba4.vlm
load
>
```

Slika 1.5: Učitavanje konfiguracijskih datoteka

Kao što je bio slučaj sa prethodna dva servera, i sada je potrebno postaviti statičku IP adresu u postavkama virtuelne mašine. Prema shemi IP adresa VoD servera je 192.168.150.2/24. Prema tome je i postavljena na virtuelnoj mašini, što je može vidjeti na slici 1.6.



Slika 1.6: Postavljanje statičke adrese na VoD server

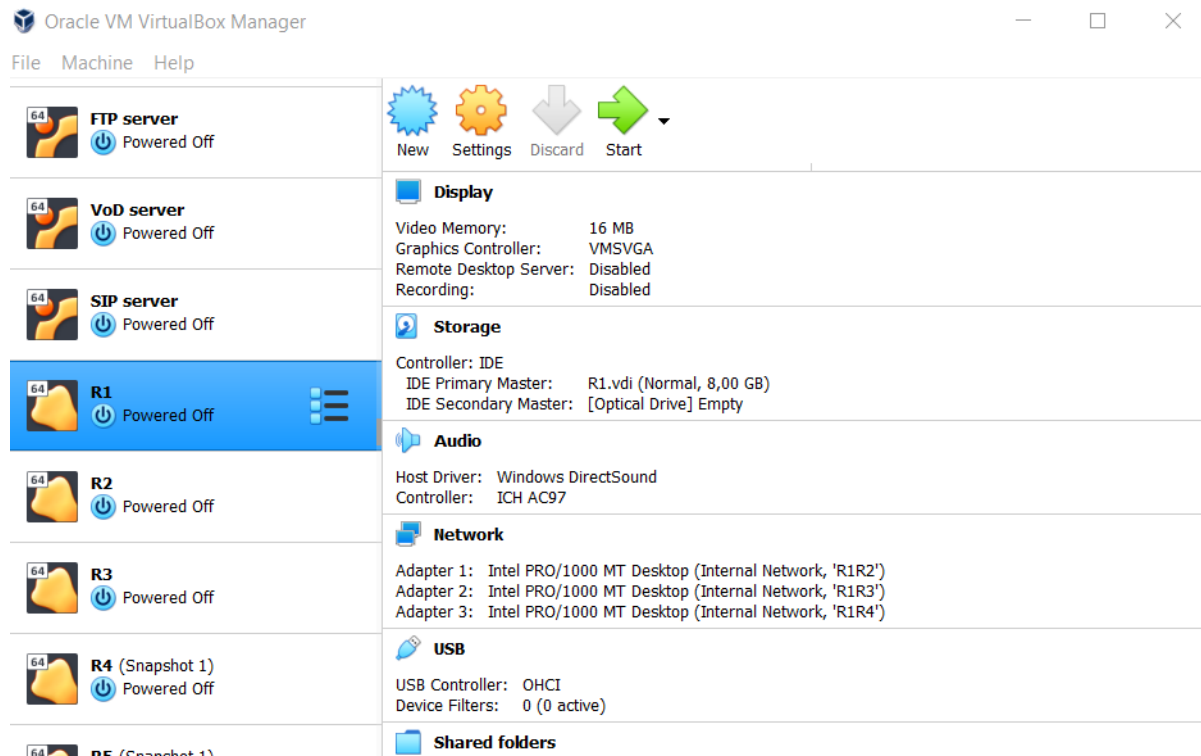
1.5. Backbone mreža

Da bi mreža bila kompletna, pored tri navedena servera i dva klijenta, potrebno je instalirati i konfigurisati rutere. Taj dio mreže se naziva *backbone* mreža. Sastoji se od osam rutera, koji su adresirani u skladu sa shemom koja je prikazana na slici 1.1. Da bi bilo moguće simulirati osam rutera na virtuelnim mašinama korišten je MikroTik RuterOS.

Nakon instalacije navedenih rutera potrebno je podesiti virtuelne mašine na *Internal Network*. Samo ruteri koji su povezani sa klijentima treba da budu u *Bridged mode*. Također, ruterima je potrebno dodijeliti imena na adekvatan način te napraviti ispravnu konfiguraciju kako bi bila uspješna komunikacija između datih rutera. Dalje je potrebno ruterima uspostaviti statičke putanje za VoIP i VoD saobraćaj. Za klijenta 1 i 2 rute su izabrane analogno sa laboratorijskom vježbom 6 i 7. U nastavku su prikazane konfiguracije svih rutera u skladu sa adresnom shemom prikazanom na početku te njihove postavke. Dat je prikaz svakog rutera posebno.

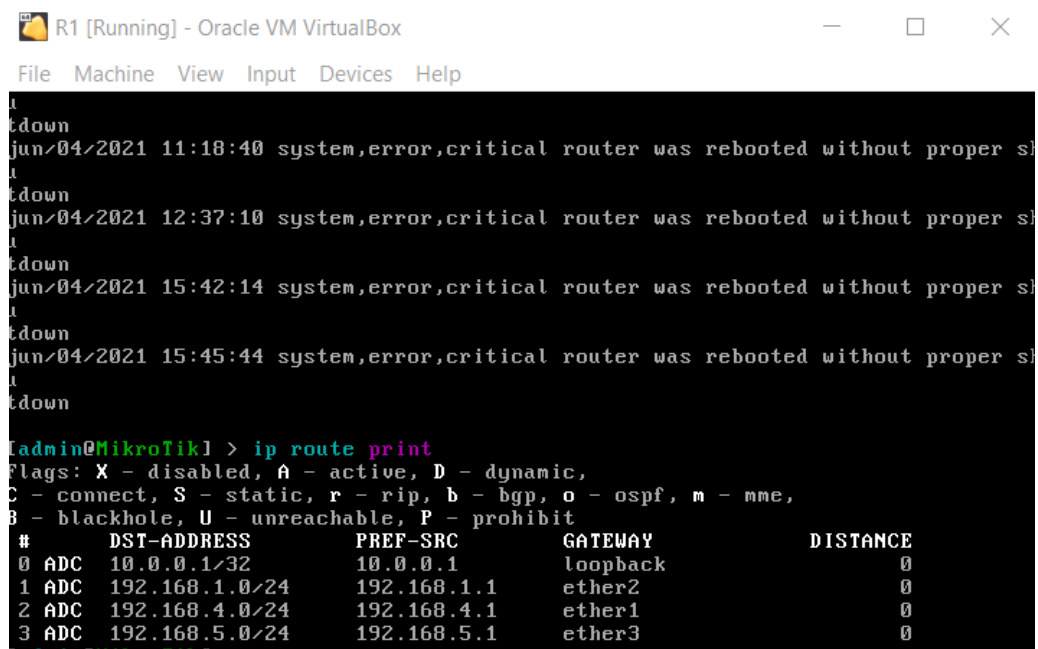
1.5.1. Ruter 1

Ruter 1 je prema shemi na slici 1.1 vezan za rutere R2, R3 i R4, te komunicira sa njima. Prema shemi su mu postavljene IP adrese na sva tri izlazna interfejsa. Na slici 1.7 je prikazana postavka mrežnog adaptera za ruter R1. Sa slike se jasno vidi da imamo tri adaptera koji su postavljeni kao *Internet Network* adapteri, te vezani za R2, R3 i R4.



Slika 1.7: Postavke mrežnog adaptera R1

Slika 1.8 prikazuje komandu *ip route print* koja ispisuje rutu za ruter R1 i IP adrese prema shemi.

Slika 1.8: Komanda *ip route print*

Slika 1.9 prikazuje da prolazi *ping* sa rutera R1 prema ruterima R5, R6 i R7 u mreži. Dakle, omogućena je njihova komunikacija.

```

R1 [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

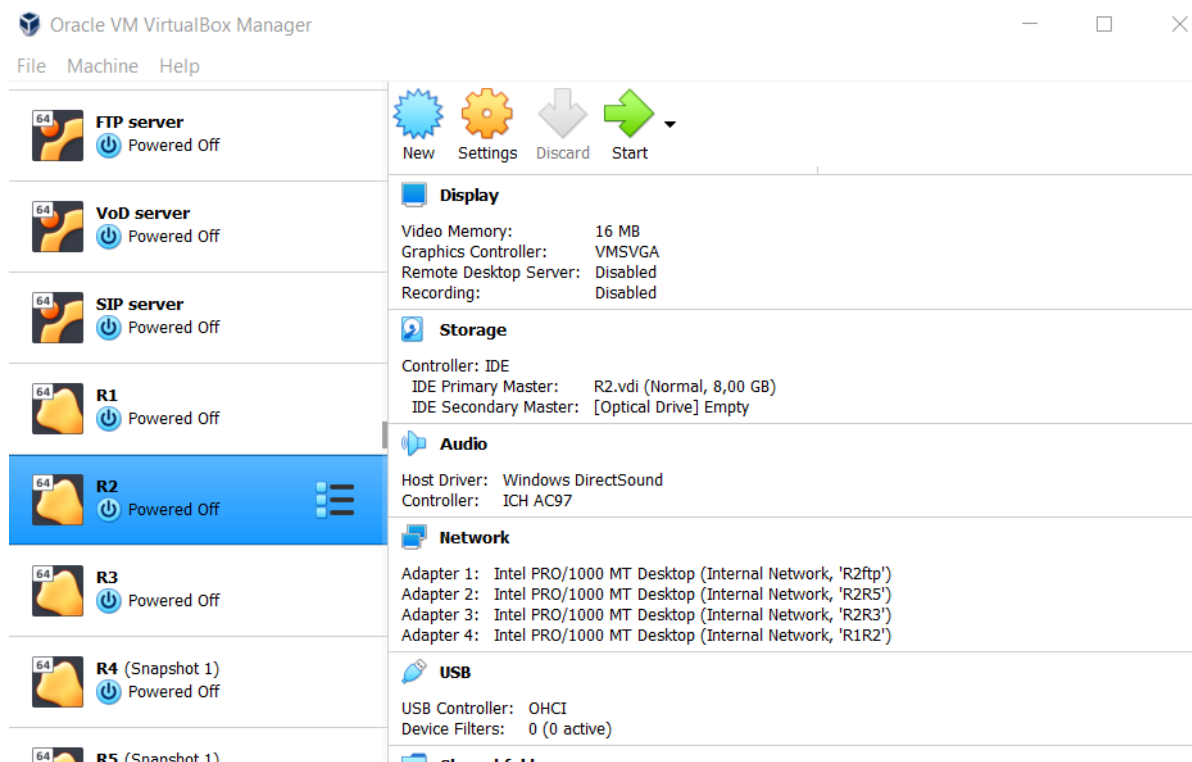
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=2ms avg-rtt=2ms max-rtt=3ms
admin@MikroTik] > ping 192.168.11.2
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
  0 192.168.11.2                          56 62 3ms
  1 192.168.11.2                          56 62 2ms
  2 192.168.11.2                          56 62 2ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=2ms avg-rtt=2ms max-rtt=3ms
admin@MikroTik] > ping 192.168.9.2
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
  0 192.168.9.2                          56 63 1ms
  1 192.168.9.2                          56 63 1ms
  2 192.168.9.2                          56 63 1ms
  3 192.168.9.2                          56 63 0ms
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=1ms
admin@MikroTik] > ping 192.168.3.1
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
  0 192.168.3.1                          56 63 1ms
  1 192.168.3.1                          56 63 1ms
  2 192.168.3.1                          56 63 1ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms
admin@MikroTik] > _

```

Slika 1.9: Ping sa R1 na R5, R6 i R7

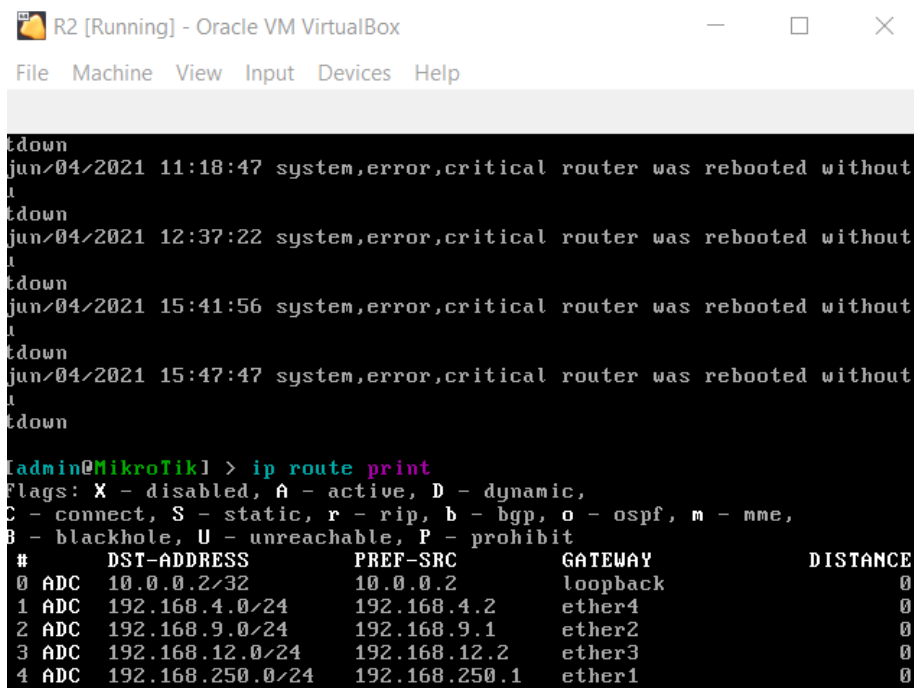
1.5.2. Ruter 2

Ruter 2 je prema shemi na slici 1.1 vezan za FTP server na jednom od svojih interfejsa, te za rutere R1, R3 i R5, te komunicira sa njima. Prema shemi su mu postavljene IP adrese na sva četiri izlazna interfejsa. Na slici 1.10 je prikazana postavka mrežnog adaptera za ruter R2. Sa slike se jasno vidi da imamo četiri adaptera koji su postavljeni kao *Internet Network* adapteri, te vezani za FTP server i rutere R2, R3 i R4.

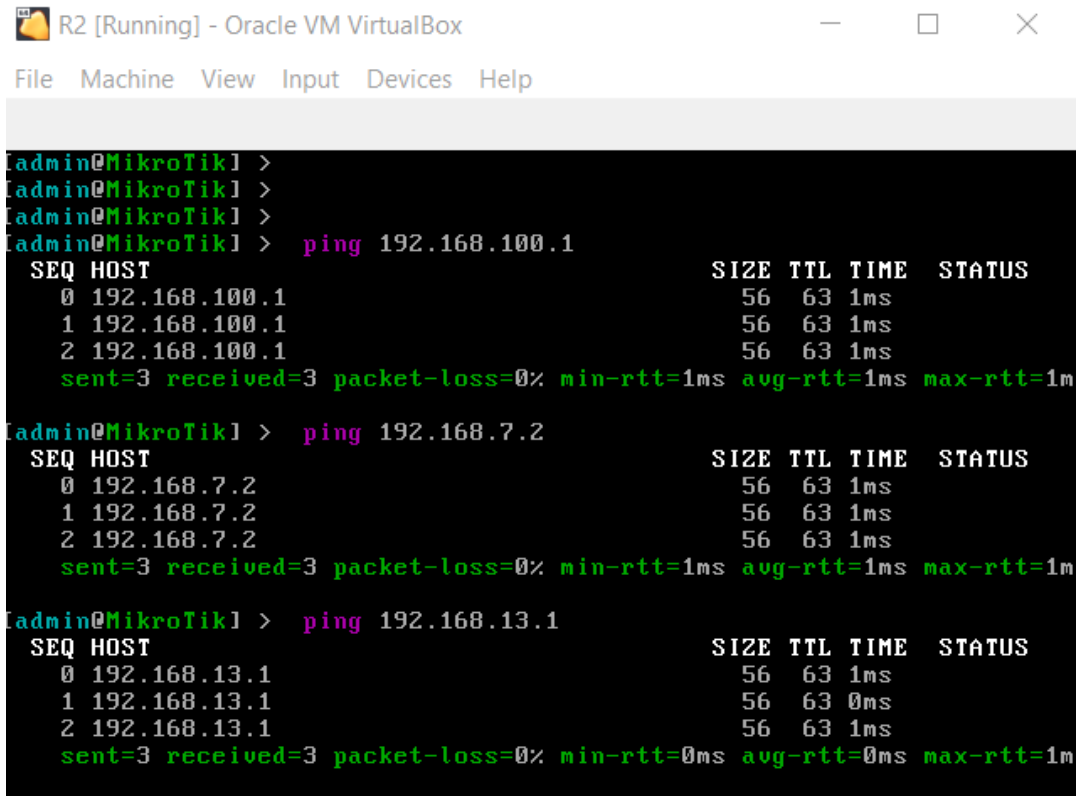


Slika 1.10: Postavke mrežnog adaptera R2

Slika 1.11 prikazuje komandu *ip route print* koja ispisuje rutu za ruter R2 i IP adrese prema shemi.

Slika 1.11: Komanda *ip route print*

Slika 1.12 prikazuje da prolazi *ping* sa rutera R2 prema ruterima R4, R6 i R8 u mreži. Dakle, omogućena je njihova komunikacija.



```

R2 [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

[admin@MikroTik] >
[admin@MikroTik] >
[admin@MikroTik] >
[admin@MikroTik] > ping 192.168.100.1
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.100.1                        56 63 1ms
    1 192.168.100.1                        56 63 1ms
    2 192.168.100.1                        56 63 1ms
  sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.7.2
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.7.2                          56 63 1ms
    1 192.168.7.2                          56 63 1ms
    2 192.168.7.2                          56 63 1ms
  sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms

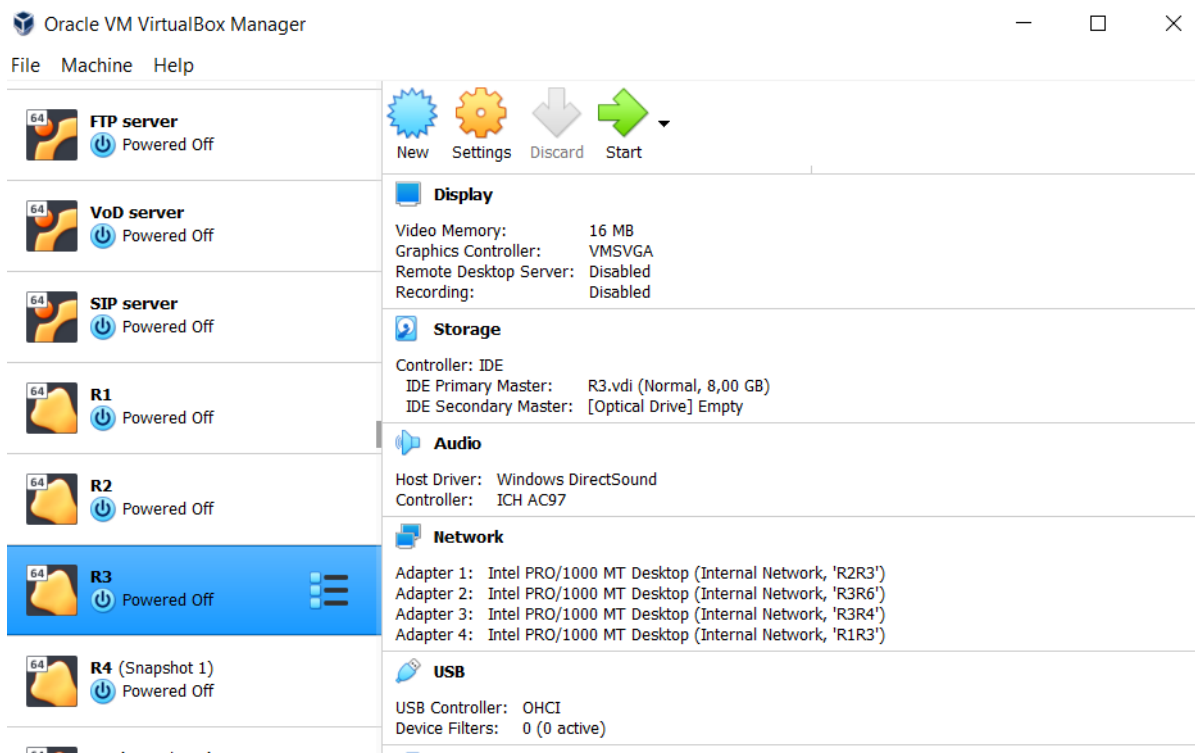
[admin@MikroTik] > ping 192.168.13.1
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.13.1                         56 63 1ms
    1 192.168.13.1                         56 63 0ms
    2 192.168.13.1                         56 63 1ms
  sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=1ms

```

Slika 1.12: *Ping* sa R2 na R4, R6 i R8

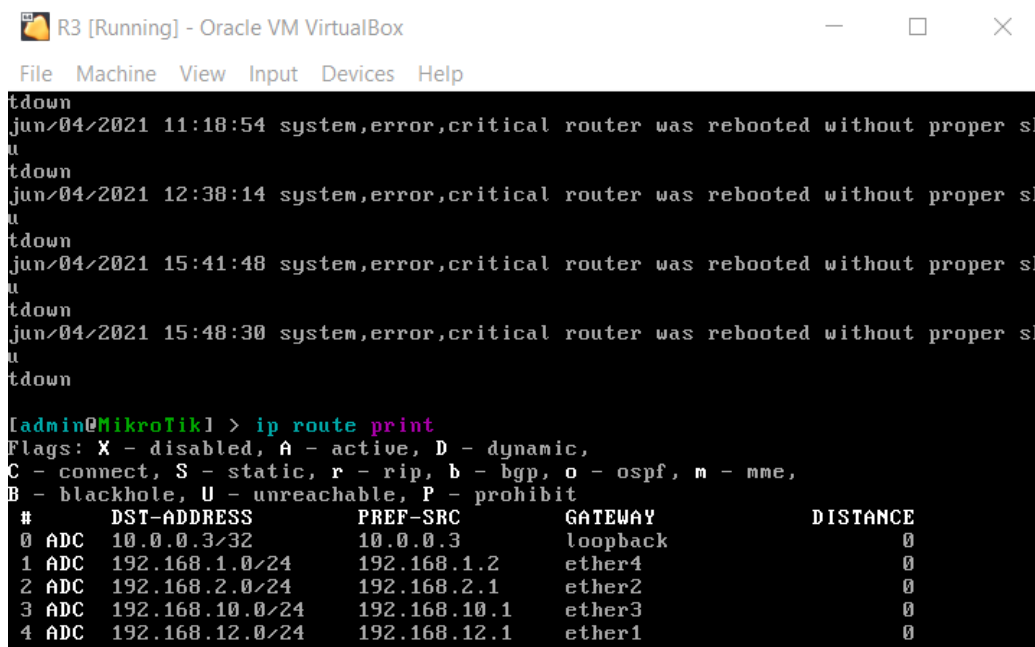
1.5.3. Ruter 3

Ruter 3 je prema shemi na slici 1.1 vezan za rutere R1, R2, R4 i R6, te komunicira sa njima. Prema shemi su mu postavljene IP adrese na sva četiri izlazna interfejsa. Na slici 1.13 je prikazana postavka mrežnog adaptera za ruter R3. Sa slike se jasno vidi da imamo četiri adaptera koji su postavljeni kao *Internet Network* adapteri, te vezani za FTP server i rutere R1, R2, R4 i R6.

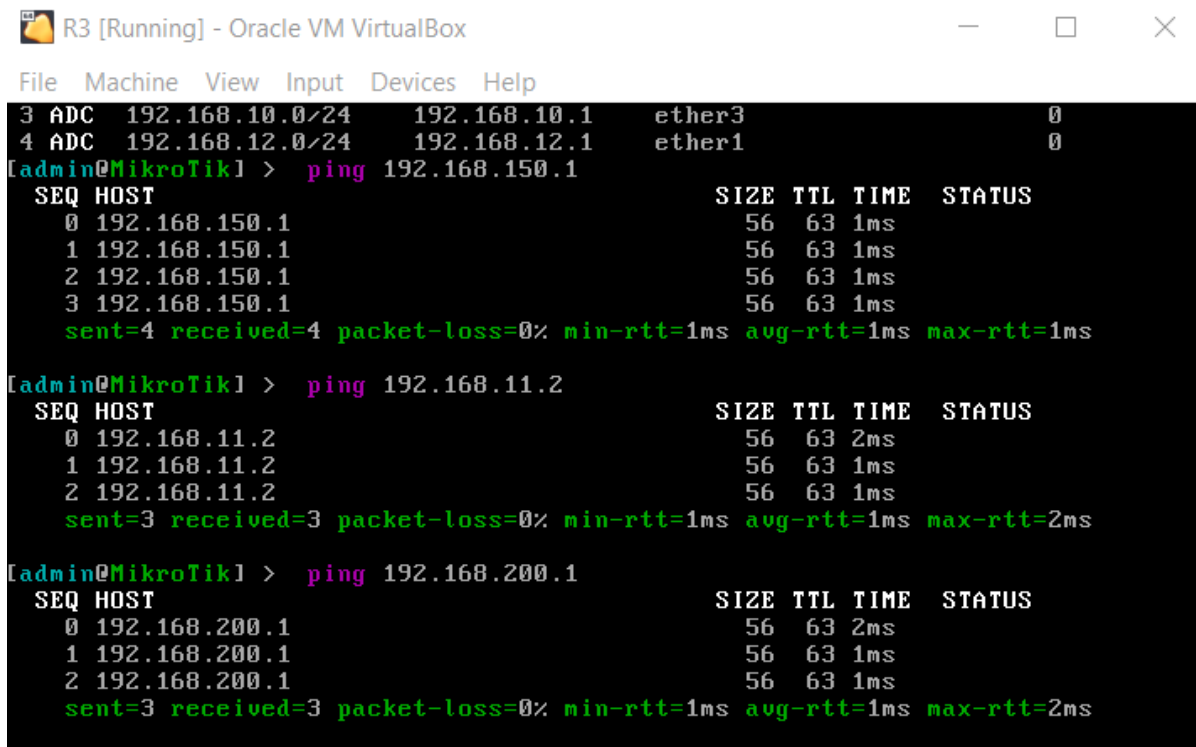


Slika 1.13: Postavke mrežnog adaptera R3

Slika 1.14 prikazuje komandu *ip route print* koja ispisuje rutu za ruter R3 i IP adrese prema shemi.

Slika 1.14: Komanda *ip route print*

Slika 1.15 prikazuje da prolazi *ping* sa rutera R3 prema ruterima R5, R7 i R8 u mreži. Dakle, omogućena je njihova komunikacija.



```

R3 [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
3 ADC 192.168.10.0/24 192.168.10.1 ether3 0
4 ADC 192.168.12.0/24 192.168.12.1 ether1 0
[admin@MikroTik] > ping 192.168.150.1
SEQ HOST SIZE TTL TIME STATUS
0 192.168.150.1 56 63 1ms
1 192.168.150.1 56 63 1ms
2 192.168.150.1 56 63 1ms
3 192.168.150.1 56 63 1ms
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.11.2
SEQ HOST SIZE TTL TIME STATUS
0 192.168.11.2 56 63 2ms
1 192.168.11.2 56 63 1ms
2 192.168.11.2 56 63 1ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=2ms

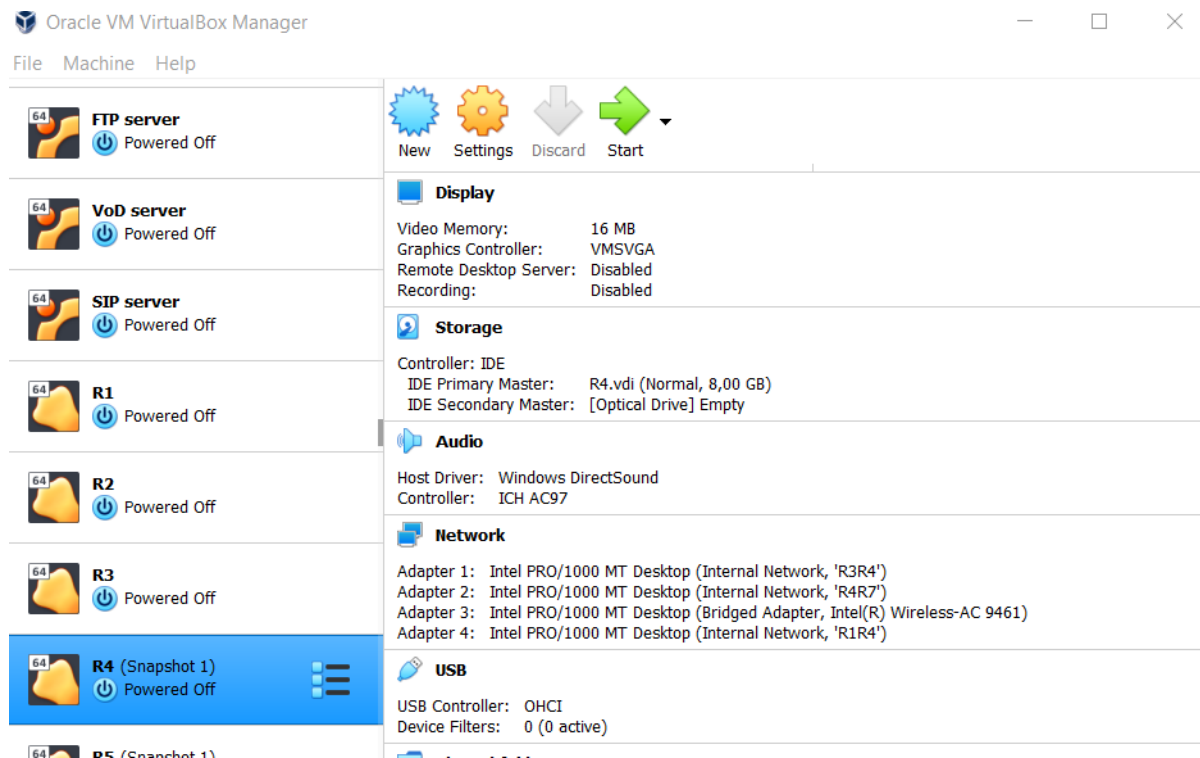
[admin@MikroTik] > ping 192.168.200.1
SEQ HOST SIZE TTL TIME STATUS
0 192.168.200.1 56 63 2ms
1 192.168.200.1 56 63 1ms
2 192.168.200.1 56 63 1ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=2ms

```

Slika 1.15: Ping sa R3 na R5, R7 i R8

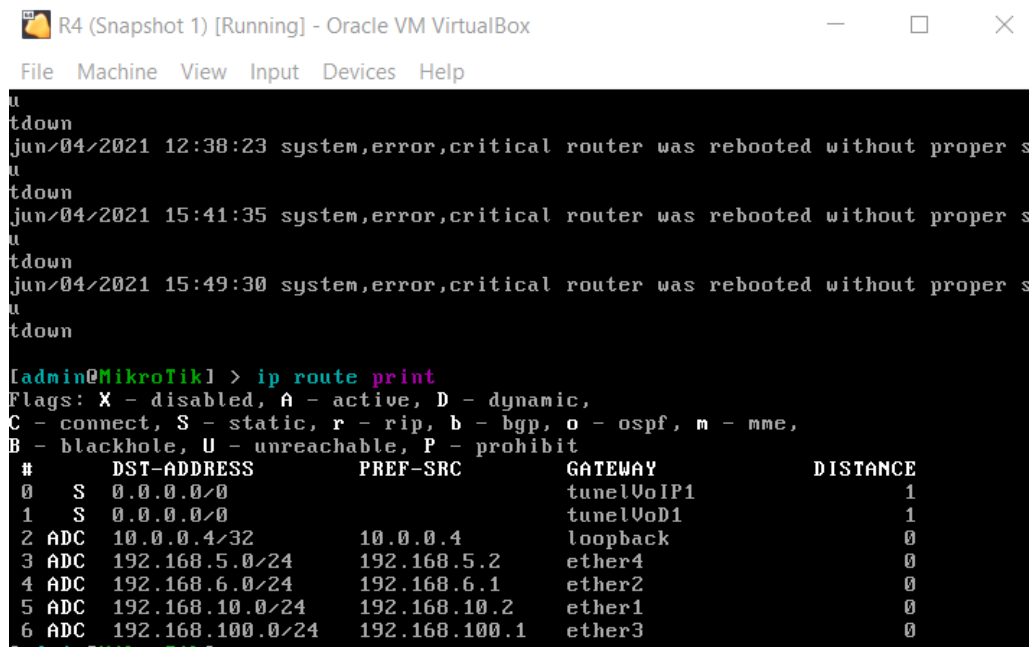
1.5.4. Ruter 4

Ruter 4 je prema shemi na slici 1.1 vezan za klijenta 1 i rutere R1, R3, i R7, te komunicira sa njima. Prema shemi su mu postavljene IP adrese na sva četiri izlazna interfejsa. Na slici 1.16 je prikazana postavka mrežnog adaptera za ruter R4. Sa slike se jasno vidi da imamo četiri adaptera od kojih su tri postavljena kao *Internet Network* adapteri, dok je jedan koji je vezan za klijenta postavljen kao *Bridged* adapter te vezani za rutere R1, R3 i R7.



Slika 1.16: Postavke mrežnog adaptera R4

Slika 1.17 prikazuje komandu `ip route print` koja ispisuje rutu za ruter R4 i IP adrese prema shemi.

Slika 1.17: Komanda `ip route print`

Slika 1.18 prikazuje da prolazi `ping` sa rutera R4 prema ruterima R5, R6 i R8 u mreži. Dakle, omogućena je njihova komunikacija.

Za ruter 4 je na slikama 1.19 i 1.20 prikazano je testiranje statičkog tunela za VoD za


```

3 192.168.150.1          0%    13    1.5ms    1.2    0.2    1.9

[admin@MikroTik] > ping 192.168.13.2
  SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.13.2          56  62 2ms
    1 192.168.13.2          56  62 2ms
    2 192.168.13.2          56  62 2ms
  sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=2ms avg-rtt=2ms max-rtt=2ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.11.1
  SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.11.1          56  63 1ms
    1 192.168.11.1          56  63 1ms
    2 192.168.11.1          56  63 2ms
  sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=2ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.7.2
  SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
    0 192.168.7.2           56  63 1ms
    1 192.168.7.2           56  63 1ms
    2 192.168.7.2           56  63 1ms
    3 192.168.7.2           56  63 1ms
  sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms

[admin@MikroTik] >

```

Slika 1.18: Ping sa R4 na R5, R6 i R8

klijenta 1, te za VoIP za klijenta 1, redom. Prikazani su *hop*-pvi koje paket prolazi na svojoj putanji, vidimo da nema nikakvih gubitaka.

```

[admin@MikroTik] > interface traffic-eng monitor tunnelVoD1
  tunnel-id: 2
  primary-path-state: established
  primary-path: statickiVoD1
  secondary-path-state: not-necessary
  active-path: statickiVoD1
  active-lspid: 1
  active-label: 18
  explicit-route: S:192.168.10.1/32,S:192.168.12.1/32,S:192.168.12.2/32,
  S:192.168.9.1/32,S:192.168.9.2/32
  recorded-route: 192.168.12.1[18],192.168.9.1[18],192.168.9.2[0]
  reserved-bandwidth: 15.0Mbps

[admin@MikroTik] > tool traceroute routing-table=VoD1 192.168.150.1
# ADDRESS                LOSS SENT    LAST    AVG    BEST    WORST
1 192.168.10.1            0%   13    2.6ms    2.4     1     7.5
2 192.168.12.2            0%   13    1.8ms    1.3    0.3     1.8
3 192.168.150.1           0%   13    1.5ms    1.2    0.2     1.9

```

Slika 1.19: Informacije i testiranje statičkog tunela VoD1 za R4

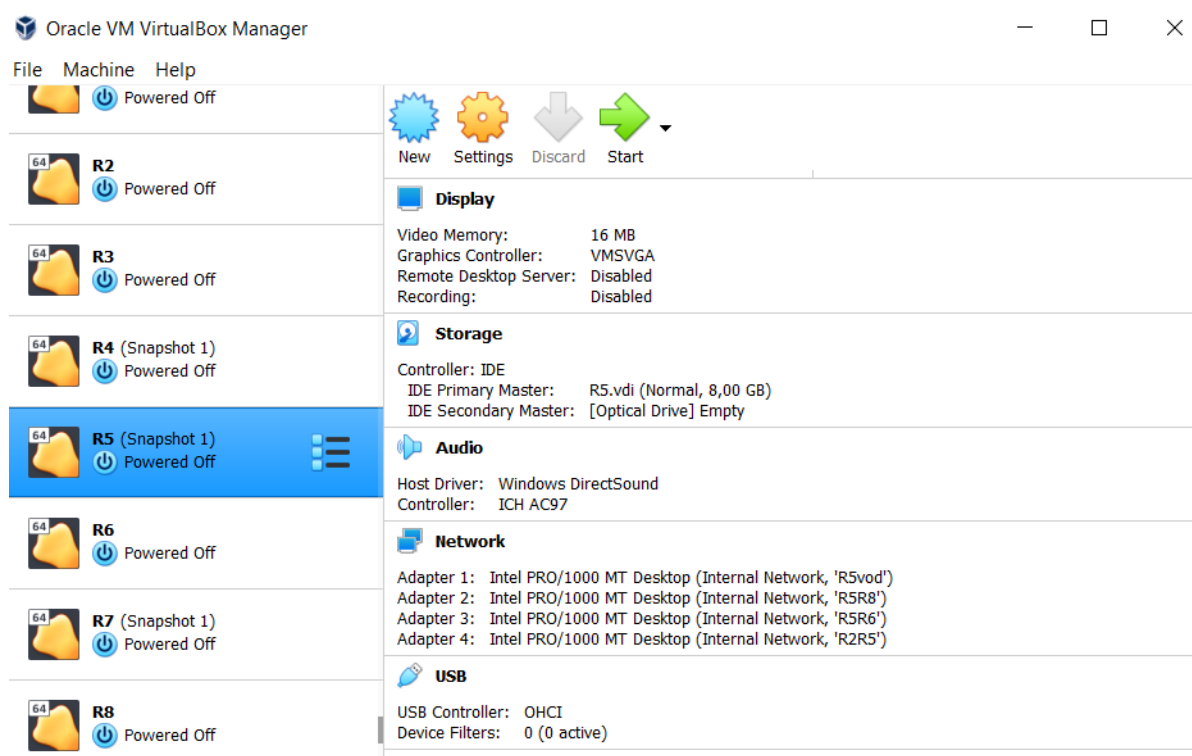
1.5.5. Ruter 5

Ruter 5 je prema shemi na slici 1.1 vezan za VoD server na jednom od svojih interfejsa te za rutere R2, R6, i R8, te komunicira sa njima. Prema shemi su mu postavljene IP adrese na sva četiri izlazna interfejsa. Na slici 1.21 je prikazana postavka mrežnog adaptera za ruter R5. Sa slike se jasno vidi da imamo četiri adaptera koji su postavljeni kao *Internet Network* adapteri, te vezani za VoD server kao i za rutere R2, R6 i R8.

```
[admin@MikroTik] > interface traffic-eng monitor tunnelVoIP1
    tunnel-id: 1
    primary-path-state: established
    primary-path: statickiVoIP1
    secondary-path-state: not-necessary
    active-path: statickiVoIP1
    active-lspid: 1
    active-label: expl-null
    explicit-route: S:192.168.6.2/32
    recorded-route: 192.168.6.2[0]
    reserved-bandwidth: 1000.0kbps

[admin@MikroTik] > tool traceroute routing-table=VoIP1 192.168.50.1
# ADDRESS          LOSS SENT    LAST    AVG    BEST    WORST
1 192.168.50.1      0%  10    0.7ms  0.8    0.4    1.4
```

Slika 1.20: Informacije i testiranje statičkog tunela VoIP1 za R4

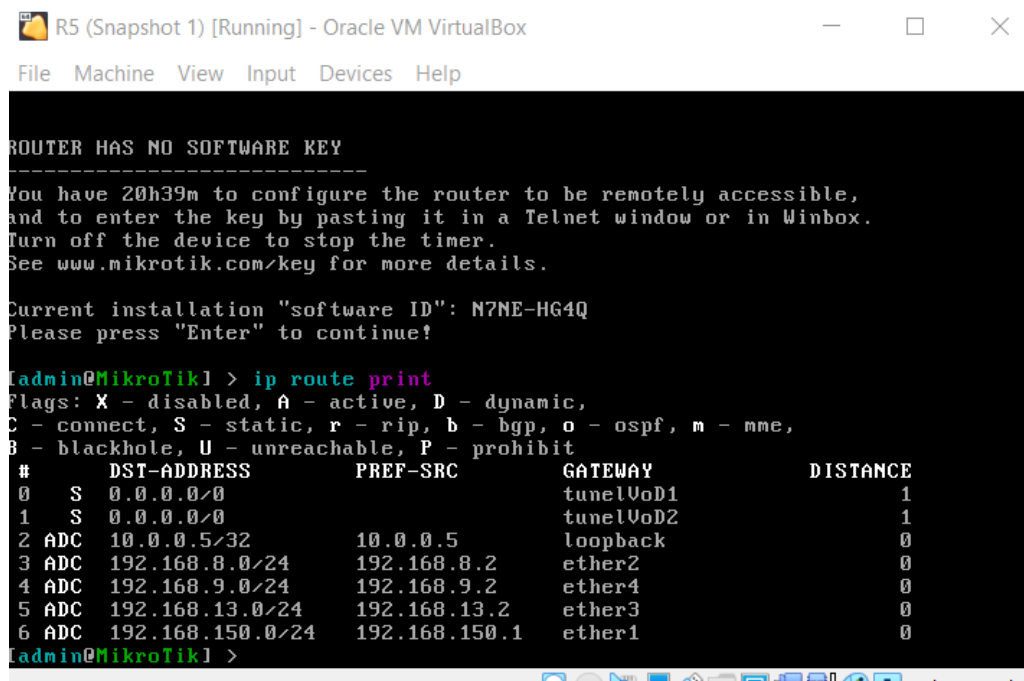


Slika 1.21: Postavke mrežnog adaptera R5

Slika 1.22 prikazuje komandu *ip route print* koja ispisuje rutu za ruter R5 i IP adrese prema shemi.

Slika 1.23 prikazuje da prolazi *ping* sa rutera R5 prema ruterima R2, R4 i R7 u mreži. Dakle, omogućena je njihova komunikacija.

Za ruter 5 je na slikama 1.24 i 1.25 prikazano je testiranje statičkog tunela za VoD za klijenta 1, te za VoD za klijenta 2, redom. Prikazani su *hop*-pvi koje paket prolazi na svojoj putanji, vidimo da nema nikakvih gubitaka.



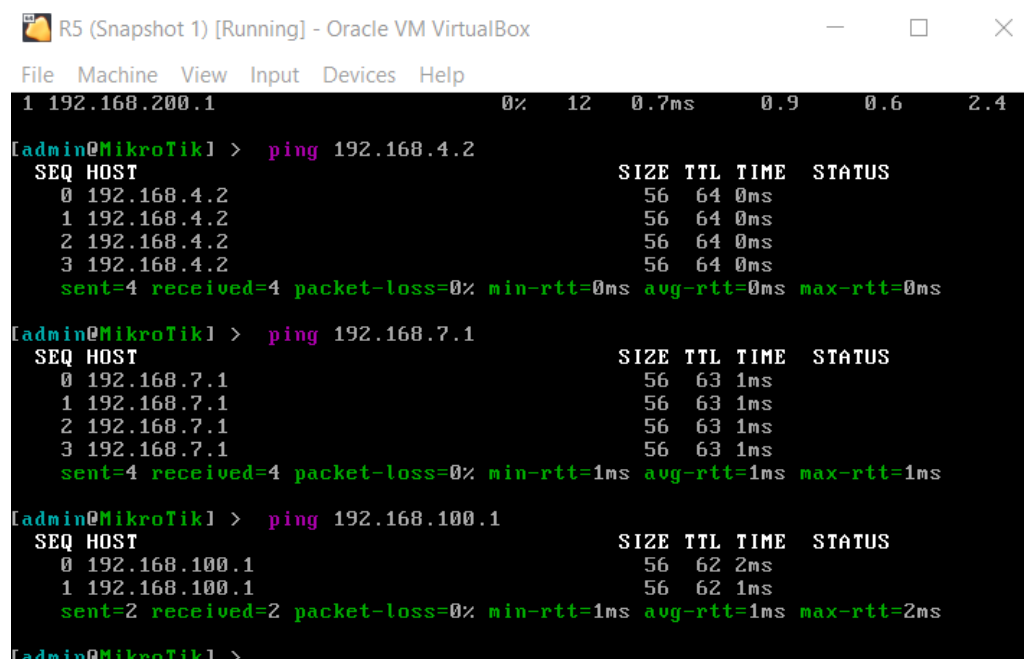
```

ROUTER HAS NO SOFTWARE KEY
-----
You have 20h39m to configure the router to be remotely accessible,
and to enter the key by pasting it in a Telnet window or in Winbox.
Turn off the device to stop the timer.
See www.mikrotik.com/key for more details.

Current installation "software ID": N7NE-HG4Q
Please press "Enter" to continue!

[admin@MikroTik] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS      PREF-SRC  GATEWAY          DISTANCE
0   S  0.0.0.0/0         0         tunnel0D1         1
1   S  0.0.0.0/0         0         tunnel0D2         1
2   ADC 10.0.0.5/32        10.0.0.5   loopback          0
3   ADC 192.168.8.0/24      192.168.8.2 ether2            0
4   ADC 192.168.9.0/24      192.168.9.2 ether4            0
5   ADC 192.168.13.0/24   192.168.13.2 ether3            0
6   ADC 192.168.150.0/24 192.168.150.1 ether1            0
[admin@MikroTik] >

```

Slika 1.22: Komanda *ip route print*


```

1 192.168.200.1          0% 12 0.7ms 0.9 0.6 2.4

[admin@MikroTik] > ping 192.168.4.2
SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
0 192.168.4.2           56 64 0ms
1 192.168.4.2           56 64 0ms
2 192.168.4.2           56 64 0ms
3 192.168.4.2           56 64 0ms
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.7.1
SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
0 192.168.7.1           56 63 1ms
1 192.168.7.1           56 63 1ms
2 192.168.7.1           56 63 1ms
3 192.168.7.1           56 63 1ms
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.100.1
SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
0 192.168.100.1         56 62 2ms
1 192.168.100.1         56 62 1ms
sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=2ms

[admin@MikroTik] >

```

Slika 1.23: *Ping* sa R5 na R2, R4 i R7

1.5.6. Ruter 6

Ruter 6 je prema shemi na slici 1.1 za rutere R3, R5, R7 i R8, te komunicira sa njima. Prema shemi su mu postavljene IP adrese na sva četiri izlazna interfejsa. Na slici 1.26 je prikazana postavka mrežnog adaptera za ruter R6. Sa slike se jasno vidi da imamo četiri adaptera koji su postavljeni kao *Internet Network* adapteri, te vezani za rutere R3, R5, R7 i R8.

```
[admin@MikroTik] > interface traffic-eng monitor tunnelVoD1
    tunnel-id: 1
    primary-path-state: established
    primary-path: statickiVoD1
    secondary-path-state: not-necessary
    active-path: statickiVoD1
    active-lspid: 1
    active-label: 17
    explicit-route: S:192.168.9.1/32,S:192.168.12.2/32,S:192.168.12.1/32,
                  S:192.168.10.1/32,S:192.168.10.2/32
    recorded-route: 192.168.12.2[17],192.168.10.1[17],192.168.10.2[0]
    reserved-bandwidth: 15.0Mbps

[admin@MikroTik] > tool traceroute routing-table=VoD1 192.168.100.1
# ADDRESS          LOSS SENT    LAST    AVG    BEST    WORST
1 192.168.9.1       0%   10     2ms    1.6    0.6    2.6
2 192.168.12.1      0%   10     2.1ms  1.4    0.4    3.1
3 192.168.100.1     0%   10     1.9ms  1.1    0.3    2.4
```

Slika 1.24: Informacije i testiranje statičkog tunela VoD1 za R5

```
[admin@MikroTik] > interface traffic-eng monitor tunnelVoD2
    tunnel-id: 2
    primary-path-state: established
    primary-path: statickiVoD2
    secondary-path-state: not-necessary
    active-path: statickiVoD2
    active-lspid: 1
    active-label: expl-null
    explicit-route: S:192.168.8.1/32
    recorded-route: 192.168.8.1[0]
    reserved-bandwidth: 15.0Mbps

[admin@MikroTik] > tool traceroute routing-table=VoD2 192.168.200.1
# ADDRESS          LOSS SENT    LAST    AVG    BEST    WORST
1 192.168.200.1     0%   12     0.7ms  0.9    0.6    2.4

[admin@MikroTik] >
```

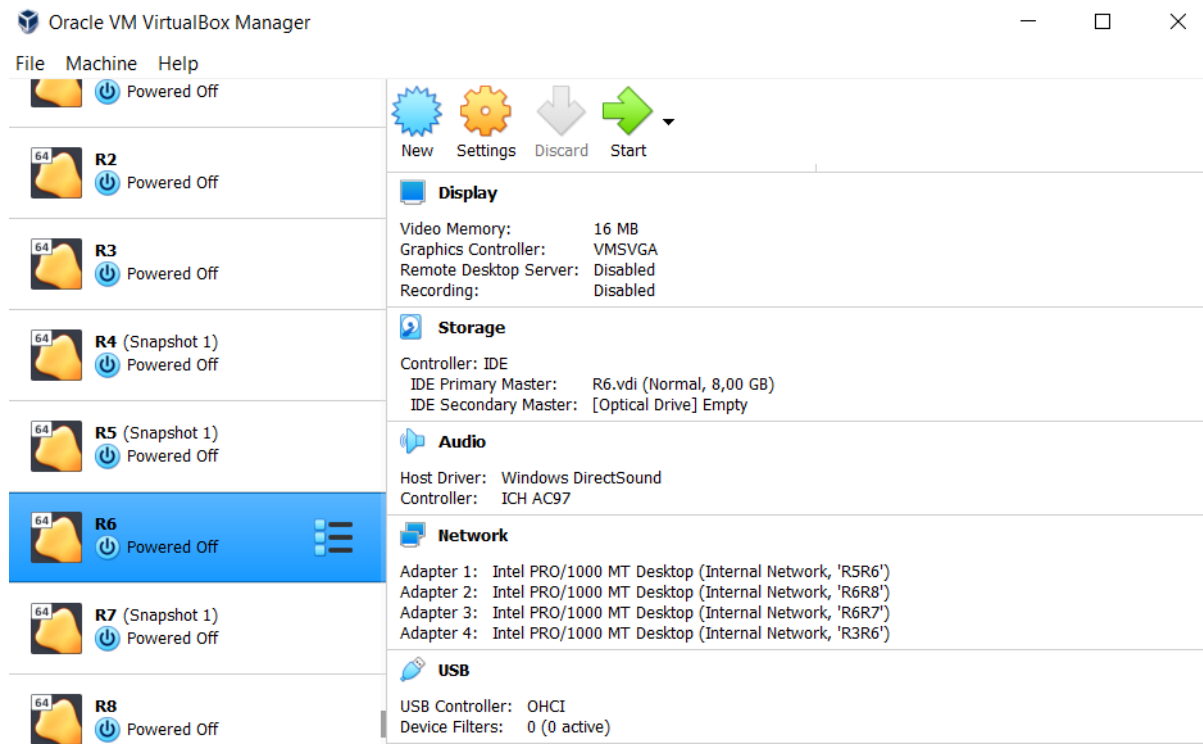
Slika 1.25: Informacije i testiranje statičkog tunela VoD2 za R5

Slika 1.27 prikazuje komandu *ip route print* koja ispisuje rutu za ruter R6 i IP adrese prema shemi.

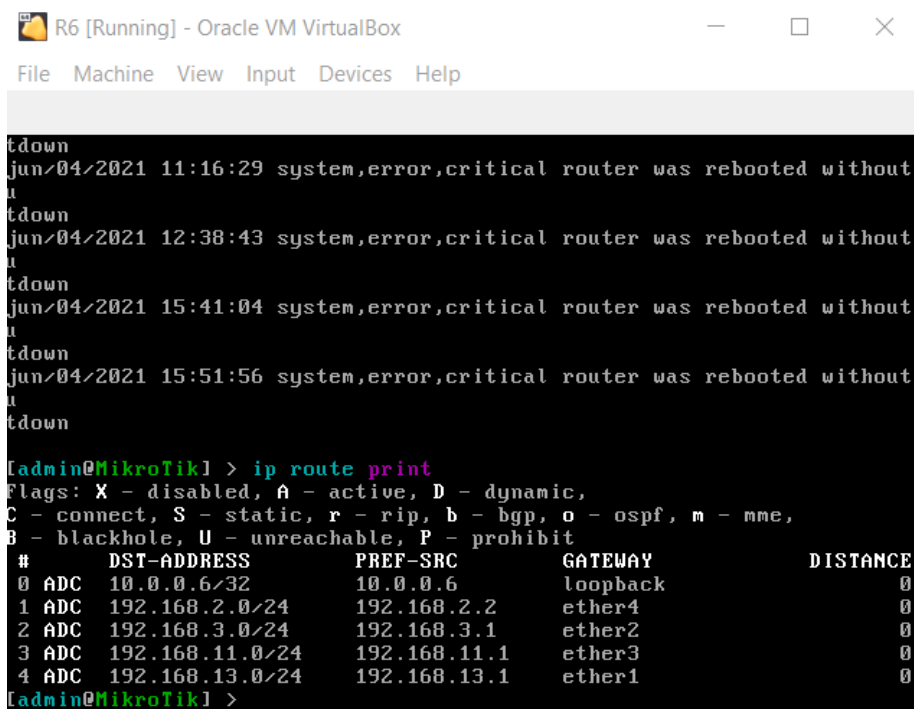
Slika 1.23 prikazuje da prolazi *ping* sa rutera R6 prema ruterima R1, R4 i R5 u mreži. Dakle, omogućena je njihova komunikacija.

1.5.7. Ruter 7

Ruter 7 je prema shemi na slici 1.1 vezan za SIP server preko jednog od svojih interfejsa, te za rutere R4, R6 i R8, te komunicira sa njima. Prema shemi su mu postavljene IP adrese na sva četiri izlazna interfejsa. Na slici 1.29 je prikazana postavka mrežnog adaptera za ruter R7. Sa slike se jasno vidi da imamo četiri adaptera koji su postavljeni kao *Internet Network* adapteri, te vezani za rutere R4, R6 i R8 kao i za SIP server.

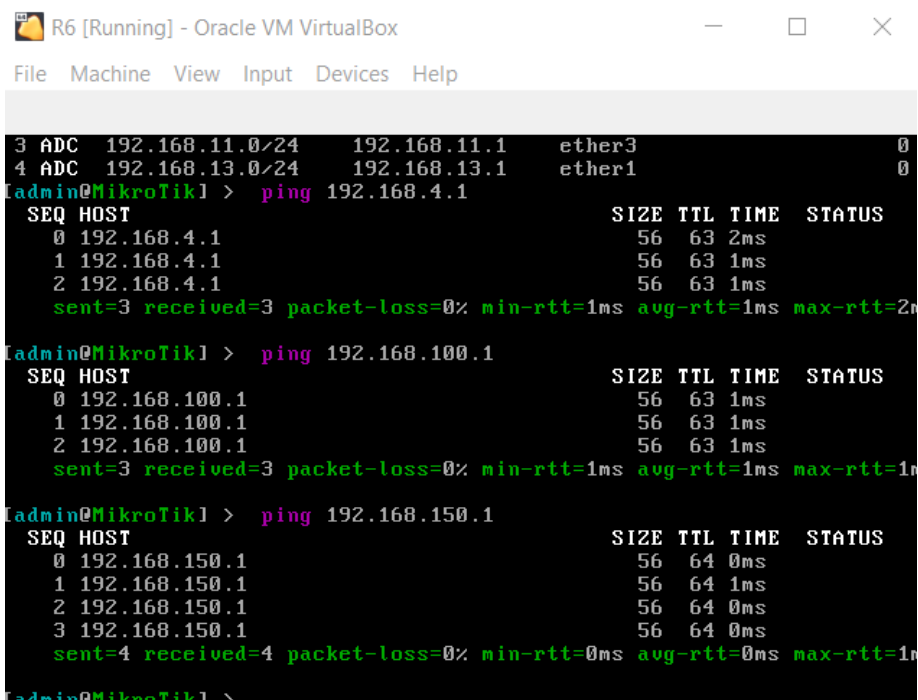


Slika 1.26: Postavke mrežnog adaptera R6

Slika 1.27: Komanda *ip route print*

Slika 1.30 prikazuje komandu *ip route print* koja ispisuje rutu za ruter R7 i IP adrese prema shemi.

Slika 1.31 prikazuje da prolazi *ping* sa rutera R7 prema ruterima R2, R4 i R8 u mreži. Dakle, omogućena je njihova komunikacija.



```

R6 [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

3 ADC 192.168.11.0/24 192.168.11.1 ether3 0
4 ADC 192.168.13.0/24 192.168.13.1 ether1 0
Admin@MikroTik] > ping 192.168.4.1
SEQ HOST SIZE TTL TIME STATUS
0 192.168.4.1 56 63 2ms
1 192.168.4.1 56 63 1ms
2 192.168.4.1 56 63 1ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=2ms

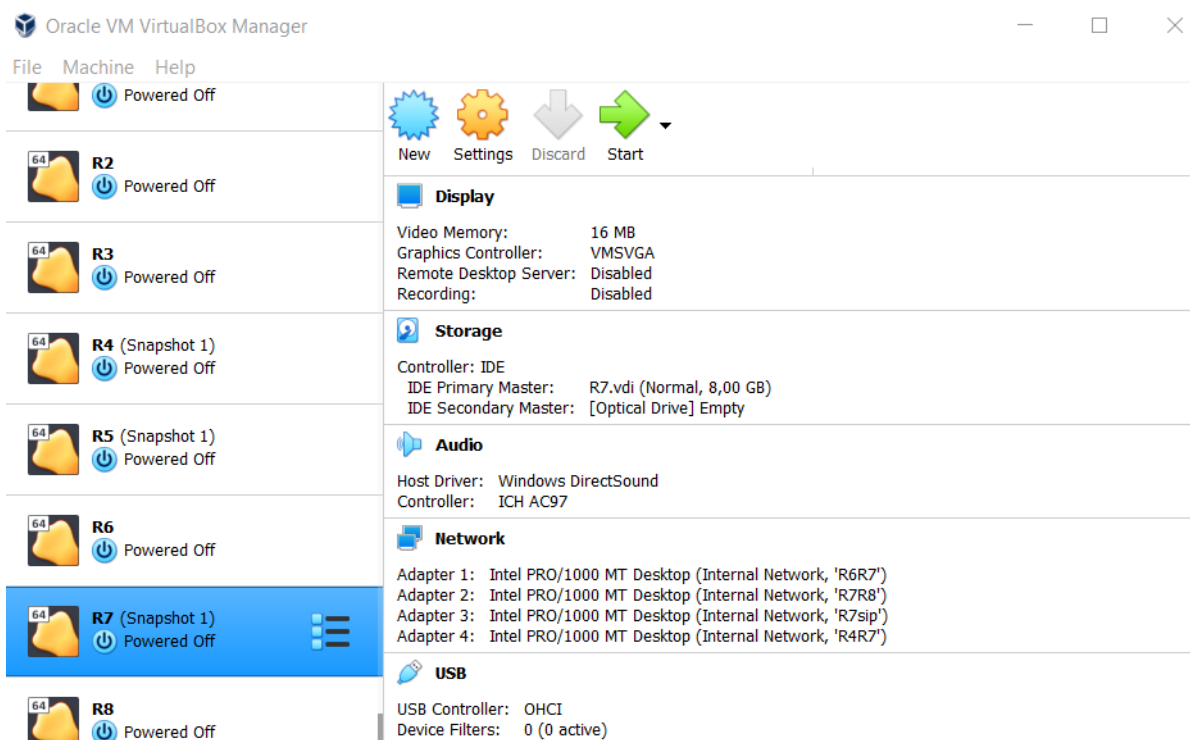
Admin@MikroTik] > ping 192.168.100.1
SEQ HOST SIZE TTL TIME STATUS
0 192.168.100.1 56 63 1ms
1 192.168.100.1 56 63 1ms
2 192.168.100.1 56 63 1ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms

Admin@MikroTik] > ping 192.168.150.1
SEQ HOST SIZE TTL TIME STATUS
0 192.168.150.1 56 64 0ms
1 192.168.150.1 56 64 1ms
2 192.168.150.1 56 64 0ms
3 192.168.150.1 56 64 0ms
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=1ms

Admin@MikroTik] >

```

Slika 1.28: Ping sa R6 na R1, R4 i R5



Slika 1.29: Postavke mrežnog adaptera R7

Za ruter 7 je na slikama 1.32 i 1.33 prikazano je testiranje statičkog tunela za VoIP za klijenta 1, te za VoIP za klijenta 2, redom. Prikazani su *hop*-pvi koje paket prolazi na svojoj putanji, vidimo da nema nikakvih gubitaka.

```

down
jun/04/2021 12:38:48 system,error,critical router was rebooted without
down
jun/04/2021 15:40:55 system,error,critical router was rebooted without
down
jun/04/2021 15:52:41 system,error,critical router was rebooted without
down

[admin@MikroTik] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#      DST-ADDRESS      PREF-SRC  GATEWAY      DISTANCE
0     S 0.0.0.0/0          0.0.0.0     tunelVoIP1      1
1     S 0.0.0.0/0          0.0.0.0     tunelVoIP2      1
2   ADC 10.0.0.7/32        10.0.0.7    loopback        0
3   ADC 192.168.6.0/24      192.168.6.2 ether4          0
4   ADC 192.168.7.0/24      192.168.7.1 ether2          0
5   ADC 192.168.11.0/24     192.168.11.2 ether1          0
6   ADC 192.168.50.0/24     192.168.50.1 ether3          0
[admin@MikroTik] >

```

Slika 1.30: Komanda *ip route print*

```

# ADDRESS      LOSS SENT  LAST  AVG  BEST
1 192.168.200.1 0% 66 0.2ms 0.6 0.1

[admin@MikroTik] > ping 192.168.9.1
SEQ HOST      SIZE TTL TIME STATUS
0 192.168.9.1 56 62 2ms
1 192.168.9.1 56 62 2ms
2 192.168.9.1 56 62 2ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=2ms avg-rtt=2ms max-rtt=2ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.100.1
SEQ HOST      SIZE TTL TIME STATUS
0 192.168.100.1 56 64 0ms
1 192.168.100.1 56 64 0ms
2 192.168.100.1 56 64 0ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.200.1
SEQ HOST      SIZE TTL TIME STATUS
0 192.168.200.1 56 64 0ms
1 192.168.200.1 56 64 1ms
2 192.168.200.1 56 64 0ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=1ms

```

Slika 1.31: *Ping* sa R7 na R2, R4 i R8

1.5.8. Ruter 8

Ruter 8 je prema shemi na slici 1.1 vezan za klijenta 2 preko jednog od svojih interfejsa, te za rutere R5, R6 i R7, te komunicira sa njima. Prema shemi su mu postavljene IP adrese na sva četiri izlazna interfejsa. Na slici 1.34 je prikazana postavka mrežnog adaptera za ruter R8. Sa slike se jasno vidi da imamo četiri adaptera, od kojih su tri postavljena kao

```
[admin@MikroTik] > interface traffic-eng monitor tunnelVoIP1
    tunnel-id: 1
    primary-path-state: established
    primary-path: statickiVoIP1
    secondary-path-state: not-necessary
    active-path: statickiVoIP1
    active-lspid: 1
    active-label: expl-null
    explicit-route: S:192.168.6.1/32
    recorded-route: 192.168.6.1[0]
    reserved-bandwidth: 1000.0kbps

[admin@MikroTik] > tool traceroute routing-table=VoIP1 192.168.100.1
# ADDRESS          LOSS SENT    LAST    AVG    BEST
1 192.168.100.1      0%   11    0.6ms   0.8    0.6
```

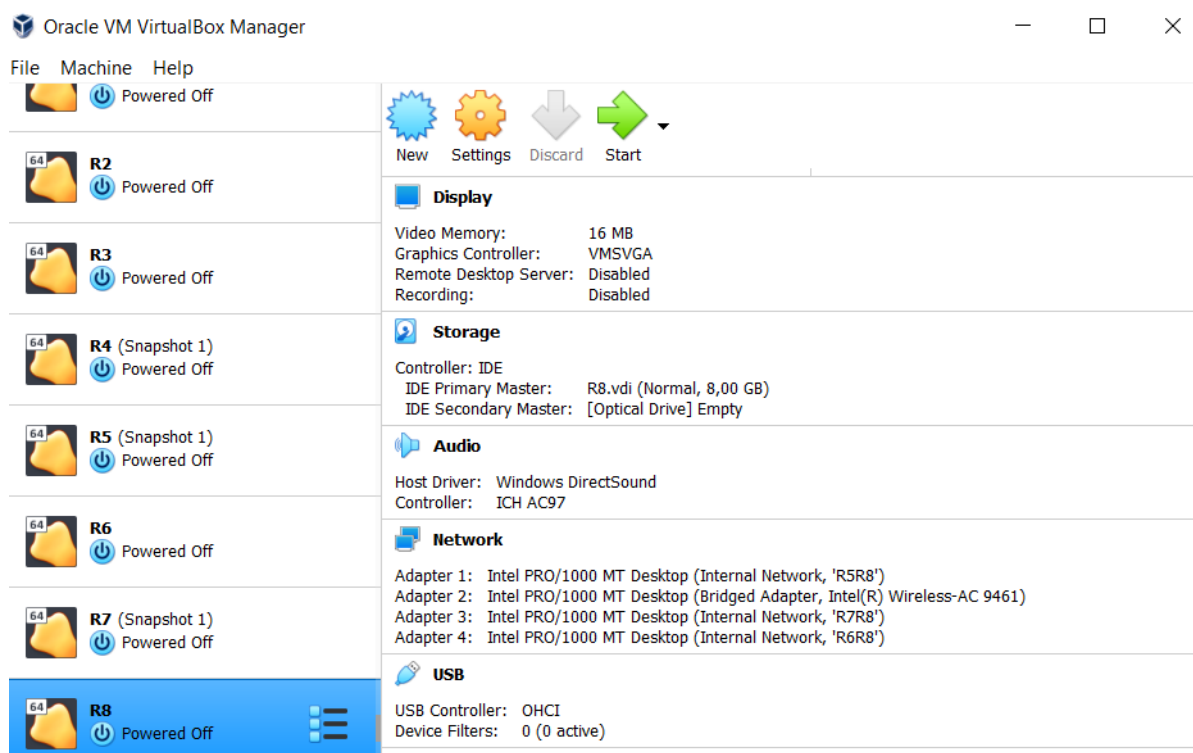
Slika 1.32: Informacije i testiranje statičkog tunela VoIP1 za R7

```
[admin@MikroTik] > interface traffic-eng monitor tunnelVoIP2
    tunnel-id: 2
    primary-path-state: established
    primary-path: statickiVoIP2
    secondary-path-state: not-necessary
    active-path: statickiVoIP2
    active-lspid: 1
    active-label: expl-null
    explicit-route: S:192.168.7.2/32
    recorded-route: 192.168.7.2[0]
    reserved-bandwidth: 1000.0kbps

[admin@MikroTik] > tool traceroute routing-table=VoIP2 192.168.200.1
# ADDRESS          LOSS SENT    LAST    AVG    BEST
1 192.168.200.1      0%   66    0.2ms   0.6    0.1
```

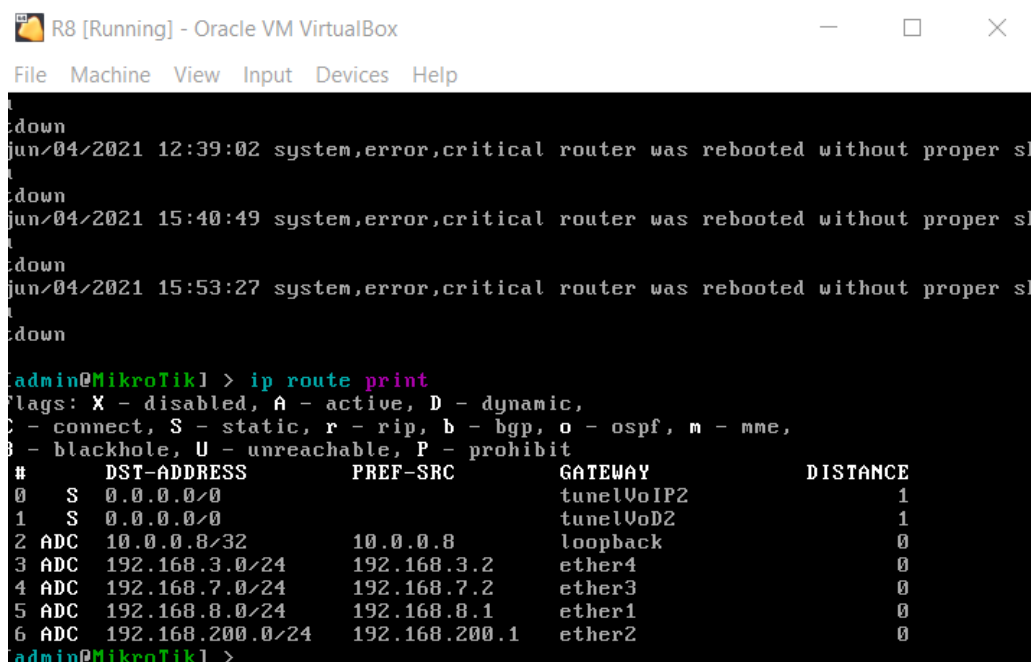
Slika 1.33: Informacije i testiranje statičkog tunela VoD2 za R7

Internet Network adapteri, te vezani za rutere R5, R6 i R7 kao i jedan adapter koji je postavljen kao *Bridged* adapter i vezan za klijenta 2.



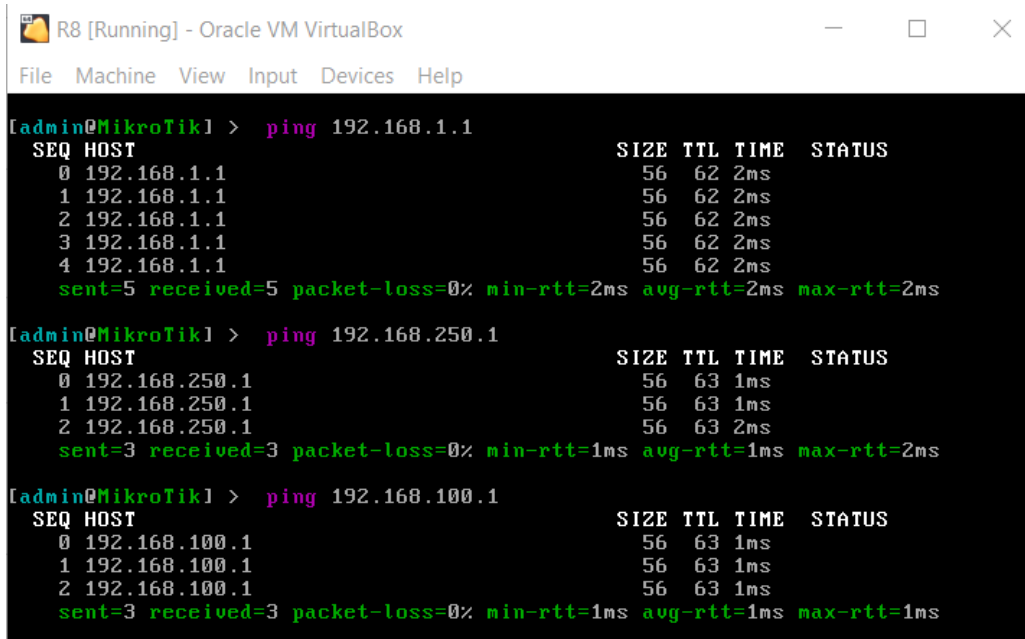
Slika 1.34: Postavke mrežnog adaptera R8

Slika 1.35 prikazuje komandu *ip route print* koja ispisuje rutu za ruter R8 i IP adrese prema shemi.

Slika 1.35: Komanda *ip route print*

Slika 1.36 prikazuje da prolazi *ping* sa rutera R8 prema ruterima R1, R2 i R4 u mreži. Dakle, omogućena je njihova komunikacija.

Za ruter 8 je na slikama 1.37 i 1.38 prikazano je testiranje statičkog tunela za VoD za



```

[admin@MikroTik] > ping 192.168.1.1
SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
0 192.168.1.1           56 62 2ms
1 192.168.1.1           56 62 2ms
2 192.168.1.1           56 62 2ms
3 192.168.1.1           56 62 2ms
4 192.168.1.1           56 62 2ms
sent=5 received=5 packet-loss=0% min-rtt=2ms avg-rtt=2ms max-rtt=2ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.250.1
SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
0 192.168.250.1         56 63 1ms
1 192.168.250.1         56 63 1ms
2 192.168.250.1         56 63 2ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=2ms

[admin@MikroTik] > ping 192.168.100.1
SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
0 192.168.100.1         56 63 1ms
1 192.168.100.1         56 63 1ms
2 192.168.100.1         56 63 1ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms

```

Slika 1.36: Ping sa R8 na R1, R2 i R4

klijenta 2, te za VoIP za klijenta 2, redom. Prikazani su *hop*-pvi koje paket prolazi na svojoj putanji, vidimo da nema nikakvih gubitaka.

```

[admin@MikroTik] > interface traffic-eng monitor tunnelVoD2
tunnel-id: 2
primary-path-state: established
primary-path: statickiVoD2
secondary-path-state: not-necessary
active-path: statickiVoD2
active-lspid: 1
active-label: expl-null
explicit-route: S:192.168.8.2/32
recorded-route: 192.168.8.2[0]
reserved-bandwidth: 15.0Mbps

[admin@MikroTik] > tool traceroute routing-table=VoD2 192.168.150.1
# ADDRESS                LOSS SENT    LAST    AVG    BEST    WORST
1 192.168.150.1           0% 12    0.7ms   0.9    0.6    1.2

```

Slika 1.37: Informacije i testiranje statičkog tunela VoD2 za R8

```

[admin@MikroTik] > interface traffic-eng monitor tunnelVoIP2
tunnel-id: 1
primary-path-state: established
primary-path: statickiVoIP2
secondary-path-state: not-necessary
active-path: statickiVoIP2
active-lspid: 1
active-label: expl-null
explicit-route: S:192.168.7.1/32
recorded-route: 192.168.7.1[0]
reserved-bandwidth: 1000.0kbps

[admin@MikroTik] > tool traceroute routing-table=VoIP2 192.168.50.1
# ADDRESS                LOSS SENT    LAST    AVG    BEST    WORST
1 192.168.50.1           0% 12    0.8ms   0.8    0.2    1.9

```

Slika 1.38: Informacije i testiranje statičkog tunela VoIP2 za R8

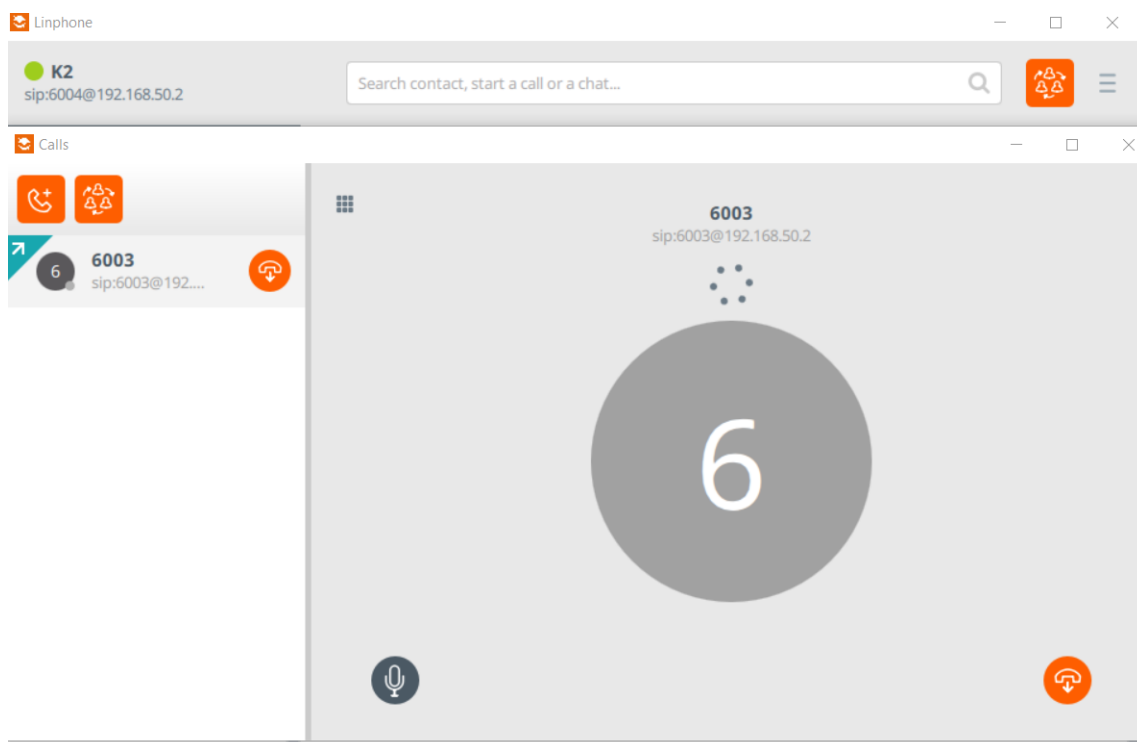
2. Testiranje sistema

2.1. Testiranje SIP servera

Za uspostavu poziva sada je potrebno na mobilnom uređaju sa *Android*-om koji je prvi klijent, te na *Windows*-u koji je drugi klijent, instalirati aplikacije kako bi ova dva klijenta uspostavila poziv. Na oba uređaja je instalirana *Linphone* aplikacija, što će na narednim slikama biti i pokazano.

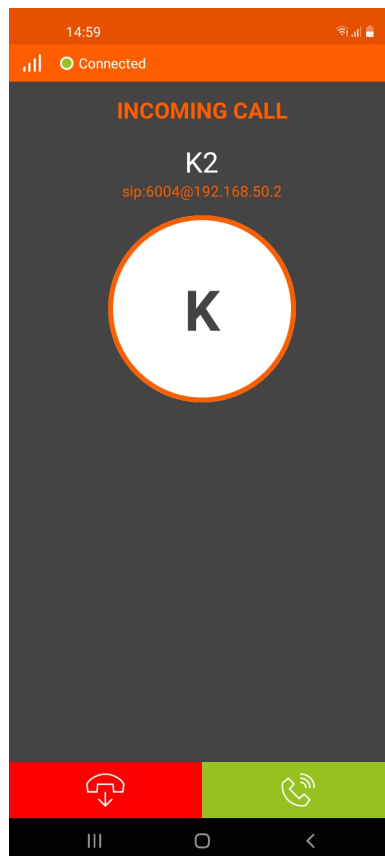
U skladu sa shemom na slici 1.1 klijentima su dodjeljene statičke IP adrese, ito redom za klijenta 1 192.168.100.2/24 i za klijenta 2 192.168.200.2/24.

Na slici 2.1 prikazan je poziv koji uspostavlja klijent 2 (računar sa *Windows* operativnim sistemom) prema klijentu 1 (mobilni telefon sa *Android*-om).



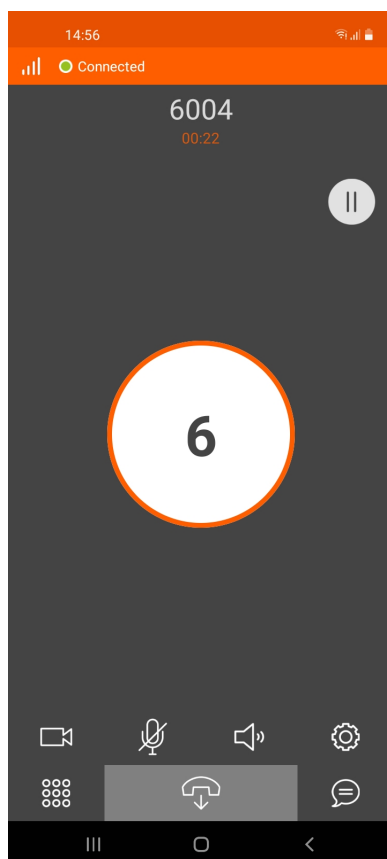
Slika 2.1: Prikaz aplikacije kada klijent 1 poziva klijenta 2

Na slici 2.2 prikazan je obrnut slučaj. Dakle poziv koji uspostavlja klijent 1 prema klijentu 2.

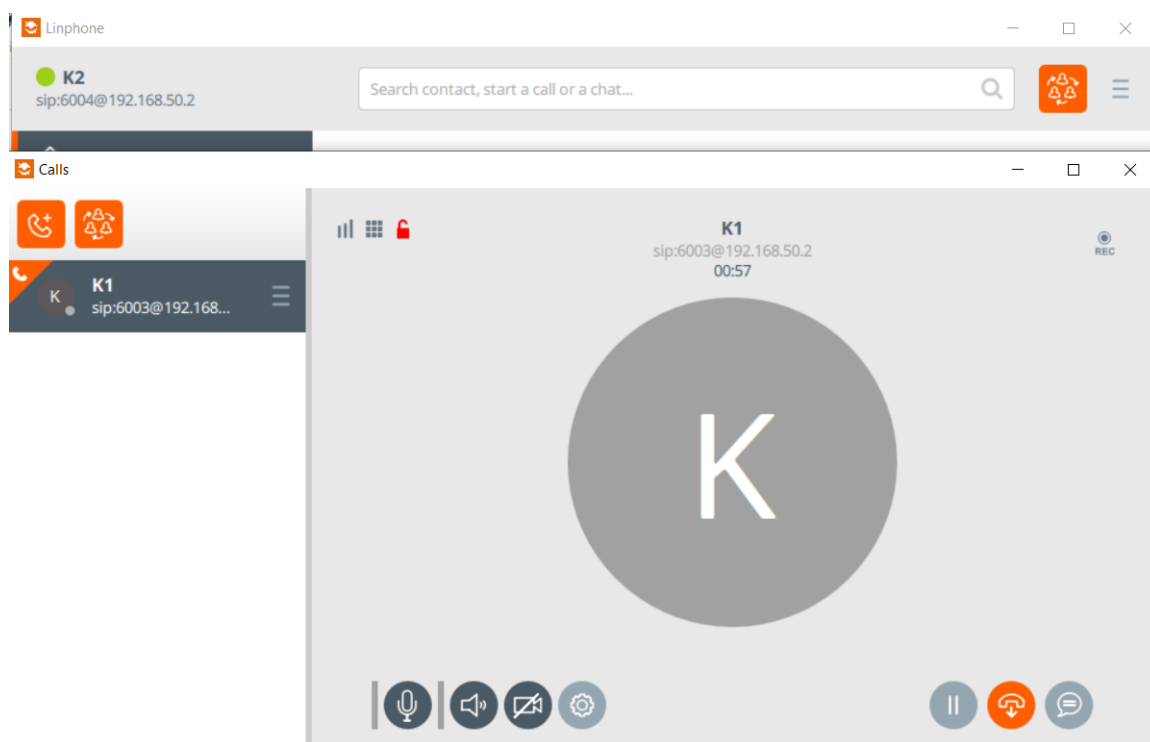


Slika 2.2: Prikaz aplikacije kada klijent 2 poziva klijenta 1

Dalje je na slikama 2.3 i 2.4 prikazano trajanje poziva na klijentu 1 i klijentu 2 respektivno



Slika 2.3: Trajanje poziva na klijentu 1



Slika 2.4: Trajanje poziva na klijentu 2

Tok uspostave poziva je moguće pratiti na SIP serveru, što je prikazano na slikama 2.5

i 2.6.

```

-- Executing [6004@my-phone:1] Dial("SIP/6003-00000000", "SIP/6004") in new
stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/6004
-- SIP/6004-00000001 is ringing
> 0x7f8cac008890 -- Strict RTP learning after remote address set to: 192
168.200.2:7078
-- SIP/6004-00000001 answered SIP/6003-00000000
-- Channel SIP/6004-00000001 joined 'simple_bridge' basic-bridge <6675b93c-
321f-4ab8-ba8f-e3495750911b>
-- Channel SIP/6003-00000000 joined 'simple_bridge' basic-bridge <6675b93c-
321f-4ab8-ba8f-e3495750911b>
> Bridge 6675b93c-321f-4ab8-ba8f-e3495750911b: switching from simple_bri
dge technology to native_rtp
> Remotely bridged 'SIP/6003-00000000' and 'SIP/6004-00000001' - media w
ill flow directly between them
> 0x7f8cac008890 -- Strict RTP switching to RTP target address 192.168.2
00.2:7078 as source
> 0x7f8ca400f180 -- Strict RTP switching to RTP target address 192.168.1
00.2:7078 as source
> 0x7f8ca400f180 -- Strict RTP learning complete - Locking on source add
ress 192.168.100.2:7078
-- Channel SIP/6004-00000001 left 'native_rtp' basic-bridge <6675b93c-321f-
4ab8-ba8f-e3495750911b>
-- Channel SIP/6003-00000000 left 'native_rtp' basic-bridge <6675b93c-321f-
4ab8-ba8f-e3495750911b>
== Spawn extension (my-phone, 6004, 1) exited non-zero on 'SIP/6003-00000000'
ftpserver-VirtualBox*CLI>

```

Slika 2.5: Tok uspostave poziva od klijenta 1 do klijenta 2

```

-- Executing [6003@my-phone:1] Dial("SIP/6004-00000002", "SIP/6003") in new
stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/6003
-- SIP/6003-00000003 is ringing
-- SIP/6003-00000003 is ringing
-- SIP/6003-00000003 is ringing
-- SIP/6003-00000003 is ringing
> 0x7f8ca401fff0 -- Strict RTP learning after remote address set to: 192
.168.100.2:7078
-- SIP/6003-00000003 answered SIP/6004-00000002
-- Channel SIP/6003-00000003 joined 'simple_bridge' basic-bridge <1e0e389e-
6f49-47e7-a5bc-bdc84ccc3453>
-- Channel SIP/6004-00000002 joined 'simple_bridge' basic-bridge <1e0e389e-
6f49-47e7-a5bc-bdc84ccc3453>
> Bridge 1e0e389e-6f49-47e7-a5bc-bdc84ccc3453: switching from simple_bri
dge technology to native_rtp
> Remotely bridged 'SIP/6004-00000002' and 'SIP/6003-00000003' - media w
ill flow directly between them
> 0x7f8ca400f180 -- Strict RTP switching to RTP target address 192.168.2
00.2:7078 as source
> 0x7f8ca400f180 -- Strict RTP learning complete - Locking on source add
ress 192.168.200.2:7078
> 0x7f8ca401fff0 -- Strict RTP switching to RTP target address 192.168.1
00.2:7078 as source
-- Channel SIP/6003-00000003 left 'native_rtp' basic-bridge <1e0e389e-6f49-
47e7-a5bc-bdc84ccc3453>
-- Channel SIP/6004-00000002 left 'native_rtp' basic-bridge <1e0e389e-6f49-
47e7-a5bc-bdc84ccc3453>

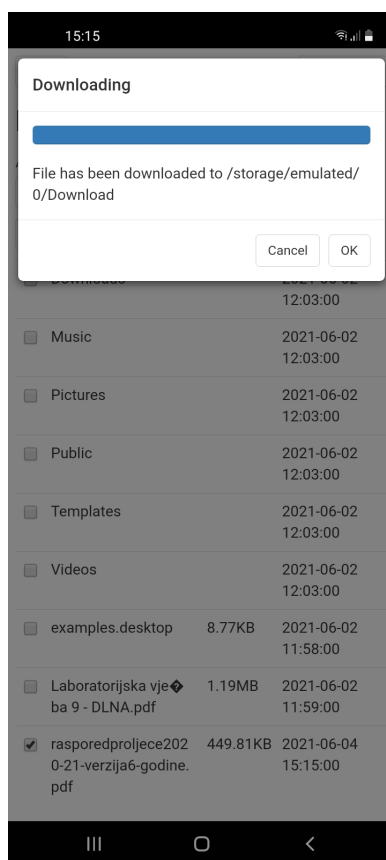
```

Slika 2.6: Tok uspostave poziva od klijenta 2 do klijenta 1

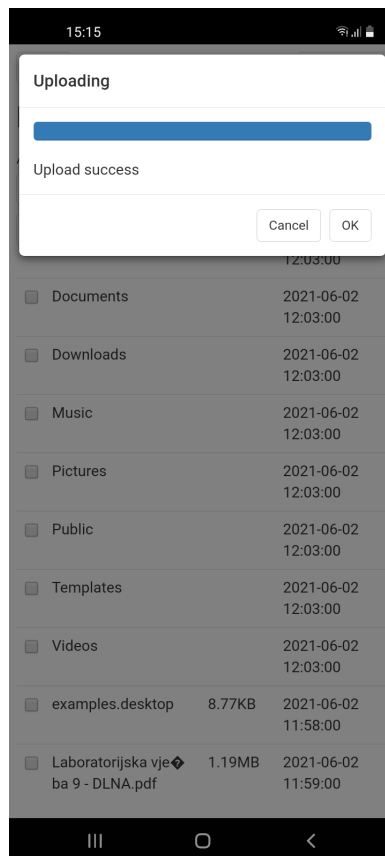
2.2. Testiranje FTP servera

Za svrhu testiranja FTP servera na klijentima 1 i 2 korištena je aplikacija *FileZilla*. Za uspješan prenos datoteka potrebno je klijente konektovati na FTP server, time im je omogućen prenos datoteka. Da bi se klijenti konektovali na server, potrebno je unijeti šifru i korisničko ime koji su definisani prilikom konfiguracije FTP servera. Na narednim slikama prikazana je funkcionalnost ovog servera.

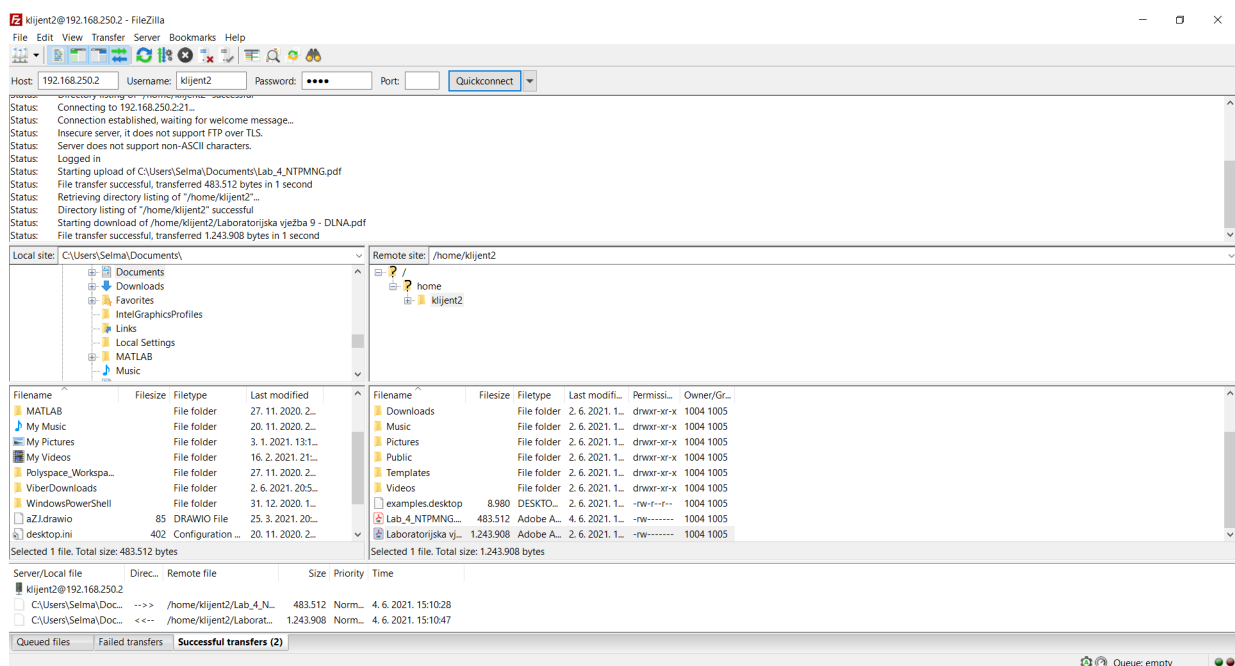
Na slici 2.7 prikazan je *download* datoteke na klijentu 1. Dok je na slici 2.8 prikazan *upload* datoteke na istom klijentu.



Slika 2.7: *Download* datoteke na klijenta 1

Slika 2.8: *Upload* datoteke na klijenta 1

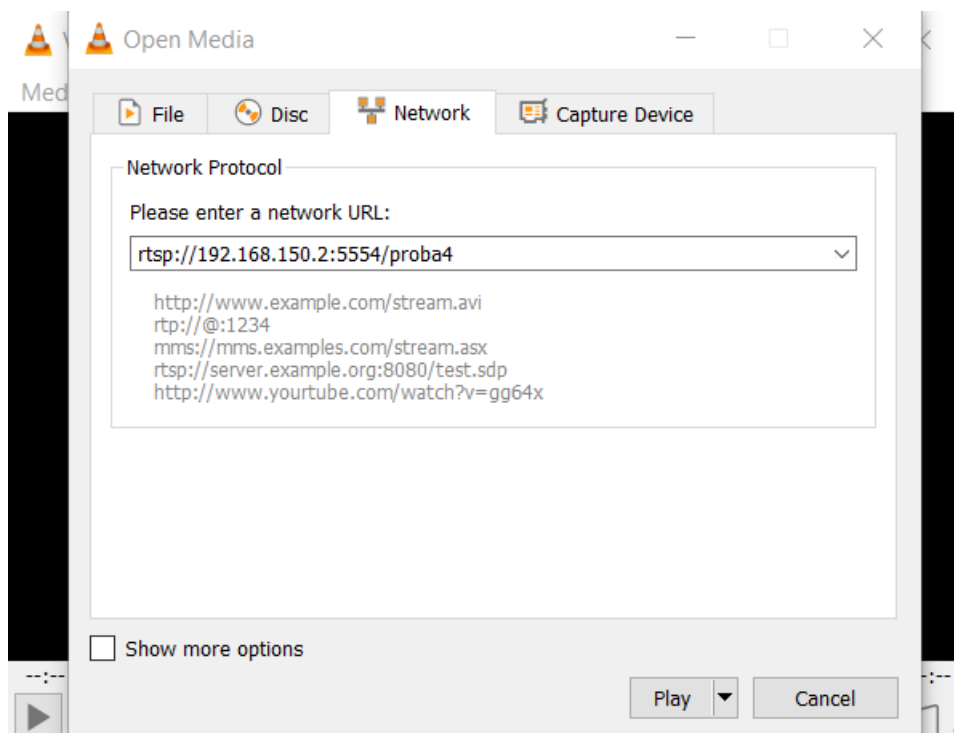
Za klijenta 2 uspješan *upload* i *download* datoteke prikazan je na slici 2.9.

Slika 2.9: *Upload* i *download* na klijentu 2

2.3. Testiranje VoD servera

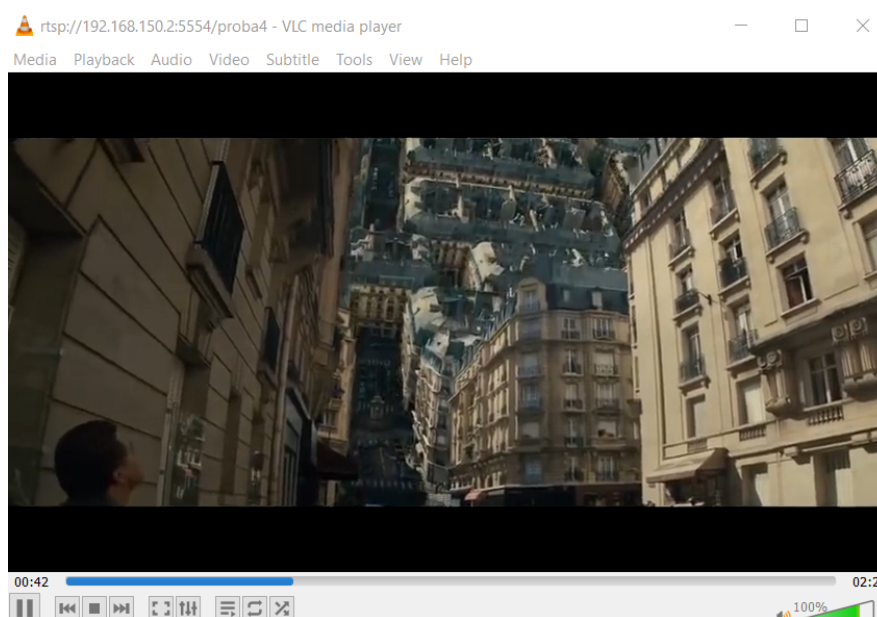
Za testiranje VoD servera korištena je aplikacija *VLC Media Player* na *Windows* klijentu, dok je na mobilnom uređaju korištena aplikacija *KMPlayer*.

Na slici 2.10 prikazan je odabir datoteke na *Windows*-u.



Slika 2.10: Odabir datoteke za VoD - *Windows*

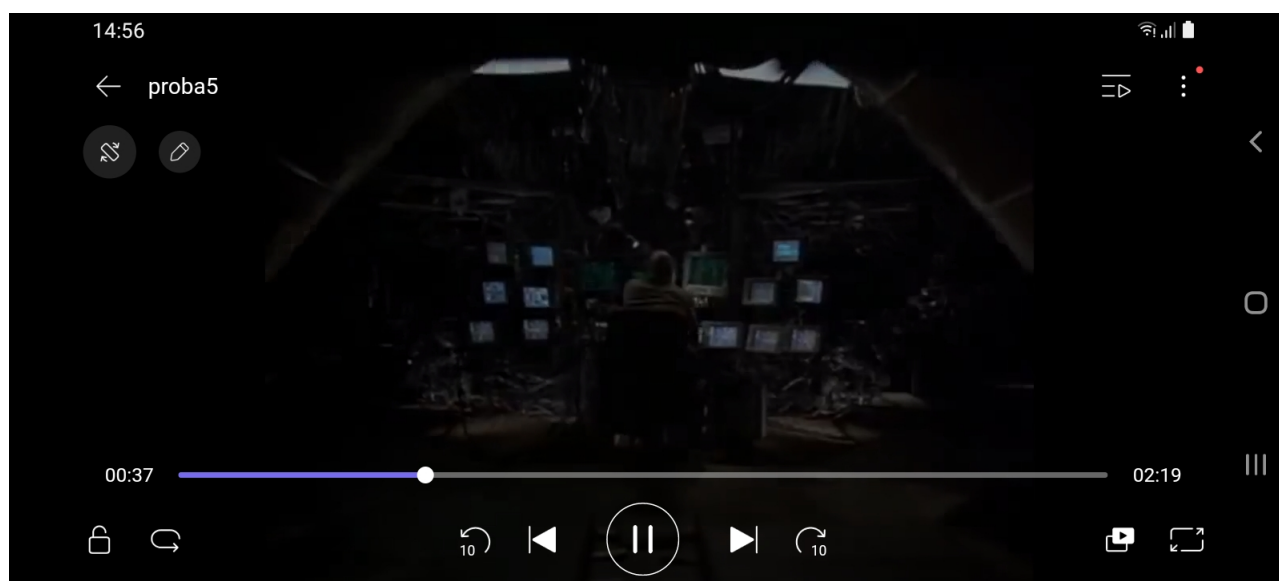
Reprodukcija sadržaja je uspješno odrađena na ovom klijentu, što pokazuje slika 2.11.



Slika 2.11: Reprodukcijska videa na *Windows* klijentu

Za klijenta 1 je na slici 2.12 prikazana uspješna reprodukcija sadržaja.

K1 - android, reprodukcija proba5.vlm fajla, klijent koristen na androidu je KMPlayer.



Slika 2.12: Reprodukcijska videa na *Android* klijentu

2.3.1. ExoPlayer rješenje

U sklopu VoD servera je također realizovano rješenje korištenjem ExoPlayer multimedijalnog *framework-a*. Da bi se isto omogućilo, na VoD serveru je preuzet Apache web server korištenjem komandi:

```
$ sudo apt update
$ sudo apt install apache2
```

Zatim je izvršena modifikacija *firewall-a*, kako bi se omogućio pristup predefinisanim portovima. Prilikom instalacije, Apache se registruje kao UFW kako bi pružio nekoliko profila aplikacija koje omogućavaju prolaz servera kroz *firewall*, što se provjerava komandom:

```
$ sudo ufw app list
```

Potrebno je dozvoliti saobraćaj na portu 80, kojeg otvara profil 'Apache':

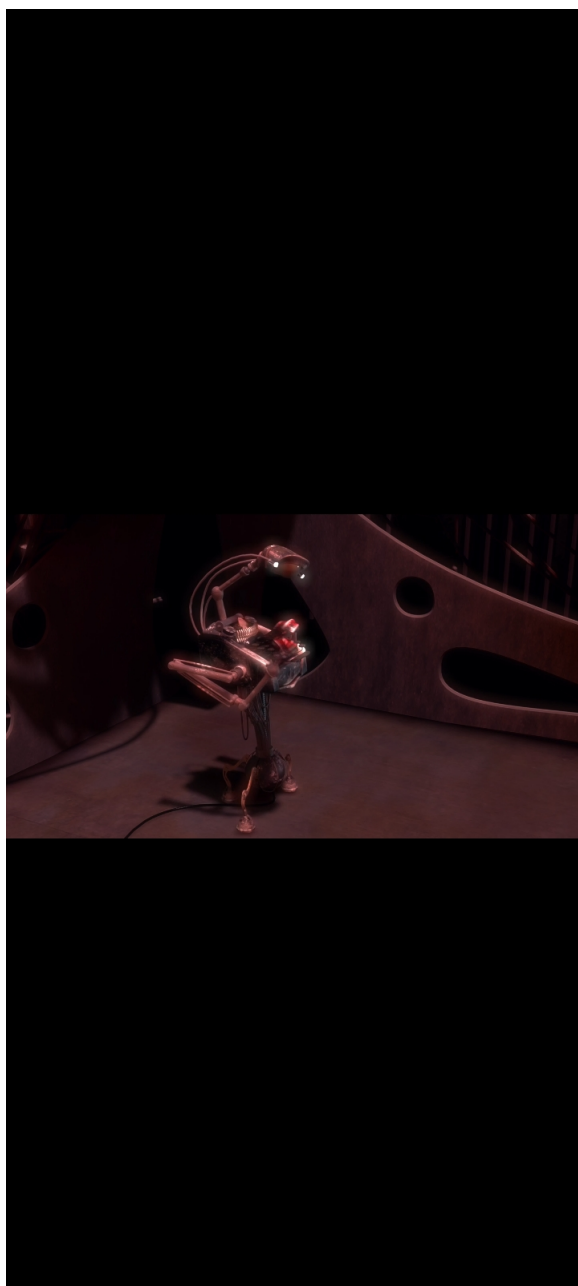
```
$ sudo ufw allow 'Apache'
```

Na kraju procesa instalacije, Ubuntu 18.04 pokreće Apache web server. Zatim je preuzeta i pokrenuta skripta *get_your_movies.sh*, da bi se preuzelo direktorij sa video sadržajem, u ovom slučaju direktorij *ed_4sec* koja sadrži desetominutni video sadržaj. Odgovarajuća datoteka je prebačena na Apache web server. Naposljetku je potrebno izvršiti modifikaciju koda sa Laboratorijske vježbe 4 gdje je, u Android Studio, unesena IP adresa VoD servera zajedno sa putanjom do *mpd* datoteke, kako je prikazano na slici 2.13.

```
<string name="proba">  
    https://192.168.150.2/ed_4sec/ed_10min/DASH_Files/VOD/ed_enc_10min_x264_dash.mpd  
</string>
```

Slika 2.13: Ažurirani link za *mpd* u Android Studio

Nakon podešavanja Android Debug Bridge servera u svrhu prepoznavanja adekvatnog *Android* klijenta te preuzivanja odgovarajuće verzije ExoPlayerDemo aplikacije, omogućena je reprodukcija video sadržaja sa VoD servera (slika 2.14).



Slika 2.14: Reprodukcijski video na *Android* klijentu - ExoPlayer rješenje

Popis slika

1.1	Topologija mreže i adresna shema	2
1.2	Postavljanje statičke adrese na SIP server	3
1.3	Kreiranje SIP klijenata	4
1.4	Postavljanje statičke adrese na FTP server	5
1.5	Učitavanje konfiguracijskih datoteka	6
1.6	Postavljanje statičke adrese na VoD server	7
1.7	Postavke mrežnog adaptera R1	8
1.8	Komanda <i>ip route print</i>	8
1.9	<i>Ping</i> sa R1 na R5, R6 i R7	9
1.10	Postavke mrežnog adaptera R2	10
1.11	Komanda <i>ip route print</i>	10
1.12	<i>Ping</i> sa R2 na R4, R6 i R8	11
1.13	Postavke mrežnog adaptera R3	12
1.14	Komanda <i>ip route print</i>	12
1.15	<i>Ping</i> sa R3 na R5, R7 i R8	13
1.16	Postavke mrežnog adaptera R4	14
1.17	Komanda <i>ip route print</i>	14
1.18	<i>Ping</i> sa R4 na R5, R6 i R8	15
1.19	Informacije i testiranje statičkog tunela VoD1 za R4	15
1.20	Informacije i testiranje statičkog tunela VoIP1 za R4	16
1.21	Postavke mrežnog adaptera R5	16
1.22	Komanda <i>ip route print</i>	17
1.23	<i>Ping</i> sa R5 na R2, R4 i R7	17
1.24	Informacije i testiranje statičkog tunela VoD1 za R5	18
1.25	Informacije i testiranje statičkog tunela VoD2 za R5	18
1.26	Postavke mrežnog adaptera R6	19
1.27	Komanda <i>ip route print</i>	19
1.28	<i>Ping</i> sa R6 na R1, R4 i R5	20
1.29	Postavke mrežnog adaptera R7	20
1.30	Komanda <i>ip route print</i>	21
1.31	<i>Ping</i> sa R7 na R2, R4 i R8	21
1.32	Informacije i testiranje statičkog tunela VoIP1 za R7	22

1.33	Informacije i testiranje statičkog tunela VoD2 za R7	22
1.34	Postavke mrežnog adaptera R8	23
1.35	Komanda <i>ip route print</i>	23
1.36	<i>Ping</i> sa R8 na R1, R2 i R4	24
1.37	Informacije i testiranje statičkog tunela VoD2 za R8	24
1.38	Informacije i testiranje statičkog tunela VoIP2 za R8	24
2.1	Prikaz aplikacije kada klijent 1 poziva klijenta 2	25
2.2	Prikaz aplikacije kada klijent 2 poziva klijenta 1	26
2.3	Trajanje poziva na klijentu 1	27
2.4	Trajanje poziva na klijentu 2	27
2.5	Tok uspostave poziva od klijenta 1 do klijenta 2	28
2.6	Tok uspostave poziva od klijenta 2 do klijenta 1	28
2.7	<i>Download</i> datoteke na klijenta 1	29
2.8	<i>Upload</i> datoteke na klijenta 1	30
2.9	<i>Upload</i> i <i>download</i> na klijentu 2	30
2.10	Odabir datoteke za VoD - <i>Windows</i>	31
2.11	Reprodukcija videa na <i>Windows</i> klijentu	31
2.12	Reprodukcija videa na <i>Android</i> klijentu	32
2.13	Ažurirani link za <i>mpd</i> u Android Studio	33
2.14	Reprodukcija videa na <i>Android</i> klijentu - ExoPlayer rješenje	33