

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Факультет інформатики та обчислювальної техніки  
Кафедра обчислювальної техніки

«Тестування та контроль якості (QA) вбудованих систем»  
Лабораторна робота №4  
**Тестування навантаження комп'ютерної мережі**

Виконала:  
студентка групи ІО-91  
Тимошенко Діана

Київ  
2022 р.

**Мета:** Ознайомитись з транспортним рівнем. Протоколи TCP та UDP. Виконати тестування навантаження.

### Посилання на репозиторій:

<https://github.com/diana-tym/qa-labs>

### Виконання лабораторної роботи для одного комп'ютера

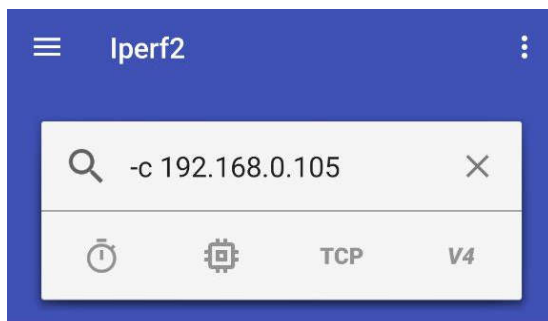
Приклад буде виконаний на ОС Android з використанням додатку Network Tools. Комп'ютер буде виконувати роль сервера, а смартфон – клієнта.

1) Запустимо наш сервер командою

`iperf -s`

```
diana@diana-X510UAR:~$ iperf -s
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 128 KByte (default)
-----
[ 1] local 192.168.0.105 port 5001 connected with 192.168.0.102 port 45266
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[ 1] 0.0000-11.1560 sec 32.3 MBytes 24.2 Mbits/sec
```

На смартфоні, який виступає у ролі клієнта введемо команду `-c 192.168.0.105` або команду `-c 192.168.0.105 -i 1` для виводу звіту кожну секунду.



192.168.0.105:5001 (TCP)

Interval	Transfer	Bandwidth
0.0-10.3 sec	32.2 MBytes	26.3 Mbits/sec



192.168.0.105:5001 (TCP)

Interval	Transfer	Bandwidth
0.0- 1.0 sec	2.62 MBytes	22.0 Mbits/sec
1.0- 2.0 sec	3.25 MBytes	27.3 Mbits/sec
2.0- 3.0 sec	2.75 MBytes	23.1 Mbits/sec
3.0- 4.0 sec	1.50 MBytes	12.6 Mbits/sec
4.0- 5.0 sec	1.62 MBytes	13.6 Mbits/sec
5.0- 6.0 sec	1.75 MBytes	14.7 Mbits/sec
6.0- 7.0 sec	2.38 MBytes	19.9 Mbits/sec
7.0- 8.0 sec	1.38 MBytes	11.5 Mbits/sec
8.0- 9.0 sec	2.25 MBytes	18.9 Mbits/sec
9.0-10.0 sec	2.50 MBytes	21.0 Mbits/sec
0.0-10.2 sec	22.1 MBytes	18.1 Mbits/sec

## 2) Відкриємо Wireshark та проаналізуємо отриманий трафік.

Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1 0.000000000	192.168.0.102	192.168.0.105	TCP	76	45266 → 5001 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=1460 SAC
2 0.000056975	192.168.0.105	192.168.0.102	TCP	74	5001 → 45266 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=65160 Len=0 M
3 0.008150604	192.168.0.102	192.168.0.105	TCP	68	45266 → 5001 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=88064 Len=0 TSval=
4 0.008152269	192.168.0.102	192.168.0.105	TCP	92	45266 → 5001 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=88064 Len=24
5 0.008152381	192.168.0.102	192.168.0.105	TCP	1514	45266 → 5001 [ACK] Seq=25 Ack=1 Win=88064 Len=1448 TS
6 0.008250267	192.168.0.105	192.168.0.102	TCP	66	5001 → 45266 [ACK] Seq=1 Ack=25 Win=65152 Len=0 TSval=
7 0.008295382	192.168.0.105	192.168.0.102	TCP	66	5001 → 45266 [ACK] Seq=1 Ack=1473 Win=63744 Len=0 TSv
8 0.014334586	192.168.0.102	192.168.0.105	TCP	11650	45266 → 5001 [ACK] Seq=1473 Ack=1 Win=88064 Len=11584
9 0.014395893	192.168.0.105	192.168.0.102	TCP	66	5001 → 45266 [ACK] Seq=1 Ack=13057 Win=52224 Len=0 TS
10 0.018429217	192.168.0.102	192.168.0.105	TCP	1514	45266 → 5001 [ACK] Seq=13057 Ack=1 Win=88064 Len=1448
11 0.018469081	192.168.0.105	192.168.0.102	TCP	66	5001 → 45266 [ACK] Seq=1 Ack=14505 Win=63104 Len=0 TS
6553 10.787862467	192.168.0.102	192.168.0.105	TCP	4394	45266 → 5001 [PSH, ACK] Seq=33812273 Ack=1 Win=88064 Len=4328
6554 10.787871318	192.168.0.105	192.168.0.102	TCP	66	5001 → 45266 [ACK] Seq=1 Ack=33816601 Win=1592832 Len=0 TSval=
6555 11.164245279	192.168.0.102	192.168.0.105	TCP	68	45266 → 5001 [FIN, PSH, ACK] Seq=33816601 Ack=1 Win=88064 Len=4
6556 11.171114742	192.168.0.105	192.168.0.102	TCP	66	5001 → 45266 [FIN, ACK] Seq=1 Ack=33816602 Win=1592832 Len=0 TS
6557 11.188397383	192.168.0.102	192.168.0.105	TCP	68	45266 → 5001 [ACK] Seq=33816602 Ack=2 Win=88064 Len=0 TSval=21

Сегменти 1-3 – триходове рукоштовування:

- 1) клієнт, який має намір встановити з'єднання, надсилає серверу сегмент з номером послідовності та прапором SYN. На стороні клієнта відбувається встановлення стану SYN-SENT.
- 2) сервер отримує TCP-сегмент від клієнта зі встановленим прапорцем SYN та у відповідь формує TCP-заголовок: у поле порт джерела заносить свій номер TCP-порту, у поле порт призначення номер порту клієнта, встановлює прапорці SYN та ACK. TCP-сесія на стороні сервера переходить у стан SYN-RECEIVED.
- 3) після отримання TCP-сегмента зі встановленими прапорцями ACK та SYN клієнт переходить у стан ESTABLISHED.

Сегменти 6555-6557 – завершення з'єднання:

- 1) клієнт надсилає серверу сегмент з прапором FIN на завершення з'єднання.
- 2) сервер відправляє сегмент з прапором ACK, щоб підтвердити отримання FIN для завершення сеансу від клієнта до сервера. Сервер відправляє FIN клієнту, щоб завершити сесію від сервера до клієнта.
- 3) клієнт надсилає ACK, щоб підтвердити FIN від сервера.

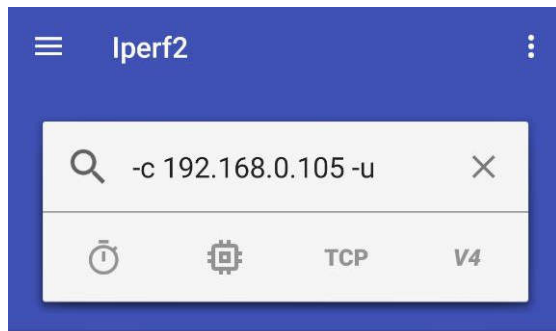
## 3) Запустимо UDP iperf-сервер командою

`iperf -s -u`

```
diana@diana-X510UAR:~$ iperf -s -u
-----
Server listening on UDP port 5001
UDP buffer size: 208 KByte (default)
-----
[ 1] local 192.168.0.105 port 5001 connected with 192.168.0.102 port 49465
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth      Jitter    Lost/Total Datagrams
[ 1] 0.0000-9.9369 sec 1.25 MBytes 1.06 Mbits/sec  3.454 ms 0/893 (0%)
```

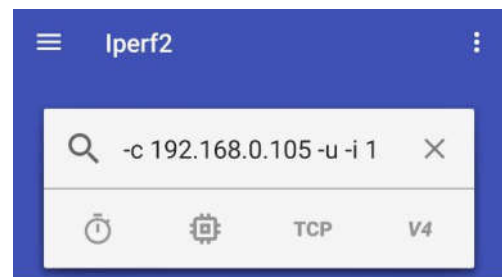
Підключимо клієнт до UDP iperf-сервера -с 192.168.0.105 -u

Також можна використати команду -с 192.168.0.105 -u -i 1



192.168.0.105:5001 (UDP)

Interval	Transfer	Bandwidth
0.0-10.0 sec	1.25 MBytes	1.05 Mbits/sec



192.168.0.105:5001 (UDP)

Interval	Transfer	Bandwidth
0.0- 1.0 sec	129 KBytes	1.06 Mbits/sec
1.0- 2.0 sec	128 KBytes	1.05 Mbits/sec
2.0- 3.0 sec	128 KBytes	1.05 Mbits/sec
3.0- 4.0 sec	128 KBytes	1.05 Mbits/sec
4.0- 5.0 sec	128 KBytes	1.05 Mbits/sec
5.0- 6.0 sec	128 KBytes	1.05 Mbits/sec
6.0- 7.0 sec	129 KBytes	1.06 Mbits/sec
7.0- 8.0 sec	128 KBytes	1.05 Mbits/sec
8.0- 9.0 sec	128 KBytes	1.05 Mbits/sec
9.0-10.0 sec	128 KBytes	1.05 Mbits/sec
0.0-10.0 sec	1.25 MBytes	1.05 Mbits/sec

	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470
2	0.006441463	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470
3	0.006441746	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470
4	0.006441847	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470
5	0.006441949	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470
6	0.006442046	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470
7	0.006442143	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470
8	0.006442245	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470
9	0.014886061	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470
10	0.023242798	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470
11	0.044144954	192.168.0.102	192.168.0.105	UDP	1512	49465 → 5001 Len=1470

## Тестування навантаження

1) MTBF test ( Mean time between failures) – середній наробіток між відмовами.

За допомогою TCP-трафіку перевіримо стабільність системи протягом якогось часу. Для цього нам знадобиться bash скрипт та gnuplot скрипт, завдяки якому можна проаналізувати трафік у вигляді графіку.



Створимо та запустимо скрипт для генерації трафіку.

Команда, яку ми використовуємо `iperf -c $1 -i 60 -t 7200`, де `$1` – перший аргумент, який ми передамо скрипту (адреса серверу), `-i 60` – вивід результатів тестування кожної хвилини, `-t 7200` – час тестування 2 години.

```
diana@diana-X510UAR:~$ nano bashTCP.sh
diana@diana-X510UAR:~$ sudo chmod +x ./bashTCP.sh
[sudo] password for diana:
diana@diana-X510UAR:~$
```

```
diana@diana-X510UAR:~$ cat bashTCP.sh
#!/bin/bash

print_usage() {
    echo "Usage: $0 ip_addr device"
}

if [ $# -ne 2 ]; then
    echo "Error: To few argumets">&2
    print_usage
    exit 1
fi

iperf -c $1 -i 60 -t 7200 | tee tcp_$2.txt
```

```
diana@diana-X510UAR:~$ ./bashTCP.sh 192.168.0.103 192.168.0.105
-----
Client connecting to 192.168.0.103, TCP port 5001
TCP window size: 85.0 KByte (default)
-----
[  1] local 192.168.0.105 port 47240 connected with 192.168.0.103 port 5001
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[  1] 0.0000-60.0000 sec   66.5 MBytes  9.30 Mbits/sec
[  1] 60.0000-120.0000 sec 60.1 MBytes  8.41 Mbits/sec
```

```
diana@diana-X510UAR:~$ cat tcp_192.168.0.105.txt
-----
Client connecting to 192.168.0.103, TCP port 5001
TCP window size: 85.0 KByte (default)
-----
[  1] local 192.168.0.105 port 47240 connected with 192.168.0.103 port 5001
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[  1] 0.0000-60.0000 sec   66.5 MBytes  9.30 Mbits/sec
[  1] 60.0000-120.0000 sec 60.1 MBytes  8.41 Mbits/sec
[  1] 120.0000-180.0000 sec 122 MBytes  17.1 Mbits/sec
[  1] 180.0000-240.0000 sec 114 MBytes  15.9 Mbits/sec
[  1] 240.0000-300.0000 sec 98.2 MBytes  13.7 Mbits/sec
[  1] 300.0000-360.0000 sec 99.1 MBytes  13.9 Mbits/sec
[  1] 360.0000-420.0000 sec 124 MBytes  17.4 Mbits/sec
[  1] 420.0000-480.0000 sec 122 MBytes  17.1 Mbits/sec
[  1] 480.0000-540.0000 sec 106 MBytes  14.7 Mbits/sec
[  1] 540.0000-600.0000 sec 111 MBytes  15.5 Mbits/sec
[  1] 600.0000-660.0000 sec 98.9 MBytes  13.8 Mbits/sec
[  1] 660.0000-720.0000 sec 135 MBytes  18.9 Mbits/sec
```

```

[ 1] 6660.0000-6720.0000 sec 78.1 MBytes 10.9 Mbits/sec
[ 1] 6720.0000-6780.0000 sec 66.5 MBytes 9.30 Mbits/sec
[ 1] 6780.0000-6840.0000 sec 114 MBytes 15.9 Mbits/sec
[ 1] 6840.0000-6900.0000 sec 41.5 MBytes 5.80 Mbits/sec
[ 1] 6900.0000-6960.0000 sec 93.5 MBytes 13.1 Mbits/sec
[ 1] 6960.0000-7020.0000 sec 49.8 MBytes 6.96 Mbits/sec
[ 1] 7020.0000-7080.0000 sec 55.5 MBytes 7.76 Mbits/sec
[ 1] 7080.0000-7140.0000 sec 89.4 MBytes 12.5 Mbits/sec
[ 1] 7140.0000-7200.0000 sec 107 MBytes 14.9 Mbits/sec
[ 1] 0.0000-7202.0957 sec 15.2 GBytes 17.9 Mbits/sec

```

Створимо та запустимо скрипт для побудови графіку за результатами тестування.

```

diana@diana-X510UAR:~$ cat plotTCP.gpi
#!/usr/bin/gnuplot -persist

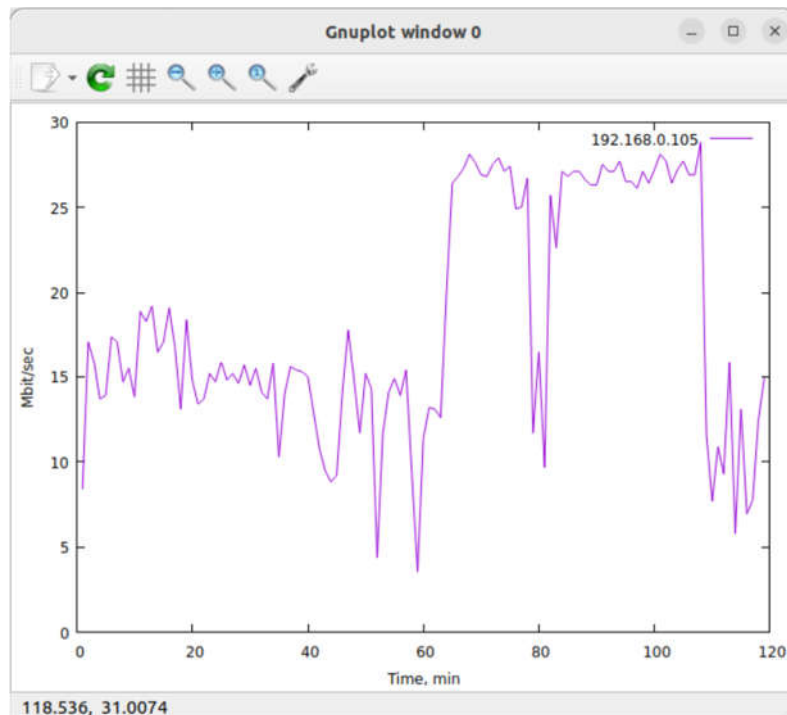
set xlabel "Time, min"
set ylabel "Mbit/sec"

files=system("ls -l *.txt")
phone(f)=substr(f,5,strlen(f)-4)

plot
    for [file in files] file
    using ($3 > 8 ? $7 : $8)
    every :: 6
    title phone(file)
    with lines

pause mouse close

```





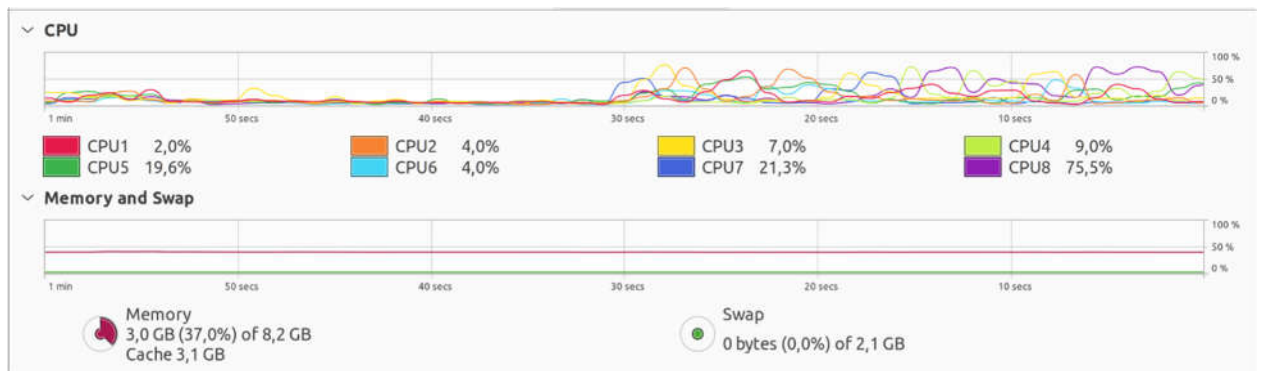
```

diana@diana-X510UAR:~$ iperf -c 192.168.0.105 -u -b 70G -l 65000 -i 1 -t 500 | tee iperf_ram.txt
-----
Client connecting to 192.168.0.105, UDP port 5001
Sending 65000 byte datagrams, IPG target: 6.92 us (kalman adjust)
UDP buffer size: 208 KByte (default)
-----
[  1] local 192.168.0.105 port 60460 connected with 192.168.0.105 port 5001
ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[  1] 0.0000-1.0000 sec  6.63 GBytes  57.0 Gbits/sec
[  1] 1.0000-2.0000 sec  6.86 GBytes  59.0 Gbits/sec
[  1] 2.0000-3.0000 sec  6.89 GBytes  59.2 Gbits/sec
[  1] 3.0000-4.0000 sec  6.90 GBytes  59.3 Gbits/sec
[  1] 4.0000-5.0000 sec  6.83 GBytes  58.7 Gbits/sec
[  1] 5.0000-6.0000 sec  6.95 GBytes  59.7 Gbits/sec
[  1] 6.0000-7.0000 sec  6.88 GBytes  59.1 Gbits/sec
[  1] 7.0000-8.0000 sec  6.95 GBytes  59.7 Gbits/sec
[  1] 8.0000-9.0000 sec  6.75 GBytes  58.0 Gbits/sec
[  1] 9.0000-10.0000 sec 6.72 GBytes  57.7 Gbits/sec
[  1] 10.0000-11.0000 sec 6.62 GBytes  56.9 Gbits/sec
[  1] 11.0000-12.0000 sec 6.95 GBytes  59.7 Gbits/sec
[  1] 12.0000-13.0000 sec 6.73 GBytes  57.9 Gbits/sec
[  1] 13.0000-14.0000 sec 6.89 GBytes  59.2 Gbits/sec
[  1] 14.0000-15.0000 sec 6.96 GBytes  59.8 Gbits/sec

[  1] 496.0000-497.0000 sec  5.63 GBytes  48.4 Gbits/sec
[  1] 497.0000-498.0000 sec  6.13 GBytes  52.7 Gbits/sec
[  1] 498.0000-499.0000 sec  5.83 GBytes  50.1 Gbits/sec
[  1] 499.0000-500.0000 sec  6.05 GBytes  52.0 Gbits/sec
[  1] 0.0000-500.0000 sec  2.80 TBytes  49.3 Gbits/sec
[  1] Sent 47440562 datagrams
[  1] Server Report:
ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter    Lost/Total Datagrams
[  1] 0.0000-499.9999 sec  64.5 GBytes  1.11 Gbits/sec  0.001 ms 358223/47440561 (0.76%)
[  1] 0.0000-499.9999 sec 11861 datagrams received out-of-order

```

[illegible]



Змін в навантаженні на оперативну пам'ять не було помічено.

3) Також проведемо тестування за допомогою UDP – трафіку. Але тепер будемо надсилати трафік маленькими пакетами. Таким чином, буде навантажуватися CPU.

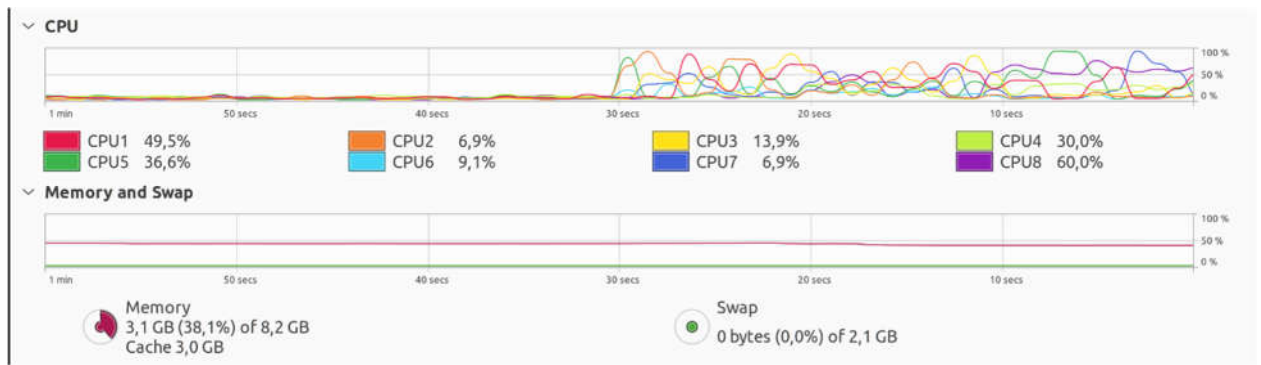
`iperf -c 192.168.0.105 -i 1 -t 360 -b 3G -l 1000 -u`

```
diana@diana-X510UAR:~$ iperf -c 192.168.0.105 -u -b 3G -l 1000 -i 1 -t 360 | tee iperf_cpu.txt
-----
Client connecting to 192.168.0.105, UDP port 5001
Sending 1000 byte datagrams, IPG target: 2.48 us (kalman adjust)
UDP buffer size: 208 KByte (default)
-----
[ 1] local 192.168.0.105 port 56286 connected with 192.168.0.105 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 1] 0.0000-1.0000 sec  372 MBytes  3.12 Gbits/sec
[ 1] 1.0000-2.0000 sec  388 MBytes  3.26 Gbits/sec
[ 1] 2.0000-3.0000 sec  389 MBytes  3.26 Gbits/sec
[ 1] 3.0000-4.0000 sec  386 MBytes  3.24 Gbits/sec
[ 1] 354.0000-355.0000 sec  383 MBytes  3.21 Gbits/sec
[ 1] 355.0000-356.0000 sec  367 MBytes  3.08 Gbits/sec
[ 1] 356.0000-357.0000 sec  362 MBytes  3.04 Gbits/sec
[ 1] 357.0000-358.0000 sec  363 MBytes  3.05 Gbits/sec
[ 1] 358.0000-359.0000 sec  335 MBytes  2.81 Gbits/sec
[ 1] 359.0000-360.0000 sec  338 MBytes  2.84 Gbits/sec
[ 1] 0.0000-360.0000 sec  135 GBytes  3.22 Gbits/sec
[ 1] Sent 144750525 datagrams
[ 1] Server Report:
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth      Jitter    Lost/Total Datagrams
[ 1] 0.0000-360.0000 sec  135 GBytes  3.21 Gbits/sec  0.000 ms 108157/144750524 (0.075%)
[ 1] 0.0000-360.0000 sec  3550 datagrams received out-of-order
```

```
diana@diana-X510UAR:~$ sar 10 39 | tee test_cpu.txt
Linux 5.15.0-52-generic (diana-X510UAR)      20.11.22      _x86_64_      (8 CPU)

20:47:02      CPU      %user      %nice      %system      %iowait      %steal      %idle
20:47:12      all        1,50        0,06        1,23        0,01        0,00      97,19
20:47:22      all        1,52        0,08        1,39        0,00        0,00      97,01
20:47:32      all        6,24        0,01       14,07        0,03        0,00      79,65
20:47:42      all        9,04        0,04       19,13        0,03        0,00      71,77
20:47:52      all        7,67        0,03       18,42        0,04        0,00      73,85
20:48:02      all        7,91        0,04       18,59        0,01        0,00      73,45
20:48:12      all        8,70        0,05       18,48        0,04        0,00      72,73
20:48:22      all        8,12        0,01       18,52        0,01        0,00      73,33
20:48:32      all        9,46        0,04       18,62        0,01        0,00      71,88
20:48:42      all        9,08        0,03       19,22        0,04        0,00      71,63
20:48:52      all        9,30        0,01       18,58        0,03        0,00      72,08
```





Відбувається помітне зростання навантаження на процесор.

## Висновок

В цій лабораторній роботі ми познайомились з утилітою `iperf` для тестування мережі та транспортними протоколами TCP і UDP. За допомогою `iperf` ми згенерували TCP та UDP трафік і проаналізували його в програмі Wireshark. Також за допомогою `bash` та `gnuplot` скриптів ми виконали MTBF тест, і провели тестування навантаження процесу та оперативної пам'яті.