

Δίκτυα Επικοινωνιών

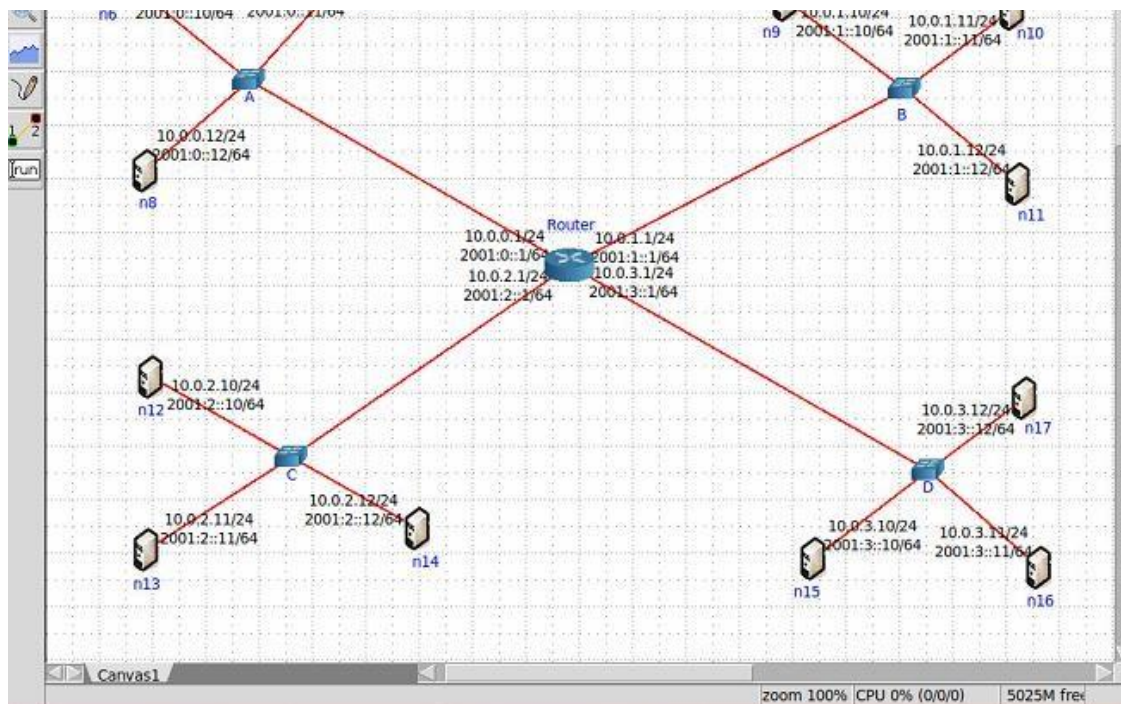
Core Emulator & Wireshark

Ρονάλντο Ντερβισάι
Νέγκι Χότζα

(1^ο Ερώτημα)

Ενσύρματο δίκτυο με 4 υποδίκτυα .

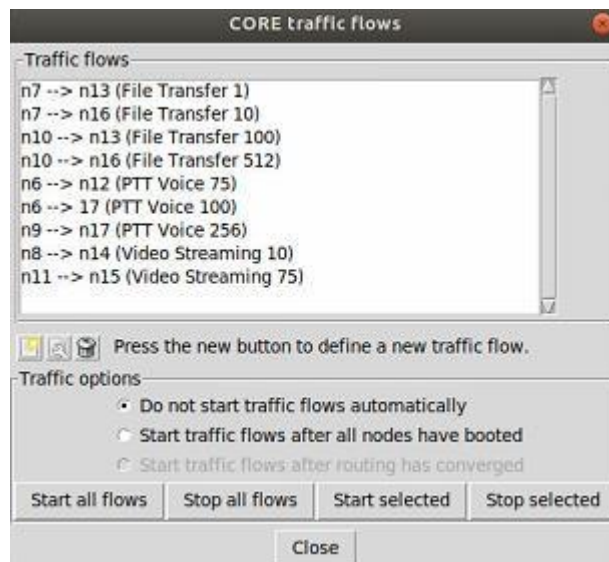
(1 router, 4 switches και 12 hosts)



(2^ο Ερώτημα)

Σε αυτό το σημείο επιλέξαμε να δημιουργήσουμε 9 traffic flows με σκοπό να εκμεταλλευτούμε όλους τους κόμβους του δικτύου (source nodes n6-n11 και destination nodes n12-n17).

Κατά αυτό το τρόπο είχαμε τη δυνατότητα να εξομοιώσουμε πολλαπλά traffic flows από κάθε κατηγορία (file transfer, ptt voice communication, video streaming) συνδυάζοντας το κατάλληλο pattern με διαφορετικό όμως bandwidth κάθε φορά για να έχουμε ποικίλα παραδείγματα για σύγκριση.



Επιλογή Pattern (File Transfer):

Βασιζόμενοι σε πληροφορίες που συλλέξαμε στο διαδίκτυο, συμπεραίνουμε ότι η ιδανικότερη επιλογή για ένα file transfer traffic flow είναι το Periodic pattern σε συνδυασμό με το πρωτόκολλο TCP καθώς σε αυτή τη περίπτωση μας ενδιαφέρει περισσότερο η ασφαλής μεταφορά των αρχείων. Επομένως, σχηματίσαμε τα αντίστοιχα traffic flows επιλέγοντας διάφορα bandwidth (Periodic 1/10/100/512 kbps).

Συγκεκριμένα, επιλέξαμε το Periodic pattern καθώς είναι το μοτίβο που χρησιμοποιείται συνήθως για τη μοντελοποίηση των traffic flows που λαμβάνουν χώρα σε τακτά χρονικά διαστήματα, όπως προγραμματισμένα αντίγραφα ασφαλείας ή μεταφορά αρχείων. Αυτό το είδος traffic pattern μπορεί να διασφαλίσει ότι το απαιτούμενο bandwidth είναι σταθερά διαθέσιμο, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για περιπτώσεις όπου η μεταφορά αρχείων πρέπει να ολοκληρωθεί εντός συγκεκριμένου χρονικού πλαισίου ή όπου τα αρχεία είναι time-sensitive.

Παράδειγμα (File Transfer):

Flow configuration

name: n10 --> n13 (File Transfe flow number 3) start time: 0.0 stop time:

source

source node: n10

IP: 10.0.1.11 port: 5000

protocol: TCP TOS:

pattern: presets PERIODIC [10.0 1250]

log file:

destination

destination node: n13 clear

IP: 10.0.2.11 port: 5000

log file: /var/log/mgen3.log

additional MGEN parameters:

Apply Cancel

Επιλογή Pattern (PTT voice communication):

Για την εξομοίωση των push-to-talk voice communication traffic flows επιλέξαμε το *Burst pattern* καθώς είναι το ιδανικό μοτίβο για τη μοντελοποίηση των traffic flows που εμφανίζονται σε σύντομες, έντονες εκρήξεις (bursts). Δηλαδή, για σενάρια όπως ομαδικές συνομιλίες ή κλήσεις διασκέψεων, όπου πολλοί χρήστες ενδέχεται να μιλούν ταυτόχρονα, προκαλώντας τα traffic bursts που αναφέρθηκαν παραπάνω. Επιπροσθέτως, χρησιμοποιήσαμε το πρωτόκολλο UDP καθώς σε αυτού του είδους τη κυκλοφορία η ταχύτητα αποτελεί σημαντικό παράγοντα.

Παράδειγμα (PTT) :

The screenshot shows a window titled "Edit traffic flow". Inside, there's a "Flow configuration" section. The "name" field contains "n9 --> n17 (PTT Voice 25 flow number 7)". Below this, there are "source" and "destination" sections. The "source" section has "source node" set to "n9", "IP" set to "10.0.1.10", "port" set to "5000", "protocol" set to "UDP", and "TOS" set to an empty field. The "destination" section has "destination node" set to "n17" with a "clear" button next to it, "IP" set to "10.0.3.12", "port" set to "5000", and "log file" set to "/var/log/mgen7.log". There's also a "pattern" section with "presets" and "BURST [RANDOM 5.0 PE]" selected. At the bottom, there's an "additional MGEN parameters" field and "Apply" and "Cancel" buttons.

Επιλογή Pattern (Video Streaming):

Για την εξομοίωση των video streaming traffic flows επιλέξαμε το *Jitter pattern* καθώς είναι το μοτίβο που χρησιμοποιείται συνήθως για τη μοντελοποίηση κυκλοφορίας που υπόκειται σε καθυστέρηση όπως σε σενάρια "video streaming" όπου η καθυστέρηση μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του βίντεο.

Και σε αυτή τη περίπτωση επιλέξαμε το πρωτόκολλο UDP με βασικό κριτήριο και πάλι τη ταχύτητα.

Παράδειγμα (Video Streaming):

Flow configuration

name n8 --> n14 (Video Stream flow number 8 start time 0.0 stop time)

source

source node n8

IP 10.0.0.12 port 5000

protocol UDP TOS

pattern presets JITTER [10.0 125 0.5]

log file

destination

destination node n14 clear

IP 10.0.2.12 port 5000

log file /var/log/mgen8.log

additional MGEN parameters

Apply Cancel

(3^ο Ερώτημα)

Χρησιμοποιώντας την εντολή “**ping <client IP address>**” όπως φαίνεται και στο στιγμιότυπο παρακάτω, μπορούμε να δούμε πληροφορίες όπως το average RTT και το packet loss ανά traffic flow.

```
File Edit View Search Terminal Help
root@n7: /tmp/pycore.44853/n7.conf# ping 10.0.3.11
PING 10.0.3.11 (10.0.3.11) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 10.0.3.11: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.047 ms
64 bytes from 10.0.3.11: icmp_seq=2 ttl=63 time=0.117 ms
```

Αναλυτικά για κάθε traffic flow:

Traffic Flow	Average RTT	Packet Loss
n7->n13 (File Transfer)	0.060	0%
n7->n16 (File Transfer)	0.062	0%
n10->n13 (File Transfer)	0.051	0%
n10->n16 (File Transfer)	0.070	0%
n6->n12 (PTT voice)	0.068	0%
n6->n17 (PTT voice)	0.058	0%
n9->n17 (PTT voice)	0.071	0%
n8->n14 (Video)	0.081	0%
n11->n15 (Video)	0.055	0%

Αντίστοιχα, συνδυάζοντας τις εντολές “**iperf3 -s -p 5000**” (από τον server) και “**iperf3 -c <server IP address> -s 5000**” (από τον client), μπορούμε να δούμε το throughput όπως φαίνεται και στο στιγμιότυπο παρακάτω.

```
root@n7: /tmp/pycore.44853/n7.conf
File Edit View Search Terminal Help
root@n7:/tmp/pycore.44853/n7.conf# iperf3 -s -p 5000
-----
Server listening on 5000
-----
Accepted connection from 10.0.2.11, port 56760
[ 5] local 10.0.0.11 port 5000 connected to 10.0.2.11 port 56762
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[ 5]  0.00-1.00      sec    813 MBytes  6.82 Gbits/sec
[ 5]  1.00-2.00      sec    799 MBytes  6.70 Gbits/sec
[ 5]  2.00-3.00      sec    832 MBytes  6.98 Gbits/sec
[ 5]  3.00-4.00      sec    753 MBytes  6.32 Gbits/sec
[ 5]  4.00-5.00      sec    833 MBytes  6.99 Gbits/sec
[ 5]  5.00-6.00      sec    823 MBytes  6.90 Gbits/sec
[ 5]  6.00-7.00      sec    827 MBytes  6.94 Gbits/sec
[ 5]  7.00-8.00      sec    783 MBytes  6.57 Gbits/sec
[ 5]  8.00-9.00      sec    829 MBytes  6.95 Gbits/sec
[ 5]  9.00-10.00     sec    846 MBytes  7.10 Gbits/sec
[ 5] 10.00-10.00     sec     896 KBytes  6.51 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[ 5]  0.00-10.00     sec    0.00 Bytes  0.00 bits/sec
[ 5]  0.00-10.00     sec    7.95 GBytes  6.83 Gbits/sec
-----
Server listening on 5000
File Edit View Search Terminal Help
root@n13:/tmp/pycore.44853/n13.conf# iperf3 -c 10.0.0.11 -p 5000
Connecting to host 10.0.0.11, port 5000
[ 4] local 10.0.2.11 port 56762 connected to 10.0.0.11 port 5000
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth   Retr  Cwnd
[ 4]  0.00-1.00      sec    814 MBytes  6.82 Gbits/sec    0   400 KBytes
[ 4]  1.00-2.00      sec    799 MBytes  6.70 Gbits/sec  865   530 KBytes
[ 4]  2.00-3.00      sec    831 MBytes  6.98 Gbits/sec  440   420 KBytes
[ 4]  3.00-4.00      sec    754 MBytes  6.32 Gbits/sec  478   382 KBytes
[ 4]  4.00-5.00      sec    832 MBytes  6.99 Gbits/sec    0   445 KBytes
[ 4]  5.00-6.00      sec    822 MBytes  6.90 Gbits/sec  461   393 KBytes
[ 4]  6.00-7.00      sec    828 MBytes  6.94 Gbits/sec    0   406 KBytes
[ 4]  7.00-8.00      sec    784 MBytes  6.57 Gbits/sec    1   465 KBytes
[ 4]  8.00-9.00      sec    829 MBytes  6.95 Gbits/sec    2   485 KBytes
[ 4]  9.00-10.00     sec    846 MBytes  7.10 Gbits/sec  421   297 KBytes
-----
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth   Retr
[ 4]  0.00-10.00     sec    7.95 GBytes  6.83 Gbits/sec  2668
[ 4]  0.00-10.00     sec    7.95 GBytes  6.83 Gbits/sec
-----
sender
receiver
```

Αναλυτικά για όλα τα traffic flows:

Traffic Flow	Throughput
n7->n13 (File Transfer)	6.83 Gbits/sec
n7->n16 (File Transfer)	6.66 Gbits/sec
n10->n13 (File Transfer)	6.89 Gbits/sec
n10->n16 (File Transfer)	6.83 Gbits/sec
n6->n12 (PTT voice)	6.95 Gbits/sec
n6->n17 (PTT voice)	6.92 Gbits/sec
n9->n17 (PTT voice)	6.86 Gbits/sec
n8->n14 (Video)	6.86 Gbits/sec
n11->n15 (Video)	6.86 Gbits/sec

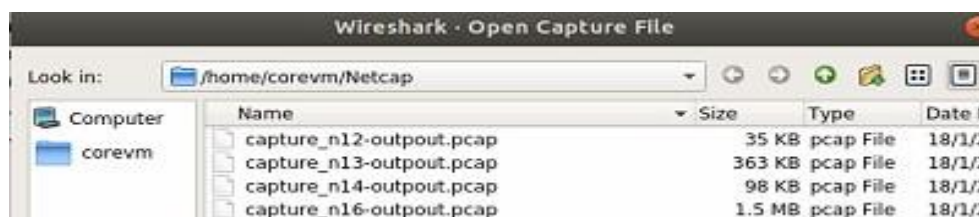
(4^ο ερώτημα)

Με τις εντολές “**ping <client IP address>**” (από τον server) και στη συνέχεια

“**sudo tshark -i eth0 -w capture_<server node>-output.pcap**”, “**ls**” και

“**mv capture_<server node>-output.pcap /home/corevm/Netcap**”

(από τον client) εξάγουμε σε αρχείο .pcap τις καταγραφές του αντίστοιχου traffic flow.



Στη συνέχεια ανοίγουμε τα αντίστοιχα αρχεία μέσω του Wireshark όπου μπορούμε να τα αναλύσουμε.

Στα ακόλουθα στιγμιότυπα βλέπουμε κάποιες βασικές πληροφορίες για 3 traffic flows από διαφορετικές κατηγορίες.

(File Transfer)

capture_n13-outpout.pcap

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help

Apply a display filter ... <Ctrl-F> Expression...

no.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
545	24.084766136	10.0.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
546	24.084808833	10.0.2.11	10.0.2.11	RSL	1316	unknown 0
547	24.118018157	10.0.2.11	10.0.1.11	TCP	66	5000 → 5000 [ACK] Seq=1 Ack=301251 Win=501 Len=0 TSval=1277525210 TSecr=772663871
548	24.139821738	10.0.0.10	10.0.2.11	RSL	191	unknown 0
549	24.139841735	10.0.2.11	10.0.0.10	TCP	66	5000 → 5000 [ACK] Seq=1 Ack=3126 Win=509 Len=0 TSval=477682682 TSecr=4157463199
550	24.154371889	10.0.1.11	10.0.2.11	RSL	1316	unknown 0
551	24.206894154	10.0.2.11	10.0.1.11	TCP	66	5000 → 5000 [ACK] Seq=1 Ack=302501 Win=501 Len=0 TSval=1277525208 TSecr=772663961
552	24.255267231	10.0.1.11	10.0.2.11	RSL	1216	unknown 0
553	24.309288890	10.0.2.11	10.0.1.11	TCP	66	5000 → 5000 [ACK] Seq=1 Ack=303751 Win=501 Len=0 TSval=1277525392 TSecr=772664060
554	24.359084143	10.0.1.11	10.0.2.11	RSL	1316	unknown 0
555	24.409081533	10.0.2.11	10.0.1.11	TCP	66	5000 → 5000 [ACK] Seq=1 Ack=305081 Win=501 Len=0 TSval=1277525581 TSecr=772664164

▼ Frame 545: 78 bytes on wire (624 bits), 78 bytes captured (624 bits) on interface 0

Interface id: 0 (eth0)

Interface name: eth0

Encapsulation type: Ethernet (1)

Arrival Time: Jan 18, 2023 20:27:19.323950109 EET

[Time shift for this packet: 0.000000000 seconds]

Epoch time when this frame was captured (frame.time_epoch)

[Time delta from previous captured frame: 0.009114552 seconds]

[Time delta from previous displayed frame: 0.009114552 seconds]

[Time since reference or first frame: 24.084766136 seconds]

Frame Number: 545

Frame Length: 78 bytes (624 bits)

Capture Length: 78 bytes (624 bits)

[Frame is marked: False]

[Frame is ignored: False]

[Protocols in frame: eth:ethertype:ip:ospf]

[Coloring Rule Name: Routing]

[Coloring Rule String: hsrp || eigrp || ospf || bgp || cdp || vrrp || carp || gvrp || igmp || ismp]

▼ Ethernet II, Src: 00:00:00:aa:00:0e (00:00:00:aa:00:0e), Dst: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)

Destination: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)

Source: 00:00:00:aa:00:0e (00:00:00:aa:00:0e)

Type: IPv4 (0x0800)

▼ Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.2.1, Dst: 224.0.0.5

0100 ... = Version: 4

... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)

Differentiated Services Field: 0xc0 (DSCP: CS6, ECN: Not-ECT)

Total Length: 64

Identification: 0x4209 (17113)

Flags: 0x0000

Time to live: 1

Protocol: OSPF IGP (89)

Header checksum: 0x89c6 [validation disabled]

[Header checksum status: Unverified]

Source: 10.0.2.1

Destination: 224.0.0.5

0000 01 00 5e 00 00 05 00 00 aa 00 0e 00 00 45 c0

0010 00 40 42 09 00 00 01 59 00 c6 0a 00 02 01 e0 00 08....Y.....

0020 00 05 02 01 00 2c 0a 00 03 01 00 00 00 00 e3 c6

0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ff ff ff 00 00 02

Epoch time when this frame was captured (frame.time_epoch)

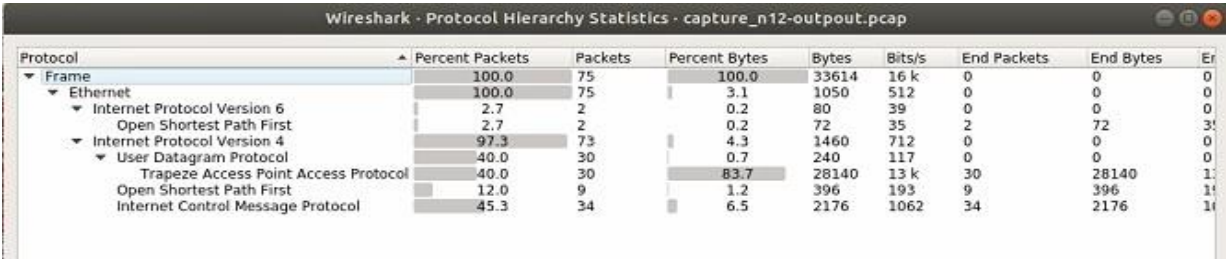
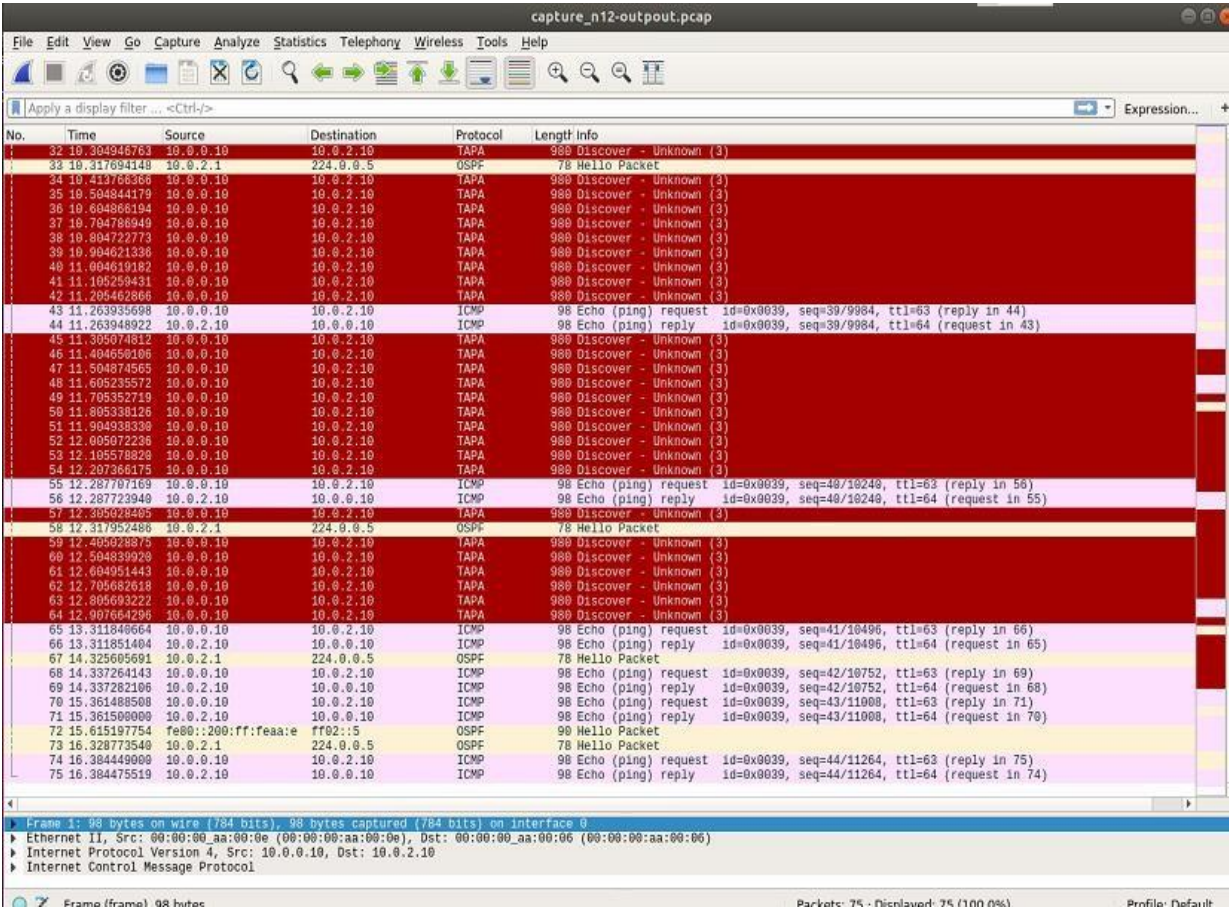
Packets: 568 · Displayed: 568 (100.0%)

Profile: Default

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes
▼ Frame	100.0	568	100.0	353281	113 k	0	0
▼ Ethernet	100.0	568	2.3	7952	2544	0	0
▼ Internet Protocol Version 6	0.5	3	0.0	120	38	0	0
Open Shortest Path First	0.5	3	0.0	108	34	3	108
▼ Internet Protocol Version 4	99.1	563	3.2	11260	3603	0	0
▼ Transmission Control Protocol	97.0	551	94.3	333257	106 k	276	8832
▼ GSM over IP protocol as used by ip.access	48.4	275	89.3	315625	101 k	0	0
Radio Signalling Link (RSL)	48.4	275	89.1	314800	100 k	275	314800
Open Shortest Path First	2.1	12	0.1	528	168	12	528
Address Resolution Protocol	0.4	2	0.0	56	17	2	56

Wireshark · Endpoints · capture_n13-outpout.pcap											
Ethernet · 4		IPv4 · 5		IPv6 · 2		TCP · 3		UDP			
Address	Packets	Bytes	Tx Packets	Tx Bytes	Rx Packets	Rx Bytes	Country	City	AS Number	AS Organization	
10.0.0.10	50	6425	25	4775	25	1650	—	—	—	—	
10.0.1.11	501	345 k	250	329 k	251	16 k	—	—	—	—	
10.0.2.1	12	936	12	936	0	0	—	—	—	—	
10.0.2.11	551	351 k	276	18 k	275	333 k	—	—	—	—	
224.0.0.5	12	936	0	0	12	936	—	—	—	—	

(PTT voice communication)



Ethernet · 4		IPv4 · 4		IPv6 · 2		TCP		UDP · 2					
Address	Packets	Bytes	Tx Packets	Tx Bytes	Rx Packets	Rx Bytes	Country	City	AS Number	AS Organization			
10.0.0.10	64	32 k	47	31 k	17	1666	—	—	—	—			
10.0.2.1	9	702	9	702	0	0	—	—	—	—			
10.0.2.10	64	32 k	17	1666	47	31 k	—	—	—	—			
224.0.0.5	9	702	0	0	9	702	—	—	—	—			

capture_n14-output.pcap

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help

Apply a display filter ... <Ctrl-/> Expression...

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
506	39.892821810	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
507	40.031246809	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
508	40.069569003	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
509	40.179489651	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
510	40.232974371	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
511	40.441765821	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
512	40.522916297	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
513	40.613224873	10.0.0.12	10.0.0.12	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x002e, seq=83/21248, ttl=63 (reply in 515)
514	40.613236079	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
515	40.613249970	10.0.0.12	10.0.0.12	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x002e, seq=83/21248, ttl=64 (request in 513)
516	40.671739657	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
517	40.800569428	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
518	40.889452726	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
519	41.009582668	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
520	41.107701314	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
521	41.260674575	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
522	41.322615851	10.0.0.12	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
523	41.340164395	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
524	41.425354209	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
525	41.513356705	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
526	41.610282854	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
527	41.644363434	10.0.0.12	10.0.0.12	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x002e, seq=84/21504, ttl=63 (reply in 528)
528	41.644375956	10.0.0.12	10.0.0.12	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x002e, seq=84/21504, ttl=64 (request in 527)
529	41.713175842	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
530	41.779875123	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
531	41.952975635	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
532	41.979567953	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
533	42.123312377	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
534	42.184885071	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
535	42.360437065	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
536	42.407560691	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
537	42.528958752	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
538	42.645616083	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
539	42.660705900	10.0.0.12	10.0.0.12	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x002e, seq=85/21760, ttl=63 (reply in 540)
540	42.660722441	10.0.0.12	10.0.0.12	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x002e, seq=85/21760, ttl=64 (request in 539)
541	42.730356170	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125
542	42.787923573	10.0.0.12	10.0.0.12	UDP	167	5000 → 5000 Len=125

Frame 533: 167 bytes on wire (1336 bits), 167 bytes captured (1336 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: 00:00:00:aa:00:0e (00:00:00:aa:00:0e), Dst: 00:00:00:aa:00:08 (00:00:00:aa:00:08)

Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.0.12, Dst: 10.0.0.12

User Datagram Protocol, Src Port: 5000, Dst Port: 5000

Source Port: 5000

Destination Port: 5000

Length: 133

Checksum: 0x348d [unverified]

[Checksum Status: Unverified]

[Stream index: 0]

Data (125 bytes)

Data: 0070020800

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits
▼ Frame	100.0	542	100.0	82041	15 k	0	0	0
▼ Ethernet	100.0	542	9.2	7588	1418	0	0	0
▼ Internet Protocol Version 6	0.7	4	0.2	160	29	0	0	0
Open Shortest Path First	0.7	4	0.2	144	26	4	144	26
▼ Internet Protocol Version 4	98.5	534	13.0	10680	1996	0	0	0
▼ User Datagram Protocol	79.2	429	4.2	3432	641	0	0	0
Data	79.2	429	65.4	53625	10 k	429	53625	10 k
Open Shortest Path First	3.9	21	1.1	924	172	21	924	172
Internet Control Message Protocol	15.5	84	6.6	5376	1005	84	5376	1005
Address Resolution Protocol	0.7	4	0.1	112	20	4	112	20

Wireshark · Endpoints · capture_n14-outpout.pcap												
Ethernet · 4		IPv4 · 4		IPv6 · 2		TCP		UDP · 2				
Address	Packets	Bytes	Tx Packets	Tx Bytes	Rx Packets	Rx Bytes	Country	City	AS Number	AS Organization		
10.0.0.12	513	79 k	471	75 k	42	4116	—	—	—	—		
10.0.2.1	21	1638	21	1638	0	0	—	—	—	—		
10.0.2.12	513	79 k	42	4116	471	75 k	—	—	—	—		
224.0.0.5	21	1638	0	0	21	1638	—	—	—	—		