

Δίκτυα Υπολογιστών : 3^η Σειρά Ασκήσεων

Κωνσταντίνα Σουβατζιδάκη, 3170149

Λυδία Αθανασίου, 3170003

2020-21

1. Πρωτόκολλο TCP

1. Το αρχείο που χρησιμοποιείται βρίσκεται στον σύνδεσμο URL

http://grad.cs.aueb.gr/backoffice/imgs/pcimgs/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%BA%CE%AE%CF%81%CF%85%CE%BE%CE%B7_2021_%CE%A0%CE%9C%CE%A3-%CE%95%CE%A5%20final.pdf και είναι ένα έγγραφο μεγέθους 532 KB.

2. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η λήψη του αρχείου που περιγράφεται στο ερώτημα 1 με την εντολή wget.

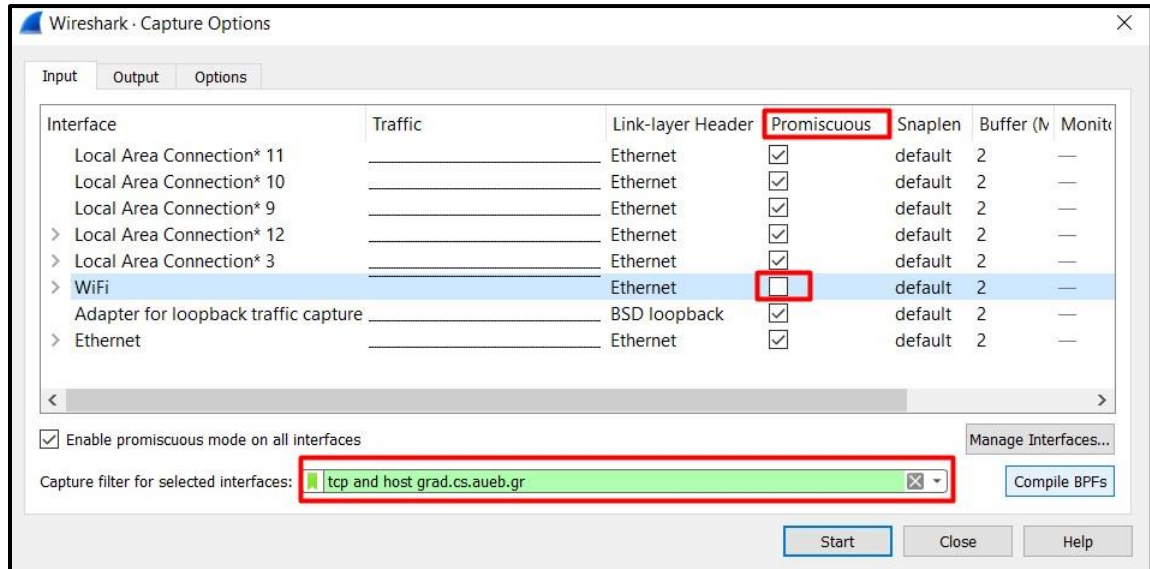
```
C:\Program Files (x86)\GnuWin32\bin>wget http://grad.cs.aueb.gr/backoffice/imgs/pcimgs/
%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%BA%CE%AE%CF%81%CF%85%CE%BE%CE%B7_2021_%CE%A0%CE%9C%CE%A3-%CE%95%CE%A5%20final.pdf
SYSTEM_WGETRC = c:/progra~1/wget/etc/wgetrc
syswgetrc = C:\Program Files (x86)\GnuWin32/etc/wgetrc
--2021-05-18 11:38:01-- http://grad.cs.aueb.gr/backoffice/imgs/pcimgs/%CE%A0%CF%81%CE%
BF%CE%BA%CE%AE%CF%81%CF%85%CE%BE%CE%B7_2021_%CE%A0%CE%9C%CE%A3-%CE%95%CE%A5%20final.pdf

Resolving grad.cs.aueb.gr... 195.251.248.252
Connecting to grad.cs.aueb.gr|195.251.248.252|:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 544188 (531K) [application/pdf]
Saving to: `? ?%81??????%81?%85???·_2021_? ?%9C??-?%95?? final.pdf.1'

100%[=====>] 544,188      10
01K/s   in 0.5s

2021-05-18 11:38:02 (1001 KB/s) - `? ?%81??????%81?%85???·_2021_? ?%9C??-?%95?? final.
pdf.1' saved [544188/544188]
```

3. Στην εικόνα 2 φαίνεται η εφαρμογή του κατάλληλου φίλτρου για την ανίχνευση πακέτων με το Wireshark με την κατάλληλη διεπαφή. Η επιλογή (Promiscuous) φαίνεται απενεργοποιημένη.

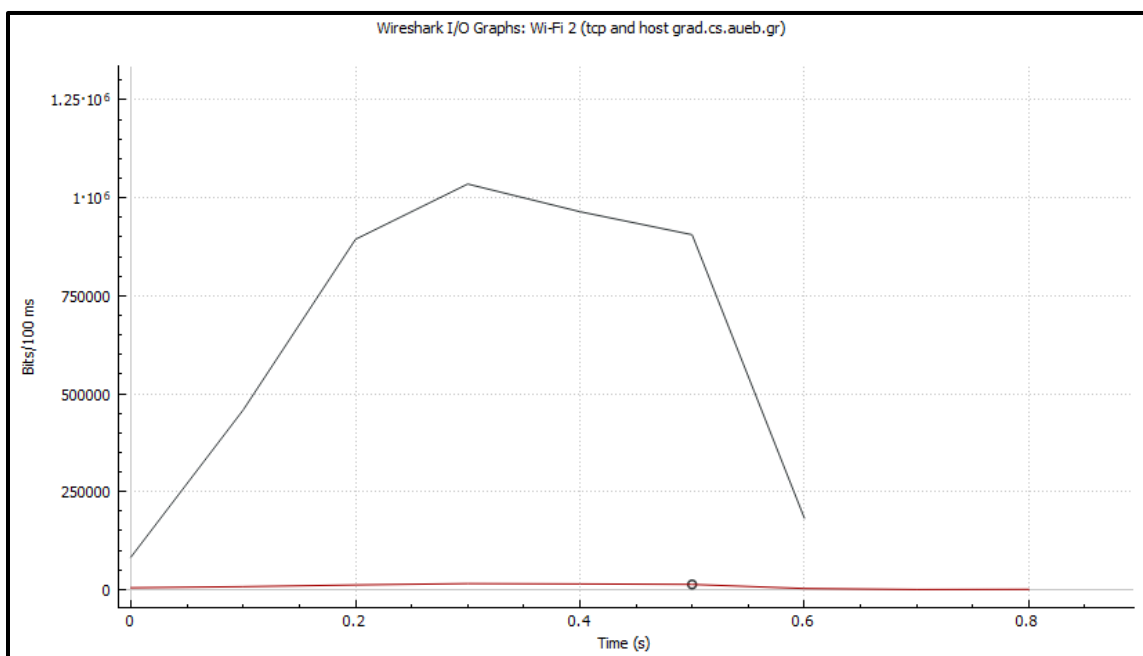


4. Ξεκινάμε την καταγραφή με τις κατάλληλες ρυθμίσεις στο Wireshark όπως περιγράφεται στο Ερώτημα 3, και στη συνέχεια εκτελούμε την εντολή `wget` ακριβώς όπως στο Ερώτημα 2.

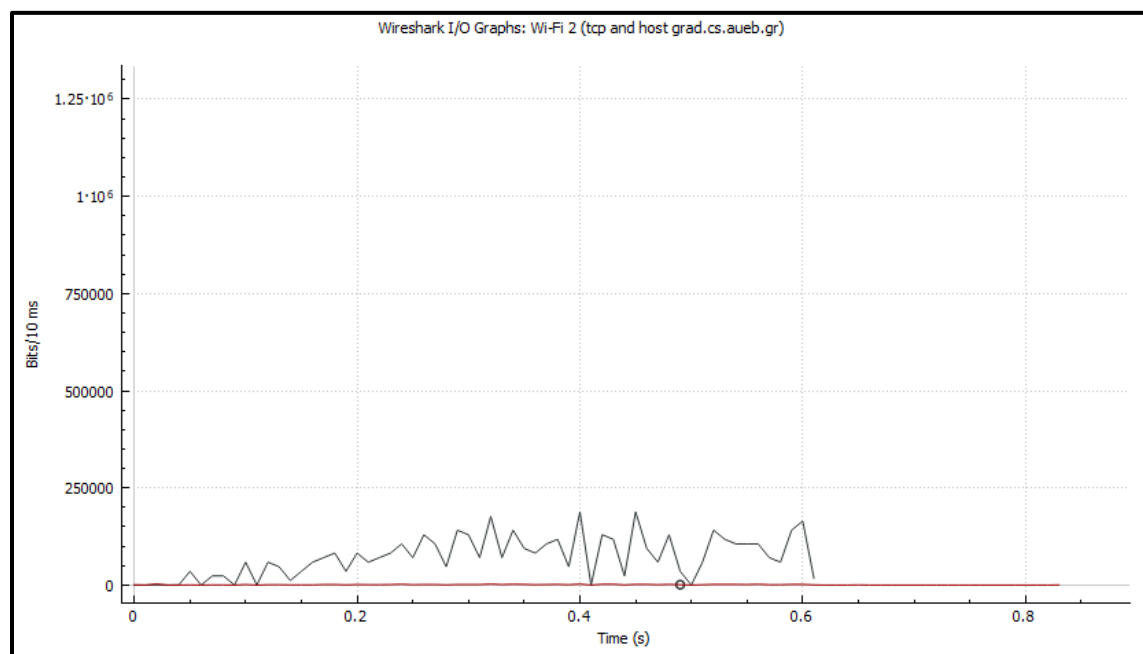
5. Μέρος του ίχνους της ανίχνευσης του Wireshark φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	66	63814 → 80 [SYN, Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
2	0.022849	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	66	80 → 63814 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=5840 Len=0 MSS=1416 SACK_PERM=1 WS=128
3	0.022985	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=66304 Len=0
4	0.025410	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	HTTP	283	GET /backoffice/imgs/picimg/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%BA%CE%AE%CF%81%CF%85%CE%8E%CE%B7_202
5	0.049981	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	54	80 → 63814 [ACK] Seq=1 Ack=230 Win=6912 Len=0
6	0.055220	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=1 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
7	0.055220	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=1417 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
8	0.055220	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=2833 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
9	0.055321	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80 [ACK] Seq=230 Ack=4249 Win=66304 Len=0
10	0.078032	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=4249 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
11	0.078130	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80 [ACK] Seq=230 Ack=5665 Win=66304 Len=0
12	0.079561	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=5665 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
13	0.080143	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=7081 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
14	0.080181	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80 [ACK] Seq=230 Ack=8497 Win=66304 Len=0
15	0.081557	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=8497 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
16	0.101584	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=9913 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
17	0.101677	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80 [ACK] Seq=230 Ack=11329 Win=66304 Len=0
18	0.103120	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=11329 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
19	0.103958	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=12745 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
20	0.104007	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80 [ACK] Seq=230 Ack=14161 Win=66304 Len=0
21	0.105400	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=14161 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
22	0.106212	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=15577 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
23	0.106273	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80 [ACK] Seq=230 Ack=16993 Win=66304 Len=0
24	0.125158	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=16993 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
25	0.126166	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814 [ACK] Seq=18409 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]

6. Τα διαγράμματα που παράγονται με το εργαλείο Statistics > IOGraphs που δείχνουν το ρυθμό λήψης (download rate)



Tick Interval = 100ms



Tick Interval = 10ms

1) Μέσω των πληροφοριών που δίνουν τα παραπάνω διαγράμματα, ο ρυθμός λήψης δεδομένων, όταν η σύνδεση TCP λειτουργεί καλά, δηλαδή στο είναι:

- **Σε segments/second:** Σε 100msec στέλνονται 82 segments => Σε 1 sec = 1000msec στέλνονται $(1000 * 82)/100 = 820 \text{ segments/sec}$
- **Σε bits/second:** Σε 100msec στέλνονται $1.03488 * 10^6$ segments => Σε 1 sec = 1000msec στέλνονται $(1000 * 1.03488 * 10^6)/100 = 1.03488 * 10^7 \text{ bits/sec}$

2) Σε ένα τυπικό πακέτο λήψης IP, η επικεφαλίδα καταλαμβάνει τα 20 από τα bytes του συνολικού πακέτου. Τα υπόλοιπα bytes αποτελούν το ωφέλιμο φορτίο, δηλαδή το ενθυλακωμένο πακέτο TCP.

Αρά για κάθε πακέτο που αποστέλλεται, τα 20 bytes αποτελούν την κεφαλίδα IP, άρα ανά δευτερόλεπτο οι κεφαλίδες IP αποτελούν τα $820 \text{ segments/sec} * 20 \text{ bytes/segment} = 16,400 \text{ bytes} * 8 = 131,200 \text{ bits}$ των συνολικών bits που αποστέλλονται.

Επομένως, στέλνονται $1.03488 * 10^7 \text{ bits/sec} - 131,200 \text{ bits/sec} = 1.03488 * 10^7 - 0.01312 * 10^7 = 1.02176 * 10^7 \text{ bits/sec}$ που αφορούν περιεχόμενο, δηλαδή **TCP payload**.

Χαρακτηριστικά ίχνους:

α) Συνήθως υπάρχει ένα ACK για κάθε δύο τμήματα:

11	0.078130	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80	[ACK]	Seq=230 Ack=5665 Win=66304 Len=0
12	0.079561	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=5665 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
13	0.080143	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=7081 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
14	0.080181	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80	[ACK]	Seq=230 Ack=8497 Win=66304 Len=0
15	0.081557	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=8497 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
16	0.101584	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=9913 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
17	0.101677	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80	[ACK]	Seq=230 Ack=11329 Win=66304 Len=0
18	0.103120	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=11329 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
19	0.103958	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=12745 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
20	0.104007	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80	[ACK]	Seq=230 Ack=14161 Win=66304 Len=0
21	0.105400	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=14161 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
22	0.106212	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=15577 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
23	0.106273	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80	[ACK]	Seq=230 Ack=16993 Win=66304 Len=0
24	0.125158	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=16993 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
25	0.126166	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=18409 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
26	0.126213	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80	[ACK]	Seq=230 Ack=19825 Win=66304 Len=0
27	0.127461	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=19825 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]
28	0.128374	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=21241 Ack=230 Win=6912 Len=1416 [TCP segment of a reassembled PDU]

b) Ο αριθμός των ACK με τα οποία διαβιβάζονται μεταγενέστερα τμήματα πακέτων αυξάνεται:

131	0.260406	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80	[ACK]	Seq=230 Ack=124609 Win=66304 Len=0	
132	0.262550	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=124609 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
133	0.262550	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=126025 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
134	0.262550	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=127441 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
135	0.262550	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=128857 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
136	0.262626	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80	[ACK]	Seq=230 Ack=130273 Win=66304 Len=0	
137	0.263681	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=130273 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
138	0.269529	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=131689 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
139	0.269529	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=133105 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
140	0.269529	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=134521 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
141	0.269529	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=135937 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
142	0.269633	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54	63814 → 80	[ACK]	Seq=230 Ack=137353 Win=66304 Len=0	
143	0.275723	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=137353 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
144	0.275723	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=138769 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
145	0.275723	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=140185 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
146	0.275723	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=141601 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]
147	0.275723	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470	80 → 63814	[ACK]	Seq=143917 Ack=230 Win=6912 Len=1416	[TCP segment of a reassembled PDU]

c) Ο αριθμός ακολουθίας των μεταδιδόμενων τμημάτων δεν αυξάνεται μετά το αρχικό GET. Ομοίως δεν αυξάνεται και ο αριθμός ACK για τα εισερχόμενα τμήματα.

11	0.078130	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54 63814 → 80	[ACK]	Seq=230	Ack=5665
12	0.079561	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=5665	Ack=230
13	0.080143	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=7081	Ack=230
14	0.080181	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54 63814 → 80	[ACK]	Seq=230	Ack=8497
15	0.081557	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=8497	Ack=230
16	0.101584	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=9913	Ack=230
17	0.101677	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54 63814 → 80	[ACK]	Seq=230	Ack=11329
18	0.103120	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=11329	Ack=230
19	0.103958	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=12745	Ack=230
20	0.104007	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54 63814 → 80	[ACK]	Seq=230	Ack=14161
21	0.105400	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=14161	Ack=230
22	0.106212	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=15577	Ack=230
23	0.106273	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54 63814 → 80	[ACK]	Seq=230	Ack=16993
24	0.125158	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=16993	Ack=230
25	0.126166	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=18409	Ack=230
26	0.126213	192.168.2.7	cslab252.cs.aueb.gr	TCP	54 63814 → 80	[ACK]	Seq=230	Ack=19825
27	0.127461	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=19825	Ack=230
28	0.128374	cslab252.cs.aueb.gr	192.168.2.7	TCP	1470 80 → 63814	[ACK]	Seq=21241	Ack=230

d) Κάθε τμήμα μεταφέρει πληροφορίες παραθύρου για να ενημερώσει το άλλο τελικό σημείο επικοινωνίας για το μέγεθος του χώρου που παραμένει ελεύθερος στο buffer για να χρησιμοποιηθεί για αποστολή δεδομένων.

```

Transmission Control Protocol, Src Port: 63814, Dst Port: 80, Seq: 230, Ack: 5665, Len: 0
Source Port: 63814
Destination Port: 80
[Stream index: 0]
[TCP Segment Len: 0]
Sequence Number: 230      (relative sequence number)
Sequence Number (raw): 1202858934
[Next Sequence Number: 230      (relative sequence number)]
Acknowledgment Number: 5665      (relative ack number)
Acknowledgment number (raw): 3242140249
0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
> Flags: 0x010 (ACK)
Window: 259
[Calculated window size: 66304]
[Window size scaling factor: 256]

```

4. Εάν το πιο πρόσφατα ληφθέν τμήμα TCP από τον server έχει αριθμό ακολουθίας X, τότε το επόμενο TCP τμήμα που μεταδίδεται θα πρέπει να έχει αριθμό ACK = X + length (δηλαδή, το πεδίο Length της επικεφαλίδας TCP = payload TCP)

2. Πρωτόκολλο UDP

Στο παρακάτω screenshot φαίνεται το τερματικό και οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανίχνευση πακέτων με το Wireshark. Προκειμένου να καθαρίσουμε την DNS cache μνήμη χρησιμοποιήθηκε η εντολή “ipconfig/flushdns” και για να αναζητήσουμε την διεύθυνση IP του domain www.cs.aueb.gr η εντολή “nslookup www.cs.aueb.gr”.

```
C:\Users\lydia>ipconfig /flushdns

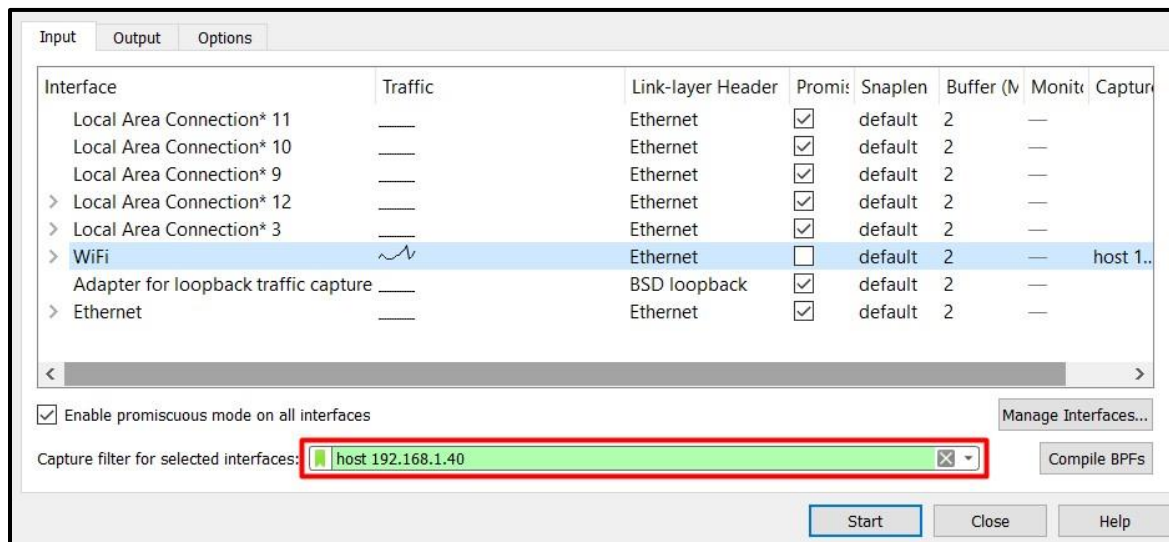
Windows IP Configuration

Successfully flushed the DNS Resolver Cache.

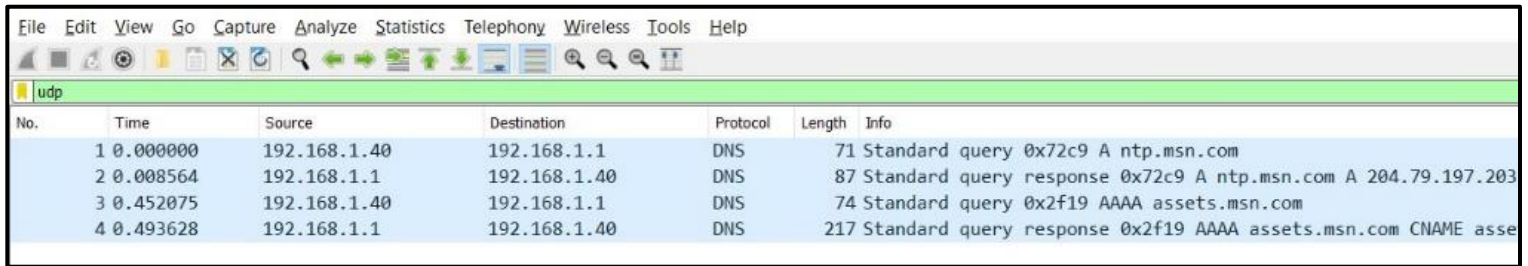
C:\Users\lydia>nslookup www.cs.aueb.gr
Server: speedport-entry-2i.ote.gr
Address: fe80::1

Non-authoritative answer:
Name: dept.aueb.gr
Address: 195.251.255.149
Aliases: www.cs.aueb.gr
```

a) Το φίλτρο σύλληψης που χρησιμοποιήθηκε φαίνεται στο παρακάτω screenshot (=" host 192.168.1.40")



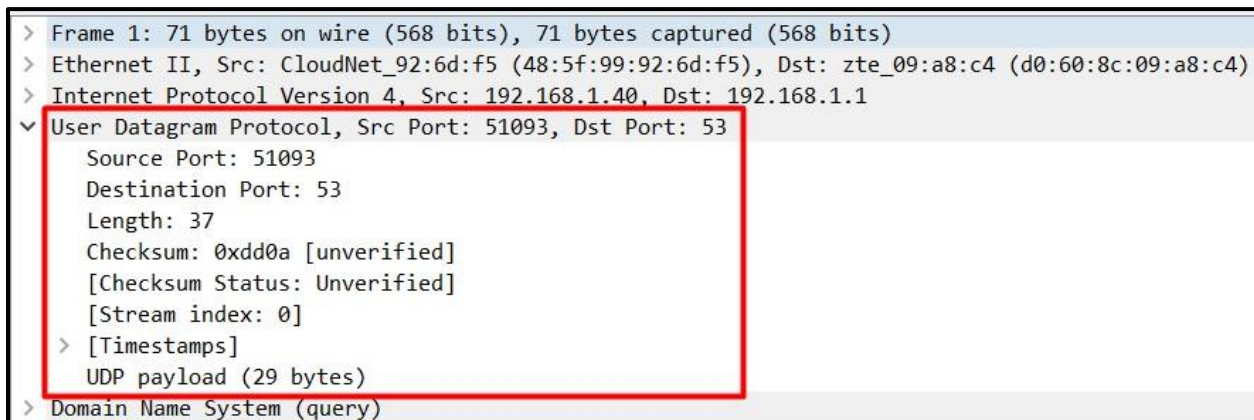
b) Η σύνταξη του φίλτρου απεικόνισης είναι UDP και φαίνεται στο παρακάτω screenshot.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.1.40	192.168.1.1	DNS	71	Standard query 0x72c9 A ntp.msn.com
2	0.008564	192.168.1.1	192.168.1.40	DNS	87	Standard query response 0x72c9 A ntp.msn.com A 204.79.197.203
3	0.452075	192.168.1.40	192.168.1.1	DNS	74	Standard query 0x2f19 AAAA assets.msn.com
4	0.493628	192.168.1.1	192.168.1.40	DNS	217	Standard query response 0x2f19 AAAA assets.msn.com CNAME asse

c) Τα ονόματα των πεδίων της επικεφαλίδας του τμήματος UDP φαίνονται στην παρακάτω εικόνα. Στο Wireshark μπορούμε να δούμε τα μήκη των πεδίων σε Bytes. Πιο συγκεκριμένα:

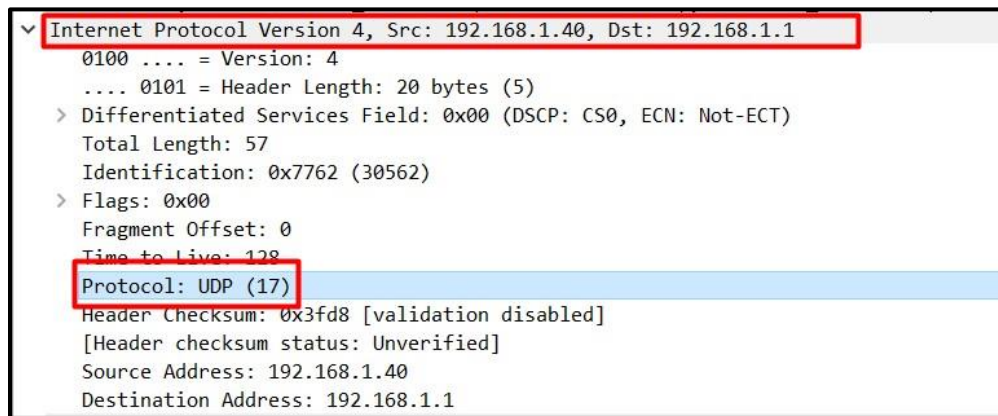
Πεδίο επικεφαλίδας	Μέγεθος
Source port	2 bytes
Destination port	2 bytes
Length	2 bytes
Checksum	2 bytes



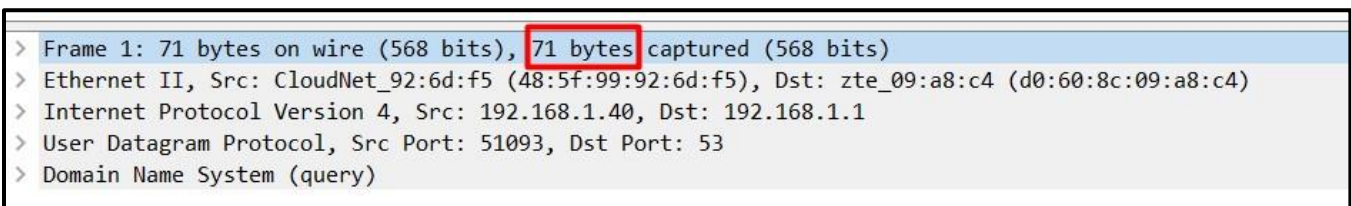
```
> Frame 1: 71 bytes on wire (568 bits), 71 bytes captured (568 bits)
> Ethernet II, Src: CloudNet_92:6d:f5 (48:5f:99:92:6d:f5), Dst: zte_09:a8:c4 (d0:60:8c:09:a8:c4)
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.40, Dst: 192.168.1.1
✓ User Datagram Protocol, Src Port: 51093, Dst Port: 53
  Source Port: 51093
  Destination Port: 53
  Length: 37
  Checksum: 0xdd0a [unverified]
  [Checksum Status: Unverified]
  [Stream index: 0]
  > [Timestamps]
  UDP payload (29 bytes)
> Domain Name System (query)
```

d) Το συνολικό μέγεθος της επικεφαλίδας UDP είναι 8 bytes.

ε) Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται ο αριθμός πρωτοκόλλου για το UDP στην επικεφαλίδα του πακέτου IP εντός του οποίου ενθυλακώνεται. Συγκεκριμένα ο αριθμός αυτός είναι 17.



φ) Το μήκος του τμήματος φαίνεται στο παρακάτω screenshot είναι ίσο με 71 bytes.



g) Το πεδίο length της επικεφαλίδας UDP εκφράζει το συνολικό μήκος του UDP datagram καθώς το μήκος της επικεφαλίδας είναι 8 bytes και το μέγεθος του payload είναι 29 bytes, άρα αθροιστικά κάνουν 37 Bytes όσο και το πεδίο Length.

h) Το πραγματικό μέγιστο για το μέγεθος του UDP datagram σε IPv4 protocol, είναι 65,508 bytes (2^{16} Bits μεγέθους πεδίου length = 65,536 – 8 byte UDP επικεφαλίδα – 20 byte IP επικεφαλίδα).

ι) Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το πρωτόκολλο μεταφοράς που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με τον διακομιστή DNS είναι το UDP.

j) Η διεύθυνση IP του διακομιστή DNS είναι 192.168.1.1 και φαίνεται στα παραπάνω screenshots.

κ) Για εγγραφή DNS τύπου A χρησιμοποιήθηκε ως port πηγής η πόρτα 53 ενώ σαν port προορισμού η πόρτα 51093.

l) Η πόρτα 53 αντιστοιχεί στο πρωτόκολλο DNS ενώ η πόρτα 51093 δεν ανήκει στις well-known πόρτες άρα δεν αντιστοιχεί και σε κάποιο πρωτόκολλο.

3. Πρωτόκολλο HTTP

Ανάκτηση HTML σελίδας

Ξεκινάμε νέα καταγραφή με το WireShark και επισκεπτόμαστε την σελίδα <http://www.stjoseph.gr/> που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο HTTP.

α) Τα φίλτρα απεικόνισης που μπορούν να εφαρμοστούν για την εμφάνιση των HTTP πακέτων είναι τα «http» και «tcp.port==80».

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
79	10.631380	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	509	GET / HTTP/1.1
125	11.615975	server.linux65.papa...	desktop-560oumj	HTTP	1425	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
130	11.700016	desktop-560oumj	sof02s44-in-f10.1e1...	HTTP	421	GET /ajax/libs/jquery/1.5.2/jquery.min.js HTTP/1.1
131	11.701446	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	466	GET /wp-content/plugins/category-to-pages-wud/css/category-to-pages-wud.css HTTP/1.1
132	11.702184	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	459	GET /wp-content/plugins/category-to-pages-wud/css/jquery.ctp_wud.css HTTP/1.1
154	11.776461	server.linux65.papa...	desktop-560oumj	HTTP	1090	HTTP/1.1 200 OK (text/css)
155	11.782254	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	491	GET /wp-content/plugins/content-views-query-and-display-post-page/public/assets/css/c
165	11.786983	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	454	GET /wp-includes/css/dist/block-library/style.min.css?ver=5.6.4 HTTP/1.1
171	11.788706	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	472	GET /wp-content/plugins/archives-calendar-widget/themes/calendrier.css?ver=1.0.12 HT
174	11.789883	server.linux65.papa...	desktop-560oumj	HTTP	1083	HTTP/1.1 200 OK (text/css)
177	11.790542	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	461	GET /wp-content/plugins/contact-form-7/includes/css/styles.css?ver=5.4 HTTP/1.1
178	11.790699	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	481	GET /wp-content/plugins/wpcf7-redirect/build/css/wpcf7-redirect-frontend.min.css?ver=
186	11.795836	sof02s44-in-f10.1e1...	desktop-560oumj	HTTP	933	HTTP/1.1 200 OK (text/javascript)
188	11.797543	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	447	GET /wp-content/uploads/maxmegamenu/style.css?ver=4aeb56 HTTP/1.1
202	11.865193	server.linux65.papa...	desktop-560oumj	HTTP	881	HTTP/1.1 200 OK (text/css)
210	11.874296	server.linux65.papa...	desktop-560oumj	HTTP	1346	HTTP/1.1 200 OK (text/css)
214	11.876781	server.linux65.papa...	desktop-560oumj	HTTP	455	HTTP/1.1 200 OK (text/css)
217	11.883070	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	439	GET /wp-includes/css/dashicons.min.css?ver=5.6.4 HTTP/1.1
218	11.883889	server.linux65.papa...	desktop-560oumj	HTTP	1288	HTTP/1.1 200 OK (text/css)
220	11.887630	server.linux65.papa...	desktop-560oumj	HTTP	505	HTTP/1.1 200 OK (text/css)
224	11.899924	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	439	GET /wp-content/themes/urban/style.css?ver=5.6.4 HTTP/1.1
226	11.900808	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	454	GET /wp-content/themes/urban/css/jquery.smallipop.css?ver=5.6.4 HTTP/1.1
227	11.901314	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	455	GET /wp-content/themes/urban/css/eleganticon_style.css?ver=5.6.4 HTTP/1.1
229	11.901610	server.linux65.papa...	desktop-560oumj	HTTP	598	HTTP/1.1 200 OK (text/css)

β) Από τα παράθυρα με τις λεπτομέρειες των πακέτων, στην κεφαλίδα του πρωτοκόλλου HTTP μπορούμε να δούμε την έκδοση του η οποία χρησιμοποιείται. Τόσο ο πλοηγός ιστού στο τοπικό μηχάνημα όσο και ο εξυπηρετητής, χρησιμοποιούν την έκδοση HTTP 1.1

```
> Internet Protocol Version 4, Src: desktop-560oumj (192.168.2.2), Dst: server.linux65.papak1.gr (88.99.66.158)
> Transmission Control Protocol, Src Port: 53145, Dst Port: 80, Seq: 1, Ack: 1, Len: 455
  Hypertext Transfer Protocol
    > GET / HTTP/1.1\r\n
```

```
> Internet Protocol Version 4, Src: server.linux65.papak1.gr (88.99.66.158), Dst: desktop-560oumj (192.168.2.2)
> Transmission Control Protocol, Src Port: 80, Dst Port: 53145, Seq: 19825, Ack: 456, Len: 1371
> [15 Reassembled TCP Segments (21195 bytes): #104(1416), #105(1416), #107(1416), #108(1416), #110(1416), #111(1416)]
  Hypertext Transfer Protocol
    > HTTP/1.1 200 OK\r\n
```

c) Στο παράθυρο με τις λεπτομέρειες για το πρώτο μήνυμα GET που στέλνει ο πλοηγός ιστού στον εξυπηρετητή, φαίνονται οι γλώσσες τις οποίες δέχεται:

```
Hypertext Transfer Protocol
> GET / HTTP/1.1\r\n
Host: www.stjoseph.gr\r\n
Connection: keep-alive\r\n
Upgrade-Insecure-Requests: 1\r\n
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/a
Accept-Encoding: gzip, deflate\r\n
Accept-Language: en-GB,en-US;q=0.9,en;q=0.8,el;q=0.7\r\n
\r\n
[Full request URI: http://www.stjoseph.gr/]
[HTTP request 1/9]
[Response in frame: 125]
[Next request in frame: 131]
```

Εκτός της Αγγλικής, υποστηρίζεται και η Ελληνική γλώσσα.

d) Μπορούμε να εμφανίσουμε τα μηνύματα των 3-way handshakes, εφαρμόζοντας κατάλληλο φίλτρο για τους αριθμούς ακολουθίας και επιβεβαίωσης (seq, ack).

- SYN: SEQ = 0
- SYN,ACK: SEQ = 0, ACK = 1
- ACK: SEQ = 1, ACK = 1

Το φίλτρο είναι το εξής:

ip.addr == 88.99.66.158 and ((tcp.seq == 0) or (tcp.ack == 1 and tcp.seq == 1)) and !http

Συνολικά εγκαθιδρύονται 6 TCP συνδέσεις, με θύρες πηγής τις 53144, 53145, 53147, 53148, 53149, 53150, οι οποίες είναι όλες θύρες εφαρμογής, δεν ανήκουν στις well-known θύρες που δεσμεύονται για συγκεκριμένα πρωτόκολλα.

ip.addr == 88.99.66.158 and ((tcp.seq == 0) or (tcp.ack == 1 and tcp.seq == 1)) and !http									
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info			
74	10.565297	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	66	53144 → 80	[SYN]	Seq=0	Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
75	10.565814	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	66	53145 → 80	[SYN]	Seq=0	Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
77	10.630541	server.linux65.papa...	desktop-5600umj	TCP	66	80 → 53145	[SYN, ACK]	Seq=0 Ack=1 Win=29200 Len=0 MSS=1416 SACK_PERM=1 WS=128	
78	10.630655	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	54	53145 → 80	[ACK]	Seq=1 Ack=1 Win=131584 Len=0	
81	10.635459	server.linux65.papa...	desktop-5600umj	TCP	66	80 → 53144	[SYN, ACK]	Seq=0 Ack=1 Win=29200 Len=0 MSS=1416 SACK_PERM=1 WS=128	
82	10.635574	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	54	53144 → 80	[ACK]	Seq=1 Ack=1 Win=131584 Len=0	
133	11.702897	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	66	53147 → 80	[SYN]	Seq=0	Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
134	11.703703	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	66	53148 → 80	[SYN]	Seq=0	Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
135	11.704366	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	66	53149 → 80	[SYN]	Seq=0	Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
136	11.705031	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	66	53150 → 80	[SYN]	Seq=0	Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM=1
163	11.786513	server.linux65.papa...	desktop-5600umj	TCP	66	80 → 53147	[SYN, ACK]	Seq=0 Ack=1 Win=29200 Len=0 MSS=1416 SACK_PERM=1 WS=128	
164	11.786646	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	54	53147 → 80	[ACK]	Seq=1 Ack=1 Win=131584 Len=0	
167	11.788251	server.linux65.papa...	desktop-5600umj	TCP	66	80 → 53148	[SYN, ACK]	Seq=0 Ack=1 Win=29200 Len=0 MSS=1416 SACK_PERM=1 WS=128	
170	11.788347	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	54	53148 → 80	[ACK]	Seq=1 Ack=1 Win=131584 Len=0	
172	11.789883	server.linux65.papa...	desktop-5600umj	TCP	66	80 → 53149	[SYN, ACK]	Seq=0 Ack=1 Win=29200 Len=0 MSS=1416 SACK_PERM=1 WS=128	
173	11.789883	server.linux65.papa...	desktop-5600umj	TCP	66	80 → 53150	[SYN, ACK]	Seq=0 Ack=1 Win=29200 Len=0 MSS=1416 SACK_PERM=1 WS=128	
175	11.790018	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	54	53149 → 80	[ACK]	Seq=1 Ack=1 Win=131584 Len=0	
176	11.790040	desktop-5600umj	server.linux65.papa...	TCP	54	53150 → 80	[ACK]	Seq=1 Ack=1 Win=131584 Len=0	

ε) Για την εμφάνιση μόνο των HTTP requests αρκεί ένα φίλτρο για την διεύθυνση αποστολέα ώστε να είναι αυτή του τοπικού μηχανήματος (192.168.2.2). Συνολικά στάλθηκαν 61 αιτήματα.

http and ip.src == 192.168.2.2						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
79	10.631380	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	509	GET / HTTP/1.1
130	11.780016	desktop-560oumj	sof02s44-in-f10.1e1...	HTTP	421	GET /ajax/libs/jquery/1.5.2/jquery.min.js HTTP/1.1
131	11.701446	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	466	GET /wp-content/plugins/category-to-pages-wud/css/category-to-pages-wud.css HTTP/1.1
132	11.702184	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	459	GET /wp-content/plugins/category-to-pages-wud/css/jquery.ctp_wud.css HTTP/1.1
155	11.782254	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	491	GET /wp-content/plugins/content-views-query-and-display-post-page/public/assets/css/cv.css
165	11.786983	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	454	GET /wp-includes/css/dist/block-library/style.min.css?ver=5.6.4 HTTP/1.1
171	11.788706	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	472	GET /wp-content/plugins/archives-calendar-widget/themes/calendrier.css?ver=1.0.12 HTTP/1.1
177	11.790542	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	461	GET /wp-content/plugins/contact-form-7/includes/css/styles.css?ver=5.4 HTTP/1.1
178	11.790699	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	481	GET /wp-content/plugins/wpcf7-redirect/build/css/wpcf7-redirect-frontend.min.css?ver=5.6.4
188	11.797543	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	447	GET /wp-content/uploads/maxmegamenu/style.css?ver=4aeb56 HTTP/1.1
217	11.883070	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	439	GET /wp-includes/css/dashicons.min.css?ver=5.6.4 HTTP/1.1
224	11.899924	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	439	GET /wp-content/themes/urban/style.css?ver=5.6.4 HTTP/1.1
226	11.900808	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	454	GET /wp-content/themes/urban/css/jquery.smallipop.css?ver=5.6.4 HTTP/1.1
227	11.901314	desktop-560oumj	server.linux65.papa...	HTTP	455	GET /wp-content/themes/urban/css/eleganticon_style.css?ver=5.6.4 HTTP/1.1

φ) Τα τμήματα με τα οποία αποστέλλεται το περιεχόμενο της σελίδας από τον εξυπηρετητή έχουν την ακόλουθη μορφή:

```
> Frame 125: 1425 bytes on wire (11400 bits), 1425 bytes captured (11400 bits)
> Ethernet II, Src: 192.168.2.1 (14:60:80:60:f6:78), Dst: Clevo_25:7a:46 (80:fa:5b:25:7a:46)
> Internet Protocol Version 4, Src: server.linux65.papaki.gr (88.99.66.158), Dst: desktop-560oumj (192.168.2.2)
> Transmission Control Protocol, Src Port: 80, Dst Port: 53145, Seq: 19825, Ack: 456, Len: 1371
> [15 Reassembled TCP Segments (21195 bytes): #104(1416), #105(1416), #107(1416), #108(1416), #110(1416), #111(1416),
Hypertext Transfer Protocol
  > HTTP/1.1 200 OK\r\n
    Server: nginx\r\n
    Date: Wed, 19 May 2021 11:02:42 GMT\r\n
    Content-Type: text/html; charset=UTF-8\r\n
    Transfer-Encoding: chunked\r\n
    Connection: keep-alive\r\n
    Link: <http://www.stjoseph.gr/index.php?rest_route=/>; rel="https://api.w.org/"\r\n
    Vary: Accept-Encoding\r\n
    Content-Encoding: gzip\r\n
    X-Powered-By: PleskLin\r\n
    \r\n
    [HTTP response 1/9]
    [Time since request: 0.984595000 seconds]
    [Request in frame: 79]
    [Next request in frame: 131]
    [Next response in frame: 154]
    [Request URI: http://www.stjoseph.gr/wp-content/uploads/GMS-Pythagoras-Math-Contest_01-179x101.jpg]
  > HTTP chunked response
    Content-encoded entity body (gzip): 20867 bytes -> 112256 bytes
    File Data: 112256 bytes
    Line-based text data: text/html (1087 lines)
```

Είναι HTTP Responses με κωδικό 200 OK. Έχουν σαν πόρτα πηγής την 80 και διεύθυνση πηγής αυτή του εξυπηρετητή. Μετά την επικεφαλίδα HTTP, περιλαμβάνεται ένα πεδίο δεδομένων που περιέχει τα δεδομένα που αποστέλλονται, μαζί με τον τύπο τους (http,png,jpeg κλπ.)

g) Σε πρώτη φάση, γίνεται η 3-way χειραψία μεταξύ πλοηγού ιστού και εξυπηρετητή. Στο τελικό ACK της χειραψίας, ο αριθμός ακολουθίας SEQ = 1 και ο αριθμός επιβεβαίωσης ACK = 456.

Στα επόμενα TCP πακέτα που αποστέλλονται, υπάρχει το εξής μοτίβο:

- Για τα πακέτα που στέλνει ο εξυπηρετητής, ο αριθμός ACK παραμένει πάντα 456.
Για κάθε πακέτο που στέλνει ως απάντηση στις επιβεβαιώσεις του πλοηγού ιστού, ο αριθμός SEQ είναι ίσος με τον αριθμό ACK του πακέτου επιβεβαίωσης που λήφθηκε.
Για κάθε πακέτο δεδομένων, ο αριθμός SEQ αυξάνεται τόσο όσο το μήκος του πακέτου TCP, δηλαδή όσο το πεδίο len της κεφαλίδας TCP.
- Για τα πακέτα που στέλνει ο πλοηγός ως επιβεβαιώσεις στα πακέτα που λαμβάνει από τον εξυπηρετητή, ο αριθμός ακολουθίας SEQ παραμένει πάντα ίσος με 456, όσο το τελικό ACK του 3-way handshake, ενώ ο αριθμός επιβεβαίωσης ACK γίνεται κάθε φορά ίσος με τον αριθμό SEQ που λήφθηκε από το πακέτο του εξυπηρετητή συν το πεδίο len της κεφαλίδας TCP.

h) Εκτός από την ίδια την ιστοσελίδα, ο πλοηγός ιστού ζήτησε συνολικά 18 εικόνες. Οι εικόνες επιστρέφονται στον υπολογιστή από την ίδια διεύθυνση IP με την υπόλοιπη ιστοσελίδα.

Επανάκτηση HTML σελίδας

Αδειάζουμε την προσωρινή/κρυφή μνήμη του πλοηγού, ξεκινάμε μια νέα καταγραφή με το Wireshark, και επισκεπτόμαστε τη σελίδα: www.stjoseph.gr. Αμέσως ανανεώνουμε τη σελίδα. Εφαρμόζουμε φίλτρο απεικόνισης «http».

i) Παρατηρούμε τις επικεφαλίδες πρωτοκόλλου HTTP του πρώτου μηνύματος τύπου GET.

```
▼ Hypertext Transfer Protocol
  > GET / HTTP/1.1\r\n
    Host: www.stjoseph.gr\r\n
    Connection: keep-alive\r\n
    Upgrade-Insecure-Requests: 1\r\n
    User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/90.0.4430.212 Safari/537.36\r\n
    Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/avif,image/webp,image/apng,*/*;q=0.8,application/signed-exchange;v=b3;q=0.9\r\n
    Accept-Encoding: gzip, deflate\r\n
    Accept-Language: en-GB,en-US;q=0.9,en;q=0.8,el;q=0.7\r\n
    \r\n
    [Full request URI: http://www.stjoseph.gr/]
    [HTTP request 1/12]
    [Response in frame: 201]
    [Next request in frame: 209]
```

Δεν υπάρχει γραμμή IF-MODIFIED-SINCE.

```
▼ Hypertext Transfer Protocol
  ▼ HTTP/1.1 200 OK\r\n
    > [Expert Info (Chat/Sequence): HTTP/1.1 200 OK\r\n]
    Response Version: HTTP/1.1
    Status Code: 200
    [Status Code Description: OK]
    Response Phrase: OK
```

Ο κωδικός κατάστασης (status code) που επιστρέφει ο εξυπηρετητής ως απόκριση στο μήνυμα αυτό είναι = 200 OK

4. Ασκήσεις

Άσκηση 1:

Έστω ένας υπολογιστής ο οποίος στην διεπαφή δικτύου του χρησιμοποιεί μηχανισμό του τρύπιου κουβά.

- **Μέγιστος επιτρεπτός ρυθμός μετάδοσης** στο δίκτυο = 2.5MByte/s
- **Ρυθμός μετάδοσης στο σύνδεσμο** από τον υπολογιστή προς τον κουβά = 3.5MByte/s.

a) Ο υπολογιστής επιθυμεί να στείλει 350MB στο δίκτυο με μία ριπή (burst).

Ο ρυθμός μετάδοσης στον σύνδεσμο είναι 3.5Mbyte/sec. Ο χρόνος που απαιτείται για να μεταδοθούν 350MB είναι: $T_{trans} = L/R = 350MB/3.5MB/sec = 100 \text{ sec}$.

Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης στο δίκτυο είναι 2.5 Mbyte/sec. Σε 100 sec, τα δεδομένα που εξέρχονται από τον κουβά στο δίκτυο είναι: $L_{out} = 2.5MB/sec * 100 \text{ sec} = 250 \text{ MB}$

Για να μην υπάρξει απώλεια δεδομένων, η χωρητικότητα του κουβά πρέπει να είναι:

$$B = (350-250)MB = 100MB.$$

b) Έστω ότι η χωρητικότητα του κουβά είναι 200MB και η κίνηση εξόδου η ανωτέρω ριπή των 350MB.

Εφόσον, για την συγκεκριμένη ριπή η ελάχιστη χωρητικότητα του κουβά για να μην υπάρξει διαρροή δεδομένων είναι 100MB, με ένα μέγεθος κουβά 200MB επίσης δεν θα υπάρξει κάποια διαρροή.

Για να μεταδοθεί στον σύνδεσμο ολόκληρη η ριπή των 350MB χρειάζονται 100 δευτερόλεπτα. Σε αυτά τα 100 δευτερόλεπτα εξέρχονται από τον κουβά στο δίκτυο 250MB. Επομένως, στον κουβά συνολικά θα αποθηκευτούν $350 - 250 = 100MB$ προτού σταλούν στο δίκτυο, κατά την διάρκεια αυτής της ριπής.

c) Έστω χωρητικότητα του κουβά $B = 200MB$. Ο υπολογιστής στέλνει 350MB.

Για να μην υπάρξει απώλεια δεδομένων η χωρητικότητα του κουβά πρέπει να ισούται με $B = \text{δεδομένα προς μετάδοση} - \text{δεδομένα που εξέρχονται από τον κουβά (έστω } L_{out})$

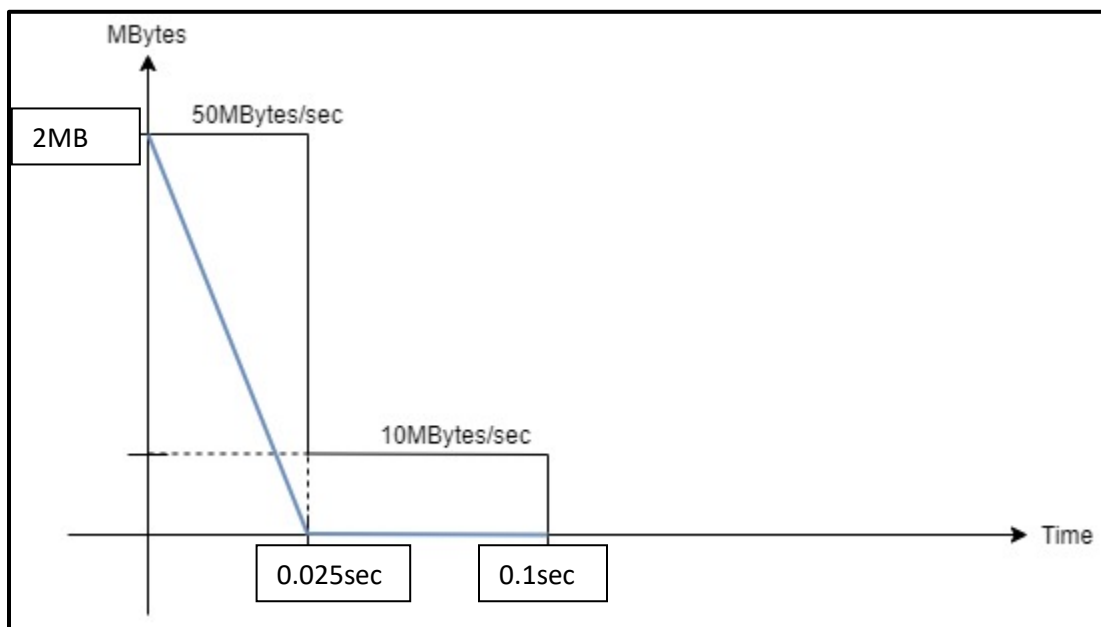
$$\Rightarrow 200MB = 350MB - L_{out} \Rightarrow \mathbf{L_{out} = 100MB}.$$

Για να μεταδοθούν 100MB στο δίκτυο με μέγιστο επιτρεπτό ρυθμό 2MB/sec, απαιτούνται $T_{trans} = L/R = 100MB/2MB/sec = \mathbf{50 \text{ sec}}$

Άρα η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια της ριπής είναι 50 δευτερόλεπτα, και ο όγκος της είναι 100MB, ώστε να μην συμβεί απώλεια δεδομένων για μέγεθος κουβά = 200MB.

Άσκηση 2:

- 1) Σύμφωνα με τον τύπο $S=B/(M - \rho)$ η μέγιστη διάρκεια της ριπής εξόδου όταν η αποστολή των δεδομένων γίνεται με την προαναφερθείσα μέγιστη ταχύτητα αποστολής και ο **κουβάς είναι αρχικά γεμάτος** είναι $S = 1\text{Mbyte}/(50\text{Mbytes/sec} - 10\text{Mbytes/sec}) = 1/40 \text{ sec} = 0.025\text{sec}$
- 2) Ο **συνολικός χρόνος εξόδου** μιας ριπής εισόδου συνολικής διάρκειας 40 msec υπολογίζεται ως εξής:
 - Από την εκφώνηση γνωρίζουμε ότι η ριπή έχει συνολική διάρκεια **40msec** και σε αυτή την διάρκεια ο ρυθμός εισόδου δεδομένων είναι 50Mbytes/sec. Άρα ο συνολικός όγκος που εισέρχεται είναι $40\text{msec} * 50\text{Mbytes/sec} = 2000\text{KB}$ ή 2MB.
 - Αφού ο **κουβάς αρχικά είναι γεμάτος**, δηλαδή υπάρχουν κουπόνια προς κατανάλωση, τότε ο **ρυθμός εξόδου κίνησης ισούται με το μέγιστο ρυθμός μετάδοσης** (εισόδου) = 50Mbytes/sec.
 - Για διάρκεια ριπής = 0.025 sec (όπως υπολογίστηκε στο προηγούμενο ερώτημα) ο ρυθμός εξόδου είναι, σύμφωνα με τα παραπάνω, 50Mbytes/sec. Συνεπώς εξέρχεται όγκος δεδομένων = $0.025\text{sec} * 50\text{Mbytes/sec} = 1.25 \text{ Mbyte}$.
 - Μετά ο ρυθμός εξόδου από τον κουβά γίνεται 10Mbytes/sec. Επομένως για τον υπόλοιπο όγκο 2MB(αυτά που εισέρχονται) – 1.25MB(αυτά που εξέρχονται) = 0.75MB, ο χρόνος που απαιτείται ισούται με $0.75\text{MB} / 10\text{Mbytes/sec} = 0.075 \text{ sec}$ ή 75msec.
 - Ο συνολικός χρόνος εξόδου $T_{\text{total}} = S + 75\text{msec} = 0.025\text{sec} + 0.075 \text{ sec} = 0.1 \text{ sec}$ ή 100 msec.
- 3) Το προφίλ της **κίνησης εξόδου** και του περιεχομένου του κουβά στην περίπτωση αυτή είναι:



Προφίλ κίνησης εξόδου του περιεχομένου του κουβά.