4η Εργαστηριακή Άσκηση στα “Δίκτυα Υπολογιστών”
Κυριάκος Τσαρτσαράκος
ΑΜ: 03118054

1 - Μετρήστε την καθυστέρηση

1.1) Η ακριβής σύνταξη της εντολής ping που χρησιμοποίησα, για να παράγω μόνο τρία IPv4 / ICMP πακέτα στο τερματικό των Linux είναι η εξής: ping -4 -c 3 www.mit.edu

1.2) Το φίλτρο σύλληψης not multicast and not broadcast μας επιτρέπει να καταγράψουμε μόνο τα unicast από και προς την συσκευή μας, ώστε η καταγραφή που κάναμε να είναι πιο καθαρή

1.3) Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εκτέλεση της εντολής στο παράθυρο εντολών είναι τα εξής:
Packet loss: 0%
Average rtt (Delay): 122.870 ms
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω από τα αποτελέσματα στο terminal

```
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 99.777/122.870/145.618/18.716 ms
```

1.4) Οι τιμές rtt όπως εμφανίζονται στο παράθυρο εντολών είναι οι εξής:

```
PING e9566.dscb.akamaiedge.net (184.30.212.47) 56(84) bytes of data.
64 bytes from a184-30-212-47.deploy.static.akamaitechnologies.com (184.30.212.47
): icmp_seq=1 ttl=55 time=99.8 ms
64 bytes from a184-30-212-47.deploy.static.akamaitechnologies.com (184.30.212.47
): icmp_seq=2 ttl=55 time=123 ms
64 bytes from a184-30-212-47.deploy.static.akamaitechnologies.com (184.30.212.47
): icmp_seq=3 ttl=55 time=146 ms

--- e9566.dscb.akamaiedge.net ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 99.777/122.870/145.618/18.716 ms
```

1.5) Οι χρόνοι που προκύπτουν από το λογισμικό Wireshark για κάθε ζεύγος Echo Request - Reply είναι οι εξής:
Για το πρώτο ζεύγος: 0.099757 seconds ή 99.757 ms
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
6	0.000952477	192.168.1.9	184.30.212.47	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0002, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7)
7	0.099757733	184.30.212.47	192.168.1.9	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0002, seq=1/256, ttl=55 (request in…

Για το δεύτερο ζεύγος: 0.123166 seconds ή 123.166 ms
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
14	0.482456474	192.168.1.9	184.30.212.47	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0002, seq=2/512, ttl=64 (reply in 1…
15	0.123166805	184.30.212.47	192.168.1.9	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0002, seq=2/512, ttl=55 (request in…

Για το τρίτο ζεύγος: 0.145567 seconds ή 145.567 ms
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

16	0.878520518	192.168.1.9	184.30.212.47	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0002, seq=3/768, ttl=64 (reply in 1…
17	0.145567332	184.30.212.47	192.168.1.9	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0002, seq=3/768, ttl=55 (request in…

Παρατηρούμε ότι οι τιμές που βρήκαμε με το εργαλείο Wireshark είναι ελάχιστα μικρότερες από αυτές του ερωτήματος 1.4, αυτό συμβαίνει, καθώς η καταγραφή γίνεται κατά την διάρκεια της μεταφοράς των πακέτων και όχι της λήψης

1.6) Το φίλτρο απεικόνισης (Display Filter) που εφάρμοσα ώστε να παρατηρώ μόνο τα πακέτα IPv4 είναι το εξής: ip

1.7) Το φίλτρο απεικόνισης (Display Filter) που εφάρμοσα ώστε να παρατηρώ μόνο την κίνηση ICMP που προκάλεσε η εντολή ping είναι η εξής:
(ip.src == 184.30.212.47 or ip.dst == 184.30.212.47) and icmp
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

(ip.src == 184.30.212.47 or ip.dst == 184.30.212.47) and icmp

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
6	0.000000000	192.168.1.9	184.30.212.47	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0002, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7)
7	0.099757733	184.30.212.47	192.168.1.9	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0002, seq=1/256, ttl=55 (request in…
14	0.902490525	192.168.1.9	184.30.212.47	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0002, seq=2/512, ttl=64 (reply in 1…
15	0.123166805	184.30.212.47	192.168.1.9	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0002, seq=2/512, ttl=55 (request in…
16	0.878520518	192.168.1.9	184.30.212.47	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0002, seq=3/768, ttl=64 (reply in 1…
17	0.145567332	184.30.212.47	192.168.1.9	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0002, seq=3/768, ttl=55 (request in…

1.8) Κατά την εκτέλεση της εντολής ping στάλθηκαν από τον υπολογιστή μου μηνύματα ICMP τύπου Echo (ping) requests
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω π.χ

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
6	0.000000000	192.168.1.9	184.30.212.47	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0002, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7)

Όπου source η IPv4 διεύθυνση της κάρτας δικτύου του υπολογιστή μου

1.9) Η διεύθυνση πηγής των παραπάνω Echo (ping) request είναι η εξής: 192.168.1.9
Η διεύθυνση προορισμού των παραπάνω Echo (ping) request είναι η εξής: 184.30.212.47
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
6	0.000000000	192.168.1.9	184.30.212.47	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0002, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7)

1.10) Τα ICMP μηνύματα που ελήφθησαν από τον υπολογιστή μου κατά την εκτέλεση της εντολής ping είναι τύπου Echo (ping) replies

1.11) Η διεύθυνση πηγής των παραπάνω Echo (ping) reply είναι η εξής: 184.30.212.47
Η διεύθυνση προορισμού των παραπάνω Echo (ping) reply είναι η εξής: 192.168.1.9
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
6	0.000000000	192.168.1.9	184.30.212.47	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0002, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7)
7	0.099757733	184.30.212.47	192.168.1.9	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0002, seq=1/256, ttl=55 (request in…

1.12) Τα στοιχεία που έχουν αλλάξει σε σχέση με την καταγραφή του παρελθόντος είναι τα εξής:
α.) Η διεύθυνση IPv4 του συνδέσμου www.mit.edu, καθώς 184.30.212.47 ≠ 18.7.22.83
β.) Το μέγεθος των πακέτων έχει αλλάξει, από 32 bytes σε 64 bytes
γ.) Ο χρόνος ζωής του πακέτου (ttl), επίσης έχει αλλάξει από 242 ms σε 55 ms
δ.) Το είδος της διαδικασίας εκπομπής και παραλαβής πακέτων, καθώς στην παρελθοντική περίπτωση, οι χρόνοι απόκρισης είναι σταθεροί, επομένως παραπέμπουν σε ντετερμινιστική διαδικασία, ενώ στην υπάρχουσα περίπτωση, παρατηρούμε ότι οι χρόνοι απόκρισης είναι τυχαία κατανεμημένοι, επομένως παραπέμπουν περισσότερο σε στοχαστική διαδικασία

2 - Περισσότερα για το Ping

2.1) Η εντολή ping που εκτέλεσα στο τερματικό των Linux είναι η εξής:
ping -4 -c 5 192.168.1.1 && ping -4 -c 5 192.168.1.9 && ping -4 -c 5 127.0.0.1

2.2) Το λογισμικό Wireshark έχει καταγράψει μόνο 5 από τα ICMP Echo requests που έχουν αποσταλεί από τον υπολογιστή μου

2.3) Ο προορισμός όλων των ICMP Echo request ήταν ο εξής: 192.168.1.1 (διεύθυνση της προκαθορισμένης θύρας του υπολογιστή μου)
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

No.	Time	Source	Destination	Protoco	Length	Info
5	0.562929997	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0001, seq=1/256, ttl=64 (reply in 6)
6	0.004505280	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=1/256, ttl=64 (request in…
11	0.134971302	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0001, seq=2/512, ttl=64 (reply in 1…
12	0.004695541	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=2/512, ttl=64 (request in…
13	0.997549683	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0001, seq=3/768, ttl=64 (reply in 1…
14	0.004789415	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=3/768, ttl=64 (request in…

2.4) Όχι δεν παρατήρησα αποστολή μηνυμάτων ICMP Echo request στο δίκτυο με πηγή (Source) και προορισμό (Destination) την διεύθυνση IPv4 του υπολογιστή μου (192.168.1.9). Αυτό συμβαίνει, καθώς όπως μπορούμε να το εντοπίσουμε και από το δοθέν σχήμα, στο πεδίο Προορισμός IPv4 = τοπική διεύθυνση IPv4?, όταν η απάντηση είναι ΝΑΙ, τότε προωθείται στο πεδίο του Οδηγού Loopback και εν συνεχεία επιστρέφει ουσιαστικά στην είσοδο του υπολογιστή μου. Επομένως, δεν μπήκε ποτέ στο Τοπικό Δίκτυο και για αυτό δεν έγινε capture από το λογισμικό Wireshark

2.5) Όχι δεν παρατήρησα αποστολή μηνυμάτων ICMP Echo request προς τη διεύθυνση του βρόχου επιστροφής, καθώς, ομοίως με την παραπάνω περίπτωση (2.4), καθώς από την έξοδο του υπολογιστή μου θα πάνε, μέσω του σταδίου “Οδηγός Loopback”, ξανά στην είσοδο του υπολογιστή μου, επομένως, δεν θα γίνει capture από το Wireshark

2.6) Η βασική διαφορά όταν κάνουμε ping στην διεπαφή του υπολογιστή μας σε σχέση με το όταν κάνουμε ping στην διεύθυνση loopback του (127.0.0.1) είναι ότι στην πρώτη περίπτωση το πακέτο θα δρομολογηθεί μέσω του Οδηγού Ethernet, άρα θα εισέλθει στο τοπικό δίκτυο και από εκεί θα δρομολογηθεί πίσω στο βρόγχο loopback. Ενώ στην δεύτερη περίπτωση, το πακέτο δεν θα φύγει ποτέ από το σύστημα το υπολογιστή μας, επομένως ακόμα και αν δεν βρισκόμασταν σε τοπικό δίκτυο θα λειτουργούσε κανονικά

2.7) Το παράδοξο που παρατηρώ είναι ότι η ιστοσελίδα www.netflix.com ενώ ανοίγει κανονικά στον φυλλομετρητή (Mozilla Firefox) δεν απαντάει στα ICMP Echo requests που στέλνονται από τον υπολογιστή μου, ενώ είναι ανοιχτό, σε αντίθεση με την ιστοσελίδα www.amazon.com η οποία, όταν ανοίγει κανονικά στον φυλλομετρητή, ανταποκρίνεται κανονικά στα ICMP Echo requests που της στέλνει ο υπολογιστής μου.

Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω από τα αποτελέσματα στο terminal των Linux

```
kyriakost@kyriakost-HP-ENVY-x360-Convertible-13-ay0xxx:~$ ping -4 -c 3 www.netflix.com
PING dualstack.apiproxy-website-nlb-prod-3-ac110f6ae472b85a.elb.eu-west-1.amazonaws.co
m (54.155.178.5) 56(84) bytes of data.

--- dualstack.apiproxy-website-nlb-prod-3-ac110f6ae472b85a.elb.eu-west-1.amazonaws.com
 ping statistics ---
3 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 2046ms

kyriakost@kyriakost-HP-ENVY-x360-Convertible-13-ay0xxx:~$ ping -4 -c 3 www.amazon.com
PING www-amazon-com.customer.fastly.net (162.219.225.118) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 162.219.225.118: icmp_seq=1 ttl=58 time=143 ms
64 bytes from 162.219.225.118: icmp_seq=2 ttl=58 time=103 ms
64 bytes from 162.219.225.118: icmp_seq=3 ttl=58 time=124 ms

--- www-amazon-com.customer.fastly.net ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 7391ms
rtt min/avg/max/mdev = 102.659/123.012/142.510/16.280 ms
```

Μία υποθετική αιτία πίσω από τον παραπάνω παράδοξο θα μπορούσε να είναι ότι ο ιστότοπος www.netflix.com δεν απαντάει στα ICMP Echo requests που της στέλνει ο υπολογιστής μου, για λόγους ασφαλείας από κυβερνητικές επιθέσεις, και επομένως το υποδίκτυο προορισμού να μην επιτρέπει την έλευση ICMP πακέτων σε αυτό.
Μία άλλη υποθετική αιτία θα μπορούσε να είναι ότι μετά από το ρουτερ μου μεσολάβησαν πολλοί ενδιάμεσοι server, όπου ο καθένας προφανώς θα έχει τα δικά του τοίχοι προστασίας (firewall), και κάποιο από αυτά τα firewall να εμπόδισε την αποστολή των πακέτων ICMP προς τον τελικό προορισμό

3 - Επικεφαλίδες IPv4

3.1) Η σύνταξη του φίλτρου σύλληψης που χρησιμοποίηση είναι η εξής:
host 142.102.40.15

3.2) Η σύνταξη του φίλτρου απεικόνισης που χρησιμοποίηση είναι η εξής:
ip.src == 198.162.1.9
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

ip.src == 192.168.1.9

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
59	0.010680379	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949792511…
61	0.118959746	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=75 Win=64256 Len=0 TSval=294979263…
64	0.074578193	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=17 Ack=150 Win=64256 Len=0 TSval=2949796…
67	0.015102509	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=24 Ack=200 Win=64256 Len=0 TSval=2949797…
70	0.120118573	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=30 Ack=219 Win=64256 Len=0 TSval=2949797…
73	0.013200584	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=55 Ack=248 Win=64256 Len=0 TSval=2949799…

3.3) Τα πεδία της επικεφαλίδας Internet Protocol Version 4 και το μήκος τους σε bit είναι τα εξής:
Version: 4 bit
Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
▾ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.9, Dst: 147.102.40.15
    0100 .... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  ▾ Differentiated Services Field: 0x10 (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
      0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
      .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
    Total Length: 60
    Identification: 0x3c9c (15516)

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·======f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ========
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ========
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ======== ··
```

Header Length: 4 bit

Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
▾ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.9, Dst: 147.102.40.15
    0100 .... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  ▾ Differentiated Services Field: 0x10 (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
      0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
      .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
    Total Length: 60
    Identification: 0x3c9c (15516)

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·======f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ========
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ========
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ======== ··
```

Differentiated Services Codepoint: 6 bit

Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
▾ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.9, Dst: 147.102.40.15
    0100 .... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  ▾ Differentiated Services Field: 0x10 (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
      0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
      .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
    Total Length: 60
    Identification: 0x3c9c (15516)

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·======f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ========
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ========
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ======== ··
```

Explicit Congestion Notification: 2 bit

Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
▾ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.9, Dst: 147.102.40.15
    0100 .... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  ▾ Differentiated Services Field: 0x10 (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
      0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
      .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
    Total Length: 60
    Identification: 0x3c9c (15516)

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·======f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ========
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ========
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ======== ··
```

Total Length: 16 bit (2 byte)

Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
▾ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.9, Dst: 147.102.40.15
    0100 .... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  ▾ Differentiated Services Field: 0x10 (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
      0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
      .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
    Total Length: 60
    Identification: 0x3c9c (15516)

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·======f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ========
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ========
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ======== ··
```

Identification: 16 bit (2 byte)

Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
    Total Length: 60
    Identification: 0x3c9c (15516)
  ▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
    Fragment offset: 0
    Time to live: 64
    Protocol: TCP (6)
    Header checksum: 0x80e9 [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·======f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ========
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ========
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ======== ··
```

Flags: 16 bit (2 byte)

Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
    Total Length: 60
    Identification: 0x3c9c (15516)
  ▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
    Fragment offset: 0
    Time to live: 64
    Protocol: TCP (6)
    Header checksum: 0x80e9 [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·======f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ========
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ========
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ======== ··
```

Time to live: 8 bit (1 byte)

Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
    Total Length: 60
    Identification: 0x3c9c (15516)
  ▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
    Fragment offset: 0
    Time to live: 64
    Protocol: TCP (6)
    Header checksum: 0x80e9 [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·======f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ========
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ========
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ======== ··
```

Protocol: 8 bit (1 byte)

Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
    Total Length: 60
    Identification: 0x3c9c (15516)
  ▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
    Fragment offset: 0
    Time to live: 64
    Protocol: TCP (6)
    Header checksum: 0x80e9 [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·======f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ========
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ========
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ======== ··
```

Header checksum: 16 bit (2 byte)

Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
    Protocol: TCP (6)
    Header checksum: 0x80e9 [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]
    Source: 192.168.1.9
    Destination: 147.102.40.15
▸ Transmission Control Protocol, Src Port: 55440, Dst Port: 23, Seq: 0, Len: 0
▸ TRANSUM RTE Data

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·····f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ····· ··
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ·····
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ····· ··
```

Source: 32 bit

```
    Protocol: TCP (6)
    Header checksum: 0x80e9 [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]
    Source: 192.168.1.9
    Destination: 147.102.40.15
▸ Transmission Control Protocol, Src Port: 55440, Dst Port: 23, Seq: 0, Len: 0
▸ TRANSUM RTE Data

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·····f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ····· ··
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ·····
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ····· ··
```

Destination: 32 bit (4 byte)
Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και από τον πίνακα περιεχομένων

```
    Protocol: TCP (6)
    Header checksum: 0x80e9 [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]
    Source: 192.168.1.9
    Destination: 147.102.40.15
▸ Transmission Control Protocol, Src Port: 55440, Dst Port: 23, Seq: 0, Len: 0
▸ TRANSUM RTE Data

0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 10   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 3c 3c 9c 40 00 40 06  80 e9 c0 a8 01 09 93 66   ·<<·@·@· ·····f
0020  28 0f d8 90 00 17 a0 78  dd ee 00 00 00 00 a0 02   (·····x ····· ··
0030  fa f0 b9 41 00 00 02 04  05 b4 04 02 08 0a af d2   ···A···· ·····
0040  0f c5 00 00 00 00 01 03  03 07                     ····· ··
```

3.4) Τα πεδία της επικεφαλίδας Internet Protocol Version 4 που παρατήρησα ότι αλλάζουν καθώς διέσχιζα την λίστα από το πρώτο στο τελευταίο μήνυμα της σειράς πακέτων IPv4 που έστειλε ο υπολογιστής μου είναι τα εξής: Total Length, Identification, Header Checksum

3.5) Ναι το μήκος της επικεφαλίδας (Header Length) IPv4 παραμένει σταθερό και το ίδιο για όλα τα πακέτα (ίσο με 4 bytes)

3.6) Το μικρότερο μήκος πακέτου IPv4 που παρατήρησα είναι ίσο με 52 bytes, ενώ το μεγαλύτερο μήκος πακέτου IPv4 που παρατήρησα είναι ίσο με 202 bytes

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	74	55440 → 23 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 T…
3	0.009486643	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949779406…
4	0.000175638	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	93	Telnet Data ...
6	0.114216205	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=28 Ack=4 Win=64256 Len=0 TSval=294977952…
7	0.000103637	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	69	Telnet Data ...
9	0.009432170	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=31 Ack=31 Win=64256 Len=0 TSval=29497795…

```
Total Length: 52
Identification: 0x3c9d (15517)
Flags: 0x4000, Don't fragment
Fragment offset: 0
Time to live: 64
Protocol: TCP (6)
Header checksum: 0x80f0 [validation disabled]
```

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
16	0.000178991	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	216	Telnet Data ...
18	0.010039956	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	69	Telnet Data ...
20	0.011548493	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	72	Telnet Data ...
22	0.051172185	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=253 Ack=175 Win=64256 Len=0 TSval=294977…
23	1.412925652	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	67	Telnet Data ...
25	0.011453100	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=254 Ack=176 Win=64256 Len=0 TSval=294978…

```
Total Length: 202
Identification: 0x3ca5 (15525)
Flags: 0x4000, Don't fragment
Fragment offset: 0
Time to live: 64
Protocol: TCP (6)
Header checksum: 0x8052 [validation disabled]
```

3.7) Το πεδίο Differentiated Services Field διατηρεί σταθερή τιμή για όλα τα πακέτα που καταγράφηκαν από το εργαλείο Wireshark για την παραπάνω διαδικασία και έχει τιμή ίση με: 0x10
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω πχ

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	74	55440 → 23 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 T…
3	0.009486643	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949779406…
4	0.000175638	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	93	Telnet Data ...
6	0.114216205	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=28 Ack=4 Win=64256 Len=0 TSval=294977952…
7	0.000103637	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	69	Telnet Data ...
9	0.009432170	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=31 Ack=31 Win=64256 Len=0 TSval=29497795…

```
Frame 1: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface wlo1, id 0
Ethernet II, Src: 00:e9:3a:0b:0b:f3 (00:e9:3a:0b:0b:f3), Dst: 04:71:53:7d:25:80 (04:71:53:7d:25:80)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.9, Dst: 147.102.40.15
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  Differentiated Services Field: 0x10 (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
    0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
```

Η τιμή 0x10 αντιστοιχεί στην ποιότητα υπηρεσίας Minimize - Delay

3.8) Οι τιμές του πεδίου Identification είναι διαφορετικές για κάθε πακέτο, καθώς διασχίζω την λίστα πακέτων IPv4 που έστειλε ο υπολογιστή μου, όμως, ανάλογα με την σειρά που στάλθηκαν, υπάρχουν “ομάδες” πακέτων, στις οποίες το πεδίο Identification συμπληρώνεται με διαδοχικές τιμές και αυτό παύει να ισχύει μόλις συναντήσουμε πακέτο με τιμή 0x0000 στο πεδίο Identification που διακόπτει τις διαδοχικότητα αυτή τις τιμές του πεδίου αυτού. Μετά όμως από το παραπάνω πακέτο, με τιμή 0x0000 στο πεδίο Identification, ακολουθεί ξανά ομάδα πακέτων που ξεκινάει από διαφορετική τιμή στο πεδίο Identification (και όχι την διαδοχική τιμή που θα περιμέναμε από το τελευταίο πακέτο της προηγούμενης ομάδας), το πρώτο πακέτο, με διαδοχικές τιμές στο πεδίο αυτό
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω πχ

Πρώτο πακέτο της πρώτης ομάδας:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	74	55440 → 23 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 T…
3	0.009486643	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949779406…
4	0.000175638	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	93	Telnet Data ...
6	0.114216205	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=28 Ack=4 Win=64256 Len=0 TSval=294977952…
7	0.000103637	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	69	Telnet Data ...
9	0.009432170	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=31 Ack=31 Win=64256 Len=0 TSval=29497795…

```
    0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
  Total Length: 60
  Identification: 0x3c9c (15516)
  ▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
  Fragment offset: 0
  Time to live: 64
```

Δεύτερο πακέτο της πρώτης ομάδας:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	74	55440 → 23 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 T…
3	0.009486643	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949779406…
4	0.000175638	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	93	Telnet Data ...
6	0.114216205	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=28 Ack=4 Win=64256 Len=0 TSval=294977952…
7	0.000103637	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	69	Telnet Data ...
9	0.009432170	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=31 Ack=31 Win=64256 Len=0 TSval=29497795…

```
    0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
  Total Length: 52
  Identification: 0x3c9d (15517)
  ▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
  Fragment offset: 0
  Time to live: 64
```

Τρίτο πακέτο της πρώτης ομάδας:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	74	55440 → 23 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 T…
3	0.009486643	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949779406…
4	0.000175638	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	93	Telnet Data ...
6	0.114216205	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=28 Ack=4 Win=64256 Len=0 TSval=294977952…
7	0.000103637	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	69	Telnet Data ...
9	0.009432170	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=31 Ack=31 Win=64256 Len=0 TSval=29497795…

```
    0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
  Total Length: 79
  Identification: 0x3c9e (15518)
  ▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
  Fragment offset: 0
  Time to live: 64
```

Τελευταίο πακέτο της πρώτης ομάδας:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
46	0.187738771	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	67	Telnet Data ...
48	0.628020752	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	68	Telnet Data ...
50	0.011203720	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=265 Ack=225 Win=64256 Len=0 TSval=294978…
52	0.007442957	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=265 Ack=249 Win=64256 Len=0 TSval=294978…
53	4.819853492	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [FIN, ACK] Seq=265 Ack=249 Win=64256 Len=0 TSval=2…
56	0.010898962	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=266 Ack=250 Win=64256 Len=0 TSval=294978…

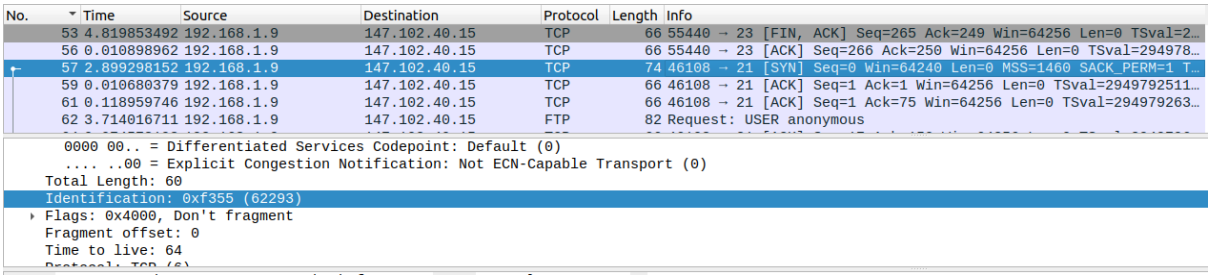
```
    0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
  Total Length: 52
  Identification: 0x3cbb (15547)
  ▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
  Fragment offset: 0
  Time to live: 64
```

Πακέτο με τιμή 0x0000 στο πεδίο Identification:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
46	0.187738771	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	67	Telnet Data ...
48	0.628020752	192.168.1.9	147.102.40.15	TELNET	68	Telnet Data ...
50	0.011203720	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=265 Ack=225 Win=64256 Len=0 TSval=294978…
52	0.007442957	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=265 Ack=249 Win=64256 Len=0 TSval=294978…
53	4.819853492	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [FIN, ACK] Seq=265 Ack=249 Win=64256 Len=0 TSval=2…
56	0.010898962	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=266 Ack=250 Win=64256 Len=0 TSval=294978…

```
    0001 00.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (4)
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
  Total Length: 52
  Identification: 0x0000 (0)
  ▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
  Fragment offset: 0
  Time to live: 64
```

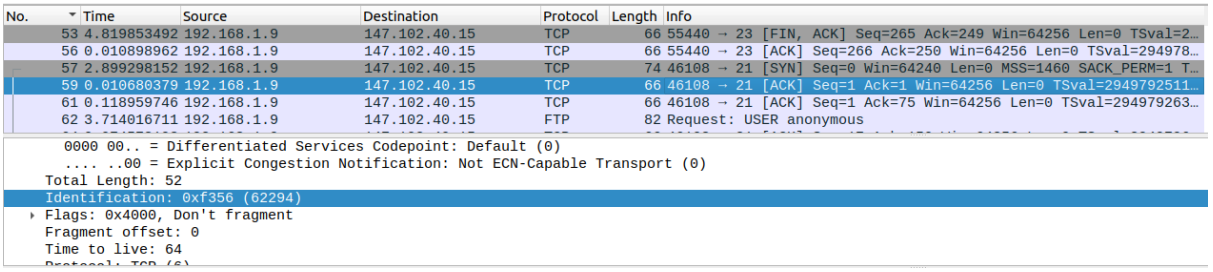
Πρώτο πακέτο της δεύτερης ομάδας:



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
53	4.819853492	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [FIN, ACK] Seq=265 Ack=249 Win=64256 Len=0 TSval=2…
56	0.010898962	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=266 Ack=250 Win=64256 Len=0 TSval=294978…
57	2.899298152	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	74	46108 → 21 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 T…
59	0.010680379	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949792511…
61	0.118959746	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=75 Win=64256 Len=0 TSval=294979263…
62	3.714016711	192.168.1.9	147.102.40.15	FTP	82	Request: USER anonymous

```
    0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
Total Length: 60
Identification: 0xf355 (62293)
▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
Fragment offset: 0
Time to live: 64
```

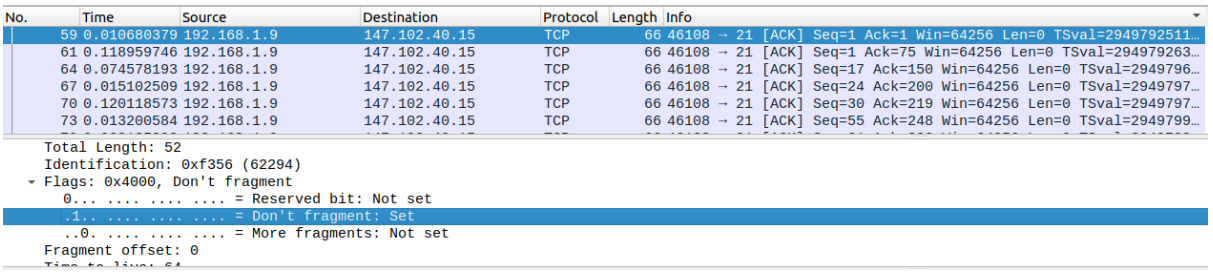
Δεύτερο πακέτο της δεύτερης ομάδας:



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
53	4.819853492	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [FIN, ACK] Seq=265 Ack=249 Win=64256 Len=0 TSval=2…
56	0.010898962	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	55440 → 23 [ACK] Seq=266 Ack=250 Win=64256 Len=0 TSval=294978…
57	2.899298152	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	74	46108 → 21 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 T…
59	0.010680379	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949792511…
61	0.118959746	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=75 Win=64256 Len=0 TSval=294979263…
62	3.714016711	192.168.1.9	147.102.40.15	FTP	82	Request: USER anonymous

```
    0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
    .... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
Total Length: 52
Identification: 0xf356 (62294)
▸ Flags: 0x4000, Don't fragment
Fragment offset: 0
Time to live: 64
```

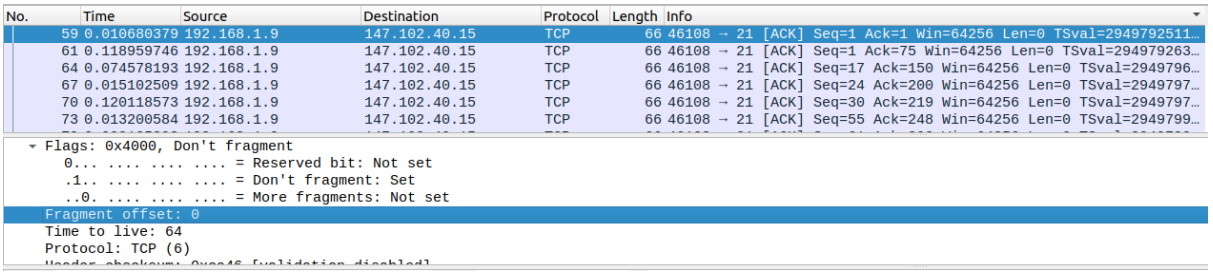
3.9) Το σημαία Don’t Fragment στο πεδίο Flags έχει τιμή ίση με: 1 (Set)
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
59	0.010680379	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949792511…
61	0.118959746	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=75 Win=64256 Len=0 TSval=294979263…
64	0.074578193	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=17 Ack=150 Win=64256 Len=0 TSval=2949796…
67	0.015102509	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=24 Ack=200 Win=64256 Len=0 TSval=2949797…
70	0.120118573	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=30 Ack=219 Win=64256 Len=0 TSval=2949797…
73	0.013200584	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=55 Ack=248 Win=64256 Len=0 TSval=2949799…

```
Total Length: 52
Identification: 0xf356 (62294)
▾ Flags: 0x4000, Don't fragment
  0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
  .1.. .... .... .... = Don't fragment: Set
  ..0. .... .... .... = More fragments: Not set
Fragment offset: 0
```

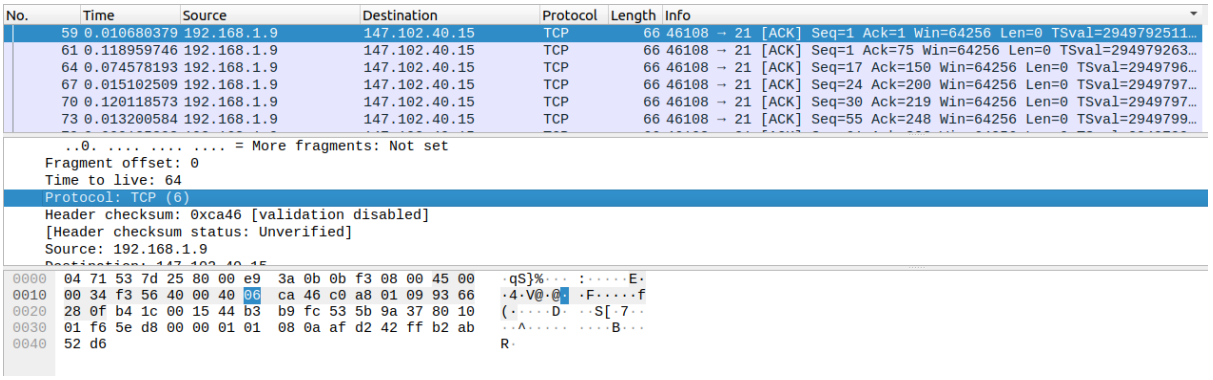
3.10) Το πεδίο Fragment Offset έχει την εξής τιμή: 0
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
59	0.010680379	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949792511…
61	0.118959746	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=75 Win=64256 Len=0 TSval=294979263…
64	0.074578193	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=17 Ack=150 Win=64256 Len=0 TSval=2949796…
67	0.015102509	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=24 Ack=200 Win=64256 Len=0 TSval=2949797…
70	0.120118573	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=30 Ack=219 Win=64256 Len=0 TSval=2949797…
73	0.013200584	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=55 Ack=248 Win=64256 Len=0 TSval=2949799…

```
▾ Flags: 0x4000, Don't fragment
  0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
  .1.. .... .... .... = Don't fragment: Set
  ..0. .... .... .... = More fragments: Not set
Fragment offset: 0
Time to live: 64
Protocol: TCP (6)
```

3.11) Το πεδίο Protocol έχει την εξής τιμή: 0x06 και αντιστοιχεί στο πρωτόκολλο TCP
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
59	0.010680379	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2949792511…
61	0.118959746	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=1 Ack=75 Win=64256 Len=0 TSval=294979263…
64	0.074578193	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=17 Ack=150 Win=64256 Len=0 TSval=2949796…
67	0.015102509	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=24 Ack=200 Win=64256 Len=0 TSval=2949797…
70	0.120118573	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=30 Ack=219 Win=64256 Len=0 TSval=2949797…
73	0.013200584	192.168.1.9	147.102.40.15	TCP	66	46108 → 21 [ACK] Seq=55 Ack=248 Win=64256 Len=0 TSval=2949799…

```
  ..0. .... .... .... = More fragments: Not set
Fragment offset: 0
Time to live: 64
Protocol: TCP (6)
Header checksum: 0xca46 [validation disabled]
[Header checksum status: Unverified]
Source: 192.168.1.9
```

```
0000  04 71 53 7d 25 80 00 e9  3a 0b 0b f3 08 00 45 00   ·qS}%··· :·····E·
0010  00 34 f3 56 40 00 40 06  ca 46 c0 a8 01 09 93 66   ·4·V@·@· ·F·····f
0020  28 0f b4 1c 00 15 44 b3  b9 fc 53 5b 9a 37 80 10   (·····D· ··S[·7··
0030  01 f6 5e d8 00 00 01 01  08 0a af d2 42 ff b2 ab   ··^····· ····B···
0040  52 d6                                              R·
```

3.12) Το πεδίο Header Checksum, ουσιαστικά αποτελεί έναν τρόπο ώστε να γίνεται έλεγχος για λάθη στα πακέτα που στέλνονται, και αποτελεί το συμπλήρωμα ως προς ένα του IPv4 πακέτου, έτσι ώστε όταν φτάσει το πακέτο στον προορισμό το άθροισμα της επικεφαλίδας του πακέτου με το Header Checksum να είναι ίσο με 0. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι το πεδίο Header Checksum εξαρτάται από τα περιεχόμενα του πακέτου, όπου σε κάθε πακέτο είναι λογικό να διαφέρουν τα περιεχόμενα, άρα, για αυτό και οι τιμές του Header Checksum διαφέρουν από πακέτο σε πακέτο

4 - Θρυμματισμός (Fragmentation) στο IPv4

4.1) Η ακριβής σύνταξη της εντολής που χρησιμοποίηση στο τερματικό των Linux είναι η εξής:
πχ
ping -M do -s 1480 -4 -c 1 192.168.1.1
Δηλαδή με πιο γενικό τρόπο περιγραφής είναι η εξής:
ping -M do -s <size> -4 -c 1 <IPv4 address>

4.2) Η μέγιστη τιμή για την οποία επιτυγχάνεται η αποστολή είναι η εξής: 1472 bytes
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

```
kyriakost@kyriakost-HP-ENVY-x360-Convertible-13-ay0xxx:~$ ping -M do -s 1472 -4 -c 1 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1) 1472(1500) bytes of data.
1480 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=4.56 ms

--- 192.168.1.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.563/4.563/4.563/0.000 ms
kyriakost@kyriakost-HP-ENVY-x360-Convertible-13-ay0xxx:~$ ping -M do -s 1473 -4 -c 1 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1) 1473(1501) bytes of data.
ping: local error: message too long, mtu=1500

--- 192.168.1.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms
```

4.3) Η μικρότερη τιμή για την οποία απαιτείται θρυμματισμός είναι η εξής: 1473 bytes
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

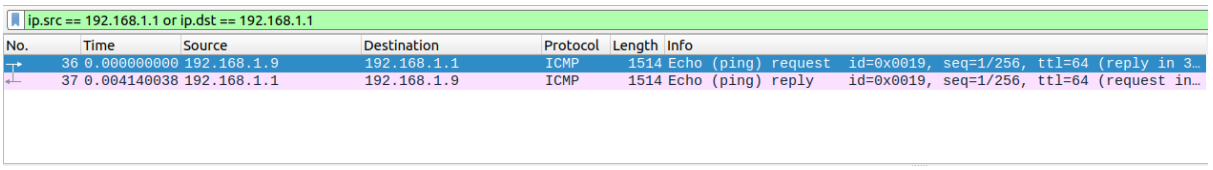

```
kyriakost@kyriakost-HP-ENVY-x360-Convertible-13-ay0xxx:~$ ping -M do -s 1472 -4 -c 1 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1) 1472(1500) bytes of data.
1480 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=4.56 ms

--- 192.168.1.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.563/4.563/4.563/0.000 ms
kyriakost@kyriakost-HP-ENVY-x360-Convertible-13-ay0xxx:~$ ping -M do -s 1473 -4 -c 1 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1) 1473(1501) bytes of data.
ping: local error: message too long, mtu=1500

--- 192.168.1.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms
```

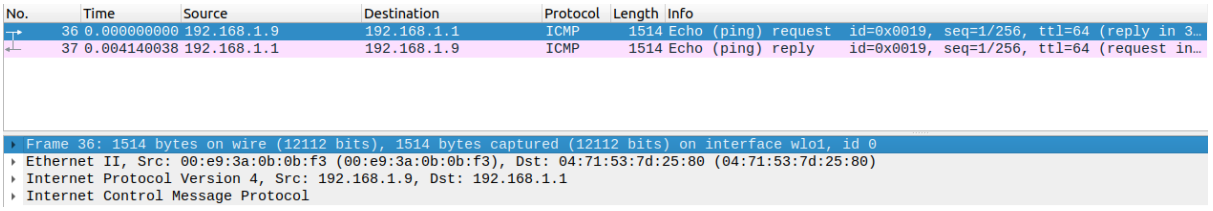

4.4) Το φίλτρο σύλληψης που χρησιμοποίησα , ώστε να καταγράφονται μόνο πλαίσια - εκπομπής (unicast) είναι το εξής:
not multicast and not broadcast

4.5) Η σύνταξη του φίλτρου απεικόνισης που χρησιμοποίησα είναι το εξής:
ip.src == 192.168.1.1 or ip.dst == 192.168.1.1
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

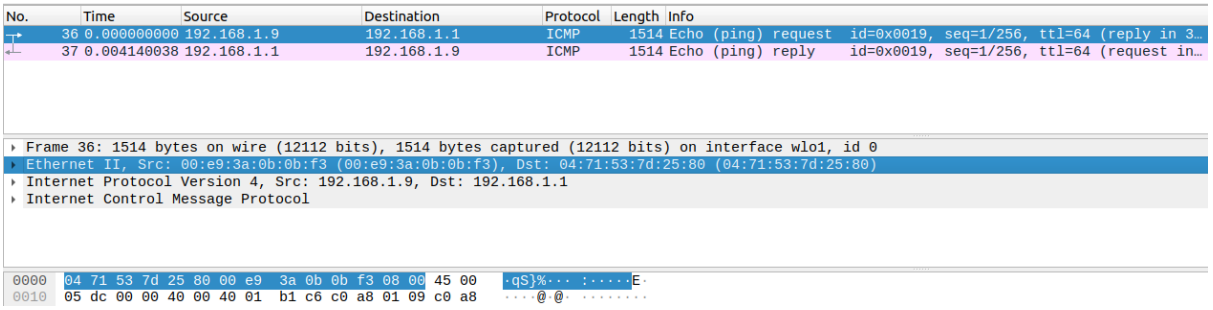


4.6) Όχι, δεν παράγονται πακέτα IPv4 για την τιμή που βρήκα στο ερώτημα 4.3, καθώς το μέγεθος του πακέτου είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο μέγεθος πακέτου που μπορεί να μεταφερθεί (MTU), τότε το πακέτο αυτό δεν μπορεί να μεταφερθεί, δηλαδή δεν μπορεί να μπει στον οδήγο Ethernet, επομένως, δεν μπορεί να μπει ούτε στο Τοπικό Δίκτυο, με αποτέλεσμα να μην γίνει capture από το Wireshark

4.7) Από το λογισμικό Wireshark παρατηρούμε ότι το συνολικό μέγεθος του πλαισίου είναι ίσο με 1514 bytes, όπως αποδεικνύεται και παρακάτω



Όμως το μήκος της επικεφαλίδας του Ethernet (Ethernet Header) είναι ίσο με 14 bytes, όπως αποδεικνύεται και παρακάτω από τον πίνακα περιεχομένων



Επομένως, το μέγιστο μέγεθος πακέτου IPv4 (MTU) που μπορώ να στείλω από τον υπολογιστή μου είναι 1514 - 14 = 1500 bytes

4.8) Από το ερώτημα 4.7 γνωρίζουμε ότι το μέγιστο μέγεθος πακέτου IPv4 που μπορώ να στείλω από το υπολογιστή μου (MTU) είναι ίσο με 1500 bytes, δηλαδή στο δικό μου τοπικό υποδίκτυο, επομένως, γνωρίζοντας επίσης ότι το μήκος του IPv4 Header είναι ίσο με 20 bytes και το μήκος του ICMP Header είναι ίσο με 8 bytes, τότε συμπεραίνουμε ότι η τιμή του μεγέθους δεδομένων ICMP που οδηγούν σε πακέτο IPv4 μέγιστου μήκους είναι ίση με 1500 (MTU) - 20 (IPv4 Header) - 8 (ICMP Header) = 1472 bytes στο δικό μου υποδίκτυο
Γενικά, γνωρίζουμε ότι το μέγιστο μήκος πακέτου IPv4 είναι ίσο με 65535 bytes, επομένως, με την ίδια λογική που εφαρμόσαμε και παραπάνω προκύπτει ότι η τιμή του μεγέθους δεδομένων ICMP που οδηγούν σε πακέτο IPv4 μέγιστου μήκους είναι ίση με 65535 - 20 (IPv4 Header) - 8 (ICMP Header) = 65507 bytes

4.9) Για την τιμή του μεγέθους δεδομένων ICMP (65507 bytes) του προηγούμενου ερωτήματος το ping επιτυγχάνει κανονικά προς την διεύθυνση IPv4 του υπολογιστή μου (192.168.1.9)
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

```
kyriakost@kyriakost-HP-ENVY-x360-Convertible-13-ay0xxx:~$ ping -M do -s 65507 -4 -c 1 192.168.1.9
PING 192.168.1.9 (192.168.1.9) 65507(65535) bytes of data.
65515 bytes from 192.168.1.9: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.121 ms

--- 192.168.1.9 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.121/0.121/0.121/0.000 ms
```

4.10) Το μέγεθος που έχει το μεγαλύτερο πακέτο IPv4 που μπορεί να παράγει η εντολή ping είναι το εξής: 65507 bytes
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

```
kyriakost@kyriakost-HP-ENVY-x360-Convertible-13-ay0xxx:~$ ping -M do -s 65535 -4 -c 1 192.168.1.9
ping: packet size 65535 is too large. Maximum is 65507
```

4.11) Το πρώτο μήνυμα ICMP Echo Request που έστειλε ο υπολογιστής μου δεν έχει μεταφερθεί ως ένα ενιαίο πακέτο IPv4

4.12) Το μήνυμα ICMP Echo Request που έστειλε ο υπολογιστής μου έχει θρυμματιστεί σε 5 επιμέρους πακέτα IPv4
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

Αυτό είναι λογικό καθώς το μέγιστο μέγεθος δεδομένων ICMP κάθε πακέτου στο δικό μου υποδίκτυο δεν μπορεί να υπερβαίνει το όριο των 1472 bytes, επομένως για ένα μήνυμα μεγέθους δεδομένων ίσο με 6000 bytes, καθώς υπερβαίνει το ανώτατο όριο μεγέθους, αναγκαστικά θα θρυμματιστεί σε (6000 / 1472), άνω ακέραιο όριο, επομένως σε 5 πακέτα IPv4

4.13) Πρώτο πακέτο IPv4:
Identification: 0xee42
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  ▸ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 1500
    Identification: 0xee42 (60994)
  ▸ Flags: 0x2000, More fragments
    Fragment offset: 0
    Time to live: 64
```

Don’t Fragment Bit: 0 (Not set)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
Identification: 0xee42 (60994)
Flags: 0x2000, More fragments
  0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
  .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
  ..1. .... .... .... = More fragments: Set
Fragment offset: 0
Time to live: 64
```

More Fragments Bit: 1 (Set)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
Identification: 0xee42 (60994)
Flags: 0x2000, More fragments
  0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
  .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
  ..1. .... .... .... = More fragments: Set
Fragment offset: 0
Time to live: 64
```

Fragment Offset: 0

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
Identification: 0xee42 (60994)
Flags: 0x2000, More fragments
  0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
  .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
  ..1. .... .... .... = More fragments: Set
Fragment offset: 0
Time to live: 64
```

Δεύτερο πακέτο IPv4:
Identification: 0xee42

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
Identification: 0xee42 (60994)
Flags: 0x20b9, More fragments
  0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
  .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
  ..1. .... .... .... = More fragments: Set
Fragment offset: 1480
Time to live: 64
```

Don’t Fragment Bit: 0 (Not set)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
Identification: 0xee42 (60994)
Flags: 0x20b9, More fragments
  0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
  .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
  ..1. .... .... .... = More fragments: Set
Fragment offset: 1480
Time to live: 64
```

More Fragments Bit: 1 (Set)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
    Identification: 0xee42 (60994)
  ▾ Flags: 0x20b9, More fragments
      0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
      .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
      ..1. .... .... .... = More fragments: Set
    Fragment offset: 1480
    Time to live: 64
```

Fragment Offset: 1480

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
    Total Length: 1500
    Identification: 0xee42 (60994)
  ▾ Flags: 0x20b9, More fragments
      0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
      .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
      ..1. .... .... .... = More fragments: Set
    Fragment offset: 1480
```

Τρίτο IPv4 πακέτο:

Identification: 0xee42

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
  ▾ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.1, Dst: 192.168.1.9
      0100 .... = Version: 4
      .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
    ▸ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
      Total Length: 1500
      Identification: 0xee42 (60994)
    ▸ Flags: 0x2172, More fragments
```

Don’t Fragment Bit: 0 (Not set)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
    ▸ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
      Total Length: 1500
      Identification: 0xee42 (60994)
    ▾ Flags: 0x2172, More fragments
        0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
        .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
        ..1. .... .... .... = More fragments: Set
```

More Fragments Bit: 1 (Set)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
    ▸ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
      Total Length: 1500
      Identification: 0xee42 (60994)
    ▾ Flags: 0x2172, More fragments
        0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
        .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
        ..1. .... .... .... = More fragments: Set
```

Fragment Offset: 2960

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
▾ Flags: 0x2172, More fragments
    0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
    .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
    ..1. .... .... .... = More fragments: Set
  Fragment offset: 2960
  Time to live: 64
  Protocol: ICMP (1)
```

Τέταρτο πακέτο IPv4:

Identification: 0xee42

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
▾ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.1, Dst: 192.168.1.9
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  ▸ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 1500
  Identification: 0xee42 (60994)
  ▾ Flags: 0x222b, More fragments
```

Don’t Fragment Bit: 0 (Not set)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
  ▸ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 1500
  Identification: 0xee42 (60994)
  ▾ Flags: 0x222b, More fragments
    0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
    .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
    ..1. .... .... .... = More fragments: Set
```

More Fragments Bit: 1 (Set)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
  ▸ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 1500
  Identification: 0xee42 (60994)
  ▾ Flags: 0x222b, More fragments
    0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
    .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
    ..1. .... .... .... = More fragments: Set
```

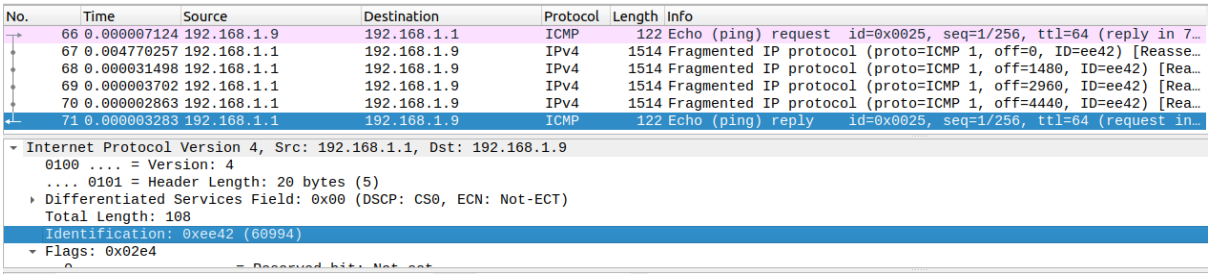
Fragment Offset: 4440

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
  ▾ Flags: 0x222b, More fragments
    0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
    .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
    ..1. .... .... .... = More fragments: Set
  Fragment offset: 4440
  Time to live: 64
  Protocol: ICMP (1)
```

Πέμπτο πακέτο IPv4:

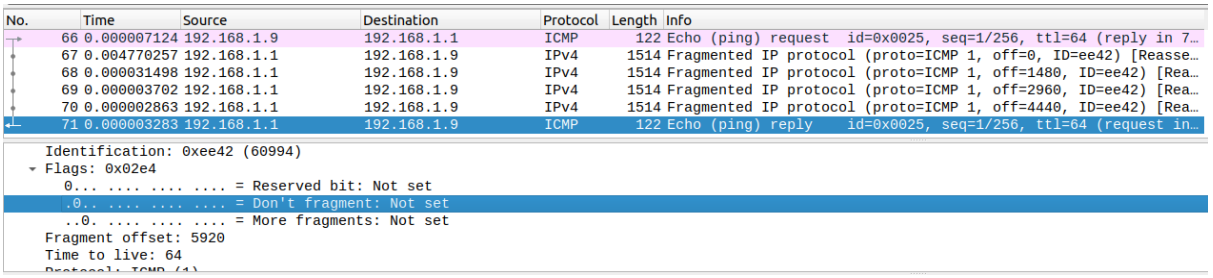
Identification: 0xee42



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.1, Dst: 192.168.1.9
    0100 .... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
    Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 108
    Identification: 0xee42 (60994)
    Flags: 0x02e4
```

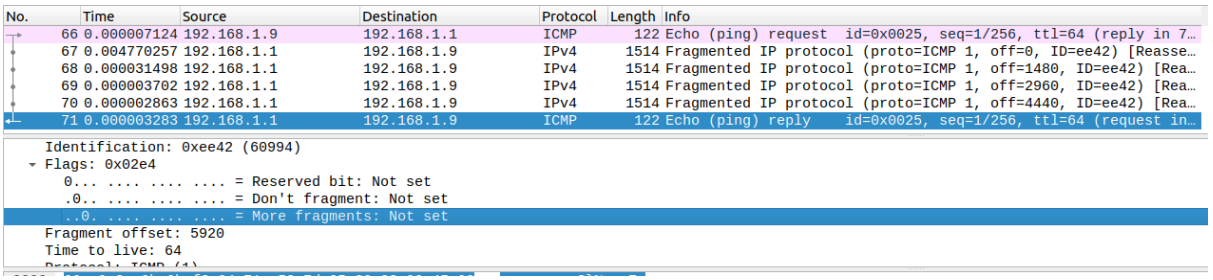
Don’t Fragment Bit: 0 (Not set)



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
    Identification: 0xee42 (60994)
    Flags: 0x02e4
      0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
      .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
      ..0. .... .... .... = More fragments: Not set
    Fragment offset: 5920
    Time to live: 64
```

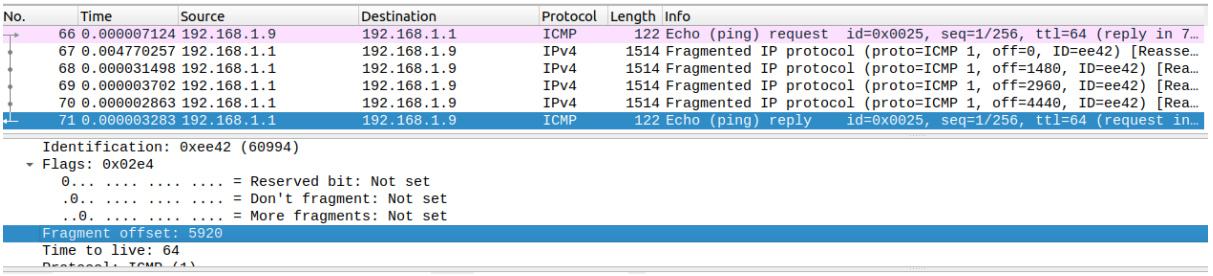
More Fragment Bit: 0 (Not set)



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
    Identification: 0xee42 (60994)
    Flags: 0x02e4
      0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
      .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
      ..0. .... .... .... = More fragments: Not set
    Fragment offset: 5920
    Time to live: 64
```

Fragment Offset: 5920



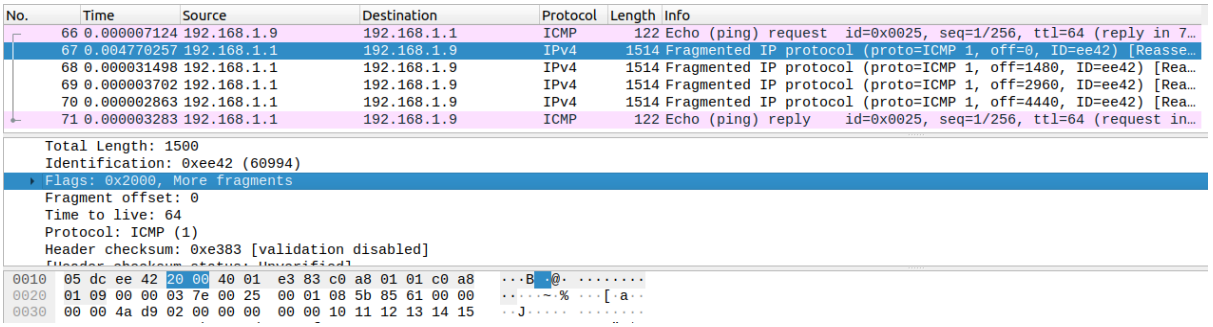
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

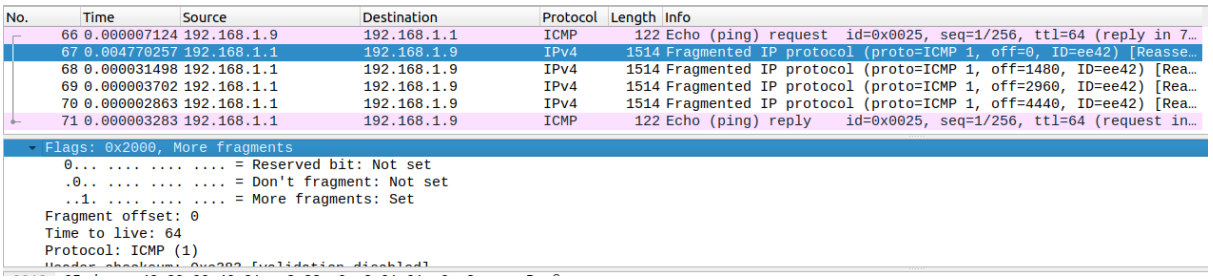
```
    Identification: 0xee42 (60994)
    Flags: 0x02e4
      0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
      .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
      ..0. .... .... .... = More fragments: Not set
    Fragment offset: 5920
    Time to live: 64
```

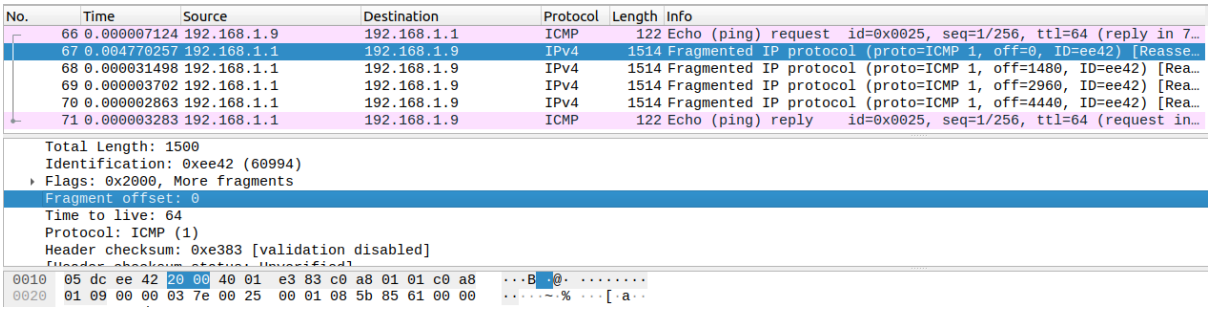
4.14) Η πληροφορία της επικεφαλίδας IPv4 που δηλώνει ότι το πακέτο έχει θρυμματιστεί βρίσκεται στο πεδίο Flags, μέσω της σημαίας Don’t Fragment, η οποία είναι αρχικοποιημένη στην τιμή 0 (Not set)

4.15) Η πληροφορία της επικεφαλίδας IPv4 που δηλώνει ότι αυτό είναι το πρώτο θραύσμα και όχι μεταγενέστερο βρίσκεται στο πεδίο Fragment Offset, το οποίο στο πρώτο θραύσμα είναι αρχικοποιημένο στην τιμή 0

4.16) Το μήκος του πεδίου Fragment Offset είναι το εξής: 13 bit
Αυτό αποδεικνύεται καθώς μοιράζονται με το πεδίο Flags δύο byte, όπου τα πρώτα τρία bit τα καταλαμβάνει το πεδίο Flags, επομένως τα υπολειπόμενα 13 bit από τα 16, τα καταλαμβάνει το πεδίο Fragment Offset
Όπως αποδεικνύεται και παρακάτω από τους πίνακες περιεχομένων







4.17) Η πληροφορία της επικεφαλίδας IPv4 που δηλώνει ότι αυτό δεν είναι το πρώτο θραύσμα και είναι μεταγενέστερο, βρίσκεται στο πεδίο Fragment Offset, το οποίο είναι αρχικοποιημένο στην τιμή 1480, και όχι στην τιμή 0

4.18) Ναι, ακολουθούν άλλα τρία θραύσματα μετά το δεύτερο

4.19) Η πληροφορία που υποδηλώνει ότι ακολουθούν και άλλα θραύσματα μετά το δεύτερο θραύσμα μπορεί να εντοπιστεί στο πεδίο Flags, και πιο συγκεκριμένα στην σημαία More Fragments, η οποία είναι αρχικοποιημένη στην τιμή 1 (Set), το οποίο σημαίνει ότι ακολουθούν και άλλα θραύσματα μετά από αυτο

4.20) Τα πεδία της επικεφαλίδας που αλλάζουν μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου θραύσματος είναι τα εξής: Header Checksum και Fragment Offset
1ο θραύσμα:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…

```
▾ Flags: 0x2000, More fragments
    0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
    .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
    ..1. .... .... .... = More fragments: Set
  Fragment offset: 0
  Time to live: 64
  Protocol: ICMP (1)
```


No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…


```
  Fragment offset: 0
  Time to live: 64
  Protocol: ICMP (1)
  Header checksum: 0xe383 [validation disabled]
  [Header checksum status: Unverified]
  Source: 192.168.1.1
  Destination: 192.168.1.9
```

2ο θραύσμα:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…


```
▾ Flags: 0x20b9, More fragments
    0... .... .... .... = Reserved bit: Not set
    .0.. .... .... .... = Don't fragment: Not set
    ..1. .... .... .... = More fragments: Set
  Fragment offset: 1480
  Time to live: 64
  Protocol: ICMP (1)
```


No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
66	0.000007124	192.168.1.9	192.168.1.1	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (reply in 7…
67	0.004770257	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=0, ID=ee42) [Reasse…
68	0.000031498	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=1480, ID=ee42) [Rea…
69	0.000003702	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=2960, ID=ee42) [Rea…
70	0.000002863	192.168.1.1	192.168.1.9	IPv4	1514	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 1, off=4440, ID=ee42) [Rea…
71	0.000003283	192.168.1.1	192.168.1.9	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x0025, seq=1/256, ttl=64 (request in…


```
  Fragment offset: 1480
  Time to live: 64
  Protocol: ICMP (1)
  Header checksum: 0xe2ca [validation disabled]
  [Header checksum status: Unverified]
  Source: 192.168.1.1
  Destination: 192.168.1.9
```

4.21) Στο προτελευταίο θραύσμα η τιμή του Fragment Offset είναι αρχικοποιημένη στην τιμή 4440, που ουσιαστικά αυτό σημαίνει ότι έχουν ληφθεί μέχρι αυτό το σημείο συνολικά 4440 bytes. Σε αυτά τα 4440 bytes έχουν συμπεριληφθεί και 8 bytes για κάθε μία από τις επικεφαλίδες των τριών ICMP θραυσμάτων που έχουν προηγηθεί του προτελευταίου, επομένως, περιέχει πιο συγκεκριμένα (1472 + 8) * 3 = 1480 * 3 = 4440 bytes, όπου τα 1472 bytes αντιστοιχούν σε δεδομένα και τα υπόλοιπα 8 bytes στην επικεφαλίδα κάθε ICMP θραύσματος. Άρα, για το τελευταίο θραύσμα του οποίου η τιμή του πεδίου Fragment Offset είναι αρχικοποιημένη στην τιμή 5920, θα πρέπει αυτή η τιμή να προκύπτει από την παραπάνω σκέψη που έγινε. Επομένως, θα προκύψει (data + ICMP Header) * (Number of Past Fragments) = (1472 + 8) * 4 = 1480 * 4 = 5920 bytes

4.22) Όλα τα θραύσματα έχουν διαφορετικά μεταξύ τους τα εξής πεδία - πληροφορίες: Fragment Offset και Header Checksum
Επίσης, όμως το τελευταίο θραύσμα σε σχέση με τα υπόλοιπα διαφέρει και στην σημαία More Fragments, η οποία είναι αρχικοποιημένη στην τιμή 0 (Not set), του

πεδίου Flags, καθώς είναι το τελευταίο θραύσμα και δεν έρχεται κάποιο άλλο θραύσμα μετά από αυτό, σε σχέση με τα υπόλοιπα θραύσμα, τα οποία περιμένουν και άλλα θραύσματα μετά από αυτά, για αυτό και έχουν αρχικοποιημένη στην σημαία More Fragments στην τιμή 1 (Set)