

2η σειρά ασκήσεων

Σπυριδούλα Κουτσούκου, 3170080

Φίλιππος Δουραχαλής, 3170045

Άσκηση 1)

1. Η διεύθυνση IP είναι: 192.168.1.165
Η μάσκα υποδικτύου είναι: 255.255.255.0
Η διεύθυνση του DHCP Server είναι: 192.168.1.1

```
Wireless LAN adapter Wi-Fi:

Connection-specific DNS Suffix . : lan
Description . . . . . : Intel(R) Wireless-AC 9260 160MHz
Physical Address. . . . . : 34-E1-2D-51-6A-80
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
IPv6 Address. . . . . : 2a02:2149:87c8:bf00:bd85:57ef:e4d3:cc94(Preferred)
IPv6 Address. . . . . : fdfd:3427:2509:0:bd85:57ef:e4d3:cc94(Preferred)
Temporary IPv6 Address. . . . . : 2a02:2149:87c8:bf00:6550:34ad:7cc3:de17(Preferred)
Temporary IPv6 Address. . . . . : fdfd:3427:2509:0:6550:34ad:7cc3:de17(Preferred)
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::bd85:57ef:e4d3:cc94%23(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.165(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained. . . . . : Πέμπτη, 15 Απριλίου 2021 3:03:18 μμ
Lease Expires . . . . . : Παρασκευή, 16 Απριλίου 2021 3:03:18 μμ
Default Gateway . . . . . : fe80::a691:b1ff:fe5a:cca0%23
                          192.168.1.1
DHCP Server . . . . . : 192.168.1.1
DHCPv6 IAID . . . . . : 640999725
DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-23-91-C0-DD-70-85-C2-66-5B-B1
DNS Servers . . . . . : fdfd:3427:2509::1
                          1.1.1.1
                          193.92.3.5
NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
Connection-specific DNS Suffix Search List :
                          lan
```

2. Εφαρμόζοντας το φίλτρο “dhcp” ή “bootp” εμφανίζονται μόνο τα πακέτα που περιέχουν DHCP μηνύματα.
3. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς που χρησιμοποιεί το DHCP είναι το UDP.
4. Κατά την εκτέλεση της εντολής ipconfig /release στέλνεται ένα μήνυμα DHCP Release.
Η πρώτη εκτέλεση της εντολής ipconfig /renew παράγει διαδοχικά τα εξής μηνύματα:
 - i. DHCP Discover
 - ii. DHCP Offer
 - iii. DHCP Request
 - iv. DHCP ACKΗ δεύτερη εκτέλεση της εντολής ipconfig /release παράγει μόνο τα εξής δύο μηνύματα:

- i. DHCP Request
- ii. DHCP ACK

52	5.746728	192.168.1.165	192.168.1.1	DHCP	342	DHCP Release	- Transaction ID 0x92cbbd7e
551	13.045250	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover	- Transaction ID 0x890013e3
591	15.583583	192.168.1.1	192.168.1.165	DHCP	342	DHCP Offer	- Transaction ID 0x890013e3
592	15.584092	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	364	DHCP Request	- Transaction ID 0x890013e3
593	15.602377	192.168.1.1	192.168.1.165	DHCP	360	DHCP ACK	- Transaction ID 0x890013e3
1555	27.349041	192.168.1.165	192.168.1.1	DHCP	352	DHCP Request	- Transaction ID 0xd150e5d7
1556	27.357769	192.168.1.1	192.168.1.165	DHCP	360	DHCP ACK	- Transaction ID 0xd150e5d7

5. Το πρώτο DHCP μήνυμα (DHCP Release) έχει σκοπό να γνωστοποιήσει στον server ότι ο υπολογιστής αποδεσμεύει την εκχωρημένη του διεύθυνση καθώς δεν την χρειάζεται πλέον.
6. Οι διευθύνσεις προέλευσης και προορισμού είναι: 192.168.1.165 και 192.168.1.1 αντίστοιχα.
7. Το tag της επιλογής που καθορίζει τον τύπο του πακέτου είναι το 53.
Το μήκος της συγκεκριμένης επιλογής είναι 1.

▼ Option: (53) DHCP Message Type (Release)
Length: 1
DHCP: Release (7)

8. Η τιμή που αντιστοιχεί σε κάθε τύπο μηνύματος είναι:
 - i. DHCP Release: 7
 - ii. DHCP Discover: 1
 - iii. DHCP Offer: 2
 - iv. DHCP Request: 3
 - v. DHCP ACK: 5

▼ Option: (53) DHCP Message Type (Discover)
Length: 1
DHCP: Discover (1)

▼ Option: (53) DHCP Message Type (Offer)
Length: 1
DHCP: Offer (2)

▼ Option: (53) DHCP Message Type (Request)
Length: 1
DHCP: Request (3)

▼ Option: (53) DHCP Message Type (ACK)
Length: 1
DHCP: ACK (5)

9. Οι θύρες προέλευσης και προορισμού που χρησιμοποιούνται κατά την ανταλλαγή μηνυμάτων είναι η 67 και η 68

```
▼ User Datagram Protocol, Src Port: 67, Dst Port: 68
  Source Port: 67
  Destination Port: 68
  Length: 326
  Checksum: 0x6a2a [unverified]
  [Checksum Status: Unverified]
  [Stream index: 3]
  > [Timestamps]
    UDP payload (318 bytes)
```

10. Οι θύρες 67 και 68 είναι οι συνήθεις UDP θύρες που χρησιμοποιούνται για τις υπηρεσίες BOOTP και DHCP από τον server και τον client αντίστοιχα

67/UDP	BOOTP (Bootstrap Protocol) server, αλλά χρησιμοποιείται επίσης και από το πρωτόκολλο DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)	Επίσημη
68/UDP	BOOTP client, αλλά χρησιμοποιείται επίσης από το πρωτόκολλο DHCP	Επίσημη

11.

- a) DHCP Discover. Η διεύθυνση προέλευσης είναι 0.0.0.0. Η διεύθυνση προορισμού είναι 255.255.255.255
- b) DHCP Offer. Η διεύθυνση προέλευσης είναι 192.168.1.1 και ανήκει στον DHCP Server που απάντησε, ενώ η διεύθυνση προορισμού είναι 192.168.1.165
- c) Στο πρώτο DHCP Request η διεύθυνση προέλευσης είναι ξανά 0.0.0.0, αφού δεν έχει εκχωρηθεί ακόμα κάποια διεύθυνση στον υπολογιστή, ενώ η διεύθυνση προορισμού είναι 255.255.255.255.
Στο δεύτερο DHCP Request η διεύθυνση προέλευσης είναι η 192.168.1.165, αφού ο υπολογιστής δεν έχει αποδεσμεύσει την διεύθυνση που του είχε εκχωρηθεί σε αντίθεση με προηγουμένως, και η διεύθυνση προορισμού είναι η 192.168.1.1, αφού γνωρίζει πλέον τον DHCP Server.
- d) Στο πρώτο DHCP ACK, διεύθυνση προέλευσης είναι η 192.168.1.1, ενώ προορισμού είναι η 192.168.1.165
Για το δεύτερο, η διεύθυνση προέλευσης είναι 192.168.1.1, ενώ η διεύθυνση προορισμού είναι ξανά η 192.168.1.165

551	13.045250	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover	- Transaction ID 0x890013e3
591	15.583583	192.168.1.1	192.168.1.165	DHCP	342	DHCP Offer	- Transaction ID 0x890013e3
592	15.584092	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	364	DHCP Request	- Transaction ID 0x890013e3
593	15.602377	192.168.1.1	192.168.1.165	DHCP	360	DHCP ACK	- Transaction ID 0x890013e3

12. Η διεύθυνση IP του παραλήπτη για το DHCP Discover μήνυμα είναι η 255.255.255.255, η οποία είναι μια broadcast διεύθυνση προκειμένου το μήνυμα να σταλεί σε όλους τους κόμβους του δικτύου και ο υπολογιστής να ανακαλύψει τους DHCP Servers.

13. Η διεύθυνση IP που εκχωρείται τελικά στον υπολογιστή είναι η 192.168.1.165

```

Dynamic Host Configuration Protocol (ACK)
  Message type: Boot Reply (2)
  Hardware type: Ethernet (0x01)
  Hardware address length: 6
  Hops: 0
  Transaction ID: 0x890013e3
  Seconds elapsed: 0
  > Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
  Client IP address: 0.0.0.0
  Your (client) IP address: 192.168.1.165
  Next server IP address: 192.168.1.1
  Relay agent IP address: 0.0.0.0
  Client MAC address: 34:e1:2d:51:6a:80
  Client hardware address padding: 00000000000000000000
  Server host name not given
  Boot file name not given
  Magic cookie: DHCP
  > Option: (53) DHCP Message Type (ACK)
    Length: 1
    DHCP: ACK (5)

```

14. Η εκχώρηση της IP διαρκεί για 1 ημέρα, όπως φαίνεται παρακάτω.

```

Option: (51) IP Address Lease Time
  Length: 4
  IP Address Lease Time: (86400s) 1 day

```

15. Η διεύθυνση συμπίπτει με τη διεύθυνση του πρώτου ερωτήματος καθώς ο DHCP Server έχει συσχετίσει τη MAC διεύθυνση του υπολογιστή με τη συγκεκριμένη IP, μέσω του DHCP Reservation.

16. Τρεις από τις παραμέτρους που ζητάει ο υπολογιστής είναι οι εξής:

Κωδικός	Όνομα	Περιγραφή
1	Subnet Mask	Η μάσκα υποδικτύου που θα εφαρμοστεί στη διεύθυνση που ζητείται
3	Router	Ο πελάτης ζητάει τις διευθύνσεις των router στο δίκτυό του ή της προεπιλεγμένης πύλης
6	Domain Name Server	Ο πελάτης ζητάει μια λίστα των διαθέσιμων DNS Servers

```

Option: (55) Parameter Request List
  Length: 14
  Parameter Request List Item: (1) Subnet Mask
  Parameter Request List Item: (3) Router
  Parameter Request List Item: (6) Domain Name Server
  Parameter Request List Item: (15) Domain Name
  Parameter Request List Item: (31) Perform Router Discover
  Parameter Request List Item: (33) Static Route
  Parameter Request List Item: (43) Vendor-Specific Information
  Parameter Request List Item: (44) NetBIOS over TCP/IP Name Server
  Parameter Request List Item: (46) NetBIOS over TCP/IP Node Type
  Parameter Request List Item: (47) NetBIOS over TCP/IP Scope
  Parameter Request List Item: (119) Domain Search
  Parameter Request List Item: (121) Classless Static Route
  Parameter Request List Item: (249) Private/Classless Static Route (Microsoft)
  Parameter Request List Item: (252) Private/Proxy autodiscovery

```

17. Ο DHCP Server προσδιόρισε τελικά τις 4 από τις 14 παραμέτρους

```
> Option: (53) DHCP Message Type (Offer)
> Option: (54) DHCP Server Identifier (192.168.1.1)
> Option: (51) IP Address Lease Time
> Option: (58) Renewal Time Value
> Option: (59) Rebinding Time Value
> Option: (1) Subnet Mask (255.255.255.0)
> Option: (28) Broadcast Address (192.168.1.255)
> Option: (3) Router
> Option: (6) Domain Name Server
> Option: (15) Domain Name
> Option: (255) End
Padding: 000000
```

18. Το νέο φίλτρο θα είναι το “bootp or arp” (ή αντίστοιχα “dhcp or arp”).

19. Ναι, παρατηρούνται πλαίσια ARP αμέσως μετά τη λήψη του μηνύματος DHCP ACK.

591	15.583583	192.168.1.1	192.168.1.165	DHCP	342 DHCP Offer	- Transaction ID 0x890013e3
592	15.584092	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	364 DHCP Request	- Transaction ID 0x890013e3
593	15.602377	192.168.1.1	192.168.1.165	DHCP	360 DHCP ACK	- Transaction ID 0x890013e3
597	15.621356	34:e1:2d:51:6a:80	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	42 Who has 192.168.1.165? (ARP Probe)	
600	15.622220	34:e1:2d:51:6a:80	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	42 Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.165	
601	15.628410	a4:91:b1:5a:cc:a0	34:e1:2d:51:6a:80	ARP	42 192.168.1.1 is at a4:91:b1:5a:cc:a0	
609	15.674314	34:e1:2d:51:6a:80	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	42 Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.165	
616	15.686242	a4:91:b1:5a:cc:a0	34:e1:2d:51:6a:80	ARP	42 192.168.1.1 is at a4:91:b1:5a:cc:a0	
807	16.620588	34:e1:2d:51:6a:80	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	42 Who has 192.168.1.165? (ARP Probe)	
863	17.621413	34:e1:2d:51:6a:80	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	42 Who has 192.168.1.165? (ARP Probe)	
919	18.621038	34:e1:2d:51:6a:80	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	42 ARP Announcement for 192.168.1.165	
959	19.358136	a4:91:b1:5a:cc:a0	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	42 Who has 192.168.1.165? Tell 192.168.1.1	
960	19.358145	34:e1:2d:51:6a:80	a4:91:b1:5a:cc:a0	ARP	42 192.168.1.165 is at 34:e1:2d:51:6a:80	

20. Τα πλαίσια έχουν διεύθυνση προέλευσης την διεύθυνση του υπολογιστή που έκανε την αίτηση (δηλαδή του δικού μας υπολογιστή), που είναι η 34:e1:2d:51:6a:80, ενώ η διεύθυνση προορισμού είναι η ff:ff:ff:ff:ff:ff, εφόσον πρόκειται για ένα broadcast πλαίσιο που στέλνεται σε όλους τους υπολογιστές του υποδικτύου.

Στα πλαίσια ARP Probe ο υπολογιστής ζητάει την MAC διεύθυνση του κόμβου που έχει ίδια IP με την δική του αιτούμενη IP.

Πέραν αυτών των πλαισίων, παρατηρούμε επίσης ότι ο υπολογιστής ζητάει την MAC διεύθυνση του κόμβου με IP 192.168.1.1, δηλαδή του DHCP Server, ενώ τέλος Ο DHCP Server ζητάει με τη σειρά του την MAC διεύθυνση του υπολογιστή στον οποίο εκχωρήθηκε η νέα IP.

21. Τα 3 Gratuitous ARP (ARP Probe) [πλαίσια χρησιμοποιούνται προκειμένου ο υπολογιστής που αιτείται την εκχώρηση νέας IP](#) διεύθυνση να ελέγξει ότι δεν υπάρχουν συγκρούσεις, δηλαδή ότι η διεύθυνση που επέλεξε δεν χρησιμοποιείται ήδη από κάποιον άλλο υπολογιστή του υποδικτύου. Η IP διεύθυνση προορισμού του πλαισίου είναι η αιτούμενη IP. Αν κανένας κόμβος δεν έχει την ίδια IP ο αποστολέας δεν θα λάβει απάντηση, που σημαίνει ότι μπορεί να δεσμεύσει την συγκεκριμένη IP στέλνοντας ένα ARP Announcement. Το ARP Announcement πλαίσιο χρησιμοποιείται ώστε να ενημερωθεί η ARP μνήμη των μηχανημάτων του υποδικτύου που θα το λάβουν με τη νέα διεύθυνση του υπολογιστή μας.

22. Κατά την εκτέλεση της δεύτερης εντολής `ipconfig /renew` παράγονται μόνο μηνύματα DHCP Request και ACK καθώς πλέον δεν χρειάζεται να ζητήσει εκ νέου μια καινούργια IP.

1555	27.349041	192.168.1.165	192.168.1.1	DHCP	352 DHCP Request	- Transaction ID 0xd150e5d7
1556	27.357769	192.168.1.1	192.168.1.165	DHCP	360 DHCP ACK	- Transaction ID 0xd150e5d7

23. Στο πρώτο DHCP Request πακέτο παρατηρούμε ότι ο υπολογιστής προσδιορίζει επιπλέον τις επιλογές 50, 54 για την IP που επιθυμεί να δεσμεύσει και το αναγνωριστικό (IP) του DHCP Server.

```
Dynamic Host Configuration Protocol (Request)
  Message type: Boot Request (1)
  Hardware type: Ethernet (0x01)
  Hardware address length: 6
  Hops: 0
  Transaction ID: 0x890013e3
  Seconds elapsed: 0
  > Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
  Client IP address: 0.0.0.0
  Your (client) IP address: 0.0.0.0
  Next server IP address: 0.0.0.0
  Relay agent IP address: 0.0.0.0
  Client MAC address: 34:e1:2d:51:6a:80
  Client hardware address padding: 00000000000000000000
  Server host name not given
  Boot file name not given
  Magic cookie: DHCP
  > Option: (53) DHCP Message Type (Request)
  > Option: (61) Client identifier
  > Option: (50) Requested IP Address (192.168.1.165)
  > Option: (54) DHCP Server Identifier (192.168.1.1)
  > Option: (12) Host Name
  > Option: (81) Client Fully Qualified Domain Name
  > Option: (60) Vendor class identifier
  > Option: (55) Parameter Request List
  > Option: (255) End
[Community ID: 1:t901j0qj7104wJM7gnaHtgmf8=]
```

```

Dynamic Host Configuration Protocol (Request)
  Message type: Boot Request (1)
  Hardware type: Ethernet (0x01)
  Hardware address length: 6
  Hops: 0
  Transaction ID: 0xd150e5d7
  Seconds elapsed: 0
  > Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
  Client IP address: 192.168.1.165
  Your (client) IP address: 0.0.0.0
  Next server IP address: 0.0.0.0
  Relay agent IP address: 0.0.0.0
  Client MAC address: 34:e1:2d:51:6a:80
  Client hardware address padding: 00000000000000000000
  Server host name not given
  Boot file name not given
  Magic cookie: DHCP
  > Option: (53) DHCP Message Type (Request)
  > Option: (61) Client identifier
  > Option: (12) Host Name
  > Option: (81) Client Fully Qualified Domain Name
  > Option: (60) Vendor class identifier
  > Option: (55) Parameter Request List
  > Option: (255) End
[Community ID: 1:kXuSgWzoYJRLYvJdWg3oUyVi0x0=]

```

Άσκηση 2)

- 2) a) Χρειάστηκαν 6 hops για να μεταβούμε στο www.web.mit.edu.

```

Tracing route to e9566.dsdb.akamaiedge.net [2a02:26f0:c000:188::255e]
over a maximum of 30 hops:
  0  3 ms  3 ms  3 ms  2a02:2149:87c8:bf00::1
  1  *      *      *      Request timed out.
  2  *      *      *      Request timed out.
  3  *      101 ms  *      te0-0-0-6.distr-kin-04.forthnet.gr [2a02:2148:2:5a::22]
  4  *      *      *      Request timed out.
  5  2443 ms  22 ms  69 ms  2a02:2148:9002:8::23
  6  19 ms  20 ms  18 ms  g2a02-26f0-c000-0188-0000-0000-255e.deploy.static.akamaitechnologies.com [2a02:26f0:c000:188::255e]
Trace complete.

```

- b) Χρειάστηκαν 8 hops για να μεταβούμε στην ιστοσελίδα www.ntua.gr

```

Tracing route to www.ntua.gr [2001:648:2000:329::101]
over a maximum of 30 hops:
  0  5 ms  3 ms  4 ms  2a02:2149:87c8:bf00::1
  1  *      *      *      Request timed out.
  2  *      *      *      Request timed out.
  3  *      *      *      Request timed out.
  4  *      *      *      Request timed out.
  5  20 ms  20 ms  19 ms  grnet.gr-ix.gr [2001:7f8:6e::1]
  6  21 ms  19 ms  20 ms  kolettir-eier-AE.backbone.grnet.gr [2001:648:2ff2:101::1]
  7  36 ms  21 ms  21 ms  ntua-zogr-2.kolettir.access-link.grnet.gr [2001:648:2ffd:3323:2::2]
  8  21 ms  21 ms  21 ms  2001:648:2000:329::101
Trace complete.

```

- c) Χρειάστηκαν 7 hops. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες περιπτώσεις σε καμία επανεκτέλεση της εντολής δεν προέκυψαν time outs και οι RTT χρόνοι κάθε πακέτου φαίνεται να παρουσιάζουν μικρές αποκλίσεις από εκτέλεση σε εκτέλεση.

```
Tracing route to dept.aueb.gr [195.251.255.149]
over a maximum of 30 hops:

  1    3 ms    2 ms    2 ms    OpenWrt.lan [192.168.1.1]
  2   22 ms   19 ms   20 ms   bbras-1lu-klm-02L500.forthnet.gr [213.16.246.11]
  3   20 ms   19 ms   18 ms   te0-0-0-8.distr-klm-03.forthnet.gr [194.219.253.149]
  4   20 ms   18 ms   18 ms   be32.core-klm-03.forthnet.gr [62.1.110.154]
  5   33 ms   76 ms   19 ms   grnet-2.gr-ix.gr [176.126.38.31]
  6   26 ms   20 ms   20 ms   aueb-2.kolettir.access-link.grnet.gr [62.217.98.203]
  7   20 ms   20 ms   20 ms   dept.aueb.gr [195.251.255.149]

Trace complete.
```

1. Η IP του υπολογιστή είναι: 192.168.1.165.
Η IP διεύθυνση του διακομιστή είναι: 192.251.248.252

No.	Time	Source	Destination
1	0.000000	192.168.1.165	195.251.248.252

2. Το μήκος της κεφαλίδας είναι 20 bytes
Το μήκος αυτό κωδικοποιείται σε βήματα των 32bits, επομένως η τιμή του πεδίου δείχνει το πλήθος από ομάδες των 32bit, δηλαδή στην περίπτωση μας $0101_2 = 5_{10}$.
Άρα $5 * 32 = 160\text{bits} = 20\text{ bytes}$

```
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.165 (192.168.1.165), Dst: 195.251.248.252 (195.251.248.252)
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
```

3. Το πεδίο Total Length περιλαμβάνει το μήκος της κεφαλίδας και του ωφέλιμου φορτίου μαζί. Επομένως για να βρούμε το μέγεθος του payload αρκεί να αφαιρέσουμε τα bytes της κεφαλίδας από τα byte του total length, δηλαδή

$$Total_Length = Payload + Header \leftrightarrow Payload = Total_Length - Header$$
 Στην περίπτωση του προηγούμενου πακέτου το payload θα είναι $52 - 20 = 32\text{ bytes}$.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.165 (192.168.1.165), Dst: 195.251.248.252 (195.251.248.252)
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 52
    Identification: 0x105d (4189)
```

4. Η αρχική τιμή του πεδίου TTL για τα πακέτα που αποστέλλονται από τον υπολογιστή είναι 64. Τα πακέτα που λαμβάνονται έχουν τιμή TTL 57. Η τιμή αυτή δεν είναι η μέγιστη δυνατή καθώς μειώνεται με κάθε hop από τον διακομιστή μέχρι τον υπολογιστή μας.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.165 (192.168.1.165), Dst: 195.251.248.252 (195.251.248.252)
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 52
    Identification: 0x105d (4189)
  > Flags: 0x40, Don't fragment
    Fragment Offset: 0
    Time to Live: 64
```



```

Internet Protocol Version 4, Src: 195.251.248.252 (195.251.248.252), Dst: 192.168.1.165 (192.168.1.165)
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 1476
    Identification: 0x262d (9773)
  > Flags: 0x40, Don't fragment
    Fragment Offset: 0
    Time to Live: 57

```

5. Σε κάθε πακέτο IP τα bit σημαίας δηλώνουν αν ένα πακέτο μπορεί να κατακερματιστεί (ενεργοποιημένο το bit MF) ή όχι (ενεργοποιημένο το bit DF). Τα κατακερματισμένα πακέτα επιπλέον φέρουν μια τιμή διαφορετική του 0 στο πεδίο Fragment Offset, ώστε να γνωρίζουμε τη σειρά των fragments και το πακέτο να μπορέσει να ανασυγκροτηθεί όταν φτάσει στον προορισμό του. Άρα μπορούμε να καταλάβουμε πότε ένα ληθφέν πακέτο έχει κατακερματιστεί όταν το Fragment Offset είναι διαφορετικό του 0 (και άρα παρατηρήθηκε κάποιο από τα fragments) ή όταν σε ένα απεσταλμένο πακέτο το Fragment Offset είναι 0, αλλά το bit MF είναι ενεργοποιημένο (και άρα το πακέτο θα κατακερματιστεί όταν περάσει από κάποιο δίκτυο με μικρό MTU).
6. Παρατηρούμε ότι όλα τα πακέτα που στάλθηκαν ή που παραλάβαμε δεν έχουν κατακερματιστεί και ότι το bit Don't Fragment είναι ενεργοποιημένο.
7. Παρατηρούμε ότι η τιμή του πεδίου Identification αυξάνεται κατά ένα για κάθε πακέτο που στέλνεται. Το πρώτο πακέτο που στέλνεται από τον server έχει ID = 0, ωστόσο τα πακέτα που στέλνονται στην συνέχεια έχουν id το οποίο αυξάνεται πάλι κατά ένα για κάθε νέο πακέτο. Τα πακέτα είναι διαδοχικά, αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι η τιμή του πεδίου Identification δεν χρειάζεται να αυξάνεται κατά 1 για να ισχύει αυτό (αρκεί αυτή η τιμή να είναι μοναδική για κάθε ξεχωριστό πακέτο, ώστε να είναι δυνατή η ανασυγκρότηση τυχόν fragments)
8. Εκτελούμε την εντολή wget για το site <http://www.nyu.edu>. Η καταγραφή μας δείχνει ότι ανταλλάχθηκαν συνολικά 87 πακέτα από και προς την TCP θύρα 80.

6) Όπως και προηγουμένως παρατηρούμε ότι όλα τα IP πακέτα που στέλνονται και λαμβάνονται έχουν ενεργοποιημένο το DF bit που σημαίνει ότι δεν έχουν κατακερματιστεί (θέτοντας ως φίλτρο προβολής το "ip.flags.df" εμφανίζονται μόνο τα πακέτα που έχουν δηλωθεί ως Don't Fragment, τα οποία σε αυτή τη περίπτωση είναι όλα τα αρχικά πακέτα). Αυτό επιβεβαιώνεται επίσης παρατηρώντας το πεδίο Fragment Offset κάθε πακέτου, όπου αυτό είναι 0.

7) Και σε αυτή την καταγραφή, παρατηρούμε πως τα πακέτα που στέλνονται προς τον server είναι διαδοχικά και ότι το id τους αυξάνεται κατά ένα. Ωστόσο αυτό δεν ισχύει για το identification των πακέτων που λαμβάνουμε ως απάντηση από τον server, το id των οποίων αυξάνεται χωρίς κάποιο σταθερό ρυθμό. Εντούτοις τα πακέτα που λαμβάνονται είναι διαδοχικά.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.165, Dst: 216.165.47.12
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 52
    Identification: 0xd7b5 (55221)
```

Εικόνα 8.1

```
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.165, Dst: 216.165.47.12
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 40
    Identification: 0xd7b6 (55222)
```

Εικόνα 8.2

```
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.165, Dst: 216.165.47.12
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 139
    Identification: 0xd7b7 (55223)
```

Εικόνα 8.3

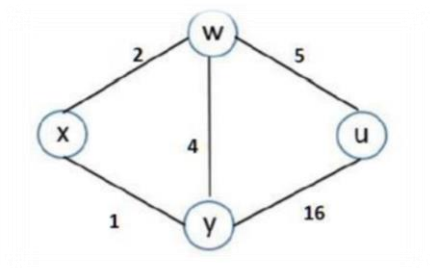
```
Internet Protocol Version 4, Src: 216.165.47.12, Dst: 192.168.1.165
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 40
    Identification: 0x1c63 (7267)
```

Εικόνα 8.4

```
Internet Protocol Version 4, Src: 216.165.47.12, Dst: 192.168.1.165
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 40
    Identification: 0x26bb (9915)
```

Εικόνα 8.5

Άσκηση 3)



1ο βήμα

Κάθε βήμα ενημερώνει στο επόμενο ώστε να βρεθούν οι βέλτιστες διαδρομές.

Κόστη x	x	w	y	u
w	∞	∞	∞	∞
y	∞	∞	∞	∞
x	0	2	1	∞

Κόστη u	x	w	y	u
w	∞	∞	∞	∞
y	∞	∞	∞	∞
u	∞	5	16	0

Κόστη w	x	w	y	u
w	2	0	4	5
y	∞	∞	∞	∞
x	∞	∞	∞	∞
u	∞	∞	∞	∞

Κόστη y	x	w	y	u
w	∞	∞	∞	∞
y	1	4	0	16
x	∞	∞	∞	∞
u	∞	∞	∞	∞

2ο βήμα

Κόστη x	x	w	y	u
w	2	0	4	5
y	1	4	0	16
x	0	2	1	7(w)

Κόστη u	x	w	y	u
w	2	0	4	5
y	1	4	0	16
u	$7(w)$	5	$9(w)$	0

Κόστη w	x	w	y	u
w	2	0	$3(x)$	5
y	1	4	0	16
x	0	2	1	∞
u	∞	5	16	0

Κόστη y	x	w	y	u
w	2	0	4	5
y	1	4	0	$9(w)$
x	0	2	1	∞
u	∞	5	16	0

3ο βήμα

Κόστη x	x	w	y	u
w	2	0	$3(x)$	5
y	1	$3(x)$	0	$9(w)$
x	0	2	1	$7(w)$

Κόστη u	x	w	y	u
w	2	0	$3(x)$	5
y	1	$3(x)$	0	$9(w)$
u	$7(w)$	5	$8(y)$	0

Κόστη w	x	w	y	u
w	2	0	$3(x)$	5
y	1	4	0	$9(w)$
x	0	2	1	$7(w)$
u	$7(w)$	5	$9(w)$	0

Κόστη y	x	w	y	u
w	2	0	$4(x)$	5
y	1	$3(x)$	0	$8(x)$

x	0	2	1	7(w)
u	7(w)	5	9(w)	0

4ο βήμα

Κόστη x	x	w	y	u
w	2	0	4	5
y	1	4	0	16
x	0	2	1	7(w)

Κόστη u	x	w	y	u
w	2	0	4	5
y	1	4	0	16
u	7(w)	5	9(w)	0

Κόστη w	x	w	y	u
w	2	0	3(x)	5
y	1	4	0	16
x	0	2	1	∞
u	∞	5	16	0

Κόστη y	x	w	y	u
w	2	0	4	5
y	1	4	0	9(w)
x	0	2	1	∞
u	∞	5	16	0

5ο βήμα

Κόστη x	x	w	y	u
w	2	0	3(x)	5
y	1	3(x)	0	8(x)
x	0	2	1	7(w)

Κόστη u	x	w	y	u
w	2	0	3(x)	5
y	1	3(x)	0	8(w)
u	7(w)	5	8(y)	0

Κόστη w	x	w	y	u
w	2	0	3(x)	5
y	1	4	0	8(w)
x	0	2	1	7(w)
u	7(w)	5	9(w)	0

Κόστη y	x	w	y	u
w	2	0	3(x)	5
y	1	3(x)	0	8(x)
x	0	2	1	7(w)
u	7(w)	5	8(w)	0

Παρατηρούμε ότι στο βήμα 4-5 τα βέλτιστα μονοπάτια είναι τα ίδια άρα ο αλγόριθμος σταματά.

Έχουμε αύξηση από την $x \rightarrow w$ από 2 \rightarrow 30 . Οι πίνακες του u και του w δεν θα επηρεαστούν από αυτή την αύξηση γιατί όταν χρησιμοποιούν την κατεύθυνση $w \rightarrow x$ το κόστος παραμένει 2.

Οι διαδρομές : $x \rightarrow w = 2$, $x \rightarrow u = 7$, $y \rightarrow w = 3$ είναι πλέον λάθος γιατί χρησιμοποιούν την τιμή $x \rightarrow w = 2$.

Κόστη x	x	w	y	u
w	2	0	3(x)	5
y	1	3(x)	0	8(x)
x	0	4(y)	1	9(y)

Μετά ο x θα πάει να ενημερώσει το y.

Κόστη y	x	w	y	u
w	2	0	3(x)	5
y	1	4(y)	0	9(w)
x	0	4	1	9
u	7(w)	5	8(w)	0

Μετά ο y θα πάει να ενημερώσει το x.

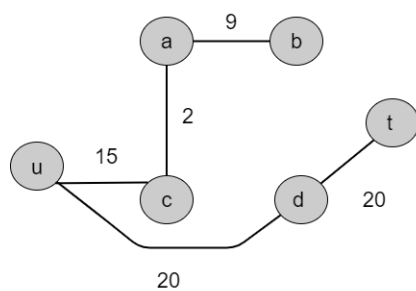
Κόστη x	x	w	y	u
w	2	0	3(x)	5
y	1	4	0	9
x	0	5(y)	1	10(y)

Μετά όποια άλλη ενημέρωση και να γίνει θα είναι τα ίδια αποτελέσματα όποτε ο αλγόριθμος σταματά εδώ.

Άσκηση 4)

Στον πρώτο πίνακα έχουν βρεθεί τα βέλτιστα μονοπάτια από τον κόμβο u προς όλους τους άλλους με τον αλγόριθμο του Dijkstra . Έπειτα έχει κατασκευαστεί ο γράφος και ο πίνακας δρομολόγησης για το u.

Step	N	D(a) , p (a)	D(b) , p (b)	D(c) , p (c)	D(d) , p (d)	D(t) , p (t)
1	u	18 , u	∞	15, u	20 ,u	∞
2	u, c	17 ,c	29,c		20 ,u	∞
3	u, c ,a		26, c		20 ,u	∞
4	u, c ,a ,d		26, c			40, d
5	u, c, a, d, b					40,d
6	u, c, a, d, b , t					



DEST	NEXT	DIST
a	c	17
b	c	26
c	c	15
d	d	20
t	d	40
u	-	0