



## Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

Εργαστηριακή άσκηση 4 (Εισαγωγή στη δρομολόγηση)

Τσάκωνας Παναγιώτης (03119610)

Ομάδα: 2

Ακαδημαϊκό Έτος: 2023-2024

### Άσκηση 1: Διευθύνσεις IP

- 1.1) Η διαφορά της διεύθυνσης IP από τον αριθμό δικτύου είναι ότι η διεύθυνση IP είναι ο συνολικός αριθμός 32 bit που αποδίδεται σε κάθε διεπαφή για την αναπαράστασή του στο δίκτυο ενώ ο αριθμός δικτύου είναι το πρώτο μέρος της IP που χαρακτηρίζει το δίκτυο στο οποίο βρίσκεται η διεπαφή.
- 1.2) 192.220.144.0
- 1.3) Οι διαθέσιμες διευθύνσεις είναι 198.20.0.0 - 198.20.63.255. Κάθε υποδίκτυο για να έχει 100 συσκευές χρειάζεται μάσκα υποδικτύου με 7 bits ελεύθερα. Άρα μας μένουν 3 bits ελεύθερα για το καθορισμό υποδικτύων ( $2^3 = 8$  υποδίκτυα).
- 1.4) Η κλάση C παρέχει 254 διευθύνσεις για συσκευές.
- 1.5) Οι διευθύνσεις b και e είναι ιδιωτικές.
- 1.6) Ο δρομολογητής μπορεί να καταλάβει αν μπορεί να στείλει απευθείας πακέτα σε κάποια συσκευή μέσα από τις διεπαφές του αν η διεύθυνση ανήκει στο τοπικό υποδίκτυο.
- 1.7) Η 10.50.11.255
- 1.8) Η κλάση της διεύθυνσης 208.23.55.11 είναι C.
- 1.9) Οι διευθύνσεις IP του ΕΜΠ είναι κλάσης B, διότι το 1<sup>ο</sup> bit είναι 1, το 2<sup>ο</sup> 0 και όλες οι διευθύνσεις που μου έχουν αποδοθεί τα τελευταία 2 χρόνια είχαν σταθερό πρόθεμα 147.102
- 1.10)  $2^{32-17} - 2 = 32.768 - 2 = 32.766$  διευθύνσεις για συσκευές.
- 1.11) Subnet 1 : 10.11.12.0/25 (10.11.12.0 - 10.11.12.127) → 100 devices  
Subnet 2 : 10.11.12.128/26 (10.11.12.128 - 10.11.12.191) → 60 devices  
Subnet 3 : 10.11.12.192/27 (10.11.12.192 - 10.11.12.223) → 20 devices  
Subnet 4 : 10.11.12.224/28 (10.11.12.224 - 10.11.12.240) → 10 devices
- 1.12) Ναι υπάρχει χώρος για ακόμα ένα υποδίκτυο το οποίο μπορεί να έχει μέχρι 15 υπολογιστές.

1.13) Μπορώ να τις συντημήσω στο 171.12.4.0/22

## Άσκηση 2: Διευθύνσεις IP

2.1) (PC1) ifconfig em0 192.168.1.1/24

(PC2) ifconfig em0 192.168.1.2/28

(PC3) ifconfig em0 192.168.1.18/24

(PC4) ifconfig em0 192.168.1.29/28

2.2) Ναι, χρησιμοποίησα την επιλογή “Generate new MAC addresses for all network adapters” κατά τη δημιουργία των εικονικών μηχανημάτων, ώστε το πρωτόκολλο ARP να λειτουργεί σωστά.

2.3) PC1 → PC2 **OK**, PC1 → PC3 **OK**, PC1 → PC4 **NOT OK**

2.4) PC2 → PC3 **NOT OK** (no route to host), PC2 → PC4 **NOT OK** (no route to host)

2.5) PC3 → PC1 **OK**, PC3 → PC2 **NOT OK**

2.6) PC4 → PC1 **NOT OK** (no route to host), PC4 → PC2 **NOT OK** (no route to host),  
PC4 → PC3 **OK**

2.7) Το μήνυμα “No route to host” στα αποτελέσματα ορισμένων από τα προηγούμενα ping, επειδή η διεύθυνση δεν ανήκει στο υποδίκτυο στο οποίο βρισκόμαστε.

2.8) Σε ορισμένα από τα προηγούμενα ping δεν λαμβάνω κάποια απάντηση, διότι η διεύθυνση παραλήπτη μπορεί να ανήκει στο ίδιο υποδίκτυο, αλλά αν δεν ανήκει αντίστοιχα η διεύθυνση αποστολέα στο υποδίκτυό της, τότε δεν θα μπορούν να σταλούν ICMP replies.

2.9) (PC1) ifconfig em0 192.168.1.1 netmask 255.255.255.240

(PC2) ifconfig em0 192.168.1.2 netmask 255.255.255.240

(PC3) ifconfig em0 192.168.1.18 netmask 255.255.255.240

(PC4) ifconfig em0 192.168.1.29 netmask 255.255.255.240

2.10) Πλέον αποτυγχάνει και το ping από το PC1 προς το PC3 και το αντίστροφο (εκτός από αυτά που αποτύγχαναν και πριν) καθώς αλλάξαμε υποδίκτυα και πλέον δεν βρίσκονται στο ίδιο.

**2.11)** Επιστρέφουν και αυτά no root to host.

### **Άσκηση 3: Ένα απλό δίκτυο με δρομολογητή**

**3.1)** (PC1) ifconfig em0 192.168.1.1/24

(PC2) ifconfig em0 192.168.1.2/28

(PC3) ifconfig em0 192.168.1.18/24

(PC4) ifconfig em0 192.168.1.29/28

(R1) ifconfig em0 192.168.1.14/28 και ifconfig em1 192.168.1.17/28

**3.2)** Από το interface του VirtualBox. (Settings → Network)

**3.3)** Καταγραφή με την εντολή: tcpdump -i em0 και παρατηρούμε ICMP και ARP πακέτα.

**3.4)** Καταγραφή με την εντολή: tcpdump -i em1 και παρατηρούμε κανονικά κίνηση.

**3.5)** Όχι, δεν παράγεται κίνηση ούτε στο LAN1 ούτε και στο LAN2 (no route to host)

**3.6)** Όχι, δεν παράγεται κίνηση ούτε στο LAN1 ούτε και στο LAN2 (no route to host)

**3.7)** Το ping απέτυχε, διότι τα 2 PC δεν ανήκουν στο ίδιο υποδίκτυο και ο Router δεν έχει δημιουργηθεί ώστε να προωθεί τα πακέτα.

**3.8)** Τα περιεχόμενα του πίνακα ARP στο PC1 είναι: R1, PC1

**3.9)** Τα περιεχόμενα του πίνακα ARP στο PC2 είναι: PC2

**3.10)** Τα περιεχόμενα του πίνακα ARP στο R1 είναι: R1, PC1 και PC3

**3.11)** Εκκαθάριση του πίνακα ARP γίνεται με την εντολή: arp -d -a. Παρατηρώ ότι ο δικός του πίνακας δεν αδειάζει.

**3.12)** tcpdump -i em0 arp or icmp

**3.13)** Τα περιεχόμενα του πίνακα ARP στο R1 είναι: R1, PC1 και PC2, αφού κάναμε ping στα PC1, PC2 και έτσι ο R1 πήρε τις αντίστοιχες MAC.

**3.14)** Τα περιεχόμενα του πίνακα ARP στο PC1 είναι: R1, PC1, λόγω του arp request ο PC1 έμαθε την MAC του R1

- 3.15)** `tcpdump -i em0 arp or icmp`. Πλέον στον πίνακα ARP του R1 υπάρχουν όλες οι συσκευές με τις αντίστοιχες IP των διεπαφών τους.
- 3.16)** PC1: 192.168.1.1 → 08:00:27:b9:35:ab  
PC2: 192.168.1.2 → 08:00:27:5b:98:e4  
PC3: 192.168.1.18 → 08:00:27:d1:27:ab  
PC4: 192.168.1.29 → 08:00:27:5e:53:fc  
R1 (LAN1): 192.168.1.14 → 08:00:27:3b:d5:62      (LAN2): 192.168.1.17 → 08:00:27:22:c0:8d
- 3.17)** Παράγονται μόνο ARP requests ώστε να βρεθεί αν υπάρχει κάποια συσκευή με αυτή την IP.
- 3.18)** Ο πίνακας ARP του R1 δεν δείχνει τίποτα, δεν υπάρχει καταχώρηση, αφού δεν υπήρξε και ARP reply.
- 3.19)** Μετά από τις 6 αποτυχημένες προσπάθειες τυπώνεται το 'host is down'.

#### **Άσκηση 4: Προεπιλεγμένος δρομολογητής**

- 4.1)** `sysctl net.inet.ip.forwarding=1`
- 4.2)** Για να παραμείνει και μετά την επανεκκίνηση του μηχανήματος θα πρέπει να προσθέσουμε στο αρχείο `/etc/rc.conf` την γραμμή « `gateway_enable="YES"` ».
- 4.3)** Όχι, και πάλι δεν υπάρχει ανταπόκριση.
- 4.4)** Όχι, δεν υπάρχει διαφορά.
- 4.5)** `route add default 192.168.1.14`
- 4.6)** Προστέθηκε το default gateway στον πίνακα δρομολόγησης του PC1.
- 4.7)** Πάλι δεν υπάρχει ανταπόκριση, αλλά αυτή τη φορά δεν υπάρχει το μήνυμα 'no route to host'.
- 4.8)** Παράγονται ICMP requests, καθώς υπάρχει το route για το PC3 διότι ορίσαμε gateway στο PC1 αλλά δεν ορίσαμε στο PC3 και έτσι δεν υπάρχουν ICMP replies.
- 4.9)** `route add default 192.168.1.17`
- 4.10)** Πλέον υπάρχει επικοινωνία, διότι ορίσαμε gateway για το PC3 και έτσι τα πακέτα μεταξύ των PC1 και PC3 δρομολογούνται σωστά από το R1.

- 4.11) Βλέπω 2 βήματα, υπάρχει στη μέση ο Router 1 ο οποίος μετράει σαν έξτρα βήμα.
- 4.12) `arp -d -a` σε κάθε μηχανήμα.
- 4.13) `tcpdump -i em0 -vvv -e` και `tcpdump -i em1 -vvv -e`
- 4.14) `ping -c 1 192.168.1.18`
- 4.15) Ethernet: 08:00:27:b9:35:ab → 08:00:27:3b:d5:62 (PC1 → R1)  
IP: 192.168.1.1 → 192.168.1.18 (PC1 → PC3)
- 4.16) Ethernet: 08:00:27:22:c0:8d → 08:00:27:d1:27:ab (R1 → PC3)  
IP: 192.168.1.1 → 192.168.1.18 (PC1 → PC3)
- 4.17) Οι διευθύνσεις IP δεν αλλάζουν. Αυτό που αλλάζει είναι οι διευθύνσεις MAC. Αυτό συμβαίνει έτσι ώστε το πακέτο να πηγαίνει πρώτα από τον δρομολογητή R1. Δηλαδή, το payload του Ethernet packet διατηρείται ίδιο καθ' όλη τη διάρκεια της μετάδοσης, και αλλάζει μόνο η επικεφαλίδα Ethernet ανάλογα με το που δρομολογείται το πακέτο σε κάθε κόμβο.
- 4.18) `ssh lab@192.168.1.18`
- 4.19) Χρησιμοποιώντας την εντολή: `netstat -an | grep 192.168.1.18` , βλέπουμε ότι χρησιμοποιείται TCP πρωτόκολλο μεταφοράς, η τοπική θύρα σύνδεσης είναι η θύρα 22 και η απομακρυσμένη είναι η 25487.
- 4.20) Δεν υπάρχει κάποια πληροφορία εκεί επειδή ο δρομολογητής δρα στο στρώμα ζεύξης και όχι μεταφοράς.

## Άσκηση 5: Προθέματα δικτύου και δρομολόγηση

- 5.1) (PC3) `ifconfig em0 192.168.1.18/29` και βάζουμε σε όλα τα PC `route add default 192.168.1.X` , όπου X είναι 14 και 17 για τα LAN1 και 2 αντίστοιχα.
- 5.2) `arp -d -a` σε όλα τα μηχανήματα
- 5.3) `tcpdump -i em0 'arp or icmp'`
- 5.4) `tcpdump -i em0 'arp or icmp'`
- 5.5) Τα πρώτα δύο ping ήταν επιτυχή, αλλά το τελευταίο προς το PC4 όχι.

**5.6)** PC1: 192.168.1.14 at 08:00:27:3b:d5:62

192.168.1.1 at 08:00:27:b9:35:ab

192.168.1.2 at 08:00:27:5b:98:e4

PC2: 192.168.1.1 at 08:00:27:b9:35:ab

192.168.1.2 at 08:00:27:5b:98:e4

PC3:192.168.1.17 at 08:00:27:22:c0:8d

192.168.1.18 at 08:00:27:d1:27:ab

PC4: 192.168.1.17 at 08:00:27:22:c0:8d

192.168.1.29 at 08:00:27:5e:53:fc

R1: 192.168.1.29 at 08:00:27:5e:53:fc

192.168.1.17 at 08:00:27:22:c0:8d

192.168.1.18 at 08:00:27:5e:53:fc

192.168.1.14 at 08:00:27:3b:d5:62

192.168.1.1 at 08:00:27:b9:35:ab

**5.7)** ARP Request (PC1 → R1), ARP Reply (R1 → PC1), ARP request (R1 → PC4), ARP reply (PC4 → R1), ICMP request (PC1 → R1), ICMP request (R1 → PC4), ICMP reply (PC4 → R1), ICMP reply (R1 → PC1)

**5.8)** tcpdump -e 'arp or icmp' -i em1

**5.9)** Ήταν επιτυχές το ping και έφτασε με ένα μόνο hop.

**5.10)** R1: 192.168.1.29 at 08:00:27:5e:53:fc

192.168.1.17 at 08:00:27:22:c0:8d

192.168.1.18 at 08:00:27:5e:53:fc

192.168.1.14 at 08:00:27:3b:d5:62

PC3:192.168.1.17 at 08:00:27:22:c0:8d

192.168.1.18 at 08:00:27:d1:27:ab

PC4: 192.168.1.17 at 08:00:27:22:c0:8d

192.168.1.29 at 08:00:27:5e:53:fc

192.168.1.18 at 08:00:27:d1:27:ab

**5.11)** ARP request (PC3 → R1),      ARP reply (R1 → PC3),      ICMP request (PC3 → R1),  
ARP request (R1 → PC4),      ARP reply (PC4 → R1),      ICMP request (PC3 → R1),  
ICMP redirect (R1 → PC3),      ICMP request (PC3 → PC4),      ARP Request (PC4 → PC3),  
ARP Reply (PC3 → PC4),      ICMP reply (PC4 → PC3)

**5.12)** Το PC3 αναζητά τη διεύθυνση MAC του R1 καθώς δεν βλέπει του PC4 στο δίκτυο του και το PC4 αναζητά με τη σειρά του του PC3.

**5.13)** Το μήνυμα ICMP request του PC3 αποστέλλεται προς τον R1 και όχι απευθείας προς τον PC4, διότι ανήκουν σε άλλο υποδίκτυο (έχουν άλλο netmask).

**5.14)** Ο R1 επιστρέφει ICMP redirect στο PC3 για να του πει να το στείλει απευθείας στο PC4.

**5.15)** Η απάντηση ICMP reply του PC4 στο PC3 στάλθηκε απευθείας διότι ο PC4 γνωρίζει ότι ο PC3 ανήκει στο υποδίκτυο του.

**5.16)** tcpdump -vnn -e icmp

**5.17)** Βλέπουμε ότι τα ICMP requests περνούν από τον R1, ενώ τα ICMP replies όχι.

**5.18)** Την επαναφέρουμε με την εντολή: ifconfig em0 192.168.1.18/28 και η προκαθορισμένη διαδρομή διαγράφεται.

**5.19)** Έχουμε τους προορισμούς:

192.168.1.18 στο #link1 μέσω lo0

192.168.1.24/29 στο 192.168.1.17 μέσω em0

192.168.1.16/28 στο #link1 μέσω em0

**5.20)** Τώρα φτάνει το πρώτο ICMP request στο R1, αυτό επιστρέφει στο PC3 μέσω ICMP redirect και τώρα το PC3 στέλνει τα ICMP requests απευθείας στο PC4.

**5.21)** Έχει προστεθεί το 192.168.1.29 και καθώς προήλθε από ICMP redirect δεν θα μείνει εκεί για πάντα αλλά έχει χρόνο λήξης.

**5.22)** Όχι καθώς δεν έχει κάποιο default gateway στο πίνακα δρομολόγησης.

**5.23)** Με χρήση της εντολής: `traceroute 192.168.1.29` επιλέγεται η διαδρομή κατευθείαν στο PC4, διότι πλέον με τη καινούργια μάσκα υποδικτύου το PC4 ανήκει στο υποδίκτυο του PC3 και έτσι δεν χρειάζεται ενδιάμεσος δρομολογητή.

## **Άσκηση 6: Router on a stick**

**6.1)** `ifconfig bridge1 create → ifconfig bridge1 addm em0 addm em1 up`

**6.2)** (PC1): `ifconfig em0.5 create up → ifconfig em0.5 192.168.5.1/24 → ifconfig em0.6 create up → ifconfig em0.6 192.168.6.1/24`

**6.3)** (PC2): `ifconfig em0.5 create up → ifconfig em0.5 192.168.5.2/24`

**6.4)** (PC3): `ifconfig em0.6 create up → ifconfig em0.6 192.168.6.18/24`

**6.5)** (PC4): `ifconfig em0.5 create up → ifconfig em0.5 192.168.5.29/24`

**6.6)** (R1): `ifconfig em0.5 create up → ifconfig em0.6 create up → ifconfig em1.5 create up → ifconfig em1.6 create up`

**6.7)** Ναι μπορώ να κάνω ping από το PC3 στις διεπαφές του PC1.

**6.8)** Ναι μπορώ να κάνω ping από το PC4 στις διεπαφές του PC1.

**6.9)** Τα προηγούμενα ping απέτυχαν είτε διότι δεν ανήκουν στο ίδιο VLAN, είτε διότι δεν υπάρχει το default gateway, αναλόγως τη περίπτωση.

**6.10)** Ναι μπορούμε.

**6.11)** Όχι δεν μπορούμε να κάνουμε ping από το PC4 στο PC2, διότι δεν υπάρχει η default gateway.

**6.12)** Όχι δεν μπορούμε να κάνουμε ping από το PC3 στο PC2, διότι δεν υπάρχει η default gateway.

**6.13)** (PC1): `sysctl net.inet.ip.forwarding=1` και (PC2): `route change default 192.168.1.1`

**6.14)** Ναι επιτυγχάνουν.

**6.15)** PC1: 08:00:27:b9:35:ab

PC2: 08:00:27:5b:98:e4

PC3: 08:00:27:d1:27:ab



**6.16)** tcpdump -e

**6.17)** ARP Request (PC3 → Broadcast[PC1]), ARP Reply (PC1 → PC3), ICMP Request (PC3 → PC1), ARP Request (PC1 → Broadcast[PC2]), ARP Reply (PC2 → PC1), ICMP Request (PC1 → PC2), ICMP Reply (PC2 → PC1), ICMP Reply (PC1 → PC3)

**6.18)** Όχι δεν είναι επιτυχές το ping.

**6.19)** Δεν απαντά διότι δεν έχει που να τα στείλει (απουσία default gateway)

**6.20)** Ναι επιτυγχάνει.