

Όνοματεπώνυμο: Μάρκος Δεληγιάννης	Όνομα PC: Lenovo-Laptop
Ομάδα: 1	Ημερομηνία: 21 / 3 / 2023

## Εργαστηριακή Άσκηση 4

### Εισαγωγή στη δρομολόγηση

Απαντήστε στα ερωτήματα στον χώρο που σας δίνεται παρακάτω και στην πίσω σελίδα εάν δεν επαρκεί. Το φυλλάδιο αυτό θα παραδοθεί στον επιβλέποντα.

#### 1

- 1.1 Η διεύθυνση IP προσδιορίζει μία συγκεκριμένη διεπαφή δικτύου, ενώ ο αριθμός δικτύου προσδιορίζει ένα δίκτυο. Επιπλέον, ο αριθμός δικτύου συγκροτεί μαζί με τον αριθμό host τη διεύθυνση IP.
- 1.2 Αριθμός δικτύου =  $192.220.147.2$  &  $255.255.252.0$  = **192.220.144.0/22**
- 1.3 Τα υποδίκτυα πάντα έχουν χωρητικότητα ίση με δύναμη του 2 μείον 2 (αφαιρώντας τις διευθύνσεις “this host” και broadcast), οπότε εν προκειμένω χρειαζόμαστε χωρητικότητα  $126 = 2^7 - 2$  συσκευών. Το μπλοκ που έχουμε έχει  $2^{(32-22)} = 2^{10}$  διευθύνσεις IP, οπότε τα δίκτυα που μπορούμε να δημιουργήσουμε είναι  $2^{10}/2^7 = 8$ .
- 1.4 Η κλάση C, η οποία έχει 8 bits διαθέσιμα για τον αριθμό host.
- 1.5 Οι b και e.
- 1.6 Ο υπολογιστής ελέγχει αν η IP προορισμού ανήκει στο ίδιο τοπικό δίκτυο με κάποια από τις διεπαφές του. Αν αυτό ισχύει τότε τα πακέτα προωθούνται απευθείας, αλλιώς μέσω ενός gateway ο οποίος θα βρεθεί από το routing table.
- 1.7 Είναι η **10.50.11.255** (τελευταία 9 bits ίσα με 1).
- 1.8  $208 = 0b1101\ 0000$ . Έχουμε 2 bits 1 στην αρχή που ακολουθούνται από 0, οπότε είναι **Class C**.
- 1.9 Παράδειγμα IP: **147.102.224.101**. Είναι  $147 = 0b1001\ 0011$ . 1 bit 1 ακολουθούμενο από 0, άρα **Class B**.
- 1.10 Έχουμε  $2^{(32-17)} = 2^{15}$  διαφορετικές IP διευθύνσεις εντός του δικτύου. Αφαιρούμε 2 (this host και broadcast) και μένουν  $2^{15} - 2 = 32766$  διευθύνσεις διαθέσιμες για συσκευές.
- 1.11 Έχουμε τα ακόλουθα μπλοκ: **10.11.12.0/25** (χωρ. 126), **10.11.12.128/26** (χωρ. 62),  
**10.11.12.192/27** (χωρ. 30), **10.11.12.224/28** (χωρ. 14)
- 1.12 Έχουμε ελεύθερες διευθύνσεις **10.11.12.240 – 10.11.12.255** ( $240 = 224 + 16$ ). Αυτές είναι 16, άρα υπάρχει χώρος για άλλο ένα υποδίκτυο, το **10.11.12.240/28**, με  $16 - 2 = 14$  υπολογιστές.
- 1.13 Θα γίνουν: **171.12.4.0/22** και **171.12.8.0/24**.

#### 2

- 2.1 Ναι, διότι τα 4 μηχανήματα είναι στο ίδιο Internal Network και άρα πρέπει να έχουν διαφορετικές MAC, ώστε να μπορούν να επικοινωνούν σωστά.
- 2.2 Τα ping στα PC2 και PC3 **επιτυγχάνουν**. Αντίθετα, το ping στο PC4 **αποτυγχάνει** (κανένα μήνυμα στο terminal). Εντολές: **ping 192.168.1.2**, **ping 192.168.1.18** και **ping 192.168.1.29**.
- 2.3 Τα ping στα PC3 και PC4 **αποτυγχάνουν** (μήνυμα “no route to host”). Εντολές: **ping 192.168.1.18** και **ping 192.168.1.29**.
- 2.4 Τα ping στα PC1 και PC2 **αποτυγχάνουν** (μήνυμα “no route to host”). Αντίθετα, το ping στο PC3 **επιτυγχάνει**. Εντολές: **ping 192.168.1.1**, **ping 192.168.1.2** και **ping 192.168.1.18**.

- 2.5 Το ping στο PC1 **επιτυγχάνει**. Αντίθετα, το ping στο PC2 **αποτυγχάνει** (κανένα μήνυμα στο terminal)  
Εντολές: **ping 192.168.1.11**, **ping 192.168.1.18**.
- 2.6 Με επισκόπηση των προηγούμενων ερωτημάτων παρατηρούμε ότι σε όλες τις περιπτώσεις που εμφανίζεται αυτό το μήνυμα έχουμε ping από ένα μηχάνημα σε μία IP διεύθυνση εκτός του τοπικού δικτύου στο οποίο αυτό θεωρεί ότι βρίσκεται. Έτσι, όταν το μηχάνημα που κάνει ping ψάχνει την IP διεύθυνση προορισμού στο routing table δεν υπάρχει ταίριασμα.
- 2.7 Σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει το αντίθετο πρόβλημα με το 2.6. Το μηχάνημα στο οποίο γίνεται ping δεν θεωρεί ότι η IP διεύθυνση του μηχανήματος που εκτελεί το ping είναι στο ίδιο τοπικό δίκτυο, οπότε δεν υπάρχει ταίριασμα στο routing table. Έτσι, το πακέτο ICMP echo reply δεν αποστέλλεται ποτέ. Εντούτοις, ο host που εκτελεί το ping θεωρεί ότι η διεύθυνση στην οποία γίνεται ping ανήκει στο ίδιο τοπικό δίκτυο, με αποτέλεσμα να μην βλέπουμε “no route to host”.
- 2.8 Εντολή: **ifconfig em0 inet [IPv4 address] netmask 255.255.255.240** από τα 4 μηχανήματα
- 2.9 Τα ping από το PC1 στο PC3 και από το PC3 στο PC1.
- 2.10 Σε αυτά τα ping τώρα λαμβάνουμε μηνύματα “no route to host”.

### 3

- 3.1 Ρυθμίσεις VM → Network → Adapter 1 → Attached to: Internal Network και **Name: LAN2**.
- 3.2 **Ναι**, παρατηρούμε πακέτα ARP request/reply και ICMP echo request και reply.  
Εντολές: **tcpdump -i em0** και **ping 192.168.1.14**
- 3.3 **Ναι**, παρατηρούμε πακέτα ARP request/reply και ICMP echo request και reply.  
Εντολές: **tcpdump -i em1** και **ping 192.168.1.17**
- 3.4 **Όχι**, δεν παρατηρούμε πακέτα ARP ούτε ICMP, σε κανένα LAN. Στο terminal παίρνουμε μήνυμα “no route to host”. Εντολή: **ping 192.168.1.18**
- 3.5 **Όχι**, δεν παρατηρούμε πακέτα ARP ούτε ICMP, όπως πριν. Στο terminal παίρνουμε μήνυμα “no route to host”. Εντολή: **ping 192.168.1.1**
- 3.6 Πρώτον, το PC1 προσπαθεί να κάνει ping σε IP εκτός του υποδικτύου του, χωρίς να έχει κατάλληλη εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης για αυτό το δίκτυο ή για προεπιλεγμένο δρομολογητή. Για αυτόν τον λόγο λαμβάνουμε το μήνυμα “no route to host”. Δεύτερον, το R1 δεν έχει διαμορφωθεί ως router, οπότε ακόμα και αν τα πακέτα προωθούνταν σε αυτόν, θα απορρίπτονταν. Τρίτον, ο PC3 επίσης δεν έχει κατάλληλη εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης για τον PC1, οπότε ακόμα και αν τα πακέτα ICMP echo request έφταναν σε αυτόν, εκείνος δεν θα γνώριζε πού να προωθήσει τα πακέτα ICMP echo reply.
- 3.7 Υπάρχουν δύο εγγραφές: Μία για τον **ίδιον τον PC1**, η οποία είναι μόνιμη, και μία για την **192.168.1.14** (διεπαφή του R1 στο LAN1), η οποία έχει πεπερασμένη διάρκεια εγκυρότητας.  
Εντολή: **arp -a**
- 3.8 Υπάρχει μόνο μία εγγραφή, για τον **ίδιον τον PC2**, η οποία είναι μόνιμη.  
Εντολή: **arp -a**
- 3.9 Υπάρχουν τέσσερις εγγραφές: Δύο για τις διεπαφές του **R1 στα LAN1 και LAN2**, οι οποίες είναι μόνιμες, μία για την **192.168.1.1** (PC1), και μία για την **192.168.1.18** (PC3), με πεπερασμένη διάρκεια εγκυρότητας.  
Εντολή: **arp -a**
- 3.10 Εκτελούμε την εντολή **arp -da** για την εκκαθάριση του πίνακα ARP. Παρατηρούμε ότι οι δύο εγγραφές για τις διεπαφές του R1 στα LAN1 και LAN2 **παραμένουν**.
- 3.11 Εντολή: **tcpdump -i em0 “arp or icmp”**

- 3.12 Ο πίνακας ARP του R1 περιέχει τις δύο μόνιμες εγγραφές για τις διεπαφές του, και δύο ακόμα εγγραφές, μία για τη **MAC του PC1 (192.168.1.1)** και μία για τη **MAC του PC2 (192.168.1.2)**. Αυτό είναι αναμενόμενο, δεδομένου ότι μόλις κάναμε ping σε αυτές τις δύο διευθύνσεις.
- 3.13 Ο πίνακας ARP του PC1 περιέχει τη μόνιμη εγγραφή για τη διεπαφή του και ακόμα μία εγγραφή για τη **MAC της διεπαφής του R1 στο LAN1 (192.168.1.14)**, με ανανεωμένη χρονική διάρκεια ζωής. Αυτό είναι αναμενόμενο, λόγω του ping που εκτελέσαμε προηγουμένως.
- 3.14 Στον πίνακα ARP του R1 προστέθηκαν δύο ακόμα εγγραφές, μία για τη **MAC του PC3 (192.168.1.18)** και μία για τη **MAC του PC4 (192.168.1.29)**. Αυτό είναι αναμενόμενο, δεδομένου ότι μόλις κάναμε ping σε αυτές τις δύο διευθύνσεις.
- 3.15 PC1: **192.168.1.1 – 08:00:27:ec:73:82**                      PC2: **192.168.1.2 – 08:00:27:ad:5d:60**  
PC3: **192.168.1.18 – 08:00:27:23:2f:4f**                      PC4: **192.168.1.29 – 08:00:27:cb:2e:62**  
R1(em0 – LAN1): **192.168.1.14 – 08:00:27:0f:49:d3**  
R1(em1 – LAN2): **192.168.1.17 – 08:00:27:2f:30:28**
- 3.16 Παράγονται μόνο **3 πακέτα ARP request** για το ανύπαρκτο σύστημα. Φυσικά δεν λαμβάνονται ARP reply και άρα ούτε πακέτα ICMP. Εντολή: **tcpdump -i em0**
- 3.17 Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εντολής ping ο πίνακας ARP του R1 έχει μία επιπλέον εγγραφή για το ανύπαρκτο σύστημα, η οποία **χαρακτηρίζεται expired** και στην θέση της διεύθυνσης MAC έχει **“(incomplete)”**.
- 3.18 Παρατηρούμε ότι για πλήθος δοκιμών (-c) από 3 μέχρι 5 **δεν λαμβάνουμε απάντηση**, ενώ για 6 δοκιμές στην τελευταία δοκιμή του ping λαμβάνουμε στο terminal μήνυμα **“host is down”**.

#### 4

- 4.1 Εντολή: **sysctl net.inet.ip.forwarding=1**
- 4.2 Προσθέτουμε στο αρχείο /etc/rc.conf τη γραμμή: **gateway\_enable=“YES”**
- 4.3 **Όχι**, δεν υπάρχει διαφορά. Ακόμα λαμβάνουμε μήνυμα **“no route to host”**.  
Εντολή: **ping -c 1 192.168.1.18**
- 4.4 **Όχι**, δεν υπάρχει διαδρομή για το LAN2, μόνο για το localhost, την IPv4 του υπολογιστή, και το LAN1.
- 4.5 Εντολή: **route add default 192.168.1.14**
- 4.6 Προστέθηκε η εγγραφή (**Destination, Gateway, Flags, Netif**) = (**default, 192.168.1.14, UGS, em0**)
- 4.7 Παρατηρούμε ότι τώρα δεν εμφανίζεται **“no route to host”**, αλλά **δεν λαμβάνουμε απάντηση**.
- 4.8 **Ναι**, παράγονται πακέτα ICMP στο LAN1 και LAN2.  
Εντολές: **tcpdump -i em0 icmp** και **tcpdump -i em1 icmp** από τον R1
- 4.9 Εντολή: **route add default 192.168.1.17**
- 4.10 **Τώρα υπάρχει επικοινωνία**, αφού ο PC1 και PC3 πλέον γνωρίζουν πού πρέπει να προωθήσουν τα πακέτα και ο R1 λειτουργεί ως δρομολογητής.
- 4.11 Βλέπουμε 2 βήματα, τη **διεπαφή του R1 στο LAN1 (192.168.1.14)** και τον **PC3 (192.168.1.18)**  
Εντολή: **traceroute 192.168.1.18**
- 4.12 Εντολή: **arp -da** (και στα 3 μηχανήματα)
- 4.13 Εντολές: **tcpdump -vvve -i em0** και **tcpdump -vvve -i em1**

4.14 Εντολή: **ping -c 1 192.168.1.18**

4.15 Ethernet: Πηγή = **08:00:27:ec:73:82** (PC1) Προορισμός = **08:00:27:0f:49:d3** (R1 – em0)  
 IPv4: Πηγή = **192.168.1.1** (PC1) Προορισμός = **192.168.1.18** (PC3)

4.16 Ethernet: Πηγή = **08:00:27:2f:30:28** (R1 – em1) Προορισμός = **08:00:27:23:2f:4f** (PC3)  
 IPv4: Πηγή = **192.168.1.1** (PC1) Προορισμός = **192.168.1.18** (PC3)

4.17 Οι διευθύνσεις πηγής και προορισμού IPv4 **δε μεταβάλλονται από τον δρομολογητή**, όπως είναι λογικό, αφού στο στρώμα δικτύου αυτές δηλώνουν τα ακραία συστήματα (και δεν υπάρχει NAT). Αντίθετα, οι διευθύνσεις Ethernet **μεταβάλλονται από τον δρομολογητή**, καθώς αποσκοπούν στην επικοινωνία εντός κάθε LAN. Έτσι στο LAN1 έχουμε αποστολή πλαισίων Ethernet μεταξύ των PC1 και R1 (διεπαφή em0), ενώ στο LAN2 έχουμε αποστολή πλαισίων Ethernet μεταξύ των R1 (διεπαφή em1) και PC3.

4.18 Εντολή: **ssh lab@192.168.1.18**

4.19 Πρωτόκολλο μεταφοράς = **TCP**, Τοπική θύρα = **23162**, Απομακρυσμένη θύρα = **22**  
 Εντολή: **netstat -an | grep 192.168.1.1**

4.20 Εντολή: **netstat -p tcp**. Παρατηρούμε ότι δεν εμφανίζεται πληροφορία για την παραπάνω σύνδεση. Αυτό είναι λογικό, καθώς η σύνδεση αυτή είναι από άκρο σε άκρο μεταξύ των PC1 και PC3. Συνεπώς δεν αφορά τον R1 και δεν εμφανίζεται με την εκτέλεση της εντολής.

## 5

5.1 Εντολές: **route add default 192.168.1.14** (PC1/2) και **route add default 192.168.1.17** (PC3/4)

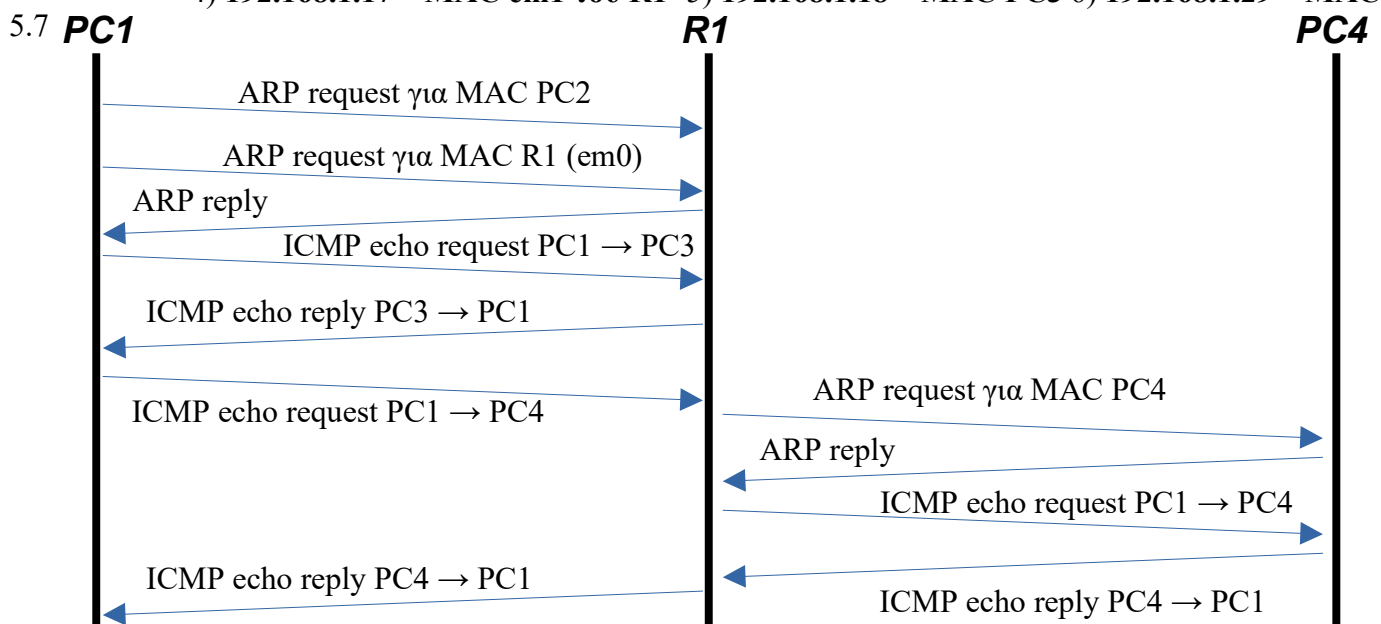
5.2 Εντολή: **arp -da**

5.3 Εντολή: **tcpdump -i em0 “icmp or arp”**

5.4 Εντολή: **tcpdump -i em0 “icmp or arp”**

5.5 **Ναι**, τα ping ήταν **όλα επιτυχή**. Εντολή: **ping -c 1 [IPv4 address]**

5.6 PC1: 1) **192.168.1.14 – MAC em0 του R1** 2) **192.168.1.1 – MAC PC1** 3) **192.168.1.2 – MAC PC2**  
 PC2: 1) **192.168.1.1 – MAC PC1** 2) **192.168.1.2 – MAC PC2**  
 PC3: 1) **192.168.1.17 – MAC em1 του R1** 2) **192.168.1.18 – MAC PC3**  
 PC4: 1) **192.168.1.17 – MAC em1 του R1** 2) **192.168.1.29 – MAC PC4**  
 R1: 1) **192.168.1.14 – MAC em0 του R1** 2) **192.168.1.1 – MAC PC1** 3) **192.168.1.2 – MAC PC2**  
 4) **192.168.1.17 – MAC em1 του R1** 5) **192.168.1.18 – MAC PC3** 6) **192.168.1.29 – MAC PC4**

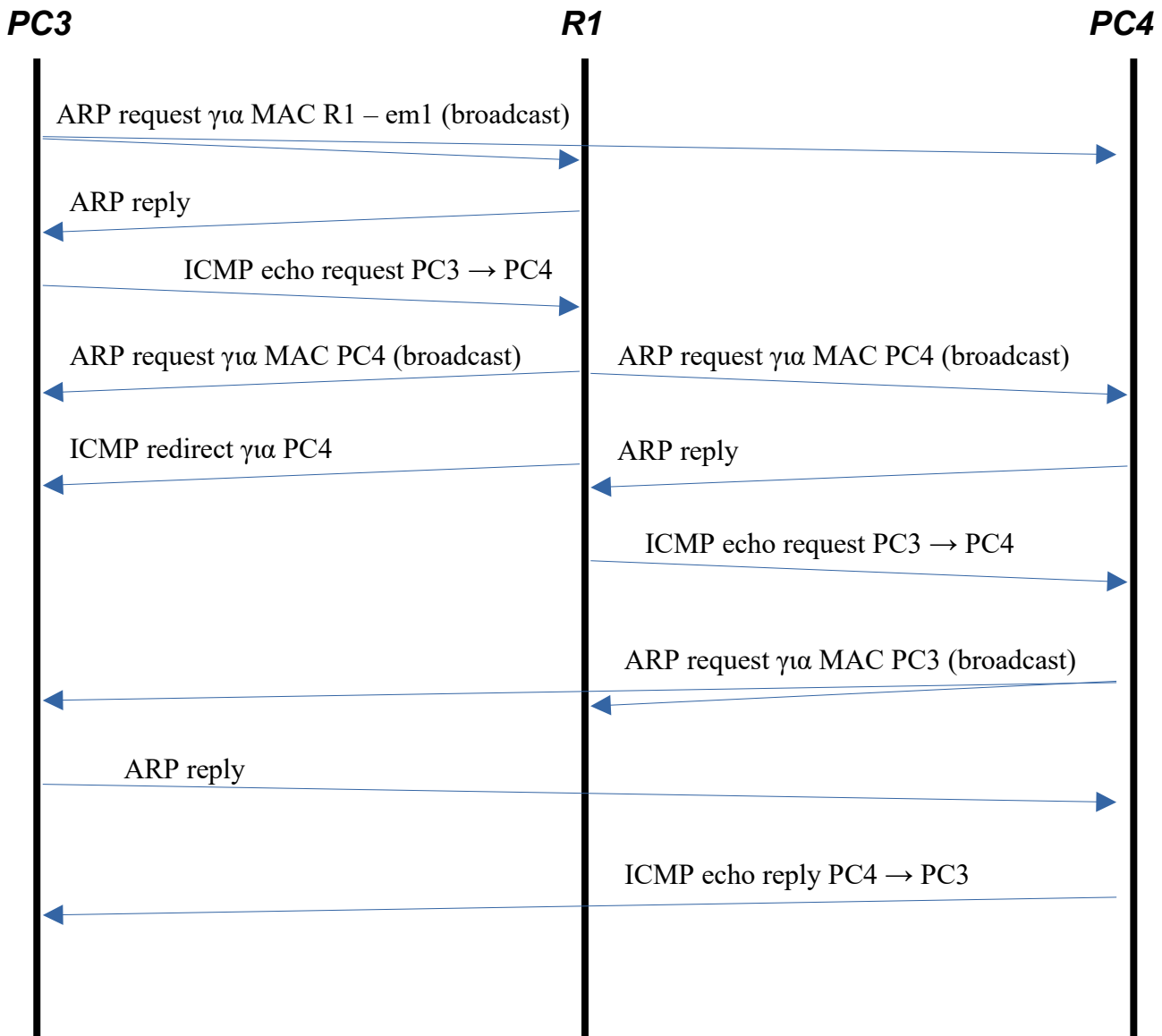


5.8 Εντολές: **tcpdump -e -i em1 ‘arp or icmp’** (R1) και **tcpdump -e -i em0 ‘arp or icmp’** (PC3/4)

5.9 Εντολή: **ping -c 1 192.168.1.29**. Το ping είναι **επιτυχές**. Στην έξοδο παρατηρούμε ότι πριν απαντήσει ο PC4 λάβαμε από τον R1 (192.168.1.17) ένα μήνυμα “Redirect Host (New addr: 192.168.1.29)”

- 5.10 R1: 1) 192.168.1.14 – MAC em0 του R1 2) 192.168.1.17 – MAC em1 του R1  
 3) 192.168.1.18 – MAC PC3 4) 192.168.1.29 – MAC PC4  
 PC3: 1) 192.168.1.17 – MAC em1 του R1 2) 192.168.1.18 – MAC PC3  
 PC4: 1) 192.168.1.17 – MAC em1 του R1 2) 192.168.1.18 – MAC PC3 3) 192.168.1.29 – MAC PC4

5.11



5.12 Το **PC3** αναζητεί τη MAC διεύθυνση του **R1 (em1)**, ενώ το **PC4** τη MAC του **PC3**.

5.13 Στην αρχή της άσκησης αλλάξαμε το πρόθεμα δικτύου της IP του PC3 σε 29. Έτσι, ως προς τον PC3, ο PC4 δεν είναι στο ίδιο τοπικό δίκτυο και άρα το ICMP echo request αποστέλλεται στον default gateway, δηλαδή τον R1.

5.14 Ο R1 παρατηρεί ότι οι διευθύνσεις πηγής και προορισμού είναι στο ίδιο υποδίκτυο (LAN2), οπότε έχει γίνει λάθος προώθηση σε αυτόν. Συνεπώς αποστέλλει ARP request για τη MAC του PC4 και έπειτα πακέτο ICMP redirect στον PC3, ενημερώνοντάς τον για το λάθος του. Έπειτα, αφού λάβει το ARP reply από τον PC4, του προωθεί ο ίδιος το ICMP echo request εκ μέρους του PC3.

5.15 Το PC4 γνωρίζει ότι το PC3 είναι εντός του ίδιου τοπικού δικτύου, οπότε **προωθεί απευθείας τα πακέτα ICMP echo reply σε αυτό** (αφού μάθει τη MAC του με ARP request).

- 5.16 Εντολές: **tcpdump -e -i em1 'icmp'** (R1) και **tcpdump -e -i em0 'icmp'** (PC3/4)
- 5.17 Η κατάσταση που παρατηρήσαμε στην περίπτωση με το 1 ping **επαναλαμβάνεται τώρα σε όλες τις δοκιμές**, δηλαδή το PC3 προωθεί λανθασμένα τα πακέτα ICMP στον R1 και εκείνος απαντά με ICMP redirect. Αυτό σημαίνει ότι το **PC3 δεν διορθώνει το λάθος του**.
- 5.18 Εντολές: **ifconfig em0 192.168.1.18/28** και **netstat -4r** (για έλεγχο του default gateway)  
Παρατηρούμε ότι η εγγραφή για την προεπιλεγμένη διαδρομή **έχει διαγραφεί**.
- 5.19
- | Destination     | Gateway      | Flags | Netif | Expire |
|-----------------|--------------|-------|-------|--------|
| 192.168.1.16/28 | link#1       | U     | em0   |        |
| 192.168.1.18    | link#1       | UHS   | lo0   |        |
| 192.168.1.24/29 | 192.168.1.17 | UGS   | em0   |        |
- Εντολή: **netstat -4r**
- 5.20 Τώρα το πρώτο ping οδηγεί σε μήνυμα ICMP redirect (λογικό, αφού το μέγιστο ταίριασμα για την IP του PC4 δίνει gateway το R1). Εντούτοις, τα υπόλοιπα ping γίνονται κανονικά χωρίς να λάβουμε ICMP redirect, δηλαδή το PC3 “έμαθε” από το πρώτο redirect. Αυτό είναι αναμενόμενο, γιατί τώρα η προτεινόμενη διεύθυνση παράκαμψης αναγνωρίζεται από το PC3 ότι ανήκει στο ίδιο τοπικό δίκτυο, και άρα οδηγεί σε νέα εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης.
- 5.21
- | Destination  | Gateway      | Flags | Netif | Expire |
|--------------|--------------|-------|-------|--------|
| 192.168.1.29 | 192.168.1.29 | UGHD  | em0   |        |
- Η νέα εγγραφή έχει, σε αντίθεση με τις άλλες, **τη σημαία D**, επειδή είναι **δυναμική**.
- 5.22 **Δεν επικοινωνεί (no route to host)**, διότι δεν έχουμε θέσει ξανά τον default gateway.
- 5.23 Εντολή: **route add default 192.168.1.17**. Αν κάνουμε ping στο PC4 από το PC3 θα επιλεγεί η απευθείας διαδρομή, καθώς η δυναμική εγγραφή για το PC4 (με μέγιστο μήκος προθέματος ίσο με 32) βρίσκεται ακόμα στον πίνακα δρομολόγησης του PC3.

## 6

- 6.1 Εντολή: **ifconfig bridge0 create up addm em0 addm em1**
- 6.2 Εντολές: 1) **ifconfig em0.5 create inet 192.168.5.1/24**  
2) **ifconfig em0.6 create inet 192.168.6.1/24**
- 6.3 Εντολή: **ifconfig em0.5 create inet 192.168.5.2/24**
- 6.4 Εντολή: **ifconfig em0.6 create inet 192.168.6.18/24**
- 6.5 Εντολή: **ifconfig em0.5 create inet 192.168.5.29/24**
- 6.6 Εντολές: **ifconfig emX.Y create inet** (με X = {0,1}, Y = {5,6})
- 6.7 Εντολές: **ping 192.168.1.1** και **ping 192.168.5.1** και **ping 192.168.6.1**  
Αποτυγχάνει μόνο η ping στο VLAN5, με μήνυμα “Destination Host Unreachable”.
- 6.8 Εντολές: **ping 192.168.1.1** και **ping 192.168.5.1** και **ping 192.168.6.1**  
Αποτυγχάνει μόνο η ping στο VLAN6, με μήνυμα “Destination Host Unreachable”.
- 6.9 Τα ping που αποτυγχάνουν είναι μεταξύ διεπαφών που ανήκουν σε διαφορετικά VLAN.  
Ο λόγος που αποτυγχάνουν είναι ότι τα ICMP echo request προωθούνται στον default gateway (δεν υπάρχει καλύτερο ταίριασμα), ο οποίος όμως δεν έχει κατάλληλη εγγραφή στο routing table του για την IPv4 προορισμού (ούτε έχει ο ίδιος default gateway), με αποτέλεσμα να απορρίπτει τα πακέτα και να στέλνει ICMP host unreachable στον υπολογιστή που εκτελεί το ping.
- 6.10 **Ναι**, μπορούμε.
- 6.11 **Ναι**, μπορούμε. Εντολές: **ping 192.168.1.2** και **ping 192.168.5.2**

6.12 Εντολές: **ping 192.168.1.2** και **ping 192.168.5.2**

**Όλα τα ping αποτυγχάνουν**, αφού τα πακέτα φτάνουν στον PC1, ο οποίος δεν τα προωθεί.

6.13 Εντολές: 1) **sysctl net.inet.ip.forwarding=1**  
2) **route change default 192.168.1.1**

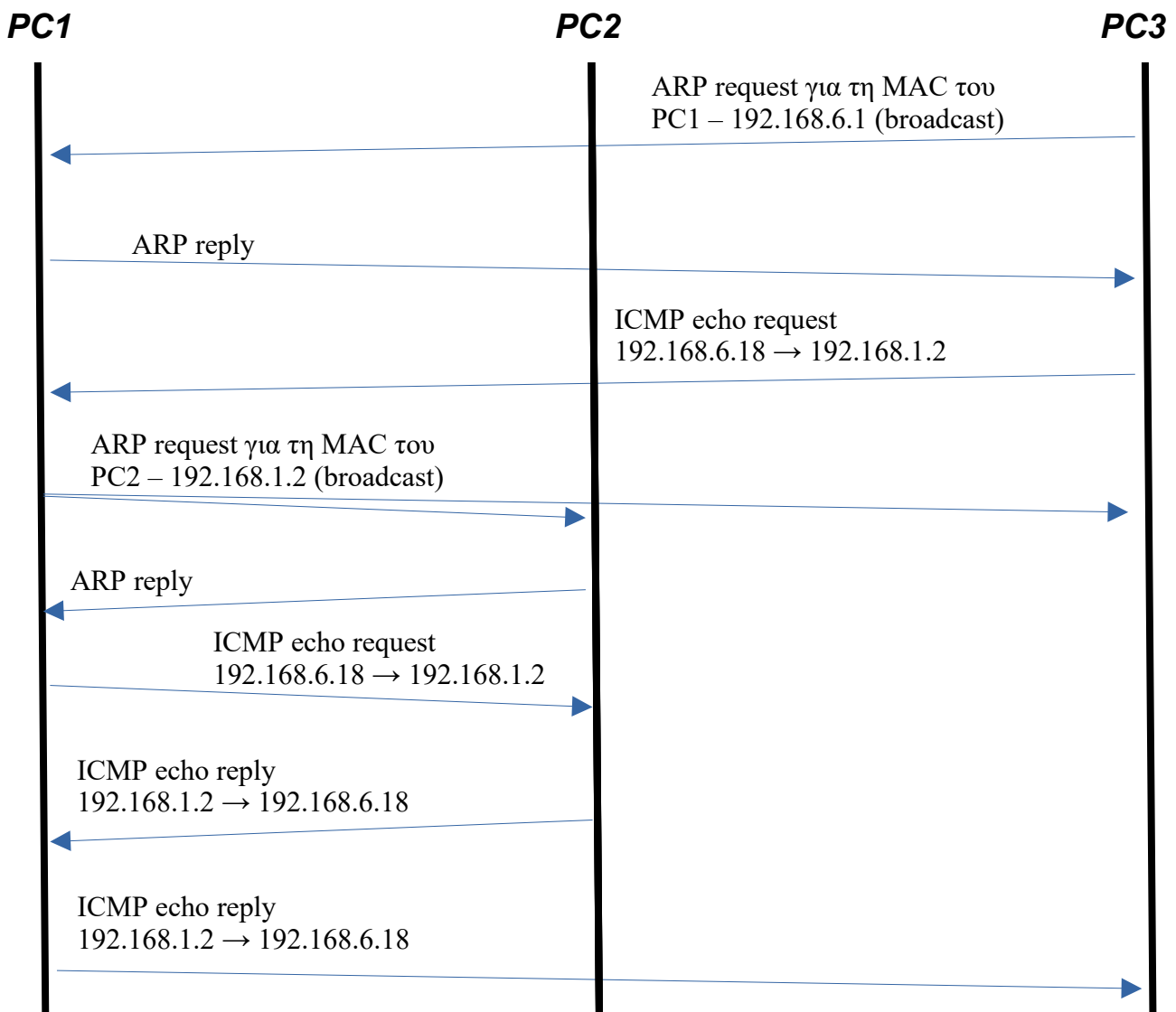
6.14 **Ναι**, επιτυγχάνουν.

6.15 PC1: **08:00:27:ec:73:82** PC2: **08:00:27:ad:5d:60** PC3: **08:00:27:23:2f:4f**

Εντολή για εκκαθάριση πίνακα ARP: **arp -da**

6.16 Εντολή: **tcpdump -e -i em0**

6.17



6.18 **Όχι**, δεν είναι επιτυχές. Εντολή: **ping 192.168.5.29**

6.19 **Ναι**, το PC4 απαντά στα echo request. Ο λόγος που το ping δεν επιτυγχάνει είναι ότι το default gateway του PC4 δεν είναι το PC1, αλλά το R1, το οποίο δεν μπορεί να δρομολογήσει πακέτα με IPv4 διευθύνσεις προορισμού που ανήκουν στο VLAN 5 (δεν υπάρχει record στο routing table). Εντολή: **ping 192.168.5.29**

6.20 **Ναι**, επιτυγχάνει. Εντολή: **route change default 192.168.5.1**