



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

Αναφορά 4ης Εργαστηριακής Άσκησης

Ραπτόπουλος Πέτρος (ει19145)

Άσκηση 1: Γέφυρα - Διασύνδεση δύο LAN

- 1.1) Ποια είναι η διαφορά της διεύθυνσης IP από τον αριθμό δικτύου;
- Η διεύθυνση IP είναι ένας αριθμός 32 bit που αποδίδεται σε κάθε διεπαφή κόμβου ως ταυτότητα στο στρώμα δικτύου. Ο αριθμός δικτύου είναι ένα μέρος της διεύθυνσης IP που προσδιορίζεται μέσω της subnet mask αυτού και υποδεικνύει το υποδίκτυο στο οποίο ανήκει η εν λόγω διεπαφή.
- 1.2) Ποιος είναι ο αριθμός δικτύου της διεύθυνσης 192.220.147.2/22;: $147(\text{dec}) = 10010011(\text{bin})$. Έχουμε 22 bit μάσκα υποδικτύου άρα $192.220.10010000(\text{bin})$. ο δηλαδή $192.220.144.0/22$
- 1.3) Σε έναν οργανισμό έχει αποδοθεί το μπλοκ διευθύνσεων δικτύου 198.20.0.0/22. Πόσα υποδίκτυα χωρητικότητας 100 συσκευών το καθένα μπορούν να δημιουργηθούν;
- Για να μπορέσει ένα υποδίκτυο να αποδώσει (μοναδική) διεύθυνση IP σε 100 συσκευές απαιτείται χρήση 7 bits ($2^7=128$) της διεύθυνσης IP. Απομένουν άλλα $(32-22-7)=3$ bit από το μπλοκ διευθύνσεων που έχει αποδοθεί στον οργανισμό.
- Συνεπώς μπορούν να δημιουργηθούν $2^3=8$ τέτοια υποδίκτυα.
- 1.4) Ποια κλάση διευθύνσεων IP παρέχει 254 διευθύνσεις για συσκευές;
- Στα δίκτυα κλάσης C το μέρος του δικτύου έχει μήκος 3 byte. Συνεπώς παρέχει 254 διευθύνσεις για συσκευές. (253 για την ακρίβεια αν αφαιρέσουμε την διεύθυνση broadcast και την διεύθυνση δικτύου)
- 1.5) Ποιες από τις παρακάτω διευθύνσεις είναι ιδιωτικές;
- a. 15.0.0.1 b. 10.50.10.10 c. 168.192.5.25 d. 172.33.155.20 e. 192.168.56.207
- Οι ιδιωτικές διευθύνσεις είναι οι εξής: $10.0.0.0/8$, $172.16.0.0/12$ και $192.168.0.0/16$ για δίκτυα πελατών (οικιακά, επαγγελματικά ή επιχειρήσεων) καθώς και $100.64.0.0/10$ για δίκτυα παρόχων ISP.
- Συνεπώς ιδιωτικές διευθύνσεις είναι τα b, d, e
- 1.6) Πώς μπορεί ο δρομολογητής να καταλάβει αν μπορεί να στείλει απευθείας πακέτα σε κάποια συσκευή μέσα από τις διεπαφές του; Αν ο προσωρισμός του πακέτου είναι στο ίδιο υποδίκτυο με μία από τις διεπαφές του δρομολογητή, τότε το πακέτο μπορεί να σταλεί απευθείας στην συσκευή.
- 1.7) Ποια είναι η διεύθυνση εκπομπής στο δίκτυο 10.50.10.0/23; **10.50.11.255**
- 1.8) Ποια είναι η κλάση της διεύθυνσης 208.23.55.11; **Κλάση C**
- 1.9) Ποιας κλάσης (A, B, C ή D) είναι οι διευθύνσεις IP του ΕΜΠ; **Κλάση B**
- 1.10) Ποιο είναι πλήθος διευθύνσεων που είναι διαθέσιμες για συσκευές στο δίκτυο 147.102.0.0/17; $2^{(32-17)}-2=2^5-2=32766$
- 1.11) Χωρίστε το μπλοκ διευθύνσεων 10.11.12.0/24 με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετήσετε τέσσερα υποδίκτυα με 100, 60, 20 και 10 υπολογιστές το καθένα;
- Υποδίκτυο 1: $10.11.12.0/25$ (7bits, $2^7=128$)
- Υποδίκτυο 2: $10.11.12.128/26$ (6bits, $2^6=64$)
- Υποδίκτυο 3: $10.11.12.192/27$ (5bits, $2^5=32$)
- Υποδίκτυο 4: $10.11.12.224/28$ (4bits, $2^4=16$)
- 1.12) Στην προηγούμενη κατανομή υπάρχει χώρος για ένα ακόμη υποδίκτυο; Εάν ναι, πόσους υπολογιστές μπορεί να έχει; Ναι υπάρχει χώρος για ένα ακόμη υποδίκτυο $10.11.12.240/29$ (3bits, $2^3=8$), άρα 6 υπολογιστές.
- 1.13) Σας έχουν διατεθεί τα παρακάτω μπλοκ διευθύνσεων IPv4 171.12.4.0/24, 171.12.5.0/24, 171.12.6.0/24, 171.12.7.0/24 και 171.12.8.0/24. Πώς μπορείτε να τις συντημήσετε; **171.12.0.0/20**

Άσκηση 2: Ένα απλό δίκτυο

2.1) Χρησιμοποιήσατε την επιλογή “Generate new MAC addresses for all network adapters” κατά τη δημιουργία των εικονικών μηχανημάτων; Αιτιολογήστε.

Ναι, ώστε για κάθε διεπαφή να έχουμε μοναδική διεύθυνση MAC, ώστε να λειτουργεί το πρωτόκολλο ARP ορθώς καθώς και τα τέσσερα μηχανήματα βρίσκονται στο ίδιο τοπικό δίκτυο και γίνεται η επικοινωνία χωρίς διαμεσολάβηση δρομολογητή.

MAC Address Policy: Generate new MAC addresses for all network adapters

2.2) Κάντε ping από το PC1 στο PC2 και σημειώστε το αποτέλεσμα. Παρομοίως, από το PC1 στο PC3 και από το PC1 στο PC4.

```
root@PC1:~ # ping 192.168.1.2
PING 192.168.1.2 (192.168.1.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.719 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.484 ms
^C
--- 192.168.1.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.484/0.601/0.719/0.118 ms

root@PC1:~ # ping 192.168.1.18
PING 192.168.1.18 (192.168.1.18): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.18: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.834 ms
64 bytes from 192.168.1.18: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.881 ms
^C
--- 192.168.1.18 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.881/1.357/1.834/0.477 ms

root@PC1:~ # ping 192.168.1.29
PING 192.168.1.29 (192.168.1.29): 56 data bytes
```

Ping PC2 from PC1: OK

Ping PC3 from PC1: OK

Ping PC4 from PC1: NOT OK

2.3) Επαναλάβετε από το PC2 προς τα PC3 και PC4.

```
root@PC2:~ # ping 192.168.1.18
PING 192.168.1.18 (192.168.1.18): 56 data bytes
ping: sendto: No route to host
ping: sendto: No route to host
^C
--- 192.168.1.18 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss

root@PC2:~ # ping 192.168.1.29
PING 192.168.1.29 (192.168.1.29): 56 data bytes
ping: sendto: No route to host
ping: sendto: No route to host
^C
--- 192.168.1.29 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss
```

Ping PC3 from PC2: NOT OK

Ping PC4 from PC2: NOT OK

2.4) Στη συνέχεια από το PC4 κάντε ping προς τα PC1, PC2 και PC3.

```
root@PC:~ # ping 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1): 56 data bytes
ping: sendto: No route to host
ping: sendto: No route to host
^C
--- 192.168.1.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss

root@PC:~ # ping 192.168.1.2
PING 192.168.1.2 (192.168.1.2): 56 data bytes
ping: sendto: No route to host
ping: sendto: No route to host
^C
--- 192.168.1.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss

root@PC1:~ # ping 192.168.1.18
PING 192.168.1.18 (192.168.1.18): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.18: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.380 ms
64 bytes from 192.168.1.18: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.722 ms
^C
--- 192.168.1.18 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.722/1.051/1.380/0.329 ms
```

Ping PC1 from PC4: NOT OK

Ping PC2 from PC4: NOT OK

Ping PC3 from PC4: OK

2.5) Επαναλάβετε από το PC3 προς τα PC1 και PC2.

```
root@PC1:~ # ping 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.798 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.481 ms
^C
--- 192.168.1.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stdev = 0.481/0.640/0.798/0.159 ms
```

Ping PC1 from PC3: OK

```
root@PC1:~ # ping 192.168.1.2
PING 192.168.1.2 (192.168.1.2): 56 data bytes
```

Ping PC2 from PC3: NOT OK

2.6) Εξηγήστε για ποιο λόγο εμφανίζεται το μήνυμα “No route to host” στα αποτελέσματα ορισμένων από τα προηγούμενα ping.

Αρχικά, κάθε μηχανήμα έχει ένα πίνακα δρομολόγησης που περιέχει output interface για το localhost αλλά και για τις IPv4 διευθύνσεις που ανήκουν στο ίδιο υποδίκτυο της διεπαφής του εκάστοτε μηχανήματος. Μόλις πρόκειται να σταλεί πακέτο, γίνεται ταίριασμα μεγαλύτερου προθέματος σύμφωνα με τον πίνακα δρομολόγησης και την IPv4 διεύθυνση προορισμού. Κατά αυτόν τον τρόπο αποφασίζεται αν θα γίνει προώθηση του πακέτου στην διεπαφή. Από την άλλη παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει default gateway σε περίπτωση που δεν υπάρξει ταίριασμα προθέματος. Στην περίπτωση αυτή το πακέτο απορρίπτεται. Αυτό συμβαίνει στις περιπτώσεις που βλέπουμε στο αποτέλεσμα ενός ping το μήνυμα “No route to host”.

2.7) Εξηγήστε για ποιο λόγο δεν λαμβάνετε κάποια απάντηση σε ορισμένα από τα προηγούμενα ping.

Σε κάποια ping δεν λαμβάνουμε απάντηση. Αυτό συμβαίνει διότι από την πλευρά του αποστολέα έγινε ταίριασμα προθέματος στον πίνακα προώθησης και το πακέτο εστάλη. Ωστόσο από την πλευρά του παραλήπτη (όταν έπρεπε να στείλε ICMP Echo Reply) δεν υπήρξε ταίριασμα προθέματος και το πακέτο απορρίφηκε.

2.8) Άλλαξτε τη μάσκα υποδικτύου ώστε να είναι 255.255.255.240 σε όλα τα εικονικά μηχανήματα.

ifconfig em0 <IP_address>/28

2.9) Ποια από τα προηγουμένως επιτυχή ping αποτυγχάνουν τώρα;

Τα ping ανάμεσα στα μηχανήματα PC1-PC3. Το subnet mask άλλαξε τους πίνακες προώθησης και τα πακέτα που πριν έβρισκαν ταίριασμα, πλέον απορρίπτονται.

2.10) Τι άλλαξε τώρα στα ping όπου πριν δεν λαμβάνατε απάντηση; Επιστρέφουν “No Route to host”

Άσκηση 3: Ένα απλό δίκτυο με δρομολογητή

3.1) Πώς αλλάξατε το εσωτερικό δίκτυο όπου βρίσκονται τα PC3 και PC4;

Στο παράθυρο του Virtual Box του εκάστοτε εικονικού μηχανήματος πατάμε Machine -> Settings -> Network.

Επιλέγουμε τον "Adapter 1" και αφού έχουμε επιβεβαιώσει ότι στο "Attached to:" έχουμε "Internal Network" γράφουμε στο πεδίο "Name" το "LAN2".

3.2) Στον R1 ξεκινήστε μια καταγραφή στο LAN1. Κάντε ping από το PC1 στη διεπαφή του R1 στο LAN1. Παρατηρείτε πακέτα ARP και/ή ICMP; Ναι παρατηρούμε και πλαίσια ARP και πακέτα ICMP.

```
root@PC1:~ # ping -c 1 192.168.1.14
PING 192.168.1.14 (192.168.1.14): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.14: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.800 ms

--- 192.168.1.14 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.800/1.800/1.800/0.000 ms
root@PC:~ # tcpdump -i em0
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on em0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
12:17:39.554523 ARP, Request who-has 192.168.1.14 tell 192.168.1.1, length 46
12:17:39.554550 ARP, Reply 192.168.1.14 is-at 08:00:27:e9:9f:d5 (oui Unknown), length 28
12:17:39.554964 IP 192.168.1.1 > 192.168.1.14: ICMP echo request, id 58378, seq 0, length 64
12:17:39.554978 IP 192.168.1.14 > 192.168.1.1: ICMP echo reply, id 58378, seq 0, length 64
```

3.3) Στον R1 ξεκινήστε νέα καταγραφή στο LAN2. Κάντε ping από το PC3 στη διεπαφή του R1 στο LAN2. Παρατηρείτε πακέτα ARP και/ή ICMP; Ναι παρατηρούμε και πλαίσια ARP και πακέτα ICMP.

```
root@PC:~ # ping -c 1 192.168.1.17
PING 192.168.1.17 (192.168.1.17): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.17: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.959 ms

--- 192.168.1.17 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.959/1.959/1.959/0.000 ms
root@PC:~ # tcpdump -i em1
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on em1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
12:24:40.581871 ARP, Request who-has 192.168.1.17 tell 192.168.1.18, length 46
12:24:40.581871 ARP, Reply 192.168.1.17 is-at 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown), length 28
12:24:40.582197 IP 192.168.1.18 > 192.168.1.17: ICMP echo request, id 32266, seq 0, length 64
12:24:40.582224 IP 192.168.1.17 > 192.168.1.18: ICMP echo reply, id 32266, seq 0, length 64
```

3.4) Κάντε ping από το PC1 στο PC3. Τι παρατηρείτε; Παράγονται πακέτα ARP και/ή ICMP στο LAN1 ή στο LAN2; Όχι

```
root@PC1:~ # ping -c 1 192.168.1.18
PING 192.168.1.18 (192.168.1.18): 56 data bytes
ping: sendto: No route to host
```

3.5) Κάντε ping από το PC3 στο PC1. Τι παρατηρείτε; Παράγονται πακέτα ARP και/ή ICMP στο LAN1 ή στο LAN2; Όχι

```
root@PC:~ # ping -c 1 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1): 56 data bytes
ping: sendto: No route to host
```

3.6) Για ποιο λόγο νομίζετε ότι απέτυχε το ping προηγουμένως; Όπως είδαμε και στην προηγούμενη άσκηση, κάνουμε ping σε μηχάνημα εκτός τοπικού δικτύου. Στον πίνακα προώθησης του εκάστοτε μηχανήματος υπάρχουν εγγραφές για τον localhost και για IP διευθύνσεις του ίδιου υποδικτύου:

Συνεπώς δεν υπάρχει ταίριασμα για την IP του μηχανήματος που θέλουμε να κάνουμε ping (αφού δεν ανήκει στο ίδιο υποδίκτυο) και έτσι το πακέτο απορρίπτεται.

root@PC1:~ # netstat -r Routing tables					
Internet:					
Destination	Gateway	Flags	Netif	Expires	
localhost	link#2	UH	lo0		
192.168.1.0/28	link#1	U	em0		
192.168.1.1	link#1	UHS	lo0		

Το πρόβλημα εγείρεται διότι δεν υπάρχει default gateway ώστε σε περιπτώσεις μη αντιστοίχισης να γίνεται αποστολή του πακέτου στον δρομολογητή R1. Τότε το ping σε μηχάνημα εξωτερικού υποδικτύου θα ήταν επιτυχές.

3.7) Ποια είναι τα περιεχόμενα του πίνακα ARP στο PC1;

```
root@PC1:~ # arp -a
? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 expires in 1197 seconds [ethernet]
? (192.168.1.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0 permanent [ethernet]
```

3.8) Ποια είναι τα περιεχόμενα του πίνακα ARP στο PC2;

```
root@PC2:~ # arp -a
? (192.168.1.2) at 08:00:27:b6:86:41 on em0 permanent [ethernet]
```

3.9) Ποια είναι τα περιεχόμενα του πίνακα ARP στο R1;

```
root@PC:~ # arp -a
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.1.18) at 08:00:27:d4:97:27 on em1 expires in 109 seconds [ethernet]
? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 permanent [ethernet]
? (192.168.1.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0 expires in 1050 seconds [ethernet]
```

3.10) Καθαρίστε τον πίνακα ARP στον R1 και δείτε τα περιεχόμενα ξανά. Τι παρατηρείτε;

```
root@PC:~ # arp -d
192.168.1.1 (192.168.1.1) deleted
root@PC:~ # arp -a
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 permanent [ethernet]
```

Παραμένουν οι αντιστοιχίες MAC-IP διευθύνσεων των διεπαφών του R1.

3.11) Ξεκινήστε ένα tcpdump σε μια νέα κονσόλα στον R1, καταγράφοντας τα μηνύματα ARP και ICMP στο LAN1. Στην αρχική κονσόλα τρέξτε την εντολή “ping -c 1 192.168.1.1” και μετά “ping -c 1 192.168.1.2”.

R1: tcpdump -i em0 arp or icmp

```
root@PC:~ # ping -c 1 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.920 ms
--- 192.168.1.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.920/0.920/0.920/0.000 ms
root@PC:~ # ping -c 1 192.168.1.2
PING 192.168.1.2 (192.168.1.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.930 ms
--- 192.168.1.2 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.930/0.930/0.930/0.000 ms
```

3.12) Ποια είναι τώρα τα περιεχόμενα του πίνακα ARP στον R1; Τεκμηριώστε την απάντησή σας.

```
root@PC:~ # arp -a
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 permanent [ethernet]
? (192.168.1.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0 expires in 1159 seconds [ethernet]
? (192.168.1.2) at 08:00:27:b6:86:41 on em0 expires in 1168 seconds [ethernet]
```

Τα ping εκτελούνται επιτυχώς. Παρατηρούμε ότι παραμένουν οι εγγραφές των διεπαφών του R1. Προστέθηκαν και οι εγγραφές των PC1, PC2 καθώς κατά την εκτέλεση του ping, εκπέμπονται broadcast ARP Requests για να βρεθούν οι διευθύνσεις MAC τους και λαμβάνονται τα αντίστοιχα ARP Replies.

3.13) Ποια είναι τώρα τα περιεχόμενα του πίνακα ARP στο PC1; Τεκμηριώστε την απάντησή σας.

```
root@PC1:~ # arp -a
? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 expires in 822 seconds [ethernet]
? (192.168.1.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0 permanent [ethernet]
```

Λόγω του ping το PC1 ενημερώνει τον πίνακα ARP του και περιέχεται η εγγραφή για την διεπαφή LAN1 του R1

3.14) Επαναλάβατε την καταγραφή στο LAN2 κάνοντας τώρα “ping -c 1 192.168.1.18” και μετά “ping -c 1 192.168.1.29”.

Τι αλλάζει στον πίνακα ARP του R1; **R1: tcpdump -i em1 arp or icmp**

Περιέχονται πλέον οι αντιστοι-

χίες MAC-IP για τα PC3, PC4

αφού το ping εξέπεμψε ARP

Requests για τα μηχανήματα

αυτά.

```
root@PC:~ # arp -a
? (192.168.1.29) at 08:00:27:d6:52:c1 on em1 expires in 1109 seconds [ethernet]
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.1.18) at 08:00:27:d4:97:27 on em1 expires in 1103 seconds [ethernet]
? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 permanent [ethernet]
? (192.168.1.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0 expires in 463 seconds [ethernet]
? (192.168.1.2) at 08:00:27:b6:86:41 on em0 expires in 472 seconds [ethernet]
```

3.15) Καταγράψτε με τη βοήθεια του πίνακα ARP την αντιστοιχία όλων των διευθύνσεων IP με τις αντίστοιχες MAC. Φαίνεται στην παραπάνω εικόνα.

3.16) Στον R1 ξεκινήστε μια καταγραφή στο LAN1 και από μια άλλη κονσόλα του προσπαθήστε να επικοινωνήσετε με ένα ανύπαρκτο σύστημα στο LAN1, π.χ. “ping -c 3 192.168.1.5”. Παράγονται μηνύματα ICMP και ARP σε αυτή την περίπτωση; Εξηγήστε. Όπως φαίνεται παρακάτω παράγονται ARP Requests στο LAN1 αλλά δεν έχουμε ARP Replies αφού το σύστημα στο οποίο κάνουμε ping είναι ανύπαρκτο. Δεν παράγονται μηνύματα ICMP αφού δεν ανακτείται

η διεύθυνση MAC του εν λόγω μηχανήματος.

```
root@PC:~ # ping -c 3 192.168.1.5
PING 192.168.1.5 (192.168.1.5): 56 data bytes
--- 192.168.1.5 ping statistics ---
3 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss
```

```
root@PC:~ # tcpdump -i em0
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on em0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
13:12:23.278023 ARP, Request who-has 192.168.1.5 tell 192.168.1.14, length 28
13:12:24.279158 ARP, Request who-has 192.168.1.5 tell 192.168.1.14, length 28
13:12:25.291630 ARP, Request who-has 192.168.1.5 tell 192.168.1.14, length 28
```

3.17) Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εντολής ping, τι δείχνει ο πίνακας ARP του R1 για το ανύπαρκτο σύστημα;

Σημειώνεται ότι το ARP Request δεν έλαβε απάντηση από το ανύπαρκτο σύστημα.

```
root@PC:~ # arp -a
? (192.168.1.29) at 08:00:27:d6:52:c1 on em1 expires in 465 seconds [ethernet]
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.1.18) at 08:00:27:d4:97:27 on em1 expires in 459 seconds [ethernet]
? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 permanent [ethernet]
? (192.168.1.5) at (incomplete) on em0 expired [ethernet]
```

3.18) Επαναλάβετε το ping αυξάνοντας σταδιακά το πλήθος δοκιμών από 3 σε 6 έχοντας κάθε φορά διαγράψει προηγουμένως τα περιεχόμενα του πίνακα ARP. Τι παρατηρείτε;

Μετά από 6 αποτυχημένα ARP Requests τυπώνεται στην οθόνη “Host is down”.

```
root@PC:~ # ping -c 6 192.168.1.5
PING 192.168.1.5 (192.168.1.5): 56 data bytes
ping: sendto: Host is down
ping: sendto: Host is down
ping: sendto: Host is down
^C
--- 192.168.1.5 ping statistics ---
3 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss
```

Άσκηση 4: Προεπιλεγμένος δρομολογητής

4.1) Ενεργοποιήστε τη λειτουργία προώθησης πακέτων IPv4 στον R1. **sysctl net.inet.ip.forwarding=1**

4.2) Τι πρέπει να κάνετε ώστε η προηγούμενη ρύθμιση να παραμένει και μετά από επανεκκίνηση του μηχανήματος;
Πρέπει να προσθέσουμε στο αρχείο παραμετροποίησης /etc/rc.conf: **gateway_enable="YES"**

4.3) Δοκιμάστε πάλι την εντολή ping από το PC1 στο PC3. Υπάρχει διαφορά; Όχι

```
root@PC1:~ # ping 192.168.1.18
PING 192.168.1.18 (192.168.1.18): 56 data bytes
ping: sendto: No route to host
ping: sendto: No route to host
^C
--- 192.168.1.18 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss
```

4.4) Με την netstat -rn δείτε τον πίνακα δρομολόγησης για το IPv4 στο PC1. Υπάρχει διαδρομή για το LAN2; Όχι

```
root@PC1:~ # netstat -rn
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway          Flags      Netif Expire
127.0.0.1        link#2          UH        lo0
192.168.1.0/28   link#1          U         em0
192.168.1.1      link#1          UHS       lo0
```

4.5) Στο εικονικό μηχάνημα PC1 ορίστε ως προεπιλεγμένη πύλη τον δρομολογητή R1. **route add default 192.168.1.14**

4.6) Ποια εγγραφή προστέθηκε στον πίνακα δρομολόγησης του PC1;

Destination	Gateway	Flags	Netif	Expire
default	192.168.1.14	UGS	em0	

4.7) Δοκιμάστε πάλι την εντολή ping από το PC1 στο PC3. Τι παρατηρείτε; Το ping δεν είναι επιτυχές. Παρατηρούμε ότι δεν λαμβάνεται απάντηση από το PC3.

4.8) Με tcpdump ελέγξτε εάν παράγονται πακέτα ICMP στο LAN1 και το LAN2. Υπάρχει διαφορά με πριν; Εξηγήστε

```
root@PC:~ # tcpdump -i em0
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on em0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
15:52:57.430253 IP 192.168.1.1 > 192.168.1.18: ICMP echo request, id 268, seq 0, length 64
```

```
root@PC:~ # tcpdump -i em1
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on em1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
15:52:57.430279 IP 192.168.1.1 > 192.168.1.18: ICMP echo request, id 268, seq 0, length 64
```

Παρατηρούμε ότι παράγονται πακέτα ICMP Echo Requests στο LAN1 και το LAN2. Ωστόσο απουσιάζουν τα ICMP Echo Replies. Σε σχέση με πριν παρατηρούμε ότι αφενός τα πακέτα προωθούνται

στον δρομολογητή R1 από το PC1 και αφετέρου η μία διεπαφή του δρομολογητή προωθεί τα πακέτα στην άλλη.

Υποθέτουμε ότι αυτό συμβαίνει διότι δεν έχουμε ορίσει προεπιλεγμένη πύλη στο PC3, και έτσι τα ICMP Replies δεν δρομολογούνται ορθά.

4.9) Στο εικονικό μηχάνημα PC3 ορίστε ως προεπιλεγμένη πύλη τον δρομολογητή R1. **route add default 192.168.1.17**

4.10) Δοκιμάστε πάλι την εντολή ping από το PC1 στο PC3. Υπάρχει τώρα επικοινωνία; Τεκμηριώστε

```
root@PC1:~ # ping -c 1 192.168.1.18
PING 192.168.1.18 (192.168.1.18): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.18: icmp_seq=0 ttl=63 time=0.893 ms
--- 192.168.1.18 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
```

Παρατηρούμε ότι πλέον υπάρχει επικοινωνία καθώς το ping είναι επιτυχές. Αυτό συμβαίνει αφού ορίσαμε προεπιλεγμένη πύλη για το PC3 και τα ICMP Replies προωθούνται πλέον ορθά στον δρομολογητή R1.

4.11) Εκτελέστε την εντολή traceroute από το PC1 στο PC3. Πόσα βήματα βλέπετε;

```
root@PC1:~ # traceroute 192.168.1.18
traceroute to 192.168.1.18 (192.168.1.18), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.14 (192.168.1.14)  0.755 ms  0.831 ms  0.789 ms
 2  192.168.1.18 (192.168.1.18)  1.107 ms  1.283 ms  1.071 ms
```

Βλέπουμε 2 βήματα. Ένα βήμα αποτελεί η διεπαφή του R1 για το LAN1 και ένα βήμα η διεπαφή προορισμός του PC3.

4.12) Καθαρίστε τους πίνακες ARP σε όλα τα εικονικά μηχανήματα (PC1, PC3 και R1). **arp -da**

4.13) Στον δρομολογητή R1 ξεκινήστε δύο καταγραφές, ώστε να συλλάβετε όλα τα πακέτα στο LAN1 και όλα τα πακέτα στο LAN2, φροντίζοντας να εμφανίζονται στην οθόνη όσο το δυνατόν περισσότερες λεπτομέρειες καθώς και οι διευθύνσεις MAC των πλαισίων που τα μεταφέρουν. **tcpdump -i em0 -vvv -e, tcpdump -i em1 -vvv -e**

4.14) Ακολούθως κάντε ping από το PC1 στο PC3 στέλνοντας ένα μόνο πακέτο.

```
root@PC1:~ # ping -c 1 192.168.1.18
PING 192.168.1.18 (192.168.1.18): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.18: icmp_seq=0 ttl=63 time=1.967 ms
--- 192.168.1.18 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.967/1.967/1.967/0.000 ms
```

4.15) Προσδιορίστε τη διεύθυνση πηγής και προορισμού στις επικεφαλίδες Ethernet και IP για τα μηνύματα ICMP Echo Request στο LAN1.

Διεύθυνση πηγής στις επικεφαλίδες Ethernet για ICMP Echo Request στο LAN1: **08:00:27:d1:96:68**

Διεύθυνση προορισμού στις επικεφαλίδες Ethernet για ICMP Echo Request στο LAN1: **08:00:27:e9:9f:d5**

Διεύθυνση πηγής στις επικεφαλίδες IP για ICMP Echo Request στο LAN1: **192.168.1.1**

Διεύθυνση προορισμού στις επικεφαλίδες IP για ICMP Echo Request στο LAN1: **192.168.1.18**

```
root@PC:~ # tcpdump -i em0 -vvv -e
tcpdump: listening on em0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
16:10:22.342667 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown) > Broadcast, ethertype ARP (0x0806), length 60: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Request who-has 192.168.1.14 tell 192.168.1.1, length 46
16:10:22.342697 08:00:27:e9:9f:d5 (oui Unknown) > 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown), ethertype ARP (0x0806), length 42: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Reply 192.168.1.14 is-at 08:00:27:e9:9f:d5 (oui Unknown), length 28
16:10:22.343239 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown) > 08:00:27:e9:9f:d5 (oui Unknown), ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 64, id 11344, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
    192.168.1.1 > 192.168.1.18: ICMP echo request, id 10252, seq 0, length 64
16:10:22.343979 08:00:27:e9:9f:d5 (oui Unknown) > 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown), ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 63, id 36415, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
    192.168.1.18 > 192.168.1.1: ICMP echo reply, id 10252, seq 0, length 64
```

4.16) Προσδιορίστε τη διεύθυνση πηγής και προορισμού στις επικεφαλίδες Ethernet και IP για τα μηνύματα ICMP Echo Request στο LAN2.

Διεύθυνση πηγής στις επικεφαλίδες Ethernet για ICMP Echo Request στο LAN1: **08:00:27:9e:7e:4e**

Διεύθυνση προορισμού στις επικεφαλίδες Ethernet για ICMP Echo Request στο LAN1: **08:00:27:d4:97:27**

Διεύθυνση πηγής στις επικεφαλίδες IP για ICMP Echo Request στο LAN1: **192.168.1.1**

Διεύθυνση προορισμού στις επικεφαλίδες IP για ICMP Echo Request στο LAN1: **192.168.1.18**

```

root@PC:~ # tcpdump -i em1 -vvv -e
tcpdump: listening on em1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
16:10:22.343276 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown) > Broadcast, ethertype ARP (0x0806), length 42: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Request who-has 192.168.1.18 tell 1 192.168.1.17, length 28
16:10:22.343656 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown) > 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown), ethertype ARP (0x0806), length 60: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Reply 192.168.1.18 is-at 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), length 46
16:10:22.343675 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown) > 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 63, id 11344, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
    192.168.1.1 > 192.168.1.18: ICMP echo request, id 10252, seq 0, length 64
16:10:22.343962 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown) > 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown), ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 64, id 36415, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
    192.168.1.18 > 192.168.1.1: ICMP echo reply, id 10252, seq 0, length 64

```

4.17) Συμβουλεύομενοι την αντίστοιχα διευθύνσεων IP και MAC που καταγράφατε προηγουμένως στην ερώτηση 3.15, εξηγήστε πώς αλλάζουν οι διευθύνσεις Ethernet και IP καθώς το πακέτο προωθείται από τον δρομολογητή.

Οι διευθύνσεις IP καθώς το πακέτο προωθείται από τον δρομολογητή δεν αλλάζουν.

Οι διευθύνσεις Ethernet αλλάζουν. Αρχικά έχουμε MAC πηγής την MAC του PC1 που εκπέμπει το ICMP Request. Το PC1 έχοντας συμβουλευθεί τον πίνακα προώθησης, προωθεί το πακέτο στον δρομολογητή R1 βάζοντας σαν MAC προορισμού την MAC της διεπαφής του R1 στο LAN1. Ο R1 συμβουλεύεται το δικό του πίνακα δρομολόγησης και τοποθετεί στην διεύθυνση MAC προορισμού την MAC του PC3. Αντικαθιστά την MAC πηγής με την MAC της διεπαφής του R1 στο LAN2. Ομοίως για το ICMP Echo Reply.

4.18) Από νέα κονσόλα στο PC1 συνδέθείτε με SSH στο PC3. **ssh lab@192.168.1.18**

4.19) Στο PC1 χρησιμοποιήστε την εντολή netstat -an | grep 192.168.1.18

root@PC1:~ # netstat -an grep 192.168.1.18	tcp4 0 0 192.168.1.1.44430 192.168.1.18.22 ESTABLISHED
--	--

Ποιο πρωτόκολλο μεταφοράς χρησιμοποιείται: **tcp**

ποια είναι η τοπική, ποια η απομακρυσμένη θύρα της σύνδεσης αυτής:: **Τοπική θύρα: 44430, Απομακρυσμένη θύρα: 22**

4.20) Στον R1 χρησιμοποιήστε τώρα την εντολή netstat -p ... ώστε να εμφανίσετε πληροφορίες για το πρωτόκολλο της παραπάνω σύνδεσης. Τι παρατηρείτε και γιατί;

Δεν παρατηρούμε να εμφανίζονται πληροφορίες για την παραπάνω σύνδεση. Γνωρίζουμε ότι ο R1 είναι δρομολογητής και έχει πρόσβαση μόνο μέχρι το στρώμα δικτύου του εκάστοτε πακέτου.

Άσκηση 5: Προθέματα δικτύου και δρομολόγηση

5.1) Εάν δεν υπάρχει, ορίστε στα PC ως προεπιλεγμένη πύλη τον δρομολογητή R1.

route add default 192.168.1.17 ή **route add default 192.168.1.14**

5.2.) Καθαρίστε τους πίνακες ARP σε όλα τα μηχανήματα. **arp -da**

5.3.) Ξεκινήστε μια καταγραφή στη διεπαφή του R1 στο LAN1 θέτοντας φίλτρο έτσι ώστε να συλλαμβάνονται μόνο πακέτα ICMP και ARP. **tcpdump -i em0 icmp or arp**

5.4.) Ξεκινήστε μια αντίστοιχη καταγραφή στο PC4 για κίνηση ICMP και ARP στο LAN2. **tcpdump -i em1 icmp or arp**

5.5.) Από το PC1 κάντε ping στα PC2, PC3 και PC4 στέλνοντας 1 ακριβώς πακέτο ICMP request. Ήταν τα ping επιτυχή;

Τα ping ήταν επιτυχή.

root@PC1:~ # ping -c 1 192.168.1.2 PING 192.168.1.2 (192.168.1.2): 56 data bytes 64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.186 ms --- 192.168.1.2 ping statistics --- 1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss round-trip min/avg/max/stddev = 1.186/1.186/1.186/0.000 ms	root@PC1:~ # ping -c 1 192.168.1.18 PING 192.168.1.18 (192.168.1.18): 56 data bytes 64 bytes from 192.168.1.18: icmp_seq=0 ttl=63 time=2.086 ms --- 192.168.1.18 ping statistics --- 1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss round-trip min/avg/max/stddev = 2.086/2.086/2.086/0.000 ms
---	--

root@PC1:~ # ping -c 1 192.168.1.29 PING 192.168.1.29 (192.168.1.29): 56 data bytes 64 bytes from 192.168.1.29: icmp_seq=0 ttl=63 time=1.844 ms --- 192.168.1.29 ping statistics --- 1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss round-trip min/avg/max/stddev = 1.844/1.844/1.844/0.000 ms
--

5.6.) Σταματήστε τις καταγραφές και καταγράψτε το περιεχόμενο των πινάκων ARP σε όλα τα μηχανήματα μετά την ολοκλήρωση των ping. **PC1:**

root@PC1:~ # arp -a ? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 expires in 951 seconds [ethernet] ? (192.168.1.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0 permanent [ethernet] ? (192.168.1.2) at 08:00:27:b6:86:41 on em0 expires in 942 seconds [ethernet]
--

```

PC2: root@PC2:~ # arp -a
? (192.168.1.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0 expires in 894 seconds [ethernet]
? (192.168.1.2) at 08:00:27:b6:86:41 on em0 permanent [ethernet]
PC3: root@PC3:~ # arp -a
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em0 expires in 854 seconds [ethernet]
? (192.168.1.18) at 08:00:27:d4:97:27 on em0 permanent [ethernet]
PC4: root@PC4:~ # arp -a
? (192.168.1.29) at 08:00:27:d6:52:c1 on em0 permanent [ethernet]
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em0 expires in 811 seconds [ethernet]
R1: root@R1:~ # arp -a
? (192.168.1.29) at 08:00:27:d6:52:c1 on em1 expires in 759 seconds [ethernet]
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.1.18) at 08:00:27:d4:97:27 on em1 expires in 752 seconds [ethernet]
? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 permanent [ethernet]
? (192.168.1.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0 expires in 752 seconds [ethernet]

```

5.7) Σχεδιάστε την ανταλλαγή όλων των πακέτων (ICMP και ARP) που παρατηρήσατε μεταξύ των PC1, R1 και PC4 σημειώνοντας το είδος τους (request, reply).

```

root@PC:~ # tcpdump -i em0 icmp or arp
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on em0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
17:46:07.183915 ARP, Request who-has 192.168.1.2 tell 192.168.1.1, length 46
17:46:07.184863 ARP, Reply 192.168.1.2 is-at 08:00:27:b6:86:41 (oui Unknown), length 46
17:46:07.184867 IP 192.168.1.1 > 192.168.1.2: ICMP echo request, id 49164, seq 0, length 64
17:46:07.184867 IP 192.168.1.2 > 192.168.1.1: ICMP echo reply, id 49164, seq 0, length 64
17:46:16.467008 ARP, Request who-has 192.168.1.14 tell 192.168.1.1, length 46
17:46:16.467052 ARP, Reply 192.168.1.14 is-at 08:00:27:e9:9f:d5 (oui Unknown), length 28
17:46:16.467652 IP 192.168.1.1 > 192.168.1.18: ICMP echo request, id 50188, seq 0, length 64
17:46:16.468341 IP 192.168.1.18 > 192.168.1.1: ICMP echo reply, id 50188, seq 0, length 64
17:46:23.452625 IP 192.168.1.1 > 192.168.1.29: ICMP echo request, id 51212, seq 0, length 64
17:46:23.453827 IP 192.168.1.29 > 192.168.1.1: ICMP echo reply, id 51212, seq 0, length 64

```

```

root@PC:~ # tcpdump -i em1 icmp or arp
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on em1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
17:46:16.467676 ARP, Request who-has 192.168.1.18 tell 192.168.1.17, length 28
17:46:16.468033 ARP, Reply 192.168.1.18 is-at 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), length 46
17:46:16.468052 IP 192.168.1.1 > 192.168.1.18: ICMP echo request, id 50188, seq 0, length 64
17:46:16.468325 IP 192.168.1.18 > 192.168.1.1: ICMP echo reply, id 50188, seq 0, length 64
17:46:23.452666 ARP, Request who-has 192.168.1.29 tell 192.168.1.17, length 28
17:46:23.453238 ARP, Reply 192.168.1.29 is-at 08:00:27:d6:52:c1 (oui Unknown), length 46
17:46:23.453258 IP 192.168.1.1 > 192.168.1.29: ICMP echo request, id 51212, seq 0, length 64
17:46:23.453818 IP 192.168.1.29 > 192.168.1.1: ICMP echo reply, id 51212, seq 0, length 64

```

5.8) Αφού καθαρίσετε τους πίνακες ARP σε όλα τα μηχανήματα, ξεκινήστε καταγραφές στα PC3, PC4 και R1 για το LAN2, θέτοντας φίλτρο έτσι ώστε να συλλαμβάνονται μόνο πακέτα ICMP και ARP, φροντίζοντας να εμφανίζονται στην οθόνη και οι διευθύνσεις MAC των πλαισίων που τα μεταφέρουν. **arp -da**, **tcpdump -i em_ icmp or arp -e -vvv**

5.9) Από νέο παράθυρο στο PC3 κάντε ping στο PC4 στέλνοντας 1 ακριβώς πακέτο ICMP request. Ήταν το ping επιτυχές; Τι άλλο παρατηρείτε στην έξοδο της εντολής ping;

```

root@PC:~ # ping -c 1 192.168.1.29
PING 192.168.1.29 (192.168.1.29): 56 data bytes
92 bytes from 192.168.1.17: Redirect Host(New addr: 192.168.1.29)
  Ur HL TOS Len ID Flg off TTL Pro cks Src Dst
  4 5 00 0054 8ee0 0 0000 3f 01 6949 192.168.1.18 192.168.1.29
64 bytes from 192.168.1.29: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.654 ms
--- 192.168.1.29 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.654/1.654/1.654/0.000 ms

```

5.10) Σταματήστε τις καταγραφές και καταγράψτε το περιεχόμενο των πινάκων ARP στα R1, PC3 και PC4 μετά την ολοκλήρωση του ping. **R1:**

```

root@R1:~ # arp -a
? (192.168.1.29) at 08:00:27:d6:52:c1 on em1 expires in 697 seconds [ethernet]
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.1.18) at 08:00:27:d4:97:27 on em1 expires in 697 seconds [ethernet]
? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 permanent [ethernet]

```

PC3: root@PC3:~ # arp -a
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em0 expires in 572 seconds [ethernet]
? (192.168.1.18) at 08:00:27:d4:97:27 on em0 permanent [ethernet]

PC4: root@PC4:~ # arp -a
? (192.168.1.29) at 08:00:27:d6:52:c1 on em0 permanent [ethernet]
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em0 expires in 625 seconds [ethernet]
? (192.168.1.18) at 08:00:27:d4:97:27 on em0 expires in 625 seconds [ethernet]

To ping ήταν επιτυχές. Παρατηρούμε ότι έγινε Redirect. Το πακέτο εστάλη αρχικά στον δρομολογητή R1 και μετά ενημερώθηκε η πηγή ότι μπορεί να στείλε απευθείας το πακέτο στον προορισμό.

5.11) Σχεδιάστε την ανταλλαγή όλων των πακέτων (ICMP και ARP) που παρατηρήσατε2 μεταξύ των PC3, PC4 και R1 σημειώνοντας το είδος τους.

PC3 -> R1 ARP Request

R1 -> PC3 ARP Reply

PC3 -> R1 ICMP Echo Request

R1 -> PC4 ARP Request

R1 -> PC3 ICMP redirect

(PC3 -> PC4 ICMP Echo Request)

PC4 -> R1 ARP Reply

R1 -> PC4 ICMP Echo Request

PC4 -> PC3 ARP Request

PC3 -> PC4 ARP Reply

PC4 -> PC3 ICMP Echo Reply

```

18:44:13.513822 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown) > Broadcast, ethertype ARP (0x0806), length 60: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Request who-has 192.168.1.17 telnet 1 192.168.1.18, length 46
18:44:13.513848 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown) > 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), ethertype ARP (0x0806), length 42: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Reply 192.168.1.17 is-at 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown), length 28
18:44:13.514144 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown) > 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown), ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 64, id 36576, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
192.168.1.18 > 192.168.1.29: ICMP echo request, id 37132, seq 0, length 64
18:44:13.514158 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown) > Broadcast, ethertype ARP (0x0806), length 42: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Request who-has 192.168.1.29 telnet 1 192.168.1.17, length 28
18:44:13.514181 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown) > 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), ethertype IPv4 (0x0800), length 126: (tos 0x0, ttl 64, id 26277, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 112)
192.168.1.17 > 192.168.1.18: ICMP redirect 192.168.1.29 to host 192.168.1.29, length 92
(tos 0x0, ttl 63, id 36576, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
192.168.1.18 > 192.168.1.29: ICMP echo request, id 37132, seq 0, length 64
18:44:13.514429 08:00:27:d6:52:c1 (oui Unknown) > 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown), ethertype ARP (0x0806), length 60: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Reply 192.168.1.29 is-at 08:00:27:d6:52:c1 (oui Unknown), length 46
18:44:13.514437 08:00:27:9e:7e:4e (oui Unknown) > 08:00:27:d6:52:c1 (oui Unknown), ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 63, id 36576, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
192.168.1.18 > 192.168.1.29: ICMP echo request, id 37132, seq 0, length 64
18:44:13.514741 08:00:27:d6:52:c1 (oui Unknown) > Broadcast, ethertype ARP (0x0806), length 60: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Request who-has 192.168.1.18 telnet 1 192.168.1.29, length 46
18:44:13.514903 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown) > 08:00:27:d6:52:c1 (oui Unknown), ethertype ARP (0x0806), length 60: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Reply 192.168.1.18 is-at 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), length 46
18:44:13.515138 08:00:27:d6:52:c1 (oui Unknown) > 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 64, id 3874, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
192.168.1.29 > 192.168.1.18: ICMP echo reply, id 37132, seq 0, length 64

```

5.12) Τη MAC διεύθυνση ποιου μηχανήματος αναζητεί με ARP το PC3 και ποιου το PC4;

To PC3 αναζητεί την MAC διεύθυνση του R1 αφού το PC4 δεν ανήκει στο ίδιο υποδίκτυο.

To PC4 αναζητεί την MAC διεύθυνση του PC3 αφού για το PC3 υπάρχει ταίριασμα στον πίνακα προώθησης.

5.13) Γιατί το μήνυμα ICMP request του PC3 αποστέλλεται προς τον R1 και όχι απευθείας προς τον PC4;

Routing tables					
Internet:	Destination	Gateway	Flags	Netif	Expires
	default	192.168.1.17	UGS	em0	
	localhost	link#2	UH	lo0	
	192.168.1.16/29	link#1	U	em0	
	192.168.1.18	link#1	UHS	lo0	

Σύμφωνα με τον πίνακα δρομολόγησης του PC3 το πακέτο στέλνεται στη προεπιλεγμένη πύλη αφού η IP διεύθυνση του PC4 δεν ταιριάζει με καμιά εγγραφή (δεν ανήκει στο ίδιο υποδίκτυο).
[192.168.1.16/29 -> 192.168.1.00010 000/29
ενώ 192.168.1.29 -> 192.168.1.00011 101]

5.14) Πώς χειρίζεται ο R1 το προηγούμενο ICMP request;

Αφού εκπέμψει ARP Request στο PC4, στέλνει ICMP Redirect στο PC3. Έπειτα προωθεί ICMP Echo Request στο PC4.

5.15) Η απάντηση ICMP reply του PC4 στο PC3 στάλθηκε απευθείας ή μέσω του R1;

Στάλθηκε απευθείας διότι ο PC3 ανήκει στο υποδίκτυο του PC4 όπως αναφέραμε προηγουμένως.

5.16) Επαναλάβετε τις καταγραφές στα PC3, PC4 και R1 για το LAN2 με φίλτρο ώστε να συλλαμβάνονται μόνο πακέτα ICMP και φροντίζοντας να εμφανίζονται στην οθόνη οι MAC των πλαισίων. tcpdump -i em_ -vvv -e icmp

5.17) Από το PC3 κάντε ping στο PC4 και αφήστε το να τρέχει. Περιγράψετε σε συντομία τι συμβαίνει.

Συμβαίνει ότι παρατηρήσαμε παραπάνω. Ο PC3 στέλνει ICMP πακέτα στο PC4 μέσω του R1, ενώ ο PC4 απαντά στο PC3 με ICMP Reply.

5.18) Επαναφέρετε στο PC3 ως μήκος προθέματος δικτύου το /28. Τι συμβαίνει με την προκαθορισμένη διαδρομή; ifconfig em0 192.168.1.18/28, η πληροφορία για τη προκαθορισμένη διαδρομή διαγράφεται.

5.19) Ορίστε διαδρομή προς το δίκτυο 192.168.1.24/29 μέσω του R1 με την εντολή route add 192.168.1.24/29 192.168.1.17.

Καταγράψτε τον πίνακα δρομολόγησης του PC3 για

προορισμούς σε υποδίκτυα του 192.168.0.0/16.

Routing tables					
Internet:	Destination	Gateway	Flags	Netif	Expires
	127.0.0.1	link#2	UH	lo0	
	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	

5.20) Επαναλάβετε τις καταγραφές στα PC3, PC4 και R1 για το LAN2 με φίλτρο ώστε να συλλαμβάνονται μόνο πακέτα ICMP. Τι διαφορετικό θα συμβεί τώρα εάν από το PC3 κάνετε ping στο PC4;

```
root@PC:~ # ping 192.168.1.29
PING 192.168.1.29 (192.168.1.29): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.17: Redirect Host(New addr: 192.168.1.29)
  Ur HL TOS Len ID Flg off TTL Pro cks      Src        Dst
  4 5 00 0054 ae89  0 0000  3f 01 49a0 192.168.1.18  192.168.1.29

64 bytes from 192.168.1.29: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.099 ms
64 bytes from 192.168.1.29: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.798 ms
64 bytes from 192.168.1.29: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.764 ms
^C
--- 192.168.1.29 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.764/0.887/1.099/0.150 ms
```

Μόνο το πρώτο ICMP Echo Request γίνεται Redirect. Τα υπόλοιπα δρομολογούνται κατευθείαν στο PC4.

5.21) Ποια εγγραφή έχει προστεθεί τώρα στον πίνακα δρομολόγησης του PC3; Πού διαφέρει σε σχέση με τις άλλες για υποδίκτυα του 192.168.0.0/16;

```
root@PC:~ # netstat -rn
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway          Flags    Netif   Expire
127.0.0.1        link#2          UH        lo0
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
192.168.1.29     192.168.1.29   UGHD      em0
```

Έχει προστεθεί τώρα η εγγραφή για το PC4.

Σε σχέση με τις άλλες εγγραφές παρατηρούμε ότι στα flags έχει "D", που σημαίνει ότι η διαδρομή αυτή δημιουργήθηκε δυναμικά και όχι manually.

5.22) Επικοινωνεί το PC3 με τα μηχανήματα του LAN1; Γιατί; Όχι, διότι έχουμε αφαιρέσει το default gateway και δεν υπάρχει ταίριασμα του υποδικτύου του LAN1 με τις υπάρχουσες εγγραφές του πίνακα δρομολόγησης.

5.23) Ορίστε ως προεπιλεγμένη πύλη τον δρομολογητή R1. Ποια διαδρομή θα επιλεχθεί τώρα εάν από το PC3 κάνετε ping στο PC4; Γιατί;

Θα ακολουθήσει την διαδρομή κατευθείαν στο PC4, διότι πλέον υπάρχει ταίριασμα για το PC4.

Το πακέτο δρομολογείται στο default gateway σε περίπτωση που δεν βρεθεί ταίριασμα στο πίνακα δρομολόγησης.

```
root@PC:~ # route add default 192.168.1.17
add net default: gateway 192.168.1.29
root@PC:~ # ping 192.168.1.29
PING 192.168.1.29 (192.168.1.29): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.29: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.870 ms
64 bytes from 192.168.1.29: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.708 ms
^C
--- 192.168.1.29 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.708/0.789/0.870/0.081 ms
```

Άσκηση 6: Router on a stick

6.1) Στις ρυθμίσεις των καρτών δικτύου του R1, κάντε κλικ στο Advanced και στο πεδίο Promiscuous mode επιλέξτε το Allow VMs. Στη συνέχεια δημιουργήστε μια ψευδο-συσκευή γέφυρα bridge που να περιλαμβάνει τις διεπαφές του στα LAN1, LAN2 και ενεργοποιήστε την.

```
root@PC:~ # ifconfig bridge0 create
root@PC:~ # ifconfig bridge0 addm em0 addm em1 up
```

6.2) Στο PC1 δημιουργήστε με βάση την em0 νέες διεπαφές στα VLAN5, VLAN6 με IP διεύθυνσεις 192.168.5.1/24 και 192.168.6.1/24, αντίστοιχα.

```
root@PC1:~ # ifconfig em0.5 create
root@PC1:~ # ifconfig em0.5 192.168.5.1/24
root@PC1:~ # ifconfig em0.6 create
root@PC1:~ # ifconfig em0.6 192.168.6.1/24
```

6.3) Στο PC2 δημιουργήστε με βάση την em0 νέα διεπαφή στο VLAN5 με IP διεύθυνση 192.168.5.2/24.

```
root@PC2:~ # ifconfig em0.5 create
root@PC2:~ # ifconfig em0.5 192.168.5.2/24
```

6.4) Στο PC3 δημιουργήστε με βάση την em0 διεπαφή στο VLAN6 με IP διεύθυνση 192.168.6.18/24.

```
root@PC:~ # ifconfig em0.6 create
root@PC:~ # ifconfig em0.6 192.168.6.18/24
```

6.5) Στο PC4 δημιουργήστε με βάση την em0 διεπαφή στο VLAN5 με IP διεύθυνση 192.168.5.29/24.

```
root@PC1:~ # ifconfig em0.5 create
root@PC1:~ # ifconfig em0.5 192.168.5.29/24
```

6.6) Στο R1 με βάση τη διεπαφή του στο LAN1 δημιουργήστε νέες διεπαφές για τα VLAN5, VLAN6. Επαναλάβετε για τη διεπαφή του στο LAN2.

```
root@PC:~ # ifconfig em0.5 create
root@PC:~ # ifconfig em0.6 create
```

```
root@PC:~ # ifconfig em1.5 create
root@PC:~ # ifconfig em1.6 create
```

6.7) Μπορείτε από το PC3 να κάνετε ping σε όλες τις διεπαφές του PC1; Μόνο στην διεπαφή που ανήκει στο VLAN6.

```
root@PC:~ # ping 192.168.5.1
PING 192.168.5.1 (192.168.5.1): 56 data bytes
92 bytes from 192.168.1.17: Destination Host Unreachable
Ur HL TOS Len ID Flg off TTL Pro cks Src Dst
4 5 00 0054 aeaa 0 0000 3f 01 459b 192.168.1.18 192.168.5.1
^C
--- 192.168.5.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss
```

```
root@PC:~ # ping 192.168.6.1
PING 192.168.6.1 (192.168.6.1): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.6.1: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.452 ms
64 bytes from 192.168.6.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.050 ms
^C
--- 192.168.6.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.050/1.251/1.452/0.201 ms
```

6.8) Μπορείτε από το PC4 να κάνετε ping σε όλες τις διεπαφές του PC1; Μόνο στην διεπαφή που ανήκει στο VLAN5.

```
root@PC1:~ # ping 192.168.5.1
PING 192.168.5.1 (192.168.5.1): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.5.1: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.436 ms
64 bytes from 192.168.5.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.751 ms
^C
--- 192.168.5.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.751/1.093/1.436/0.342 ms
```

```
root@PC1:~ # ping 192.168.6.1
PING 192.168.6.1 (192.168.6.1): 56 data bytes
92 bytes from 192.168.1.17: Destination Host Unreachable
Ur HL TOS Len ID Flg off TTL Pro cks Src Dst
4 5 00 0054 2eb6 0 0000 3f 01 c484 192.168.1.29 192.168.6.1
^C
--- 192.168.6.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss
```

6.9) Γιατί απέτυχαν κάποια από τα προηγούμενα ping προς το PC1;

Γιατί οι διεπαφές από τις οποίες εκτελέστηκε το ping δεν ανήκαν στο ίδιο vlan.

6.10) Στο PC3 ορίστε ως νέα προεπιλεγμένη πύλη το PC1 με την εντολή route change default 192.168.6.1. Μπορείτε τώρα να κάνετε ping σε όλες τις διεπαφές του PC1; Ναι

```
root@PC:~ # ping 192.168.5.1
PING 192.168.5.1 (192.168.5.1): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.5.1: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.994 ms
^C
--- 192.168.5.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.994/0.994/0.994/0.000 ms
```

```
root@PC:~ # ping 192.168.6.1
PING 192.168.6.1 (192.168.6.1): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.6.1: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.135 ms
^C
--- 192.168.6.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.135/1.135/1.135/0.000 ms
```

Μπορούμε να κάνουμε ping στην 192.168.5.1 επειδή βρίσκεται στο ίδιο vlan.

Μπορούμε να κάνουμε στην 192.168.6.1 επειδή ως default gateway προστέθηκε εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης.

Για την διεπαφή που δεν ανήκει σε vlan μπορούμε κανονικά να κάνουμε ping όπως σε προηγούμενες ασκήσεις.

6.11) Μπορείτε από το PC4 να κάνετε ping σε όλες τις διεπαφές του PC2; Ναι γιατί βρίσκονται στο ίδιο vlan.

```
root@PC1:~ # ping 192.168.5.2
PING 192.168.5.2 (192.168.5.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.5.2: icmp_seq=0 ttl=64 time=2.292 ms
64 bytes from 192.168.5.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.361 ms
^C
--- 192.168.5.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.361/1.826/2.292/0.465 ms
```

Στην διεπαφή του PC2 που δεν ανήκει σε vlan μπορούμε ακόμα να κάνουμε ping όπως σε προηγούμενες ασκήσεις

6.12) Μπορείτε από το PC3 να κάνετε ping σε όλες τις διεπαφές του PC2; Όχι στην 192.168.5.2

```
root@PC:~ # ping 192.168.5.2
PING 192.168.5.2 (192.168.5.2): 56 data bytes
^C
--- 192.168.5.2 ping statistics ---
12 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss
```

Δεν ανήκουν στο ίδιο vlan και δεν υπάρχει ταίριασμα στον πίνακα προώθησης. Συνεπώς το πακέτο δρομολογείται στον PC1.

'Όμως ο PC1 δεν έχει ενεργοποιημένη τη λειτουργία προώθησης πακέτων από τη μία διεπαφή στην άλλη και συνεπώς το πακέτο δεν καταλήγει στο PC2.

6.13) Στο PC1 ενεργοποιήστε τη λειτουργία προώθησης πακέτων IPv4 και στο PC2 ορίστε ως νέα προεπιλεγμένη πύλη την 192.168.1.1. sysctl net.inet.ip.forwarding=1, route change default 192.168.1.1

6.14) Επιτυγχάνουν τώρα τα ping από το PC3 στις διεπαφές του PC2; Ναι

```
root@PC:~ # ping 192.168.5.2
PING 192.168.5.2 (192.168.5.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.5.2: icmp_seq=0 ttl=63 time=3.547 ms
64 bytes from 192.168.5.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.752 ms
^C
--- 192.168.5.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.752/2.649/3.547/0.897 ms
```

6.15) Αφού καταγράψετε τις διευθύνσεις MAC των PC1, PC2 και PC3 καθαρίστε τους πίνακες ARP σε αυτά. (arp -da)

```
? (192.168.1.17) at 08:00:27:9e:7e:4e on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.1.14) at 08:00:27:e9:9f:d5 on em0 permanent [ethernet]
? (192.168.1.2) at 08:00:27:b6:86:41 on em0 expires in 1095 seconds [ethernet]
```

```
? (192.168.6.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0.6 permanent [vlan]
? (192.168.6.18) at 08:00:27:d4:97:27 on em0.6 expires in 1072 seconds [vlan]
? (192.168.5.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0.5 permanent [vlan]
? (192.168.5.2) at 08:00:27:b6:86:41 on em0.5 expires in 1072 seconds [vlan]
? (192.168.5.29) at 08:00:27:d6:52:c1 on em0.5 expires in 160 seconds [vlan]
? (192.168.1.1) at 08:00:27:d1:96:68 on em0 permanent [ethernet]
? (192.168.1.2) at 08:00:27:b6:86:41 on em0 expires in 1072 seconds [ethernet]
[? (192.168.1.18) at 08:00:27:d4:97:27 on em0 permanent [ethernet]]
? (192.168.1.29) at 08:00:27:d6:52:c1 on em0 permanent [ethernet]
```

6.16) Στα PC1, PC2, PC3 ζεκινήστε μια καταγραφή φροντίζοντας να εμφανίζονται και οι επικεφαλίδες Ethernet των πλαισίων. **tcpdump -vvv -e**

6.17) Ανοίξτε νέο παράθυρο εντολών στο PC3 και εκτελέστε την εντολή **ping -c 1 192.168.1.2**. Σχεδιάστε την ανταλλαγή όλων των πακέτων (ICMP και ARP) που παρατηρήσατε μεταξύ των PC1, PC2 και PC3 σημειώνοντας το είδος τους (request, reply).

PC3 ARP Request->PC1

PC1 ARP Reply->PC3

PC3 ICMP Echo Request->PC1

PC1 ARP Request->PC2 **PC3:**

PC2 ARP Reply->PC1

PC1 ICMP Echo Request->PC2

PC2 ICMP Echo Reply->PC1

PC1 ICMP Echo Reply->PC3

Όταν πραγματοποιούμε ping στο 192.168.1.2, επειδή δεν βρίσκεται στο ίδιο υποδίκτυο με το PC3 και δεν υπάρχει ταίριασμα στον πίνακα δρομολόγησης γίνεται δρομολόγηση στην προεπιλεγμένη πύλη 192.168.6.1.

Αντίστοιχα για την προεπιλεγμένη πύλη του PC2 192.168.1.1.

```
root@PC:~ # ping -c 1 192.168.1.2
PING 192.168.1.2 (192.168.1.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=0 ttl=63 time=3.120 ms
--- 192.168.1.2 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 3.120/3.120/3.120/0.000 ms

23:31:57.322751 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown) > Broadcast, ethertype 802.1Q (0x8100), length 46: vlan 6, p 0, ethertype ARP, Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Request who-has 192.168.6.1 tell 192.168.6.18, length 28
23:31:57.323843 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown) > 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), ethertype 802.1Q (0x8100), length 64: vlan 6, p 0, ethertype ARP, Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Reply 192.168.6.1 is-at 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown), length 46
23:31:57.323858 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown) > 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown), ethertype 802.1Q (0x8100), length 102: vlan 6, p 0, ethertype IPv4, (tos 0x0, ttl 64, id 44758, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
    192.168.6.18 > 192.168.1.2: ICMP echo request, id 34062, seq 0, length 64
23:31:57.324516 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown) > Broadcast, ethertype ARP (0x0806), length 60: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Request who-has 192.168.1.2 tell 192.168.1.1, length 46
23:31:57.325798 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown) > 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), ethertype 802.1Q (0x8100), length 102: vlan 6, p 0, ethertype IPv4, (tos 0x0, ttl 63, id 65473, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
    192.168.1.2 > 192.168.6.18: ICMP echo reply, id 34062, seq 0, length 64
23:31:57.325806 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown) > 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), ethertype 802.1Q (0x8100), length 64: vlan 6, p 0, ethertype IPv4 (len 4), Reply 192.168.6.1 is-at 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown), length 28
23:31:49.815533 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown) > 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown), ethertype 802.1Q (0x8100), length 102: vlan 6, p 0, ethertype IPv4, (tos 0x0, ttl 64, id 44758, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
    192.168.6.18 > 192.168.1.2: ICMP echo request, id 34062, seq 0, length 64
23:31:49.815550 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown) > Broadcast, ethertype ARP (0x0806), length 42: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Request who-has 192.168.1.2 tell 192.168.1.1, length 28
23:31:49.816173 08:00:27:b6:86:41 (oui Unknown) > 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown), ethertype ARP (0x0806), length 60: Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Reply 192.168.1.2 is-at 08:00:27:b6:86:41 (oui Unknown), length 46
23:31:49.816186 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown) > 08:00:27:b6:86:41 (oui Unknown), ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 63, id 44758, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
    192.168.6.18 > 192.168.1.2: ICMP echo request, id 34062, seq 0, length 64
23:31:49.816827 08:00:27:b6:86:41 (oui Unknown) > 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown), ethertype IPv4 (0x0800), length 98: (tos 0x0, ttl 64, id 65473, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
    192.168.1.2 > 192.168.6.18: ICMP echo reply, id 34062, seq 0, length 64
23:31:49.816837 08:00:27:d1:96:68 (oui Unknown) > 08:00:27:d4:97:27 (oui Unknown), ethertype 802.1Q (0x8100), length 102: vlan 6, p 0, ethertype IPv4, (tos 0x0, ttl 63, id 65473, offset 0, flags [none], proto ICMP (1), length 84)
    192.168.1.2 > 192.168.6.18: ICMP echo reply, id 34062, seq 0, length 64
```

6.18) Στο PC3 κάντε ένα ping προς τη διεπαφή του PC4 στο VLAN5. Είναι το ping επιτυχές; **Όχι**

```
root@PC:~ # ping 192.168.5.29
PING 192.168.5.29 (192.168.5.29): 56 data bytes
```

6.19) Στο PC4 ζεκινήστε μια καταγραφή φροντίζοντας να εμφανίζονται και οι επικεφαλίδες Ethernet των πλαισίων. Απαντά το PC4 στα ICMP echo request του PC3; Εξηγήστε γιατί δεν επιτυγχάνει το προηγούμενο ping.

To PC4 απαντά στα ICMP echo request του PC3, ωστόσο στέλνονται στο R1 που είναι προεπιλεγμένη πύλη.

6.20) Στο PC4 ορίστε ως νέα προεπιλεγμένη πύλη με την 192.168.5.1. Επιτυγχάνει τώρα το προηγούμενο ping;

Ναι επιτυγχάνει

```
root@PC:~ # ping 192.168.5.29
PING 192.168.5.29 (192.168.5.29): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.5.29: icmp_seq=0 ttl=63 time=1.436 ms
64 bytes from 192.168.5.29: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.676 ms
^C
--- 192.168.5.29 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.436/1.556/1.676/0.120 ms
```