

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**  
**8ο ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΗΜΜΥ**  
**Εργαστηριακή Άσκηση 5**  
**Στατική δρομολόγηση**

Ιωάννης Αλεξόπουλος (03117001)  
Όνομα PC/ΛΣ: thinkpad / Ubuntu 20.04.1  
Ομάδα: 1

**Άσκηση 1: Δρομολόγηση σε ένα βήμα**

1. `ifconfig em0 <ip/mask>`
2. `sysrc gateway_enable="YES"`
3. `route add -net 192.168.2.0/24 192.168.1.1`
4. UGS: Ενεργή διαδρομή, προορισμός πύλη που θα προωθηει τα πακέτα περαιτέρω, η διαδρομή έχει οριστεί στατικά
5. Δεν λαμβάνει απάντηση το ping, αναμενόμενο αφού δεν έχει οριστεί διαδρομή από το PC2 προς το PC1
6. Παράγονται και φτάνουν στο PC2 πακέτα ICMP request τα οποία δεν απαντούνται
7. `route add -net 192.168.1.0/24 192.168.2.1`
8. Ναι
9. Γιατί περιείχε αρχικά καταχωρίσεις στον πίνακα δρομολόγησης του και για τα δύο υποδίκτυα στις αντίστοιχες διεπαφές του

**Άσκηση 2: Proxy ARP**

1. `route del 192.168.2.0/24`
2. `ifconfig em0 192.168.1.2/20`
3. Από την προοπτική του PC1 βρίσκονται στο ίδιο υποδίκτυο
4. Όχι, δεν είναι επιτυχή τα pings
5. Ναι, τώρα είναι επιτυχές καθώς το R1 απαντάει στο ARP με την διεύθυνση MAC του
6. Για το PC3, το PC1 δεν είναι στο ίδιο υποδίκτυο και δεν υπάρχει ταίριασμα με κάποια καταχώριση στον πίνακα προώθησης
7. `route add -net 192.168.1.0/24 192.168.2.1`
8. `arp -ad`
9. `tcpdump -i em{0-1} -vne`
10. ο R1 απαντάει με την δική του διεύθυνση στο ARP request που λαμβάνει από το PC1
11. Προς την διεπαφή του R1 στο LAN1
12. Από την διεπαφή του R1 στο LAN2
13. [ARP request: PC1 -> broadcast, ARP reply: R1 -> PC1, ICMP request: PC1 -> R1, ARP request: R1(LAN2) -> broadcast, ARP reply: PC3 -> R1, ICMP request R1 -> PC3, ICMP reply PC3 -> R1, ICMP reply R1 -> PC1]
14. /22

15. Με /23 το ping αποτυγχάνει
16. route add -net 192.168.2.0/24 -interface em0
17. Η MAC διεύθυνση του PC1
18. Είναι επιτυχές, καθώς προστέθηκε αντίστοιχη καταχώριση στον πίνακα δρομολόγησης ώστε τα πακέτα να προωθούνται από το R1 αν και για το PC1 το PC3 δεν βρίσκεται στο ίδιο υποδίκτυο
19. sysctl net.link.ether.inet.proxyall=0
20. route change -net 192.168.2.0/24 192.168.1.1
21. ifconfig em0 192.168.1.2/24
22. διεγγραφή, route add -net 192.168.2.0/24 192.168.1.1

### Άσκηση 3: Δρομολόγηση σε περισσότερα βήματα

1. ifconfig em0 192.168.1.1/24, ifconfig em1 172.17.17.1/30
2. ifconfig em0 172.17.17.2/30, ifconfig em1 192.168.2.1/24
3. Μήνυμα Destination Host Unreachable
4. Στο LAN1 Παράγονται ICMP echo request και ICMP host unreachable μηνύματα
5. Παρατηρώ ότι δεν φτάνει στο PC2 (ένδειξη λάθους δεν παρατηρώ\*)
6. route add -net 192.168.2.0/24 172.17.17.2
7. Όχι
8. Παρατηρώ μηνύματα ICMP echo request από R2 προς PC2, ICMP echo reply από PC2 προς R2 και ICMP host unreachable από R2 προς PC2
9. Παράγονται πακέτα UDP ανά μερικά δευτερόλεπτα
10. Δεδομενογράμματα UDP προς το PC2 από το R2 με αυξανόμενο ttl και απάντηση ICMP udp port unreachable από το PC2 προς το R2
11. Γιατί σύμφωνα με τον κανόνα δεν πρέπει να παραγόνται μηνύματα λάθους ICMP ως απάντηση σε άλλα μηνύματα λάθους ICMP
12. route add -net 192.168.1.0/24 172.17.17.1
13. Ναι, τώρα γίνεται το traceroute. Παράγονται μηνύματα udp με αυξανόμενα ttl και μηνύματα ICMP time-exceeded in transit για ttl=1 (1 φτάνει στο R2) και ICMP udp port unreachable για ttl=2
14. Λαμβάνω no route to host αφού δεν υπάρχει καταχώριση που να ταιριάζει στον πίνακα δρομολόγησης του PC2
15. route del 192.168.1.0/24
16. route add default 192.168.2.1
17. Τώρα λειτουργεί το ping αφού υπάρχει η προεπιλεγμένη πύλη
18. Για το ping στο 172.17.17.1 δεν υπήρχε αρχικά καμία καταχώριση στον πίνακα δρομολόγησης που να ταιριάζε, ενώ στην συνέχεια με την προσθήκη του default gateway στάλθηκε εκεί το ping

#### Άσκηση 4: Προθέματα δικτύου και δρομολόγηση

1. Ένα πιο πολύπλοκο δίκτυο με εναλλακτικές διαδρομές
2. `route add -net 192.168.1.0/24 192.168.2.1`
3. `ifconfig em0 192.168.1.1/24`, `ifconfig em1 172.17.17.1/30`,  
`ifconfig em2 172.17.17.5/30`
4. `ifconfig em0 172.17.17.2/30`, `ifconfig em1 192.168.2.1/24`,  
`ifconfig 172.17.17.9/30`
5. `ifconfig em0 172.17.17.6/30`, `ifconfig em1 172.17.17.10/30`
6. `route add -net 192.168.2.0/24 172.17.17.2`
7. `route add -net 192.168.1.0/24 172.17.17.1`
8. `route add -net 192.168.1.0/24 172.17.17.5`, `route add -net 192.168.2.0/24 172.17.17.9`
9. `route add 192.168.2.3 172.17.17.6` -> σημαία H
10. Βλέπω 3 βήματα R1,R2,PC2
11. `ttl =62`, άρα έχει μειωθεί από 2 δρομολογητές (αρχική τιμή 64)
12. 4 βήματα: R1 -> R3 -> R2 -> PC3
13. `ttl = 2` , ακολουθεί διαφορετική διαδρομή (PC3) -> R2 -> R1 -> PC1
14. Την διαδρομή 5.12
15. Την διαδρομή 5.13, δικαιολογείται από τους πίνακες δρομολόγησης
16. Cable connected απεπιλογή από VirtualBox, `tcpdump -i em1 -vnve`
17. Όχι, δεν παρατηρώ πακέτα UDP στο PC2
18. Τώρα φτάνουν πακέτα UDP στο PC3
19. Στο R1: `route change 192.168.2.0/24 172.17.17`, Στο R2 `route change 192.168.1.0/24 172.17.17.10`
20. Παρατηρώ ότι τώρα διέρχεται από το R3 (172.17.17.6)
21. `192.168.2.0/24 172.17.17.6 UGS em2`

#### Άσκηση 5: Βρόχοι κατά τη δρομολόγηση

1. `route change 192.168.2.0/24 172.17.17.5`
2. Όχι, δεν είναι επιτυχές
3. Από την διεπαφή 172.17.17.6 (em0) του R3
4. Στην διεπαφή em0 του R3
5. `'(icmp[0]=8)'`
6. Παράχθηκε ένα πακέτο από το PC1, στο WAN2, 63 packets captured, 64 packets received by filter(+1 ICMP time exceeded)
7. `tcpdump -i em0 -vnve -l | tee recording.txt`
8. Εμφανίζονται 64 βήματα μέχρι να ολοκληρωθεί η εντολή, η διαδρομή είναι 192.168.1.1 <-> 172.17.17.6 συνεχώς
9. 64 πακέτα: `cat recording.txt | grep "echo request" | wc -l`
10. 2016: `cat recording.txt | grep "echo request" | wc -l`  
(1 +...+ 63 = 63 \* 64 / 2 )

11. 32 : `cat recording.txt | grep "time exceeded" | wc -l`  
Είναι τα μισά time exceeded μηνύματα για τα 64 αρχικά πακέτα (τα άλλα μισά στέλνονται απευθείας στο LAN1 από το R1)
12. Με χρήση φίλτρου, θα εμφανίζονταν μετά το Ctrl + C
13. Στο ICMP του ping ξεκινάει ένα ping με ttl = 64 ενώ στο traceroute από 1 έως 64
14. Καθώς όταν εξαντλείται το TTL, στέλνεται ICMP time exceeded στην πηγή

## Άσκηση 6: Χωρισμός σε υποδίκτυα

1. LAN1: 120 υπολογιστές -> 7 bits άρα διεύθυνση υποδικτύου 172.17.17.0/25
2. LAN2:60 -> 6 bits άρα 172.17.17.[11/000000]/26 δηλαδή 172.17.17.192/26
3. LAN3:30 -> 5 bits άρα 172.17.17.[101/000000]/27 δηλαδή 172.17.17.160/27
4. PC1: 172.17.17.1/25, R1: 172.17.17.126/25
5. PC4: 172.17.17.161/27, R3: 172.17.17.190/27
6. R2: 172.17.17.193/26, PC2: 172.17.17.253/26, PC3: 172.17.17.254/26
7. `route add default`
8. `route add -net 172.17.17.192/26 172.17.17.130`  
`route add -net 172.17.17.160/27 172.17.17.130`
9. `route add -net 172.17.17.0/25 172.17.17.137`  
`route add -net 172.17.17.160/27 172.17.17.137`
10. `route add -net 172.17.17.0/25 172.17.17.133`  
`route add -net 172.17.17.192/26 172.17.17.133`
11. Τα ping είναι επιτυχή

## Άσκηση 7: Ταυτόσημες διευθύνσεις IP

1. PC2->08:00:27:fd:88:75, PC3->08:00:27:07:a8:41
2. `ifconfig em0 172.17.17.254/26`
3. PC2 kernel: arp: 08:00:27:07:a8:41 is using my IP address 172.17.17.254 on em0!
4. Ναι
5. Έχει ορισθεί, το νόημα είναι προειδοποιητικό
6. Όχι, δεν έχει παραμείνει καθώς αλλάξαμε την IP διεύθυνση της διεπαφής του
7. `route add default 172.17.17.193`
8. `arp -ad`
9. `tcpdump -i em1 -vvve 'arp'`
10. `tcpdump -i em0 -vvve 'tcp'`
11. `ssh_exchange_identification: read: Connection reset by peer`

12. Ναι, ήταν επιτυχής
13. 172.17.17.254 at 08:00:27:fd:88:75 (PC2), δεν υπάρχει καταγραφή για το PC3
14. Πρώτο το PC3 και δεύτερο το PC2
15. PC2
16. Στο PC2
17. Με `ifconfig` ελέγχω την διεύθυνση MAC ενώ είμαι συνδεδεμένος με `ssh`
18. Στο PC3 παρατηρώ ένα μήνυμα με flag SYN προς το PC3 και μετά συνεχόμενα μηνύματα SYN-ACK προς το PC1 με λανθασμένο checksum. Αρχικά το R2 προώθησε το SYN στο PC3 αλλά στην συνέχεια άλλαξε η καταχώριση του για την IP στο PC2 και άρα το PC3 δεν έλαβε πακέτο ACK (τρίτο μέρος της τριπλής χειραψίας) αλλά το έλαβε το PC2. Την δεύτερη φορά όλα τα πακέτα προωθούνται στο PC3 και γίνεται επιτυχώς η σύνδεση