



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

Αναφορά 6ης Εργαστηριακής Άσκησης

Ραπτόπουλος Πέτρος (el19145)

Ημερομηνία: 4/4/2023

Άσκηση 1 (προετοιμασία): Γνωριμία με το περιβάλλον του FRR

Προετοιμασία:

1) Στις ρυθμίσεις δικτύου του εικονικού μηχανήματος ορίστε την πρώτη διεπαφή σε NAT.

Settings -> Network -> Attached to: NAT

2) Ξεκινήστε το εικονικό μηχανήμα, εισέλθετε ως διαχειριστής (root) και ενεργοποιήστε τον πελάτη DHCP στην κάρτα δικτύου em0. Προσθέτουμε στο αρχείο /etc/rc.conf file τις κάτωθι γραμμές ώστε να ενεργοποιήσουμε τον πελάτη DHCP στην κάρτα δικτύου em0. Προκειμένου να εφαρμοστούν οι αλλαγές πρέπει να επανεκκινήσουμε το μηχανήμα.

```
ifconfig_em0="DHCP"
dhclient_enable="YES"
```

3) Δοκιμάστε εάν μπορείτε να κάνετε ping www.google.com. Εάν όχι, ορίστε στο resolv.conf τον κατάλληλο nameserver (για το οικιακό περιβάλλον είναι η διεύθυνση του δρομολογητή σας). **To ping είναι επιτυχές**

```
root@PC:~ # ping www.google.com
PING www.google.com (142.251.140.4): 56 data bytes
64 bytes from 142.251.140.4: icmp_seq=0 ttl=63 time=35.875 ms
64 bytes from 142.251.140.4: icmp_seq=1 ttl=63 time=36.717 ms
^C
--- www.google.com ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 35.875/36.296/36.717/0.421 ms
```

4) Εκτελέστε την εντολή "pkg update" ώστε να ενημερωθεί το εργαλείο pkg διαχείρισης πακέτων λογισμικού του FreeBSD, απαντώντας θετικά στις ερωτήσεις που θα εμφανισθούν.

```
root@PC:~ # pkg update
The package management tool is not yet installed on your system.
Do you want to fetch and install it now? [y/N]: y
Bootstrapping pkg from pkg+http://pkg.FreeBSD.org/FreeBSD:12:i386/quarterly, please wait...
Verifying signature with trusted certificate pkg.freebsd.org.2013102301... done
Installing pkg-1.19.0...
Extracting pkg-1.19.0: 100%
Updating FreeBSD repository catalogue...
Fetching meta.conf: 100% 163 B 0.2kB/s 00:01
Fetching packagesite.pkg: 100% 6 MiB 3.3MB/s 00:02
Processing entries: 100%
FreeBSD repository update completed. 31664 packages processed.
All repositories are up to date.
```

5) Εκτελέστε την εντολή "pkg install frr7" για την εγκατάσταση της έκδοσης 7.5 του πακέτου frr, απαντώντας θετικά στις ερωτήσεις που θα εμφανισθούν.

```
Creating group 'frrty' with gid '152'.
==> Creating users
Creating user 'frr' with uid '168'.
Adding user 'frr' to group 'frrty'.
[9/9] Extracting frr7-7.5.1_4: 100%
=====
Message from frr7-7.5.1_4:
--
Beware that remote control of frr7 daemons over TCP sockets is enabled by default.
Use daemon flags in /etc/rc.conf to disable it if unneeded, for example:
zebra_flags="-P0"
ospfd_flags="-P0"
```

6) Προσθέστε τη γραμμή kern.ipc.maxsockbuf=16777216 στο αρχείο /etc/sysctl.conf προκειμένου να αποφευχθούν τα λάθη που περιγράφει το ενημερωτικό μήνυμα μετά το τέλος της εγκατάστασης.

```
# $FreeBSD: releng/12.4/sbin/sysctl/sysctl.conf 337624 2018-08-11 13:28:03Z brd
#
# This file is read when going to multi-user and its contents piped thru
# 'sysctl' to adjust kernel values. 'man 5 sysctl.conf' for details.
#
# Uncomment this to prevent users from seeing information about processes that
# are being run under another UID.
#security.bsd.see_other_uids=0
kern.ipc.maxsockbuf=16777216
```

7) Ορίστε ως frr την ταυτότητα ιδιοκτήτη και ομάδας του φακέλου /usr/local/etc/frr.

```
root@PC:~ # chown frr:frr /usr/local/etc/frr
```

8) Στον φάκελο /usr/local/etc/frr δημιουργήστε κενά αρχεία παραμετροποίησης vtysh.conf, zebra.conf και staticd.conf.

```
root@PC:~ # cd /usr/local/etc/frr
root@PC:/usr/local/etc/frr # touch vtysh.conf
root@PC:/usr/local/etc/frr # touch zebra.conf
root@PC:/usr/local/etc/frr # touch staticd.conf
```

9) Ορίστε ως frr την ταυτότητα ιδιοκτήτη και ομάδας στα προηγούμενα τρία αρχεία.

```

root@PC: /usr/local/etc/frr # chown frr:frr vtysh.conf
root@PC: /usr/local/etc/frr # chown frr:frr zebra.conf
root@PC: /usr/local/etc/frr # chown frr:frr staticd.conf

```

- 10) Διορθώστε το αρχείο εκκίνησης /etc/rc.conf ορίζοντας hostname="RO" και προσθέτοντας τις εντολές, gateway_enable="YES", frr_enable="YES" και frr_daemons="zebra staticd".

```

sshd_enable="YES" # to enable the ssh daemon
hostname="RO" # to assign the host name
syslogd_flags="-scc" # to disable compression of repeated messages
ifconfig_em0="DHCP"
dhclient_enable="YES"
gateway_enable="YES"
frr_enable="YES"
frr_daemons="zebra staticd"

```

- 11) Προσθέστε στο αρχείο /etc/csh.cshrc τη γραμμή setenv VTYSH_PAGER "more -EFX"

```

# $FreeBSD: releng/12.4/bin/csh/csh.cshrc 337849 2018-08-15 14:41:24Z brd $
#
# System-wide .cshrc file for csh(1).
setenv VTYSH_PAGER "more -EFX"

```

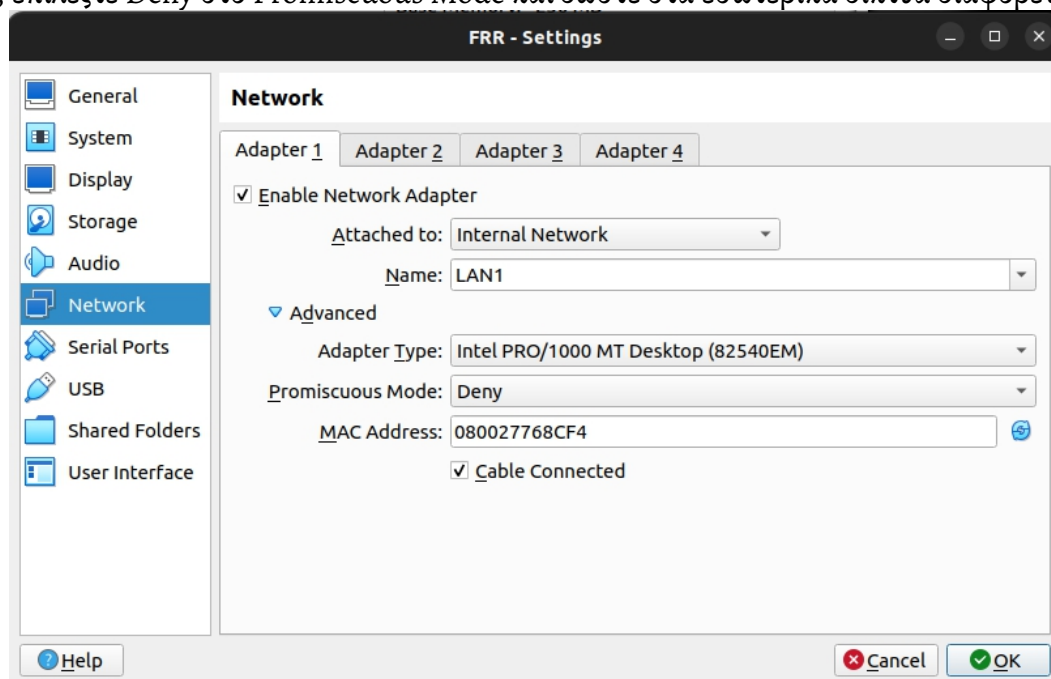
- 12) Διαγράψτε το αρχείο /etc/resolv.conf που δημιουργήσε ο πελάτης DHCP και κλείστε το εικονικό μηχάνημα με την εντολή poweroff.

```

root@PC: /usr/local/etc/frr # rm /etc/resolv.conf
root@PC: /usr/local/etc/frr # poweroff

```

- 13) Στις ρυθμίσεις του μηχανήματος για το δίκτυο ενεργοποιήστε τις τρεις άλλες κάρτες δικτύωσης. Ρυθμίστε όλες τις κάρτες σε εσωτερική δικτύωση, επιλέξτε Deny στο Promiscuous Mode και δώστε στα εσωτερικά δίκτυα διαφορετικά ονόματα, π.χ, LAN1, 2, 3 και 4.



- 14) Κάντε επανεκκίνηση του FreeBSD, βεβαιωθείτε ότι η υπηρεσία sshd και το frr τρέχουν.

```

root@RO: ~ # service sshd status
sshd is running as pid 1175.

root@RO: ~ # service frr status
zebra is running as pid 931.
staticd is running as pid 934.

```

- 14) Διαγράψτε το ιστορικό των εντολών που δώσατε μέχρι το σημείο αυτό, κλείστε το εικονικό μηχάνημα με την εντολή poweroff και από τη διαδρομή File Export Appliance... στο VirtualBox δημιουργήστε ένα αρχείο frr.ova.

```

root@RO: ~ # history -c
root@RO: ~ # poweroff

```

- 16) Αποθηκεύστε κάπου το αρχείο frr.ova για να μπορείτε να δημιουργείτε στο μέλλον εικονικά μηχανήματα δρομολογητές.

1.1) Από τη γραμμή εντολών του εικονικού μηχανήματος δοκιμάστε να συνδεθείτε με telnet στην πόρτα 2601 του localhost, όπου απαντά η υπηρεσία του zebra προσφέροντας πρόσβαση στο περιβάλλον διαχείρισης.

Τι μήνυμα λάθους βλέπετε;

```
root@R0:~ # telnet localhost 2601
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.
Uty password is not set.
Connection closed by foreign host.
```

1.2) Ποια είναι η εντολή που θα σας δώσει απευθείας πρόσβαση διαχειριστή στο περιβάλλον του FRR;

```
root@R0:~ # vtysh

Hello, this is FRRouting (version 7.5.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiko Ishiguro, et al.

R0#
```

1.3) Πατώντας το πλήκτρο “?” πόσες διαθέσιμες προς εκτέλεση εντολές βλέπετε; 22

```
add      Add registration
clear    Reset functions
configure Configuration from vty interface
copy     Copy from one file to another
debug    Debugging functions
disable  Turn off privileged mode command
enable   Turn on privileged mode command
end      End current mode and change to enable mode
exit     Exit current mode and down to previous mode
find     Find CLI command matching a regular expression
list     Print command list
mtrace   Multicast trace route to multicast source
no       Negate a command or set its defaults
output   Direct vtysh output to file
ping     Send echo messages
quit     Exit current mode and down to previous mode
rpki     Control rpki specific settings
show     Show running system information
terminal Set terminal line parameters
tracroute Trace route to destination
watchfrr Watchfrr Specific sub-command
write    Write running configuration to memory, network, or terminal
```

1.4) Δοκιμάστε να πληκτρολογήσετε μία από τις διαθέσιμες εντολές, την traceroute, γράφοντας μόνο τα 2 πρώτα γράμματα και πατώντας το tab. Τι παρατηρείτε; Συμπληρώνεται αυτόματα η εντολή

1.5) Δοκιμάστε να πληκτρολογήσετε μια άλλη από τις διαθέσιμες εντολές, π.χ. configure, γράφοντας μόνο τα 2 πρώτα γράμματα και πατώντας το tab. Τι παρατηρείτε; Εάν πατήσετε το ? τι θα εμφανισθεί;

Η εντολή δεν συμπληρώνεται αυτόματα πατώντας το tab. Μόλις πατήσουμε το ? θα εμφανιστούν οι δύο εναλλακτικές εντολές με μία σύντομη περιγραφή της λειτουργίας τους.

1.6) Δοκιμάστε τη εντολή “sh ver”. Ποια είναι η αντίστοιχη ολοκληρωμένη σύνταξη της εντολής; sh version

1.7) Ποιος είναι ο συντομότερος τρόπος για να δώσετε την εντολή write terminal; wr <tab> t <tab>

1.8) Με ποια άλλη εντολή μπορείτε να δείτε την τρέχουσα παραμετροποίηση του FRR; show running-config

1.9) Με ποια εντολή μπορείτε να εισέλθετε σε “Global Configuration Mode”; configure terminal

1.10) Ονομάστε τον εικονικό δρομολογητή R1. hostname R1 Ποια αλλαγή παρατηρείτε; Αλλάζει η ένδειξη στο prompt

1.11) Ορίστε συνθηματικό πρόσβασης “ntua” για πιστοποίηση χρηστών από απομακρυσμένη είσοδο. password ntua

1.12) Πόσες φορές πρέπει να δώσετε την εντολή “exit” για να βρεθείτε πάλι στο κέλυφος του UNIX; 2 φορές

1.13) Δοκιμάστε πάλι το telnet στην πόρτα 2601 του localhost. Τι εμφανίζεται;

```
root@R0:~ # telnet localhost 2601
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.

Hello, this is FRRouting (version 7.5.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiko Ishiguro, et al.

User Access Verification

Password:
```

1.14) Έχοντας εισέλθει στο περιβάλλον διαχείρισης μέσω telnet, βρίσκεστε σε επίπεδο λειτουργίας User EXEC ή Privileged EXEC; Σε επίπεδο λειτουργίας User EXEC (“R0>”)

1.15) Πατώντας το πλήκτρο “?” πόσες διαθέσιμες προς εκτέλεση εντολές βλέπετε; 9

1.16) Συγκρίνετε τον αριθμό της προηγούμενης απάντησης με αυτόν της απάντησης στην ερώτηση 1.3. Προηγουμένως ήμασταν σε Privileged EXEC και είχαμε περισσότερα δικαιώματα. Έτσι μπορούσαμε να εκτελέσουμε όλες τις

εντολές που διατίθενται από το User EXEC καθώς και κάποιες επιπλέον. Συνεπώς τώρα ο αριθμός των διαθέσιμων εντολών είναι μικρότερος.

1.17) Με ποια εντολή μπορείτε να δείτε πληροφορίες για όλες τις διεπαφές δικτύου; **show interface**

```
R0> show interface
Interface em0 is up, line protocol is up
  Link ups:      1      last: 2023/04/02 15:19:57.27
  Link downs:    0      last: (never)
  vrf: default
  index 1 metric 1 mtu 1500 speed 1000
  flags: <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
  Type: Ethernet
  Hwaddr: 08:00:27:76:8c:f4
  inet 10.0.2.15/24
  Interface Type Other
  Interface Slave Type None
    input packets 0, bytes 0, dropped 0, multicast packets 0
    input errors 0
    output packets 40, bytes 10680, multicast packets 0
    output errors 0
    collisions 0
Interface em1 is down
  Link ups:      0      last: (never)
  Link downs:    0      last: (never)
  vrf: default
  index 2 metric 1 mtu 1500 speed 1000
  flags: <BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
  Type: Ethernet
--More--
```

1.18) Δείτε εάν η λειτουργία προώθησης πακέτων IPv4 είναι ενεργοποιημένη.

```
R0> show ip forwarding
IP forwarding is on
```

1.19) Εμφανίστε τον πίνακα δρομολόγησης του συστήματος.

```
R0> show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, N - NHRP,
       T - Table, v - UNC, U - UNC-Direct, A - Babel, D - SHARP,
       F - PBR, f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
C>* 10.0.2.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 00:22:17
```

1.20) Μπορείτε να δείτε την τρέχουσα παραμετροποίηση του FRR όπως στην ερώτηση 1.8; Αιτιολογήστε.

```
R0> show running-config
% [ZEBRA] Unknown command: show running-config
```

Δεν μπορούμε να εκτελέσουμε την εντολή καθώς δεν έχουμε τα κατάλληλα δικαιώματα.

1.21) Με ποια εντολή θα εισέλθετε στο επίπεδο λειτουργίας Privileged EXEC; **enable**

1.22) Μπορείτε τώρα να δείτε την τρέχουσα παραμετροποίηση του FRR; Εμφανίζεται κάπου το συνθηματικό πρόσβασης που ορίσατε στην ερώτηση 1.11. **Ναι τώρα μπορούμε. Ο κωδικός αναγράφεται στην παραμετροποίηση.**

1.23) Εμφανίστε όλους τους δυνατούς τρόπους σύνταξης των διαθέσιμων εντολών. **list**

1.24) Με ποιες εντολές θα ορίσετε συνθηματικό "ntua" για είσοδο στο επίπεδο λειτουργίας Privileged EXEC ώστε να μην είναι δυνατό να παραμετροποιηθεί το FRR χωρίς να δοθεί το συνθηματικό αυτό.

enable password ntua από Global Configuration Mode

1.25) Με ποια εντολή μπορείτε να κρυπτογραφήσετε τα συνθηματικά που εμφανίζονται στην τρέχουσα παραμετροποίηση ώστε, εάν αποθηκεύσετε στο αρχείο εκκίνησης τις αλλαγές που κάνατε, να μην μπορεί κάποιος να τους διαβάσει; **service password-encryption**

1.26) Θέλετε να συνδεθείτε απομακρυσμένα μέσω του δημοσίου Internet σε δρομολογητή FRR. Θα προτιμούσατε από πλευράς ασφάλειας να συνδεθείτε άμεσα με telnet στο περιβάλλον διαχείρισης ή έμμεσα μέσω ssh στο λειτουργικό σύστημα, αποκτώντας δικαιώματα διαχειριστή και έπειτα εκτελώντας την εντολή vtysh; Αιτιολογήστε την απάντησή σας. **Το πρωτόκολλο ssh παρέχει ασφαλή κρυπτογραφημένη σύνδεση. Από την άλλη πλευρά, το telnet μεταφέρει τις πληροφορίες αυτούσιες χωρίς επιπλέον κρυπτογράφηση, συνεπώς μπορούν να γίνουν υποκλοπές. Άρα θα προτιμούσαμε να συνδεθούμε με ssh από πλευρά ασφάλειας.**

Άσκηση 2: Δρομολόγηση σε ένα βήμα

2.1) Με ποια εντολή φλοιού ορίσατε τις διευθύνσεις IP των PC1 και PC2;

```
root@PC1:~ # ifconfig em0 192.168.1.2/24 root@PC2:~ # ifconfig em0 192.168.2.2/24
```

2.2) Μέσω vtysh ορίστε το όνομα του R1 και τις διευθύνσεις IP των διεπαφών em0 και em1.

```
root@R0:~ # vtysh

Hello, this is FRRouting (version 7.5.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

R0# hostname R1
% Unknown command: hostname R1
R0# configure terminal
R0(config)# hostname R1
R1(config)# interface
% Command incomplete: interface
R1(config)# interface em0
R1(config-if)# ip address 192.168.1.1/24
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface em1
R1(config-if)# ip address 192.168.2.1/24
```

2.3) Επιβεβαιώστε ότι ο ορισμός των διευθύνσεων IP έγινε σωστά, εμφανίζοντας στο vtysh πληροφορίες για τις δικτυακές διεπαφές του συστήματος. **Ο ορισμός των διευθύνσεων έγινε σωστά**

R1# show interface em0	R1# show interface em1
Interface em0 is up, line protocol is up Link ups: 1 last: 2023/04/02 15:19:57.27 Link downs: 0 last: (never) vrf: default index 1 metric 1 mtu 1500 speed 1000 flags: <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> Type: Ethernet HWaddr: 08:00:27:76:8c:f4 inet 10.0.2.15/24 inet 192.168.1.1/24 Interface Type Other Interface Slave Type None input packets 0, bytes 0, dropped 0, multicast packets 0 input errors 0 output packets 96, bytes 25332, multicast packets 0 output errors 0 collisions 0	Interface em1 is up, line protocol is up Link ups: 1 last: 2023/04/02 16:24:56.55 Link downs: 0 last: (never) vrf: default index 2 metric 1 mtu 1500 speed 1000 flags: <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> Type: Ethernet HWaddr: 08:00:27:0e:d3:99 inet 192.168.2.1/24 Interface Type Other Interface Slave Type None input packets 0, bytes 0, dropped 0, multicast packets 0 input errors 0 output packets 0, bytes 0, multicast packets 0 output errors 0 collisions 0

2.4) Δείτε αν η προώθηση πακέτων στον R1 είναι ενεργοποιημένη και σε περίπτωση που δεν είναι, ενεργοποιήστε την.

```
R1# show ip forwarding
IP forwarding is on
```

2.5) Προσθέστε στον πίνακα δρομολόγησης του PC1 στατική εγγραφή για το LAN2.

```
root@PC1:~ # route add -net 192.168.2.0/24 192.168.1.1
add net 192.168.2.0: gateway 192.168.1.1
```

2.6) Προσθέστε στον πίνακα δρομολόγησης του PC2 στατική εγγραφή για το LAN1.

```
root@PC2:~ # route add -net 192.168.1.0/24 192.168.2.1
add net 192.168.1.0: gateway 192.168.2.1
```

2.7) Δοκιμάστε την εντολή ping από το PC1 στο PC2. Επικοινωνούν οι δύο υπολογιστές; **Ναι**

```
root@PC1:~ # ping 192.168.2.2
PING 192.168.2.2 (192.168.2.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=0 ttl=63 time=5.033 ms
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.038 ms
^C
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.038/3.036/5.033/1.998 ms
```

2.8) Μέσω vtysh ορίστε στη διεπαφή em0 του R1 τη διεύθυνση IPv4 192.168.1.200/24 και στη συνέχεια εμφανίστε πληροφορίες μόνο για τη συγκεκριμένη διεπαφή. Τι παρατηρείτε;

```
R1# configure terminal
R1(config)# interface em0
R1(config-if)# ip address 192.168.1.200/24
R1(config-if)# exit
R1(config)# exit
```

Παρατηρούμε ότι η προηγούμενη διεύθυνση δεν αντικαταστάθηκε αλλά προστέθηκε μια ακόμη διεύθυνση IPv4 ως secondary.

```

R1# configure terminal
R1(config)# interface em0
R1(config-if)# ip address 192.168.1.200/24
R1(config-if)# exit
R1(config)# exit
R1# show interface em0
Interface em0 is up, line protocol is up
  Link ups:      1      last: 2023/04/02 17:30:13.96
  Link downs:    0      last: (never)
  vrf: default
  index 1 metric 1 mtu 1500 speed 1000
  flags: <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
  Type: Ethernet
  HWaddr: 08:00:27:76:8c:f4
  inet 192.168.1.1/24
  inet 192.168.1.200/24 secondary
  Interface Type Other
  Interface Slave Type None
    input packets 3, bytes 256, dropped 0, multicast packets 1
    input errors 0
    output packets 4, bytes 280, multicast packets 0
    output errors 0
    collisions 0

```

2.9) Εμφανίστε πληροφορίες για τη συγκεκριμένη διεπαφή και από τη γραμμή εντολών του εικονικού μηχανήματος.

Συμφωνούν οι πληροφορίες που εμφανίζονται; **Ναι συμφωνούν**

```

root@R0:~ # ifconfig em0
em0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
    options=81009b<RXCSUM, TXCSUM, VLAN_MTU, VLAN_HWTAGGING, VLAN_HWCSUM, VLAN_HW
FILTER>
    ether 08:00:27:76:8c:f4
    inet 192.168.1.1 netmask 0xffffff00 broadcast 192.168.1.255
    inet 192.168.1.200 netmask 0xffffff00 broadcast 192.168.1.255
    media: Ethernet autoselect (1000baseT <full-duplex>)
    status: active
    nd6 options=29<PERFORMNUD, IFDISABLED, AUTO_LINKLOCAL>

```

2.10) Μέσω vtysh αφαιρέστε τη διεύθυνση IP που ορίσατε στη διεπαφή em0 του R1 στο ερώτημα 2.8 και επιβεβαιώστε ότι έχει διαγραφεί.

```

R1(config)# interface em0
R1(config-if)# no ip address 192.168.1.200/24

```

Έχει διαγραφεί μόνο από τη γραμμή εντολών του εικονικού μηχανήματος και όχι από το vtysh.

2.11) Με ποια εντολή μπορείτε να αποθηκεύσετε τη διάρθρωση του R1; **Με την εντολή write memory / write file**

2.12) Ποια αρχεία παραμετροποίησης ενημερώνονται;

```

R1# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf
Building Configuration...
Configuration saved to /usr/local/etc/frr/zebra.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/frr/staticd.conf

```

Άσκηση 3: Δρομολόγηση σε περισσότερα βήματα

3.1) Ορίστε ή επιβεβαιώστε τις διευθύνσεις IP και τις στατικές διαδρομές προς LAN1, LAN2 στα PC. **netstat -rn**

3.2) Μέσω vtysh ορίστε το όνομα και τις διευθύνσεις IP των διεπαφών em0 και em1 του δρομολογητή R1

```

root@R0:~ # vtysh
Hello, this is FRRouting (version 7.5.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

R0# configure terminal
R0(config)# hostname R1
R1(config)# interface em0

```

```

R1(config-if)# ip address 192.168.1.1/24
R1(config-if)# exit

```

```

R1(config)# interface em1
R1(config-if)# no ip address 192.168.2.1/24
R1(config-if)# ip address 172.17.17.1/30

```

3.3) Μέσω vtysh ορίστε το όνομα και τις διευθύνσεις IP των διεπαφών em0 και em1 του δρομολογητή R2, όπως εμφανίζονται στο σχήμα.

```

root@R0:~ # vtysh
Hello, this is FRRouting (version 7.5.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

R2# configure terminal
R2(config)# hostname R2

```

```

R2(config)# interface em0
R2(config-if)# no ip address 192.168.1.1/24
R2(config-if)# ip address 192.168.2.1/24
R2(config-if)# exit
R2(config)# interface em1
R2(config-if)# no ip address 192.168.2.1/24
R2(config-if)# ip address 172.17.17.2/30

```

3.4) Μέσω vtysh προσθέστε στον R1 την κατάλληλη στατική εγγραφή για να μπορέσει να επικοινωνήσει το PC1 με PC2.

```

R1(config)# ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.2

```


3.5) Μέσω vtysh προσθέστε στον R2 την κατάλληλη στατική εγγραφή για να μπορέσει να επικοινωνήσει το PC2 με PC1.

```
R2(config)# ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.1
```

3.6) Προσπαθήστε να συνδεθείτε από το PC1 στην υπηρεσία zebra του R1. Τι πρέπει να ορίσετε στον R1 για να μπορεί να γίνει δυνατή η παραπάνω σύνδεση; **Πρέπει να ορίσουμε κωδικό στον R1.**

```
root@PC1:~ # telnet 192.168.1.1 2601
Trying 192.168.1.1...
Connected to 192.168.1.1.
Escape character is '^I'.
Uty password is not set.
Connection closed by foreign host.
```

3.7) Μέσω της σύνδεσης που έχετε επιτύχει (από το PC1 στον R1), μπορείτε να συνδεθείτε στην υπηρεσία zebra του R2, ώστε τελικά να εκτελείτε εντολές από το PC1 στον R2; Εάν όχι, γιατί; **Δεν μπορούμε να συνδεθούμε στην υπηρεσία zebra του R2, ώστε τελικά να εκτελούμε εντολές από το PC1 στον R2, καθώς όταν εκτελούμε την εντολή "list" ενώ είμαστε συνδεδεμένοι στον R1 παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει διαθέσιμη εντολή που να υποστηρίζει τέτοια σύνδεση. Οι εντολές telnet, ssh είναι εντολές φλοιού και όχι vtysh.**

3.8) Αν θέλατε να συνδεθείτε από το PC1 στην υπηρεσία zebra του R2, σε ποια IP θα κάνατε telnet και γιατί; **Έχουμε ορίσει μόνο εγγραφή με στόχο το LAN2 στο PC1 και δεν έχουμε ορίσει προεπιλεγμένη πύλη. Συνεπώς πακέτα με προορισμό τη διεύθυνση 172.17.17.2 θα απορριφθούν. Άρα πραγματοποιούμε telnet στη διεύθυνση 192.168.2.1.**

3.9) Συνδεθείτε από το PC2 στην υπηρεσία zebra του R2. Με ποια εντολή μπορείτε να δείτε πόσοι χρήστες είναι συνδεδεμένοι; Εμφανίζεται και ο χρήστης που έχει εισέλθει τοπικά μέσω vtysh στο περιβάλλον διαχείρισης; **Όχι**

```
root@PC2:~ # telnet 192.168.2.1 2601
Trying 192.168.2.1...
Connected to 192.168.2.1.
Escape character is '^I'.
c
cHello, this is FRRouting (version 7.5.1).
cCopyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.
c
c
cUser Access Verification
c
cPassword:
cR0> who
c vty[28] connected from 192.168.2.2.
```

3.10) Από την απομακρυσμένη σύνδεση προς τον R2, μπορείτε να εκτελέσετε ping ή traceroute προς το PC1; Από την τοπική σύνδεση μπορείτε; **Όχι δεν μπορούμε από την απομακρυσμένη σύνδεση, μόνο από τη τοπική.**

3.11) Γιατί το traceroute από τον R2 προς το PC1 ή R1 προς PC2 δεν ολοκληρώνεται;

Γιατί δεν έχουμε ορίσει εγγραφή στα PC1, PC2 για τη διαδρομή PC1 -> R2 και PC2 -> R1 αντίστοιχα

3.12) Ποια αλλαγή στον πίνακα δρομολόγησης των PC1, PC2 μπορείτε να κάνετε ώστε να επιτυγχάνουν τα ping προς τις διεπαφές των R1, R2 στο WAN1; **route add -net 172.17.17.0/30 192.168.1.1, route add -net 172.17.17.0/30 192.168.1.2**

Άσκηση 4: Εναλλακτικές διαδρομές

4.1) Ορίστε ή επιβεβαιώστε τις διευθύνσεις IP και τις προκαθορισμένες διαδρομές στα PC.

```
root@PC1:~ # ifconfig em0 192.168.1.2/24
root@PC1:~ # route add default 192.168.1.1
add net default: gateway 192.168.1.1
```

```
root@PC2:~ # ifconfig em0 192.168.2.2/24
root@PC2:~ # route add default 192.168.2.1
add net default: gateway 192.168.2.1
```

4.2) Μέσω cli ορίστε το όνομα και τις διευθύνσεις IP των διεπαφών του R1, όπως στο σχήμα.

```
router.ntua.lab# configure terminal
router.ntua.lab(config)# interface em0
router.ntua.lab(config-if)# ip address 192.168.1.1/24
router.ntua.lab(config-if)# exit
router.ntua.lab(config)# interface em1
router.ntua.lab(config-if)# ip address 172.17.17.1/30
router.ntua.lab(config-if)# exit
router.ntua.lab(config)# interface em2
router.ntua.lab(config-if)# ip address 172.17.17.5/30
router.ntua.lab(config-if)# exit
router.ntua.lab(config)# hostname R1
```


4.3) Προσθέστε μέσω cli στον πίνακα δρομολόγησης του R1 τη στατική εγγραφή που απαιτείται, ώστε η κίνηση από το LAN1 προς το LAN2 να δρομολογείται μέσω του WAN1.

```
R1(config)# ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.2
```

4.4) Μέσω cli εμφανίστε τον πίνακα δρομολόγησης. Ποιες διαδρομές εμφανίζονται;

Εμφανίζεται η στατική εγγραφή που

προσθέσαμε καθώς και οι διαδρομές

για τα τοπικά δίκτυα που είναι

συνδεδεμένα άμεσα με τον δρομολογητή.

```
R1# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
C>* 172.17.17.4/30 is directly connected, em2
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, em0
S>* 192.168.2.0/24 [1/0] via 172.17.17.2, em1
```

4.5) Με ποιο τρόπο δηλώνονται οι διαδρομές προς τα απευθείας συνδεδεμένα δίκτυα;

Σημειώνεται ότι είναι άμεσα συνδεδεμένες στις κατάλληλες διεπαφές ("is directly connected, emX")

4.6) Πώς φαίνεται ότι η διαδρομή προς το LAN2 έχει ορισθεί στατικά; Από το "S" στην αρχή της εγγραφής

4.7) Από τη γραμμή εντολών του εικονικού μηχανήματος εμφανίστε με την εντολή netstat τον πίνακα δρομολόγησης.

Συμφωνούν οι πληροφορίες που εμφανίζονται με αυτές της cli; **Ναι συμφωνούν**

```
[root@router]~# netstat -rn
Routing tables

Internet:
Destination        Gateway             Flags      Refs      Use  Netif  Expire
127.0.0.1           link#4              UH          0         171   lo0
172.17.17.0/30      link#2              U           0          0    em1
172.17.17.1         link#2              UHS         0          0    lo0
172.17.17.4/30      link#3              U           0          0    em2
172.17.17.5         link#3              UHS         0          0    lo0
192.168.1.0/24      link#1              U           0          0    em0
192.168.1.1         link#1              UHS         0          0    lo0
192.168.2.0/24      172.17.17.2        UG1         0          0    em1
```

4.8) Ποιες σημαίες έχουν δηλωθεί για τη διαδρομή προς το LAN2 στην έξοδο της netstat και ποιο το νόημά τους;

Flags: UG1, "U": Up, "G": Gateway

4.9) Μέσω cli ορίστε το όνομα και τις διευθύνσεις IP των διεπαφών του R2, όπως στο σχήμα.

```
router.ntua.lab# configure terminal
router.ntua.lab(config)# interface em0
router.ntua.lab(config-if)# ip address 192.168.2.1/24
router.ntua.lab(config-if)# exit
router.ntua.lab(config)# interface em1
router.ntua.lab(config-if)# ip address 172.17.17.2/30
router.ntua.lab(config-if)# exit
router.ntua.lab(config)# interface em2
router.ntua.lab(config-if)# ip address 172.17.17.9/30
router.ntua.lab(config-if)# exit
```

4.10) Προσθέστε μέσω cli στον πίνακα δρομολόγησης του R2 τη στατική εγγραφή που απαιτείται, ώστε η κίνηση από το LAN2 προς το LAN1 να δρομολογείται μέσω του WAN1.

```
router.ntua.lab(config)# ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.1
```

4.11) Μέσω cli ορίστε το όνομα και τις διευθύνσεις IP των διεπαφών του R3, όπως στο σχήμα.

```
[root@router]~# cli

Hello, this is Quagga (version 0.99.17.11).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

router.ntua.lab# configure terminal
router.ntua.lab(config)# interface em0
router.ntua.lab(config-if)# ip address 172.17.17.6/30
router.ntua.lab(config-if)# exit
router.ntua.lab(config)# interface em1
router.ntua.lab(config-if)# ip address 172.17.17.10/30
```

4.12) Προσθέστε μέσω cli στον πίνακα δρομολόγησης του R3 τις κατάλληλες στατικές εγγραφές, ώστε να μπορεί αυτός να επικοινωνήσει (μέσω των συντομότερων διαδρομών) με τα LAN1 και LAN2.

```
router.ntua.lab(config)# ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.5
router.ntua.lab(config)# ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.9
```

4.13) Από το cli ελέγξτε αν είναι ενεργοποιημένη η προώθηση πακέτων IP στον R3. Αν όχι, ενεργοποιήστε την.

```
router.ntua.lab# show ip forwarding
IP forwarding is on
```

4.14) Από το PC1 εκτελέστε traceroute προς το PC2. Ποια διαδρομή ακολουθούν τα πακέτα;

PC1->R1->R2->PC2

```
root@PC1:~# traceroute 192.168.2.2
traceroute to 192.168.2.2 (192.168.2.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  0.815 ms  0.304 ms  0.283 ms
 2  172.17.17.2 (172.17.17.2)  0.962 ms  0.637 ms  0.412 ms
 3  192.168.2.2 (192.168.2.2)  1.018 ms  0.719 ms  0.715 ms
```

Άσκηση 5: Σφάλμα καλωδίου και αυτόματη αλλαγή στη δρομολόγηση

5.1) Μέσω cli προσθέστε στον R1 την κατάλληλη δευτερεύουσα στατική εγγραφή για να δρομολογείται εναλλακτικά η κίνηση προς το LAN2 μέσω του R3.

```
R1(config)# ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.6 2
```

5.2) Ποια τιμή δώσατε στην παράμετρο distance της εντολής και γιατί;

Δώσαμε την τιμή 2 ώστε να έχει μικρότερη προτεραιότητα από την πρωτεύουσα εγγραφή, η οποία έχει τιμή 1.

5.3) Μέσω cli προσθέστε στον R2 την κατάλληλη δευτερεύουσα στατική εγγραφή για να δρομολογείται εναλλακτικά η κίνηση προς το LAN1 μέσω του R3;

```
(config)# ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.10 2
```

5.4) Ποιες εγγραφές για τα LAN2 και LAN1 υπάρχουν στον πίνακα δρομολόγησης των R1 και R2, αντίστοιχα;

Υπάρχουν και οι πρωτεύουσες εγγραφές (R1 -> R2 -> LAN2, R2 -> R1 -> LAN1) και οι δευτερεύουσες (R1 -> R3 -> R2 -> LAN2, R2 -> R3 -> R1 -> LAN1).

5.5) Στον R1, ποια από τις διαθέσιμες διαδρομές προς το LAN2 είναι ενεργοποιημένη; Με ποιον τρόπο καταδεικνύεται αυτό στον πίνακα δρομολόγησης;

Είναι ενεργοποιημένη μόνο η πρωτεύουσα εγγραφή προς το LAN2. Καταδεικνύεται με την παρουσία/απουσία του αστερίσκου "*", το οποίο σημαίνει ότι (αν δεν υπάρχει αστερίσκος) ότι η εγγραφή δεν έχει επιλεγεί από το πρωτόκολλο δρομολόγησης.

```
R1# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
C>* 172.17.17.4/30 is directly connected, em2
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, em0
S   192.168.2.0/24 [2/0] via 172.17.17.6, em2
S>* 192.168.2.0/24 [1/0] via 172.17.17.2, em1
```

5.6) Σε ποιο σημείο του πίνακα δρομολόγησης φαίνεται η διαχειριστική απόσταση;

Ο πρώτος όρος στις αγκύλες μετά τη διεύθυνση προορισμού.

5.7) Στον R2, ποια από τις διαθέσιμες διαδρομές προς το LAN1 είναι ενεργοποιημένη; Η πρωτεύουσα εγγραφή

```
R2# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
C>* 172.17.17.8/30 is directly connected, em2
S   192.168.1.0/24 [2/0] via 172.17.17.10, em2
S>* 192.168.1.0/24 [1/0] via 172.17.17.1, em1
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em0
```

5.8) Ενεργοποιήστε τη λειτουργία link-detect στις κατάλληλες διεπαφές των R1 και R2, ώστε το Quagga να μπορέσει να ανιχνεύσει πτώση της ζεύξης WAN1.

```
R1(config)# interface em1 R2(config)# interface em1
R1(config-if)# link-detect R2(config-if)# link-detect
```

5.9) Πώς θα αποσυνδέσετε μέσω του VirtualBox το καλώδιο στη διεπαφή του R1 ώστε να χαθεί η ζεύξη με το WAN1;

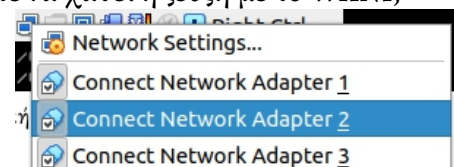
Στο παράθυρο εντολών του VirtualBox του R1, πατάμε δεξί κλικ κάτω

δεξιά στο δεύτερο icon και επιλέγουμε την επιθυμητή διεπαφή.

5.10) Ποια διαδρομή προς το LAN2 είναι τώρα ενεργοποιημένη στον R1;

Η δευτερεύουσα

```
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 172.17.17.4/30 is directly connected, em2
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, em0
S>* 192.168.2.0/24 [2/0] via 172.17.17.6, em2
S   192.168.2.0/24 [1/0] via 172.17.17.2 inactive
```



5.11) Υπάρχει ένδειξη για την κατάσταση της άλλης διαδρομής προς το LAN2; **Ναι υπάρχει "inactive"**

5.12) Υπάρχει αλλαγή στον πίνακα δρομολόγησης του εικονικού μηχανήματος για το LAN2; **Όχι (του PC1)**

5.13) Ποια διαδρομή προς το LAN1 είναι ενεργοποιημένη στον R2; Γιατί;

Είναι ακόμα ενεργοποιημένη η πρωτεύουσα διαδρομή.

Δεν έχουμε απενεργοποιήσει τη σύνδεση προς το WAN1 από την πλευρά του R2.

```
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
C>* 172.17.17.8/30 is directly connected, em2
S 192.168.1.0/24 [2/0] via 172.17.17.10, em2
S>* 192.168.1.0/24 [1/0] via 172.17.17.1, em1
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em0
```

5.14) Αποσυνδέστε μέσω του VirtualBox το καλώδιο στη διεπαφή του R2 ώστε να χαθεί η ζεύξη του με το WAN1. Έγινε σωστά η μετάβαση στην εναλλακτική διαδρομή μετά την απώλεια της ζεύξης; **Ναι**

```
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 172.17.17.8/30 is directly connected, em2
S>* 192.168.1.0/24 [2/0] via 172.17.17.10, em2
S 192.168.1.0/24 [1/0] via 172.17.17.1 inactive
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em0
```

5.15) Επιβεβαιώστε τα παραπάνω κάνοντας traceroute από το PC1 στο PC2.

```
tracert to 192.168.2.2 (192.168.2.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  0.879 ms  0.493 ms  0.391 ms
 2  172.17.17.6 (172.17.17.6)  0.912 ms  0.492 ms  0.467 ms
 3  172.17.17.9 (172.17.17.9)  0.792 ms  1.344 ms  0.722 ms
 4  192.168.2.2 (192.168.2.2)  1.492 ms  1.154 ms  0.953 ms
```

5.16) Συνδεθείτε με SSH από PC2 στο PC1. Επανασυνδέοντας τα καλώδια των διεπαφών, χάνεται η σύνδεση SSH; **Όχι**

5.17) Ποια διαδρομή ακολουθείται τώρα για τη διασύνδεση LAN1-LAN2; **Η πρωτεύουσα.** Πώς το εξακριβώσατε;

```
lab@PC1:~ % traceroute 192.168.2.2
traceroute to 192.168.2.2 (192.168.2.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  0.693 ms  1.067 ms  0.649 ms
 2  172.17.17.2 (172.17.17.2)  0.518 ms  1.014 ms  0.734 ms
 3  192.168.2.2 (192.168.2.2)  0.816 ms  0.848 ms  0.965 ms
```

Άσκηση 6: Διευθύνσεις διαχείρισης (loopback)

6.1) Ορίστε μέσω cli τη διεύθυνση διαχείρισης στη διεπαφή lo0 (loopback) των R1, R2 και R3 ως 172.22.22.1/32, 172.22.22.2/32 και 172.22.22.3/32, αντίστοιχα.

```
R1(config)# interface lo0
R1(config-if)# ip address 172.22.22.1/32
```

6.2) Μπορείτε από τα PC1 και PC2 να κάνετε ping στις διευθύνσεις loopback των R1, R2 και R3; Γιατί;

Μπορώ να κάνω ping από το PC1 στη διεύθυνση loopback του R1 αλλά όχι των R2 και R3. Ομοίως για το PC2.

Λείπουν εγγραφές στους πίνακες προώθησης των δρομολογητών.

6.3) Προσθέστε με cli στον R1 στατικές εγγραφές για τη διεύθυνση loopback των R2-R3 μέσω της απευθείας διαδρομής.

```
R1(config)# ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.2
R1(config)# ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.6
```

6.4) Προσθέστε παρομοίως στον R2 στατικές εγγραφές για τη διεύθυνση loopback των R1 και R3.

```
R2(config)# ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.1
R2(config)# ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.10
```

6.5) Προσθέστε παρομοίως στον R3 στατικές εγγραφές για τη διεύθυνση loopback των R1 και R2.

```
R3(config)# ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.5
R3(config)# ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.9
```

6.6) Μπορείτε τώρα από τα PC1 και PC2 να κάνετε ping στις διευθύνσεις loopback των R1, R2 και R3; **Ναι**

6.7) Ξεκινήστε καταγραφές στα PC1, PC2 και κάντε ping από το R3 εναλλάξ προς αυτά. Με ποια διεύθυνση πηγής IP φτάνουν τα πακέτα ICMP στα PC1 και PC2, αντίστοιχα; **Για το PC1: 172.17.17.6, Για το PC2: 172.17.17.10**

6.8) Πώς θα κάνετε το ping να ξεκινά από τη διεύθυνση loopback του R3; **ping -S 172.22.22.3 192.168.1.2**

6.9) Ποια δυσκολία θα αντιμετωπίζατε κατά τη διερεύνηση (debugging) προβλημάτων δρομολόγησης από τα PC, εάν στα PC είχατε μόνο στατικές εγγραφές, σε σχέση με τον ορισμό προεπιλεγμένης διαδρομής; **Δε κατάλαβα την ερώτηση**

6.10) Εάν είχατε βλάβη της σύνδεσης στο WAN1, όπως στην προηγούμενη άσκηση, ποια από τα ping της ερώτησης 6.6 θα ήταν επιτυχή και ποια όχι; Θα ήταν επιτυχή τα ping προς R1, R3 από PC1 και R2, R3 από PC2 διότι οι εγγραφές στους πίνακες δρομολόγησης για τις διευθύνσεις αυτές δεν επηρεάζονται από την αποτυχία της ζεύξης WAN1.

Από την άλλη δεν υπάρχει δευτερεύουσα εγγραφή για τις διαδρομές PC1->R2 και PC2->R1

6.11) Προσθέστε μέσω cli στον R1 δευτερεύουσες στατικές εγγραφές για τη διεύθυνση loopback των R2 και R3 μέσω της μακρινότερης διαδρομής.

```
R1(config)# ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.6 2
R1(config)# ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.2 2
```

6.12) Παρομοίως στον R2 για τη διεύθυνση loopback των R1 και R3.

```
R2(config)# ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.10 2
R2(config)# ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.1 2
```

6.13) Παρομοίως στον R3 για τη διεύθυνση loopback των R1 και R2.

```
R3(config)# ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.9 2
R3(config)# ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.5 2
```

6.14) Ποια από τις δύο διαδρομές προς τη διεύθυνση loopback του R2, έχει επιλεγθεί στον R1; **Μέσω του WAN1**

```
R1# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
C>* 172.17.17.4/30 is directly connected, em2
C>* 172.22.22.1/32 is directly connected, lo0
S 172.22.22.2/32 [2/0] via 172.17.17.6, em2
S>* 172.22.22.2/32 [1/0] via 172.17.17.2, em1
S 172.22.22.3/32 [2/0] via 172.17.17.2, em1
S>* 172.22.22.3/32 [1/0] via 172.17.17.6, em2
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, em0
S 192.168.2.0/24 [2/0] via 172.17.17.6, em2
S>* 192.168.2.0/24 [1/0] via 172.17.17.2, em1
```

6.15) Προσομοιώστε όπως πριν βλάβη της σύνδεσης στο WAN1. Τι παρατηρείτε στον πίνακα δρομολόγησης του R1 όσον αφορά τις διαδρομές που διέρχονται μέσω του WAN1; **Γίνονται πλέον inactive.**

```
R1# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 172.17.17.4/30 is directly connected, em2
C>* 172.22.22.1/32 is directly connected, lo0
S>* 172.22.22.2/32 [2/0] via 172.17.17.6, em2
S 172.22.22.2/32 [1/0] via 172.17.17.2 inactive
S 172.22.22.3/32 [2/0] via 172.17.17.2 inactive
S>* 172.22.22.3/32 [1/0] via 172.17.17.6, em2
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, em0
S>* 192.168.2.0/24 [2/0] via 172.17.17.6, em2
S 192.168.2.0/24 [1/0] via 172.17.17.2 inactive
```

6.16) Αφού επαναφέρετε τη σύνδεση στο WAN1, προσομοιώστε βλάβη στο WAN2. Τι διαφορετικό παρατηρείτε στον πίνακα δρομολόγησης και γιατί; **Δεν έχουν γίνει inactive οι εγγραφές που αφορούν το WAN2 καθώς δεν είχαμε ενεργοποιήσει το link-detect για τη διεπαφή αυτή του R1.**

Άσκηση 7: Ένα εταιρικό δίκτυο

7.1) Προσθέστε στον C1 κύρια στατική εγγραφή για το δίκτυο 192.168.1.0/24 μέσω της συντομότερης διαδρομής και δευτερεύουσα στατική εγγραφή μέσω του C2. Παρομοίως, για το δίκτυο 192.168.2.0/24.

```
C1(config)# ip route 192.168.1.0/24 10.0.1.1
C1(config)# ip route 192.168.1.0/24 10.0.0.2 2
C1(config)# ip route 192.168.2.0/24 10.0.2.1
C1(config)# ip route 192.168.2.0/24 10.0.0.2 2
```

7.2) Προσθέστε στον C2 κύρια στατική εγγραφή για το δίκτυο 192.168.1.0/24 μέσω της συντομότερης διαδρομής και δευτερεύουσα στατική εγγραφή μέσω του C1. Παρομοίως, για το δίκτυο 192.168.2.0/24.

```
C2(config)# ip route 192.168.1.0/24 10.0.1.5
C2(config)# ip route 192.168.1.0/24 10.0.0.1 2
C2(config)# ip route 192.168.2.0/24 10.0.2.5
C2(config)# ip route 192.168.2.0/24 10.0.0.1 2
```

7.3) Προσθέστε στο R1 κύρια και δευτερεύουσα στατική εγγραφή για δίκτυο 192.168.2.0/24 μέσω C1-C2, αντίστοιχα.

```
R1(config)# ip route 192.168.2.0/24 10.0.1.2
R1(config)# ip route 192.168.2.0/24 10.0.1.6 2
```

7.4) Προσθέστε στο R2 κύρια και δευτερεύουσα στατική εγγραφή για δίκτυο 192.168.1.0/24 μέσω C1-C2, αντίστοιχα.

```
R2(config)# ip route 192.168.1.0/24 10.0.2.2
R2(config)# ip route 192.168.1.0/24 10.0.2.6 2
```

7.5) Επιβεβαιώστε ότι το PC1 επικοινωνεί με το PC2. Εάν όχι, ελέγξτε ότι η τοπολογία και οι στατικές εγγραφές δρομολόγησης έχουν ορισθεί σωστά.

```
root@PC1:~ # ping 192.168.2.2
PING 192.168.2.2 (192.168.2.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=0 ttl=61 time=1.973 ms
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=1 ttl=61 time=1.032 ms
^C
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.032/1.503/1.973/0.471 ms
```

7.6) Αποσυνδέστε τη ζεύξη WAN2. Επικοινωνεί το PC1 με το PC2; **Ναι**

```
root@PC1:~ # ping 192.168.2.2
PING 192.168.2.2 (192.168.2.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=0 ttl=61 time=2.293 ms
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=1 ttl=61 time=1.597 ms
^C
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.597/1.945/2.293/0.348 ms
```

7.7) Ποια διαδρομή ακολουθούν τα πακέτα IP από το PC1 προς το PC2 και ποια από το PC2 προς το PC1;

PC1 -> R1 -> C1 -> C2 -> R2 -> PC2

```
root@PC1:~ # traceroute 192.168.2.2
traceroute to 192.168.2.2 (192.168.2.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  0.387 ms  0.279 ms  0.281 ms
 2  10.0.1.2 (10.0.1.2)  0.709 ms  0.602 ms  0.444 ms
 3  10.0.1.6 (10.0.1.6)  0.639 ms  0.683 ms  0.720 ms
 4  10.0.2.5 (10.0.2.5)  0.852 ms  0.801 ms  0.799 ms
 5  192.168.2.2 (192.168.2.2)  1.417 ms  1.108 ms  1.167 ms
```

PC2 -> C2 -> R1 -> PC1

```
root@PC2:~ # traceroute 192.168.1.2
traceroute to 192.168.1.2 (192.168.1.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.2.1 (192.168.2.1)  0.368 ms  0.361 ms  0.328 ms
 2  10.0.2.6 (10.0.2.6)  0.474 ms  0.428 ms  0.363 ms
 3  10.0.1.1 (10.0.1.1)  0.807 ms  0.695 ms  0.683 ms
 4  192.168.1.2 (192.168.1.2)  1.019 ms  1.093 ms  0.934 ms
```

7.8) Κάντε traceroute από το PC1 στο PC2 και καταγράψτε τις διευθύνσεις IP της διαδρομής. Αντιστοιχούν αυτές στις IP των διεπαφών από τις οποίες διέρχονται τα πακέτα IP με προορισμό το PC2; Γιατί; **Δεν αντιστοιχούν στις διεπαφές των δρομολογητών από τις οποίες διέρχεται ένα πακέτο από το PC1 στο PC2 αλλά αντιστοιχούν σε αυτές που είναι πιο κοντά στο PC1 καθώς στέλνεται το πακέτο time exceeded στο PC1 από τον εκάστοτε δρομολογητή.**

7.9) Κάντε ping από το PC2 προς το PC1. Πόσα βήματα βλέπετε να απέχει το PC1; **4** Γιατί; **Βλέπουμε το TTL του Reply που στέλνεται από το PC1 προς το PC2 το οποίο ακολουθεί τη διαδρομή: PC1 -> R1 -> C1 -> C2 -> R2 -> PC2. Το TTL μειώνεται μόνο στους ενδιάμεσους κόμβους(δρομολογητές) συνεπώς βλέπουμε 4 βήματα.**

7.10) Εάν έχουμε ταυτόχρονη βλάβη στις ζεύξεις WAN2 και WAN3, επικοινωνεί το PC1 με το PC2 και ποια διαδρομή ακολουθούν τώρα τα πακέτα IP. **Ναι επικοινωνούν**

PC1 -> R1 -> C1 -> C2 -> R2 -> PC2

```
root@PC1:~ # traceroute 192.168.2.2
traceroute to 192.168.2.2 (192.168.2.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  0.385 ms  0.294 ms  0.252 ms
 2  10.0.1.2 (10.0.1.2)  0.401 ms  0.344 ms  0.318 ms
 3  10.0.0.2 (10.0.0.2)  0.511 ms  0.456 ms  0.484 ms
 4  10.0.2.5 (10.0.2.5)  0.627 ms  0.615 ms  0.650 ms
 5  192.168.2.2 (192.168.2.2)  0.925 ms  0.969 ms  0.952 ms

root@PC2:~ # traceroute 192.168.1.2
traceroute to 192.168.1.2 (192.168.1.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.2.1 (192.168.2.1)  0.438 ms  0.315 ms  0.245 ms
 2  10.0.2.6 (10.0.2.6)  0.472 ms  0.445 ms  0.405 ms
 3  10.0.0.1 (10.0.0.1)  0.820 ms  0.810 ms  0.829 ms
 4  10.0.1.1 (10.0.1.1)  1.107 ms  0.953 ms  0.940 ms
 5  192.168.1.2 (192.168.1.2)  1.513 ms  1.136 ms  1.160 ms
```

7.11) Τι θα συμβεί με το ping από το PC1 στο PC2 εάν έχουμε ταυτόχρονη βλάβη στις ζεύξεις WAN2 και WAN4.

```
root@PC1:~ # ping 192.168.2.2
PING 192.168.2.2 (192.168.2.2): 56 data bytes
^C
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss
```

7.12) Ποιο είναι κατά τη γνώμη σας το σημαντικότερο μειονέκτημα μιας τέτοιας τοπολογίας εταιρικού δικτύου; Για μεγάλη κλίμακα οι πολλαπλές ζεύξεις (το ότι κάθε τοπικός δρομολογητής έχει δύο ζεύξεις άφιξης) θα περιπλέξουν υπερβολικά το δίκτυο.