



Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 6

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ QUAGGA ΚΑΙ FRROUTING (FRR)

Κουστένης Χρίστος | el20227 | 19/03/2024

1-16 --> Setup

Άσκηση 1: Γνωριμία με το περιβάλλον του FRR

1.1

telnet localhost 2601

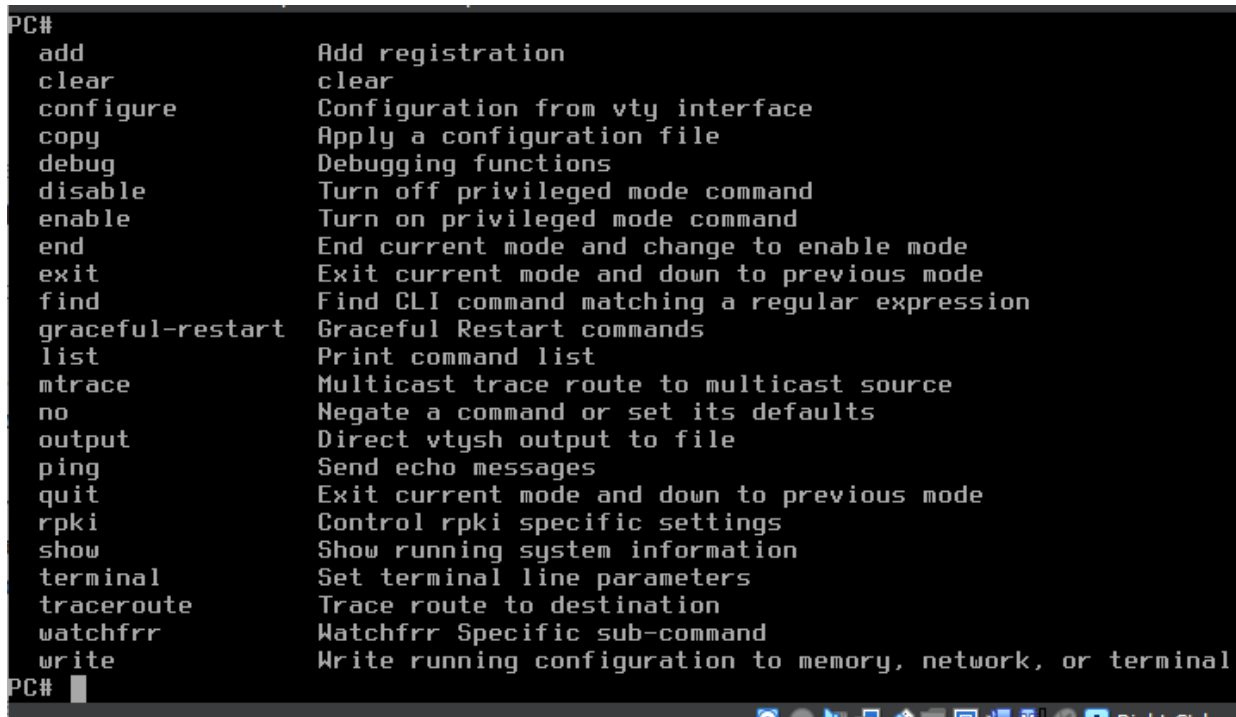
Παρατηρώ το ακόλουθο μήνυμα λάθους που οφείλεται στο ότι δεν έχει οριστεί κωδικός στην υπηρεσία.

1.2

vttysh

1.3

23 εντολές.



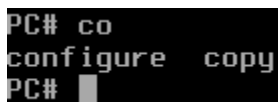
```
PC#  
add          Add registration  
clear        clear  
configure    Configuration from vty interface  
copy         Apply a configuration file  
debug        Debugging functions  
disable      Turn off privileged mode command  
enable       Turn on privileged mode command  
end          End current mode and change to enable mode  
exit         Exit current mode and down to previous mode  
find         Find CLI command matching a regular expression  
graceful-restart Graceful Restart commands  
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  
traceroute   Trace route to destination  
watchfrr     Watchfrr Specific sub-command  
write        Write running configuration to memory, network, or terminal  
PC#
```

1.4

Μας συμπληρώνει ολόκληρη την εντολή.

1.5

Εμφανίζει όλες τις δυνατές εντολές που προκύπτουν από το μέρος της συμβολοσειράς που γράψαμε μέχρι στιγμής.



```
PC# co  
configure  copy  
PC#
```

Αν πατήσουμε το «?» εκτός από τις δυνατές εντολές εμφανίζεται και η περιγραφή της λειτουργίας τους.

```
PC# co
  configure Configuration from vty interface
  copy      Apply a configuration file
PC# co
```

1.6

```
PC# sh ver
FRRouting 8.5.4 (PC) on FreeBSD(13.2-RELEASE).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.
configured with:
  '--enable-user=frr' '--enable-group=frr' '--enable-vty-group=frrvty' '--enable-vtysh' '--disable-doc-html' '--sysconfdir=/usr/local/etc/frr' '--localstatedir=/var/run/frr' '--disable-nhrpd' '--disable-pathd' '--disable-ospfclient' '--disable-pimd' '--disable-pbrd' '--with-vtysh-pager=cat' '--enable-backtrace' '--disable-config-rollbacks' '--disable-datacenter' '--enable-fpm' '--disable-ldpd' '--without-libpam' '--enable-rpki' '--disable-sharpd' '--disable-shell-access' '--disable-snmp' '--disable-tcmalloc' '--prefix=/usr/local' '--mandir=/usr/local/man' '--disable-silent-rules' '--infodir=/usr/local/share/info/' '--build=i386-portbld-freebsd13.2' 'build_alias=i386-portbld-freebsd13.2' 'PKG_CONFIG=pkgconf' 'PKG_CONFIG_LIBDIR=/usr/local/share/pkgconfig:/usr/libdata/pkgconfig' 'CC=cc' 'CFLAGS=-D_FORTIFY_SOURCE=2 -pipe -fstack-protector-strong -fno-strict-aliasing' 'LDFLAGS=-L/usr/local/lib -L/usr/local/lib -fstack-protector-strong' 'LIBS=' 'CPPFLAGS=-I/usr/local/include -I/usr/local/include' 'CPP=cpp' 'CXX=c++' 'CXXFLAGS=-O2 -pipe -fstack-protector-strong -fno-strict-aliasing' 'PYTHON=/usr/local/bin/python3.9'
```

sh version

1.7

wt

1.8

show running-config

1.9

configure terminal

1.10

hostname R1

Μας αλλάζει το prompt.

1.11

password ntua

1.12

2 φορές

Η μία μας πάει στο Privileged EXEC και η άλλη στο αρχικό κέλυφος UNIX.

1.13

Υπάρχει prompt για password.

1.14

Στο User EXEC.

1.15

10 εντολές.

```
PC>
debug      Debugging functions
enable     Turn on privileged mode command
exit       Exit current mode and down to previous mode
find       Find CLI command matching a regular expression
help       Description of the interactive help system
list       Print command list
quit       Exit current mode and down to previous mode
show       Show running system information
terminal   Set terminal line parameters
who        Display who is on vty
PC>
```

1.16

Είναι μικρότερος γιατί πριν ήμασταν στο Priviledged EXEC mode και είχαμε περισσότερα δικαιώματα.

1.17

show interface

1.18

show ip forwarding

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

1.19

show ip route

1.20

Όχι δε μπορούμε, καθώς δεν είμαστε προνομιούχος χρήστης και δεν αναγνωρίζεται η εντολή μας.

1.21

enable

1.22

Πλέον μπορούμε να δούμε την παραμετροποίηση του FRR, η οποία περιλαμβάνει και το password που ορίσαμε.

1.23

18 εντολές.

```
PC#
clear      Clear stored data in all pthreads
configure  Configuration from vty interface
copy       Copy configuration
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
help       Description of the interactive help system
list       Print command list
logmsg     Send a message to enabled logging destinations
no         Negate a command or set its defaults
quit       Exit current mode and down to previous mode
show       Show running system information
terminal   Set terminal line parameters
who        Display who is on vty
write      Write running configuration to memory, network, or terminal
PC#
```

1.24

list

1.25

configure terminal

|

v

enable password ntua

1.26

service password-encryption

1.27

write memory

“Configuration saved to /usr/local/etc/frr/zebra.conf”

1.28

Ζητείται κωδικός(= «ntua» όπως ορίστηκε).

1.29

Βρεθήκαμε στο επίπεδο Privileged EXEC. Όχι, δε ζητήθηκε συνθηματικό.

1.30

write memory

```
PC# write memory
Note: this version of vtysh never writes vtysh.conf

Warning: attempting direct configuration write without watchfrr.
File permissions and ownership may be incorrect, or write may fail.

Building Configuration...
Integrated configuration saved to /usr/local/etc/frr/frr.conf
[OK]
PC#
```

Integrated configuration saved to /usr/local/etc/frr/frr.conf

Πριν ήμασταν συνδεδεμένοι στον daemon zebra ενώ τώρα στην vtysh και έτσι ενημερώνεται το integrated configuration file vtysh.conf που αφορά όλους τους δαίμονες του FRR.

1.31

Θα προτιμούσαμε το ssh, καθώς μέσω telnet το συνθηματικό θα μεταφέρονταν ως Plaintext με αποτέλεσμα να είναι επιρρεπές σε υποκλοπές από τρίτους.

Άσκηση 2: Δρομολόγηση σε ένα βήμα

2.1

PC1

vtys

configure terminal --> Είσοδος σε Global Configuration Mode

hostname PC1 --> Μετονομασία σε PC1

interface em0 --> Είσοδος σε Interface Configuration Mode για τον em0

ip address 192.168.1.2/24 --> Θέτουμε τη ζητούμενη ip διεύθυνση.

exit --> Επιστροφή σε Global Configuration Mode

exit --> Επιστροφή σε Privileged Exec Mode

write file --> Αποθήκευση αλλαγών

PC2**vttysh****configure terminal** --> Είσοδος σε Global Configuration Mode**hostname PC2** --> Μετονομασία σε PC2**interface em0** --> Είσοδος σε Interface Configuration Mode για τον em0**ip address 192.168.2.2/24** --> Θέτουμε τη ζητούμενη ip διεύθυνση.**exit** --> Επιστροφή σε Global Configuration Mode**exit** --> Επιστροφή σε Privileged Exec Mode**write file** --> Αποθήκευση αλλαγών

2.2R1**cli****configure terminal** --> Είσοδος σε Global Configuration Mode**hostname R1** --> Μετονομασία σε R1**interface em0** --> Είσοδος σε Interface Configuration Mode για τον em0**ip address 192.168.1.1/24** --> Θέτουμε τη ζητούμενη ip διεύθυνση.**exit** --> Επιστροφή σε Global Configuration Mode**interface em1** --> Είσοδος σε Interface Configuration Mode για τον em1**ip address 192.168.2.1/24** --> Θέτουμε τη ζητούμενη ip διεύθυνση**exit** --> Επιστροφή σε Privileged Exec Mode**write file** --> Αποθήκευση αλλαγών

2.3

show interface --> PC1

```
Interface em0 is up, line protocol is up
Link ups:      1      last: 2024/03/21 18:05:00.06
Link downs:    0      last: (never)
vrf: default
index 1 metric 1 mtu 1500 speed 1000
flags: <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
Type: Ethernet
HWaddr: 08:00:27:86:ac:bd
inet 192.168.1.2/24
Interface Type Other
Interface Slave Type None
protodown: off
  input packets 1, bytes 60, dropped 0, multicast packets 1
  input errors 0
  output packets 1, bytes 42, multicast packets 0
  output errors 0
  collisions 0
Interface lo0 is up, line protocol is up
Link ups:      1      last: 2024/03/21 17:51:00.78
Link downs:    0      last: (never)
vrf: default
index 2 metric 1 mtu 16384 speed 0
flags: <UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST>
Type: Loopback
```

show interface --> PC2

```
Interface em0 is up, line protocol is up
Link ups:      1      last: 2024/03/21 18:04:38.17
Link downs:    0      last: (never)
vrf: default
index 1 metric 1 mtu 1500 speed 1000
flags: <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
Type: Ethernet
HWaddr: 08:00:27:23:70:ba
inet 192.168.2.2/24
Interface Type Other
Interface Slave Type None
protodown: off
  input packets 1, bytes 60, dropped 0, multicast packets 1
  input errors 0
  output packets 1, bytes 42, multicast packets 0
  output errors 0
  collisions 0
Interface lo0 is up, line protocol is up
```


show interface em0 --> R1

```
R1# show interface em0
Interface em0 is up, line protocol detection is disabled
  index 1 metric 1 mtu 1500
  flags: <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
  HWaddr: 08:00:27:b5:ae:07
  inet 192.168.1.1/24 broadcast 192.168.1.255
  inet6 fe80::a00:27ff:feb5:ae07/64
    input packets 0, bytes 0, dropped 0, multicast packets 0
    input errors 0
    output packets 6, bytes 480, multicast packets 5
    output errors 0
    collisions 0
R1#
```

show interface em1 --> R1

```
R1# show interface em1
Interface em1 is up, line protocol detection is disabled
  index 2 metric 1 mtu 1500
  flags: <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
  HWaddr: 08:00:27:03:ba:77
  inet 192.168.2.1/24 broadcast 192.168.2.255
  inet6 fe80::a00:27ff:fe03:ba77/64
    input packets 0, bytes 0, dropped 0, multicast packets 0
    input errors 0
    output packets 4, bytes 340, multicast packets 3
    output errors 0
    collisions 0
R1#
```

2.4

show ip forwarding

|

v

IP forwarding is on

2.5

PC1

configure terminal

ip route 192.168.2.0/24 192.168.1.1

2.6

PC2

configure terminal

ip route 192.168.1.0/24 192.168.2.1

2.7

Με « **show ip route** » σε Privileged Exec Mode(ή σε User Exec Mode).

Στο PC1 εμφανίζονται οι παρακάτω διαδρομές :

```
PC1# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, T - Table,
       v - VNC, V - VNC-Direct, A - Babel, f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
       t - trapped, o - offload failure

C>* 192.168.1.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 01:52:26
S>* 192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:06:08
PC1#
```

και στο PC2 οι ακόλουθες :

```
PC2# show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, T - Table,
       v - VNC, V - VNC-Direct, A - Babel, f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
       t - trapped, o - offload failure

S>* 192.168.1.0/24 [1/0] via 192.168.2.1, em0, weight 1, 00:07:03
C>* 192.168.2.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 01:54:31
PC2#
```

2.8

Διακρίνουμε τις διαδρομές που ορίστηκαν από εμάς αφού έχουν κωδικό **S** που ερμηνεύεται ως **Static**. Επίσης αναφέρεται ρητά το route: «**192.168.X.0/24 [1/0] via 192.168.X.1, em0 ...**» ενώ στο άλλο route αναφέρει « **...directly connected...** »

2.9

netstat -rn -4 ---> PC1

```
root@PC:~ # netstat -rn -4
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway          Flags      Netif  Expire
127.0.0.1         link#2           UH         lo0
192.168.1.0/24    link#1           U          em0
192.168.1.2       link#1           UHS        lo0
192.168.2.0/24    192.168.1.1     UG1        em0
root@PC:~ #
```

netstat -rn -4 ---> PC2

```
root@PC:~ # netstat -rn -4
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway          Flags      Netif  Expire
127.0.0.1         link#2           UH         lo0
192.168.1.0/24    192.168.2.1     UG1        em0
192.168.2.0/24    link#1           U          em0
192.168.2.2       link#1           UHS        lo0
root@PC:~ #
```

2.10

Ναι, επικοινωνούν.

2.11

R1

configure terminal

interface em0

ip address 192.168.1.200/24

exit[x2]

show interface em0

```
R1# show interface em0
Interface em0 is up, line protocol detection is disabled
index 1 metric 1 mtu 1500
flags: <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
HWaddr: 08:00:27:b5:ae:07
inet 192.168.1.1/24 broadcast 192.168.1.255
inet 192.168.1.200/24 broadcast 192.168.1.255 secondary
inet6 fe80::a00:27ff:feb5:ae07/64
input packets 5, bytes 452, dropped 0, multicast packets 1
input errors 0
output packets 12, bytes 956, multicast packets 5
output errors 0
collisions 0
R1#
```

Παρατηρούμε ότι η νεορισθείσα διεύθυνση δεν αντικαθιστά την προηγούμενη και προστίθεται ως secondary.

2.12

R1

ifconfig em0

Ναι, συμφωνούν.

2.13

Σε Interface Configuration Mode εκτελούμε :

no ip address 192.168.1.200/24

Σε Privileged Exec Mode εκτελούμε :

show interface em0

Παρατηρούμε ότι η διαγραφή έγινε επιτυχώς.

2.14

Σε Privileged Exec Mode :

write file

2.15

Τα αρχεία που φαίνονται παρακάτω :

```
R1# write file
Building Configuration...
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/zebra.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/ripd.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/ripngd.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/ospfd.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/ospf6d.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/bgpd.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/isisd.conf
[OK]
```

2.16

Μετά από έξοδο από το cli εκτελούμε « **config save** ».

Άσκηση 3: Δρομολόγηση σε περισσότερα βήματα

3.1

show interface

show ip route

Επιβεβαιώνουμε ότι οι διευθύνσεις IP και οι στατικές διαδρομές είναι ορισμένες σωστά στα PC1 και PC2.

3.2

R1

configure terminal --> Είσοδος σε Global Configuration Mode

interface em1 --> Είσοδος σε Interface Configuration Mode

ip address 172.17.17.1/30 --> Ορισμός IP διεύθυνσης(WAN1)

no ip address 192.168.2.1/24 --> Κατάργηση της IP που είχε απομείνει από πριν.

Στην em0 έχουμε από πριν τη σωστή IP.

3.3

R2

configure terminal --> Είσοδος σε Global Configuration Mode

interface em0 --> Είσοδος σε Interface Configuration Mode

ip address 192.168.2.1/24 --> Ορισμός IP διεύθυνσης(LAN2)

no ip address 192.168.1.1/24 --> Κατάργηση της IP που είχε απομείνει λόγω δημιουργίας του R2 ως linked clone

exit

interface em1 --> Είσοδος σε Interface Configuration Mode

ip address 172.17.17.2/30 --> Ορισμός IP διεύθυνσης(WAN1)

no ip address 192.168.2.1/24 --> Κατάργηση της IP που είχε απομείνει από πριν.

3.4

Όντας σε configuration mode στο R1 εκτελούμε

ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.2

3.5

Όντας σε configuration mode στο R2 εκτελούμε

ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.1

3.6

PC1

telnet 192.168.1.1 2601

Πρέπει να θέσουμε vty κωδικό για απομακρυσμένες συνδέσεις.

Στο R1 εκτελούμε την εντολή «**password ntua**».

Ύστερα, από το PC1 ξανατρέχουμε την προηγούμενη εντολή και πλέον συνδεόμαστε βάζοντας το συνθηματικό ntua όταν μας το ζητάει.

3.7

Το telnet είναι εντολή φλοιού και άρα δεν μπορούμε να την εκτελέσουμε μέσα από το vtysh

3.8

Ναι, μπορούμε και ping και traceroute να κάνουμε.

```
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=62 time=1.961 ms
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.699 ms
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=2 ttl=62 time=0.715 ms
^C
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.699/1.125/1.961/0.591 ms
root@PC1:~ #
```

```

root@PC2:~ # 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=63 time=0.507 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.444 ms
^C
--- 192.168.1.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.444/0.476/0.507/0.031 ms
root@PC2:~ #

```

```

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)  0.265 ms  0.212 ms  0.170 ms
 2 172.17.17.1 (172.17.17.1)  0.301 ms  0.280 ms  0.264 ms
 3 192.168.1.2 (192.168.1.2)  0.542 ms  0.320 ms  0.408 ms
root@PC2:~ #

round-trip min/avg/max/stddev = 0.453/0.428/0.501/0.031 ms
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)  0.311 ms  0.212 ms  0.159 ms
 2 172.17.17.2 (172.17.17.2)  0.305 ms  0.309 ms  0.352 ms
 3 192.168.2.2 (192.168.2.2)  0.535 ms  0.452 ms  0.435 ms
root@PC1:~ #

```

3.9

Στην 192.168.2.1 γιατί υπάρχει στο R1 εγγραφή για το υποδίκτυο 192.168.2.0/24

3.10

PC2

telnet 192.168.1.1 2601

who

```

R1> who
vty[18] connected from 192.168.1.2.
vty[19] connected from 192.168.2.2.

```

3.11

Με την εντολή « who » βλέπουμε τους απομακρυσμένους χρήστες και όχι αυτόν που συνδέθηκε τοπικά με vtysh.

3.12

Από την απομακρυσμένη στο R2 σύνδεση δεν αναγνωρίζεται ούτε η εντολή ping, αλλά ούτε και η traceroute. Από την τοπική μέσω vtysh σύνδεση στο R2 αναγνωρίζονται μεν οι εντολές και εκτελούνται, ωστόσο, δε λαμβάνουμε απάντηση από το PC1.

3.13

Διότι τα PC1 και PC2 δε μπορούν να απαντήσουν στις διεπαφές των R2 και R1 αντίστοιχα, οι οποίες βρίσκονται στο WAN1 και δεν υπάρχουν αντίστοιχες εγγραφές στου πίνακες δρομολόγησης τους.

3.14

no ip route 192.168.2.0/24 192.168.1.1

ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1

3.15

no ip route 192.168.1.0/24 192.168.2.1

ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1

3.16

Ναι, επιτυγχάνουν.

Άσκηση 4: Εναλλακτικές διαδρομές

4.1

Είναι σωστά ορισμένες από την άσκηση 3. Ωστόσο, τις ελέγχουμε με « do show interface » και « do show ip route »

4.2

R1

hostname R1 --> Global Configuration Mode

configure terminal

interface em0

ip address 192.168.1.1/24

exit

interface em1

ip address 172.17.17.1/30

exit

interface em2

ip address 172.17.17.5/30

4.3

Εκτελούμε όντας στο Configuration mode « **ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.2** ».

4.4

do show ip route --> R1(config)


```

R1(config)# do 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
R1(config)#

```

4.5

netstat -rn --> R1 (Εκτός cli)

```

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

```

Ναι, συμφωνούν με τη διαφορά ότι στο αποτέλεσμα της netstat δεν εμφανίζονται μόνο networks αλλά και hosts που αφορούν τις διαφορετικές διεπαφές του R1.

4.6

Εμφανίζονται οι σημαίες UG1, οι οποίες σημαίνουν πως η διαδρομή είναι ενεργή (U), ο προορισμός είναι πύλη, η οποία θα αποφασίσει για την περαιτέρω προώθηση των πακέτων (G) και ότι εμπλέκεται συγκεκριμένο πρωτόκολλο δρομολόγησης (Protocol specific routing flag #1 (1)).

4.7

R2

cli

configure terminal

hostname R2

interface em0

ip address 192.168.2.1/24

exit

interface em1

exit

interface em2

ip address 172.17.17.9/30

4.8

R2

ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.1 --> Global Configuration Mode

4.9

R3

cli

configure terminal

hostname R3

interface em0

ip address 172.17.17.6/30

exit

interface em1

ip address 172.17.17.10/30

4.10

Για το LAN1: ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.5

Για το LAN2: ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.9

4.11

Ναι

4.12

Δε λαμβάνουμε απάντηση. Αρχικά, τα ICMP πακέτα, αφού δεν υπάρχει εγγραφή για την διεύθυνση 172.17.17.6 ή για το υποδίκτυο στο οποίο ανήκει αυτή στο routing table του PC2, στέλνονται στο R2 που είναι το default gateway. Το R2 όμως δεν είναι άμεσα συνδεδεμένο (όπως συμβαίνει στο προηγούμενο ring) με το υποδίκτυο στο οποίο ανήκει η 172.17.17.6 (που είναι το 172.17.17.4) και ούτε διαθέτει αντίστοιχη εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης του.

4.13

192.168.1.1 --> 172.17.17.2 --> 192.168.2.2 (δηλαδή PC1 -> R1 -> R2 -> PC2)

Άσκηση 5: Σφάλμα καλωδίου και αυτόματη αλλαγή στη δρομολόγηση

5.1

`ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.6 2 --> R1(Global Configuration Mode)`

5.2

Την τιμή 2 γιατί η προηγούμενη εγγραφή για το LAN2 (μέσω του R2) είχε distance 1.

5.3

`ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.10 2 --> R2(Global Configuration Mode)`

5.4

Οι εγγραφές για τα LAN1 και LAN2 των R1 και R2 φαίνονται στις παρακάτω εικόνες:

```
R1(config)# do 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
R1(config)#
```

```
R2(config)# do 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
R2(config)#
```

5.5

Ενεργοποιημένη είναι η διαδρομή μέσω του R2, πράγμα που υποδηλώνεται από το βελάκι (> - Selected route) και τον αστερίσκο (* - Forward Information Base route).

5.6

Στο σημείο εντός του κόκκινου πλαισίου στην παρακάτω εικόνα(στο αντίστοιχο σημείο για το R1)

```

R2(config)# do 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
R2(config)#

```

5.7

Είναι ενεργοποιημένη η διαδρομή μέσω R1.

5.8

Όντας σε privileged exec mode εκτελούμε στον R1:

```
configure terminal
```

```
interface em1
```

```
link-detect
```

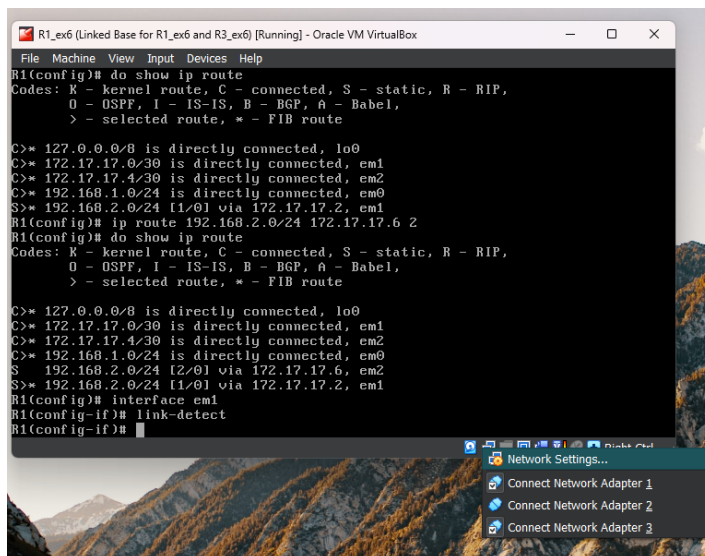
Αντίστοιχα στον R2:

```
configure terminal
```

```
interface em1
```

```
link-detect
```

5.9



5.10

Βλέπουμε πως είναι πλέον ενεργοποιημένη η διαδρομή μέσω του R3:

```
R1(config-if)# do show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static,
       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>* 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 η ένδειξη « inactive », η οποία μας ενημερώνει πως η διαδρομή δεν είναι διαθέσιμη.

5.12

Ναι, αντίθετα με πριν, πλέον η διαδρομή προς το LAN2 από το R1 γίνεται μέσω του R3. Επίσης εξαφανίστηκε η εγγραφή που υπήρχε για το WAN1.

```
[root@R1]~# netstat -rn
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway          Flags      Refs      Use  Netif  Expire
127.0.0.1         link#4          UH         0         305   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          3   em2
172.17.17.5       link#3          UHS        0          0   lo0
192.168.1.0/24    link#1          U          0         21   em0
192.168.1.1       link#1          UHS        0          0   lo0
192.168.2.0/24    172.17.17.6     UG1        0          0   em2
```

5.13

Στο R2 παραμένει ενεργοποιημένη η διαδρομή μέσω του R1 για το LAN1, αφού δεν απενεργοποιήσαμε το καλώδιο της em1 του R2.

5.14

Αποσυνδέουμε το καλώδιο και βλέπουμε μέσω του πίνακα δρομολόγησης του R2 πως η αλλαγή έγινε όπως αναμέναμε.

```
R2(config-if)# do 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>* 172.17.17.8/30 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

Επιβεβαιώνουμε τα παραπάνω: (PC1 → R1(em0) → R3(em0) → R2(em2) → PC2)

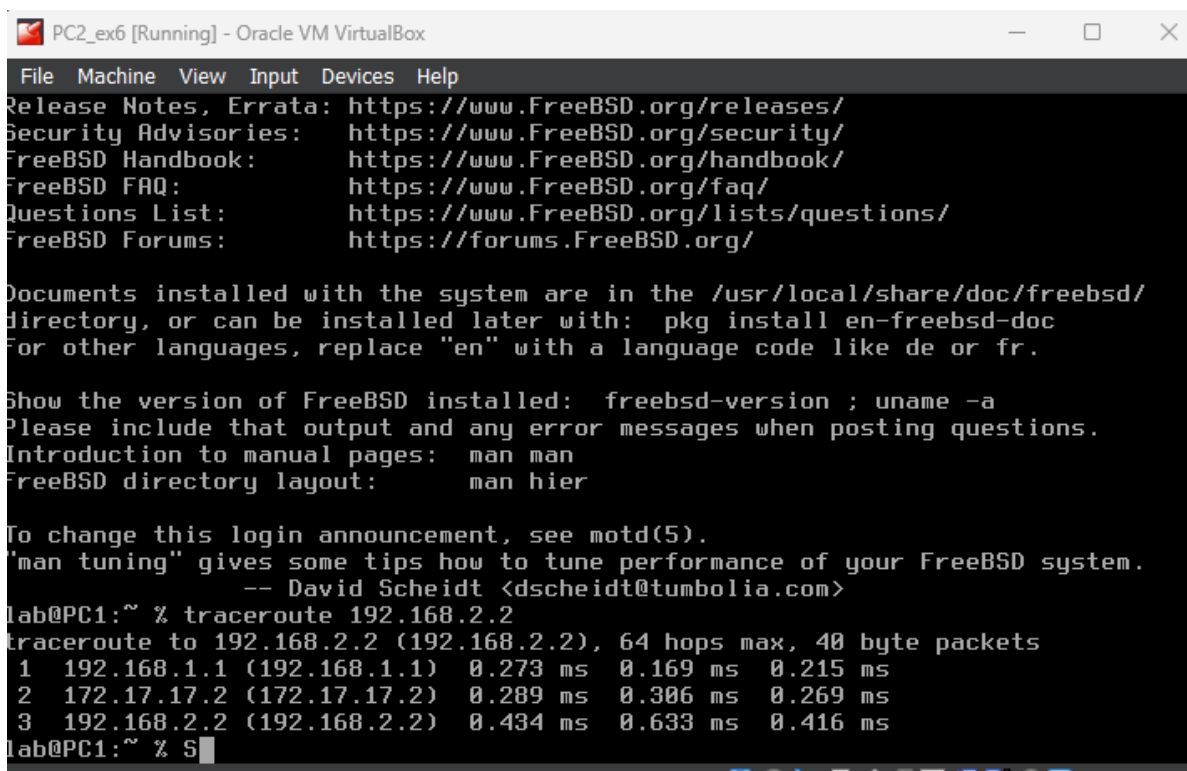
```
root@PC1:~ # traceroute 192.168.2.2
traceroute to 192.168.2.2 (192.168.2.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  0.660 ms  0.198 ms  0.171 ms
 2  172.17.17.6 (172.17.17.6)  0.446 ms  0.341 ms  0.310 ms
 3  172.17.17.9 (172.17.17.9) 16.604 ms  0.383 ms  0.353 ms
 4  192.168.2.2 (192.168.2.2)  0.928 ms  0.608 ms  0.554 ms
root@PC1:~ #
```

5.16

Εκτελούμε από το PC2 « **ssh lab@192.168.1.2** » και ως password εισάγουμε το « ntua ». Επαναφέροντας τα καλώδια, η σύνδεση δε διακόπτεται.

5.17

Κάνοντας ξανά traceroute από το PC1 μέσω ssh βλέπουμε πως ακολουθείται η διαδρομή PC1 → R1(em0) → R2(em1) → PC2.



```
PC2_ex6 [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Release Notes, Errata: https://www.FreeBSD.org/releases/
Security Advisories:  https://www.FreeBSD.org/security/
FreeBSD Handbook:    https://www.FreeBSD.org/handbook/
FreeBSD FAQ:         https://www.FreeBSD.org/faq/
Questions List:      https://www.FreeBSD.org/lists/questions/
FreeBSD Forums:      https://forums.FreeBSD.org/

Documents installed with the system are in the /usr/local/share/doc/freebsd/
directory, or can be installed later with: pkg install en-freebsd-doc
For other languages, replace "en" with a language code like de or fr.

Show the version of FreeBSD installed: freebsd-version ; uname -a
Please include that output and any error messages when posting questions.
Introduction to manual pages: man man
FreeBSD directory layout:    man hier

To change this login announcement, see motd(5).
"man tuning" gives some tips how to tune performance of your FreeBSD system.
-- David Scheidt <dscheidt@tumbolia.com>
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)  0.273 ms  0.169 ms  0.215 ms
 2  172.17.17.2 (172.17.17.2)  0.289 ms  0.306 ms  0.269 ms
 3  192.168.2.2 (192.168.2.2)  0.434 ms  0.633 ms  0.416 ms
lab@PC1:~ % S
```

Άσκηση 6: Διευθύνσεις διαχείρισης (loopback)

6.1

Όντας σε configuration mode σε κάθε δρομολογητή εκτελούμε:

R1: « **interface lo0** » → « **ip address 172.22.22.1/32** »

R2: « **interface lo0** » → « **ip address 172.22.22.2/32** »

R3: « **interface lo0** » → « **ip address 172.22.22.3/32** »

6.2

Από το PC1 επιτυγχάνει το ping στην lo0 του R1 μόνο, ενώ από το PC2 στην lo0 του R2 μόνο. Τα υπόλοιπα ping απαντάνε με « Destination host unreachable » αφού δεν υπάρχει εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης για αυτές τις διευθύνσεις.

6.3

Εκτελούμε στο R1 όντας σε configuration mode

ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.2

ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.6

6.4

Εκτελούμε στο R2 όντας σε configuration mode

ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.1

ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.10

6.5

Εκτελούμε στο R3 όντας σε configuration mode

ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.5

ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.9

6.6

Ναι, μπορούμε.

6.7

Στο PC1 τα ICMP echo requests έχουν αποστολέα την IP 172.17.17.6 (em0 του R3), ενώ στο PC2 την 172.17.17.10 (em1 του R3).

6.8

ping -S 172.22.22.3 192.168.X.2 , X = {1,2}

6.9

Θα ορίζαμε ξεχωριστές εγγραφές για κάθε προορισμό, αντί να ορίσουμε μόνο default gateway.

6.10

Θα πετύχαιναν τα ping

- PC1 → R1
- PC1 → R3
- PC2 → R2
- PC2 → R3

ενώ θα αποτυγχάνανε τα

- PC1 → R2
 - PC2 → R1
-

6.11

R1

ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.6 2

ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.2 2

6.12

R2

ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.10 2

ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.1 2

6.13

R3

ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.9 2

ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.5 2

6.14

Έχει επιλεχθεί αυτή μέσω του WAN 1 όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

```
R1(config)# do 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
R1(config)#
```

6.15

Παρατηρούμε πως είναι πλέον inactive οι διαδρομές μέσω WAN1 ενώ η δρομολόγηση προς το loopback του R2 άλλαξε σωστά στην δευτερεύουσα ορισμένη.

```
R1(config)# do 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
R1(config)#
```

6.16

Δε μας εμφανίζει τις διαδρομές του WAN2 ως inactive, καθώς δεν έχουμε ορίσει τις διεπαφές (R1-em2) και (R3-em0) να κάνουν link-detect.

```
R1(config)# do show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       0 - 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
R1(config)#
```

Άσκηση 7: Ένα εταιρικό δίκτυο

7.1

ip route 192.168.1.0/24 10.0.1.1

ip route 192.168.1.0/24 10.0.0.2 2

ip route 192.168.2.0/24 10.0.2.1

ip route 192.168.2.0/24 10.0.0.2 2

7.2

ip route 192.168.1.0/24 10.0.1.5

ip route 192.168.1.0/24 10.0.0.1 2

ip route 192.168.2.0/24 10.0.2.5

ip route 192.168.2.0/24 10.0.0.1 2

7.3

ip route 192.168.2.0/24 10.0.1.2

ip route 192.168.2.0/24 10.0.1.6 2

7.4

ip route 192.168.1.0/24 10.0.2.2

ip route 192.168.1.0/24 10.0.2.6 2

7.5

Όλα λειτουργούν σωστά.

7.6

Ναι, επικοινωνεί.

7.7

Από το PC1 : R1 → C1 → C2 → R2 → PC2

Από το PC2 : R2 → C2 → R1 → PC1

7.8

```
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)  0.314 ms  0.238 ms  0.189 ms
 2  10.0.1.2 (10.0.1.2)  0.305 ms  0.324 ms  0.289 ms
 3  10.0.1.6 (10.0.1.6)  0.501 ms  0.346 ms  0.323 ms
 4  10.0.2.5 (10.0.2.5)  0.499 ms  0.464 ms  0.441 ms
 5  192.168.2.2 (192.168.2.2)  0.748 ms  0.625 ms  0.354 ms
root@PC1:~ #
```

Βλέπουμε το traceroute παραπάνω. Εμφανίζεται μια αναντιστοιχία την οποία και θα δούμε αναλυτικά.

Αρχικά, το PC1 στέλνει τα πακέτα, το R1 τα προωθεί μέσω της 10.0.1.1 και απαντάει στο PC1 μέσω της 192.168.1.1 που βλέπουμε. Στη συνέχεια, πάνε μέσω της κύριας διαδρομής για το LAN2, δηλαδή στο C1, το οποίο απαντάει πίσω από την 10.0.1.2, αλλά προωθεί μέσω της 10.0.0.1. Από εκεί, τα λαμβάνει το C2, το οποίο απαντάει μέσω της 10.0.1.6 και προωθεί μέσω της 10.0.2.6. Ύστερα, λαμβάνονται από το R2, το οποίο απαντάει μέσω της δευτερεύουσας διαδρομής, δηλαδή προς το C2 από την 10.0.2.5 δεδομένου ότι έχουμε κόψει το WAN2. Τέλος, απαντάει ο παραλήπτης PC2 από την 192.168.2.2. Επομένως, η αναντιστοιχία ουσιαστικά βρίσκεται στο βήμα C1 → C2, όπου λαμβάνουμε απάντηση από την em1 του C2 αντί της em0 αυτού, διότι η κύρια διαδρομή από το C2 για το LAN1 είναι μέσω του R1, οπότε και ακολουθείται αυτή μέσω WAN3.

7.9

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

Δηλαδή 4 βήματα (αντί για 5 που ήταν η διαδρομή PC1 -> PC2), γιατί το C2 στέλνει κατευθείαν τα πακέτα στο R1 χωρίς να χρειαστεί να τα στείλει στο CORE όπως γίνεται στην περίπτωση PC1 -> PC2

7.10

Συνεχίζουν να επικοινωνούν και η διαδρομή των πακέτων είναι

(PC1 → R1 → C1 → C2 → R2 → PC2) ή (PC2 → R2 → C2 → C1 → R1 → PC1).

7.11

Το ping θα αποτύχει και θα λάβουμε ως απάντηση από το C1 "Time to live exceeded", καθώς τα πακέτα θα εγκλωβιστούν σε ένα loop μεταξύ των C1 και C2.

7.12

Ο C2 λειτουργεί σαν backup και είναι σε αναμονή όσο λειτουργεί ο C1. Έτσι, δε γίνεται load balancing όταν και οι δύο δρομολογητές λειτουργούν και το δίκτυο παρουσιάζει αυξημένη κίνηση.
