

Όνοματεπώνυμο: Μοίρας Αλέξανδρος	Όνομα PC: LAPTOP-5A8R1JQR
Ομάδα: 3	Ημερομηνία: 6/4/2022

Εργαστηριακή Άσκηση 6

Εισαγωγή στο Quagga και FRRouting (FRR)

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

1

1.1 telnet localhost 2601

Λαμβάνουμε μήνυμα λάθους “Vty password is not set Connection closed by foreign host.”

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

1.2 vtysh

1.3 22

1.4 Ότι συμπληρώνεται αυτόματα η εντολή.

1.5 Ότι εμφανίζει εντολές που αρχίζουν με αυτά τα γράμματα. Αν πατήσουμε το ? εμφανίζεται και περιγραφή για αυτές τις εντολές.

1.6 sh version

1.7 wr <tab> t <tab>

1.8 show running-config

1.9 configure terminal

1.10 hostname R1

Παρατηρούμε αλλαγή στο prompt της κονσόλας

```
R0(config)# hostname R1
R1(config)#
```

1.11 password ntua

1.12 Δύο φορές.

1.13 Εμφανίζεται prompt για password.

1.14 Στο επίπεδο User EXEC.

1.15 9 εντολές.

1.16 Είναι σημαντικά μικρότερος

1.17 show interface

1.18 show ip forwarding

exit

interface em1

ip address 192.168.2.1/24

2.3 show interface (σε επίπεδο Privileged Exec)

```
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:bd:89:57
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 0, bytes 42, multicast packets 0
  output errors 0
  collisions 0
Interface em1 is up, line protocol is up
Link ups:        1      last: 2022/04/01 00:23:21.81
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:f6:b4:c5
inet 192.168.2.1/24
Interface Type Other
-More-- (byte 847)
```

2.4 show ip forwarding

Η προώθηση πακέτων είναι ενεργοποιημένη.

2.5 route add -net 192.168.2.0/24 192.168.1.1

2.6 route add -net 192.168.1.0/24 192.168.2.1

2.7 Ναι οι υπολογιστές επικοινωνούν.

2.8 configure terminal

interface em0

ip address 192.168.1.200/24

exit

exit

show interface em0

Παρατηρούμε ότι η διεύθυνση που μόλις ορίσαμε στη διεπαφή em0 καταχωρήθηκε σαν secondary και primary παρέμεινε η προηγούμενη.

```

R1# show interface em0
Interface em0 is up, line protocol is up
  Link ups:      1      last: 2022/04/01 00:22:34.41
  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:bd:89:57
  inet 192.168.1.1/24
  inet 192.168.1.200/24 secondary
  Interface Type Other
  Interface Slave Type None
    input packets 5, bytes 414, dropped 0, multicast packets 2
    input errors 0
    output packets 6, bytes 420, multicast packets 0
    output errors 0
    collisions 0

```

2.9 Ναι οι πληροφορίες συμφωνούν.

```

em0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
  options=9b<RXCSUM, TXCSUM, VLAN_MTU, VLAN_HWTAGGING, VLAN_HWCSUM>
  ether 08:00:27:bd:89:57
  hwaddr 08:00:27:bd:89:57
  inet 192.168.1.1 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.1.255
  inet 192.168.1.200 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.1.255
  nd6 options=29<PERFORMNUD,IFDISABLED,AUTO_LINKLOCAL>
  media: Ethernet autoselect (1000baseT <full-duplex>)
  status: active

```

2.10 configure terminal

interface em0

no ip address 192.168.1.200/24

do show interface em0

Εκεί ακόμα φαίνεται αυτή η IP ωστόσο πρόκειται για bug της show. Αν από το κέλυφος του Unix εκτελέσουμε `ifconfig em0` βλέπουμε ότι η IP έχει πράγματι διαγραφεί.

2.11 write memory

2.12 Ενημερώνονται τα `/usr/local/etc/frr/zebra.conf` και `/usr/local/etc/frr/staticd.conf`.

3

3.1 ifconfig em0

netstat -rn

3.2 configure terminal

hostname R1

interface em0

ip address 192.168.1.1/24

exit

interface em1

ip address 172.17.17.1/30

exit

3.3 configure terminal

```
hostname R2
```

```
interface em0
```

```
ip address 172.17.17.2/30
```

```
exit
```

```
interface em1
```

```
ip address 192.168.2.1/24
```

```
exit
```

3.4 ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.2

3.5 ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.1

3.6 Πρέπει να ορίσουμε συνθηματικό πρόσβασης (password ntua π.χ.)

```
telnet 192.168.1.1 2601
```

3.7 Όχι δεν μπορούμε διότι δεν υπάρχει εντολή telnet ώστε από τον R1 στον οποίο είμαστε συνδεδεμένοι να συνδεθούμε στον R2.

3.8 Στην 192.168.2.1 διότι για αυτήν γνωρίζει διαδρομή το PC1 (δίκτυο 192.168.2.0/24).

3.9 telnet 192.168.2.1 2601

Με την εντολή who. Όχι δεν εμφανίζεται ο χρήστης που έχει εισέλθει τοπικά μέσω vtysh.

```
R1> who
vty[28] connected from 192.168.2.2.
R1>
```

3.10 Όχι από την απομακρυσμένη δε μπορούμε, ενώ από την τοπική μπορούμε.

3.11 Γιατί το PC1 δεν ξέρει πού να στείλει την απάντηση του καθώς δεν έχει εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησής του για τη διεύθυνση 172.17.17.2

3.12 Μπορούμε να προσθέσουμε στους πίνακες δρομολόγησής τους διαδρομές προς το δίκτυο 172.17.17.0/30 μέσω των Routers R1, R2.

4

4.1 ifconfig em0

```
netstat -rn
```

```
route add default 192.168.1.1
```

4.2 configure terminal

```
interface em1
```

```
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
```

```
exit
```

```
hostname R1
```

```
4.3 ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.2
```

```
4.4 do show ip route
```

Εμφανίζονται οι διαδρομές προς τα δίκτυα που είναι απευθείας συνδεδεμένος ο δρομολογητής, προς τη διεύθυνση loopback και προς το δίκτυο 192.168.2.0/24.

```
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
```

4.5 Με το C στην αρχή της εγγραφής καθώς και ρητά αργότερα (is directly connected)

4.6 Με το S στην αρχή της εγγραφής.

4.7 Ναι συμφωνούν και υπάρχουν επιπλέον εγγραφές για τους Hosts με τους οποίους βρίσκεται σε ίδιο LAN ο R1.

```
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 Η σημαία U που δηλώνει ότι η διαδρομή είναι valid, σημαία G που δηλώνει ότι η σύνδεση είναι προς Gateway και ένας άσπος (1) που συμβολίζει ότι η εγγραφή αυτή δημιουργήθηκε από κάποιο πρωτόκολλο δρομολόγησης (το πρωτόκολλο 1).

4.9 configure terminal

```
interface em0
```

```
ip address 172.17.17.2/30
```

```
exit
```

```
interface em1
```

```
ip address 172.17.17.9/30
```

```
exit
```

```
interface em2
```

```
ip address 192.168.2.2/24
```

```
exit
```

```
hostname R2
```

```
4.10 ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.1
```

```
4.11 configure terminal
```

```
interface em0
```

```
ip address 172.17.17.6/30
```

```
exit
```

```
interface em1
```

```
ip address 172.17.17.10/30
```

```
exit
```

```
hostname R3
```

```
4.12 ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.5
```

```
ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.9
```

```
4.13 do show ip forwarding
```

Είναι ενεργοποιημένη.

4.14 Ακολουθούν τη διαδρομή PC1->R1->R2->PC2.

5

```
5.1 ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.6 2
```

5.2 Την τιμή 2 διότι η πρωτεύουσα διαδρομή έχει distance 1 όντας στατική εγγραφή, οπότε η δευτερεύουσα πρέπει να έχει μεγαλύτερο distance για να λειτουργεί ως δευτερεύουσα.

```
5.3 ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.10 2
```

5.4 Στον πίνακα δρομολόγησης του R1 για το LAN2:

```
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
```

Στον πίνακα δρομολόγησης του R2 για το LAN1:

```
S 192.168.1.0/24 [2/0] via 172.17.17.10, em1
S>* 192.168.1.0/24 [1/0] via 172.17.17.1, em0
```

5.5 Είναι ενεργοποιημένη η διαδρομή προς επόμενο κόμβο με διεύθυνση 172.17.17.2 (R2). Καταδεικνύεται με το ">" που συμβολίζει selected route.

5.6

```
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
```

5.7 Είναι ενεργοποιημένη η διαδρομή προς επόμενο τον κόμβο με διεύθυνση 172.17.17.1 (R1).

```
5.8 R1: interface em1
```

```
link-detect
```

R2: interface em0

link-detect

5.9 Από το γραφικό περιβάλλον, στις ρυθμίσεις του R1 θα αφαιρέσουμε το τικ από το κουτάκι Cable Connected της διεπαφής em1 που συνδέεται στο WAN1.

5.10 Τώρα είναι ενεργοποιημένη η διαδρομή προς επόμενο τον κόμβο με διεύθυνση 172.17.17.6 (R3).

5.11 Ναι εμφανίζεται ως inactive στον πίνακα δρομολόγησης εκεί όπου κανονικά θα εμφανιζόταν το όνομα της διεπαφής του router.

```
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
```

5.12 Ναι υπάρχει καθώς τώρα εμφανίζεται σε αυτόν η διαδρομή με επόμενο κόμβο τον R3 και όχι αυτή με επόμενο κόμβο τον R1. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς στον πίνακα δρομολόγησης του Quagga βλέπουμε το * (που συμβολίζει τη διαδρομή που φαίνεται στον πίνακα δρομολόγησης του freebsd) στη διαδρομή μέσω του R3

5.13 Είναι ενεργοποιημένη ακόμα η διαδρομή με επόμενο κόμβο τον R1 (172.17.17.1). Αυτό συμβαίνει γιατί δεν έχουμε προσομοιώσει πλήρως την πτώση της φυσικής ζεύξης καθώς αποσυνδέσαμε το καλώδιο δικτύου μόνο από τον R1 και όχι και από τον R2 όπως θα συνέβαινε αν όντως έπεφτε η φυσική διασύνδεση WAN1.

5.14 Ναι έγινε σωστά η μετάβαση στην εναλλακτική διαδρομή μετά την απώλεια της ζεύξης.

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

5.15

5.15 Πράγματι η διαδρομή που ακολουθούν τα πακέτα είναι PC1->R1->R3->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)  0.777 ms  0.307 ms  0.197 ms
 2  172.17.17.6 (172.17.17.6)  7.457 ms  0.482 ms  0.855 ms
 3  172.17.17.9 (172.17.17.9)  1.846 ms  0.962 ms  0.743 ms
 4  192.168.2.2 (192.168.2.2)  2.833 ms  1.010 ms  1.385 ms
```

5.16 ssh lab@192.168.1.2

Όχι, επανασυνδέοντας τα καλώδια δε χάνεται η σύνδεση SSH.

5.17 Η διαδρομή μέσω του R2. Το εξακριβώσαμε εκτελώντας ping -R 192.168.2.2 για να δούμε τη διαδρομή που ακολουθεί και προς τα εμπρός και προς τα πίσω.

6

6.1 interface lo0

ip address 172.22.22.1/32

interface lo0

ip address 172.22.22.2/32


```
interface lo0  
ip address 172.22.22.2/32
```

6.2 Μπορούμε από το PC1 να κάνουμε Ping στη loopback διεύθυνση του R1 και από το PC2 στον R2. Τα υπόλοιπα αποτυγχάνουν γιατί οι δρομολογητές δεν έχουν εγγραφές για τις διευθύνσεις loopback των άλλων δρομολογητών

6.3 R1: ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.2

R1: ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.6

6.4 R2: ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.1

R2: ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.10

6.5 R3: ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.5

R3: ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.9

6.6 Ναι τώρα μπορούμε.

6.7 Στο PC1 με διεύθυνση πηγής 172.17.17.6 και στο PC2 με διεύθυνση 172.17.17.10

6.8 ping -S 172.22.22.3 192.168.1.2

6.9 Ότι τα PC δε θα ήξεραν πως να επικοινωνήσουν με τις loopback addresses των δρομολογητών ώστε να μπορούν να τους διαχειριστούν μετά από βλάβη κάποιας φυσικής σύνδεσης καθώς οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν τη loopback address στέλνουν κίνηση μέσω αυτής, αντί μέσω της φυσικής διεπαφής μέσω της οποίας διέρχεται η κίνηση.

6.10 Θα ήταν επιτυχή τα ping από το PC1 στον R1 και στον R3 και από το PC2 στον R2 και στον R3 ενώ θα αποτύγχαναν από το PC1 στον R2 και από το PC2 στον R1.

6.11 R1: ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.6

R1: ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.2

6.12 R2: ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.10

R2: ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.1

6.13 R3: ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.9

R3: ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.5

6.14 Έχει επιλεγεί η συντομότερη διαδρομή.

```
S>* 172.22.22.3/32 [1/0] via 172.17.17.6, em2  
via 172.17.17.2, em1
```

6.15 Ότι εμφανίζονται ως inactive και έχουν αντικατασταθεί από εναλλακτικές διαδρομές που διέρχονται μέσω του R3.

```
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 [1/0] via 172.17.17.2 inactive  
* via 172.17.17.6, em2  
S>* 172.22.22.3/32 [1/0] via 172.17.17.6, em2  
via 172.17.17.2 inactive  
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 Παρατηρούμε ότι οι εναλλακτικές διαδρομές μέσω του R3 (και άρα μέσω WAN2) δεν εμφανίζονται ως inactive απλώς παραμένουν αποεπιλεγμένες. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν είναι

ενεργοποιημένο το Link Detect στη διεπαφή στο WAN2.

7

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 Ναι το PC1 επικοινωνεί με το PC2 (ελέγχθηκε με ping, traceroute).

7.6 Ναι εξακολουθεί να επικοινωνεί.

7.7 Από το PC1 στο PC2: PC1->R1->C1->C2->R2->PC2

Από το PC2 στο PC1: PC2->R2->C2->R1->PC1

7.8

```
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)  0.660 ms  0.532 ms  0.376 ms
 2  10.0.1.2 (10.0.1.2)  0.673 ms  0.265 ms  0.404 ms
 3  10.0.1.6 (10.0.1.6)  6.147 ms  0.894 ms  0.512 ms
 4  10.0.2.5 (10.0.2.5)  3.457 ms  0.912 ms  1.141 ms
 5  192.168.2.2 (192.168.2.2)  1.491 ms  1.111 ms  1.969 ms
```

Αντιστοιχούν στις διευθύνσεις των διεπαφών των δρομολογητών, από τους οποίους διέρχονται τα πακέτα IP με προορισμό το PC2, που απαντούν στο PC1 με time to live exceeded κατά το Traceroute. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν ο δρομολογητής κληθεί να απαντήσει time to live exceeded στο PC1 θα κοιτάξει τον πίνακα δρομολόγησής του για το δίκτυο 192.168.1.0/24, για αυτό και ο C2 όταν καλείται να απαντήσει στο PC1 κοιτώντας τον πίνακα δρομολόγησής του θα στείλει την απάντηση από τη διεπαφή του στο WAN3.

7.9

```
tracert to 192.168.1.2 (192.168.1.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.2.1 (192.168.2.1)  0.466 ms  0.386 ms  0.333 ms
 2  10.0.2.6 (10.0.2.6)  0.380 ms  0.308 ms  0.385 ms
 3  10.0.1.1 (10.0.1.1)  0.995 ms  0.859 ms  1.537 ms
 4  192.168.1.2 (192.168.1.2)  1.625 ms  1.933 ms  2.315 ms
```

Παρομοίως για την αντιστοιχία διευθύνσεων IP διαδρομής με διευθύνσεις IP διεπαφών από τις οποίες διέρχονται τα πακέτα με προορισμό το PC1.

7.10 Επικοινωνεί. Ακολουθούν τη διαδρομή PC1->R1->C1->C2->R2->PC2 όταν στέλνονται από το PC1 στο PC2 και τη διαδρομή PC2->R2->C2->C1->R1->PC1 αντίστροφα.

7.11 Θα αποτύχει (τα ICMP Echo Request δε θα φτάσουν στο PC2) διότι δε θα υπάρχει καμία διαδρομή προς τον R2 και συνεπώς το LAN2 και PC2.

7.12 Το κύριο μειονέκτημα αυτής της τοπολογίας είναι ότι λόγω των στατικών διαδρομών αν χρειαστεί να προστεθεί κάποιο LAN σε έναν από τους δρομολογητές πρέπει ο διαχειριστής του δικτύου να ενημερώσει τις στατικές εγγραφές όλων των δρομολογητών κάτι που είναι χρονοβόρο και ενέχει σοβαρό κίνδυνο λαθών. Επίσης μειονέκτημα αποτελεί ότι χρησιμοποιούμε υλικό (τον C2) μόνο εφεδρικά δηλαδή σε περίπτωση κατάρρευσης μίας ζεύξης και δεν τον αξιοποιούμε επιπλέον για να ισομοιράζουμε την κίνηση μεταξύ των LAN και να αποφεύγουμε τυχόν συμφορήσεις.