

Όνοματεπώνυμο: Μάρκος Δεληγιάννης	Όνομα PC: Lenovo-Laptop
Ομάδα: 1	Ημερομηνία: 4 / 4 / 2023

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 Λαμβάνουμε error **Vty password is not set**. Εντολή: **telnet localhost 2601**
- 1.2 Εντολή: **vttysh**
- 1.3 Παρατηρούμε **22** εντολές.
- 1.4 Παρατηρούμε ότι γίνεται **autocomplete** σε **traceroute**.
- 1.5 Πατώντας **tab** μία φορά **δεν συμβαίνει κάτι**. Αν πατήσουμε ? εμφανίζονται οι δύο δυνατές εντολές: **configure** και **copy**, με τις περιγραφές τους, χωρίς να γίνει autocomplete.
- 1.6 Εντολή: **sh version**
- 1.7 Εντολή: **wr[tab] t[tab]**
- 1.8 Εντολή: **show running-config**
- 1.9 Εντολή: **configure terminal**
- 1.10 Παρατηρούμε ότι το prompt έγινε από **R0(config)#** → **R1(config)#**
Εντολή: **hostname R1**
- 1.11 Εντολή: **password ntua**
- 1.12 **2 φορές**.
- 1.13 Αυτή τη φορά έχουμε **επιτυχία**. Εμφανίζεται **greeting** και **User Access Verification** prompt για τον κωδικό μας.
- 1.14 Σε περιβάλλον **User EXEC**, αφού έχουμε prompt που τελειώνει με **>**.
- 1.15 Βλέπουμε **μόνο 9** εντολές.
- 1.16 Οι εντολές του 1.15 είναι **λιγότερες**, αφού δεν είμαστε σε **Privileged EXEC**, αλλά σε **User EXEC**.
- 1.17 Εντολή: **show interface**
- 1.18 Εντολή: **show ip forwarding**
- 1.19 Εντολή: **show ip route**
- 1.20 **Όχι**, καθώς λαμβάνουμε **Unknown command error**. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς η εντολή του 1.8 είναι **privileged**, ενώ εμείς έχουμε δικαιώματα **User EXEC**.
- 1.21 Εντολή: **enable**
- 1.22 **Ναι**, μπορούμε. Το συνθηματικό εμφανίζεται στην **6η σειρά** του configuration ως **password ntua**.
- 1.23 Εντολή: **list**
- 1.24 Εντολές:
 - 1) **configure terminal**
 - 2) **enable password ntua**

1.25 Εντολή: **service password-encryption**

1.26 Προτιμούμε την έμμεση μέθοδο μέσω SSH, καθώς η άμεση μέθοδος (TELNET) δεν κρυπτογραφεί την επικοινωνία μεταξύ του απομακρυσμένου μηχανήματος και του δικού μας. Είναι εύκολο λοιπόν για έναν τρίτο να υποκλέψει τους κωδικούς που χρησιμοποιούνται. Εντούτοις, η χρήση SSH παρέχει ασφαλή επικοινωνία πάνω στον μη ασφαλή δίαυλο επικοινωνίας (δημόσιο internet), οπότε προτιμάται.

2

2.1 Εντολή: **ifconfig em0 [IPv4 address]/24**

2.2 Εντολές:

1) vttysh	2) configure terminal
3) hostname R1	4) interface emX
5) ip address 192.168.Y.1/24	

2.3 Εντολή: **show interface** σε επίπεδο **Privileged EXEC**

2.4 Η προώθηση είναι ενεργοποιημένη. Εντολή: `show ip forwarding`

2.5 Εντολή: **route add 192.168.2.0/24 192.168.1.1**

2.6 Εντολή: `route add 192.168.1.0/24 192.168.2.1`

2.7 Ναι, επικοινωνούν. Εντολή: **ping 192.168.2.2**

2.8 Εντολές:

1) vttysh	2) configure terminal
3) interface em0	4) ip address 192.168.1.200/24
5) show interface em0	σε επίπεδο Privileged EXEC

Παρατηρούμε ότι η αρχική διεύθυνση IP υπάρχει ακόμα και η **νέα διεύθυνση προστέθηκε ως δευτερεύουσα (secondary)**.

2.9 Ναι, συμφωνούν. Εντολή: `ifconfig em0`

2.10 Εντολές:

1) vtysh	2) configure terminal
3) interface em0	4) no ip address 192.168.1.1/24
5) ifconfig em0	για επιβεβαίωση

Η αρχική διεύθυνση IP έχει πράγματι διαγραφεί.

2.11 Εντολή: **write memory**

2.12 Το `/usr/local/etc/frr/zebra.conf` και το `/usr/local/etc/frr/staticd.conf`

3

3.1 Επιβεβαιώνουμε με `ifconfig em0` και `netstat -4r` και στα δύο μηχανήματα.

3.2 Εντολές: 1) **vysh** 2) **configure** 3) **hostname R1** 4) **interface em0**
5) **ip address 192.168.1.1/24** 6) **interface em1** 7) **ip address 172.17.17.1/30**

3.3 Εντολές: 1) **vtysh** 2) **configure** 3) **hostname R2** 3) **interface em0**
4) **ip address 172.17.17.2/30** 5) **interface em1** 6) **ip address 192.168.2.1/24**

3.4 Εντολές: 1) **exit** (για μετάβαση σε config mode) 2) **ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.2**

3.5 Εντολές: 1) **exit** (για μετάβαση σε config mode) 2) **ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.1**

3.6 Δεν μπορούμε να συνδεθούμε, καθώς δεν έχουμε ορίσει κωδικό πρόσβασης.

Εντολή: **password ntua** (σε επίπεδο configuration)

3.7 Πατώντας “?” στο terminal δεν εμφανίζεται η εντολή telnet.

- 3.8 Στην **IP 192.168.2.1**, η οποία είναι η μόνη από τις δύο για την οποία υπάρχει εγγραφή στα routing tables **και του PC1 και του R1**.
- 3.9 Με την εντολή **who**. Ο τοπικός χρήστης του R2 **δεν εμφανίζεται**.
- 3.10 Από την απομακρυσμένη σύνδεση **δεν μπορούμε**, ενώ από την τοπική σύνδεση **μπορούμε**. Εντολές: **traceroute 192.168.1.2** και **ping 192.168.1.2**
- 3.11 Το πρώτο βήμα του traceroute **επιτυγχάνει** καθώς ο R2 και ο R1 έχουν εγγραφή στο routing table τους για τις 192.168.1.2 και 172.17.17.2 αντίστοιχα. Στο δεύτερο βήμα όμως, ο PC1 δεν έχει εγγραφή για την 172.17.17.2, με αποτέλεσμα να **μην μπορεί να προωθήσει το μήνυμα απάντησης στον R2**. Αντίστοιχα για το R1 → PC2.
- 3.12 Μπορούμε να **προσθέσουμε εγγραφή** στο PC1 για τη διεύθυνση **172.17.17.2** ή το υποδίκτυο στο οποίο αυτή ανήκει με **gateway το R1**. Αντίστοιχα για το PC2, τη διεύθυνση 172.17.17.1 και τον R2. Εναλλακτικά μπορούμε να θέσουμε default gateways τους R1 και R2 αντίστοιχα.

4

- 4.1 Επιβεβαιώνουμε με **ifconfig em0**. Θέτουμε default gateway με **route add default 192.168.X.1**.
- 4.2 Εντολές: 1) **cli** 2) **configure terminal** 3) **hostname R1**
 4) **interface em0** 5) **ip address 192.168.1.1/24** 6) **interface em1**
 7) **ip address 172.17.17.1/30** 8) **interface em2** 9) **ip address 172.17.17.5/30**
- 4.3 Εντολή: **ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.2**
- 4.4 1) 127.0.0.0/8 άμεσα συνδεδεμένος lo0 (localhost)
 2) 172.17.17.0/30 άμεσα συνδεδεμένος em1
 3) 172.17.17.4/30 άμεσα συνδεδεμένος em2
 4) 192.168.1.0/24 άμεσα συνδεδεμένος em0
 5) 192.168.2.0/24 μέσω 172.17.17.2 em1
 Εντολή: **do show ip route**
- 4.5 Με τη φράση **“is directly connected”**. Επίσης χρησιμοποιείται το flag **C**, που σημαίνει **connected**.
- 4.6 Χρησιμοποιείται το flag **S** στην αρχή της εγγραφής, το οποίο σημαίνει **static**.
- 4.7 **Ναι**, συμφωνούν. Εντολή: **netstat -rf inet**
- 4.8 Χρησιμοποιούνται **οι σημαίες U, G, 1**. Η **U** σημαίνει **usable / ενεργή διαδρομή**, η **G** σημαίνει **gateway / πύλη**, και η **1** είναι το protocol specific routing flag #1, δηλαδή η σημασία του εξαρτάται από το χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο δρομολόγησης.
- 4.9 Εντολές: 1) **cli** 2) **configure terminal** 3) **hostname R2**
 4) **interface em0** 5) **ip address 172.17.17.2/30** 6) **interface em1**
 7) **ip address 192.168.2.1/24** 8) **interface em2** 9) **ip address 172.17.17.9/30**
- 4.10 Εντολή: **ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.1**
- 4.11 Εντολές: 1) **cli** 2) **configure terminal** 3) **hostname R3**
 4) **interface em0** 5) **ip address 172.17.17.6/30** 6) **interface em1**
 7) **ip address 172.17.17.10/30**
- 4.12 Εντολές: 1) **ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.5**
 2) **ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.9**
- 4.13 Η προώθηση πακέτων είναι **ενεργοποιημένη**. Εντολή: **do show ip forwarding**
- 4.14 Τα πακέτα ακολουθούν τη διαδρομή **R1** (192.168.1.1), **R2** (172.17.17.2) και **PC2** (192.168.2.2)
 Εντολή: **traceroute 192.168.2.2**

5

5.1 Εντολή: **ip route 192.168.2.0/24 172.17.17.6 2**

5.2 Δώσαμε την τιμή **2**, καθώς η κύρια διαδρομή έχει τιμή **1** (στατική) και αρκεί **ο,τιδήποτε μεγαλύτερο**.

5.3 Εντολή: **ip route 192.168.1.0/24 172.17.17.10 2**

5.4 Εντολή: **do show ip route**

```
R1:  1) S    192.168.2.0/24 [2/0] via 172.17.17.6,      em2    (προς R3)
      2) S>* 192.168.2.0/24 [1/0] via 172.17.17.2,      em1    (προς R2)
R2:  1) S    192.168.1.0/24 [2/0] via 172.17.17.10,     em2    (προς R3)
      2) S>* 192.168.1.0/24 [1/0] via 172.17.17.1,      em0    (προς R1)
```

5.5 Η διαδρομή μέσω του **R2**, καθώς μόνο η εγγραφή της έχει το σχετικό σύμβολο “>”.

5.6 Η διαχειριστική απόσταση είναι **ο πρώτος αριθμός μέσα στις αγκύλες** ([2/0] και [1/0]).

5.7 Η διαδρομή μέσω του **R1**, καθώς μόνο η εγγραφή της έχει το σχετικό σύμβολο “>”.

5.8 R1: Εκτελούμε **interface em1** και **link-detect**.

R2: Εκτελούμε **interface em0** και **link-detect**.

5.9 R1 – Settings → Network → Adapter 2 → Advanced → Uncheck **Cable Connected**

5.10 Η διαδρομή μέσω του **R3**, η οποία ήταν προηγουμένως απενεργοποιημένη.

5.11 **Ναι**, περιγράφεται ως **inactive**.

5.12 **Ναι**, η εγγραφή για το LAN2 πλέον έχει Gateway **172.17.17.6**, που αντιστοιχεί στο **R3**.

5.13 Η διαδρομή μέσω του **R1**, όπως πριν. Ο λόγος είναι ότι έχουμε αποσυνδέσει το καλώδιο μόνο από την διεπαφή του R1 στο WAN1. Ο R2 είναι ακόμα συνδεδεμένος στο WAN1 και άρα η διαδρομή παραμένει ενεργή, παρόλο που ο R1 πλέον δεν είναι προσβάσιμος μέσω αυτής.

5.14 **Ναι**, έγινε σωστά η μετάβαση στη διαδρομή μέσω του **R3**.

5.15 Εντολή: **tracert 192.168.2.2**

5.16 Επανασυνδέοντας τα καλώδια παρατηρούμε ότι η σύνδεση **SSH δεν χάνεται**.

5.17 Η διαδρομή μέσω του **WAN1**, δηλαδή **LAN1 → R1 → R2 → LAN2**. Το διαπιστώσαμε εκτελώντας **netstat -rf inet** στους R1,2. Εναλλακτικά μπορούμε να εκτελέσουμε **tracert 192.168.2.2 από το PC1**.

6

6.1 Εντολές: 1) **interface lo0**
2) **ip address 172.22.22.X/32** στο μηχάνημα RX

6.2 Από το PC1 μπορούμε να κάνουμε ping στη loopback του R1, αλλά όχι στον R2 και R3.

Από το PC2 μπορούμε να κάνουμε ping στη loopback του R2, αλλά όχι στον R1 και R3.

Ο λόγος είναι ότι το PC1 έχει ως default gateway τον R1 και ο R1 συνδέεται απευθείας με το LAN1, άρα το **ping PC1 → loopback R1 είναι επιτυχές**. Εντούτοις, ο R1 δεν έχει εγγραφές στο routing table του για τις loopback των R2,3 οπότε δεν μπορεί να προωθήσει τα πακέτα προς αυτές (**αποτυχία ping**). Αντίστοιχα ισχύουν και για το PC2.

6.3 Εντολές: 1) **ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.2**
2) **ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.6**

- 6.4 Εντολές: 1) **ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.1**
2) **ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.10**
- 6.5 Εντολές: 1) **ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.5**
2) **ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.9**
- 6.6 **Ναι**, μπορούμε.
- 6.7 Με τη διεύθυνση της φυσικής διεπαφής του R3 από την οποία αυτά αποστέλλονται, δηλαδή **172.17.17.6** στην περίπτωση του **PC1** και **172.17.17.10** στην περίπτωση του **PC2**.
Εντολές: **tcpdump** από τα PC1,2 και **ping 192.168.X.2** ($X = \{1,2\}$) από R3.
- 6.8 Εντολή: **ping -S 172.22.22.3 192.168.X.2**
- 6.9 Με τον ορισμό **προεπιλεγμένης διαδρομής** έχουμε τη δυνατότητα να στέλνουμε **πακέτα προς οποιονδήποτε προορισμό** με μία μόνο εγγραφή, αρκεί φυσικά τα routers να έχουν διαμορφωθεί σωστά. Αν αντί αυτού έχουμε **μόνο στατικές εγγραφές** τότε πρέπει να έχουμε κατάλληλη εγγραφή στα PC1,2 για οποιονδήποτε προορισμό μας ενδιαφέρει, το οποίο φυσικά **δεν είναι πρακτικό**.
- 6.10 **PC1**: Θα ήταν επιτυχή τα ping προς τον **R1** και **R3** και **όχι** προς τον **R2** (χρησιμοποιεί το WAN1).
PC2: Θα ήταν επιτυχή τα ping προς τον **R2** και **R3** και **όχι** προς τον **R1** (χρησιμοποιεί το WAN1).
- 6.11 Εντολές: 1) **ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.6 2**
2) **ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.2 2**
- 6.12 Εντολές: 1) **ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.10 2**
2) **ip route 172.22.22.3/32 172.17.17.1 2**
- 6.13 Εντολές: 1) **ip route 172.22.22.1/32 172.17.17.9 2**
2) **ip route 172.22.22.2/32 172.17.17.5 2**
- 6.14 Η **απευθείας** διαδρομή μέσω του **WAN1**. Εντολή: **netstat -rf inet**
- 6.15 Παρατηρούμε ότι **όλες αυτές οι διαδρομές** πλέον είναι **μέσω του R3** (εξαίρεση αποτελεί φυσικά η διαδρομή προς το ίδιο το WAN1). Εντολή: **netstat -rf inet**
- 6.16 Παρατηρούμε ότι ο πίνακας δρομολόγησης του R1 ενημερώθηκε σαν να αποκαταστήσαμε τη σύνδεση στο WAN1 **χωρίς να προσομοιώσουμε βλάβη στο WAN2**, δηλαδή η διαδρομή προς την loopback του R3 είναι **μέσω του WAN2**. Αυτό συμβαίνει καθώς δεν έχουμε ενεργοποιήσει τη λειτουργία **link-detect** στον R1 για την διεπαφή στο WAN2, οπότε η πληροφορία της απώλειας σύνδεσης **δεν είναι γνωστή στο Quagga**. Πράγματι, με εκτέλεση της **do show ip route** εντός του Quagga **δεν εμφανίζεται κάποια διαδρομή ως inactive**.

7

- 7.1 Εντολές: 1) **ip route 192.168.1.0/24 10.0.1.1**
2) **ip route 192.168.1.0/24 10.0.0.2 2**
3) **ip route 192.168.2.0/24 10.0.2.1**
4) **ip route 192.168.2.0/24 10.0.0.2 2**
- 7.2 Εντολές: 1) **ip route 192.168.1.0/24 10.0.1.5**
2) **ip route 192.168.1.0/24 10.0.0.1 2**
3) **ip route 192.168.2.0/24 10.0.2.5**
4) **ip route 192.168.2.0/24 10.0.0.1 2**
- 7.3 Εντολές: 1) **ip route 192.168.2.0/24 10.0.1.2**
2) **ip route 192.168.2.0/24 10.0.1.6 2**

- 7.4 Εντολές: 1) **ip route 192.168.1.0/24 10.0.2.2**
2) **ip route 192.168.1.0/24 10.0.2.6 2**
- 7.5 Το PC1 **επικοινωνεί** με το PC2. Εντολή: **ping 192.168.2.2** από το PC1
- 7.6 Ναι, **επικοινωνεί**. Εντολή: **ping 192.168.2.2** από το PC1
- 7.7 **PC1 → PC2**: PC1 → R1 → C1 → C2 → R2 → PC2
PC2 → PC1: PC2 → R2 → C2 → R1 → PC1
Η πτώση του WAN2 φαίνεται στο **C1 → C2**, το οποίο είναι η εναλλακτική διαδρομή από τον C1 για το LAN2, αλλά και στο **R2 → C2**, το οποίο είναι η εναλλακτική διαδρομή από τον R2 για το LAN1.
- 7.8 Εμφανίζονται οι ακόλουθες IPv4 διευθύνσεις:
1) **192.168.1.1** (R1) 2) **10.0.1.2** (C1) 3) **10.0.1.6** (C2)
4) **10.0.2.5** (R2) 5) **192.168.2.2** (PC2)
Οι διευθύνσεις αυτές αντιστοιχούν πλήρως με **τα μηχανήματα** από τα οποία διέρχονται τα πακέτα IP με προορισμό το PC2, **όχι όμως με τις διεπαφές στις οποίες αυτά φτάνουν**. Αυτό συμβαίνει καθώς οι IP της traceroute είναι οι IP **πηγής των ICMP TTL exceeded**, οι οποίες **δεν είναι απαραίτητο να ταυτίζονται** με τις διευθύνσεις από τις οποίες περνούν τα πακέτα IP με προορισμό το PC2 (όπως στο C2).
Εντολή: **traceroute 192.168.2.2**
- 7.9 Έχουμε **TTL = 60**, το οποίο με αρχικό TTL = 64 δίνει απόσταση $64 - 60 + 1 = 5$. Αυτή η απόσταση αφορά το πακέτο **IP που φέρει μήνυμα ICMP echo reply PC1 → PC2** και συνεπώς ταυτίζεται με την τιμή των 7.7 – 7.8, όπως ήταν αναμενόμενο.
- 7.10 **Ναι**, τα PC1 και PC2 επικοινωνούν, χρησιμοποιώντας τις διαδρομές:
PC1 → PC2: PC1 → R1 → C1 → C2 → R2 → PC2
PC2 → PC1: PC2 → R2 → C2 → C1 → R1 → PC1
Επιβεβαιώνουμε με **traceroute 192.168.2.2** από τον PC1 και **traceroute 192.168.1.2** από τον PC2.
- 7.11 Με βλάβη και στις δύο ζεύξεις WAN2 και WAN4 το ping **αποτυγχάνει**, καθώς έχουν **αποκοπεί όλες οι διαδρομές από τους κεντρικούς δρομολογητές προς τον R2**. Έτσι, ο C1 και ο C2 προωθούν ο ένας στον άλλον τα πακέτα ICMP echo request με την ελπίδα ότι κάποιος θα μπορέσει να τα δρομολογήσει στον R2. Το TTL καταλήγει να μηδενίζεται και να αποστέλλεται το αντίστοιχο ICMP μήνυμα λάθους στον PC1.
- 7.12 Ένα σημαντικό πρόβλημα αυτής της τοπολογίας είναι ότι ο C2 δεν χρησιμοποιείται καθόλου αν ο C1 λειτουργεί, καθώς οι default διαδρομές είναι όλες μέσω αυτού. Αυτό είναι προβληματικό διότι με λίγες αλλαγές μπορούμε να εκτελέσουμε **load balancing** μεταξύ C1 και C2, το οποίο είναι χωρίς αμφιβολία προτιμητέο.