

Όνοματεπώνυμο: Ιωάννης Γιαννούκος	Όνομα PC: John John
Ομάδα: 1	Ημερομηνία: 3/5/2023

Εργαστηριακή Άσκηση 7 Δυναμική δρομολόγηση RIP

Προετοιμασία στο σπίτι

Εκτελώ τις παρακάτω εντολές από το εικ. μηχάνημα για να ξεκινήσω την διαδικασία RIP:

1. `service frr stop` # σταματώ την υπηρεσία frr
2. `touch /usr/local/etc/frr/ripd.conf`
3. `chown frr:frr /usr/local/etc/frr/ripd.conf`
4. # στο αρχείο `/etc/rc.conf` αλλάζω την τιμή της μεταβλητής `frr_daemons` από `"zebra staticd"` -> `"zebra staticd ripd"`
5. `service frr start` # ξαναξεκινώ την υπηρεσία frr
6. # κλείνω το εικ. μηχάνημα με `poweroff` και κάνω File->Export Appliance δημιουργώντας ένα αρχείο ονα
7. # Αποθηκεύω το αρχείο ονα για να μπορώ να δημιουργώ στο μέλλον εικ. μηχανήματα δρομολογητές με το RIP ενεργοποιημένο

Για την παραμετροποίηση του RIP εκτελώ την εντολή `router rip`, αφού εισέλθω πρώτα σε global configuration mode (`vtysh` → `configure terminal`).

Άσκηση 1

1.1) Με την παρακάτω ακολουθία εντολών ορίζω το όνομα, τη διεύθυνση IP και τη σωστή προεπιλεγμένη πύλη στο PC1:

```
vtysh
configure terminal
hostname PC1
ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1
interface em0
ip address 192.168.1.2/24
```

1.2) Αντίστοιχα, για το PC2:

```
vtysh
configure terminal
hostname PC2
ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1
interface em0
ip address 192.168.2.2/24
```

1.3) Στον R1 ορίζω μέσω του cli το όνομα και τις διευθύνσεις IP για τις διεπαφές του με την παρακάτω ακολουθία εντολών:

```
cli
configure terminal
hostname R1
interface em0
ip address 192.168.1.1/24
interface em1
ip address 172.17.17.1/30
```

1.4) Από το επίπεδο Privileged EXEC Mode εκτελώ την εντολή “**show ip route**” και παρατηρώ ότι δεν υπάρχει καμία στατική εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης (οι στατικές εγγραφές χαρακτηρίζονται από το γράμμα ‘S’).

1.5) Στον R1, αφού εισέλθω στο επίπεδο Global Configuration Mode, γράφοντας την εντολή “**router ?**” εμφανίζονται 7 διαθέσιμα πρωτόκολλα δρομολόγησης.

1.6) Εισέρχομαι στο router configuration mode για το πρωτόκολλο RIP με την εντολή “**router rip**”.

1.7) Χρησιμοποιώντας την βοήθεια πατώντας το πλήκτρο ‘?’ εμφανίζονται 18 διαθέσιμες εντολές.

1.8) Ενεργοποιώ την έκδοση 2 του πρωτοκόλλου με την εντολή “**version 2**”.

1.9) Εισάγω στη δρομολόγηση RIP το δίκτυο 192.168.1.0/24 με την εντολή “**network 192.168.1.0/24**”.

1.10) Εισάγω στη δρομολόγηση RIP το δίκτυο 172.17.17.0/30 με την εντολή “**network 172.17.17.0/30**”.

1.11) Βγαίνω από το router configuration mode με την εντολή “**exit**”. Εκτελώντας ξανά την εντολή “**show ip route**” παρατηρώ ότι δεν έχει αλλάξει κάτι στον πίνακα δρομολόγησης του R1.

1.12) Επαναλαμβάνω τις ερωτήσεις 1.3 έως 1.10 για τον R2 εκτελώντας τις παρακάτω εντολές:

```
cli
configure terminal
hostname R2
interface em0
ip address 192.168.2.1/24
interface em1
ip address 172.17.17.2/30
exit
router rip
version 2
network 192.168.2.0/24
network 172.17.17.0/30
Τα PC{1,2} επικοινωνούν!
```

1.13) Μπορώ να δω εάν και τι έχει αλλάξει στον πίνακα δρομολόγησης του R2 χωρίς να βγω από το router configuration mode με την εντολή “do show ip route rip”.

1.14) Τα PCs επικοινωνούν. Στον R1 βλέπω τον πίνακα διαδρομών του πρωτοκόλλου RIP εκτελώντας την εντολή “show ip rip”. Υπάρχουν εγγραφές για τα εξής δίκτυα: 172.17.17.0/30, 192.168.1.0/24, 192.168.2.0/24.

1.15) Η διεύθυνση 0.0.0.0 υποδηλώνει ότι ο δρομολογητής έχει άμεση πρόσβαση στο υποδίκτυο.

1.16) Η πηγή πληροφόρησης για κάθε διαδρομή RIP φαίνεται στην στήλη ‘From’. Η στήλη Metric παριστάνει τον αριθμό βημάτων που απέχει ο δρομολογητής από το έκαστο υποδίκτυο.

1.17) Εμφανίζοντας στον R2 τον πίνακα δρομολόγησης με την εντολή “show ip route” βλέπω 4 εγγραφές (1 για την loopback και 1 για κάθε υποδίκτυο LAN{1,2}, WAN1).

1.18) Η εγγραφές που προστέθηκαν από το πρωτόκολλο RIP φαίνονται από το γράμμα ‘R’ που έχουν στην αρχή τους. Επίσης, γνωρίζω ότι όλες οι εγγραφές που προστίθενται από το πρωτόκολλο RIP έχουν διαχειριστική απόσταση 120, και έτσι μπορώ στην προκειμένη περίπτωση να την ξεχωρίσω και από αυτήν την τιμή.

1.19) Οι εγγραφές που έχουν επιλεγεί για κάποιον προορισμό δηλώνονται από το σύμβολο ‘>’ στην αρχή της γραμμής.

1.20) Οι εγγραφές που έχουν εισαχθεί στον πίνακα προώθησης FIB δηλώνονται με το σύμβολο ‘*’.

1.21) Όπως ανέφερα και στο (1.18), η διαχειριστική απόσταση των διαδρομών RIP είναι 120. Αυτό φαίνεται στην κάθε εγγραφή ως [<Διαχειριστική απόσταση>/<μήκος διαδρομής>] (χωρίς τα ‘<’,’>’).

1.22) Μπορώ να δω τις τιμές των χρονομέτρων του πρωτοκόλλου RIP στον R1 εκτελώντας την εντολή “show ip rip status”. Από το αποτέλεσμα της εντολής βλέπω ότι ενημερώσεις αποστέλλονται κάθε 30 δευτερόλεπτα.

1.23) Στον R1 το RIP είναι ενεργοποιημένο στις διεπαφές em0, em1. Τα δίκτυα που μετέχουν στην δρομολόγηση είναι τα 172.17.17.0/30 και 192.168.1.0/24.

1.24) Ο R1 λαμβάνει πληροφορία δρομολόγησης από την διεύθυνση 172.17.17.2. Ο χρόνος Last Update δηλώνει το χρονικό διάστημα από την λήψη της ενημέρωσης από τη διεύθυνση 172.17.17.2 μέχρι την στιγμή της εκτέλεσης της εντολής “show ip rip status”.

1.25) Ο χρόνος ζωής Time που υπάρχει στον πίνακα διαδρομών RIP έχει μέγιστη τιμή 180 δευτερόλεπτα και το timeout timer, το οποίο τον χρησιμοποιεί, λήγει όταν τα 180 δευτερόλεπτα περάσουν και απενεργοποιεί την διαδρομή. Σημειώνεται ότι όταν η διαδρομή απενεργοποιηθεί, δεν διαγράφεται κατευθείαν από τον πίνακα, αλλά δίνεται χρόνος (120 δευτερόλεπτα) στους υπόλοιπους δρομολογητές να αντιληφθούν την αλλαγή αυτή. Μετά τα 120 δευτερόλεπτα η εγγραφή διαγράφεται οριστικά.

Ο χρόνος τελευταίας ενημέρωσης, λοιπόν, είναι πάντα μικρότερος από 180 δευτερόλεπτα, αφού τότε η εγγραφή απενεργοποιείται από το προαναφερθέν χρονόμετρο.

(βλ. <https://docs.frrouting.org/en/latest/ripd.html#rip-timers>)

1.26) Αφού εξέλθω από το cli κάνοντας “exit”, εκτελώ την εντολή “netstat -r -f inet” για να εμφανίσω τον πίνακα δρομολόγησης (μόνο εγγραφές για IPv4 διευθύνσεις), όπως τον αντιλαμβάνεται το λειτουργικό σύστημα του εικ. μηχανήματος. Παρατηρώ ότι η εγγραφή που προστέθηκε από το πρωτόκολλο RIP έχει σημαία ‘1’, η οποία είναι ‘Protocol Specific Routing Flag’ και δηλώνει ότι η εγγραφή αυτή είναι δυναμική.

Άσκηση 2

2.1) Ανοίγω με Alt+F2 ένα νέο παράθυρο εντολών στον R1 και ξεκινώ μια καταγραφή πακέτων στη διεπαφή του R1 στο LAN1, εμφανίζοντας λεπτομερείς πληροφορίες για τα πακέτα χωρίς επίλυση ονομάτων με την εντολή “`tcpdump -i em0 -vvn -n`” και αφήνω να τρέξει για τουλάχιστον 1 λεπτό.

2.2) Από την καταγραφή παρατηρώ ότι στέλνονται πακέτα RIP version 2 request και response από τον R1 στην διεύθυνση 224.0.0.9 (:520).

2.3) Η πηγή των πακέτων αυτών είναι η διεύθυνση του R1 στο LAN1 και η διεύθυνση προορισμού είναι η διεύθυνση πολλαπλής εκπομπής 224.0.0.9 που χρησιμοποιείται στο πρωτόκολλο RIP v2.

2.4) Όχι, στην καταγραφή στο LAN1 δεν φαίνονται μηνύματα RIP από τον R2.

2.5) Η τιμή του TTL στα πακέτα IP που μεταφέρουν τα μηνύματα RIP έχει τιμή 1.

2.6) Το πρωτόκολλο μεταφοράς που χρησιμοποιεί το RIP είναι το UDP στην θύρα 520.

2.7) Στο περιεχόμενο των μηνυμάτων RIP που παράγει ο R1 διαφημίζονται 2 δίκτυα: το 172.17.17.0/30 και το 192.168.2.0/24. Το δίκτυο 192.168.1.0/24 που βρίσκεται στο LAN1 βλέπω ότι δεν διαφημίζεται.

2.8) Τα μηνύματα RIP φαίνεται να στέλνονται κάθε περίπου 30 δευτερόλεπτα. Η τιμή αυτή επιβεβαιώνει την τιμή που βρήκα στο (1.22).

2.9) Ξεκινώ μια νέα καταγραφή στη διεπαφή του R1 στο WAN1 με την εντολή “`tcpdump -i em1 -vvn`” και αφήνω να τρέξει για τουλάχιστον 1 λεπτό. Παρατηρώ μηνύματα RIP από τον R1 που διαφημίζουν το δίκτυο 192.168.1.0/24 (LAN1), καθώς και μηνύματα RIP από τον R2 που διαφημίζουν το δίκτυο 192.168.2.0/24 (LAN2).

2.10) Ο R1, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, διαφημίζει μόνο το δίκτυο 192.168.1.0/24 (LAN1). Στα μηνύματα RIP του R1 δεν διαφημίζονται το δίκτυο 172.17.17.0/30, αφού «πάνω» σε αυτό το δίκτυο γίνεται η επικοινωνία με το πρωτόκολλο RIP, και το δίκτυο 192.168.2.0/24, επειδή ο R1 λαμβάνει ενημερώσεις σχετικά με αυτό το δίκτυο από τον R2.

2.11) Ναι, στην καταγραφή του R1 στο WAN1 παρατηρώ μηνύματα RIP από τον R2 που διαφημίζουν το δίκτυο 192.168.2.0/24.

2.12) Γενικά, τα μηνύματα RIP που διαφημίζουν 1 εγγραφή έχουν μέγεθος 24 bytes, και για κάθε επιπρόσθετη εγγραφή το μέγεθος αυξάνεται 20 bytes. Δηλαδή, για 2 εγγραφές το μήνυμα RIP έχει μέγεθος 48 bytes.

2.13) Ξεκινώ μια νέα καταγραφή στον R1 στο LAN1, ώστε να συλλαμβάνονται μόνο μηνύματα για το πρωτόκολλο RIP, εμφανίζοντας λεπτομερείς πληροφορίες εκτελώντας την εντολή `"tcpdump -i em0 -vvv port 520"` και αφήνω να «τρέχει».

2.14) Στον διαγράφω από τη δρομολόγηση RIP το δίκτυο 192.168.2.0/24 με την εντολή `"no network 192.168.2.0/24"` (από το επίπεδο Router Configuration Mode). Αμέσως μετά την διαγραφή αυτή, στην καταγραφή του R1 στο LAN1 εμφανίστηκε μήνυμα RIP που διαφημίζει την εγγραφή για το δίκτυο 192.168.2.0/24 με τιμή στο πεδίο metric ίση με 16 που σημαίνει «infinity». Άρα, ο R1 ενημερώνει τους υπόλοιπους δρομολογητές στο LAN1 (κανένας στην προκειμένη περίπτωση) ότι η σύνδεσή του με το 192.168.2.0/24 δεν υφίσταται πλέον.

2.15) Αφού επανεισάγω στη δρομολόγηση RIP του R2 το 192.168.2.0/24, παρατηρώ ότι αμέσως μετά εμφανίζεται μήνυμα RIP στην καταγραφή του R1 στο LAN1 που διαφημίζει το 192.168.2.0/24, πλέον με απόσταση (metric) 2 (βήματα).

2.16) Σε νέο παράθυρο εντολών στον R2 (Alt+F2), ξεκινώ μια καταγραφή στη διεπαφή του στο WAN1, ώστε να συλλαμβάνονται μηνύματα RIP που στέλνει ο R1, εκτελώντας την εντολή `"tcpdump -i em1 port 520 and src 172.17.17.1"`.

2.17) Επιστρέφω στο αρχικό παράθυρο εντολών cli του R1 και διαγράφω από τη δρομολόγηση RIP το δίκτυο 192.168.1.0/24 με την εντολή `"no network 192.168.1.0/24"` (από το Router Configuration Mode). Παρατηρώ ότι αμέσως μετά την διαγραφή αυτή, παράγεται σχετικό μήνυμα RIP στο WAN1 από την καταγραφή στον R2.

2.18) Όχι, στην καταγραφή στο LAN1 παρατηρώ ότι δεν παράγεται μήνυμα RIP μετά την διαγραφή. Αυτό συμβαίνει επειδή, ο διαγράφηκε η εγγραφή για το δίκτυο που βρίσκεται στο LAN1. Δηλαδή, όλοι οι δρομολογητές που μπορεί να ήταν συνδεδεμένοι στο LAN1 δεν θα χρειαζόνταν αυτήν την πληροφορία.

2.19) Στον R2 διαγράφω πάλι από τη δρομολόγηση RIP το δίκτυο 192.168.2.0/24. Αμέσως μετά παρατηρώ στον R1 ότι η εγγραφή για το διαγεγραμμένο δίκτυο έχει διαγραφεί (τουλάχιστον από τον πίνακα δρομολόγησης που φαίνεται από το λειτουργικό του σύστημα).

2.20) Από τον πίνακα διαδρομών RIP του R1 παρατηρώ ότι η εγγραφή για το 192.168.2.0/24 δεν εξαφανίζεται κατευθείαν, αλλά απλώς η τιμή metric αλλάζει σε 16 (infinity). Αυτό είναι αναμενόμενο, επειδή με το πρωτόκολλο RIP, όταν μία εγγραφή διαγράφεται, οι υπόλοιποι δρομολογητές στο δίκτυο δεν την διαγράφουν οριστικά, για να δώσουν ένα χρονικό περιθώριο να ενημερώσουν τους υπόλοιπους δρομολογητές για την αλλαγή αυτή, ή/και για να μην βγάλουν την εγγραφή λόγω κάποιου προσωρινού σφάλματος. Μετά από περίπου 2 λεπτά η εγγραφή αυτή διαγράφεται οριστικά (τα χρονικά περιθώρια αυτά έχουν αναφερθεί και στο ερώτημα 1.25).

2.21) Επανεισάγω στη δρομολόγηση RIP τα 192.168.1.0/24 στον R1 και 192.168.2.0/24 στον R2.

2.22) Εισάγω την εντολή “passive-interface em0” στο επίπεδο Router Configuration Mode του κάθε δρομολογητή για να τους υποδείξω να μην προβαίνουν σε διαφημίσεις εκεί, καθώς δεν υπάρχουν στην τοπολογία μας δρομολογητές RIP, παρότι τα αντίστοιχα υποδίκτυα μετέχουν στη δρομολόγηση RIP.

2.23) Πλέον παρατηρώ ότι δεν στέλνονται πλέον μηνύματα RIP στα LAN{1,2}.

Άσκηση 3

3.1) Μέσω cli ορίζω τη διεύθυνση της νέας διεπαφής του R1 στο WAN2 και εισάγω στη δρομολόγηση RIP το αντίστοιχο υποδίκτυο με τις εξής εντολές (οι εντολές σε αγκύλες πρέπει να εκτελεστούν εάν η τοπολογία δεν είναι έτοιμη από την 1^η-2^η Άσκηση):

```
cli
configure terminal
[hostname R1]
[interface em0]
[ip address 192.168.1.1/24]
[interface em1]
[ip address 172.17.17.1/30]
interface em2
ip address 172.17.17.5/30
exit
router rip
[version 2]
[network 192.168.1.0/24]
[network 172.17.17.0/30]
network 172.17.17.4/30
```

3.2) Αντίστοιχα για τη νέα διεπαφή του R2 στο WAN3:

```
cli
configure terminal
[hostname R2]
[interface em0]
[ip address 192.168.2.1/24]
[interface em1]
[ip address 172.17.17.2/30]
interface em2
ip address 172.17.17.9/30
exit
router rip
[version 2]
[network 192.168.2.0/24]
[network 172.17.17.0/30]
network 172.17.17.8/30
```

3.3) Αντίστοιχα για τις διεπαφές του R3 στα WAN{2,3}:

```
cli
configure terminal
hostname R3
interface em1
ip address 172.17.17.6/30
interface em2
ip address 172.17.17.10/30
exit
router rip
version 2
network 172.17.17.4/30
network 172.17.17.8/30
```

3.4) Ο R1 έχει μάθει μέσω RIP τα δίκτυα 192.168.2.0/24 (LAN2) και 172.17.17.8/30 (WAN3).

3.5) Ο R2 έχει μάθει μέσω RIP τα δίκτυα 172.17.17.4/30 (WAN2) και 192.168.1.0/24 (LAN1).

3.6) Ο R3 έχει μάθει μέσω RIP τα δίκτυα 172.17.17.0/30 (WAN1), 192.168.1.0/24 (LAN1) και 192.168.2.0/24 (LAN2).

3.7) Ναι, υπάρχει επικοινωνία μεταξύ των PC{1,2}.

3.8) Ορίζω μέσα από cli στην Τρίτη διεπαφή του R3 τη διεύθυνση IP 192.168.3.1/24 με τις εξής εντολές (Global Configuration Mode):

```
interface em0
ip address 192.168.3.1/24
```

3.9) Οι δυναμικές εγγραφές στους R{1,2} δεν έχουν αλλάξει.

3.10) Στον R3 εισάγω το δίκτυο 192.168.3.0/24 στη δρομολόγηση RIP με τις εξής εντολές (Global Configuration Mode):

```
router rip
network 192.168.3.0/24
```

3.11) Ναι, πλέον οι δυναμικές εγγραφές στους R{1,2} περιλαμβάνουν επιπλέον την εγγραφή για το δίκτυο 192.168.3.0/24.

3.12) Όχι, η παραπάνω διαδικασία δεν έγινε άμεσα. Αφού προστέθηκε η εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης RIP του R3, στάλθηκε μήνυμα RIP από τον R3 στα WAN{2,3} για να ενημερωθούν οι υπόλοιποι δρομολογητές και έπειτα αυτοί με τη σειρά τους εισήγαγαν στους πίνακες δρομολόγησης RIP την διαφημιζόμενη εγγραφή.

3.13) Στον R3 διαγράψω από τον πίνακα δρομολόγησης RIP του τα τρία υποδίκτυά του και αντί αυτών εισάγω το δίκτυο 0.0.0.0/0 με της παρακάτω εντολές (Global Configuration Mode):

```
router rip
no network 172.17.17.4/30
no network 172.17.17.8/30
no network 192.168.3.0/24
network 0.0.0.0/0
```

Η διεύθυνση 0.0.0.0/0 υποδηλώνει τον ίδιο τον R3 (αυτή η διεύθυνση χρησιμοποιείται όταν ένα μηχανήμα θέλει να αναφερθεί στον εαυτό του, ακόμα και σε περιπτώσεις που δεν γνωρίζει την διεύθυνση IP του).

3.14) Στον R3, εκτελώντας την εντολή “show ip rip status” (Global Configuration Mode) βλέπω ότι το RIP πρωτόκολλο είναι ενεργοποιημένο για όλες τις διεπαφές του (em{0,1,2}, lo0).

3.15) Όχι, δεν υπήρξε κάποια αλλαγή στους πίνακες δρομολόγησης RIP των R{1,2}.

3.16) Κάνοντας “tcpdump -i em1 -vvn” στον R3, βλέπω ότι ο δρομολογητής αυτός διαφημίζει στα μηνύματα RIP του τα δίκτυα 172.17.17.8/30 (WAN3), 192.168.2.0/24 (LAN2) και 192.168.3.0/24 (LAN3).

3.17) Όχι, στα προηγούμενα μηνύματα RIP δεν διαφημίστηκε το δίκτυο 192.168.1.0/24. Αυτό συμβαίνει επειδή, γενικά, οι δρομολογητές δεν διαφημίζουν δίκτυα στα δίκτυα από τα οποία ενημερώθηκαν για αυτά. Επειδή, δηλαδή, ο R3 ενημερώθηκε για το δίκτυο 192.168.1.0/24 από το δίκτυο 172.17.17.4/30, δεν θα διαφημίσει για το 192.168.1.0/24 στο 172.17.17.4/30. Αυτή η τακτική εφαρμόζεται για να αποφευχθούν βρόχοι στο διαφήμισης στο δίκτυο.

3.18) Από τα προηγούμενα υποερωτήματα συμπεραίνω στο γεγονός ότι όταν συμπεριλαμβάνεται η διεύθυνση 0.0.0.0/0 στον πίνακα δρομολόγησης RIP, διαφημίζονται από τον δρομολογητή αυτόν όλα τα υποδίκτυα στα οποία είναι άμεσα συνδεδεμένος.

3.19) Ξεκινώ καταγραφή στον R2 στο WAN1 με “tcpdump -i em1 -vvn” και αντίστοιχη καταγραφή στον R3 στο WAN2 με “tcpdump -i em1 -vvn”. Παρατηρώ ότι στις εγγραφές που οι R{2,3} διαφημίζουν το 172.17.17.8/30 το πεδίο metric έχει τιμή 1 και το πεδίο next-hop την τιμή ‘self’. Τέλος, βλέπω ότι στον R1 έχει επιλεγθεί η διαδρομή από τον R2.

3.20) Ο R1 διαφημίζει την εγγραφή του για το δίκτυο 172.17.17.8/30 στο δίκτυο WAN2. Αυτό συμβαίνει επειδή ο R1 έχει επιλέξει να δρομολογεί τα πακέτα για το WAN3 από τον R2. Έτσι, διαφημίζει την εγγραφή του για το WAN3 μόνο στον R3 προς αποφυγή δημιουργίας βρόχου διαφημίσεων.

Άσκηση 4

4.1) Στο PC3 ορίζω μέσω vtysh το όνομα, τη διεύθυνση IP και τη σωστή προεπιλεγμένη πύλη με τις παρακάτω εντολές:

```
vtysh
configure terminal
hostname PC3
ip route 0.0.0.0/0 192.168.3.1
interface em0
ip address 192.168.3.2/24
```

4.2) Ναι, τα PC{1,2} επικοινωνούν.

4.3) Ναι, τα PC{2,3} επικοινωνούν.

4.4) Ναι, τα PC{3,1} επικοινωνούν.

4.5) Μέσω cli εμφανίζω τους πίνακες δρομολόγησης των R{1,2,3} με την εντολή “show ip route” από το επίπεδο Global Configuration Mode.

R1:

```
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
R>* 172.17.17.8/30 [120/21] via 172.17.17.2, em1, 01:00:11
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, em0
R>* 192.168.2.0/24 [120/21] via 172.17.17.2, em1, 01:00:06
R>* 192.168.3.0/24 [120/21] via 172.17.17.6, em2, 00:46:52
R1#
```

R2:

```
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
R>* 172.17.17.4/30 [120/21] via 172.17.17.1, em1, 01:00:25
C>* 172.17.17.8/30 is directly connected, em2
R>* 192.168.1.0/24 [120/21] via 172.17.17.1, em1, 01:00:25
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em0
R>* 192.168.3.0/24 [120/21] via 172.17.17.10, em2, 00:46:57
R2#
```

R3:

```
R3# 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
R>* 172.17.17.0/30 [120/21] via 172.17.17.5, em1, 00:40:41
C>* 172.17.17.4/30 is directly connected, em1
C>* 172.17.17.8/30 is directly connected, em2
R>* 192.168.1.0/24 [120/21] via 172.17.17.5, em1, 00:40:41
R>* 192.168.2.0/24 [120/21] via 172.17.17.9, em2, 00:40:41
C>* 192.168.3.0/24 is directly connected, em0
R3#
```

4.6) Ενεργοποιώ τη λειτουργία link-detect σε όλες τις διεπαφές συνδεδεμένες σε υποδίκτυο WAN, ώστε το Quagga να μπορεί να αντιληφθεί την αλλαγή κατάστασης οποιασδήποτε WAN σύνδεσης με τις εξής εντολές σε κάθε δρομολογητή R{1,2,3}:

```
cli
configure terminal
interface em1
link-detect
interface em2
link-detect
```

4.7) Αποσυνδέω τα άκρα του καλωδίου WAN1 και περιμένω για λίγο. Παρατηρώ ότι οι εγγραφές των πινάκων δρομολόγησης των R{1,2,3} άλλαξε, και πλέον οι R{1,2} στέλνουν τα πακέτα τους στον R3 και ο R3 στέλνει τα πακέτα για το LANi στον Ri.

4.8) Ναι, τα PC{1,2,3} επικοινωνούν.

4.9) Συνδέω τα άκρα του καλωδίου WAN1 και αποσυνδέω αυτά του WAN2. Βλέπω ότι πλέον οι πίνακες δρομολόγησης ενημερώνονται αντίστοιχα με την περίπτωση του 4.7, δηλαδή προωθούν την κίνηση προς τον R2.

4.10) Ναι, τα PC{1,2,3} επικοινωνούν.

4.11) Συνδέω τα άκρα του καλωδίου WAN2 και αποσυνδέω αυτά του WAN3. Βλέπω ότι πλέον οι πίνακες δρομολόγησης ενημερώνονται αντίστοιχα με την περίπτωση του 4.7, δηλαδή προωθούν την κίνηση προς τον R3.

4.12) Ναι, τα PC{1,2,3} επικοινωνούν.

4.13) Συνδέω τα άκρα του καλωδίου WAN3 και ξεκινώ ένα ring από το PC1 στο PC2 χωρίς να το διακόψω. Αποσυνδέω τα άκρα του καλωδίου WAN1. Η έξοδος του ring σταμάτησε και μετά από περίπου 30 δευτερόλεπτα ξανάρχισε. Αυτό είναι λογικό, αφού κάθε 30 δευτερόλεπτα περίπου οι δρομολογητές RIP στέλνουν μηνύματα RIP για να διαφημίσουν τις εγγραφές τους.

4.14) Αφού συνδέσω τα άκρα του καλωδίου WAN1, αντιλαμβάνομαι ότι τα πακέτα τώρα διέρχονται από το WAN1 πλέον επειδή η τιμή TTL αυξάνεται από 61 σε 62, δηλαδή η απόσταση σε βήματα από τα δύο PC μειώθηκε κατά 1.

4.15) Στον R1 με την εντολή “show ip rip” βλέπω τον πίνακα διαδρομών του RIP. Η απόσταση (metric) που είναι αποθηκευμένη σε αυτόν για τα δίκτυα 172.17.17.0/30 και 192.168.2.0/24 είναι 1 και 2, αντίστοιχα.

4.16) Η τιμή για τον χρόνο στις προηγούμενες εγγραφές για τα δύο δίκτυα παριστάνει τον χρόνο που απομένει μέχρι να απενεργοποιηθεί η εγγραφή (ένα στάδιο πριν την οριστική διαγραφή της). Σημειώνεται, ότι για το δίκτυο 172.17.17.0/30 δεν υπάρχει τιμή στο πεδίο αυτό, αφού ο R1 είναι κατευθείαν συνδεδεμένο με το WAN1.

4.17) Αφού αποσυνδέσω πάλι τα καλώδια του WAN1, καταγράφω την απόσταση και τη διάρκεια ζωής των εγγραφών για τα παραπάνω δίκτυα:

```
R1# show ip rip
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
      (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
      (i) - interface

      Network          Next Hop          Metric From          Tag Time
C(i) 172.17.17.0/30    0.0.0.0           16 self             0 01:57
C(i) 172.17.17.4/30    0.0.0.0           1 self             0
R(n) 172.17.17.8/30    172.17.17.6       2 172.17.17.6       0 02:47
C(i) 192.168.1.0/24    0.0.0.0           1 self             0
R(n) 192.168.2.0/24    172.17.17.6       3 172.17.17.6       0 02:47
R(n) 192.168.3.0/24    172.17.17.6       2 172.17.17.6       0 02:47
R1#
```

4.18) Αφήνοντας λίγο χρόνο να περάσει, βλέπω ότι η εγγραφή για το 192.168.2.0/24 παραμένει στον πίνακα.

4.19) Με από 2 λεπτά βλέπω ότι η εγγραφή για το 172.17.17.0/30 έχει διαγραφεί από τον πίνακα.

4.20) Ο χρόνος ζωής που σχολιάσαμε στο ερώτημα 4.17 αντιλαμβάνομαι ότι παριστάνει τον χρόνο που πρέπει να περάσει για να διαγραφεί μία εγγραφή από την στιγμή που διαφημίστηκε από κάποιον άλλον δρομολογητή.

4.21) Αφού ξανασυνδέσω τα άκρα του καλωδίου WAN1 ο R1 στέλνει μηνύματα RIP που διαφημίζουν το 172.17.17.8/30 (WAN3) στο WAN1. Αυτό συμβαίνει επειδή ο R1 έμαθε για την εγγραφή του δικτύου στο WAN3 από διαφήμιση που έλαβε στο WAN2 από τον R3, δηλαδή για τον αντίστοιχο λόγο που αναφέρθηκε και στο ερώτημα 3.20.

Άσκηση 5

5.1) Εισάγω και στους 4 δρομολογητές την εγγραφή για το «δίκτυο» 0.0.0.0/0 στη δρομολόγηση RIP, με σκοπό να διαφημίσω όλα τα δίκτυα που είναι άμεσα συνδεδεμένοι οι δρομολογητές σε όλους τους υπόλοιπους με την εντολή:

```
configure terminal
router rip
network 0.0.0.0/0
```

5.2) Ο πίνακας δρομολόγησης του R1 περιέχει 8 δυναμικές εγγραφές.

5.3) Ο πίνακας δρομολόγησης του R2 περιέχει 8 δυναμικές εγγραφές.

5.4) Ο πίνακας δρομολόγησης του C1 περιέχει 10 δυναμικές εγγραφές.

- 5.5) Ο πίνακας δρομολόγησης του C2 περιέχει 10 δυναμικές εγγραφές.
- 5.6) Ο R1 συμμετέχει στο RIP με το δίκτυο του LAN1, 192.168.1.0/24.
- 5.7) Ξεκινώ μια καταγραφή στην διεπαφή του R1 στο LAN1 ώστε να συλλαμβάνω μόνο μηνύματα IP με “`tcpdump -i em0 -vnn port 520`”. Παρατηρώ ότι ο R1 διαφημίζει τα δίκτυα LAN2, WAN{1,2,3,4} και τις διευθύνσεις των βρόχων επιστροφής των R{1,2} και C{1,2}.
- 5.8) ***Όχι, στον πίνακα δρομολόγησης του PC1 υπάρχει μόνο η εγγραφή για το δίκτυο στο LAN1.
- 5.9) Ενεργοποιώ το RIP στην διεπαφή του PC1 με την εντολή “`network em0`” από το επίπεδο Router Configuration Mode (“`router rip`”).
- 5.10) Πλέον ο πίνακας δρομολόγησης του PC1 περιέχει 10 δυναμικές εγγραφές.
- 5.11) Ενεργοποιώ το RIP στην διεπαφή του PC2 με την εντολή “`network em0`” από το επίπεδο Router Configuration Mode (“`router rip`”).
- 5.12) Μεταξύ των LAN{1,2} υπάρχουν οι εξής 2 διαδρομές ελαχίστου κόστους:
PC1 → R1 → C1 → R2 → PC2
PC1 → R1 → C2 → R2 → PC2
- 5.13) Με traceroute παρατηρώ ότι η διαδρομή που ακολουθούν τα πακέτα από το PC1 στο PC2 είναι η εξής: PC1 → R1 → C1 → R2 → PC2.
- 5.14) Αντίστοιχα, με traceroute παρατηρώ την εξής διαδρομή: PC2 → R2 → C1 → R1 → PC1.
- 5.15) Ναι, χρησιμοποιείται η ίδια διαδρομή και προς τις δύο κατευθύνσεις.
- 5.16) Ναι, από το PC1 μπορώ να επικοινωνήσω με όλες τις διευθύνσεις loopback διαχείρισης.
- 5.17) Ναι, από το PC2 μπορώ να επικοινωνήσω με όλες τις διευθύνσεις loopback διαχείρισης.
- Για τα παρακάτω υποερωτήματα θα απαντώ στο αν μπορούν να αποκοπούν τα εν λόγω δίκτυα χωρίς να χαθεί η επικοινωνία μεταξύ των PCs:
- 5.18) Ναι.
- 5.19) Ναι.

5.20) Όχι.

5.21) Ναι.

5.22) Όχι.

5.23) Ναι.

5.24) Ναι.

(Τέλος)

5.25) Ενεργοποιώ τη λειτουργία link-detect σε όλες τις διεπαφές των δρομολογητών. Ξεκινώ ένα ping από το PC1 στην lo0 του C2. Έπειτα, αποσυνδέω το CORE και μετά το WAN3. Η έξοδος του ping αλλάζει αρχικά σε «No route to host».

5.26) Μετά από περίπου 20 δευτερόλεπτα τα πακέτα που στέλνει το PC1 στο C2 φτάνουν, ωστόσο δεν δέχεται απάντηση από το C2.

Άσκηση 6

6.1) Εισάγω από το cli του C1 στατική διαδρομή για το 4.0.0.0/8 μέσω της loopback 172.22.1.2 με την εντολή “**ip route 4.0.0.0/8 172.22.1.2**”.

6.2) Ναι, η εγγραφή τοποθετήθηκε στον πίνακα δρομολόγησης του C1.

6.3) Όχι, η εγγραφή που πρόσθεσα δεν έχει προστεθεί σε πίνακα δρομολόγησης άλλου μηχανήματος.

6.4) Στον C1, δίνοντας σε rip router configuration mode την εντολή “**redistribute static**”, παρατηρώ ότι δεν άλλαξε κάτι στον πίνακα του C1.

6.5) Παρατηρώ ότι με την εντολή που έδωσα στο προηγούμενο ερώτημα, πλέον η εγγραφή προστέθηκε στους πίνακες των άλλων μηχανημάτων ως δυναμική εγγραφή.

6.6) Μέσω του cli του C2 ορίζω την loopback 172.22.2.2 ως προεπιλεγμένη διαδρομή με την εντολή “**ip route 0.0.0.0/0 172.22.2.2**”.

6.7) Η εγγραφή τοποθετήθηκε στον πίνακα δρομολόγησης του C2.

6.8) Όχι, η εγγραφή δεν τοποθετήθηκε σε πίνακα δρομολόγησης άλλου μηχανήματος.

6.9) Στον C2 σε router rip configuration mode δίνω την εντολή “**default-information originate**”. Παρατηρώ ότι δεν άλλαξε κάτι στον πίνακα δρομολόγησής του.

6.10) Παρατηρώ από τους πίνακες δρομολόγησης των άλλων μηχανημάτων που δεν είχαν οριστεί προεπιλεγμένες πύλες ότι έχει προστεθεί ως προεπιλεγμένη πύλη ο C2. Στα PCs δηλαδή η προεπιλεγμένη πύλη δεν άλλαξε και η εγγραφή αυτή δεν αποθηκεύτηκε.

6.11) Ακυρώνω τη διαφήμιση της προεπ. Διαδρομής στον C2 με την εντολή **no “default-information originate”** και έπειτα από τον C1 εκτελώ τις παρακάτω εντολές (σε Global Configuration Mode):

```
ip route 0.0.0.0/0 10.0.0.2
router rip
default-information originate
```

6.12) Παρατηρώ ότι στον πίνακα δρομολόγησης του C2 προστέθηκε δυναμική εγγραφή που ορίζει την προεπιλεγμένη διαδρομή στον C1, ωστόσο δεν είναι επιλεγμένη. Ως προεπιλεγμένη διαδρομή είναι επιλεγμένη αυτή με την διεύθυνση loopback του C2.

6.13) Στον C2 από Global Configuration Mode αφαιρώ την προεπιλεγμένη διαδρομή μέσω της loopback με την εντολή “**no ip route 0.0.0.0/0 172.22.2.2**”. Βλέπω τώρα ότι η εγγραφή με προεπιλεγμένη πύλη το C1 είναι επιλεγμένη.

6.14) Ο πίνακας δρομολόγησης στα PC έχει μέγεθος 13 εγγραφές.

6.15) Επειδή ο C1 προωθεί τα πακέτα με προορισμό το υποδίκτυο 4.0.0.0/0 στην διεύθυνση loopback του, το πακέτο αυτό προωθείται συνέχεια μέχρι αυτής, μέχρι που τελικά η τιμή TTL μηδενίζεται, και γι’ αυτό βλέπω το μήνυμα ICMP time exceeded.

6.16) Επειδή ο C1 και ο C2 δεν έχουν στους πίνακες δρομολόγησής τους εγγραφή για τη διεύθυνση 5.5.5.5, και επειδή επιπλέον έχουν ως προεπιλεγμένη διαδρομή ο ένας τον άλλον, το πακέτο στέλνεται συνεχώς από το C1 στο C2 και αντίστροφα μέχρι που η τιμή TTL του πακέτου μηδενίζεται.

6.17) Στον R1 ορίζω μια λίστα πρόσβασης με όνομα **private** που επιτρέπει τα δίκτυα 192.168.0.0/16 και απαγορεύει όλα τα άλλα με την εντολή (global configuration mode) “**access-list private permit 192.168.0.0/16**”.

6.18) Σε global configuration mode εκτελώ την εντολή “password ntua”.

6.19) Από το PC2 συνδέομαι στον δαίμονα ripd του R1 μέσω telnet με την εντολή “telnet 172.22.1.1 2602”.

6.20) Εισέρχομαι σε rip router configuration mode από το PC2 στον R1 και εφαρμόζω τη λίστα private στην κατεύθυνση εξόδου out στη διεπαφή em0 του R1 στο LAN1 εκτελώντας τις εξής εντολές:

```
enable
configure terminal
router rip
distribute-list prefix private out em0
```

(<https://www.nongnu.org/quagga/docs/docs-multi/Filtering-RIP-Routes.html#Filtering-RIP-Routes>)

6.21) Αρχικά, δεν παρατηρώ καμία αλλαγή στον πίνακα δρομολόγησης του PC1. Μετά από περίπου τρία λεπτά βέβαια παρατηρώ ότι όλες οι εγγραφές που δεν αφορούν τα LAN{1,2} διαγράφονται.

6.22) Οι διαγεγραμμένες εγγραφές που αναφέρθηκαν παραμένουν στον πίνακα διαδρομών RIP, όπως είδαμε και στις προηγούμενες ασκήσεις αυτής της εργαστηριακής άσκησης. Μετά από δύο λεπτά (120 δευτερόλεπτα) αυτές οι εγγραφές θα διαγραφούν από τον πίνακα διαδρομών RIP.