

Όνοματεπώνυμο: Ανδρέας Στάμος (03120***)	Όνομα PC: linux / Ubuntu 22.04.2 LTS
Ομάδα: 1	Ημερομηνία: 09/04/2024

Εργαστηριακή Άσκηση 9

Δυναμική δρομολόγηση BGP

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

Άσκηση 1

1.1 vtysh
configure terminal
hostname PCX
interface em0
ip address 192.168.X.2
ip route 0.0.0.0/0 192.168.X.1
όπου $X = 1, 2$ αντίστοιχα στα PC1, PC2

1.2 Στον R1:
cli
configure terminal
hostname R1
interface em0
ip address 192.168.1.1
interface em1
ip address 10.1.1.1/30

Στον R2:
cli
configure terminal
hostname R2
interface em0
ip address 10.1.1.2/30
interface em1
ip address 10.1.1.5/30

Στον R3:
cli
configure terminal
hostname R3
interface em0
ip address 10.1.1.6/30
interface em1
ip address 192.168.2.1/24

1.3 Επιβεβαιώθηκε.

1.4 Είναι.

1.5 router bgp 65010

1.6 14

1.7 neighbor 10.1.1.2 remote-as 65020

1.8 network 192.168.1.0/24

1.9 Όχι.

1.10 Στον R1 υπάρχει μόνο το δίκτυο 192.168.1.0/24.

Στον R2 βλέπουμε ότι η διεργασία του BGP δεν έχει εκκινήσει.

1.11 `router bgp 65020`

1.12 `neighbor 10.1.1.1 remote-as 65010`

`neighbor 10.1.1.6 remote-as 65030`

1.13 Στην RIB του R1 δεν έχει αλλάξει κάτι. Στην RIB του R2 παρατηρούμε πλέον το δίκτυο 192.168.1.0/24.

1.14 Όχι.

1.15 `router bgp 65030`

1.16 `neighbor 10.1.1.5 remote-as 65020`

1.17 `network 192.168.2.0/24`

1.18 Στην RIB όλων των R1, R2 και R3 εμφανίζονται τα 192.168.1.0/24 και 192.168.2.0/24.

1.19 Έχουν την σημαία B.

1.20 Με την σημαία *

1.21 20

1.22 1, που αφορά στο δίκτυο 192.168.2.0/24.

1.23 Υπάρχουν 2 εγγραφές, μία για καθένα από τα δίκτυα 192.168.1.0/24 και 192.168.2.0/24.

Εμφανίζονται οι πρόσθετες πληροφορίες LocPrf (το LOCAL_PREF), Weight και Path (το AS_PATH).

1.24 Είναι τα εξής:

Δίκτυο	NEXT_HOP	WEIGHT	AS_PATH
192.168.1.0/24	0.0.0.0	32768	i
192.168.2.0/24	10.0.1.2	0	65020 65030 i

1.25 Οι διαδρομές που ξεκινάνε από τον ίδιο δρομολογητή έχουν προεπιλεγμένη τιμή Weight 32768, ενώ οι υπόλοιπες διαδρομές έχουν προεπιλεγμένη τιμή Weight 0.

Στον R1 τον LAN1 είναι συνδεδεμένο στον ίδιο, οπότε έχει προεπιλεγμένη τιμή Weight 32768, ενώ το R2 δεν είναι, οπότε έχει προεπιλεγμένη τιμή Weight 0.

1.26 Σημαίνει IGP, αφορά, στο ORIGIN, και σημαίνει πως η διαδρομή έχει προκύψει από εσωτερική δρομολόγηση του AS.

1.27 Μπορούμε να καταλάβουμε αν μια εγγραφή είναι δυναμική, με την ευρύτερη έννοια πως ρυθμίζεται από κάποιο λογισμικό, και δεν έχει εισαχθεί στατικά με την εντολή `route` του FreeBSD, παρατηρώντας ότι δεν έχει την σημαία των στατικών εγγραφών.

Σημειώνεται, ότι η σημαία D των δυναμικών εγγραφών στο netstat σημαίνει κάτι αρκετά πιο συγκεκριμένο: πως η εγγραφή προέκυψε από ICMP Redirect.

Τελός σημειώνεται πως το ΛΣ δεν γνωρίζει αν και πως το Quagga ρύθμισε “δυναμικά” έναν κανόνα δρομολόγησης. Αν π.χ. είχαμε ρυθμίσει στο Quagga μια στατική εγγραφή, δεν θα υπήρχε η σημαία S των στατικών εγγραφών στον πίνακα δρομολόγησης του ΛΣ.

1.28 Ναι.

Άσκηση 2

2.1 Υπάρχει η επισημείωση `external link`.

2.2 Εκτυπώνεται το BGP State = [STATE]. Στην παρούσα περίπτωση παρατηρούμε, όπου [STATE] να αναγράφεται Established.

2.3 `tcpdump -nvi em1`

2.4 BGP KEEPALIVE μηνύματα

- 2.5** Το πρωτοκόλλο μεταφοράς είναι το TCP. Η θύρα είναι η 179 στον ένα δρομολογητή και τυχαία στον άλλο. Συγκεκριμένα εδώ είναι η θύρα 179 για τον R1 και η θύρα 28466 για τον R2.
- Οι πληροφορίες αυτές αντιστοιχούν σε αυτές που εμφανίζονται στο αποτέλεσμα της `show ip bgp neighbors`
- 2.6** Ανά 1 λεπτό περίπου. Πράγματι και η `show ip bgp neighbors` δείχνει `keepalive interval 60` δευτερόλεπτα.
- 2.7** Το TTL έχει τιμή 1 προκειμένου τα πακέτα να είναι βέβαιο πως προωθούνται μόνο στον απευθείας γειτονικό δρομολογητή.
- 2.8** Επιλέγεται ως Router-ID η υψηλότερη διεύθυνση loopback διεπαφής, και όταν αυτή δεν υπάρχει, η υψηλότερη διεύθυνση φυσικής διεπαφής, που εδώ είναι η 10.0.0.5, όπως πράγματι και βλέπουμε για Router-ID του R2.
- 2.9** 64 bytes
- 2.10** Το Router-ID είναι 10.1.1.1. Το βρίσκουμε με: `show ip bgp summary` στον R1.
- Σημείωση:** Θεωρητικά Router-ID έπρεπε να είναι η 192.168.1.1 διότι $192.168.1.1 > 10.1.1.1$. Συμπεραίνουμε πως το Quagga έχει μάλλον πρόσθετους κανόνες για την implicit επιλογή Router-ID εκτός της επιλογής μέγιστης IP διεύθυνσης φυσικής διεπαφής.
- 2.11** 172.17.17.1
- 2.12** Ναι.
- 2.13** `bgp router-id [ROUTER-ID]`
- 2.14** `tcpdump -nvi em0 'tcp port 179'`
- 2.15** `no network 192.168.2.0/24`
- 2.16** BGP Update Message
- 2.17** Όχι.
- 2.18** `network 192.168.2.0/24`
- 2.19** Ναι.
- 2.20** Αναφέρεται πως ελάχιστος χρόνος μεταξύ των διαφημίσεων είναι 30 δευτερόλεπτα.
- 2.21** BGP Update Message
- 2.22** Περιέχει τα εξής Attributes:
1. Origin: IGP
 2. AS Path: 65020 65030
 3. Next hop: 10.1.1.2
 4. Updated Routes: 192.168.2.0/24
- Η λίστα προθεμάτων δικτύων είναι η [192.168.2.0/24].

Άσκηση 3

- 3.1** Στον R1:
- ```
interface em2
ip address 10.1.1.9/30
```
- Στον R3:
- ```
interface em2
ip address 10.1.1.10/30
```
- 3.2** Εκτελούμε traceroute PC1 → PC2.
- Ακολουθείται η διαδρομή:
- PC1 ↔ R1 $\overset{\text{WAN1}}{\leftrightarrow}$ R2 $\overset{\text{WAN2}}{\leftrightarrow}$ R3 ↔ PC2
- Ο R1 δεν δρομολογεί προς τον R3, διότι στο BGP πρέπει να ρυθμιστεί explicitly ως γείτονας.

3.3 Στον R1:

```
interface lo0
ip address 172.17.17.1/32
```

3.4 Στον R2:

```
interface lo0
ip address 172.17.17.2/32
```

3.5 Στον R3:

```
interface lo0
ip address 172.17.17.3/32
```

3.6 Στον R1:

```
router bgp 65010
network 172.17.17.1/32
```

Στον R2:

```
router bgp 65020
network 172.17.17.2/32
```

Στον R3:

```
router bgp 65030
network 172.17.17.3/32
```

3.7 Μόνο ο R2.**3.8** Μαθαίνει για τα εξής δίκτυα με τα εξής next hops:

1. 172.17.17.1/32 (R1-loopback) → 0.0.0.0 (ίδιος δρομολογητής)
2. 172.17.17.2/32 (R2-loopback) → 10.1.1.2 (R2)
3. 172.17.17.3/32 (R3-loopback) → 10.1.1.2 (R2)
4. 192.168.1.0/24 (LAN1) → 0.0.0.0 (ίδιος δρομολογητής)
5. 192.168.2.0/24 (LAN2) → 10.1.1.2 (R2)

3.9 Οι R1 και R3.**3.10** Μαθαίνει για τα εξής δίκτυα με τα εξής next hops:

1. 172.17.17.1/32 (R1-loopback) → 10.1.1.1 (R1)
2. 172.17.17.2/32 (R2-loopback) → 0.0.0.0 (ίδιος δρομολογητής)
3. 172.17.17.3/32 (R3-loopback) → 10.1.1.6 (R3)
4. 192.168.1.0/24 (LAN1) → 10.1.1.1 (R1)
5. 192.168.2.0/24 (LAN2) → 10.1.1.6 (R3)

3.11 Μόνο ο R1.**3.12** Μαθαίνει για τα εξής δίκτυα με τα εξής next hops:

1. 172.17.17.1/32 (R1-loopback) → 10.1.1.5 (R2)
2. 172.17.17.2/32 (R2-loopback) → 10.1.1.5 (R2)
3. 172.17.17.1/32 (R3-loopback) → 0.0.0.0 (ίδιος δρομολογητής)
4. 192.168.1.0/24 (LAN1) → 10.1.1.5 (R2)
5. 192.168.2.0/24 (LAN2) → 0.0.0.0 (ίδιος δρομολογητής)

3.13 `tcpdump -nvi em2`**3.14** `router bgp 65010`
`neighbor 10.1.1.10 remote-as 65030`**3.15** Στον R1 έχει προστεθεί ο R3, στον R3 δεν άλλαξαν.

3.16 Όχι.

3.17 Active

3.18 Το AS 65030 είναι σημειωμένο στον γείτονα 10.1.1.10 (R3), που έχει κατάσταση Active και στον χρόνο Up/Down έχει σημείωση Never.

3.19 BGP Open από τον R1 προς τον R3.

3.20 Κάθε 2 λεπτά.

3.21 Τερματίζει την TCP σύνδεση. Την πρώτη φορά με τον φυσιολογικό τρόπο με FIN, τις επόμενες με RST.

3.22 tcpdump -nvi em2

3.23 router bgp 65030
neighbor 10.1.1.9 remote-as 65010

3.24 Established

3.25 Εκτελώντας show ip bgp παρατηρούμε πως να είναι διαθέσιμη.

3.26 Προστέθηκαν οι εξής διαδρομές:

1. 172.17.17.1/32 (R1-loopback) → 10.1.1.9 (R1)
2. 172.17.17.2/32 (R2-loopback) → 10.1.1.9 (R1)
3. 192.168.1.0/24 (LAN1) → 10.1.1.9 (R1)

3.27 Εκτελούμε traceroute PC1 → PC2.

Ακολουθείται η διαδρομή:

PC1 ↔ R1 $\overset{\text{WAN3}}{\leftrightarrow}$ R3 ↔ PC2

3.28 Εκτός του BGP OPEN του R1, πλέον εκπέμπεται και BGP OPEN από τον R3 και επίσης υπάρχουν και BGP KEEPALIVE και BGP UPDATE.

3.29 BGP OPEN, BGP KEEPALIVE και BGP UPDATE.

3.30 Ο R1 στέλνει τα εξής BGP UPDATE:

1. [192.168.1.0/24, 172.17.17.1/32] μέσω → AS 65010
2. [172.17.17.2/32] μέσω → AS 65010 → AS 65020
3. [172.17.17.3/32, 192.168.2.0/24] μέσω → AS 65010 → AS 65020 → AS 65030

3.31 Απορρίπτονται και δεν εγγράφονται στην RIB, διαδρομές από γείτονες eBGP εάν το τοπικό αυτόνομο σύστημα εμφανίζεται στο AS_PATH.

Αυτό ακριβώς συμβαίνει με κάποιες από τις διαδρομές που διαφημίζει ο R1 προς τον R3. Πιο συγκεκριμένα, διαφημίζει στον R3 διαδρομή μέσω του δικού του αυτόνομου συστήματος, οπότε οι διαδρομές αυτές αγνοούνται χωρίς να εγγραφούν στην RIB.

3.32 show ip bgp 172.17.17.2/32

Υπάρχουν 2 διαδρομές, η → AS 65030 → AS 65020 και η → AS 65020.

Βέλτιστη είναι η διαδρομή → AS 65020. Το κριτήριο που διαφοροποίησε τις δύο διαδρομές για να επιλεγθεί η βέλτιστη διαδρομή, είναι το ελάχιστο μήκος AS_PATH.

3.33 Εκτελούμε show ip bgp 172.17.17.2/30 longer-prefixes:

NEXT_HOP	ORIGIN	AS_PATH
10.1.1.10 (R1)	IGP	65030 65020
10.1.1.2 (R2)	IGP	65020

3.34 Το κριτήριο που διαφοροποίησε τις δύο διαδρομές για να επιλεγθεί η βέλτιστη διαδρομή, είναι το ελάχιστο μήκος AS_PATH.

3.35 tcpdump -nvi em2 'ip src 10.1.1.9 and tcp port 179'

3.36 `tcpdump -nvi em0 'ip src 10.1.1.5 and tcp port 179'`

3.37 `no network 172.17.17.2/32`

3.38 BGP Update Message

Περιέχει Withdrawn Routes.

3.39 `network 172.17.17.2/32`

3.40 Στον R1 λαμβάνουμε ORIGIN: IGP, AS_PATH: 65030 65020, Next Hop: 10.1.1.10.

Στον R3 λαμβάνουμε ORIGIN: IGP, AS_PATH: 6502, Next Hop: 10.1.1.5.

3.41 `ip route 5.5.5.5/0 lo0`

3.42 `redistribute static`

3.43 Incomplete

3.44 Φαίνεται όπως οι υπόλοιπες διαδρομές, όμως στο τέλος του Path αντί για i που σημαίνει ORIGIN: IGP, έχει την σημαία ? που σημαίνει ORIGIN: incomplete.

Άσκηση 4

4.1 Είναι οι εξής:

1. Next Hop: 10.1.1.10 (R3) και AS_PATH: 65030
2. Next Hop: 10.1.1.2 (R2) και AS_PATH: 65020 65030

4.2 Είναι οι εξής:

1. Next Hop: 10.1.1.9 (R1) και AS_PATH: 65010
2. Next Hop: 10.1.1.5 (R2) και AS_PATH: 65020 65010

4.3 Για το 192.168.1.0/24 είναι οι εξής:

1. Next Hop: 10.1.1.6 (R3) και AS_PATH: 65030 65010
2. Next Hop: 10.1.1.1 (R1) και AS_PATH: 65010

Για το 192.168.2.0/24 είναι οι εξής:

1. Next Hop: 10.1.1.1 (R1) και AS_PATH: 65010 65030
2. Next Hop: 10.1.1.6 (R3) και AS_PATH: 65030

4.4 `show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes`

Οι διαφημιζόμενες διαδρομές είναι οι εξής:

1. 5.5.5.5.0/24 με Path 65020 ?
2. 172.17.17.1/32 με Path i
3. 172.17.17.2/32 με Path 65020 i
4. 192.168.1.0/24 με Path i

4.5 `show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes`

Οι διαδρομές που μαθαίνει είναι οι εξής:

1. 5.5.5.5.0/24 με Path 65030 65020 ?
2. 172.17.17.2/32 με Path 65030 65020 i
3. 172.17.17.3/32 με Path 65030 i
4. 192.168.2.0/24 με Path 65030 i

4.6 `ip prefix-list geitones_in deny 192.168.2.0/24`

4.7 `ip prefix-list geitones_in permit any`

4.8 `router bgp 65010`
`neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_in in`

4.9 `do show ip bgp`
Δεν έχει αλλάξει.

4.10 (εκτελείται η εντολή)

Για να γίνει δεκτή η εντολή, θα έπρεπε πρώτα να εκτελέσουμε 2 φορές `exit` ώστε να εισέλθουμε σε Privileged EXEC Mode.

4.11 Δεν μαθαίνει πλέον την διαδρομή για το 192.168.2.0/24.

4.12 Δεν διαφημίζει την διαδρομή για το 192.168.2.0/24.

4.13 Δεν υπάρχει διαδρομή για το LAN2 μέσω του R3, οπότε επιλεγμένη γίνεται η διαδρομή μέσω R2.

4.14 Δεν υπάρχει διαδρομή για το LAN2 μέσω του R1 (εκείνη με το AS_PATH 65010 65030).

4.15 Τα πακέτα PC1 → PC2 ακολουθούν την διαδρομή:

PC1 → R1 → R2 → R3 → PC2

Ωστόσο, τα πακέτα PC2 → PC1 ακολουθούν την διαδρομή:

PC2 → R3 → R1 → PC1

4.16 Όχι.

4.17 `ip prefix-list geitones_out deny 192.168.1.0/24`

4.18 `ip prefix-list geitones_out permit any`

4.19 `router bgp 65010`
`neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_out out`

4.20 `do clear ip bgp 10.1.1.10`

4.21 Δεν διαφημίζει διαδρομή για το 192.168.1.0/24.

4.22 Τίποτα.

4.23 Δεν υπάρχει η διαδρομή για το LAN1 μέσω του R1, οπότε επιλεγμένη γίνεται η διαδρομή μέσω R2.

4.24 Δεν υπάρχει η διαδρομή για το LAN1 μέσω του R3 (εκείνη με το AS_PATH 65030 65010).

4.25 Και προς τις δύο κατευθύνσεις PC1 ↔ PC2 επικοινωνούν με την διαδρομή:

PC1 ↔ R1 ↔ R2 ↔ R3 ↔ PC2

4.26 `no neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_in in`
`no neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_out out`
`do clear ip bgp 10.1.1.10`

Άσκηση 5

5.1 `cli`
`configure terminal`
`hostname R4`
`interface em0`
`ip address 192.168.0.2/24`
`interface em1`
`ip address 10.1.1.13/30`

5.2 `interface lo0`
`ip address 172.17.17.4/32`

5.3 `interface em3`
`ip address 192.168.0.1/24`

5.4 `interface em3`
`ip address 10.1.1.14/30`

5.5 router bgp 65010

5.6 neighbor 192.168.0.1 remote-as 65010
network 172.17.17.4/32

5.7 neighbor 192.168.0.2 remote-as 65010

5.8 Υπάρχει η επισημείωση internal link.

5.9 Στον R4:

show ip bgp neighbors 192.168.0.1 routes

Έχει μάθει τις εξής διαδρομές:

Δίκτυο	Next Hop	AS Path
5.5.5.0/24	10.1.1.2	65020 ?
172.17.17.1/32	192.168.0.1	i
172.17.17.2/32	10.1.1.2	i
172.17.17.3/32	10.1.1.10	65030 i
192.168.1.0/24	192.168.0.1	i
192.168.2.0/24	10.1.1.10	65030 i

5.10 Στον R1:

show ip bgp neighbors 192.168.0.2 routes

Έχει μάθει μόνο την διαδρομή για το 172.17.17.4/32 με AS Path: i (τρέχον AS).

5.11 Έχουν την σημαία i στις σημαίες Status, που σημαίνει internal.

5.12 Metric = 0 και LocalPref = 100

5.13 Προς τα 172.17.17.1/32 και 192.168.1.0/24.

5.14 Δεν έχουν εισαχθεί οι διαδρομές προς τα 5.5.5.0/24, 172.17.17.2/32, 172.17.17.3/32 και 192.168.2.0/24. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι διότι το Next Hop των εγγραφών αυτών (10.1.1.2 και 10.1.1.10) δεν είναι προσβάσιμο από τον R4.

5.15 ip route 10.1.1.8/30 192.168.0.1

5.16 Έχει τοποθετηθεί. Αναφέρεται πως επόμενο βήμα είναι ο 10.1.1.10 αλλά επειδή αυτό ο δρομολογητής δεν είναι γειτονικός του R4, σημειώνεται πως η εγγραφή αυτή είναι “αναδρομική” μέσω του 192.168.0.1 (R1).

5.17 Όχι δεν έχουν εισαχθεί το 172.17.17.2/32 και το 5.5.5.0/24 διότι έχουν Next Hop 10.1.1.2/30 που δεν είναι προσβάσιμο από τον R4.

5.18 neighbor 192.168.0.2 next-hop-self

5.19 Έχουν εισαχθεί όλες οι εγγραφές της RIB με επόμενο βήμα τον 192.168.0.1 (R1).

5.20 Η διαχειριστική απόσταση είναι 200.

Η προεπιλεγμένη τιμή της διαχειριστικής απόστασης για το iBGP είναι 200.

5.21 Ναι.

5.22 Όχι. Το Echo Request φθάνει στον R3, όμως ο R3 δεν γνωρίζει πως να στείλει πακέτα προς την διεύθυνση 192.168.0.2, οπότε στον R4 δεν φθάνει Echo Reply.

5.23 network 192.168.0.0/24

5.24 Ναι.

5.25 aggregate-address 192.168.0.0/23

5.26 Παρατηρούμε συνολικά 4 εγγραφές τις:

1. 192.168.0.0/23
2. 192.168.0.0 (δηλ. το 192.168.0.0/32)
3. 192.168.1.0/24

5.27 `no aggregate-address 192.168.0.0/23`

`aggregate-address 192.168.0.0/23 summary-only`

5.28 Παρατηρούμε 1 μόνο εγγραφή και αυτή είναι για το 192.168.0.0/23.

5.29 `no aggregate-address 192.168.0.0/24`

5.30 `tcpdump -nvi em0 'tcp port 179'`

5.31 Το TTL έχει τιμή 64, διότι στο iBGP, τα μηνύματα μπορούν να διασχίσουν πολλούς δρομολογητές του ίδιου AS για να φτάσουν στον επόμενο BGP δρομολογητή, σε αντίθεση με το eBGP οπότε και πρέπει να είναι γειτονικοί.

Άσκηση 6

6.1 Στον R4:

`neighbor 10.1.1.14 remote-as 65030`

Στον R3:

`neighbor 10.1.1.13 remote-as 65010`

6.2 `neighbor 192.168.0.1 next-hop-self`

6.3 Διαθέτει 3, οι οποίες είναι οι εξής:

1. Προς 192.168.0.2 με AS Path 65030 i
2. Προς 10.1.1.2 με AS Path 65020 65030 i
3. Προς 10.1.1.10 με AS Path 65030 i

Επιλεγμένη είναι η διαδρομή προς 10.1.1.10 (R3).

6.4 Οι διαδρομές προς 10.1.1.10 και 192.168.0.2 είναι καλύτερες από εκείνη προς 10.1.1.2 διότι έχουν μικρότερο AS Path και η διαδρομή προς 10.1.1.10 είναι καλύτερη από εκείνη προς 192.168.0.2 διότι έγινε γνωστή από γείτονα eBGP και όχι από γείτονα iBGP.

6.5 Διαθέτει 2, οι οποίες είναι οι εξής:

1. Προς 10.1.1.14 με AS Path 65030 i
2. Προς 192.168.0.1 με AS Path 65030 i

Επιλεγμένη είναι η διαδρομή προς 10.1.1.14 (R3).

6.6 Επιλέχθηκε διότι έγινε γνωστή από γείτονα eBGP και όχι από γείτονα iBGP (όπως έγινε γνωστή δηλαδή η διαδρομή προς 192.168.0.1)

6.7 Διαθέτει 2, οι οποίες είναι οι εξής:

1. Προς 10.1.1.14 με AS Path 65030 65020 i
2. Προς 192.168.0.1 με AS Path 65020 i

Επιλεγμένη είναι η διαδρομή προς 192.168.0.1 (R3).

6.8 Επιλέχθηκε διότι έχει μικρότερο AS Path.

6.9 Διαθέτει 3, οι οποίες είναι οι εξής:

1. Προς 10.1.1.13 με AS Path 65010 i
2. Προς 10.1.1.5 με AS Path 65020 65010 i
3. Προς 10.1.1.9 με AS Path 65010 i

Επιλεγμένη είναι η διαδρομή προς 10.1.1.9 (R1).

6.10 Επιλέχθηκε ως η αρχαιότερη, δηλαδή ως αυτή που υπήρχε ήδη στον πίνακα δρομολόγησης.

6.11 Έγινε επιλεγμένη η διαδρομή προς 10.1.1.13 (R4). Αυτό συνέβη διότι για κάποιο διάστημα ήταν η καλύτερη διαδρομή, και όταν επανήλθε η σύνδεση με τον R1 ήταν πια η αρχαιότερη.

- 6.12** Έγινε επιλεγμένη η διαδρομή προς 10.1.1.9 (R1). Αυτό συνέβη διότι για κάποιο διάστημα ήταν η καλύτερη διαδρομή, και όταν επανήλθε η σύνδεση με τον R4 ήταν πια η αρχαιότερη.
- 6.13** `ip prefix-list AS65030 permit 192.168.2.0/24`
`ip prefix-list AS65030 172.17.17.3/32`
- 6.14** `route-map set-locpref permit 10`
- 6.15** `match ip address prefix-list AS65030`
- 6.16** `set local-preference 150`
`exit`
- 6.17** `route-map set-locpref permit 20`
`exit`
- 6.18** `router bgp 65010`
`neighbor 10.1.1.14 route-map set-locpref`
- 6.19** (εκτελείται η εντολή)
Η τιμή local-preference έχει αλλάξει σε 150 για τα 172.17.17.2/32 και 192.168.2.0/24.
- 6.20** Επιλέχθηκε η διαδρομή προς 192.168.0.2 (R4) διότι έχει μεγαλύτερη τιμή local preference.
- 6.21** Δεν υπάρχουν οι διαδρομές μέσω 192.168.0.1 (R1).
- 6.22** Στον R1:
`show ip bgp neighbors 192.168.0.2 advertised-routes`
Όχι δεν υπάρχουν διαδρομές για το AS65030.
- 6.23** Οι διαδρομές για το AS65030 μέσω R1 δεν υπάρχουν στην RIB του R4 διότι ο R1 δεν διαφημίζει τέτοιες διαδρομές.
Αυτό συμβαίνει διότι στο BGP διαφημίζονται μόνο βέλτιστες διαδρομές. Η βέλτιστη διαδρομή του R1 για δίκτυα του AS65030 είναι μέσω του R4, που, συνεπώς, έχει μαθευτεί από iBGP συνομιλητή. Οι διαδρομές που μαθεύτηκαν από iBGP δεν διαφημίζονται σε άλλους iBGP συνομιλητές. Συνεπώς ο R1 δεν διαφημίζει προς τον R4 την βέλτιστη διαδρομή του για το AS65030, καθώς την έμαθε από τον iBGP συνομιλητή, R4.
- 6.24** Τα πακέτα PC1 → PC2 ακολουθούν την διαδρομή:
PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2
Ωστόσο, τα πακέτα PC2 → PC1 ακολουθούν την διαδρομή:
PC2 → R3 → R1 → PC1
- 6.25** `route-map set-MED permit 15`
- 6.26** `set metric 1`
`exit`
- 6.27** `router bgp 65010`
`neighbor 10.1.1.10 router-map set-MED out`
- 6.28** `do clear ip bgp 10.1.1.10`
Η μετρική έχει αλλάξει σε όλες τις διαδρομές που προέρχονται από τον R1, δηλαδή σε εκείνες που αφορούν στα δίκτυα:
1. 5.5.5.0/24
 2. 172.17.17.1/32
 3. 172.17.17.2/32
 4. 172.17.17.4/32
 5. 192.168.0.0/24
 6. 192.168.1.0/24
- 6.29** Επιλέγεται η διαδρομή pro 10.1.1.13 (R4) διότι έχει μικρότερη μετρική 0. (η προεπιλεγμένη τιμή είναι 0)

6.30 Ακολουθούν και στις δύο κατευθύνσεις PC1 ↔ PC2 την διαδρομή:

PC1 ↔ R1 ↔ R4 ↔ R3 ↔ PC2

6.31 route-map set-prepend permit 5

6.32 set as-path prepend 65010 65010
exit

6.33 router bgp 65010
neighbor 10.1.1.2 route-map set-prepend out

6.34 do clear ip bgp 10.1.1.2

Οι διαδρομές για το AS65010 μέσω του R1 έχουν στην αρχή τους 3 φορές το AS65010.

6.35 Για όλες τις διαδρομές BGP, επόμενο βήμα είναι ο 10.1.1.6 (R3).

6.36 Δεν υπάρχουν πια διαδρομές για τα δίκτυα του AS65010 μέσω του R2.

6.37 Ο R4 ούτως ή άλλως αγνοεί και δεν εγγράφει στην RIB διαδρομές από γείτονες eBGP που περιλαμβάνουν στο AS Path το τοπικό αυτόνομο σύστημα AS65010. Οι αλλαγές που έγιναν εδώ αφορούν σε διαφημίσεις του R1 προς άλλα AS για το ίδιο το AS65010, οπότε η RIB του R4 δεν επηρεάζεται, καθώς οι διαφημίσεις αυτές ακούγονται στον R4 από δρομολογητές εκτός του AS του, οπότε ούτως ή άλλως αγνοούνται.

Άσκηση 7

7.1 no ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1
router bgp 65010
neighbor 192.168.1.1 remote-as 65010

7.2 router bgp 65010
neighbor 192.168.1.2 remote-as 65010

7.3 Όχι, διότι σε κάποιες εγγραφές Next Hop είναι ο 10.1.1.2 που δεν είναι προσβάσιμος από το PC1 και στον πίνακα δρομολόγησης εισάγονται μόνο εγγραφές για τις οποίες το Next Hop είναι στον πίνακα δρομολόγησης.

7.4 neighbor 192.168.1.2 next-hop-self

Πλέον έχουν εγκατασταθεί στον πίνακα δρομολόγησης του PC1 όλες οι διαδρομές που έμαθε από τον R1.

7.5 Το PC1 δεν μαθαίνει από τον R1 διαδρομές για το 192.168.2.0/24 και τους R3 και R4, διότι ο R1 έμαθε αυτές τις διαδρομές από τον R4, που για τον R1 είναι iBGP συνομιλητής και διαδρομές που μαθαίνονται από iBGP συνομιλητές δεν διαφημίζονται σε iBGP συνομιλητές.

7.6 Στο PC1:

neighbor 192.168.0.2 remote-as 65010

Στον R4:

neighbor 192.168.1.2 remote-as 65010

7.7 Πρέπει στο R4 να ορίσουμε ότι στις BGP διαφημίσεις προς PC1 επόμενο βήμα είναι ο ίδιος.

Εκτελούμε στο R4:

neighbor 192.168.1.2 next-hop-self

7.8 Επιτυγχάνει προς τα LAN1, LAN2, LAN3 και 172.17.17.1/32, 172.17.17.2/32, 172.17.17.3/32, 172.17.17.4/32.

Αποτυγχάνει προς όλα τα WAN1, WAN2, WAN3, WAN5. Αυτό συμβαίνει διότι κανένας BGP δρομολογητής δεν διαφημίζει διαδρομές για αυτά.

7.9 Ακολουθούν και στις δύο κατευθύνσεις PC1 ↔ PC2 την διαδρομή:

PC1 ↔ R1 ↔ R4 ↔ R3 ↔ PC2

7.10 Από το LAN1 ακολουθεί την διαδρομή:

LAN1 → R1 → R2

Από το LAN2 ακολουθεί την διαδρομή:

LAN2 → R3 → R2

7.11 Το PC2 έχει προκαθορισμένη πύλη τον R3 και ο R3 έχει άμεσα συνδεδεμένο τον 10.1.1.9 (R1), οπότε το ping αποτυγχάνει.

Αντίθετα, το PC1 δεν έχει προκαθορισμένη πύλη, αλλά ο πίνακας δρομολόγησης του προκύπτει από το BGP, και το BGP δεν γνωρίζει για την διεύθυνση 10.1.1.9, οπότε στο PC1 το ΛΣ δεν γνωρίζει πως να στείλει προς την 10.1.1.9.

7.12 `network 0.0.0.0/0`

7.13 Έχει προστεθεί στην RIB του R2.

Στον πίνακα δρομολόγησης του R2 δεν έχει προστεθεί. Στον πίνακα δρομολόγησης προστίθεται οι διαδρομές της RIB που είναι τοπικά προσβάσιμες. Εν προκειμένω, Next Hop είναι ο ίδιος δρομολογητής, οπότε αφού δεν υπάρχει ήδη κανόνας για το 0.0.0.0/0 δεν προστίθεται BGP κανόνας για το 0.0.0.0/0.

7.14 Ναι.

7.15 IGP

7.16 Ναι.

7.17 Αποτυγχάνει.

Ακολουθείται ο κανόνας προκαθορισμένης πύλης προς τον R2. Για το WAN1 και WAN3 το πακέτο δρομολογούνται από το R1 απευθείας στους προορισμούς, ενώ για το WAN2 δρομολογούνται απευθείας από τον R2. Αντίθετα, για το WAN5 το πακέτο περνά από τους R1 και R2, κανείς από αυτούς δεν ξέρει για το WAN5, και ο R2 δεν έχει κάποιον κανόνα που να ταιριάζει (σε αντίθεση με τον R1 που είχε τον κανόνα προκαθορισμένης πύλης), οπότε απορρίπτει το πακέτο προς 10.1.1.14.

7.18 `no network 0.0.0.0/0`
`ip route 0.0.0.0/0 lo0`

7.19 Το ORIGIN γίνεται incomplete αντί για IGP που ήταν προηγουμένως.

7.20 Την είχαμε δώσει παραπάνω, όπως φαίνεται και με `show running-config`.

7.21 Το ping αποτυγχάνει.

Το Echo Request φθάνει στον R2, ο R2 το στέλνει προς την loopback διεπαφή του, οπότε το παραλαμβάνει εκ νέου από αυτή, κ.ο.κ. Δημιουργείται ένας βρόχος δρομολόγησης εντός του R2. Σε κάθε βήμα δρομολόγησης μειώνεται το TTL. Κάποια στιγμή γίνεται TTL=0 και έτσι το πακέτο απορρίπτεται και στέλνεται προς το PC1 πακέτο ICMP Time Exceeded. Πράγματι με `tcpdump` στο PC1 παρατηρούμε πως ο R2 στέλνει προς το PC1 πακέτο ICMP Time Exceeded.