

Ονοματεπώνυμο: Πυλιώτης Αθανάσιος		Όνομα PC: DESKTOP-5DLG3IF
Ομάδα: 1	Ημερομηνία: 05/05/23	

Εργαστηριακή Άσκηση 9

Δυναμική δρομολόγηση BGP

Άσκηση 1: Εισαγωγή στο BGP

- 1.1) PC1: **vtys** → R0# **configure terminal** → R0(config)# **hostname PC1** → PC1(config)#
interface em0 → PC1(config-if)# **ip address 192.168.1.2/24** → PC1(config-if)# **exit** →
PC1(config)# **ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1**
PC2: **vtys** → R0# **configure terminal** → R0(config)# **hostname PC2** → PC2(config)#
interface em0 → PC2(config-if)# **ip address 192.168.2.2/24** → PC2(config-if)# **exit** →
PC2(config)# **ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1**
- 1.2) R1: **cli** → router.ntua.lab# **configure terminal** → router.ntua.lab(config)# **hostname R1** →
R1(config)# **interface em0** → R1(config-if)# **ip address 192.168.1.1/24** → R1(config-if)# **exit** →
→ R1(config)# **interface em1** → R1(config-if)# **ip address 10.1.1.1/30**
Em0: LAN1, em1: WAN1
R2: **cli** → router.ntua.lab# **configure terminal** → router.ntua.lab(config)# **hostname R2** →
R2(config)# **interface em0** → R2(config-if)# **ip address 10.1.1.2/30** → R2(config-if)# **exit** →
R2(config)# **interface em1** → R2(config-if)# **ip address 10.1.1.5/30**
Em0: WAN1, em1: WAN2
R3: **cli** → router.ntua.lab# **configure terminal** → router.ntua.lab(config)# **hostname R3** →
R3(config)# **interface em0** → R3(config-if)# **ip address 10.1.1.6/30** → R3(config-if)# **exit** →
R3(config)# **interface em1** → R3(config-if)# **ip address 192.168.2.1/24**
Em0: WAN2, em1: LAN2
- 1.3) R1(config-if)# **do show ip route** → δεν υπάρχει στατική εγγραφή.
1.4) R1(config-if)# **exit** → R1(config)# **router ?** → ναι είναι διαθέσιμο
1.5) R1(config)# **router bgp 65010**
1.6) R1(config-router)# **?** → έχουμε 14 διαθέσιμες εντολές
1.7) R1(config-router)# **neighbor 10.1.1.2 remote-as 65020**
1.8) R1(config-router)# **network 192.168.1.0/24**
1.9) R1(config-router)# **exit** → R1(config)# **do show ip route** → Δεν έχει γίνει καμία αλλαγή.

1.10) R1(config)# **do show ip bgp**

R2(config)# **do show ip bgp**

Στο R1 υπάρχει μία εγγραφή BGP για το 192.168.1.0/24 που είναι τοπική, ενώ στον R2 γράφει
No BGP process is configured δεν έχουμε ενεργοποιήσει bgp.

1.11) R2(config)# **router bgp 65020**

1.12) R2(config-router)# **neighbor 10.1.1.1 remote-as 65010**

R2(config-router)# **neighbor 10.1.1.6 remote-as 65030**

1.13) R1(config)# **do show ip bgp**

R2(config)# **do show ip bgp**

Βλέπουμε εγγραφή για το 192.168.1.0/24 και στα δύο και έχουν δρομολογηθεί μέσω του BGP.

1.14) R3(config)# **do show ip route** → όχι δεν υπάρχει διαδρομή για το LAN1

1.15) R3(config)# **router bgp 65030**

1.16) R3(config-router)# **neighbor 10.1.1.5 remote-as 65020**

1.17) R3(config-router)# **network 192.168.2.0/24**

1.18) R1/2/3(config)# **do show ip bgp**

Πλέον και οι 3 δρομολογητές έχουν εγγραφές και για τα δύο δίκτυα που διαφημίστηκαν, τα
LAN1 και LAN2. Προστέθηκε δηλαδή το 192.168.2.0 Network

1.19) R2(config)# **do show ip route**

Οι εγγραφές από το BGP ξεχωρίζουν από το B που υπάρχει στην αρχή (το flag) και αναφέρεται
σε αυτό.

1.20) Οι εγγραφές που έχουν επιλεγθεί δηλώνονται με το «>» σύμβολο και όσες έχουν προστεθεί
στον πίνακα FIB δηλώνονται με το «*» σύμβολο.

1.21) Η διαχειριστική απόσταση των διαδρομών BGP είναι 20 στον R2.

1.22) R1(config)# **do show ip route bgp**

Μία εγγραφή υπάρχει, αυτή για το υποδίκτυο 192.168.2.0/24

1.23) R1(config)# **do show ip bgp**

Βλέπουμε 2 εγγραφές στον πίνακα (RIB) του BGP στο R1 και εμφανίζεται πληροφορία για το
NEXT_HOP (τη διεπαφή που θα πρέπει να πάει για να πάει στο επόμενο AS προς αυτό το
δίκτυο), μια τοπική μετρική, το βάρος (32768 αν πηγάει από τον δρομολογητή) και το path για
να φτάσει στο network, που είναι i ο τελικός προορισμός και για το 192.168.1.0 είναι μόνο i ενώ
για 192.168.2.0 είναι 65020 65030 i, δηλαδή από αριστερά προς τα δεξιά είναι τα AS που πρέπει
να ακολουθήσει για να βρεθεί στο αντίστοιχο network.

1.24)

Network	NEXT_HOP	WEIGHT	AS_PATH
---------	----------	--------	---------

192.168.1.0/24	0.0.0.0	32768	i
192.168.2.0/24	10.1.1.2	0	65020 65030 i

1.25) Όπως γνωρίζουμε, η τιμή είναι 32768 όταν πηγάζει από το δρομολογητή και 0 αλλιώς. Είναι μόνο για Cisco και Quagga/FRR και για εσωτερική δρομολόγηση (στη LAN1 μαθεύτηκε τοπικά ενώ η LAN2 από το R2) .

1.26) Αντιστοιχεί στον τύπο πηγής, origin IGP.

1.27) EXIT → R1: **netstat -rn**

Όχι δεν μπορούμε. Δεν υπάρχει το flag D πουθενά. Το 1 σημαίνει πως προέρχονται από το Quagga αλλά θα μπορούσε να είναι στατικές.

1.28) PC1(config)# **do ping 192.168.2.2**

Ναι επικοινωνούν.

Άσκηση 2: Λειτουργία του BGP

2.1) R1(config)# **do show ip bgp neighbors**

Μπορούμε να το καταλάβουμε επειδή: έχει άλλο AS από εμάς (remote AS και local AS καταγράφονται) και επίσης υπάρχει external link που γράφει μετά και μάλλον είναι πιο προφανές.

2.2) Αναγράφει σε ένα σημείο BGP State = Established, άρα από το BGP State.

2.3) R1: **tcpdump -vvv -en -XX -i em1**

2.4) Παρατηρούμε μήνυμα BGP Keepalive Message (4) από R1 και από R2

2.5) Το πρωτόκολλο μεταφοράς χρησιμοποιεί το (proto) TCP για πρωτόκολλο μεταφοράς και χρησιμοποιεί τη θύρα 179, που είναι για BGP. Ναι και στο **do show ip bgp neighbors** δείχνει πως η θύρες είναι 32678 (δυναμική και ίδια) και η 179, αλλά δεν αναφέρει κάτι για το BGP.

2.6) Κάθε ένα λεπτό περίπου (ή ακριβώς) και ο χρόνος στο bgp neighbors είναι keepalive interval is 60 seconds, άρα ο ίδιος.

2.7) Το TTL είναι 1 για τα πακέτα αυτά.

2.8) R2(config)# **do show ip bgp summary**

Το router-ID είναι 10.1.1.5 γιατί είναι από τις IP τιμές των διεπαφών του η μεγαλύτερη σε αριθμό καθώς δεν έχουμε ορίσει διεύθυνση loopback

2.9) Η μνήμη είναι 192 bytes για 3 εγγραφές, άρα 64 bytes για μία εγγραφή.

2.10) Το router-ID του R1 είναι 10.1.1.1 (παρότι είναι μικρότερη από την τιμή 192.168.1.1, αλλά φαίνεται πως αγνοεί το τα δίκτυα που αρχίζουν από 192) και το εξακριβώνουμε με την **do show ip bgp summary**.

2.11) R1(config)# **interface lo0** → R1(config-if)# **ip address 172.17.17.1/32**

Η router-id πλέον είναι η loopback διεύθυνση, όπως και αναμέναμε.

2.12) R1(config-if)# **no ip address 172.17.17.1/32**

Ναι επανέρχεται στη προηγούμενη διεύθυνση 10.1.1.1.

2.13) **bgp router-id IPaddr** είναι η εντολή που ρυθμίζει το router-id χειροκίνητα.

2.14) R2: **tcpdump -vvv -en -XX -i em0**

2.15) R3(config-router)# **no network 192.168.2.0/24**

2.16) Παρατηρούμε το είδος μηνύματος BGP Update Message (2).

2.17) R1(config)# **do show ip bgp**

Όχι δεν υπήρξε καθόλου καθυστέρηση, έγινε άμεσα η αλλαγή. Στάλθηκε το μήνυμα με το που σταμάτησε να υπάρχει το δίκτυο και έγιναν άμεσα όλες οι ενημερώσεις.

2.18) R3(config-router)# **network 192.168.2.0/24**

2.19) R1(config)# **do show ip bgp**

Ναι υπάρχει καθυστέρηση στην ενημέρωση. Πήρε περίπου μισό με ένα λεπτό για να γίνει η κατάλληλη ενημέρωση.

2.20) Παρατηρούμε πως “Minimum time between advertisement runs in 30 seconds”, συνεπώς για αυτό χρειάστηκε περισσότερη ώρα για αυτή την ενημέρωση. Συνεπώς είναι σε συμφωνία με το χρόνο που θέλαμε παραπάνω.

2.21) Κοιτάζοντας τη καταγραφή μας στο R2 παρατηρούμε πως η ενημέρωση έγινε με BGP Update Message (2) στο οποίο ανακοινώνονται και όλες οι βασικές πληροφορίες που χρειάζονται.

2.22) Μεταφέρει τα απαραίτητα χαρακτηριστικά:

Origin (1), length: 1, Flags [T]: IGP

AS Path (2), length: 10, Flags [TE]: 65020 65030

Next Hop (3), length: 4, Flags [T]: 10.1.1.2

Updated Routes: 192.168.2.0/24

Άσκηση 3: Χαρακτηριστικά διαδρομών BGP

3.1) R1(config)# **interface em2** → R1(config-if)# **ip address 10.1.1.9/30**

R3(config)# **interface em2** → R3(config-if)# **ip address 10.1.1.10/30**

3.2) PC1(config)# **traceroute 192.168.2.2**

Παρατηρούμε μέσω των διεπαφών που επιστρέφουν πως επικοινωνούν μέσω του δρομολογητή R2, δηλαδή PC1-R1-R2-R3-PC2 και ανάποδα το ίδιο είναι

3.3) R1(config)# **interface lo0** → R1(config-if)# **ip address 172.17.17.1/32**

3.4) R2(config)# **interface lo0** → R2(config-if)# **ip address 172.17.17.2/32**

3.5) R3(config)# **interface lo0** → R3(config-if)# **ip address 172.17.17.3/32**

3.6) Rx(config)# **router bgp 650x0** → Rx(config-router)# **network 172.17.17.x/32, x={1,2,3}**

3.7) R1(config-router)# **do show ip bgp neighbors**

Δείχνει τον 65020 στο 10.1.1.2 μονάχα.

3.8) Παρατηρούμε από το **do show ip bgp** πως έχει πληροφορίες για 5 δίκτυα, τα 172.17.17.1/32 με Next Hop 0.0.0.0, 172.17.17.2/32 με Next Hop 10.1.1.2, 172.17.17.3/32 με Next Hop 10.1.1.2, 192.168.1.0 με Next Hop 0.0.0.0, 192.168.2.0 με Next Hop 10.1.1.2

3.9) R2(config-router)# **do show ip bgp neighbors**

Δείχνει τον 65010 στο 10.1.1.1 και το 65030 στο 10.1.1.6.

3.10) Παρατηρούμε από το **do show ip bgp** πως έχει πληροφορίες για 5 δίκτυα, τα

172.17.17.1/32 με Next Hop 10.1.1.1,
172.17.17.2/32 με Next Hop 0.0.0.0,
172.17.17.3/32 με Next Hop 10.1.1.6,
192.168.1.0 με Next Hop 10.1.1.1,
192.168.2.0 με Next Hop 10.1.1.6

3.11) R3(config-router)# **do show ip bgp neighbors**

Δείχνει τον 65020 στο 10.1.1.5 μονάχα.

3.12) Παρατηρούμε από το **do show ip bgp** πως έχει πληροφορίες για 5 δίκτυα, τα

172.17.17.1/32 με Next Hop 10.1.1.5,
172.17.17.2/32 με Next Hop 10.1.1.5,
172.17.17.3/32 με Next Hop 0.0.0.0,
192.168.1.0 με Next Hop 10.1.1.5,
192.168.2.0 με Next Hop 0.0.0.0

3.13) R3: **tcpdump -vvv -en -XX -i em2**

3.14) R1(config-router)# **neighbor 10.1.1.10 remote-as 65030**

3.15) R1/3(config-router)# **do show ip bgp neighbors**

Αλλάξανε οι γείτονες του R1 αλλά όχι του R3, δηλαδή προστέθηκε ο R3 στον R1 και όχι το αντίστροφο.

3.16) **do show ip route**, όχι δεν παρατηρούμε καμία διαδρομή μέσω της WAN3.3.17) R1(config-router)# **do show ip bgp neighbors**

BGP state = Active (όχι established)

3.18) R1(config-router)# **do show ip bgp summary**

Ναι υπάρχει ένδειξη της ύπαρξης του, απλά το Up/Down είναι Never και το State είναι Active.

3.19) Παρατηρούμε μηνύματα Open Message.

3.20) Επαναλαμβάνεται περίπου κάθε 2 λεπτά και ο R3 απαντά με TCP FIN και τελειώνει

3.21) Όχι δεν έχει εγκατασταθεί μόνιμη σύνδεση. Αυτό είναι εμφανές και από τη κατάσταση Active στην οποία βρίσκονται.

3.22) R1: **tcpdump -vvv -en -XX -i em2**3.23) R3(config-router)# **neighbor 10.1.1.9 remote-as 65010**3.24) R1(config-router)# **do show ip bgp neighbors**

BGP state = Established

R3(config-router)# **do show ip bgp neighbors**

BGP state = Established

3.25) R1(config)# **do show ip bgp**

Ναι είναι διαθέσιμη!

3.26) R3(config)# **do show ip bgp**

Προστέθηκαν 3 διαδρομές στο RIB, για τα 172.17.17.2/32, 172.17.17.3/32 και 192.168.1.0 μέσω του 10.1.1.9 όλα.

Network	NEXT_HOP	ORIGIN	WEIGHT	AS_PATH	LocalPref
172.17.17.1/32	10.1.1.9	IGP	0	65010 i	100
172.17.17.2/32	10.1.1.9	IGP	0	65010 65020 i	100
192.168.1.0	10.1.1.9	IGP	0	65010 i	100

3.27) PC1(config)# **do traceroute 192.168.2.2**

PC1-R1-R3-PC2 (3 βήματα)

3.28) BGP Open μηνύματα από R3 σε R1, μετά από R1 σε R3 και μετά ανοίγουν τη TCP σύνδεση , που αποδέχεται ο R1 και τέλος υπάρχουν τα BGP Update Messages

3.29) Πολλά BGP Update Messages και BGP Keepalive

3.30) Για το AS Path ο R1 αρχικά διαφημίζει το 172.17.17.1/32, 192.168.1.0/24 65010, μετά το

172.17.17.2/32 65010 65020, και τέλος το 172.17.17.3/32, 192.168.2.0/24 65010 65020 65030.

Συνολικά στάλθηκαν 3-4 Update Messages από το R1.

3.31) Αγνοήθηκαν τα 2 τελευταία (172.17.17.3/32, 192.168.2.0/24) , γιατί περνάνε από περισσότερα AS από ότι για να πάνε στο αντίστοιχο AS, το οποίο είναι και το τοπικό άρα κάνουν κύκλο (τα πρώτα αντιστοιχούν στα δίκτυα που είναι στο AS 65010, μετά στο AS 65020 που είναι άμεσα συνδεδεμένο και τέλος στο AS 65030 που είμαστε ήδη.)

3.32) R1(config)# **do show ip bgp 172.17.17.2/32**

Έχει 2 διαδρομές, προς τα 10.1.1.10 και 10.1.1.2. Καλύτερη είναι εμφανώς η δεύτερη μέσω του R2 που χρειάζεται να περάσει μόνο μέσω ενός AS.

3.33)

Network	NEXT_HOP	ORIGIN	WEIGHT	AS_PATH	LocalPref
172.17.17.2/32	10.1.1.10	IGP	0	65030 65020 i	100
172.17.17.2/32	10.1.1.2	IGP	0	65020 i	100

3.34) Όχι το weight, η τιμή τοπικής προτίμησης είναι ίση και 0, και δεν ορίζονται τοπικά, άρα η διαδρομή με μικρότερο μήκος AS_PATH επιλέγεται, δηλαδή η δεύτερη μέσω του 10.1.1.2.

3.35) R1: **tcpdump -vvv -en -XX -i em2 tcp port 179 and src host 10.1.1.10**

3.36) R3: **tcpdump -vvv -en -XX -i em0 tcp port 179 and src host 10.1.1.5**

3.37) R2(config-router)# **no network 172.17.17.2/32**

3.38) Update Message (2) με πληροφορία withdraw routes

3.39) R2(config-router)# **network 172.17.17.2/32**

3.40) R2→R3: Origin: IGP, AS Path: 65020, Next Hop: 10.1.1.5

R3→R1: Origin: IGP, AS Path: 65030 65020, Next Hop: 10.1.1.10

3.41) R2(config)# **ip route 5.5.5.0/24 lo0**

3.42) R2(config)# **router bgp 65020** → R2(config-router)# **redistribute static**

3.43) Origin: Incomplete

3.44) R2(config-router)# **do show ip bgp**

Το εμφανίζει με το flag ? στο Path

Άσκηση 4: Εφαρμογή πολιτικών στο BGP

4.1) R1(config)# do show ip bgp 192.168.2.0/24

Παρατηρούμε πως υπάρχουν 2 διαδρομές για το 192.168.2.0/24, προς τα 10.1.1.10 και 10.1.1.2 και επιλέγεται το 10.1.1.10

```
*> 192.168.2.0 10.1.1.10 0 100 0 65030 i
* 192.168.2.0 10.1.1.2 0 100 0 65020 65030 i
```

4.2) R3(config)# do show ip bgp 192.168.1.0/24

Παρατηρούμε πως υπάρχουν 2 διαδρομές για το 192.168.1.0/24, προς τα 10.1.1.9 και 10.1.1.5 και επιλέγεται το 10.1.1.9

```
*> 192.168.1.0 10.1.1.9 0 100 0 65010 i
* 192.168.1.0 10.1.1.5 0 100 0 65020 65010 i
```

4.3) R2(config)# do show ip bgp

Παρατηρούμε πως υπάρχουν 2 διαδρομές και προς τα δύο, προς τα 10.1.1.1 και 10.1.1.6 και επιλέγεται το 10.1.1.1 για το 192.168.1.0 και 10.1.1.6 για το 192.168.2.0

```
* 192.168.1.0 10.1.1.6 0 100 0 65030 65010 i
*> 192.168.1.0 10.1.1.1 0 100 0 65010 i
* 192.168.2.0 10.1.1.1 0 100 0 65010 65030 i
*> 192.168.2.0 10.1.1.6 0 100 0 65030 i
```

4.4) R1(config)# do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes

Με το παραπάνω βλέπουμε τις διαδρομές που διαφημίζει ο R1 στον R3. Αυτές είναι: 5.5.5.0/24, 172.17.17.1/32, 172.17.17.2/32 και 192.168.1.0, και όλες έχουν next hop 10.1.1.9 (όλα τα παρακάτω είναι στη RIB και επιλεγμένα)

Network	NEXT_HOP	Local Preference	WEIGHT	AS_PATH
5.5.5.0/24	10.1.1.9	100	0	65020 ?
172.17.17.1/32	10.1.1.9	100	32768	i
172.17.17.2/32	10.1.1.9	100	0	65020 i
192.168.1.0/24	10.1.1.9	100	32768	i

4.5) R1(config)# do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes

Με την παραπάνω εντολή βλέπουμε τις εντολές που μαθαίνει ο R1 από τον R3 και αυτές είναι: 5.5.5.0/24, 172.17.17.2/32, 172.17.17.3/32 και 192.168.2.0, όλες με next hop 10.1.1.10

Network	NEXT_HOP	Local Preference	WEIGHT	AS_PATH
5.5.5.0/24	10.1.1.10	100	0	65030 65020 ?
172.17.17.2/32	10.1.1.10	100	0	65030 65020 i
172.17.17.3/32	10.1.1.10	100	0	65030 i
192.168.2.0/24	10.1.1.10	100	0	65030 i

4.6) R1(config)# **ip prefix-list geitones_in deny 192.168.2.0/24**

4.7) R1(config)# **ip prefix-list geitones_in permit any**

4.8) R1(config)# **router bgp 65010** → R1(config-router)# **neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_in in**

4.9) R1(config-router)# **do show ip bgp**

Όχι δεν φαίνεται να έχει αλλάξει κάτι για το 192.168.2.0/24

4.10) R1(config-router)# **do clear ip bgp 10.1.1.10**

Με το παραπάνω θα ενεργοποιηθεί. Για να λειτουργήσει η εντολή θα έπρεπε να βγούμε από configuration mode που τώρα χρειάζεται 2 exit, ένα για να βγούμε από router configuration mode και ένα για να βγούμε από global configuration mode. Και μετά την εκτελούμε ως

R1# clear ip bgp 10.1.1.10

4.11) R1(config)# **do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes**

Παρατηρούμε πως πλέον ο R1 μαθαίνει για 3 διαδρομές από τον R3, τις ίδιες με παραπάνω με εξαίρεση την 192.168.2.0.

4.12) R1(config)# **do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes**

Πλέον ο R1 διαφημίζει στον R3 την 192.168.2.0 (μαζί με όσες είχαν αναφερθεί παραπάνω) και έχει next hop 10.1.1.9 και διαδρομή 65020 65030 i.

4.13) R1(config)# **do show ip bgp**

Παρατηρούμε πως πλέον έχει μόνο μία διαδρομή προς το 192.168.2.0 και είναι μέσω του 10.1.1.2 στο R2, διαγράφηκε η διαδρομή μέσω του R3 για το LAN2.

4.14) R2(config-router)# **do show ip bgp**

Αντίστοιχα στο R2 έχει μονάχα μία διαδρομή προς το 192.168.2.0 μέσω του R3 στο 10.1.1.6, καθώς δεν έμαθε από το R1 για την διαδρομή μέσω αυτού και του R3.

4.15) PC1(config)# **do traceroute 192.168.2.2**

Πλέον ακολουθεί τη διαδρομή PC1 → 192.168.1.1 (R1) → 10.1.1.2 (R2) → 10.1.1.10 (R3) → 192.168.2.2 (PC2)

4.16) Όχι δεν επηρεάζει, καθώς όπως βλέπουμε και από την έξοδο της traceroute, το ICMP reply στέλνεται από τη διεπαφή 10.1.1.10 του R3 και όχι από τη διεπαφή που πήγε η traceroute, που

σημαίνει πως δεν το επηρεάζει κάπως. Επίσης, ο R3 έχει ως Next hop τον R1 για τη διαδρομή προς το LAN1 αν κάνουμε traceroute από το PC2 στο PC1.

4.17) R1(config)# **ip prefix-list geitones_out deny 192.168.1.0/24**

4.18) R1(config)# **ip prefix-list geitones_ouy permit any**

4.19) R1(config)# **router bgp 65010** → R1(config-router)# **neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_out out**

4.20) R1(config-router)# **do clear ip bgp 10.1.1.10**

4.21) R1(config)# **do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes**

Πλέον ο R1 δεν διαφημίζει στον R3 την 192.168.1.0 καθώς πλέον δεν τη διαφημίζει προς τα έξω.

4.22) R1(config)# **do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes**

Παρατηρούμε πως πλέον ο R1 μαθαίνει για 3 διαδρομές από τον R3, τις ίδιες με παραπάνω και δεν έχει αλλάξει κάτι.

4.23) R3(config)# **do show ip bgp**

Παρατηρούμε πως πλέον στον R3 υπάρχει μία διαδρομή προς την 192.168.1.0/24 και είναι μέσω της διεπαφής 10.1.1.5, δηλαδή τον R2 με AS Path = 65020 65010, αφαιρέθηκε η διαδρομή μέσω του R1.

4.24) R2(config-router)# **do show ip bgp**

Αντίστοιχα στο R2 έχει μονάχα μία διαδρομή προς το 192.168.1.0 μέσω του R1 στο 10.1.1.1, καθώς δεν έμαθε από το R3 για την διαδρομή μέσω αυτού για το LAN1, αφού δεν τη διαφήμισε στον R3 ο R1.

4.25) PC1(config)# **do traceroute 192.168.2.2**

Πλέον ακολουθεί τη διαδρομή 192.168.1.2 (PC1) → 192.168.1.1 (R1) → 10.1.1.2 (R2) → 10.1.1.6 (R3) → 192.168.2.2 (PC2)

PC2(config)# **do traceroute 192.168.1.2**

Πλέον ακολουθεί τη διαδρομή 192.168.2.2 (PC2) → 10.1.1.6 (R3) → 10.1.1.2 (R2) → 192.168.1.1 (R1) → 192.168.1.2 (PC1)

4.26) R1(config-router)# **no neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_out out** → R1(config-router)# **no neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_in in** → R1(config-router)# **do clear ip bgp 10.1.1.10**

Δεν διαγράφουμε τη λίστα καθώς η ύπαρξη της δεν μας επηρεάζει κάπως αν δεν εφαρμόζεται.

Άσκηση 5: iBGP

5.1) R4: **cli** → router.ntua.lab# **configure terminal** → router.ntua.lab(config)# **hostname R4** →

R4(config)# **interface em0** → R4(config-if)# **ip address 192.168.0.2/24** → R4(config-if)# **exit**

→ R4(config)# **interface em1** → R4(config-if)# **ip address 10.1.1.13/30**

Em0: LAN3, em1: WAN5

5.2) R4(config-if)# **interface lo0** → R4(config-if)# **ip address 172.17.17.4/32**

5.3) R1(config-router)# **interface em3** → R1(config-if)# **ip address 192.168.0.1/24**

5.4) R3(config-router)# **interface em3** → R1(config-if)# **ip address 10.1.1.14/30**

5.5) R4(config-if)# **router bgp 65010**

5.6) R4(config-router)# **neighbor 192.168.0.1 remote-as 65010**

R4(config-router)# **network 172.17.17.4/32**

5.7) R1(config-router)# **neighbor 192.168.0.2 remote-as 65010**

5.8) R1(config-router)# **do show ip bgp neighbors 192.168.0.2**

Στην πρώτη γραμμή στο τέλος, στους υπόλοιπους γείτονες γράφει external link και εδώ γράφει internal link, άρα είναι εσωτερικό.

5.9) R4(config)# **do show ip bgp neighbors 192.168.0.1 routes**

Ο R4 μαθαίνει πολλές διαδρομές από τον R1, τις

5.5.5.0/24 (next hop 10.1.1.2),

172.17.17.1/32 (next hop 192.168.0.1),

172.17.17.2/32 (next hop 10.1.1.2),

172.17.17.3/32 (next hop 10.1.1.10),

192.168.1.0 (next hop 192.168.0.1),

192.168.2.0 (next hop 10.1.1.10),

5.10) R1(config)# **do show ip bgp neighbors 192.168.0.2 routes**

Μαθαίνει μόνο την 172.17.17.4/32 με next hop 192.168.0.2 και έχει μπει και επιλεχθεί στον RIB πίνακα δρομολόγησης. Έχει επίσης ένα i στα αριστερά.

5.11) Τις διακρίνουμε εύκολα λόγω του i στα αριστερά του προθέματος δικτύου στον πίνακα RIB.

5.12) R4(config)# **do show ip bgp**

Ναι έχουν τεθεί για όλες τις iBGP διαδρομές έχουμε μετρική ίση με 0 και LocPrf 100.

5.13) R4(config)# **do show ip route**

Έχει προστεθεί διαδρομή για τις 172.17.17.1/32 και για την 192.168.1.0/24, δηλαδή όσες είναι άμεσα συνδεδεμένες στο R1 και στο AS 65010.

5.14) Δεν έχουν εισαχθεί διαδρομές για τα 5.5.5.0/24, 172.17.17.2/32, 172.17.17.3/32 και

192.168.2.0. Αυτό συμβαίνει επειδή όπως ξέρουμε για το next hop στο ίδιο AS μπαίνει η διεπαφή μέσω της οποίας γίνεται «έξοδος» από το AS, εφόσον το δίκτυο είναι σε άλλο εξωτερικό AS.

Συνεπώς δεν μπαίνουν στη διαδρομή γιατί θα έπρεπε ο R1 να καθορίζει πως θα σταλούν, άρα δεν

τα θεωρεί προσβάσιμα. Ο R4 δεν περιέχει εγγραφή στο routing table για τα 10.1.1.2 και 10.1.1.10.

5.15) R4(config)# **ip route 10.1.1.8/30 192.168.0.1**

5.16) R4(config)# **do show ip route**

Ναι τοποθετήθηκε το 192.168.2.0/24. Για το επόμενο βήμα γράφει 10.1.1.10 (recursive via 192.168.0.1), άρα πως για να φύγει από το AS είναι το 10.1.1.10, αλλά πάει μέσω του 192.168.0.1.

5.17) Έχουν εισαχθεί μονάχα 2 δίκτυα, όσα είχαν σαν next hop το 10.1.1.10 και όχι όλα. Αυτό είναι λογικό εφόσον του έχουμε ορίζει διαδρομή για το 10.1.1.10 στατικά μέσω του 192.168.0.1 και πλέον ξέρει πως να πάει στα δίκτυα με αυτό το next hop, αλλά ακόμα δεν γνωρίζει για το 10.1.1.2 και δεν μπορεί να έχει πρόσβαση στα 5.5.5.0/24 και 172.17.17.2/32.

5.18) R1(config-router)# **neighbor 192.168.0.2 next-hop-self**

5.19) R4(config)# **do show ip route**

Πλέον εμφανίζονται όλες οι διαδρομές της 5.9 και έχουν ως next hop το 192.168.0.1 ανεξαρτήτως πως φεύγουν από το AS, χωρίς την επισήμανση recursive.

5.20) Η διαχειριστική απόσταση των διαδρομών BGP είναι 200 != 20. Διαφέρει καθώς πλέον είμαστε σε internal BGP. Το 20 είναι δια external BGP.

5.21) R4(config)# **do ping 10.1.1.9**

Ναι μπορούμε να κάνουμε ping στη διεπαφή του R1 στο WAN3.

5.22) R4(config)# **do ping 10.1.1.10**

Όχι δεν μπορούμε να κάνουμε ping στη διεπαφή του R3 στο WAN3 επειδή το R3 δεν έχει route για το LAN3.

5.23) R1(config-router)# **network 192.168.0.0/24**

5.24) Ναι μπορούμε να κάνουμε ping στη διεπαφή του R3 στο WAN3.

5.25) R1(config-router)# **aggregate-address 192.168.0.0/23**

5.26) R3(config)# **do show ip bgp**

Παρατηρούμε πως προστέθηκε εγγραφή για το 192.168.0.0/23 στην οποία έχει επιλεγεί ως next hop 10.1.1.9 αλλά δεν έχει δοθεί και μετρική. Υπάρχουν ακόμα όλες οι προηγούμενες καταγραφές. Συνολικά έχουμε 6 εγγραφές για αυτά τα 3 δίκτυα. Άρα έχουμε 2 εγγραφές για το 192.168.0.0/23, 2 για το LAN1 και 2 για το LAN3.

5.27) R1(config-router)# **no aggregate-address 192.168.0.0/23**

R1(config-router)# **aggregate-address 192.168.0.0/23 summary-only**

5.28) R3(config)# **do show ip bgp**

Πλέον υπάρχουν 2 μόνο εγγραφές για το 192.168.0.0/23 και τα LAN1, LAN3 δεν έχουν καμία

εγγραφή.

5.29) R1(config-router)# **no aggregate-address 192.168.0.0/23 summary-only**

5.30) R4: **tcpdump -vvn -en -XX -i em0 tcp port 179**

5.31) Ttl 64 παρατηρούμε για τα BGP μηνύματα καθώς οι R1, R3 ανήκουν στο ίδιο AS και άρα χρησιμοποιούν iBGP. Στο iBGP, σε αντίθεση με το external BGP που οι συνομιλητές πρέπει να είναι άμεσα συνδεδεμένοι, μπορούν να απέχουν πολλά περισσότερα εσωτερικά βήματα και άρα η default τιμή του ttl είναι 64.

Άσκηση 6: Περισσότερα περί πολιτικών στο BGP

6.1) R4(config-router)# **neighbor 10.1.1.14 remote-as 65030**

R3(config-router)# **neighbor 10.1.1.13 remote-as 65010**

6.2) R4(config-router)# **neighbor 10.1.1.14 next-hop-self**

6.3) R1(config)# **do show ip bgp**

Υπάρχουν 3 διαδρομές πλέον προς το 192.168.2.0/24, οι 192.168.0.2 (R4), 10.1.1.2 (R2), 10.1.1.10 (R3). Στο routing table έχουν μπει:

R1(config)# **do show ip route**

Έχει μπει μονάχα το 10.1.1.10 (R3)

6.4) Επιλέγεται αυτή επειδή είναι γνωστή από eBGP σε σχέση με iBGP

6.5) R4(config)# **do show ip bgp**

Έχει 2 εγγραφές για το 192.168.2.0/24, 10.1.1.14 (R3) και 192.168.0.1 (R1). Επιλέγεται η 10.1.1.14 (R3).

6.6) Επιλέγεται αυτή επειδή είναι γνωστή από eBGP σε σχέση με iBGP

6.7) R4(config)# **do show ip bgp 172.17.17.2/32**

Έχει 2 διαδρομές τις 10.1.1.14 (R3) και 192.168.0.1 (R1) και επιλέγεται για τη δρομολόγηση η 192.168.0.1 (R1).

6.8) Γιατί περνάει από λιγότερα AS, έχει μικρότερο AS Path (1 μέσω R1 και 2 μέσω R3).

6.9) R3(config)# **do show ip bgp**

Για το 192.168.1.0/24 υπάρχουν 3 διαδρομές, οι 10.1.1.13 (R4), 10.1.1.5 (R2), 10.1.1.9 (R1) και αυτή που επιλέγεται είναι η 10.1.1.9 (R1).

6.10) R3(config)# **do show ip bgp 192.168.1.0/24**

Επιλέχθηκε επειδή όλες είναι external BGP, διέρχεται από ένα AS (αντί για δύο που είναι μέσω R2) και είναι παλιότερη εγγραφή από αυτή μέσω του R4.

6.11) R1(config)# **do clear ip bgp 10.1.1.10**

R3(config)# **do show ip bgp 192.168.1.0/24**

Παρατηρούμε πως πλέον αναθεώρησε και σαν καλύτερη διαδρομή επιλέχθηκε η 10.1.1.13 και αλλάξανε και σειρά, δηλαδή το BGP επανεκτίμησε τις διαδρομές και επέλεξε αυτή που τώρα είναι παλιότερη, η διαδρομή μέσω R4.

6.12) R4(config)# **do clear ip bgp 10.1.1.14**

R3(config)# **do show ip bgp 192.168.1.0/24**

Πλέον επιλεγμένη είναι η διαδρομή μέσω του R1 για το LAN1.

6.13) R4(config)# **ip prefix-list AS65030 permit 192.168.2.0/24**

R4(config)# **ip prefix-list AS65030 permit 172.17.17.3/32**

6.14) R4(config)# **route-map set-locpref permit 10**

6.15) R4(config-route-map)# **match ip address prefix-list AS65030**

6.16) R4(config-route-map)# **set local-preference 144** → R4(config-route-map)# **exit**

6.17) R4(config)# **route-map set-locpref permit 20** → R4(config-route-map)# **exit**

6.18) R4(config)# **router bgp 65010** → R4(config-router)# **neighbor 10.1.1.14 route-map set-locpref in**

6.19) R4(config-router)# **do clear ip bgp ***

R4(config-router)# **do show ip bgp**

Δεν υπήρξε αλλαγή για το local-pref διαδρομών του AS 65010

6.20) R1(config)# **do show ip bgp 192.168.2.0/24**

R1(config)# **do show ip bgp 172.17.17.3/32**

Πλέον χρησιμοποιείται η διαδρομή μέσω του R4 για το 192.168.2.0/24 επειδή είναι αυτή με το μεγαλύτερο local preference 144 και οι υπόλοιπες external έχουν local preference 100

Για το 172.17.17.3/32 χρησιμοποιείται η διαδρομή μέσω R4 επίσης για τον ίδιο λόγο. Βέλτιστη διαδρομή θεωρείται αυτή με μεγαλύτερο local preference.

6.21) Παρατηρούμε πως το local preference είναι 144 πλέον για τις διαδρομές προς 192.168.2.0/24 και 172.17.17.3/32 και διαγράφηκαν οι εναλλακτικές διαδρομές μέσω R1.

6.22) R4(config)# **do show ip bgp neighbors 192.168.0.1 routes**

Όχι δεν διαφημίζονται διαδρομές του AS 65030 από τον R1 στον R4.

6.23) Ο R4 φιλτράρει τις διαδρομές που διαφημίζονται για δίκτυα του AS 65030 του R3 και τους θέτει local preference 144. Μετά τις διαφημίζει σαν βέλτιστες στον R1, ο οποίος τις θεωρεί βέλτιστες λόγω του local preference και δεν διαφημίζει πλέον διαδρομές απευθείας από τον R3 στ

6.24) PC1/PC2: **ping -R 192.168.2.2/1.2**

Ακολουθούν τη διαδρομή PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2

PC2 → R3 → R1 → PC1

6.25) R1(config)# **route-map set-MED permit 15**

6.26) R1(config-route-map)# **set metric 4** → R1(config-route-map)# **exit**

6.27) R1(config-router)# **neighbor 10.1.1.10 route-map set-MED out**

6.28) R1(config-router)# **do clear ip bgp 10.1.1.10**

R3(config)# **do show ip bgp**

Παρατηρούμε πως άλλαξε η τιμή μετρικής σε 4 στις διαδρομές που έχουν next hop τον R1, δηλαδή οι 5.5.5.0/24, 172.17.17.1/32, 172.17.17.2/32, 172.17.17.4/32, 192.168.0.0, 192.168.1.0

6.29) Έχει επιλεγθεί η διαδρομή 10.1.1.13 επειδή έχει μικρότερη μετρική. Έχουν ίδιο weight, ίδιο local preference

6.30) PC1(2) (config)# **do ping -Rc 1 192.168.2.2(1.2) | less** →

PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2

PC2 → R3 → R4 → R1 → PC1

6.31) R1(config)# **route-map set-prepend permit 5**

6.32) R1(config-route-map)# **set as-path prepend 65010 65010** → R1(config-route-map)# **exit**

6.33) R1(config)# **router bgp 65010** → R1(config-router)# **neighbor 10.1.1.2 route-map set-prepend out**

6.34) R1(config)# **do clear ip bgp 10.1.1.2**

R2(config)# **do show ip bgp**

Παρατηρούμε πως πλέον στις διαδρομές με next hop τον R1 έχει προστεθεί στο AS Path 2 φορές η τιμή 65010 και για αυτό αυτές οι διαδρομές δεν επιλέχθηκαν εν τέλει.

6.35) R2(config)# do show ip route bgp

Η δρομολόγηση σε όλα γίνεται μέσω του 10.1.1.6 (R3).

6.36) R3(config)# **do show ip bgp**

Έχουν διαγραφεί όλες οι εγγραφές με AS Path 65020 65010.

6.37) Ο R1 και ο R3 θεωρούν βέλτιστες τις διαδρομές μεταξύ τους μέσω του R4 και δεν διαφημίζουν τα AS 65010, AS 65030 στον R4 αντίστοιχα. Ο R1 συνεχίζει να διαφημίζει τη διαδρομή στην loopback του R2 επειδή η αλλαγή που έγινε αφορά διαφημίσεις από το R1 στο R2.

Άσκηση 7: Περισσότερα για το iBGP και την προκαθορισμένη διαδρομή

7.1) PC1(config)# **no ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1**

PC1(config)# **router bgp 65010** → PC1(config-router)# **neighbor 192.168.1.1 remote-as 65010**

7.2) R1(config-router)# **neighbor 192.168.1.2 remote-as 65010**

7.3) PC1(config)# **do show ip bgp**

Όχι δεν έχουν μπει στο routing table όλες οι διαδρομές με next hop τον R1. Στις υπόλοιπες το PC1 δεν έχει διαδρομή να πάει (όπως 10.1.1.2) και συνεπώς δεν βοηθάει κάπου.

7.4) R1(config-router)# **neighbor 192.168.1.2 next-hop-self**

Γνωρίζει τις ίδιες 5 διαδρομές, 5.5.5.0/24, 172.17.17.1/32, 172.17.17.2/32, 192.168.0.0/24, 192.168.1.0/24, όλες μέσω του 192.168.1.1 και όλες είναι στον πίνακα RIB.

7.5) Ο R1 μαθαίνει για αυτά από τον R4 και έφосον είναι σε iBGP (Ιδιο AS) δεν τα στέλνει στον PC1 για να αποφύγουμε βρόγχους.

7.6) PC1(config-router)# **neighbor 172.17.17.4 remote-as 65010**

R4(config-router)# **neighbor 192.168.1.2 remote-as 65010**

7.7) PC1(config-router)# **ip route 172.17.17.4/32 192.168.1.1**

R4(config-router)# **neighbor 192.168.0.2 next-hop-self**

Δεν ήξερε τη διαδρομή πως να πάει, οπότε χρειαζόταν να γίνει ο εαυτός του γείτονας για να ξέρει διαδρομή για να πάει σε αυτό.

7.8) Επικοινωνεί με όλα τα δίκτυα εκτός τα WAN1, WAN2, WAN3, WAN5 άρα δεν έχει διαδρομές για αυτά.

7.9) PC1: **ping -Rc 1 192.168.2.2 | less**

Η διαδρομή που ακολουθεί είναι PC1 – R1 – R4 – R3 – PC2 – R3 – R4 – R1 – PC1

7.10) PC1: **traceroute 5.5.5.0**

Παρατηρούμε πως πηγαίνει PC1 – R1 – R2 και μετά το R2 θα προωθήσει στο R3, το οποίο θα πάει R4, R1, PC1 μετά, άρα PC1 – R1 – R2 – (loop) 5.5.5.0/24 – R2 – R3 – R4 – R1 – PC1. Το τέλος προέκυψε από τη διαδρομή που ακολουθεί ο R2 προς τον PC1.

7.11) Το PC1 δεν έχει διαδρομή προς αυτό. Το PC2 έχει default gateway τον R3 και για άγνωστα δίκτυα όπως το 10.1.1.8/30 στέλνει κίνηση μέσω αυτού.

7.12) R2(config-router)# **network 0.0.0.0/0**

7.13) Ναι έχει προστεθεί η default διαδρομή στον πίνακα RIB, αλλά όχι στον πίνακα δρομολόγησης. Αγνοούνται αυτές οι διαδρομές που είναι στο RIB για τις διαδρομές που το Next hop δεν είναι προσβάσιμο, δηλαδή το 0.0.0.0 εδώ.

7.14) **do show ip route** → Ναι έχει προστεθεί στα routing tables των PC1, R1, R3, R4 και έχουν διαδρομή ώστε να πηγαίνει προς το R2.

7.15) **do show ip bgp** → Το origin είναι IGP.

7.16) PC1: **ping 10.1.1.2/10.1.1.6/10.1.1.9**

Ναι μπορούμε να κάνουμε ping και στα 3. Αυτό επειδή έχουν διεπαφές στα R1, R2 με διαδρομή connected για τα WAN1, WAN2, WAN3.

7.17) PC1: **ping 10.1.1.14**

Παρατηρούμε πως δεν λαμβάνουμε απάντηση, επειδή στέλνεται προς το R2 το οποίο όμως επίσης δεν έχει εγγραφή προς το WAN5. Δεν υπάρχει default εγγραφή οπότε δεν ξέρει πως να το προωθήσει.

7.18) R2(config-route)# **no network 0.0.0.0/0**

R2(config)# **ip route 0.0.0.0/0 lo0**

7.19) Η default διαδρομή έχει origin incomplete.

7.20) Επειδή στο 3.42 κάναμε redistribute static στην R2, αυτό διατηρείται και γίνεται και σε αυτό το σημείο αυτόματα για κάθε static εγγραφή.

7.21) PC1: **ping 10.1.1.14**

Αποτυγχάνει για τους ίδιους λόγους με παραπάνω, επειδή δεν μπορεί να βρει διαδρομή προς το WAN5. Φτάνει στο R2 και μετά δεν υπάρχει κατάλληλη διαδρομή από εκεί προς το WAN5, γιατί loopάρει με τον εαυτό του και στέλνει στη loopback του, στην 0.0.0.0, στην loopback, μέχρι να τελειώσει το TTL.