

Όνοματεπώνυμο: Μάρκος Δεληγιάννης	Όνομα PC: Lenovo-Laptop
Ομάδα: 1	Ημερομηνία: 9 / 5 / 2023

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.

1

- 1.1 Εντολές: 1) **vtys** 2) **configure terminal** 3) **hostname PCX**
(από PCX) 4) **interface em0** 5) **ip address 192.168.X.2/24** 6) **ip route 0.0.0.0/0 192.168.X.1**
- 1.2 Εντολές: 1) **cli** 2) **configure terminal** 3) **hostname RX**
4) **interface em0** 5) **ip address 192.168.1.1/24** 6) **interface em1** 7) **ip address 10.1.1.1/30** (R1)
4) **interface em0** 5) **ip address 10.1.1.2/30** 6) **interface em1** 7) **ip address 10.1.1.5/30** (R2)
4) **interface em0** 5) **ip address 10.1.1.6/30** 6) **interface em1** 7) **ip address 192.168.2.1/24** (R3)
- 1.3 Δεν παρατηρούμε καμία εγγραφή με σημαία S (στατική). Εντολή: **show ip route**
- 1.4 Εκτελούμε **configure terminal** και **router ?**. Το BGP εμφανίζεται, άρα είναι διαθέσιμο.
- 1.5 Εντολή: **router bgp 65010**
- 1.6 Πληκτρολογούμε ?. Εμφανίζονται 14 εντολές.
- 1.7 Εντολή: **neighbor 10.1.1.2 remote-as 65020**
- 1.8 Εντολή: **network 192.168.1.0/24**
- 1.9 Όχι, δεν έχει αλλάξει. Εντολή: **show ip route**
- 1.10 Στον R1 έχει ενταχτεί η διαδρομή για το LAN1, ενώ στον R2 λαμβάνουμε μήνυμα λάθους “No BGP process is configured”, καθώς δεν ενεργοποιήσαμε σε αυτόν το BGP. Εντολή: **show ip bgp**
- 1.11 Εντολή: **router bgp 65020**
- 1.12 Εντολές: 1) **neighbor 10.1.1.1 remote-as 65010** 2) **neighbor 10.1.1.6 remote-as 65030**
- 1.13 Στον R1 δεν έχει αλλάξει κάτι, καθώς ο R2 δεν διαφήμιζε κάτι. Στον R2 πλέον εμφανίζεται πίνακας διαδρομών BGP, ο οποίος έχει την διαδρομή προς το LAN1 μέσω του R1. Αυτό συμβαίνει καθώς ο R1 διαφημίζει το LAN1 και επικοινωνεί κανονικά με τον R2. Εντολή: **show ip bgp**
- 1.14 Όχι, δεν υπάρχει, καθώς δεν έχουμε ενεργοποιήσει το BGP στον R3. Εντολή: **show ip route**
- 1.15 Εντολή: **router bgp 65030**
- 1.16 Εντολή: **neighbor 10.1.1.5 remote-as 65020**
- 1.17 Εντολή: **network 192.168.2.0/24**
- 1.18 Στις RIB των R1,2,3 πλέον υπάρχουν εγγραφές για τα LAN1,2. Εντολή: **show ip bgp**
- 1.19 Οι εγγραφές του BGP έχουν τον κωδικό B (BGP). Εντολή: **show ip route**
- 1.20 Οι εγγραφές που έχουν επιλεγεί (selected) δηλώνονται με τον κωδικό > και αυτές που έχουν εισαχθεί στο FIB με τον κωδικό *.
- 1.21 Η διαχειριστική απόσταση (A.D) για το BGP είναι 20. Στον πίνακα δρομολόγησης είναι [A.D/metric].
- 1.22 Βλέπουμε μόνο μία, για το LAN2. Εντολή: **show ip route bgp**

1.23 Τώρα βλέπουμε **δύο εγγραφές**, για **τα LAN1,2**. Η RIB περιέχει επιπλέον πληροφορία για **το local preference** της, **το βάρος** (weight) της, αλλά και το **πλήρες AS path** προς τον προορισμό.
Εντολή: **show ip bgp**

1.24	Dest. Net	NEXT_HOP	WEIGHT	AS_PATH
	LAN1	0.0.0.0	32768	i
	LAN2	10.1.1.2	0	65020 65030 i

1.25 Η διαδρομή για το **LAN1** έχει προστεθεί μέσω της εντολής **network**, και συνεπώς είναι **locally originated**. Έτσι, σε αυτήν ανατίθεται βάρος **32768**. Αντίθετα, η διαδρομή για το LAN2 **μαθεύτηκε από τον R2**, συνεπώς **δεν είναι locally originated**, οπότε το βάρος της τίθεται ίσο με **0**.

1.26 Αναπαριστά τον **τύπο πηγής ORIGIN (IGP)**.

1.27 Καταλαβαίνουμε ότι η εγγραφές που αντιστοιχούν στο BGP προέρχονται από το Quagga, καθώς έχουν την **σημαία 1**. Εντούτοις, οι ίδιες σημαίες (**UG1**) θα υπήρχαν αν είχαμε προσθέσει τις διαδρομές αυτές στατικά μέσω Quagga, οπότε **δεν μπορούμε να αποφανθούμε εάν αυτές οι διαδρομές είναι δυναμικές**. Εντολή: **netstat -rf inet**

1.28 **Ναι**, επικοινωνεί. Εντολή: **ping 192.168.2.2 (PC1)**

2

2.1 Στην πρώτη σειρά της κάθε εγγραφής αναγράφεται αν έχουμε **internal link** ή **external link**.
Εν προκειμένω έχουμε **external link**.

2.2 Παρατηρώντας την σειρά **“BGP state = state”**. Εν προκειμένω το state είναι **Established**.

2.3 Εντολή: **tcpdump -vni em1**

2.4 Παρατηρούμε μηνύματα **BGP keepalive από τους R1 και R2**.

2.5 Πρωτόκολλο μεταφοράς: **TCP**. Θύρα **R2: 34519** και θύρα **R1: 179**. Σύμφωνα με την εντολή (από τον R1) έχουμε **Local port: 179** και **Foreign port: 34519**. Αυτά βρίσκονται σε συμφωνία μεταξύ τους.
Η χαρακτηριστική θύρα του πρωτοκόλλου είναι η **179**.

2.6 Παρατηρούμε μηνύματα keepalive από R1,2 κάθε **60 δευτερόλεπτα**, το οποίο συμφωνεί με το output της εντολής (**“keepalive interval is 60 seconds”**).

2.7 Το TTL είναι **ίσο με 1**.

2.8 Έχουμε **“router identifier 10.1.1.5”**. Η τιμή αυτή επιλέχθηκε ως η **μεγαλύτερη από τις IP** διευθύνσεις **διεπαφών** του R2, καθώς **δεν έχουμε αναθέσει διεύθυνση loopback**.

2.9 Έχουμε **“RIB entries 3, using 192 bytes of memory”**. Συνεπώς, κάθε μία χρησιμοποιεί **192/3=64 bytes**.

2.10 Το Router-ID του R1 είναι **10.1.1.1**. Εντολή: **show ip bgp summary**

2.11 Το Router-ID του R1 τώρα είναι **172.17.17.1**.

Εντολές: 1) **interface lo0** 2) **ip address 172.17.17.1/32** 3) **do show ip bgp summary**

2.12 Το Router-ID του R1 ξαναγίνεται **10.1.1.1**. Εντολή: **no ip address 172.17.17.1/32**

2.13 Εντολή: **bgp router-id IPaddr**

2.14 Εντολή: **tcpdump -vni em0**

2.15 Εντολή: **no network 192.168.2.0/24** (από router configuration mode)

2.16 Βλέπουμε ένα μήνυμα **BGP Update**.

2.17 **Όχι**, δεν υπήρξε. Εντολή: **show ip route (R1)**

2.18 Εντολή: **network 192.168.2.0/24** (από router configuration mode)

2.19 **Ναι**, υπήρξε. Εντολή: **show ip route (R1)**

2.20 Έχουμε **“Minimum time between advertisement runs is 30 seconds”**. Αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με την καθυστέρηση που παρατηρήσαμε.

2.21 Με μήνυμα **BGP Update**.

2.22 Το BGP Update μεταφέρει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

ORIGIN: **IGP** AS PATH: **65020 65030** NEXT_HOP: **10.1.1.2**

Η λίστα προθεμάτων δικτύου περιέχει το **192.168.2.0/24 (LAN2)**.

3

3.1 Εντολές: 1) **cli** 2) **configure terminal** 3) **interface em2** 4) **ip address 10.1.1./9/10/30**

3.2 Μέσω της διαδρομής PC1 ↔ R1 ↔ R2 ↔ R3 ↔ PC2. Εντολές: **traceroute 192.168./1/2/.2** από PC2,1

3.3 Εντολές: 1) **interface lo0** 2) **ip address 172.17.17.1/32**

3.4 Εντολές: 1) **interface lo0** 2) **ip address 172.17.17.2/32**

3.5 Εντολές: 1) **interface lo0** 2) **ip address 172.17.17.3/32**

3.6 R1: 1) **router bgp 65010** 2) **network 172.17.17.1/32**

R2: 1) **router bgp 65020** 2) **network 172.17.17.2/32**

R3: 1) **router bgp 65030** 2) **network 172.17.17.3/32**

3.7 Ο R1 έχει έναν γείτονα, τον **R2 (10.1.1.2)**. Εντολή: **show ip bgp summary**

3.8 Εκτελούμε την εντολή **show ip bgp**. Τα δίκτυα τα οποία ο R1 μαθαίνει από το BGP (δηλαδή εξαιρώντας αυτά με NEXT_HOP = 0.0.0.0) είναι τα εξής:

172.17.17.2/32 (loopback R2) NEXT_HOP = 10.1.1.2

172.17.17.3/32 (loopback R3) NEXT_HOP = 10.1.1.2

192.168.2.0 (LAN2) NEXT_HOP = 10.1.1.2

3.9 Ο R2 έχει δύο γείτονες, τους **R1 (10.1.1.1)** και **R3 (10.1.1.6)**. Εντολή: **show ip bgp summary**

3.10 Εκτελούμε την εντολή **show ip bgp**. Τα δίκτυα τα οποία ο R2 μαθαίνει από το BGP (δηλαδή εξαιρώντας αυτά με NEXT_HOP = 0.0.0.0) είναι τα εξής:

172.17.17.1/32 (loopback R1) NEXT_HOP = 10.1.1.1

172.17.17.3/32 (loopback R3) NEXT_HOP = 10.1.1.6

192.168.1.0 (LAN1) NEXT_HOP = 10.1.1.1

192.168.2.0 (LAN2) NEXT_HOP = 10.1.1.6

3.11 Ο R3 έχει έναν γείτονα, τον **R2 (10.1.1.5)**. Εντολή: **show ip bgp summary**

3.12 Εκτελούμε την εντολή **show ip bgp**. Τα δίκτυα τα οποία ο R3 μαθαίνει από το BGP (δηλαδή εξαιρώντας αυτά με NEXT_HOP = 0.0.0.0) είναι τα εξής:

172.17.17.1/32 (loopback R1) NEXT_HOP = 10.1.1.5

172.17.17.2/32 (loopback R2) NEXT_HOP = 10.1.1.5

192.168.1.0 (LAN1) NEXT_HOP = 10.1.1.5

3.13 Εντολή: **tcpdump -vni em2**

3.14 Εντολή: **neighbor 10.1.1.10 remote-as 65030** (σε router configuration mode)

3.15 **Ναι**, έχει προστεθεί ο **R3 (10.1.1.10)**. Εντολή: **show ip bgp summary**

3.16 **Όχι**, δεν είναι. Εντολή: **show ip bgp** → η διαδρομή προς το LAN2 είναι ακόμα μέσω του R2.

3.17 Σε κατάσταση **active**. Εντολή: **show ip bgp summary**

3.18 **Ναι**, υπάρχει στον R1 η αντίστοιχη εγγραφή, με Up/Down = **never**.

3.19 Παρατηρούμε μήνυμα **BGP Open**.

- 3.20 Επαναλαμβάνεται κάθε **2 λεπτά**. Όταν ο R3 λαμβάνει το BGP Open απαντά με FIN, ξεκινώντας την διαδικασία ομαλού τερματισμού της σύνδεσης.
- 3.21 **Όχι**, λόγω του 3.20.
- 3.22 Εντολή: **tcpdump -vni em2**
- 3.23 Εντολή: **neighbor 10.1.1.9 remote-as 65010**
- 3.24 Σε κατάσταση “Established”. Εντολή: **show ip bgp neighbor 10.1.1.10**
- 3.25 **Ναι**, τώρα είναι διαθέσιμη.
- 3.26 Προστέθηκε διαδρομή μέσω του **R1** (10.1.1.9) για τις **loopback των R1,2** και το **LAN1**.
- 3.27 Μέσω της διαδρομής **PC1 ↔ R1 ↔ R3 ↔ PC2**. Εντολές: **traceroute 192.168.1/24** από PC2,1
- 3.28 Τώρα ο R3 στέλνει στον R1 μήνυμα **BGP open** και αυτός απαντά με **BGP open**. Στην συνέχεια στέλνονται μηνύματα **BGP Update** και **keep-alive**.
- 3.29 Παρατηρήσαμε μηνύματα **BGP Update**.
- 3.30 Στο **πρώτο μήνυμα** διαφημίζει τα υποδίκτυα **172.17.17.1/32** και **192.168.1.0/24**, με **AS_PATH = 65010**. Στο **δεύτερο μήνυμα** διαφημίζει τα υποδίκτυα **172.17.17.2/32**, με **AS_PATH = 65010 65020**, και **172.17.17.3/32** και **192.168.2.0/24**, με **AS_PATH = 65010 65020 65030**.
- 3.31 Αγνοήθηκαν οι διαδρομές προς τη **loopback του R3** και το **LAN2**, καθώς ο R3 παρατήρησε ότι το **AS_PATH** τους περιέχει το δικό του ASN, δηλαδή **σχηματίζεται κύκλος**.
Εντολή: **show ip bgp**
- 3.32 Υπάρχουν **2 διαδρομές**, μία μέσω **R3** (10.1.1.10) και μία μέσω **R2** (10.1.1.2). Η καλύτερη διαδρομή είναι η δεύτερη, η οποία χαρακτηρίζεται **best**. Εντολή: **show ip bgp 172.17.17.2/32**
- 3.33 **R3: NEXT_HOP = 10.1.1.10 ORIGIN = IGP AS_PATH = 65030 65020 Local Pref. = 100**
R2: NEXT_HOP = 10.1.1.2 ORIGIN = IGP AS_PATH = 65020 Local Pref. = 100
- 3.34 Με το κριτήριο του **μικρότερου AS_PATH**, καθώς τα weights είναι 0, τα local preference είναι 100 και καμία από τις διαδρομές δεν είναι ορισμένη τοπικά στον δρομολογητή.
- 3.35 Εντολή: **tcpdump -vni em2 tcp port 179 and src 10.1.1.10**
- 3.36 Εντολή: **tcpdump -vni em0 tcp port 179 and src 10.1.1.5**
- 3.37 Εντολή: **no network 172.17.17.2/32**
- 3.38 Παράχθηκε μήνυμα **BGP Update**, το οποίο είχε την πληροφορία για τη μη διαθεσιμότητα του **172.17.17.2/32** (“withdrawn routes”).
- 3.39 Εντολή: **network 172.17.17.2/32**
- 3.40 Καταγραφή R1: **ORIGIN = IGP AS_PATH = 65030 65020 NEXT_HOP = 10.1.1.10**
Καταγραφή R3: **ORIGIN = IGP AS_PATH = 65020 NEXT_HOP = 10.1.1.5**
- 3.41 Εντολή: **ip route 5.5.5.0/24 lo0**
- 3.42 Εντολή: 1) **router bgp 65020** 2) **redistribute static**
- 3.43 Είναι **ORIGIN = incomplete** στα μηνύματα, καθώς πρόκειται για διαδρομή η οποία δεν προήλθε από EGP ούτε IGP, αλλά έχει τεθεί εξωτερικά από εμάς.
- 3.44 Εμφανίζεται ως **? στο τέλος του Path**. Εντολή: **show ip bgp**

4

4.1 1) Μέσω του **R3** (10.1.1.10) → βέλτιστη

2) Μέσω του **R2** (10.1.1.2)

Εντολή: **show ip bgp 192.168.2.0/24**

4.2 1) Μέσω του **R1** (10.1.1.9) → βέλτιστη

2) Μέσω του **R2** (10.1.1.5)

Εντολή: **show ip bgp 192.168.1.0/24**

4.3 Για το LAN1 εκτελούμε **show ip bgp 192.168.1.0/24**

1) Μέσω του **R1** (10.1.1.1) → βέλτιστη

2) Μέσω του **R3** (10.1.1.6)

Για το LAN2 εκτελούμε **show ip bgp 192.168.2.0/24**

1) Μέσω του **R3** (10.1.1.6) → βέλτιστη

2) Μέσω του **R1** (10.1.1.1)

4.4 Εκτελούμε **show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes**. Έχουμε:

	Network	Next Hop	Weight	Path
1) *>	5.5.5.0/24	10.1.1.9	0	65020 ?
2) *>	172.17.17.1/32	10.1.1.9	32768	i
3) *>	172.17.17.2/32	10.1.1.9	0	65020 i
4) *>	192.168.1.0	10.1.1.9	32768	i

4.5 Εκτελούμε **show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes**. Έχουμε:

	Network	Next Hop	Weight	Path
1) *	5.5.5.0/24	10.1.1.10	0	65030 65020 ?
2) *	172.17.17.2/32	10.1.1.10	0	65030 65020 i
3) *>	172.17.17.3/32	10.1.1.10	0	65030 i
4) *>	192.168.2.0	10.1.1.10	0	65030 i

Παρατηρούμε ότι, όπως είναι αναμενόμενο, μόνο οι **3,4** είναι επιλεγμένες.

4.6 Εντολή: **ip prefix-list geitones_in deny 192.168.2.0/24**

4.7 Εντολή: **ip prefix-list geitones_in permit any**

4.8 Εντολές: 1) **router bgp 65010** 2) **neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_in in**

4.9 **Όχι**, δεν έχει αλλάξει. Εντολή: **do show ip bgp**

4.10 Θα εκτελούσαμε πρώτα **2 φορές exit**, ώστε να βγούμε από το configuration mode.

4.11 Πλέον δεν υπάρχει εγγραφή για το LAN2. Εντολή (R1): **show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes**

4.12 Τώρα διαφημίζεται και διαδρομή προς το LAN2 με AS Path = 65020 65030.

Εντολή (R1): **show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes**

4.13 Πλέον υπάρχει μόνο μία διαδρομή, μέσω του **R2**. Εντολή: **show ip bgp 192.168.2.0/24**

4.14 Πλέον υπάρχει μόνο μία διαδρομή, μέσω του **R3**. Εντολή: **show ip bgp 192.168.2.0/24**

4.15 Μέσω της διαδρομής **PC1 → R1 → R2 → R3 → PC2**. Εντολή (PC1): **traceroute 192.168.2.2**

4.16 **Όχι**, δεν την επηρεάζει. Ο R3 ακόμα έχει στην RIB του την διαδρομή R3 → R1 για το LAN1, καθώς η λίστα που επιβάλαμε αφορούσε το LAN2. Εντολή (PC2): **traceroute 192.168.1.2**

4.17 Εντολή: **ip prefix-list geitones_out deny 192.168.1.0/24**

4.18 Εντολή: **ip prefix-list geitones_out permit any**

4.19 Εντολές: 1) **router bgp 65010** 2) **neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_out out**

4.20 Εντολή: **do clear ip bgp 10.1.1.10**

4.21 Αφαιρέθηκε η εγγραφή για το LAN1. Εντολή: **show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes**

4.22 Δεν υπάρχει αλλαγή. Εντολή: **show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes**

4.23 Πλέον υπάρχει μόνο μία διαδρομή, μέσω του **R2**. Εντολή: **show ip bgp 192.168.1.0/24**

4.24 Πλέον υπάρχει μόνο μία διαδρομή, μέσω του **R1**. Εντολή: **show ip bgp 192.168.1.0/24**

4.25 Μέσω της διαδρομής **PC1 ↔ R1 ↔ R2 ↔ R3 ↔ PC2**.

Εντολές: PC1) **traceroute 192.168.2.2** PC2) **traceroute 192.168.1.2**

4.26 Εντολές: 1) **no neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_in in**
 2) **no neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_out out**
 3) **do clear ip bgp 10.1.1.10**

5

5.1 Εντολές: 1) **cli** 2) **configure terminal** 3) **hostname R4**
 4) **interface em0** 5) **ip address 192.168.0.2/24**
 6) **interface em1** 7) **ip address 10.1.1.13/30**

5.2 Εντολές: 1) **interface lo0** 2) **ip address 172.17.17.4/32**

5.3 Εντολές: 1) **interface em3** 2) **ip address 192.168.0.1/24**

5.4 Εντολές: 1) **interface em3** 2) **ip address 10.1.1.14/30**

5.5 Εντολές: 1) **exit** 2) **router bgp 65010**

5.6 Εντολές: 1) **neighbor 192.168.0.1 remote-as 65010**
 2) **network 172.17.17.4/32**

5.7 Εντολή: **neighbor 192.168.0.2 remote-as 65010**

5.8 Στην πρώτη σειρά της εξόδου αναγράφεται “**internal link**”, οπότε πρόκειται για **iBGP**.

5.9 Εκτελούμε **show ip bgp neighbors 192.168.0.1 routes**. Έχουμε:

	Network	Next Hop		Network	Next Hop
*	i5.5.5.0/24	10.1.1.2	*	i172.17.17.3/32	10.1.1.10
*>	i172.17.17.1/32	192.168.0.1	*>	i192.168.1.0	192.168.0.1
*	i172.17.17.2/32	10.1.1.2	*	i192.168.2.0	10.1.1.10

5.10 Εκτελούμε **show ip bgp neighbors 192.168.0.2 routes** από τον R2. Έχουμε:

	Network	Next Hop
*>	i172.17.17.4/32	192.168.0.2

5.11 Αυτές οι διαδρομές χαρακτηρίζονται από το **status code i** (βρίσκεται στην αρχή, όχι στο Path).

5.12 **Ναι**, είναι **metric = 0** και **local preference = 100**.

5.13 Μόνο για τα **172.17.17.1/32** και **192.168.1.0/24**. Αυτά προκύπτουν καθώς είναι τα μόνα στον πίνακα του 5.9 που έχουν τον κωδικό **>**.

5.14 Δεν έχουν εισαχθεί διαδρομές για τα 4 δίκτυα της 5.9 που **δεν έχουν το code >**. Επαληθεύουμε με **show ip route bgp**. Ο λόγος είναι ότι, δεδομένου ότι πρόκειται για δίκτυα **διαφορετικών AS**, το **next hop** είναι **10.1.1.2** ή **10.1.1.10**, τα οποία **δεν είναι προσβάσιμα από τον R4**. Έτσι, με βάση τον αλγόριθμο επιλογής καλύτερης διαδρομής αυτές οι διαδρομές **αγνοούνται**.

5.15 Εντολή: **ip route 10.1.1.8/30 192.168.0.1**

5.16 **Ναι**, έχει τοποθετηθεί. Ως επόμενο βήμα παρουσιάζεται η **10.1.1.10 μέσω του R1** (“via 10.1.1.10 (recursive via 192.168.0.1)”). Εντολή: **show ip route**

5.17 **Όχι**, λείπουν τα **5.5.5.0/24** και **172.17.17.2/32**. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς προσθέσαμε διαδρομή μόνο για τη 10.1.1.10, ενώ η 10.1.1.2 (next hop για τα δίκτυα που λείπουν) ακόμα **δεν είναι προσβάσιμη** από τον R4.

5.18 Εντολή: **neighbor 192.168.0.2 next-hop-self**

5.19 Παρατηρούμε ότι τώρα έχουν **προστεθεί οι διαδρομές που έλειπαν** (5.17). Επιπλέον, **επόμενο βήμα** για όλα τα δίκτυα που ο R4 έμαθε από τον R1 **είναι ο ίδιος ο R1** (via “192.168.0.1”). Εντολή: **show ip route**

5.20 Είναι **Δ.Α.=200**. Ο λόγος που διαφέρει με αυτή της ερώτησης 1.21 (20) είναι ότι το BGP έχει διαφορετική Δ.Α. ανάλογα με το αν είναι iBGP ή eBGP. **iBGP → Δ.Α.=200 και eBGP → Δ.Α.=20**.

5.21 **Ναι**, μπορούμε. Εντολή: **ping 10.1.1.9**

5.22 **Όχι**, δεν μπορούμε. Εντολή: **ping 10.1.1.10**
Οι R4 και R1 γνωρίζουν τη διαδρομή προς το WAN3 (ο R4 γιατί την προσθέσαμε). Ο R1 επίσης γνωρίζει την διαδρομή προς τον R4, για αυτό και το 5.21 πετυχαίνει. Ο R3 όμως δεν έχει εγγραφή για το 192.168.0.0/24, οπότε δεν μπορεί να απαντήσει στο ping, το οποίο αποτυγχάνει.

5.23 Εντολή: **network 192.168.0.0/24**

5.24 **Ναι**, μπορούμε. Εντολή: **ping 10.1.1.10**

5.25 Εντολή: **aggregate-address 192.168.0.0/23**

5.26 Βλέπουμε **6 εγγραφές**: δύο για το **192.168.0.0/23**, δύο για το **192.168.0.0/24** και δύο για το **192.168.1.0/24** (λόγω των δύο εναλλακτικών διαδρομών R3 → R1). Εντολή: **show ip bgp**

5.27 Εντολές: 1) **no aggregate-address 192.168.0.0/23**
2) **aggregate-address 192.168.0.0/23 summary-only**

5.28 Τώρα βλέπουμε μόνο **δύο εγγραφές**, για το **192.168.0.0/23**. Εντολή: **show ip bgp**

5.29 Εντολή: **no aggregate-address 192.168.0.0/23 summary-only**

5.30 Εντολή: **tcpdump -vni em0 tcp port 179**

5.31 Είναι **TTL = 64**. Ο λόγος είναι ότι πρόκειται για **iBGP**, οπότε οι συνομιλητές δεν είναι απαραίτητο να είναι άμεσα συνδεδεμένοι (σε αντίθεση με το eBGP). Συνεπώς, πρέπει το TTL να έχει μεγάλη τιμή, ώστε τα πακέτα IP να φτάνουν στον προορισμό τους.

6

6.1 R4) **neighbor 10.1.1.14 remote-as 65030** R3) **neighbor 10.1.1.13 remote-as 65010**

6.2 Εντολή: **neighbor 192.168.0.1 next-hop-self**

6.3 Έχει **τρεις διαδρομές** για το LAN2. Στον πίνακα δρομολόγησης έχει τοποθετηθεί αυτή με Next Hop = 10.1.1.10, δηλαδή αυτή **μέσω του R3**. Εντολή: **show ip bgp**

6.4 Η διαδρομή μέσω του R2 αποκλείστηκε καθώς έχει **μεγαλύτερο μήκος AS path** από τις άλλες δύο. Η διαδρομή μέσω του R3 προτιμήθηκε διότι **έγινε γνωστή από γείτονα eBGP**, ενώ η διαδρομή μέσω του R4 έγινε γνωστή από γείτονα iBGP.

6.5 Έχει **δύο διαδρομές** για το LAN2. Στον πίνακα δρομολόγησης έχει τοποθετηθεί αυτή με Next Hop = 10.1.1.14, δηλαδή αυτή **μέσω του R3**. Εντολή: **show ip bgp**

6.6 Διότι **έγινε γνωστή από γείτονα eBGP**, και όχι από iBGP, πλήρως αντίστοιχα με το 6.4.

6.7 Έχει **δύο διαδρομές**. Στον πίνακα δρομολόγησης έχει τοποθετηθεί αυτή με Next Hop = 192.168.0.1, δηλαδή αυτή **μέσω του R1**. Εντολή: **show ip bgp**

6.8 Γιατί έχει **μικρότερο μήκος AS Path** (1 αντί για 2).

- 6.9 Έχει **τρεις διαδρομές**. Στον πίνακα δρομολόγησης έχει τοποθετηθεί αυτή με Next Hop = 10.1.1.9, δηλαδή αυτή **μέσω του R1**. Εντολή: **show ip bgp**
- 6.10 Η διαδρομή μέσω του R2 αποκλείστηκε καθώς έχει **μεγαλύτερο μήκος AS path** από τις άλλες δύο. Η διαδρομή μέσω του R1 προτιμήθηκε διότι είναι αρχαιότερη από αυτή μέσω του R4 (από τον χρόνο Last update). Εντολή: **show ip bgp 192.168.1.0/24**
- 6.11 Πλέον είναι επιλεγμένη η διαδρομή **μέσω του R4 (10.1.1.13)**. Εντολή: **do clear ip bgp 10.1.1.10**
- 6.12 Πλέον είναι επιλεγμένη η διαδρομή **μέσω του R1 (10.1.1.9)**. Εντολή: **do clear ip bgp 10.1.1.14**
- 6.13 Εντολές: 1) **ip prefix-list AS65030 permit 192.168.2.0/24**
2) **ip prefix-list AS65030 permit 172.17.17.3/32**
- 6.14 Εντολή: **route-map set-locpref permit 10**
- 6.15 Εντολή: **match ip address prefix-list AS65030**
- 6.16 Εντολές: **set local-preference 150** και **exit**
- 6.17 Εντολές: **route-map set-locpref permit 20** και **exit**
- 6.18 Εντολές: 1) **router bgp 65010** 2) **neighbor 10.1.1.14 route-map set-locpref in**
- 6.19 **Δεν έχει αλλάξει κάτι** στις διαδρομές προς δίκτυα του AS 65010. Εντολή: **show ip bgp**
- 6.20 Επιλέχθηκε η διαδρομή **μέσω του R4**, καθώς αυτή έχει το **μεγαλύτερο Local Preference** (150 αντί για 100, που έχουν οι εναλλακτικές). Εντολή: **show ip bgp IPv4addr**
- 6.21 Έχουν **διαγραφεί οι διαδρομές με επόμενο βήμα τον R1** προς τα δύο δίκτυα. Οι εγγραφές που μένουν έχουν **Local Preference 150**. Εντολή: **show ip bgp**
- 6.22 **Όχι**, δεν υπάρχουν. Εντολή: **show ip bgp neighbors 192.168.0.2 advertised-routes**
- 6.23 Οι διαδρομές μέσω του R1 διαγράφηκαν επειδή ο R1 χρησιμοποιεί πλέον ως επόμενο κόμβο τον R4 για τα δύο δίκτυα. Έτσι, δεν του στέλνει τις διαδρομές αυτές, οπότε αυτές παύουν να υπάρχουν στη RIB του. Η αλλαγή στο Local Preference φυσικά οφείλεται στο route-map που ορίσαμε.
- 6.24 Την διαδρομή PC1→R1→R4→R3→PC2→R3→R1→PC1. Εντολή (PC1): **ping -R 192.168.2.2 | less**
- 6.25 Εντολή: **route-map set-MED permit 15**
- 6.26 Εντολές: **set metric 1** και **exit**
- 6.27 Εντολές: 1) **router bgp 65010** 2) **neighbor 10.1.1.10 route-map set-MED out**
- 6.28 Σε **όλες τις διαδρομές που λαμβάνονται από τον R1**, δηλαδή αυτές με Next Hop το 10.1.1.9. Εντολές: R1) **do clear ip bgp 10.1.1.10** R3) **show ip bgp**
- 6.29 Η διαδρομή μέσω του **R4 (10.1.1.13)**, καθώς έχει **μικρότερο μήκος AS Path** από την διαδρομή μέσω του **R2** και **μικρότερο metric** από την διαδρομή μέσω του **R1**.
- 6.30 Την διαδρομή PC1→R1→R4→R3→PC2→R3→R4→R1→PC1. Εντολή: **ping -R 192.168.2.2 | less**
- 6.31 Εντολή: **route-map set-prepend permit 5**
- 6.32 Εντολές: **set as-path prepend 65010 65010** και **exit**
- 6.33 Εντολές: 1) **router bgp 65010** 2) **neighbor 10.1.1.2 route-map set-prepend out**
- 6.34 Σε **όλες τις διαδρομές που λαμβάνονται από τον R1**, δηλαδή αυτές με Next Hop το 10.1.1.1, το AS Path έχει **τρεις φορές το 65010**. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα **καμία** από αυτές τις διαδρομές **να μην προτιμάται**, αφού υπάρχουν εναλλακτικές με μικρότερο μήκος AS Path. Εντολές: R1) **do clear ip bgp 10.1.1.2** R2) **show ip bgp**
- 6.35 Σε όλες τις BGP διαδρομές το επόμενο βήμα είναι ο **R3 (10.1.1.6)**. Εντολή: **show ip route bgp**

- 6.36 Όλες οι διαδρομές μέσω του R2, με εξαίρεση αυτές για τα 172.17.17.2/32 και 5.5.5.0/24, έχουν διαγραφεί από τη RIB του R3.
- 6.37 Με την παραπάνω αλλαγή έχουμε καταστήσει πιο “ακριβή” κάθε διαδρομή με τη μετάβαση R2 → R1. Εντούτοις, στον R4 καμία διαδρομή της RIB δεν χρησιμοποιεί αυτήν την μετάβαση, συνεπώς καμία εγγραφή δεν αλλάζει.

7

- 7.1 Εντολές: 1) **no ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1** 2) **router bgp 65010**
3) **neighbor 192.168.1.1 remote-as 65010**
- 7.2 Εντολή: **neighbor 192.168.1.2 remote-as 65010**
- 7.3 Όχι, έχουν εγκατασταθεί μόνο οι διαδρομές για τα υποδίκτυα **172.17.17.1/32** και **192.168.0.0/24**.
Εντολές: **show ip bgp neighbors 192.168.1.2 routes**
- 7.4 Προς όλα όσα μαθαίνει από τον R1, δηλαδή το **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**. Εντολές: **neighbor 192.168.1.2 next-hop-self**
- 7.5 Στο iBGP οι δρομολογητές ενός AS δεν προωθούν εντός του AS μία διαδρομή που έλαβαν από συνομιλητή iBGP ώστε να μην σχηματίζονται βρόχοι. Έτσι εξηγείται το γεγονός ότι οι όλες οι διαδρομές που λείπουν από τον PC1 περνούν από τον R4 πριν εξέλθουν από το AS.
- 7.6 PC1: **neighbor 192.168.0.2 remote-as 65010** R4: **neighbor 192.168.1.2 remote-as 65010**
- 7.7 Η διαδρομή δεν έχει εγκατασταθεί διότι το Next Hop είναι ίσο με **10.1.1.14**, το οποίο δεν είναι προσβάσιμο από τον PC1. Αρκεί λοιπόν να εκτελέσουμε **ip route 10.1.1.12/30 192.168.1.1**.
- 7.8 Όχι, δεν επικοινωνεί με τα WAN1,2,3. Εντολή: **show ip route**
- 7.9 Την διαδρομή **PC1↔R1↔R4↔R3↔PC2**. Εντολή: **ping -R 192.168.2.2 | less**
- 7.10 LAN1 → 5.5.5.0/24: **LAN1→R1→R2→R2→...** **tracert 5.5.5.1** από PC1
5.5.5.0/24 → LAN1: 5.5.5.0/24 → R2 → R3 → R4 → R1 → LAN1
- 7.11 Στο PC2 υπάρχει **default gateway**, οπότε τα ICMP echo request προωθούνται στον R3, ο οποίος είναι άμεσα συνδεδεμένος με το **10.1.1.8/30**. Επιπλέον, ο R2 έχει εγγραφή στο routing table του για το LAN2, οπότε τα ICMP echo reply φτάνουν στον PC2. Για αυτόν τον λόγο το **ping επιτυγχάνει από τον PC2**. Στο PC1 δεν υπάρχει default gateway, ούτε εγγραφή για το 10.1.1.8/30. Συνεπώς, τα ICMP echo request δεν έχουν τρόπο να φτάσουν τον προορισμό τους και το **ping αποτυγχάνει**.
- 7.12 Εντολή: **network 0.0.0.0/0**
- 7.13 Η διαδρομή έχει προστεθεί στην RIB, αλλά όχι στο routing table. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το next hop (0.0.0.0) δεν είναι προσβάσιμο από τον R2. Εντολές: **show ip route** και **show ip bgp**
- 7.14 Ναι, έχει προστεθεί. Εντολή: **show ip route**
- 7.15 Είναι **ORIGIN = IGP**. Εντολή: **show ip bgp 0.0.0.0/0**
- 7.16 Ναι, μπορούμε. Εντολή: **ping 10.1.1.X** X = {1,2,5,6,9,10}
- 7.17 Το ping **θα αποτύχει**. Αυτό συμβαίνει καθώς τα ICMP echo request του PC1 αποστέλλονται στον R1 (default gateway), ο οποίος δεν έχει εγγραφή για το WAN5, οπότε τα προωθεί στον R2 (default gateway). Ο R2 επίσης δεν έχει εγγραφή για το WAN5 ούτε default gateway, οπότε τα πακέτα απορρίπτονται και το ping αποτυγχάνει. Εντολή: **ping 10.1.1.14**
- 7.18 Εντολές: 1) **no network 0.0.0.0/0** 2) **ip route 0.0.0.0/0 lo0**
- 7.19 Το **ORIGIN** της προκαθορισμένης διαδρομής δεν είναι IGP, αλλά **incomplete**.
Εντολή: **show ip bgp 0.0.0.0/0**
- 7.20 Επειδή έχουμε ήδη δώσει την εντολή redistribute static στο 3.42.
- 7.21 Η εξήγηση ταυτίζεται με αυτή του 7.17, με μόνη διαφορά ότι τα ICMP echo request δεν απορρίπτονται από τον R2, αλλά στέλνονται διαρκώς στην lo0 του μέχρι το TTL να μηδενιστεί.