



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 9: ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ BGP



17 ΜΑΙΟΥ, 2023

ΘΟΔΩΡΗΣ ΑΡΑΠΗΣ – ΕΙ18028

Όνοματεπώνυμο: Θιδωρής Αράπης	Ομάδα: 3
Όνομα PC/ΛΣ: DESKTOP-JGHL94V/ WINDOWS 10	Ημερομηνία: 17/5/2023

Προετοιμασία στο σπίτι

1

Σταματάμε το frr.

```
root@R0:~ # service frr stop
Stopping staticd.
Stopping zebra .
```

2

Δημιουργούμε με “**touch bgpd.conf**” το αρχείο όντας στο directory /usr/local/etc/frr.

3

Εκτελούμε “**chown frr:frr bgpd.conf**”.

4

Τροποποιούμε κατάλληλα το αρχείο /etc/rc.conf:

```
sshd_enable="YES" # to enable the ssh daemon
hostname="R0" # to assign the host name
syslogd_flags="-scc" # to disable compression of repeated messages
gateway_enable="YES"
frr_enable="YES"
frr_daemons="zebra staticd ripd ospfd bgpd"
```

5

Εκκινούμε την υπηρεσία frr ξανά.

Άσκηση 1: Εισαγωγή στο BGP

1.1

Εκτελούμε τις εξής εντολές στο PC1: “**vtysh**” → “**configure terminal**” → “**hostname PC1**” → “**interface em0**” → “**ip address 192.168.1.2/24**” → “**exit**” → “**ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1**”.

Αντίστοιχα εκτελούμε στο PC2: “**vtysh**” → “**configure terminal**” → “**hostname PC2**” → “**interface em0**” → “**ip address 192.168.2.2/24**” → “**exit**” → “**ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1**”.

1.2

Εκτελούμε στα R1, R2, R3:

```
[root@router]~# cli
Hello, this is Quagga (version 0.99.17.11).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

router.ntua.lab# hostname R1
% Unknown command.
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
R1(config-if)# exit

[root@router]~# cli
Hello, this is Quagga (version 0.99.17.11).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

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
R2(config-if)# exit

[root@router]~# cli
Hello, this is Quagga (version 0.99.17.11).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

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
R3(config-if)# exit
```

1.3

Δε βλέπουμε καμία στατική εγγραφή:

```
R1(config)# do sho 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>* 10.1.1.0/30 is directly connected, em1
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, em0
```

1.4

Βλέπουμε με “**router**” + ‘?’ σε GCM πως υπάρχει το BGP.

1.5

Μπαίνουμε σε router configuration mode εκτελώντας “**router bgp 65010**”.

1.6

Βλέπουμε τις εξής 14 εντολές:

```
R1(config-router)#          Enter Address Family command mode
address-family      Enter Address Family command mode
aggregate-address  Configure BGP aggregate entries
bgp                 BGP specific commands
distance           Define an administrative distance
end                End current mode and change to enable mode
exit               Exit current mode and down to previous mode
ipv6               IPv6 information
list               Print command list
neighbor           Specify neighbor router
network            Specify a network to announce via BGP
no                 Negate a command or set its defaults
quit               Exit current mode and down to previous mode
redistribute        Redistribute information from another routing protocol
timers             Adjust routing timers
```

1.7

Εκτελούμε στο R1 “**neighbor 10.1.1.2 remote-as 65020**”.

1.8

Εκτελούμε στο R1 “**network 192.168.1.0/24**”.

1.9

Δε βλέπουμε να έχει αλλάξει κάτι στον πίνακα δρομολόγησης του R1.

1.10

Εκτελούμε στους R1 και R2 “**do show ip bgp**” και βλέπουμε αντίστοιχα.

```
R1(config)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 10.1.1.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
* 192.168.1.0        0.0.0.0                  0         32768  i
```

```
R2(config)# do show ip bgp
No BGP process is configured
```

1.11

Εκτελούμε στον R2 “**router bgp 65020**”.

1.12

Εκτελούμε στον R2 “**neighbor 10.1.1.1 remote-as 65010**” και “**neighbor 10.1.1.6 remote-as 65030**”.

1.13

Ο RIB του R1 παραμένει αναλλοίωτος, ενώ αυτός του R2 παίρνει την παρακάτω μορφή:

```
R2(config)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 10.1.1.5
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
* 192.168.1.0        10.1.1.1                  0         0 65010  i

Total number of prefixes 1
```

Δεδομένου ότι ορίσαμε ως γείτονα του R2 τον R1.

1.14

Εκτελούμε στο R3 “**do show ip route**” και βλέπουμε πως δεν έχει εγγραφή για το LAN1.

```
R3(config)# do 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>* 10.1.1.4/30 is directly connected, em0
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em1
```

1.15

Εκτελούμε στο R3 “**router bgp 65030**”.

1.16

Εκτελούμε στο R3 “**neighbor 10.1.1.5 remote-as 65020**”.

1.17

Εκτελούμε στο R3 “**network 192.168.2.0/24**”.

1.18

Πλέον έχουμε τους παρακάτω RIB στα R1, R2, R3, όπου φαίνεται πως έχει προστεθεί η νέα εγγραφή για το LAN2.

```
R1(config)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 10.1.1.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 192.168.1.0      0.0.0.0                  0        32768  i
*> 192.168.2.0      10.1.1.2                 0  65020 65030 i
```

```
R2(config)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 10.1.1.5
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 192.168.1.0      10.1.1.1                  0        0 65010  i
*> 192.168.2.0      10.1.1.6                  0        0 65030  i
```

```
R3(config)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 10.1.1.6
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 192.168.1.0      10.1.1.5                  0  65020 65010 i
*> 192.168.2.0      0.0.0.0                  0        32768  i
```

1.19

Εμφανίζουμε τον πίνακα δρομολόγησης στον R2 και βλέπουμε πως οι εγγραφές που προστέθηκαν από το BGP διακρίνονται από το ‘B’.

```
R2(config)# do 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>* 10.1.1.0/30 is directly connected, em0
C>* 10.1.1.4/30 is directly connected, em1
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
B>* 192.168.1.0/24 [20/0] via 10.1.1.1, em0, 01:10:47
B>* 192.168.2.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:12:51
```

1.20

Διακρίνονται από το “*>”.

1.21

Είναι 20.

1.22

Με “**do show ip route bgp**” βλέπουμε 1 μόνο εγγραφή.

```
R1(config)# do show ip route bgp
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

B>* 192.168.2.0/24 [20/0] via 10.1.1.2, em1, 00:17:58
```

1.23

Ξανά στον R1, αν εκτελέσουμε “**do show ip bgp**” βλέπουμε 2 εγγραφές. Εδώ, εμφανίζεται επιπλέον το μονοπάτι για το LAN2 μέσω των AS (65020 65030), το οποίο ακολουθείται από το ‘i’ το οποίο σημαίνει Internal και δηλώνει πως η εγγραφή προήλθε από IGP και ότι διαφημίστηκε από την εντολή “**network**”. Επιπλέον βλέπουμε διάφορες μετρικές, όπως το Metric, το οποίο είναι μια μετρική μεταξύ των AS, το LocPrf (Local Preference Value) και το Weight, το οποίο δηλώνει τοπική προτίμηση για τις διαδρομές.

```
R1(config)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 10.1.1.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 192.168.1.0      0.0.0.0                  0        32768  i
*> 192.168.2.0      10.1.1.2                 0  65020 65030  i
```

1.24

192.168.1.0/24: NEXT_HOP → 0.0.0.0, Weight → 32768, AS_PATH → i

192.168.2.0/24: NEXT_HOP → 10.1.1.2, Weight → 0, AS_PATH → 65020 65030 i.

1.25

Η μετρική Weight είναι μια μετρική τοπικού χαρακτήρα για τον δρομολογητή. Οι διαδρομές που πηγάζουν από τον δρομολογητή έχουν default τιμή 32768, ενώ όλες οι άλλες έχουν τιμή 0. Επομένως, δεδομένου ότι ο R1 διαφημίζει το 192.168.1.0/24 έχει τιμή 32768 για αυτόν, ενώ το 192.168.2.0/24 έχει τιμή 0 αφού διαφημίζεται από τον R2.

1.26

Το 'i' δηλώνει το ORIGIN, δηλαδή την πηγή της πληροφορίας προσβασιμότητας.

1.27

Εκτελούμε στον R1 “**netstat -r**” και διακρίνουμε τη δυναμική διαδρομή για το 192.168.2.0/24 από το Flag '1'.

1.28

Εκτελούμε ping από το PC1 στο PC2 και επικοινωνούν κανονικά..

Άσκηση 2: Λειτουργία του BGP

2.1

Εκτελούμε στο R1 “**do show ip bgp neighbors**” και βλέπουμε πως είναι external.

```
BGP neighbor is 10.1.1.2, remote AS 65020, local AS 65010, external link
  BGP version 4, remote router ID 10.1.1.5
  BGP state = Established, up for 01:46:23
  Last read 07:12:48, hold time is 180, keepalive interval is 60 seconds
  Neighbor capabilities:
    4 Byte AS: advertised and received
    Route refresh: advertised and received(old & new)
    Address family IPv4 Unicast: advertised and received
  Message statistics:
    Inq depth is 0
    Outq depth is 0
      Sent          Rcvd
    Opens:           1          0
    Notifications:  0          0
    Updates:        1          1
    Keepalives:     108        107
    Route Refresh:  0          0
    Capability:    0          0
    Total:          110        108
  Minimum time between advertisement runs is 30 seconds

  For address family: IPv4 Unicast
    Community attribute sent to this neighbor(both)
    1 accepted prefixes

    Connections established 1; dropped 0
    Last reset never
    Local host: 10.1.1.1, Local port: 179
    Foreign host: 10.1.1.2, Foreign port: 23134
    Nexthop: 10.1.1.1
    Nexthop global: fe80::a00:27ff:fecc:a23a
    Nexthop local: :::
    BGP connection: non shared network
    Read thread: on  Write thread: off
```

2.2

Βλέπουμε πως το State είναι Established.

2.3

Εκτελούμε στον R1 σε νέα κονσόλα “**tcpdump -vvvni em1**”.

2.4

Καταγράφονται μηνύματα BGP Keepalive.

2.5

Επιλέγοντας τυχαία ένα από τα μηνύματα βλέπουμε πως χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο μεταφοράς TCP και η θύρα 179.

```

19:16:44.381052 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 576, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 71)
    10.1.1.2.23134 > 10.1.1.1.179: Flags [P.], cksum 0x0a0a (correct), seq 19:38
, ack 20, win 1040, options [nop,nop,TS val 8949559 ecr 33282626751], length 19:
BGP, length: 19
        Keepalive Message (4), length: 19

```

Στις πληροφορίες της “**show ip bgp neighbors**” βλέπουμε πως στάλθηκαν 108 KEEPALIVE και ελήφθησαν 107, επομένως είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα οπότε και παρατηρήθηκαν στην καταγραφή. Βλέπουμε επίσης πως το KEEPALIVE interval είναι 60 δευτερόλεπτα. Πέραν αυτών μπορούμε να δούμε πως ο R1 έστειλε 1 OPEN και ένα UPDATE, ενώ έλαβε επίσης 1 UPDATE. Επίσης, βλέπουμε πως για τον Local Host (R1) έχουμε τις πληροφορίες “Local Host: 10.1.1.1, Local Port: 179” και Foreign Host (R2) “Foreign Host: 10.1.1.2, Foreign Port: 23134”, επιβεβαιώνοντας τη χρήση της θύρας 179, ενώ η θύρα 23134 επιλέχθηκε τυχαία.

2.6

Τα βλέπουμε ανά 1 λεπτό, όπως αναμέναμε.

2.7

TTL = 1.

2.8

Εκτελούμε την εντολή και βλέπουμε πως το RouterID του R2 είναι το 10.1.1.5, το οποίο αποτελεί τη μεγαλύτερη από τις IP των 2 διεπαφών του R2.

```

R2(config)# do show ip bgp summary
BGP router identifier 10.1.1.5, local AS number 65020
RIB entries 3, using 192 bytes of memory
Peers 2, using 5048 bytes of memory

Neighbor      U   AS MsgRcvd MsgSent    TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
10.1.1.1      4 65010     122      123        0      0      0 01:59:54          1
10.1.1.6      4 65030      64       93        0      0      0 01:02:29          1

Total number of neighbors 2

```

2.9

Βλέπουμε τη γραμμή “RIB entries 3, using 192 bytes of memory”, επομένως κάθε εγγραφή στον RIB καταναλώνει 64 bytes μνήμης.

2.10

Εκτελώντας “**do show ip bgp summary**” στον R1 βλέπουμε πως είναι 10.1.1.1.

2.11

Εκτελούμε στον R1 όντας σε GCM “**interface lo0**” → “**ip address 172.17.17.1/32**”. Πλέον το RouterID είναι το 172.17.17.1.

2.12

Από το GCM του R1 “**interface lo0**” → “**no ip address 172.17.17.1/32**” και το Router ID ξαναγίνεται 10.1.1.1 .

2.13

Με την εντολή “**bgp router-id IPaddr**”, όπου IPaddr η επιθυμητή διεύθυνση.

2.14

Εκτελούμε στον R2 “**tcpdump -vvvni em0**”.

2.15

Εκτελούμε στον R3 “**no network 192.168.2.0/24**”.

2.16

Βλέπουμε Update Message.

```
19:48:25.110227 IP (tos 0x0, ttl 1, id 741, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 79)
    10.1.1.2.179 > 10.1.1.1.23123: Flags [P.], cksum 0x1646 (incorrect -> 0x6c9d), seq 57:84, ack 58, win 1040, options [nop,nop,TS val 4011134562 ecr 9347611], length 27: BGP, length: 27
        Update Message (2), length: 27
        Withdrawn routes: 4 bytes
```

2.17

Η παραγωγή του Update μηνύματος έγινε άμεσα, όπως και η ενημέρωση του πίνακα δρομολόγησης του R1.

2.18

Εκτελούμε στον R3 όντας σε router configuration mode “**network 192.168.2.0/24**”.

2.19

Αυτή τη φορά υπήρξε καθυστέρηση.

2.20

Με “**do show ip bgp neighbors**” βλέπουμε πως ο ελάχιστος χρόνος μεταξύ αναγγελιών είναι μισό λεπτό, οπότε και βλέπουμε γιατί άργησε λίγο παραπάνω από μισό λεπτό η ενημέρωση του πίνακα.

Minimum time between advertisement runs is 30 seconds

2.21

Έγινε με το παρακάτω Update Message:

```
19:50:48.268629 IP (tos 0x0, ttl 1, id 752, offset 0, flags [DF], proto TCP (6),
length 104)
    10.1.1.2.179 > 10.1.1.1.23123: Flags [P.], cksum 0x165f (incorrect -> 0x331d
), seq 122:174, ack 96, win 1040, options [nop,nop,TS val 4011277721 ecr 1054781
], length 52: BGP, length: 52
        Update Message (2), length: 52
            Origin (1), length: 1, Flags [T]: IGP
                0x0000: 00
            AS Path (2), length: 10, Flags [TE]: 65020 65030
                0x0000: 0202 0000 fdfe 0000 fe06
            Next Hop (3), length: 4, Flags [T]: 10.1.1.2
                0x0000: 0a01 0102
            Updated routes:
                192.168.2.0/24
```

2.22

Όπως βλέπουμε, μεταφέρονται τα εξής χαρακτηριστικά:

- Origin, με τιμή “IGP”
- AS Path, με τιμή “65020 65030”
- Next Hop, με τιμή “10.1.1.2”.

Η λίστα προθεμάτων δικτύου περιλαμβάνει το 192.168.2.0/24.

Άσκηση 3: Χαρακτηριστικά Διαδρομών BGP

3.1

Εκτελούμε στον R1 όντας σε GCM “interface em2” → “ip address 10.1.1.9/30” και στον R3 “interface em2” → “ip address 10.1.1.10/30”.

3.2

Κάνουμε traceroute από το PC1 στο PC2 και βλέπουμε πως τα πακέτα μεταφέρονται μέσω της διαδρομής PC1 → R1 → R2 → R3 → PC2.

```
root@PC1:~ # traceroute 192.168.2.2
traceroute to 192.168.2.2 (192.168.2.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  0.300 ms  0.212 ms  0.242 ms
 2  10.1.1.2 (10.1.1.2)  0.339 ms  0.299 ms  0.311 ms
 3  10.1.1.6 (10.1.1.6)  0.460 ms  0.489 ms  0.412 ms
 4  192.168.2.2 (192.168.2.2)  0.616 ms  0.576 ms  0.575 ms
```

3.3

Εκτελούμε στο R1 “**interface lo0**” → “**ip address 172.17.17.1/32**”.

3.4

Εκτελούμε στο R2 “**interface lo0**” → “**ip address 172.17.17.2/32**”.

3.5

Εκτελούμε στο R3 “**interface lo0**” → “**ip address 172.17.17.3/32**”.

3.6

Εκτελούμε στους R1/R2/R3 όντας σε GCM “**router bgp 65010/65020/65030**” → “**network 172.17.17.1/32 / 172.17.17.2/32 / 172.17.17.3/32**” αντίστοιχα.

3.7

Εκτελούμε στον R1 “**do show ip bgp neighbors**” και βλέπουμε πως γείτονας του είναι μόνο ο R2.

```
BGP neighbor is 10.1.1.2, remote AS 65020, local AS 65010, external link
BGP version 4, remote router ID 172.17.17.2
BGP state = Established, up for 00:02:41
Last read 04:27:28, hold time is 180, keepalive interval is 60 seconds
Neighbor capabilities:
  4 Byte AS: advertised and received
  Route refresh: advertised and received(old & new)
  Address family IPv4 Unicast: advertised and received
Message statistics:
  Inq depth is 0
  Outq depth is 0
          Sent      Rcvd
  Opens:        9        3
  Notifications: 4        1
  Updates:      7       11
  Keepalives:   57       51
  Route Refresh: 0        0
  Capability:   0        0
  Total:        77       66
Minimum time between advertisement runs is 30 seconds

For address family: IPv4 Unicast
  Community attribute sent to this neighbor(both)
  2 accepted prefixes

  Connections established 6: dropped 5
  Last reset 00:02:54, due to BGP Notification received
Local host: 10.1.1.1, Local port: 179
Foreign host: 10.1.1.2, Foreign port: 21526
Nexthop: 10.1.1.1
Nexthop global: fe80::a00:27ff:fed8:a23a
Nexthop local: ::

BGP connection: non shared network
Read thread: on  Write thread: off
```

3.8

Εκτελούμε στον R1 “**do show ip bgp**” και βλέπουμε τις ζητούμενες πληροφορίες:

```
R1(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
* 172.17.17.1/32    0.0.0.0                  0        32768  i
* 172.17.17.2/32    10.1.1.2                 0        0 65020  i
* 172.17.17.3/32    10.1.1.2                 0        0 65020 65030 i
* 192.168.1.0       0.0.0.0                  0        32768  i
* 192.168.2.0       10.1.1.2                 0        0 65020 65030 i

Total number of prefixes 5
```

3.9

Εκτελούμε στον R2 “**do show ip bgp summary**” και βλέπουμε πως έχει 2 γείτονες, τον R1 και τον R3.

```
R2(config)# do show ip bgp summary
BGP router identifier 172.17.17.2, local AS number 65020
RIB entries 9, using 576 bytes of memory
Peers 2, using 5048 bytes of memory

Neighbor      U   AS MsgRcvd MsgSent    TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
10.1.1.1      4 65010     204     219          0     0     0 00:11:59      2
10.1.1.6      4 65030     146     187          0     0     0 00:11:29      2

Total number of neighbors 2
```

3.10

Εκτελούμε στον R2 “**do show ip bgp**” και βλέπουμε τις ζητούμενες πληροφορίες:

```
R2(config)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
* 172.17.17.1/32    10.1.1.1                  0        0 65010  i
* 172.17.17.2/32    0.0.0.0                  0        32768  i
* 172.17.17.3/32    10.1.1.6                 0        0 65030  i
* 192.168.1.0       10.1.1.1                 0        0 65010  i
* 192.168.2.0       10.1.1.6                 0        0 65030  i

Total number of prefixes 5
```

3.11

Εκτελούμε στον R3 “**do show ip bgp summary**” και βλέπουμε πως έχει 1 γείτονα, τον R2.

```
R3(config)# do show ip bgp summary
BGP router identifier 172.17.17.3, local AS number 65030
RIB entries 9, using 576 bytes of memory
Peers 1, using 2524 bytes of memory

Neighbor      U      AS MsgRcvd MsgSent    TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
10.1.1.5      4 65020      153      157          0      0      0 00:13:52      3

Total number of neighbors 1
```

3.12

Εκτελούμε στον R3 “**do show ip bgp**” και βλέπουμε τις ζητούμενες πληροφορίες:

```
R3(config)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 172.17.17.1/32  10.1.1.5                  0       65020 65010 i
*> 172.17.17.2/32  10.1.1.5                  0       65020 i
*> 172.17.17.3/32  0.0.0.0                  0       32768 i
*> 192.168.1.0    10.1.1.5                  0       65020 65010 i
*> 192.168.2.0    0.0.0.0                  0       32768 i

Total number of prefixes 5
```

3.13

Στον R3 “**tcpdump -vvvni em2**”.

3.14

Στον R1 σε GCM “**router bgp 65010**” → “**neighbor 10.1.1.10 remote-as 65030**”.

3.15

Πλέον ο R1 έχει έναν νέο γείτονα, τον R3, ενώ στον R3 παραμένει ένας γείτονας, ο R2.

```
R1(config-router)# do show ip bgp summary
BGP router identifier 172.17.17.1, local AS number 65010
RIB entries 9, using 576 bytes of memory
Peers 2, using 5048 bytes of memory

Neighbor      U      AS MsgRcvd MsgSent    TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
10.1.1.2      4 65020      83      93          0      0      0 00:18:52      3
10.1.1.10     4 65030      0       1          0      0      0 never    Active

Total number of neighbors 2
```

3.16

Η δρομολόγηση μέσω BGP για τη διαδρομή μεταξύ των R1-R3 είναι διαθέσιμη όταν το State είναι Established, αλλά εν προκειμένω, με “**do show ip neighbors**” στον R1 βλέπουμε πως το State είναι active, επομένως δεν είναι διαθέσιμη.

```
BGP neighbor is 10.1.1.10, remote AS 65030, local AS 65010, external link
  BGP version 4, remote router ID 0.0.0.0
  BGP state = Active
  Last read 00:01:47, hold time is 180, keepalive interval is 60 seconds
  Message statistics:
    Inq depth is 0
    Outq depth is 0
          Sent      Rcvd
  Opens:           1        0
  Notifications:  0        0
  Updates:        0        0
  Keepalives:     0        0
  Route Refresh: 0        0
  Capability:    0        0
  Total:          1        0
  Minimum time between advertisement runs is 30 seconds

  For address family: IPv4 Unicast
    Community attribute sent to this neighbor(both)
    0 accepted prefixes

    Connections established 0; dropped 0
    Last reset never
  Local host: 10.1.1.9, Local port: 53402
  Foreign host: 10.1.1.10, Foreign port: 179
  Nexthop: 10.1.1.9
  Nexthop global: fe80::a00:27ff:fe14:e0c6
  Nexthop local: ::
  BGP connection: non shared network
  Next connect timer due in 20 seconds
  Read thread: off  Write thread: off
```

3.17

State: Active.

3.18

Βλέπουμε με “**do show ip bgp summary**” στον R1 πως το State είναι Active, ενώ στο Up/Down που μας λέει για πόση ώρα το State είναι Established έχουμε την τιμή “never”.

```
R1(config-router)# do show ip bgp summary
BGP router identifier 172.17.17.1, local AS number 65010
RIB entries 9, using 576 bytes of memory
Peers 2, using 5048 bytes of memory

Neighbor      U   AS MsgRcvd MsgSent    TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
10.1.1.2      4 65020      87      97        0    0    0 00:22:38      3
10.1.1.10     4 65030       0       3        0    0    0 never      Active

Total number of neighbors 2
```

3.19

Βλέπουμε μηνύματα τύπου Open, όπως το παρακάτω.

3.20

Επαναλαμβάνονται ανά 2 λεπτά, ενώ η απάντηση του R3 είναι [FIN, ACK], η οποία παρατίθεται επίσης παρακάτω:

```
20:38:43.181257 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 478, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 105)
    10.1.1.9.53402 > 10.1.1.10.179: Flags [P.], cksum 0xeba3 (correct), seq 1:54
, ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 3961361 ecr 1476649798], length 53: B
GP, length: 53
    Open Message (1), length: 53
        Version 4, my AS 65010, Holdtime 180s, ID 172.17.17.1
        Optional parameters, length: 24
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 6
                Multiprotocol Extensions (1), length: 4
                    AFI IPv4 (1), SAFI Unicast (1)
                    0x0000: 0001 0001
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 2
                Route Refresh (Cisco) (128), length: 0
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 2
                Route Refresh (2), length: 0
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 6
                32-Bit AS Number (65), length: 4
                    4 Byte AS 65010
                    0x0000: 0000 fdf2
```

```
20:38:43.181367 IP (tos 0x0, ttl 64, id 740, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 52)
    10.1.1.10.179 > 10.1.1.9.53402: Flags [F.], cksum 0x163b (incorrect -> 0xce6
7), seq 1, ack 54, win 1040, options [nop,nop,TS val 1476649798 ecr 3961361], le
ngth 0
```

3.21

Έχει εγκατασταθεί TCP σύνδεση, καθώς βλέπουμε την ολοκλήρωση της τριπλής χειραψίας στην αρχή της σύνδεσης.

```
20:40:43.200762 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 484, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 60)
    10.1.1.9.17233 > 10.1.1.10.179: Flags [S], cksum 0x05b2 (correct), seq 24505
25954, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 6,sackOK,TS val 4081382 ecr 0], l
ength 0
20:40:43.200795 IP (tos 0xc0, ttl 255, id 745, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 60)
    10.1.1.10.179 > 10.1.1.9.17233: Flags [S.], cksum 0x1643 (incorrect -> 0x82c
d), seq 3688568175, ack 2450525955, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 6,s
ackOK,TS val 3010321946 ecr 4081382], length 0
20:40:43.200971 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 485, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 52)
    10.1.1.9.17233 > 10.1.1.10.179: Flags [.], cksum 0xad88 (correct), seq 1, ac
k 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 4081382 ecr 3010321946], length 0
```

3.22

Εκτελούμε στον R1 “**tcpdump -vvvni em2**”.

3.23

Εκτελούμε στον R3 “**router bgp 65030** → “**neighbor 10.1.1.9 remote-as 65010**”.

3.24

Εκτελούμε στον R3 “**do show ip bgp neighbors**” και βλέπουμε πως το State έχει μεταβεί σε Established.

```
BGP neighbor is 10.1.1.9, remote AS 65010, local AS 65030, external link
BGP version 4, remote router ID 172.17.17.1
BGP state = Established, up for 00:00:04
```

3.25

Βλέπουμε ως Next Hop το 10.1.1.9, επομένως είναι πλέον διαθέσιμη για δρομολόγηση μέσω BGP η διαδρομή μεταξύ R1-R3.

```
R3(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*-> 172.17.17.1/32  10.1.1.9            0        0 65010 i
*          10.1.1.5            0        0 65020 65010 i
*-> 172.17.17.2/32  10.1.1.9            0        0 65010 65020 i
*->          10.1.1.5            0        0 65020 i
*> 172.17.17.3/32  0.0.0.0            0        32768 i
*> 192.168.1.0     10.1.1.9            0        0 65010 i
*          10.1.1.5            0        0 65020 65010 i
*> 192.168.2.0     0.0.0.0            0        32768 i

Total number of prefixes 5
```

3.26

Βλέπουμε παραπάνω τις διαδρομές στην RIB του R3.

3.27

Βλέπουμε πως πλέον ακολουθείται η διαδρομή PC1 → R1 → R3 → PC2.

```
root@PC1:~ # traceroute 192.168.2.2
traceroute to 192.168.2.2 (192.168.2.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  0.451 ms  0.189 ms  0.181 ms
 2  10.1.1.10 (10.1.1.10)  0.351 ms  0.276 ms  0.277 ms
 3  192.168.2.2 (192.168.2.2)  0.611 ms  0.407 ms  0.391 ms
```

3.28

Παρατηρούμε στην καταγραφή τα εξής μηνύματα για την εγκατάσταση της συνόδου BGP μεταξύ R1-R3. Δηλαδή, εν προκειμένω, αντί να στέλνονται ανά 2 λεπτά Open Messages, στάλθηκε άμεσα απάντηση επίσης τύπου Open (Reply) από τον R1, οπότε και ο R3 έστειλε μήνυμα Keepalive αμέσως μετά, οπότε και η κατάσταση έγινε Established.

```
20:57:52.600811 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 815, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 105)
    10.1.1.10.21569 > 10.1.1.9.179: Flags [P..], cksum 0x219e (correct), seq 1:54
, ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 15015483 ecr 2047909310], length 53:
BGP, length: 53
```

```
    Open Message (1), length: 53
        Version 4, my AS 65030, Holdtime 180s, ID 172.17.17.3
        Optional parameters, length: 24
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 6
                Multiprotocol Extensions (1), length: 4
                    AFI IPv4 (1), SAFI Unicast (1)
                    0x0000: 0001 0001
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 2
                Route Refresh (Cisco) (128), length: 0
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 2
                Route Refresh (2), length: 0
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 6
                32-Bit AS Number (65), length: 4
                    4 Byte AS 65030
                    0x0000: 0000 fe06
```

```
20:57:52.601091 IP (tos 0x0, ttl 1, id 564, offset 0, flags [DF], proto TCP (6),
length 105)
    10.1.1.9.179 > 10.1.1.10.21569: Flags [P..], cksum 0x1670 (incorrect -> 0x357
f), seq 1:54, ack 54, win 1040, options [nop,nop,TS val 2047909310 ecr 15015483]
, length 53: BGP, length: 53
```

```
    Open Message (1), length: 53
        Version 4, my AS 65010, Holdtime 180s, ID 172.17.17.1
        Optional parameters, length: 24
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 6
                Multiprotocol Extensions (1), length: 4
                    AFI IPv4 (1), SAFI Unicast (1)
                    0x0000: 0001 0001
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 2
                Route Refresh (Cisco) (128), length: 0
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 2
                Route Refresh (2), length: 0
            Option Capabilities Advertisement (2), length: 6
                32-Bit AS Number (65), length: 4
                    4 Byte AS 65010
                    0x0000: 0000 fdf2
```

```
20:57:52.601295 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 816, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 71)
    10.1.1.10.21569 > 10.1.1.9.179: Flags [P..], cksum 0x1416 (correct), seq 54:7
3, ack 54, win 1040, options [nop,nop,TS val 15015483 ecr 2047909310], length 19
: BGP, length: 19
    Keepalive Message (4), length: 19
```

3.29

Κατά την εγκατάσταση της σύνδεσης, μετά από μια αλληλουχία Keepalive μηνυμάτων μεταξύ των R1, R3 βλέπουμε την αποστολή Update μηνυμάτων.

3.30

Βλέπουμε πως ο R1 διαφημίζει τα εξής:

- 172.17.17.1/32, 192.168.1.0/24 με AS_PATH το <65010>
- 172.17.17.2/32 με AS_PATH το <65010 65020>
- 172.17.17.3/32, 192.168.2.0/24 με AS_PATH το <65010 65020 65030>

```

20:57:53.603806 IP (tos 0x0, ttl 1, id 567, offset 0, flags [DF], proto TCP (6),
length 112)
    10.1.1.9.179 > 10.1.1.10.21569: Flags [P.], cksum 0x1677 (incorrect -> 0xe74
a), seq 92:152, ack 92, win 1040, options [nop,nop,TS val 2047910319 ecr 1501558
31], length 60: BGP, length: 60
        Update Message (2), length: 60
            Origin (1), length: 1, Flags [T]: IGP
                0x0000: 00
            AS Path (2), length: 6, Flags [TE]: 65010
                0x0000: 0201 0000 fdf2
            Next Hop (3), length: 4, Flags [T]: 10.1.1.9
                0x0000: 0a01 0109
            Multi Exit Discriminator (4), length: 4, Flags [O]: 0
                0x0000: 0000 0000
            Updated routes:
                172.17.17.1/32
                192.168.1.0/24

```

```

20:57:53.604224 IP (tos 0x0, ttl 1, id 568, offset 0, flags [DF], proto TCP (6),
length 166)
    10.1.1.9.179 > 10.1.1.10.21569: Flags [P.], cksum 0x16ad (incorrect -> 0x1c2
d), seq 152:266, ack 153, win 1039, options [nop,nop,TS val 2047910319 ecr 15016
4831], length 114: BGP, length: 114
        Update Message (2), length: 53
            Origin (1), length: 1, Flags [T]: IGP
                0x0000: 00
            AS Path (2), length: 10, Flags [TE]: 65010 65020
                0x0000: 0202 0000 fdf2 0000 fdfe
            Next Hop (3), length: 4, Flags [T]: 10.1.1.9
                0x0000: 0a01 0109
            Updated routes:
                172.17.17.2/32
        Update Message (2), length: 61
            Origin (1), length: 1, Flags [T]: IGP
                0x0000: 00
            AS Path (2), length: 14, Flags [TE]: 65010 65020 65030
                0x0000: 0203 0000 fdf2 0000 fdfe 0000 fe00
            Next Hop (3), length: 4, Flags [T]: 10.1.1.9
                0x0000: 0a01 0109
            Updated routes:
                172.17.17.3/32
                192.168.2.0/24

```

3.31

Εκτελούμε στον R3 “**do show ip bgp**” και βλέπουμε τις διαδρομές που έχει στον RIB του. Παρατηρούμε πως απορρίφθηκαν οι διαδρομές για τα 172.17.17.3/32 και 192.168.2.0/24 προκειμένου να μη δημιουργηθεί loop, αφού η διαφήμιση του R1 περιείχε το AS 65030.

```

R3(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop           Metric LocPrf Weight Path
*> 172.17.17.1/32  10.1.1.9            0        0 65010 i
*   10.1.1.5
*  172.17.17.2/32  10.1.1.9            0        0 65010 65020 i
*> 10.1.1.5
*> 172.17.17.3/32  0.0.0.0            0        32768 i
*> 192.168.1.0     10.1.1.9            0        0 65010 i
*   10.1.1.5
*> 192.168.2.0     0.0.0.0            0        32768 i

Total number of prefixes 5

```

3.32

Εκτελούμε στον R1 “**do show ip bgp 172.17.17.2/32**” και βλέπουμε πως υπάρχουν 2 διαδρομές, είτε η <65020> είτε η <65030 65020>, με καλύτερη διαδρομή να αποτελεί προφανώς η πρώτη επιλογή.

```
R1(config-router)# do show ip bgp 172.17.17.2/32
BGP routing table entry for 172.17.17.2/32
Paths: (2 available, best #2, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.10
    65030 65020
      10.1.1.10 from 10.1.1.10 (172.17.17.3)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Mon May 15 20:57:53 2023
      65020
        10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
          Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
          Last update: Mon May 15 20:22:41 2023
```

3.33

Για τις διαδρομές αυτές έχουμε:

- Διαφημιζόμενη από τον R3 (10.1.1.10): NEXT_HOP → 10.1.1.10, ORIGIN → IGP, AS_PATH → <65030 65020>, Localpref → 100
- Διαφημιζόμενη από τον R2 (10.1.1.2): NEXT_HOP → 10.1.1.2, ORIGIN → IGP, AS_PATH → <65020>, Localpref → 100

3.34

Δεδομένου ότι οι διαδρομές έχουν ίδιο Localpref, επιλέγεται η διαδρομή με το μικρότερο AS_PATH.

3.35

Εκτελούμε στον R1 “**tcpdump -vvvni em2 tcp port 179 and src 10.1.1.10**”.

3.36

Εκτελούμε στον R3 “**tcpdump -vvvni em0 tcp port 179 and src 10.1.1.5**”.

3.37

Εκτελούμε στον R2 όντας σε GCM “**router bgp 65020**” → “**no network 172.17.17.2/32**”

3.38

Παράχθηκαν τα εξής Update Messages στον R1 και R3 αντίστοιχα:

```

21:57:49.469608 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1033, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 80)
    10.1.1.10.21569 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0x843a (correct), seq 9328
06375:932806403, ack 2217642120, win 1040, options [nop,nop,TS val 18612306 ecr
20515061851, length 28: BGP, length: 28
        Update Message (2), length: 28
        Withdrawn routes: 5 bytes

```

```

21:57:48.722505 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1325, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 80)
    10.1.1.5.12523 > 10.1.1.6.179: Flags [P.], cksum 0x8ea3 (correct), seq 41828
71421:4182871449, ack 4042579104, win 1040, options [nop,nop,TS val 18613896 ecr
18106326941, length 28: BGP, length: 28
        Update Message (2), length: 28
        Withdrawn routes: 5 bytes

```

Παρατηρούμε πως η πληροφορία του αφορά Withdrawn Routes, οπότε αφορά τη διαδρομή για το 172.17.17.2/32 της οποία την αναγγελία διαγράψαμε.

3.39

Εκτελούμε στον R2 σε router configuration mode “**network 172.17.17.2/32**”.

3.40

Καταγράψαμε τα παρακάτω BGP UPDATE στον R3 και R1 αντίστοιχα:

```

22:00:55.065162 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1073, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 105)
    10.1.1.10.21569 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0x3320 (correct), seq 19:7
2, ack 20, win 1040, options [nop,nop,TS val 18797905 ecr 2051690193], length 53
: BGP, length: 53
        Update Message (2), length: 53
        Origin (1), length: 1, Flags [T]: IGP
            0x0000: 00
        AS Path (2), length: 10, Flags [TE]: 65030 65020
            0x0000: 0202 0000 fe06 0000 fdfe
        Next Hop (3), length: 4, Flags [T]: 10.1.1.10
            0x0000: 0a01 010a
        Updated routes:
            172.17.17.2/32

```

```

22:00:44.619648 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1337, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 108)
    10.1.1.5.12523 > 10.1.1.6.179: Flags [P.], cksum 0x6e34 (correct), seq 19:75
, ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 18789793 ecr 1810812833], length 56:
BGP, length: 56
        Update Message (2), length: 56
        Origin (1), length: 1, Flags [T]: IGP
            0x0000: 00
        AS Path (2), length: 6, Flags [TE]: 65020
            0x0000: 0201 0000 fdfe
        Next Hop (3), length: 4, Flags [T]: 10.1.1.5
            0x0000: 0a01 0105
        Multi Exit Discriminator (4), length: 4, Flags [O]: 0
            0x0000: 0000 0000
        Updated routes:
            172.17.17.2/32

```

Η διαδρομή προς το 172.17.17.2/32 έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Για τον R3: ORIGIN → IGP, AS_PATH → <65020>, NEXT_HOP → 10.1.1.10
- Για τον R1: ORIGIN → IGP, AS_PATH → <65030 65020>, NEXT_HOP → 10.1.1.5

3.41

Εκτελούμε στον R2 σε GCM “**ip route 5.5.5.0/24 172.17.17.2**”.

3.42

Στον R2 εκτελούμε σε GCM “**router bgp 65020**” → “**redistribute static**”.

3.43

Καταγράφουμε τα παρακάτω Update μηνύματα στον R1 και R3 αντίστοιχα, στα οποία το ORIGIN είναι Incomplete, το οποίο δηλώνει άγνωστο τρόπο γνωστοποίησης, εν προκειμένω μέσω της redistribute που εκτελέσαμε.

```
22:08:25.302532 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1123, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 104)
    10.1.1.10.21569 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0xfe9a (correct), seq 19:7
    , ack 20, win 1040, options [nop,nop,TS val 19248137 ecr 2052110290], length 52
: BGP, length: 52
    Update Message (2), length: 52
        Origin (1), length: 1, Flags [T]: Incomplete
        0x0000: 02
        AS Path (2), length: 10, Flags [TE]: 65030 65020
        0x0000: 0202 0000 fe06 0000 fdfe
        Next Hop (3), length: 4, Flags [T]: 10.1.1.10
        0x0000: 0a01 010a
        Updated routes:
            5.5.5.0/24
```

```
22:08:14.823080 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1365, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 107)
    10.1.1.5.12523 > 10.1.1.6.179: Flags [P.], cksum 0xd6bd (correct), seq 19:74
    , ack 20, win 1040, options [nop,nop,TS val 19239999 ecr 1811232835], length 55
: BGP, length: 55
    Update Message (2), length: 55
        Origin (1), length: 1, Flags [T]: Incomplete
        0x0000: 02
        AS Path (2), length: 6, Flags [TE]: 65020
        0x0000: 0201 0000 fdfe
        Next Hop (3), length: 4, Flags [T]: 10.1.1.5
        0x0000: 0a01 0105
        Multi Exit Discriminator (4), length: 4, Flags [O]: 0
        0x0000: 0000 0000
        Updated routes:
            5.5.5.0/24
```

3.44

Με “**do show ip bgp**” στο GCM του R1, βλέπουμε πως εμφανίζεται με ένα ερωτηματικό ‘?’, το οποίο δηλώνει incomplete.

```
R1(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*  5.5.5.0/24        10.1.1.10          0       65030  65020 ?
*-> 172.17.17.1/32   0.0.0.0             0       65020  ?
*  172.17.17.2/32   10.1.1.10          0       65030  65020 i
*-> 172.17.17.2/32   10.1.1.2             0       65020 i
*-> 172.17.17.3/32   10.1.1.10          0       65030  i
*-> 172.17.17.3/32   10.1.1.2             0       65020  65030 i
*-> 192.168.1.0      0.0.0.0             0       32768  i
*-> 192.168.2.0      10.1.1.10          0       65030  i
*-> 192.168.2.0      10.1.1.2             0       65020  65030 i

Total number of prefixes 6
```

Άσκηση 4: Εφαρμογή πολιτικών στο BGP

4.1

Εκτελούμε στο R1 “**do show ip bgp 192.168.2.0/24**”, οπότε καταγράφουμε 2 διαδρομές, είτε μέσω της διαδρομής <65020 65030> είτε κατευθείαν στο <65030>.

```
R1(config-router)# do show ip bgp 192.168.2.0/24
BGP routing table entry for 192.168.2.0/24
Paths: (2 available, best #1, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.2
    65030
      10.1.1.10 from 10.1.1.10 (172.17.17.3)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
        Last update: Mon May 15 20:57:54 2023

    65020 65030
      10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Mon May 15 20:21:12 2023
```

4.2

Εκτελούμε στο R3 “**do show ip bgp 192.168.1.0/24**”, οπότε καταγράφουμε 2 διαδρομές, είτε μέσω της διαδρομής <65020 65010> είτε κατευθείαν στο <65010>.

```
R3(config-router)# do show ip bgp 192.168.1.0/24
BGP routing table entry for 192.168.1.0/24
Paths: (2 available, best #1, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.5
    65010
      10.1.1.9 from 10.1.1.9 (172.17.17.1)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
        Last update: Mon May 15 20:57:52 2023

    65020 65010
      10.1.1.5 from 10.1.1.5 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Mon May 15 20:20:40 2023
```

4.3

Εκτελούμε στο R2 “**do show ip bgp 192.168.1.0/24**” και “**do show ip bgp 192.168.2.0/24**”. Για το μεν πρώτο εμφανίζονται 2 διαδρομές, είτε μέσω της διαδρομής <65030 65010> είτε κατευθείαν στο <65010>, ενώ για το δεύτερο εμφανίζονται επίσης οι διαδρομές <65010 65030> και <65030>.

```
R2(config-router)# do show ip bgp 192.168.1.0/24
BGP routing table entry for 192.168.1.0/24
Paths: (2 available, best #2, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.6
    65030 65010
      10.1.1.6 from 10.1.1.6 (172.17.17.3)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Mon May 15 20:58:13 2023

    65010
      10.1.1.1 from 10.1.1.1 (172.17.17.1)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
        Last update: Mon May 15 20:20:12 2023
```

```
R2(config-router)# do show ip bgp 192.168.2.0/24
BGP routing table entry for 192.168.2.0/24
Paths: (2 available, best #2, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.1
    65010 65030
      10.1.1.1 from 10.1.1.1 (172.17.17.1)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Mon May 15 20:58:12 2023

    65030
      10.1.1.6 from 10.1.1.6 (172.17.17.3)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
        Last update: Mon May 15 20:20:41 2023
```

4.4

Εκτελούμε στον R1 “**do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes**”.

```
R1(config-router)# do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 5.5.5.0/24        10.1.1.9                  0       65020 ? 
*> 172.17.17.1/32   10.1.1.9                  0       32768 i 
*> 172.17.17.2/32   10.1.1.9                  0       65020 i 
*> 192.168.1.0      10.1.1.9                  0       32768 i 

Total number of prefixes 4
```

4.5

Εκτελούμε στον R1 “**do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes**”.

```
R1(config-router)# do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*  5.5.5.0/24        10.1.1.10                 0       65030 65020 ? 
*  172.17.17.2/32   10.1.1.10                 0       65030 65020 i 
*> 172.17.17.3/32   10.1.1.10                 0       65030 i 
*> 192.168.2.0      10.1.1.10                 0       65030 i 

Total number of prefixes 4
```

4.6

Εκτελούμε στον R1 “**ip prefix-list geitones_in deny 192.168.2.0/24**”.

4.7

Εκτελούμε στον R1 “**ip prefix-list geitones_in permit any**”.

4.8

Εκτελούμε στο R1 “**neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_in in**” όντας σε router configuration mode.

4.9

Εκτελούμε στον R1 “**do show ip bgp 192.168.2.0/24**” και βλέπουμε πως δεν έχει αλλάξει η RIB του R1.

```
R1(config)# ip prefix-list geitones_in deny 192.168.2.0/24
R1(config)# ip prefix-list geitones_in permit any
R1(config)# router bgp 65010
R1(config-router)# neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_in in
R1(config-router)# do show ip bgp 192.168.2.0/24
BGP routing table entry for 192.168.2.0/24
Paths: (2 available, best #1, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.2
    65030
      10.1.1.10 from 10.1.1.10 (172.17.17.3)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
        Last update: Mon May 15 20:57:53 2023

    65020 65030
      10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Mon May 15 20:21:11 2023
```

4.10

Εκτελούμε στον R1 σε Router Configuration Mode “**do clear ip bgp 10.1.1.10**”. Εάν δε θέλαμε να βάλουμε το do μπροστά, θα έπρεπε πρώτα να πάμε σε Privileged EXEC mode κάνοντας 2 φορές “**exit**” από το router configuration mode.

4.11

Εκτελούμε στον R1 σε GCM “**do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes**” και βλέπουμε πως πλέον δε διαφημίζεται το 192.168.2.0/24.

```
R1(config-router)# do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*  5.5.5.0/24       10.1.1.10
*  172.17.17.2/32   10.1.1.10
*> 172.17.17.3/32   10.1.1.10           0             0 65030 i

Total number of prefixes 3
```

4.12

Εκτελούμε στον R1 “**do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes**” και βλέπουμε πως αυτή τη φορά το R1 διαφημίζει επιπλέον το 192.168.2.0/24 στον R3.

```
R1(config-router)# do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 5.5.5.0/24       10.1.1.9
*> 172.17.17.1/32   10.1.1.9           0         32768 i
*> 172.17.17.2/32   10.1.1.9           0         32768 i
*> 192.168.1.0      10.1.1.9           0         32768 i
*> 192.168.2.0      10.1.1.9           0         32768 i
                                         0 65020 65030 i

Total number of prefixes 5
```

4.13

Εκτελούμε στον R1 “**do show ip bgp**” και βλέπουμε πως πλέον εμφανίζεται μία μόνο διαδρομή για το LAN2, η <65020 65030>.

```
R1(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*  5.5.5.0/24        10.1.1.10          0           0 65030 65020 ?
*> 172.17.17.1/32   10.1.1.2             0           0 65020 ?
*> 172.17.17.2/32   0.0.0.0             0           32768 i
*> 172.17.17.3/32   10.1.1.10          0           0 65030 i
*> 192.168.1.0      0.0.0.0             0           0 65020 65030 i
*> 192.168.2.0      10.1.1.2            0           32768 i
                                         0 65020 65030 i

Total number of prefixes 6
```

4.14

Πλέον ο R2 έχει μία μόνο διαδρομή προς το LAN2, την απευθείας από το <65020> στο <65030>.

```
R2(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 5.5.5.0/24        172.17.17.2          0           32768 ?
*> 172.17.17.1/32   10.1.1.6             0           0 65030 65010 i
*> 172.17.17.2/32   10.1.1.1             0           0 65010 i
*> 172.17.17.3/32   0.0.0.0             0           32768 i
*> 192.168.1.0      10.1.1.1             0           0 65010 65030 i
*> 192.168.2.0      10.1.1.6             0           0 65030 i
                                         0 65030 i

Total number of prefixes 6
```

4.15

Εκτελούμε στον R1 “**traceroute 192.168.2.2**” και βλέπουμε πως ακολουθείται η διαδρομή: PC1 → R1 → R2 → R3 → PC2.

```
root@PC1:~ # traceroute 192.168.2.2
traceroute to 192.168.2.2 (192.168.2.2), 64 hops max, 40 byte packets
1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  0.260 ms  0.197 ms  0.144 ms
2  10.1.1.2 (10.1.1.2)  0.331 ms  1.036 ms  0.352 ms
3  10.1.1.10 (10.1.1.10)  0.448 ms  0.357 ms  0.347 ms
4  192.168.2.2 (192.168.2.2)  0.588 ms  0.416 ms  0.467 ms
```

Εκτελούμε στον R2 “**traceroute 192.168.1.2**” και βλέπουμε πως ακολουθείται η διαδρομή: PC2 → R3 → R1 → PC1.

```
root@PC2:~ # traceroute 192.168.1.2
traceroute to 192.168.1.2 (192.168.1.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.2.1 (192.168.2.1)  0.239 ms  0.154 ms  0.148 ms
 2  10.1.1.1 (10.1.1.1)  0.487 ms  0.369 ms  0.357 ms
 3  192.168.1.2 (192.168.1.2)  0.599 ms  0.504 ms  0.482 ms
```

4.16

Όχι δε την επηρεάζει, καθώς βλέπουμε πως ακολουθείται κανονικά η διαδρομή PC2 → R3 → R1 → PC1 κατά την επιστροφή.

4.17

Εκτελούμε σε GCM στον R1 “**ip prefix-list geitones_out deny 192.168.1.0/24**”.

4.18

Εκτελούμε στη συνέχεια “**ip prefix-list geitones_out permit any**”.

4.19

Εκτελούμε στη συνέχεια “**router bgp 65010**” → “**neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_out out**”.

4.20

Εκτελούμε “**do clear ip bgp 10.1.1.10**” σε GCM.

4.21

Εκτελούμε στο GCM του R1 “**do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes**” και βλέπουμε πως πλέον ο R1 δε διαφημίζει το LAN1.

```
R1(config-router)# do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 5.5.0/24        10.1.1.9
*> 172.17.17.1/32  10.1.1.9          0        32768 i
*> 172.17.17.2/32  10.1.1.9
*> 192.168.2.0    10.1.1.9          0        65020 65030 i

Total number of prefixes 4
```

4.22

Δεν έγινε καμία αλλαγή σε σχέση με τον τελευταίο πίνακα διαδρομών.

```
R1(config-router)# do show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*  5.5.5.0/24        10.1.1.10
*  172.17.17.2/32   10.1.1.10
*> 172.17.17.3/32   10.1.1.10           0       0 65030 i

Total number of prefixes 3
```

4.23

Βλέπουμε πως πλέον ο R3 πάει στο LAN1 μέσω της <65020 65010> και όχι απευθείας.

```
R3(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*  5.5.5.0/24        10.1.1.9
*> 172.17.17.1/32   10.1.1.5           0       0 65020 ?
*> 172.17.17.1/32   10.1.1.9           0       0 65010 i
*   10.1.1.5
*  172.17.17.2/32   10.1.1.9           0       0 65010 65020 i
*> 172.17.17.2/32   10.1.1.5           0       0 65020 i
*> 172.17.17.3/32   0.0.0.0           0       32768 i
*> 192.168.1.0      10.1.1.5           0       0 65020 65010 i
*> 192.168.2.0      0.0.0.0           0       32768 i

Total number of prefixes 6
```

4.24

Παρατηρούμε πως πλέον στον R2 εμφανίζεται μία μόνο διαδρομή προς το LAN1, η απευθείας (χωρίς το ενδιάμεσο AS <65030>)

```
R2(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 5.5.5.0/24        172.17.17.2         0       32768 ?
*  172.17.17.1/32   10.1.1.6           0       0 65030 65010 i
*> 172.17.17.1/32   10.1.1.1           0       0 65010 i
*> 172.17.17.2/32   0.0.0.0           0       32768 i
*> 172.17.17.3/32   10.1.1.1           0       0 65010 65030 i
*> 192.168.1.0      10.1.1.1           0       0 65010 i
*> 192.168.2.0      10.1.1.6           0       0 65030 i

Total number of prefixes 6
```

4.25

Ακολουθούνται πλέον οι διαδρομές PC1 → R1 → R2 → R3 → PC2 και PC2 → R3 → R2 → R1 → PC1.

```
root@PC1:~ # traceroute 192.168.2.2
traceroute to 192.168.2.2 (192.168.2.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  0.196 ms  0.187 ms  0.166 ms
 2  10.1.1.2 (10.1.1.2)  0.329 ms  0.325 ms  0.302 ms
 3  10.1.1.6 (10.1.1.6)  0.437 ms  0.626 ms  0.474 ms
 4  192.168.2.2 (192.168.2.2)  0.776 ms  0.545 ms  0.534 ms
```

```
root@PC2:~ # traceroute 192.168.1.2
traceroute to 192.168.1.2 (192.168.1.2), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.2.1 (192.168.2.1)  0.217 ms  0.174 ms  0.121 ms
 2  10.1.1.5 (10.1.1.5)  1.188 ms  0.305 ms  0.282 ms
 3  10.1.1.1 (10.1.1.1)  0.502 ms  0.392 ms  0.313 ms
 4  192.168.1.2 (192.168.1.2)  0.618 ms  0.555 ms  0.528 ms
```

4.26

Εκτελούμε σε GCM στον R1 “**router bgp 65010**” → “**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: iBGP

5.1

```
[root@router]~# cli
Hello, this is Quagga (version 0.99.17.11).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

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
R4(config-if)# exit
R4(config)# ■
```

5.2

```
R4(config)# interface lo0
R4(config-if)# ip address 172.17.17.4/32
```

5.3

```
R1(config)# interface em3
R1(config-if)# ip address 192.168.0.1/24
```

5.4

```
R3(config)# interface em3
R3(config-if)# ip address 10.1.1.14/30
```

5.5

Εκτελούμε στον R4 “**router bgp 65010**” όντας σε GCM.

5.6

Ακολούθως, εκτελούμε τα παρακάτω:

```
R4(config-if)# router bgp 65010
R4(config-router)# neighbor 192.168.0.1 remote-as 65010
R4(config-router)# network 172.17.17.4/32
```

5.7

Εκτελούμε στον R1 σε GCM “**router bgp 65010**” → “**neighbor 192.168.0.2 remote-as 65010**”.

5.8

Εκτελώντας “**do show ip bgp neighbors 192.168.0.2**” στον R1 βλέπουμε πως στην πρώτη γραμμή αναφέρεται το “**internal link**”.

```
BGP neighbor is 192.168.0.2, remote AS 65010, local AS 65010, internal link
```

5.9

Βλέπουμε με “**do show ip bgp neighbors 192.168.0.1 routes**” τις πληροφορίες:

```
R4(config-router)# do show ip bgp neighbors 192.168.0.1 routes
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.4
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
* i5.5.0/24        10.1.1.2            0       100      0 65020 ?
*>i172.17.17.1/32 192.168.0.1          0       100      0 i
* i172.17.17.2/32 10.1.1.2            0       100      0 65020 i
* i172.17.17.3/32 10.1.1.10           0       100      0 65030 i
*>i192.168.1.0    192.168.0.1          0       100      0 i
* i192.168.2.0    10.1.1.10           0       100      0 65030 i

Total number of prefixes 6
```

5.10

Εκτελώντας στον R4 “**do show ip bgp neighbors 192.168.0.2 advertised-routes**” βλέπουμε πως ο R1 έχει μάθει από τον R4 μόνο για το 172.17.17.4/32 με NEXT_HOP τη διεύθυνση 192.168.0.2.

```
R4(config-router)# do show ip bgp neighbors 192.168.0.1 advertised-routes
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.4
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 172.17.17.4/32  192.168.0.2          0       100      32768 i

Total number of prefixes 1
```

5.11

Παρατηρούμε πως υπάρχει ένα ‘i’ πριν από το prefix.

5.12

Όλες οι παραπάνω διαδρομές έχουν “Metric = 0” και “LocPrf = 100”, τιμές αναμενόμενες αφού η μεν πρώτη είναι μετρική μεταξύ AS, αλλά εν προκειμένω αναφερόμαστε στο ίδιο, ενώ η Local Preference έχει default τιμή 100 για διαδρομές εντός του AS.

5.13

Βλέπουμε τον πίνακα δρομολόγησης του R4 με “**do show ip route**” και παρατηρούμε πως από τις διαδρομές του 5.9 έχουν εισαχθεί αυτές για το 172.17.17.1/32 και το 192.168.1.0/24.

```
R4(config-router)# do 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>* 10.1.1.12/30 is directly connected, em1
C>* 127.0.0.8 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:15:35
C>* 172.17.17.4/32 is directly connected, lo0
C>* 192.168.0.0/24 is directly connected, em0
B>* 192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:15:35
```

5.14

Συνεπώς, δεν έχουν εισαχθεί οι διαδρομές για τα 5.5.5.0/24, 172.17.17.2/32, 172.17.17.3/32 και 192.168.2.0/24 παρότι έχουν εγγραφεί στην RIB. Ο λόγος που αγνοήθηκαν είναι πως το NEXT_HOP αυτών είναι μη προσβάσιμο από το R4.

5.15

Εκτελούμε στον R4 “**ip route 10.1.1.8/30 192.168.0.1**”.

5.16

Πλέον έχουμε τον παρακάτω πίνακα δρομολόγησης, όπου και έχει προστεθεί εγγραφή για το 192.168.2.0/24. Η πληροφορία για το επόμενο βήμα, μας λέει πως είναι το 10.1.1.10, αναδρομικά μέσω του 192.168.0.1 .

```
R4(config)# do 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

S>* 10.1.1.8/30 [1/0] via 192.168.0.1, em0
C>* 10.1.1.12/30 is directly connected, em1
C>* 127.0.0.8 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:24:40
B>* 172.17.17.3/32 [200/0] via 10.1.1.10 (recursive via 192.168.0.1), 00:00:29
C>* 172.17.17.4/32 is directly connected, lo0
C>* 192.168.0.0/24 is directly connected, em0
B>* 192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:24:40
B>* 192.168.2.0/24 [200/0] via 10.1.1.10 (recursive via 192.168.0.1), 00:00:29
```

5.17

Παρατηρούμε πως δεν έχουν εισαχθεί οι διαδρομές 5.5.5.0/24 και 172.17.17.2/32, οι οποίες είναι προσβάσιμες από το R2. Προηγουμένως προσθέσαμε στατική εγγραφή για το 10.1.1.8/30, δηλαδή για το WAN3, επομένως, πλέον το R4 έχει διαδρομή για να φτάσει το R3, οπότε και το NEXT_HOP για τα 192.168.2.0/24 και 172.17.17.3/32 έγινε προσβάσιμο, οπότε και οι εγγραφές αυτές προστέθηκαν στον πίνακα δρομολόγησης.

5.18

Εκτελούμε στον R1 σε GCM “**router bgp 65010**” → “**neighbor 192.168.0.2 next-hop-self**”.

5.19

Βλέπουμε πως πλέον προστέθηκαν και τα εναπομείναντα δίκτυα από το 5.9 στον πίνακα δρομολόγησης και έχουν όλα ως επόμενο βήμα τον R1.

```
R4(config)# do show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       0 - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

B>* 5.5.5.0/24 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:00:24
S>* 10.1.1.8/30 [1/0] via 192.168.0.1, em0
C>* 10.1.1.12/30 is directly connected, em1
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:33:54
B>* 172.17.17.2/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:00:24
B>* 172.17.17.3/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:00:24
C>* 172.17.17.4/32 is directly connected, lo0
C>* 192.168.0.0/24 is directly connected, em0
B>* 192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:33:54
B>* 192.168.2.0/24 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:00:24
```

5.20

Βλέπουμε από τον παραπάνω πίνακα πως η διαχειριστική απόσταση των BGP διαδρομών είναι 200. Η τιμή αυτή είναι η default για το Internal BGP, ενώ προηγουμένως το 20 αφορά την default τιμή για το External BGP.

5.21

Ναι.

```
[root@router]~# ping -c 1 10.1.1.9
PING 10.1.1.9 (10.1.1.9): 56 data bytes
64 bytes from 10.1.1.9: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.245 ms

--- 10.1.1.9 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.245/0.245/0.245/0.000 ms
```

5.22

Όχι, δε μπορούμε να κάνουμε ping στην 10.1.1.10 από το R4. Αναλυτικά, η διεύθυνση αυτή ανήκει στο 10.1.1.8/30, η οποία δρομολογείται από το R4 μέσω του R1, το οποίο και είναι άμεσα συνδεδεμένο στο δίκτυο αυτό. Όταν ωστόσο το R3 λάβει το πακέτο θα προσπαθήσει να στείλει απάντηση στην διεπαφή 192.168.0.2 του R3 (από όπου και πρόήλθε το Ping) και όχι στην 10.1.1.13 με την οποία είναι άμεσα συνδεδεμένο. Βλέποντας

όμως τον πίνακα δρομολόγησης του R3, δεν έχει εγγραφή ούτε για το 192.168.0.0 (LAN3), αλλά ούτε και default gateway, οπότε απλά απορρίπτει τα πακέτα.

```
R3(config)# do 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

B>* 5.5.5.0/24 [20/0] via 10.1.1.5, em0, 04:28:53
C>* 10.1.1.4/30 is directly connected, em0
C>* 10.1.1.8/30 is directly connected, em2
C>* 10.1.1.12/30 is directly connected, em3
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.1/32 [20/0] via 10.1.1.9, em2, 01:17:06
B>* 172.17.17.2/32 [20/0] via 10.1.1.5, em0, 04:36:23
C>* 172.17.17.3/32 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.4/32 [20/0] via 10.1.1.9, em2, 00:39:05
B>* 192.168.1.0/24 [20/0] via 10.1.1.9, em2, 01:17:06
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em1
```

5.23

```
R1(config)# router bgp 65010
R1(config-router)# network 192.168.0.0/24
```

5.24

Ναι, πλέον το ping επιτυγχάνει.

```
[root@router]~# ping -c 1 10.1.1.10
PING 10.1.1.10 (10.1.1.10): 56 data bytes
64 bytes from 10.1.1.10: icmp_seq=0 ttl=63 time=0.553 ms

--- 10.1.1.10 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.553/0.553/0.553/0.000 ms
```

5.25

Εκτελούμε στον R1 σε router configuration mode “**aggregate-address 192.168.0.0/23**”.

5.26

Εκτελούμε στον R3 “**do show ip bgp**” και βλέπουμε 2 εγγραφές για το 192.168.0.0/23, 2 για το 192.168.0.0 και 2 για το 192.168.1.0.

```

BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*  5.5.5.0/24        10.1.1.9
*->                    10.1.1.5          0       0 65010 65020 ?
*->  172.17.17.1/32  10.1.1.9          0       0 65010 i
*                    10.1.1.5          0       0 65020 65010 i
*  172.17.17.2/32  10.1.1.9          0       0 65010 65020 i
*->                    10.1.1.5          0       0 65020 i
*->  172.17.17.3/32  0.0.0.0          0       32768 i
*  172.17.17.4/32  10.1.1.5          0       0 65020 65010 i
*->                    10.1.1.9          0       0 65010 i
*->  192.168.0.0/23  10.1.1.9          0       0 65010 i
*                    10.1.1.5          0       0 65020 65010 i
*->  192.168.0.0     10.1.1.9          0       0 65010 i
*                    10.1.1.5          0       0 65020 65010 i
*->  192.168.1.0     10.1.1.9          0       0 65010 i
*                    10.1.1.5          0       0 65020 65010 i
*->  192.168.2.0     0.0.0.0          0       32768 i

Total number of prefixes 9

```

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

Παρατηρούμε πως πλέον βλέπουμε 2 μόνο εγγραφές για το 192.168.0.0/23, καθώς με την επιλογή summary-only, έγινε σύμπτυξη των υποδίκτυων του σε αυτό.

```

R3(config)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*  5.5.5.0/24        10.1.1.9
*->                    10.1.1.5          0       0 65010 65020 ?
*->  172.17.17.1/32  10.1.1.9          0       0 65010 i
*                    10.1.1.5          0       0 65020 65010 i
*  172.17.17.2/32  10.1.1.9          0       0 65010 65020 i
*->                    10.1.1.5          0       0 65020 i
*->  172.17.17.3/32  0.0.0.0          0       32768 i
*  172.17.17.4/32  10.1.1.5          0       0 65020 65010 i
*->                    10.1.1.9          0       0 65010 i
*->  192.168.0.0/23  10.1.1.5          0       0 65020 65010 i
*                    10.1.1.9          0       0 65010 i
*->  192.168.2.0     0.0.0.0          0       32768 i

Total number of prefixes 7

```

5.29

Εκτελούμε “**no aggregate-address 192.168.0.0/23 summary-only**” σε Router Configuration Mode στον R1.

5.30

Εκτελούμε σε νέα κονσόλα στον R4 “**tcpdump -vvvni em0**”.

5.31

TTL = 64. Το TTL=1 που παρατηρήσαμε προηγουμένως είναι η default τιμή για το external BGP, ενώ εσωτερικά του ίδιου AS το TTL παίρνει την default τιμή του (γενικά), δηλαδή 64.

```
02:48:00.130092 IP (tos 0x0, ttl 64, id 632, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 71)
    192.168.0.2.179 > 192.168.0.1.55135: Flags [P.], cksum 0x818d (incorrect ->
0x671d), seq 1:20, ack 19, win 1040, options [nop,nop,TS val 2169922434 ecr 2611
7661], length 19: BGP, length: 19
        Keepalive Message (4), length: 19
```

Άσκηση 6: Περισσότερα περί πολιτικών στο BGP

6.1

Εκτελούμε στον R3 σε GCM “**router bgp 65030**” → “**neighbor 10.1.1.13 remote-as 65010**”. Αντίστοιχα στον R4 σε GCM “**router bgp 65010**” → “**neighbor 10.1.1.14 remote-as 65030**”.

6.2

Εκτελούμε σε RCM στον R4 “**neighbor 192.168.0.1 next-hop-self**”.

6.3

Βλέπουμε πως υπάρχουν 3 διαδρομές (R1 → R2 → R3 → LAN2, R1 → R4 → R3 → LAN2, R1 → R3 → LAN2), και από αυτές στον πίνακα δρομολόγησης υπάρχει η τελευταία.

```
R1(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
* 5.5.5.0/24        10.1.1.10          0       0 65030 65020 ?
*->                 10.1.1.2          0       0 65020 ?
*-> 172.17.17.1/32  0.0.0.0          0       32768 i
* 172.17.17.2/32  10.1.1.10          0       0 65030 65020 i
*->                 10.1.1.2          0       0 65020 i
* i172.17.17.3/32  192.168.0.2        0       0 65030 i
*->                 10.1.1.10          0       0 65030 i
*->                 10.1.1.2          0       0 65020 65030 i
*->i172.17.17.4/32 192.168.0.2        0       100 0 i
*-> 192.168.0.0     0.0.0.0          0       32768 i
*-> 192.168.1.0     0.0.0.0          0       32768 i
* i192.168.2.0     192.168.0.2        0       100 0 65030 i
*->                 10.1.1.10          0       0 65030 i
*->                 10.1.1.2          0       0 65020 65030 i

Total number of prefixes 8
```

6.4

Εφόσον δεν είχαμε επίλυση με κάποιο προηγούμενο κριτήριο, επιλέχθηκε η συγκεκριμένη διαδρομή, καθώς έγινε γνωστή από γείτονα eBGP, ενώ η 192.168.0.2 από iBGP. Τέλος, η τρίτη διαδρομή μέσω R2 έχει 2 AS αντί 1 των άλλων 2 διαδρομών.

6.5

Με “**do show ip bgp**” βλέπουμε πως η RIB του R4 έχει 2 διαδρομές για το 192.168.2.0/24 (R4 → R1 → R3 → LAN2, R4 → R3 → LAN2), εκ των οποίων για τη δρομολόγηση χρησιμοποιείται η 2^η.

```
R4(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.4
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
* 5.5.5.0/24        10.1.1.14          0       0 65030 65020 ?
*->i                192.168.0.1        0       100 0 65020 ?
*->i172.17.17.1/32  192.168.0.1        0       100 0 i
* 172.17.17.2/32  10.1.1.14          0       0 65030 65020 i
*->i                192.168.0.1        0       100 0 65020 i
* > 172.17.17.3/32  10.1.1.14          0       0 65030 i
* i                192.168.0.1        0       100 0 65030 i
* > 172.17.17.4/32  0.0.0.0          0       32768 i
*->i192.168.0.0    192.168.0.1        0       100 0 i
*->i192.168.1.0    192.168.0.1        0       100 0 i
* > 192.168.2.0    10.1.1.14          0       0 65030 i
* i                192.168.0.1        0       100 0 65030 i

Total number of prefixes 8
```

6.6

Όπως το 6.4, η επιλεγμένη διαδρομή μαθεύτηκε μέσω externalBGP.

6.7

Έχει 2 διαδρομές, όπως βλέπουμε παρακάτω ($R4 \rightarrow R1 \rightarrow R2$, $R4 \rightarrow R3 \rightarrow R2$) και επιλέχθηκε η πρώτη.

6.8

Έχει 1 μόνο AS.

```
R4(config-router)# do show ip bgp 172.17.17.2/32
BGP routing table entry for 172.17.17.2/32
Paths: (2 available, best #2, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.14
    65030 65020
      10.1.1.14 from 10.1.1.14 (172.17.17.3)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 03:05:58 2023

    65020
      192.168.0.1 (metric 1) from 192.168.0.1 (172.17.17.1)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best
        Last update: Tue May 16 02:31:30 2023
```

6.9

Βλέπουμε 3 διαδρομές ($R3 \rightarrow R2 \rightarrow R1 \rightarrow LAN1$, $R3 \rightarrow R4 \rightarrow R1 \rightarrow LAN1$, $R3 \rightarrow R1 \rightarrow LAN1$) και από αυτές έχει μπει στον πίνακα δρομολόγησης η τρίτη.

```
R3(config-router)# do show ip bgp 192.168.1.0/24
BGP routing table entry for 192.168.1.0/24
Paths: (3 available, best #3, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.5 10.1.1.13
    65010
      10.1.1.13 from 10.1.1.13 (172.17.17.4)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 03:05:57 2023

    65020 65010
      10.1.1.5 from 10.1.1.5 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 02:47:23 2023

    65010
      10.1.1.9 from 10.1.1.9 (172.17.17.1)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
        Last update: Tue May 16 02:46:55 2023
```

6.10

Είναι όπως βλέπουμε η αρχαιότερη από τις External διαδρομές (δεδομένου ότι έχει φτάσει η επίλυση ισότητας σε αυτό το κριτήριο).

6.11

Στον R1 εκτελούμε “**do clear ip bgp 10.1.1.10**” σε GCM και παρατηρούμε πως ανανεώθηκε ο χρόνος “Last Update” από τον R1.

```
R3(config-router)# do show ip bgp 192.168.1.0/24
BGP routing table entry for 192.168.1.0/24
Paths: (3 available, best #2, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.5 10.1.1.9
    65010
      10.1.1.9 from 10.1.1.9 (172.17.17.1)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 03:30:49 2023

    65010
      10.1.1.13 from 10.1.1.13 (172.17.17.4)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external, best
        Last update: Tue May 16 03:05:58 2023

    65020 65010
      10.1.1.5 from 10.1.1.5 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 02:47:24 2023
```

6.12

Εκτελούμε στον R4 “**do clear ip bgp 10.1.1.14**” και παρατηρούμε πως πλέον η διαδρομή προς το LAN1 από το R3 που έχει επιλεχθεί για δρομολόγηση είναι αυτή μέσω του R1 (R3 → R1 → LAN1).

```
R3(config-router)# do show ip bgp 192.168.1.0/24
BGP routing table entry for 192.168.1.0/24
Paths: (3 available, best #2, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.5 10.1.1.13
    65010
      10.1.1.13 from 10.1.1.13 (172.17.17.4)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 03:32:42 2023

    65010
      10.1.1.9 from 10.1.1.9 (172.17.17.1)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
        Last update: Tue May 16 03:30:48 2023

    65020 65010
      10.1.1.5 from 10.1.1.5 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 02:47:23 2023
```

6.13

Εκτελούμε στον R4 “**ip prefix-list AS65030 permit 192.168.2.0/24**” και “**ip prefix-list AS65030 permit 172.17.17.3/32**”

6.14

Εκτελούμε στον R4 “**route-map set-locpref permit 10**”.

6.15

Εκτελούμε στον R4 “**match ip address prefix-list AS65030**”.

6.16

```
R4(config)# route-map set-locpref permit 10
R4(config-route-map)# match ip address prefix-list AS65030
R4(config-route-map)# set local-preference 150
R4(config-route-map)# exit
```

6.17

```
R4(config)# route-map set-locpref permit 20
R4(config-route-map)# exit
```

6.18

Εκτελούμε στον R4 “**router bgp 65010**” και ύστερα “**neighbor 10.1.1.14 route-map set-locpref in**”

6.19

Όπως βλέπουμε παρακάτω, η τιμή του local preference άλλαξε από 100 σε 150 στις διαδρομές προς τα δίκτυα 172.17.17.3/32 και 192.168.2.0 (Αυτά που προσθέσαμε στην λίστα AS65030).

```
R4(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.4
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*->i5.5.5.0/24      192.168.0.1          0    100      0 65020 ?
*          10.1.1.14          0                0 65030 65020 ?
*->i172.17.17.1/32   192.168.0.1          0    100      0 i
*->i172.17.17.2/32   192.168.0.1          0    100      0 65020 i
*          10.1.1.14          0                0 65030 65020 i
*> 172.17.17.3/32    10.1.1.14          0    150      0 65030 i
*> 172.17.17.4/32    0.0.0.0           0          32768 i
*->i192.168.0.0      192.168.0.1          0    100      0 i
*->i192.168.1.0      192.168.0.1          0    100      0 i
*> 192.168.2.0       10.1.1.14          0    150      0 65030 i

Total number of prefixes 8
```

6.20

Επιλέχθηκαν οι διαδρομές μέσω του R4 καθώς έχουν πλέον μεγαλύτερη τιμή Local Preference (150).

```
R1(config-router)# do show ip bgp 192.168.2.0/24
BGP routing table entry for 192.168.2.0/24
Paths: (3 available, best #1, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.2 10.1.1.10
    65030
      192.168.0.2 (metric 1) from 192.168.0.2 (172.17.17.4)
        Origin IGP, metric 0, localpref 150, valid, internal, best
        Last update: Tue May 16 05:05:38 2023

    65020 65030
      10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 04:43:55 2023

    65030
      10.1.1.10 from 10.1.1.10 (172.17.17.3)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 04:43:20 2023
```

```
R1(config-router)# do show ip bgp 172.17.17.3/32
BGP routing table entry for 172.17.17.3/32
Paths: (3 available, best #1, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.2 10.1.1.10
    65030
      192.168.0.2 (metric 1) from 192.168.0.2 (172.17.17.4)
        Origin IGP, metric 0, localpref 150, valid, internal, best
        Last update: Tue May 16 05:05:38 2023

    65020 65030
      10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 04:43:55 2023

    65030
      10.1.1.10 from 10.1.1.10 (172.17.17.3)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external
        Last update: Tue May 16 04:43:20 2023
```

6.21

Εμφανίζονται εγγραφές μόνο από τις διαφημίσεις του R3 για τα δίκτυα 192.168.2.0/24 και 172.17.17.3/32.

6.22

Όχι, δεν υπάρχουν.

```
R1(config-router)# do show ip bgp neighbors 192.168.0.2 advertised-routes
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 5.5.5.0/24        192.168.0.1          0    100      0 65020 ?
*> 172.17.17.1/32   192.168.0.1          0    100    32768 i
*> 172.17.17.2/32   192.168.0.1          0    100      0 65020 i
*> 192.168.0.0       192.168.0.1          0    100    32768 i
*> 192.168.1.0       192.168.0.1          0    100    32768 i

Total number of prefixes 5
```

6.23

Αφού ο R1 δεν διαφημίζει τα εν λόγω δίκτυα (μιας και έχει καταχωρήσει ως καλύτερες διαδρομές αυτές μέσω του R4 και επομένως δεν μπορεί να τις διαφημίσει πίσω), δεν εμφανίζονται αντίστοιχες εγγραφές στον πίνακα RIB του R4.

6.24

Εκτελούμε “**ping –R 192.168.2.2 | less**” στον R1:

```
PING 192.168.2.2 (192.168.2.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=0 ttl=62 time=0.881 ms
RR: 192.168.0.1
     10.1.1.13
     192.168.2.1
     192.168.2.2
     10.1.1.10
     192.168.1.1
     192.168.1.2
```

Ακολουθείται η διαδρομή PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2 → R3 → R1 → PC1.

6.25

Εκτελούμε στον R1 “**route-map set-MED permit 15**”.

6.26

```
R1(config)# route-map set-MED permit 15
R1(config-route-map)# set metric 1
R1(config-route-map)# exit
```

6.27

Εκτελούμε στον R1 σε RCM “**neighbor 10.1.1.10 route-map set-MED out**”.

6.28

Παρουσιάζουμε τον πίνακα διαδρομών του R3 πριν και μετά την επανεκκίνηση της συνόδου BGP R1-R3, την οποία και κάνουμε με “**do clear ip bgp 10.1.1.10**” σε GCM στον R1. Βλέπουμε πως σε κάποιες διαδρομές η μετρική έχει γίνει 1 αντί 0 των άλλων. Αυτό αφορά όσες διαδρομές έχουν NEXT_HOP τον R1 από τον R3.

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
* 5.5.5.0/24	10.1.1.13	0	65010	65020	?
*>	10.1.1.5	0	65020	?	
*	10.1.1.9	0	65010	65020	?
* 172.17.17.1/32	10.1.1.13	0	65010	i	
*	10.1.1.5	0	65020	65010	i
*>	10.1.1.9	0	65010	i	
* 172.17.17.2/32	10.1.1.13	0	65010	65020	i
*>	10.1.1.5	0	65020	i	
*	10.1.1.9	0	65010	65020	i
*> 172.17.17.3/32	0.0.0.0	0	32768	i	
* 172.17.17.4/32	10.1.1.5	0	65020	65010	i
*	10.1.1.9	0	65010	i	
*>	10.1.1.13	0	65010	i	
* 192.168.0.0	10.1.1.13	0	65010	i	
*	10.1.1.5	0	65020	65010	i
*>	10.1.1.9	0	65010	i	
* 192.168.1.0	10.1.1.13	0	65010	i	
*	10.1.1.5	0	65020	65010	i
*>	10.1.1.9	0	65010	i	
*> 192.168.2.0	0.0.0.0	0	32768	i	
Total number of prefixes 8					

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
* 5.5.5.0/24	10.1.1.9	1	65010	65020	?
*	10.1.1.13	0	65010	65020	?
*>	10.1.1.5	0	65020	?	
* 172.17.17.1/32	10.1.1.9	1	65010	i	
*>	10.1.1.13	1	65010	i	
*	10.1.1.5	0	65020	65010	i
* 172.17.17.2/32	10.1.1.9	1	65010	65020	i
*	10.1.1.13	1	65010	65020	i
*>	10.1.1.5	0	65020	i	
*> 172.17.17.3/32	0.0.0.0	0	32768	i	
* 172.17.17.4/32	10.1.1.9	1	65010	i	
*	10.1.1.5	0	65020	65010	i
*>	10.1.1.13	0	65010	i	
* 192.168.0.0	10.1.1.9	1	65010	i	
*	10.1.1.13	1	65010	i	
*	10.1.1.5	0	65020	65010	i
* 192.168.1.0	10.1.1.9	1	65010	i	
*>	10.1.1.13	1	65010	i	
*	10.1.1.5	0	65020	65010	i
*> 192.168.2.0	0.0.0.0	0	32768	i	
Total number of prefixes 8					

6.29

Έχει επιλεχθεί πλέον η διαδρομή R3 → R4 → R1 → LAN1 από τον R3. Ορίσαμε προηγουμένως MED = 1, στις τιμές που αναγγέλλει ο R1 στον R3, συνεπώς, δεδομένου

ότι ο MED χρησιμοποιείται στην επιλογή της καλύτερης διαδρομής για την εισερχόμενη κίνηση στο AS από έναν eBGP γείτονα, επιλέχθηκε η διαδρομή με το μικρότερο metric (0) μεταξύ αυτών που είχαν μικρότερο AS Path length.

6.30

Ακολουθείται η διαδρομή PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2 → R3 → R4 → R1 → PC1.

```
PING 192.168.2.2 (192.168.2.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=0 ttl=61 time=1.387 ms
RR:      192.168.0.1
          10.1.1.13
          192.168.2.1
          192.168.2.2
          10.1.1.14
          192.168.0.2
          192.168.1.1
          192.168.1.2
```

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

Εκτελούμε στον R1 “**do clear ip bgp 10.1.1.2**” και βλέπουμε την RIB του R2 πριν και μετά τις αλλαγές:

```

R2(config)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
* > 5.5.5.0/24       172.17.17.2        0       32768 ? 
* > 172.17.17.1/32  10.1.1.6           0       0 65030 65010 i
* > 172.17.17.2/32  0.0.0.0           0       32768 i 
* > 172.17.17.3/32  10.1.1.6           0       0 65030 i 
* > 172.17.17.4/32  10.1.1.6           0       0 65030 65010 i
* > 192.168.0.0     10.1.1.6           0       0 65030 65010 i
* > 192.168.1.0     10.1.1.6           0       0 65030 65010 i
* > 192.168.2.0     10.1.1.6           0       0 65030 i 

Total number of prefixes 8

```

```

BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
* > 5.5.5.0/24       172.17.17.2        0       32768 ? 
* > 172.17.17.1/32  10.1.1.1           0       0 65010 65010 65010 i
* >                  10.1.1.6           0       0 65030 65010 i
* > 172.17.17.2/32  0.0.0.0           0       32768 i 
* > 172.17.17.3/32  10.1.1.1           0       0 65010 65010 65010 6
5030 i 
* >                  10.1.1.6           0       0 65030 i 
* > 172.17.17.4/32  10.1.1.1           0       0 65010 65010 65010 i
* >                  10.1.1.6           0       0 65030 65010 i
* > 192.168.0.0     10.1.1.1           0       0 65010 65010 65010 i
* >                  10.1.1.6           0       0 65030 65010 i
* > 192.168.1.0     10.1.1.1           0       0 65010 65010 65010 i
* >                  10.1.1.6           0       0 65030 65010 i
* > 192.168.2.0     10.1.1.1           0       0 65010 65010 65010 6
5030 i 
* >                  10.1.1.6           0       0 65030 i 

Total number of prefixes 8

```

Παρατηρούμε πως όσες διαδρομές είχαν πρώτο το AS 65010 στο AS_PATH έχουν πλέον αντί για <65010 ... > → <65010 65010 65010 ... >, έγινε δηλαδή prepend το <65010 65010>.

6.35

To 10.1.1.6, δηλαδή ο R3.

```
R2(config)# do 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

S>* 5.5.5.0/24 [1/0] via 172.17.17.2, lo0
C>* 10.1.1.0/30 is directly connected, em0
C>* 10.1.1.4/30 is directly connected, em1
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.1/32 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:21:05
C>* 172.17.17.2/32 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.3/32 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 01:52:01
B>* 172.17.17.4/32 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:21:05
B>* 192.168.0.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:21:05
B>* 192.168.1.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:21:05
B>* 192.168.2.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 01:52:01
```

6.36

Έχουν διαγραφεί όλες οι διαδρομές προς το AS 65010 οι οποίες ξεκινούσαν από το μονοπάτι R3 → R2.

6.37

Οι αναγγελίες που αφορούν την μετρική αυτή περιλαμβάνονται σε αυτές προς γείτονες eBGP, αλλά ο R4 ανήκει στο AS 65010, οπότε και δεν επηρεάζεται από τις αλλαγές.

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 bgp 65010
R1(config-router)# neighbor 192.168.1.2 remote-as 65010
```

7.3

Έχουν προστεθεί στον πίνακα δρομολόγησης οι εγγραφές που μαθαίνει μόνο για δίκτυα του AS 65010. Ωστόσο, βλέποντας και τον RIB του PC1, βλέπουμε πως έμαθε και για τα δίκτυα 5.5.5.0/24 και 172.17.17.2/32, αλλά επειδή δεν έχει εγγραφή για το 10.1.1.2 (NEXT_HOP) αγνόησε τις διαδρομές αυτές. Επιπλέον, οι υπόλοιπες διαδρομές (για τα 172.17.17.3/32, 172.17.17.4/32 και 192.168.2.0/24) που έχει μάθει ο R1 έχουν NEXT_HOP τον R4, οπότε αφού είναι εσωτερικός του AS δρομολογητής, δεν ενημερώνει τον PC1 με τις διαδρομές αυτές για αποφυγή βρόχων.

```
PC1(config)# do show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, N - NHRP,
       T - Table, v - UNC, V - UNC-Direct, A - Babel, D - SHARP,
       F - PBR, f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup

B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:02
B>* 192.168.0.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:02
B  192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.1.1 inactive, weight 1, 00:00:02
C>* 192.168.1.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 01:07:52
```

```
PC1(config)# do show ip bgp
BGP table version is 3, local router ID is 192.168.1.2, vrf id 0
Default local pref 100, local AS 65010
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, = multipath,
               i internal, r RIB-failure, S Stale, R Removed
Nexthop codes: @NNN nexthop's vrf id, < announce-nh-self
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
i5.5.5.0/24        10.1.1.2           0       100    0 65020 ? 
*>i172.17.17.1/32 192.168.1.1        0       100    0 i
   i172.17.17.2/32 10.1.1.2           0       100    0 65020 i
*>i192.168.0.0/24 192.168.1.1        0       100    0 i
*>i192.168.1.0/24 192.168.1.1        0       100    0 i

Displayed 5 routes and 5 total paths
```

```
R1(config-router)# do show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 5.5.5.0/24        10.1.1.2           0       0 65020 ?
*          10.1.1.10          0       0 65030 65020 ?
*> 172.17.17.1/32   0.0.0.0           0       32768 i
*> 172.17.17.2/32   10.1.1.2           0       0 65020 i
*          10.1.1.10          0       0 65030 65020 i
*> 172.17.17.3/32   10.1.1.2           0       0 65020 65030 i
*          10.1.1.10          0       0 65030 i
*>i 192.168.0.2     192.168.0.2        0       150  0 65030 i
*>i 172.17.17.4/32  192.168.0.2        0       100  0 i
*> 192.168.0.0      0.0.0.0           0       32768 i
*> 192.168.1.0      0.0.0.0           0       32768 i
*> 192.168.2.0      10.1.1.2           0       0 65020 65030 i
*          10.1.1.10          0       0 65030 i
*>i 192.168.0.2     192.168.0.2        0       150  0 65030 i

Total number of prefixes 8
```

```
R1(config-router)# do show ip bgp neighbors 192.168.1.2 advertised-routes
BGP table version is 0, local router ID is 172.17.17.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

      Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 5.5.5.0/24        10.1.1.2           0       100      0 65020 ?
*> 172.17.17.1/32   192.168.1.1        0       100    32768 i
*> 172.17.17.2/32   10.1.1.2           0       100      0 65020 i
*> 192.168.0.0       192.168.1.1        0       100    32768 i
*> 192.168.1.0       192.168.1.1        0       100    32768 i

Total number of prefixes 5
```

7.4

```
R1(config)# router bgp 65010
R1(config-router)# neighbor 192.168.1.2 next-hop-self
```

Γνωρίζει πλέον για τα 2 δίκτυα του AS 65020 (5.5.5.0/24 και 172.17.17.2/32).

```
PC1(config)# do show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, N - NHRP,
       T - Table, v - VNC, V - VNC-Direct, A - Babel, D - SHARP,
       F - PBR, f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup

B>* 5.5.5.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:02:31
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:09:02
B>* 172.17.17.2/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:02:31
B>* 192.168.0.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:09:02
B   192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.1.1 inactive, weight 1, 00:09:02
C>* 192.168.1.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 01:16:52
```

7.5

Διότι όπως είδαμε ο R1 τις μαθαίνει από τον R4, επομένως δε τις προωθεί στο PC1.

7.6

```
PC1(config)# router bgp 65010
PC1(config-router)# neighbor 192.168.0.2 remote-as 65010
PC1(config-router)# exit
```

```
R4(config)# router bgp 65010
R4(config-router)# neighbor 192.168.1.2 remote-as 65010
R4(config-router)# exit
```

7.7

Πρέπει να εκτελέσουμε στον R4 “**neighbor 192.168.1.2 next-hop-self**”.

7.8

Δεν έχει επικοινωνία με τα WAN.

```
PC1(config)# do show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, N - NHRP,
       T - Table, U - UNC, V - UNC-Direct, A - Babel, D - SHARP,
       F - PBR, f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup

B>* 5.5.5.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:38:43
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:45:14
B>* 172.17.17.2/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:38:43
B> 172.17.17.3/32 [200/0] via 192.168.0.2 (recursive), weight 1, 00:00:21
    *
    via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:21
B> 172.17.17.4/32 [200/0] via 192.168.0.2 (recursive), weight 1, 00:16:13
    *
    via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:16:13
B>* 192.168.0.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:45:14
B  192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.1.1 inactive, weight 1, 00:45:14
C>* 192.168.1.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 01:53:04
B> 192.168.2.0/24 [200/0] via 192.168.0.2 (recursive), weight 1, 00:00:21
    *
    via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:21
```

7.9

Ακολουθείται η διαδρομή PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2 → R3 → R4 → R1 → PC1.

```
PING 192.168.2.2 (192.168.2.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=0 ttl=61 time=1.037 ms
RR: 192.168.0.1
    10.1.1.13
    192.168.2.1
    192.168.2.2
    10.1.1.14
    192.168.0.2
    192.168.1.1
    192.168.1.2
```

7.10

Θα δούμε τους πίνακες διαδρομών ξεκινώντας από το PC1 έως το 5.5.5.0/24 και αντίστροφα για να βρούμε τη διαδρομή.

LAN1(PC1) → 5.5.5.0/24: PC1 → R1 → R2

5.5.5.0/24 → LAN1(PC1): R2 → R3 → R4 → R1 → PC1

7.11

Ο PC1 δεν έχει προκαθορισμένη διαδρομή, αλλά ούτε και κάποιο υποδίκτυο στο οποίο υπάγεται το 10.1.1.9 στον πίνακα δρομολόγησης του, οπότε αποτυγχάνει να το δρομολογήσει. Αντιθέτως, ο PC2 έχει ως προκαθορισμένη πύλη τον R3, οπότε το δρομολογεί εκεί. Στη συνέχεια, ο R3 έχει εγγραφή για το 10.1.1.9, οπότε και δρομολογείται επιτυχώς το πακέτο.

7.12

Εκτελούμε στον R2 σε GCM “**router bgp 65020**” → “**network 0.0.0.0/0**”

7.13

Ενώ έχει προστεθεί η προκαθορισμένη διαδρομή στην RIB του R2, δεν έχει μπει στον πίνακα δρομολόγησής του, καθώς το NEXT_HOP είναι η 0.0.0.0/0, η οποία και δηλώνει άγνωστο προορισμό, οπότε μη προσβάσιμη από τον R2 διεύθυνση.

7.14

Ναι (όχι στον R2, αλλά στον R3).

7.15

Είναι i (internal).

7.16

Ναι.

7.17

Δεν λαμβάνουμε ποτέ απάντηση. Σε αυτή την περίπτωση, το πακέτο ακολουθεί τη διαδρομή PC1 → R1 (default gateway) → R2 (default gateway) και εκεί χάνεται, καθώς ο R2 δε μπορεί να το δρομολογήσει περαιτέρω.

7.18

Εκτελούμε στον R2 σε Router Configuration Mode “**no network 0.0.0.0/0**” → “**exit**” → “**ip route 0.0.0.0/0 172.17.17.2**”.

7.19

Εμφανίζεται πλέον ως ORIGIN το ‘?’, το οποίο δηλώνει “**incomplete**”, δηλαδή δεν είναι γνωστός ο τρόπος γνωστοποίησης.

7.20

Με “**do write terminal**” σε GCM στον R2 βλέπουμε από το configuration πως η εντολή έχει ήδη εκτελεστεί:

7.21

Λαμβάνουμε ως απάντηση Time-To-Live exceeded, καθώς ακολουθείται η διαδρομή PC1
→ R1 → R2 → R2 → ... → R2 μέχρι να μηδενιστεί το TTL.