

Όνοματεπώνυμο: Χαράλαμπος Καμπουγέρης

Όνομα PC/ΛΣ: DESKTOP-N90CREO

Ομάδα: 1, Τρίτη 10:45-13:30, ΑΙΘ.Α4

Ημερομηνία: 07/05/2024

## Εργαστηριακή Άσκηση 9

### Δυναμική δρομολόγηση BGP

#### Άσκηση 1

1.1 Στο PC1:

```
PC# configure terminal
PC(config)# hostname PC1
PC1(config)# interface em0
PC1(config-if)# ip address 192.168.1.2/24
PC1(config-if)# exit
PC1(config)# route 0.0.0.0/0 192.168.1.1
% Unknown command: route 0.0.0.0/0 192.168.1.1
PC1(config)# ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1
```

Αντίστοιχα στο PC2:

```
PC# configure terminal
PC(config)# hostname PC2
PC2(config)# interface em0
PC2(config-if)# ip address 192.168.2.2/24
PC2(config-if)# exit
PC2(config)# ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1
```

1.2 Στα R1, R2 και R3 αντίστοιχα:

```
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
```

```
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
```

```
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
```

1.3 Δε βλέπουμε καμία στατική εγγραφή:

```
R1(config-if)# 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, 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:

```
R1(config)# router
  babel  Babel
  bgp    BGP information
  isis   ISO IS-IS
  ospf   Start OSPF configuration
  ospf6  Open Shortest Path First (OSPF) for IPv6
  rip    RIP
  ripng  RIPng
```

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

1.6 Βλέπουμε τις παρακάτω 14 εντολές:

```
R1(config-router)# 
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:

```
R1(config-router)# 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

Total number of prefixes 1
```

```
R2(config-if)# 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
```

καθώς ορίσαμε ως γείτονα του R2 τον R1.

**1.14** Εκτελούμε στο R3 “do show ip route” και βλέπουμε πως δεν υπάρχει εγγραφή για το LAN1:

```
R3(config-if)# 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** Έχουμε τους παρακάτω RIB στα R1, R2, R3, όπου φαίνεται πως έχει προστεθεί η νέα εγγραφή για το LAN2:

```
R1(config-router)# 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          0 65020 65030 i

Total number of prefixes 2
```

```
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

Total number of prefixes 2
```

```
R3(config-router)# 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          0 65020 65010 i
* > 192.168.2.0      0.0.0.0                0          32768 i

Total number of prefixes 2
```

**1.19** Εμφανίζουμε τον πίνακα δρομολόγησης στον R2 και βλέπουμε πως οι εγγραφές που προστέθηκαν από το BGP χαρακτηρίζονται 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, 00:12:28
B>* 192.168.2.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:03:46
```

**1.20** Διακρίνονται από το “>”

**1.21** Είναι 20

**1.22** Βλέπουμε 1 μόνο εγγραφή.

```
R1(config-router)# 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, 00:06:43
```

**1.23** Στον R1 εκτελούμε “do show ip bgp” και 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-router)# 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

Total number of prefixes 2
```

**1.24** Για το 192.168.1.0/24: NEXT\_HOP → 0.0.0.0, Weight → 32768, AS\_PATH → i  
Για το 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

**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 00:44:55
  Last read 05:33:58, 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:           44          0
    Notifications:  0           0
    Updates:        1           1
    Keepalives:     46          45
    Route Refresh:  0           0
    Capability:    0           0
    Total:          91          46
  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: 32947
  Nexthop: 10.1.1.1
  Nexthop global: fe80::a00:27ff:fe20:c012
  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 ένα από τα μηνύματα βλέπουμε πως χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο μεταφοράς TCP και η θύρα 179.

```

21:19:32.806139 IP (tos 0x0, ttl 1, id 484, offset 0, flags [DF], proto TCP (6),
length 71)
  10.1.1.1.179 > 10.1.1.2.32947: Flags [P.], cksum 0x163e (incorrect -> 0x4d8f
), seq 20:39, ack 38, win 1040, options [nop,nop,TS val 2828804141 ecr 10391970]
, length 19: BGP, length: 19
      Keepalive Message (4), length: 19

```

Στις πληροφορίες της “show ip bgp neighbors” βλέπουμε πως στάλθηκαν KEEPALIVE και ελήφθησαν 45, επομένως είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα οπότε και παρατηρήθηκαν στην καταγραφή.

Βλέπουμε επίσης πως το KEEPALIVE interval είναι 60 δευτερόλεπτα.

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: 32947”, επιβεβαιώνοντας τη χρήση της θύρας 179, ενώ η θύρα 32947 επιλέχθηκε τυχαία.

**2.6** Τα βλέπουμε ανά 1 λεπτό, όπως αναμέναμε και από την “show ip bgp neighbors”.

**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     60      61        0     0    0 00:57:50        1
10.1.1.6          4 65030     51      54        0     0    0 00:49:39        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 όντας σε router configuration mode “no network 192.168.2.0/24”

**2.16** Βλέπουμε Update Message:

```
02:52:07.551822 IP (tos 0x0, ttl 1, id 1953, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 79)
    10.1.1.2.179 > 10.1.1.1.37655: Flags [P.], cksum 0x1646 (incorrect -> 0xcc9d
), seq 19:46, ack 20, win 1040, options [nop,nop,TS val 3903627354 ecr 30314065]
, 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 πάνω από μισό λεπτό η ενημέρωση του πίνακα:

```
Minimum time between advertisement runs is 30 seconds
```

**2.21** Έγινε με το παρακάτω Update Message:

```
03:00:32.248995 IP (tos 0x0, ttl 1, id 2001, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 104)
    10.1.1.2.179 > 10.1.1.1.37655: Flags [P.], cksum 0x165f (incorrect -> 0xa473
), seq 296:348, ack 191, win 1040, options [nop,nop,TS val 3904132052 ecr 308541
83], 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 στην παραπάνω εικόνα, 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

**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.

```
PC1(config)# do 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)  1.844 ms  0.928 ms  0.981 ms
 2  10.1.1.2 (10.1.1.2)  1.449 ms  1.482 ms  1.586 ms
 3  10.1.1.6 (10.1.1.6)  2.085 ms  1.951 ms  2.048 ms
 4  192.168.2.2 (192.168.2.2)  10.502 ms  11.694 ms  2.932 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 00:03:34
  Last read 05:33:37, 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:           51            4
    Notifications:  4             2
    Updates:        7             14
    Keepalives:    576           569
    Route Refresh: 0             0
    Capability:   0             0
    Total:         638           589
  Minimum time between advertisement runs is 30 seconds

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

  Connections established 6; dropped 5
  Last reset 00:03:46, due to BGP Notification received
  Local host: 10.1.1.1, Local port: 179
  Foreign host: 10.1.1.2, Foreign port: 31365
  Nexthop: 10.1.1.1
  Nexthop global: fe80::a00:27ff:fe20:c012
  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-router)# 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     587     602       0     0     0 00:06:45      2
10.1.1.6      4 65030     580     588       0     0     0 00:06:27      2

Total number of neighbors 2
```

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

```
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
* > 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-router)# 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     582      589        0      0    0 00:08:56            3

Total number of neighbors 1
```

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

```
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  10.1.1.5                  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     764      813        0      0    0 02:58:53            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 00:02:05, hold time is 180, keepalive interval is 60 seconds
  Message statistics:
    Inq depth is 0
    Outq depth is 0
      Sent          Rcvd
  Opens:            2          0
  Notifications:   0          0
  Updates:         0          0
  Keepalives:      0          0
  Route Refresh:   0          0
  Capability:      0          0
  Total:           2          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: 56991
  Foreign host: 10.1.1.10, Foreign port: 179
  Nexthop: 10.1.1.9
  Nexthop global: fe80::a00:27ff:fe19:3396
  Nexthop local: ::

  BGP connection: non shared network
  Next connect timer due in 118 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 αναγράφει 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     834     883        0     0     0 04:08:09      3
10.1.1.10     4 65030       0      32        0     0     0 never      Active

Total number of neighbors 2

```

**3.19** Βλέπουμε μηνύματα τύπου Open στις εικόνες που ακολουθούν.

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

```
08:55:34.091441 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 2266, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 105)
    10.1.1.9.42466 > 10.1.1.10.179: Flags [P.], cksum 0x23f1 (correct), seq 1:54
        , ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 51997402 ecr 3609700783], 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
```

```
08:55:34.091450 IP (tos 0x0, ttl 64, id 2040, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 52)
    10.1.1.10.179 > 10.1.1.9.42466: Flags [F.], cksum 0x163b (incorrect -> 0x06e
a), seq 1, ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 3609700783 ecr 51997402], le
ngth 0
```

**3.21** Έχει εγκατασταθεί TCP σύνδεση, καθώς βλέπουμε την ολοκλήρωση της τριπλής χειραψίας στην αρχή της σύνδεσης:

```
08:55:34.088466 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 2264, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 60)
    10.1.1.9.42466 > 10.1.1.10.179: Flags [S], cksum 0x4930 (correct), seq 22026
20138, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 6,sackOK,TS val 51997402 ecr 0],
length 0
08:55:34.088695 IP (tos 0xc0, ttl 255, id 2039, offset 0, flags [DF], proto TCP
(6), length 60)
    10.1.1.10.179 > 10.1.1.9.42466: Flags [S.], cksum 0x1643 (incorrect -> 0xdc2
f), seq 4097046499, ack 2202620139, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 6,s
ackOK,TS val 3609700783 ecr 51997402], length 0
08:55:34.090326 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 2265, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 52)
    10.1.1.9.42466 > 10.1.1.10.179: Flags [.], cksum 0x06eb (correct), seq 1, ac
k 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 51997402 ecr 3609700783], length 0
08:55:34.091441 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 2266, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 105)
```

**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 10.1.1.5, remote AS 65020, local AS 65030, external link
  BGP version 4, remote router ID 172.17.17.2
  BGP state = Established, up for 04:53:38
  Last read 05:34:15, 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:           6            1
    Notifications:  2            1
    Updates:        10           13
    Keepalives:     857          851
    Route Refresh:  0            0
    Capability:    0            0
    Total:          875          866
  Minimum time between advertisement runs is 30 seconds

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

**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
* 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** Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε τις διαδρομές στην RIB του R3.

**3.27** Βλέπουμε πως τώρα ακολουθείται η διαδρομή PC1 → R1 → R3 → PC2.

```
PC1(config-if)# do 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)  2.491 ms  1.210 ms  1.312 ms
 2  10.1.1.10 (10.1.1.10)  1.572 ms  1.831 ms  1.303 ms
 3  192.168.2.2 (192.168.2.2)  3.517 ms  2.370 ms  2.604 ms
```

**3.28** Παρατηρούμε στην καταγραφή τα παρακάτω 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**:

```
10:47:46.360404 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 2458, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 105)
    10.1.1.10.10177 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0xbc00 (correct), seq 1:54
    , ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 59028503 ecr 4057835474], 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
```

```
10:47:46.361182 IP (tos 0x0, ttl 1, id 2803, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 105)
    10.1.1.9.179 > 10.1.1.10.10177: Flags [P.], cksum 0x1670 (incorrect -> 0xcfdf8), seq 1:54, ack 54, win 1040, options [nop,nop,TS val 4057835483 ecr 59028503], 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
```

```
10:47:46.361727 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 2459, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 71)
    10.1.1.10.10177 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0xae6f (correct), seq 54:7
    , ack 54, win 1040, options [nop,nop,TS val 59028503 ecr 4057835483], 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>

```
20:28:28.085432 IP (tos 0x0, ttl 1, id 1211, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 112)
    10.1.1.9.179 > 10.1.1.10.23405: Flags [P.], cksum 0x1677 (incorrect -> 0x412
1), seq 92:152, ack 92, win 1040, options [nop,nop,TS val 3689725509 ecr 1741021
0], 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
```

```
20:28:28.087731 IP (tos 0x0, ttl 1, id 1212, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 166)
    10.1.1.9.179 > 10.1.1.10.23405: Flags [P.], cksum 0x16ad (incorrect -> 0x75f
b), seq 152:266, ack 153, win 1039, options [nop,nop,TS val 3689725509 ecr 17411
1181], 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 fe06
            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 λοορ, 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            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
* > 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 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: Sun May 12 10:47:47 2024

    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: Sun May 12 05:57:57 2024
```

**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:

```
14:31:43.770099 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 3407, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 80)
    10.1.1.10.10177 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0xfc98 (correct), seq 38:6
6, ack 48, win 1040, options [nop,nop,TS val 72513275 ecr 4071272892], length 28
: BGP, length: 28
        Update Message (2), length: 28
        Withdrawn routes: 5 bytes
```

```
14:34:55.562733 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 5020, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 80)
    10.1.1.5.31876 > 10.1.1.6.179: Flags [P.], cksum 0x8088 (correct), seq 19:47
1, ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 72293765 ecr 3088251470], 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:

```
14:37:04.011003 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 5029, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 108)
    10.1.1.5.31876 > 10.1.1.6.179: Flags [P.], cksum 0x0484 (correct), seq 85:14
1, ack 39, win 1040, options [nop,nop,TS val 72421797 ecr 3088371887], 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
```

```

14:34:14.328043 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 3424, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 105)
    10.1.1.10.10177 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0xd7eb (correct), seq 123:
176, ack 105, win 1040, options [nop,nop,TS val 72664369 ecr 4071414535], 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

```

Η διαδρομή προς το 172.17.17.2/32 έχει τα εξής:

- Για τον R3: ORIGIN → IGP, AS\_PATH <65020>, → , NEXT\_HOP → 10.1.1.5
- Για τον R1: ORIGIN → IGP, AS\_PATH <65030 65020> → , NEXT\_HOP → 10.1.1.10

**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:

```

14:44:42.635275 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 3469, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 104)
    10.1.1.10.10177 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0x29cb (correct), seq 366:
418, ack 348, win 1040, options [nop,nop,TS val 73294890 ecr 4072013035], 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

```

```

14:47:36.332869 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 5075, offset 0, flags [DF], proto TCP (6
), length 107)
    10.1.1.5.31876 > 10.1.1.6.179: Flags [P.], cksum 0x7b66 (correct), seq 331:3
86, ack 248, win 1040, options [nop,nop,TS val 73052074 ecr 3089001222], 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 ?
*>                    10.1.1.2            0       65020 ?
*>  172.17.17.1/32   0.0.0.0            0       32768 i
*  172.17.17.2/32   10.1.1.10          0       65030 65020 i
*>                    10.1.1.2            0       65020 i
*>  172.17.17.3/32   10.1.1.10          0       65030 i
*                    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
*                    10.1.1.2            0       65020 65030 i

Total number of prefixes 6

```

#### Άσκηση 4

**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: Sun May 12 10:47:47 2024

    65020 65030
      10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Sun May 12 05:55:57 2024
```

**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: Sun May 12 10:50:11 2024

    65020 65010
      10.1.1.5 from 10.1.1.5 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Sun May 12 05:57:08 2024
```

**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 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> .

```

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: Sun May 12 10:47:31 2024

      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: Sun May 12 05:54:52 2024

```

```

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: Sun May 12 10:47:33 2024

      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: Sun May 12 05:55:09 2024

```

**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-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: Sun May 12 10:47:47 2024

      65020 65030
        10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
          Origin IGP, localpref 100, valid, external
          Last update: Sun May 12 05:55:57 2024
```

**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
*> 192.168.1.0      10.1.1.9          0          32768 i
*> 192.168.2.0      10.1.1.9          0          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, αυτή μέσω του <65020>

```
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 ?
*>                    10.1.1.2             0       65020 ?
*>  172.17.17.1/32   0.0.0.0             0       32768  i
*  172.17.17.2/32   10.1.1.10          0       65030  65020 i
*>                    10.1.1.2             0       65020 i
*>  172.17.17.3/32   10.1.1.10          0       65030 i
*                    10.1.1.2             0       65020  65030 i
*>  192.168.1.0     0.0.0.0             0       32768  i
*>  192.168.2.0     10.1.1.2            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       65030  65010 i
*>                    10.1.1.1             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       65010  65030 i
*>                    10.1.1.6             0       65030 i
*  192.168.1.0     10.1.1.6             0       65030  65010 i
*>                    10.1.1.1             0       65010 i
*>  192.168.2.0     10.1.1.6             0       65030 i

Total number of prefixes 6
```

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

```

root@PC:~ # ping -R 192.168.2.2
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=3.359 ms
RR:   10.1.1.1
      10.1.1.5
      192.168.2.1
      192.168.2.2
      10.1.1.10
      192.168.1.1
      192.168.1.2
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=1 ttl=62 time=9.336 ms      (same route)
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=2 ttl=62 time=9.397 ms      (same route)
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=3 ttl=62 time=6.339 ms      (same route)
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=4 ttl=62 time=9.741 ms      (same route)
^C
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 3.359/7.635/9.741/2.466 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 “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 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
*> 5.5.5.0/24        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 
*> 192.168.2.0       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.

**4.23** Βλέπουμε πως πλέον ο R3 πάει στο LAN1 μέσω του <65020> 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          0       65010  65020 ?
*>                    10.1.1.5          0       65020 ?
*>  172.17.17.1/32   10.1.1.9          0       65010 i
*                    10.1.1.5          0       65020  65010 i
*  172.17.17.2/32   10.1.1.9          0       65010  65020 i
*>                    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
```

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

Total number of prefixes 6
```

**4.25** Ακολουθείται πλέον η διαδρομή PC1 → R1 → R2 → R3 → PC2 → R3 → R2 → R1 → PC1.

```

root@PC:~ # ping -R 192.168.2.2
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=5.518 ms
RR: 10.1.1.1
10.1.1.5
192.168.2.1
192.168.2.2
10.1.1.6
10.1.1.2
192.168.1.1
192.168.1.2
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=1 ttl=61 time=12.221 ms      (same route)
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=2 ttl=61 time=7.080 ms      (same route)
^C
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 5.518/8.273/12.221/2.864 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

### 5.1

```

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

```

### 5.2

```

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

```

### 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

```
R4(config)# 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
BGP version 4, remote router ID 172.17.17.4
BGP state = Established, up for 00:01:16
Last read 05:33:20, 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          1
  Notifications: 0          0
  Updates:        4          1
  Keepalives:     3          2
  Route Refresh: 0          0
  Capability:    0          0
  Total:          8          4
Minimum time between advertisement runs is 5 seconds

For address family: IPv4 Unicast
  Community attribute sent to this neighbor(both)
```

**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
* i5.5.5.0/24       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 R1 “do show ip bgp neighbors 192.168.0.2 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:

```
R1(config-router)# do show ip bgp neighbors 192.168.0.2 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
*->i172.17.17.4/32    192.168.0.2            0     100      0 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 βλέπουμε 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>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:19:00
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, 00:19:00
```

**5.14** Επομένως, 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)# ip route 10.1.1.8/30 192.168.0.1
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>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:26:26
B>* 172.17.17.3/32 [200/0] via 10.1.1.10 (recursive via 192.168.0.1), 00:00:22
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, 00:26:26
B>* 192.168.2.0/24 [200/0] via 10.1.1.10 (recursive via 192.168.0.1), 00:00:22
```

**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 υπόλοιπα 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,
       O - 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, 00:00:19
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, 00:30:49
B>* 172.17.17.2/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:00:19
B>* 172.17.17.3/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:00:19
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, 00:30:49
B>* 192.168.2.0/24 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:00:19
```

**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, κανονικά

**5.22** Όχι δε μπορούμε να κάνουμε ping στην 10.1.1.10 από το R4. Πιο συγκεκριμένα, 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 προήλθε 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-if)# ip address 10.1.1.14/30
R3(config-if)# 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, 02:45:02
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, 01:12:05
B>* 172.17.17.2/32 [20/0] via 10.1.1.5, em0, 02:55:34
C>* 172.17.17.3/32 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.4/32 [20/0] via 10.1.1.9, em2, 00:37:57
B>* 192.168.1.0/24 [20/0] via 10.1.1.9, em2, 01:12:05
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em1
```

**5.23** Στον R1 σε router configuration mode: network 192.168.0.0/24.

**5.24** Ναι, πλέον το ping επιτυγχάνει.

**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 65020 ?
* > 172.17.17.1/32 10.1.1.5
* >                10.1.1.9          0       0 65010 i
* > 172.17.17.2/32 10.1.1.9
* >                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
* >                10.1.1.9          0       0 65010 i
* > 192.168.0.0/23 10.1.1.5
* >                10.1.1.9          0       0 65010 i
* > 192.168.0.0    10.1.1.5
* >                10.1.1.9          0       0 65010 i
* > 192.168.1.0    10.1.1.5
* >                10.1.1.9          0       0 65010 i
* > 192.168.2.0    0.0.0.0          0       32768 i

Total number of prefixes 9

```

**5.27 Στον R1: aggregate-address 192.168.0.0/23 summary-only**

```

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-if)# 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 65020 ?
* > 172.17.17.1/32 10.1.1.5
* >                10.1.1.9          0       0 65010 i
* > 172.17.17.2/32 10.1.1.9
* >                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
* >                10.1.1.9          0       0 65010 i
* > 192.168.0.0/23 10.1.1.5
* >                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:

```
18:56:37.393841 IP (tos 0xc0, ttl 64, id 5160, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 71)
    192.168.0.1.60969 > 192.168.0.2.179: Flags [P.], cksum 0x2376 (correct), seq 1:20, ack 19, win 1040, options [nop,nop,TS val 84480102 ecr 4172942925], length 19: BGP, length: 19
        Keepalive Message (4), length: 19
```

## Άσκηση 6

**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 192.168.2.0/24
BGP routing table entry for 192.168.2.0/24
Paths: (3 available, best #3, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.2 192.168.0.2
    65030
      192.168.0.2 (metric 1) from 192.168.0.2 (172.17.17.4)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal
        Last update: Sun May 12 18:01:25 2024

      65020 65030
        10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
          Origin IGP, localpref 100, valid, external
          Last update: Sun May 12 16:19:28 2024

    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: Sun May 12 16:19:12 2024
```

**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 δεύτερη διαδρομή μέσω R2 έχει 2 AS αντί 1 των άλλων 2 διαδρομών.

**6.5** Με “do show ip bgp 192.168.2.0/24” 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 1η.

```
R4(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:
    192.168.0.1
    65030
      10.1.1.14 from 10.1.1.14 (172.17.17.3)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external, best
        Last update: Mon May 13 19:02:02 2024

    65030
      192.168.0.1 (metric 1) from 192.168.0.1 (172.17.17.1)
        Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal
        Last update: Mon May 13 18:25:06 2024
```

**6.6** Όπως και το 6.4, η επιλεγμένη διαδρομή μαθεύτηκε μέσω externalBGP.

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

```
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: Mon May 13 19:02:03 2024

    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: Mon May 13 18:25:07 2024
```

**6.8** Έχει 1 μόνο AS.

**6.9** Βλέπουμε 3 διαδρομές ( $R3 \rightarrow R4 \rightarrow R1 \rightarrow LAN1, R3 \rightarrow R2 \rightarrow R1 \rightarrow LAN1, R3 \rightarrow R1 \rightarrow LAN1$ ,) 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: Sun May 12 18:02:04 2024

  65020 65010
    10.1.1.5 from 10.1.1.5 (172.17.17.2)
      Origin IGP, localpref 100, valid, external
      Last update: Sun May 12 17:42:22 2024

  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: Sun May 12 17:42:12 2024
```

**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.

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

**6.13** 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** Στον R4: route-map set-locpref permit 10

**6.15** Στον R4: match ip address prefix-list AS65030

**6.16** Στον R4: set local-preference 150, exit

**6.17** Στον R4: route-map set-locpref permit 20

**6.18** Στον R4: router bgp 65010, neighbor 10.1.1.14 route-map set-locpref in:

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

**6.19**

```
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       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       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

Βλέπουμε παραπάνω τις διαδρομές στις οποίες το LocPrf έχει αλλάξει. Για τις διαδρομές με προορισμό τα δίκτυα 192.168.2.0/24 και 172.17.17.3/32

## 6.20

```
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: Sun May 12 19:47:49 2024

  65030
    10.1.1.10 from 10.1.1.10 (172.17.17.3)
      Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, external
      Last update: Sun May 12 18:42:09 2024

  65020 65030
    10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
      Origin IGP, localpref 100, valid, external
      Last update: Sun May 12 16:19:27 2024
```

Επιλέχθηκε η διαδρομή μέσω LAN3 διότι έχει μεγαλύτερο local-preference.

**6.21** Βλέπουμε εκ νέου τον πίνακα διαδρομών RIB του R4 και παρατηρούμε πως έχει μία μόνο εγγραφή πλέον για το LAN2, την R4 → R3 → LAN2. Αντίστοιχα, για το 172.17.17.3/32 βλέπουμε επίσης μία μόνο εγγραφή, την R4 → R3.

```
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 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 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
```

## 6.22 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 Δεδομένου πως πλέον ο R1 δε διαφημίζει διαδρομές για τα δίκτυα του AS 65030 στον R4, αφαιρέθηκαν οι διαδρομές μέσω αυτού από τον πίνακα RIB του R4.**

**6.24 Χρησιμοποιείται η διαδρομή PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2 → R3 → R1 → PC1.**

```
root@PC:~# ping -R 192.168.2.2
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=5.477 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
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=1 ttl=62 time=3.301 ms      (same route)
^C
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 3.301/4.389/5.477/1.088 ms
```

**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 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.

**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.

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
* 5.5.5.0/24	10.1.1.9	1	0	65010	65020 ?
*	10.1.1.13		0	65010	65020 ?
*>	10.1.1.5	0	0	65020	?
* 172.17.17.1/32	10.1.1.9	1	0	65010	i
*>	10.1.1.13		0	65010	i
*	10.1.1.5		0	65020	65010 i
* 172.17.17.2/32	10.1.1.9	1	0	65010	65020 i
*	10.1.1.13		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	10.1.1.9	1	0	65010	i
*	10.1.1.5		0	65020	65010 i
*>	10.1.1.13	0	0	65010	i
* 192.168.0.0	10.1.1.9	1	0	65010	i
*>	10.1.1.13		0	65010	i
*	10.1.1.5		0	65020	65010 i
* 192.168.1.0	10.1.1.9	1	0	65010	i
*>	10.1.1.13		0	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

6.30 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=5.764 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
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=1 ttl=61 time=3.209 ms      (same route)
^C
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 3.209/4.486/5.764/1.278 ms
```

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

```
Building route map 'set'
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 μετά τις αλλαγές:

```
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** Το 10.1.1.6, δηλαδή ο R3.

```
R2(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

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, 00:04:15
C>* 172.17.17.2/32 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.3/32 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 14:45:23
B>* 172.17.17.4/32 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:04:15
B>* 192.168.0.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:04:15
B>* 192.168.1.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:04:15
B>* 192.168.2.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 14:47:53
```

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

```

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        10.1.1.13          0       65010  65020 ?
*              10.1.1.9             1       0       65010  65020 ?
*>             10.1.1.5             0       0       65020 ?
*  172.17.17.1/32   10.1.1.9             1       0       65010  i
*>             10.1.1.13          0       0       65010  i
*  172.17.17.2/32   10.1.1.13          0       65010  65020 i
*              10.1.1.9             1       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   10.1.1.9             1       0       65010  i
*>             10.1.1.13          0       0       65010  i
*  192.168.0.0      10.1.1.9             1       0       65010  i
*>             10.1.1.13          0       0       65010  i
*  192.168.1.0      10.1.1.9             1       0       65010  i
*>             10.1.1.13          0       0       65010  i
*> 192.168.2.0      0.0.0.0             0       32768  i

Total number of prefixes 8

```

**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

### 7.1

```

PC1(config-if)# 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)# 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 - VNC, V - VNC-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, 00:00:25
B>* 192.168.0.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:25
B   192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.1.1 inactive, weight 1, 00:00:25
C>* 192.168.1.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 00:57:28

```

```

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

```

## 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-router)# do show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, T - Table,
       v - VNC, V - VNC-Direct, A - Babel, D - SHARP,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
       t - trapped, o - offload failure

B>* 5.5.5.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:59
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:43:17
B>* 172.17.17.2/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:59
B>* 192.168.0.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:43:17
B   192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.1.1 inactive, weight 1, 00:43:17
C>* 192.168.1.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 00:45:43

```

7.5 Διότι ο R1 τις μαθαίνει από τον R4, επομένως δε τις προωθεί στον R1.

## 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,
       0 - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, E - EIGRP, T - Table,
       v - VNC, V - VNC-Direct, A - Babel, f - OpenFabric,
       > - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
       t - trapped, o - offload failure

B>* 5.5.5.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:05:21
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:47:39
B>* 172.17.17.2/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:05:21
B> 172.17.17.3/32 [200/0] via 192.168.0.2 (recursive), weight 1, 00:00:09
    *           via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:09
B> 172.17.17.4/32 [200/0] via 192.168.0.2 (recursive), weight 1, 00:02:25
    *           via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:02:25
B>* 192.168.0.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:47:39
B  192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.1.1 inactive, weight 1, 00:47:39
C>* 192.168.1.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 00:50:05
B> 192.168.2.0/24 [200/0] via 192.168.0.2 (recursive), weight 1, 00:00:09
    *           via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:09
```

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

**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

**7.15** Είναι i (internal).

**7.16** Ναι

**7.17** Λαμβάνουμε την εξής απάντηση:

```
PC1(config)# do ping 10.1.1.14
PING 10.1.1.14 (10.1.1.14): 56 data bytes
^C
--- 10.1.1.14 ping statistics ---
4 packets transmitted, 0 packets received, 100.0% packet loss
```

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, όπως φαίνεται και από το traceroute:

```
root@PC:~ # traceroute 10.1.1.14
traceroute to 10.1.1.14 (10.1.1.14), 64 hops max, 40 byte packets
 1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  1.110 ms  1.186 ms  1.163 ms
 2  10.1.1.5 (10.1.1.5)  2.324 ms  2.344 ms  2.662 ms
 3  10.1.1.5 (10.1.1.5)  2.619 ms !H  2.281 ms !H  2.627 ms !H
```

**7.18** Εκτελούμε 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 (στην Άσκηση 3):

```
router bgp 65020
  bgp router-id 172.17.17.2
  network 172.17.17.2/32
  redistribute static
  neighbor 10.1.1.1 remote-as 65010
  neighbor 10.1.1.6 remote-as 65030
```

**7.21** Δεν επιτυγχάνει. Συγκεκριμένα με traceroute βλέπουμε ότι ακολουθείται η διαδρομή PC1 → R1 → R2 → R2 → ... → R2 μέχρι να μηδενιστεί το TTL.