



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΓΚΟΥΜΕ ΛΑΟΥΡΕΝΤΙΑΝ

ΑΜ: 031 18 014

ΕΞΑΜΗΝΟ: 8^ο

ΟΜΑΔΑ: 3

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 9: ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ BGP

Προετοιμασία στο σπίτι

- 1) Σταματάμε το frr με “frr service stop”.
- 2) Δημιουργούμε το ζητούμενο αρχείο.
- 3) Ορίζουμε κατάλληλα την ιδιοκτησία με “chown frr:frr bgpd.conf” όντας στο /usr/local/etc/frr.
- 4) Τροποποιούμε το αρχείο /etc/rc.conf.

```
root@R0:/usr/local/etc/frr # cat /etc/rc.conf
sshd_enable="YES"# to enable the ssh daemon
hostname="R0" #to assign the host name
gateway_enable="YES"
frr_enable="YES"
frr_daemons="zebra staticd ripd ospfd bgpd"
```

- 5) Επανεκκινούμε το frr.

Άσκηση 1: Εισαγωγή στο BGP

- 1.1) Εκτελούμε στο PC1 τα παρακάτω:

```
root@R0:~ # vtysh
Hello, this is FRRouting (version 7.5.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

R0# configure terminal
R0(config)# hostname PC1
PC1(config)# interface em0
PC1(config-if)# ip address 192.168.1.2/24
PC1(config-if)# exit
PC1(config)# ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1
```

Αντίστοιχα στο PC2:

```
root@R0:~ # vtysh
Hello, this is FRRouting (version 7.5.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

R0# configure terminal
R0(config)# hostname PC2
PC2(config)# interface em0
PC2(config-if)# ip address 192.168.2.2/24
PC2(config-if)# exit
PC2(config)# ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1
```

1.2) Εκτελούμε στα R1, R2, R3:

```
[root@router1]~# 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 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

[root@router1]~# 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

[root@router1]~# 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
```

1.3) Δε βλέπουμε καμία στατική εγγραφή:

```
R1(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, 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)#
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

Total number of prefixes 1
```

```
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         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)# 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 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, 00:18:42
B>* 192.168.2.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:05:12
```

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, 00:06:57
```

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         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: 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 01:01:22
Last read 08:23:10, 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:           63          62
Route Refresh:         0           0
Capability:            0           0
Total:                 65          63
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: 32737
Nexthop: 10.1.1.1
Nexthop global: fe80::a00:27ff:fedc:f17f
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 -vnni 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.

```
17:40:37.569040 IP (tos 0x0, ttl 1, id 366, offset 0, flags [DF], proto TCP (6),  
length 71)  
  10.1.1.1.179 > 10.1.1.2.32737: Flags [P.], cksum 0x163e (incorrect -> 0x8f3d  
) , seq 19:38, ack 20, win 1040, options [nop,nop,TS val 2172599975 ecr 73457491],  
length 19: BGP, length: 19  
    Keepalive Message (4), length: 19
```

Στις πληροφορίες της “show ip bgp neighbors” βλέπουμε πως στάλθηκαν 63 KEEPALIVE και ελήφθησαν 62, 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: 32737”, επιβεβαιώνοντας τη χρήση της θύρας 179, ενώ η θύρα 32737 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    98     99      0   0   0 01:35:01      1  
10.1.1.6       4 65030    84     86      0   0   0 01:23:01      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 -vnnni em0”.

2.15) Εκτελούμε στον R2 “tcpdump -vnnni em0”.

2.16) Βλέπουμε Update Message.

```
18:31:08.295127 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 754, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 79)
  10.1.1.2.31609 > 10.1.1.1.179: Flags [P.], cksum 0x1646 (incorrect -> 0xda79), seq 2693239291:2693239318, ack 332519173, win 1040, options [nop,nop,TS val 10446982 ecr 3722500259], 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 summary” 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:

```
18:34:28.120330 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 772, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 104)
  10.1.1.2.31609 > 10.1.1.1.179: Flags [P.], cksum 0x165f (incorrect -> 0xd70a), seq 84:136, ack 58, win 1040, options [nop,nop,TS val 10646807 ecr 3722680804], length 52: BGP, length: 52
    Update Message (2), length: 52
      Origin (1), length: 1, Flags [TI]: IGP
        0x0000: 00
      AS Path (2), length: 10, Flags [TEI]: 65020 65030
        0x0000: 0202 0000 fdfc 0000 fe06
      Next Hop (3), length: 4, Flags [TI]: 10.1.1.2
        0x0000: 0a01 0102
      Updated routes:
        192.168.2.0/24
```

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@R0:~ # 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)  15.356 ms  1.139 ms  0.935 ms
 2  10.1.1.2 (10.1.1.2)  1.826 ms  1.811 ms  1.796 ms
 3  10.1.1.6 (10.1.1.6)  3.220 ms  2.840 ms  2.563 ms
 4  192.168.2.2 (192.168.2.2)  6.558 ms  3.345 ms  3.166 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 00:03:48
Last read 08:23:54, 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:          8         3
Notifications:  4         1
Updates:        7        12
Keepalives:    149       142
Route Refresh:  0         0
Capability:     0         0
Total:         168       158
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 00:03:59, due to BGP Notification received
Local host: 10.1.1.1, Local port: 51551
Foreign host: 10.1.1.2, Foreign port: 179
Next hop: 10.1.1.1
Next hop global: fe80::a00:27ff:fedc:f17f
Next hop 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)# 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      V    AS MsgRcvd MsgSent   TblVer   InQ OutQ Up/Down State/PfxRcd
10.1.1.1       4 65010    172    184       0    0  0 00:18:06        2
10.1.1.6       4 65030    155    164       0    0  0 00:17:54        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    160    164       0     0   0 00:19:39      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              32768 i
*> 192.168.1.0       10.1.1.5                0 65020 65010 i
*> 192.168.2.0       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)# 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    184    194       0     0   0 00:29:12      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 00:05:25, hold time is 180, keepalive interval is 60 seconds
Message statistics:
  Inq depth is 0
  Outq depth is 0

                Sent          Rcvd
Opens:           3            0
Notifications:   0            0
Updates:         0            0
Keepalives:      0            0
Route Refresh:   0            0
Capability:      0            0
Total:           3            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: 24515
Foreign host: 10.1.1.10, Foreign port: 179
Next hop: 10.1.1.9
Next hop global: fe80::a00:27ff:fe09:334e
Next hop local: ::
BGP connection: non shared network
Next connect timer due in 38 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)# 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   190    200      0    0    0 00:35:38      3
10.1.1.10     4 65030     0      4      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:

```

19:19:15.843995 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 839, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 105)
  10.1.1.9.21228 > 10.1.1.10.179: Flags [P.], cksum 0x0e6d (correct), seq 1:54
, ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 13401124 ecr 3904304260], 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

```

```

19:19:15.844514 IP (tos 0xc0, ttl 64, id 696, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 52)
  10.1.1.10.179 > 10.1.1.9.21228: Flags [F.], cksum 0x163b (incorrect -> 0xf13
0), seq 1, ack 54, win 1040, options [nop,nop,TS val 3904304260 ecr 13401124], l
ength 0

```

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

```

19:19:15.843115 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 837, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 60)
  10.1.1.9.21228 > 10.1.1.10.179: Flags [S], cksum 0x08dd (correct), seq 31681
81161, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 6,sackOK,TS val 13401124 ecr 0],
length 0
19:19:15.843217 IP (tos 0xc0, ttl 255, id 695, offset 0, flags [DF], proto TCP (
6), length 60)
  10.1.1.10.179 > 10.1.1.9.21228: Flags [S.], cksum 0x1643 (incorrect -> 0xc6a
b), seq 2784935653, ack 3168181162, win 65535, options [mss 1460,nop,wscale 6,sa
ckOK,TS val 3904304260 ecr 13401124], length 0
19:19:15.843697 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 838, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 52)
  10.1.1.9.21228 > 10.1.1.10.179: Flags [L.], cksum 0xf166 (correct), seq 1, ac
k 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 13401124 ecr 3904304260], length 0

```

3.22) Εκτελούμε στον R1 “tcpdump -vnni 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 00:00:36
Last read 08:23:24, 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          4
Keepalives:     2          1
Route Refresh:  0          0
Capability:     0          0
Total:          7          6
Minimum time between advertisement runs is 30 seconds

```

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)# 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@R0:~ # 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)  2.442 ms  1.421 ms  0.885 ms
 2  10.1.1.10 (10.1.1.10)  2.020 ms  1.836 ms  2.113 ms
 3  192.168.2.2 (192.168.2.2)  4.705 ms  3.670 ms  3.616 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

```

20:28:27.077602 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 954, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 105)
  10.1.1.10.23405 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0x7b76 (correct), seq 1:53, ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 17410109 ecr 3689724499], 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

```

```

20:28:27.078630 IP (tos 0x0, ttl 1, id 1208, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 105)
  10.1.1.9.179 > 10.1.1.10.23405: Flags [P.], cksum 0x1670 (incorrect -> 0x8f7), seq 1:54, ack 54, win 1040, options [nop,nop,TS val 3689724499 ecr 17410109], 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

```

```

20:28:27.079266 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 955, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 71)
  10.1.1.10.23405 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0x6dee (correct), seq 54:53, ack 54, win 1040, options [nop,nop,TS val 17410109 ecr 3689724499], 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
118], 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 fdfc
      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 fdfc 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 loop, αφού η διαφήμιση του R1 περιείχε το AS 65030.

```

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  10.1.1.9             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

```

3.32) 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)# 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: Fri May 13 20:28:27 2022

    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: Fri May 13 18:54:02 2022
```

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 -vnni em2 tcp port 179 and src 10.1.1.10”.

3.36) Εκτελούμε στον R3 “tcpdump -vnni 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:

```
22:04:27.924045 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1390, offset 0, flags [DF], proto
), length 80)
  10.1.1.10.23405 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0xfa8b (correct),
133464:3769133492, ack 352059318, win 1040, options [nop,nop,TS val 2315
3695485347], length 28: BGP, length: 28
    Update Message (2), length: 28
    Withdrawn routes: 5 bytes
```

```
22:03:10.882154 IP (tos 0x0, ttl 1, id 1821, offset 0, flags [DF], proto TCP (6)
, length 80)
  10.1.1.5.179 > 10.1.1.6.34117: Flags [P.], cksum 0x7f57 (correct), seq 20341
03590:2034103618, ack 2965698947, win 1040, options [nop,nop,TS val 854525151 ec
r 23150849], 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 οποίας την αναγγελία διαγράψαμε.

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

3.40) Καταγράφουμε τα παρακάτω BGP UPDATE στον R3 και R1 αντίστοιχα:

```
22:06:35.772123 IP (tos 0x0, ttl 1, id 1835, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 108)
  10.1.1.5.179 > 10.1.1.6.34117: Flags [P.], cksum 0xee1a (correct), seq 85:141, ack 58, win 1040, options [nop,nop,TS val 854729863 ecr 23331050], 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 fdfc
      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

22:08:12.866070 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1411, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 105)
  10.1.1.10.23405 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0xf176 (correct), seq 104:157, ack 77, win 1040, options [nop,nop,TS val 23384112 ecr 3695677552], 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 fdfc
      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 παρακάτω χαρακτηριστικά:

- 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.

```

22:17:06.584783 IP (tos 0x0, ttl 1, id 1883, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 107)
  10.1.1.5.179 > 10.1.1.6.34117: Flags [P.], cksum 0xea3f (correct), seq 19:74, ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 855360125 ecr 239918021], 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 fdfc
      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

```

```

22:18:44.424838 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1507, offset 0, flags [DF], proto TCP (6), length 104)
  10.1.1.10.23405 > 10.1.1.9.179: Flags [P.], cksum 0x4de2 (correct), seq 19:74, ack 1, win 1040, options [nop,nop,TS val 24014427 ecr 3696339055], 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 fdfc
      Next Hop (3), length: 4, Flags [T]: 10.1.1.10
        0x0000: 0a01 010a
      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)# 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
*>                 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
*>                 10.1.1.2          0          0 65030 65020 i
*> 172.17.17.3/32  10.1.1.10
*                  10.1.1.2          0          0 65020 i
*> 192.168.1.0     0.0.0.0          0          32768 i
*> 192.168.2.0     10.1.1.10
*                  10.1.1.2          0          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)# 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: Fri May 13 20:28:27 2022

 65020 65030
 10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
   Origin IGP, localpref 100, valid, external
   Last update: Fri May 13 18:52:02 2022
```

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)# 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: Fri May 13 20:27:22 2022

 65020 65010
 10.1.1.5 from 10.1.1.5 (172.17.17.2)
   Origin IGP, localpref 100, valid, external
   Last update: Fri May 13 18:50:50 2022
```

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)# 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: Fri May 13 20:27:26 2022

 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: Fri May 13 18:50:46 2022
```

```

R2(config)# 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: Fri May 13 20:27:36 2022

    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: Fri May 13 18:50:59 2022

```

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

```

R1(config)# 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         0 65020 ?
*> 172.17.17.1/32    10.1.1.9              0        32768 i
*> 172.17.17.2/32    10.1.1.9              0         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)# 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         0 65030 65020 ?
* 172.17.17.2/32    10.1.1.10              0         0 65030 65020 i
*> 172.17.17.3/32    10.1.1.10              0         0 65030 i
*> 192.168.2.0       10.1.1.10              0         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: Fri May 13 20:28:27 2022

  65020 65030
    10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
      Origin IGP, localpref 100, valid, external
      Last update: Fri May 13 18:52:02 2022

```

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)# 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              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)# 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
*> 192.168.2.0      10.1.1.9                0 65020 65030 i

```

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)# 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
*> 172.17.17.3/32    10.1.1.10                0         0 65030 i
*                   10.1.1.2                  0         0 65020 65030 i
*> 192.168.1.0       0.0.0.0                32768 i
*> 192.168.2.0       10.1.1.2                 0         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)# 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
*>                  10.1.1.1                  0         0 65010 i
*> 172.17.17.2/32    0.0.0.0                32768 i
* 172.17.17.3/32     10.1.1.1                 0         0 65010 65030 i
*>                  10.1.1.6                  0         0 65030 i
* 192.168.1.0        10.1.1.6                 0         0 65030 65010 i
*>                  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

```

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

```

root@R0:~ # 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=8.456 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

```

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 πλέον ο R1 δε διαφημίζει το LAN1.

```
R1(config)# 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         32768 i
*> 172.17.17.1/32    10.1.1.9                0         32768 i
*> 172.17.17.2/32    10.1.1.9                0         32768 i
*> 192.168.2.0       10.1.1.9                0         32768 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)# 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         32768 i
*> 5.5.5.0/24        10.1.1.5                0         32768 i
*> 172.17.17.1/32    10.1.1.9                0         32768 i
* 172.17.17.1/32    10.1.1.5                0         32768 i
* 172.17.17.2/32    10.1.1.9                0         32768 i
*> 172.17.17.2/32    10.1.1.5                0         32768 i
*> 172.17.17.3/32    0.0.0.0                0         32768 i
*> 192.168.1.0       10.1.1.5                0         32768 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)# 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
*>                   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
*>                   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 6

```

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

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@router1]~# 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

```

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) Ακολουθώως, εκτελούμε τα παρακάτω:

```
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 00:04:19
Last read 08:23:26, 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:         6          5
Route Refresh:       0          0
Capability:          0          0
Total:              11          7
Minimum time between advertisement runs is 5 seconds
```

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

```
R4(config)# 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 - i
               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
```

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)# 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)# 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, 00:18:37
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, 00:18:37
```

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>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 01:04:59
B>* 172.17.17.3/32 [200/0] via 10.1.1.10 (recursive via 192.168.0.1), 00:01:17
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, 01:04:59
B>* 192.168.2.0/24 [200/0] via 10.1.1.10 (recursive via 192.168.0.1), 00:01:16

```

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,
       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, 00:00:26
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, 01:15:14
B>* 172.17.17.2/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:00:26
B>* 172.17.17.3/32 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:00:26
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, 01:15:14
B>* 192.168.2.0/24 [200/0] via 192.168.0.1, em0, 00:00:26

```

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.

5.22) Όχι δε μπορούμε να κάνουμε ring 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 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)# 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, 04:48:54
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, 02:25:32
B>* 172.17.17.2/32 [20/0] via 10.1.1.5, em0, 04:59:25
C>* 172.17.17.3/32 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.4/32 [20/0] via 10.1.1.9, em2, 01:28:52
B>* 192.168.1.0/24 [20/0] via 10.1.1.9, em2, 02:25:32
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.

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              0           0 65010 65020 ?
*>                  10.1.1.5              0           0 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
* 192.168.0.0        10.1.1.5              0           0 65020 65010 i
*>                  10.1.1.9              0           0 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                      0         0 65010 65020 ?
*>                  10.1.1.5                      0         0 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 -vnni em1”.

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.

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)# 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:
    10.1.1.2 192.168.0.2
  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: Sat May 14 05:54:59 2022

  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: Sat May 14 05:44:50 2022

  65020 65030
    10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
      Origin IGP, localpref 100, valid, external
      Last update: Fri May 13 18:52:02 2022

```

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)# 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:
    192.168.0.1
  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: Tue May 17 17:01:07 2022

  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: Tue May 17 16:50:23 2022

```

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

6.7) Έχει 2 διαδρομές, όπως βλέπουμε παρακάτω (R4 → R1 → R2, R4 → R3 → R2) και επιλέχθηκε η πρώτη.

6.8) Έχει 1 μόνο AS.


```

R4(config)# 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 17 16:50:23 2022

    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 17 14:01:13 2022

```

6.9) Βλέπουμε 3 διαδρομές (R3 → R1 → LAN1, R3 → R4 → R1 → LAN1, R3 → R2 → R1 → LAN1) και από αυτές έχει μπει στον πίνακα δρομολόγησης η δεύτερη.

```

R3(config)# 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: Sat May 14 05:52:00 2022

    65010
      10.1.1.13 from 10.1.1.13 (172.17.17.4)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external, best
        Last update: Sat May 14 05:41:17 2022

    65020 65010
      10.1.1.5 from 10.1.1.5 (172.17.17.2)
        Origin IGP, localpref 100, valid, external
        Last update: Sat May 14 03:24:44 2022

```

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. (Σημείωση: Είχαμε επαναφέρει κατά λάθος την κατάσταση γειννίας μεταξύ των R1 – R3 νωρίτερα, οπότε ήταν ήδη ενημερωμένο πιο πρόσφατα σε σχέση με το R4 – R1)

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)# 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: Sat May 14 07:03:30 2022

    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: Sat May 14 06:59:11 2022

    65020 65010
    10.1.1.5 from 10.1.1.5 (172.17.17.2)
      Origin IGP, localpref 100, valid, external
      Last update: Sat May 14 03:24:44 2022

```

6.13) Εκτελούμε στον R1 “route-map set-locpref permit 10”.

6.14)

```

R1(config)# route-map set-locpref permit 10
R1(config-route-map)# set local-preference 90
R1(config-route-map)# exit

```

6.15) Εκτελούμε στον R1 “neighbor 10.1.1.10 router-map set-locpref in”.

6.16) Εμφανίζουμε τον πίνακα διαδρομών RIB πριν και μετά την επανεκκίνηση.

```

R1(config)# 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          100    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

```

```

R1(config)# 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             90           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             90           0 65030 65020 i
* 172.17.17.3/32     10.1.1.2              0           0 65020 65030 i
*                    10.1.1.10             90           0 65030 i
*>i 172.17.17.4/32    192.168.0.2           0          100 0 i
*>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             90           0 65030 i
*>i 192.168.0.2       192.168.0.2           0          100 0 65030 i

Total number of prefixes 8

```

Βλέπουμε παραπάνω τις διαδρομές στις οποίες το LocPrf έχει αλλάξει. Οι διαδρομές αυτές είναι οι R1 → R3.

6.17) Επιλέχθηκε πλέον η διαδρομή R1 → R4 → R3 → LAN2, καθώς έχει LocPrf = 100, ενώ η προηγούμενη επιλεχθείσα έχει πλέον LocPrf = 90.

6.18) 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)# 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
*>i 5.5.5.0/24        192.168.0.1           0          100 0 65020 ?
*                    10.1.1.14             90           0 65030 65020 ?
*>i 172.17.17.1/32    192.168.0.1           0          100 0 i
*>i 172.17.17.2/32    192.168.0.1           0          100 0 65020 i
*                    10.1.1.14             90           0 65030 65020 i
*> 172.17.17.3/32     10.1.1.14             0           0 65030 i
*> 172.17.17.4/32     0.0.0.0               0          32768 i
*>i 192.168.0.0       192.168.0.1           0          100 0 i
*>i 192.168.1.0       192.168.0.1           0          100 0 i
*> 192.168.2.0        10.1.1.14             0           0 65030 i

Total number of prefixes 8

```

6.19) Όχι, δεν υπάρχουν.

6.20) 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.

Οι διαφημίσεις έπαψαν να γίνονται λόγω μικρότερου LocPrf της διαδρομής αυτής (το θέσαμε στα 90 από το 100).

```
R1(config)# 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
```

6.21) Χρησιμοποιείται η διαδρομή PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2 → R3 → R1 → PC1.

```
root@R0:~ # 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=70.120 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
```

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

6.23)

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

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

6.25) 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.

6.26) Έχει επιλεγθεί 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				0 65010 65020 ?
*	10.1.1.13				0 65010 65020 ?
*>	10.1.1.5	0			0 65020 ?
* 172.17.17.1/32	10.1.1.5				0 65020 65010 i
*	10.1.1.13				0 65010 i
*>	10.1.1.9	0			0 65010 i
* 172.17.17.2/32	10.1.1.9				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	10.1.1.5				0 65020 65010 i
*	10.1.1.9				0 65010 i
*>	10.1.1.13	0			0 65010 i
* 192.168.0.0	10.1.1.5				0 65020 65010 i
*	10.1.1.13				0 65010 i
*>	10.1.1.9	0			0 65010 i
* 192.168.1.0	10.1.1.5				0 65020 65010 i
*	10.1.1.13				0 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 8					

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
*	10.1.1.5				0 65020 65010 i
*>	10.1.1.13				0 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
*	10.1.1.5				0 65020 65010 i
*>	10.1.1.13				0 65010 i
* 192.168.1.0	10.1.1.9	1			0 65010 i
*	10.1.1.5				0 65020 65010 i
*>	10.1.1.13				0 65010 i
*> 192.168.2.0	0.0.0.0	0		32768	i
Total number of prefixes 8					

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

```

root@R0:~ # 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=114.489 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

```

6.28)

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

6.29)

```

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

```

6.30)

```

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

```

6.31) 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

```

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>.

```

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     10.1.1.1                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

```

6.32) Το 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, 00:07:57
C>* 172.17.17.2/32 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.3/32 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 14:00:07
B>* 172.17.17.4/32 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:07:57
B>* 192.168.0.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:07:57
B>* 192.168.1.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 00:07:57
B>* 192.168.2.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 14:02:37

```

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

6.34) 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
PC1(config-router)#
```

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 - VNC, U - 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, 00:00:25
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)# 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, 00:00:20
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:16:51
B>* 172.17.17.2/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:20
B>* 192.168.0.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:16:51
B   192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.1.1 inactive, weight 1, 00:16:51
C>* 192.168.1.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 01:13:54
```

7.5) Διότι όπως είδαμε 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
R4(config)#
```

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, 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, 00:07:13
B>* 172.17.17.1/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:23:44
B>* 172.17.17.2/32 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:07:13
B> 172.17.17.3/32 [200/0] via 192.168.0.2 (recursive), weight 1, 00:00:15
    *
      via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:15
B> 172.17.17.4/32 [200/0] via 192.168.0.2 (recursive), weight 1, 00:02:26
    *
      via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:02:26
B>* 192.168.0.0/24 [200/0] via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:23:44
B   192.168.1.0/24 [200/0] via 192.168.1.1 inactive, weight 1, 00:23:44
C>* 192.168.1.0/24 [0/1] is directly connected, em0, 01:20:47
B> 192.168.2.0/24 [200/0] via 192.168.0.2 (recursive), weight 1, 00:00:15
    *
      via 192.168.1.1, em0, weight 1, 00:00:15
```

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 δρομολόγησης 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) Λαμβάνουμε την εξής απάντηση:

```
root@R0:~ # ping 10.1.1.14
PING 10.1.1.14 (10.1.1.14): 56 data bytes
36 bytes from 10.1.1.5: Destination Host Unreachable
  Ur  HL  TOS  Len   ID  Flg  off  TTL  Pro  cks      Src      Dst
   4   5   00  0054  4f7f   0  0000   3e   01  6071 192.168.1.2  10.1.1.14
```

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.

```
R2(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

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, 01:14:46
C>* 172.17.17.2/32 is directly connected, lo0
B>* 172.17.17.3/32 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 15:06:56
B>* 172.17.17.4/32 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 01:14:46
B>* 192.168.0.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 01:14:46
B>* 192.168.1.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 01:14:46
B>* 192.168.2.0/24 [20/0] via 10.1.1.6, em1, 15:09:26
```

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:

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