

Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

Όνοματεπώνυμο: Παναγιώτης Σταματόπουλος	Όνομα PC: TakisAsus
Ομάδα: 2	Ημερομηνία: 11/5/2024

Εργαστηριακή Άσκηση 9 Δυναμική Δρομολόγηση BGP

Άσκηση 1:

- 1.1: vtysh
 configure terminal
 hostname PCX
 interface em0
 ip address 192.168.X.2/24
 exit
 ip route 0.0.0.0/0 192.168.X.1
- 1.2: R1:
 configure terminal
 hostname R1
 interface em0
 ip address 192.168.1.1/24
 exit
 interface em1
 ip address 10.1.1.1/30
- R2:
 configure terminal
 hostname R2
 interface em0
 ip address 10.1.1.2/30
 exit
 interface em1
 ip address 10.1.1.5/30
- R3:
 configure terminal

```
hostname R3
interface em0
ip address 10.1.1.6/30
exit
interface em1
ip address 192.168.2.1/24
1.3: do show ip route
    Δεν υπάρχει στατική εγγραφή
1.4: router ?
    Υπάρχει
1.5: router bgp 65010
1.6: 14 εντολές
1.7: neighbor 10.1.1.2 remote-as 65020
1.8: network 192.168.1.0/24
1.9: Όχι
1.10: show ip bgp
    R1: Network 192.168.1.0 Next Hop 0.0.0.0 Path i
    R2: No BGP process is configured
1.11: router bgp 65020
1.12: neighbor 10.1.1.1 remote-as 65010
    neighbor 10.1.1.6 remote-as 65030
1.13: Ο R1 δεν αλλάζει
    R2: Network 192.168.1.0 Next Hop 10.1.1.1 Path 65010
1.14: Όχι
1.15: router bgp 65030
1.16: neighbor 10.1.1.5 remote-as 65020
1.17: network 192.168.2.0/24
1.18: Και στους 3 δρομολογητές εμφανίζονται εγγραφές για τα
    2 LAN
1.19: Με τον κωδικό B
1.20: >*
1.21: 20
1.22: show ip route bgp
    Μόνο 1 για το LAN2
```

- 1.23: 2 εγγραφές (1 για κάθε LAN) και εμφανίζεται η διαδρομή προς τον προορισμό, μετρική και weight
- 1.24: 192.168.1.0:
NEXT_HOP: 0.0.0.0
WEIGHT: 32768
AS_PATH: i
192.168.2.0:
NEXT_HOP: 10.1.1.2
WEIGHT: 0
AS_PATH: 65020 65030 i
- 1.25: Το LAN1 πηγάζει από τον δρομολογητή για αυτό τον διαφημίζει με default Weight 32768, ενώ το LAN2 που διαφημίζεται από το R2 έχει τιμή 0
- 1.26: ORIGIN
- 1.27: netstat -rn
192.168.2.0/24 δυναμική με flag 1
- 1.28: Ναι

Άσκηση 2:

- 2.1: BGP neighbor: external link
- 2.2: BGP State: Established
- 2.3: tcpdump -vvvni em1
- 2.4: BGP Keepalive
- 2.5: TCP, port 179
Local port: 179
- 2.6: Περίπου ανά 1 λεπτό, το οποίο περιμένουμε αφού το keepalive interval είναι 60 sec
- 2.7: ttl = 1
- 2.8: Έχει τη μεγαλύτερη τιμή από τις διεπαφές του R2, 10.1.1.5
- 2.9: 3 εγγραφές καταναλώνουν 192 bytes άρα η κάθε εγγραφή είναι 64 bytes
- 2.10: show ip bgp summary
RouterID: 10.1.1.1
- 2.11: interface lo0
ip address 172.17.17.1/32
RouterID: 172.17.17.1
- 2.12: Ναι
- 2.13: router-id A.B.C.D
- 2.14: tcpdump -vvvni em0 src 10.1.1.2
- 2.15: no network 192.168.2.0/24
- 2.16: Update Message
- 2.17: Όχι
- 2.18: network 192.168.2.0/24
- 2.19: Ναι
- 2.20: Ο ελάχιστος χρόνος μεταξύ advertisements είναι 30 sec για αυτό και άργησε
- 2.21: Update Message
- 2.22: Origin: IGP
AS Path: 65020 65030
Next Hop: 10.1.1.2
Updated routes: 192.168.2.0/24

Άσκηση 3:

- 3.1: interface em2
 - ip address 10.1.1.9/30 (R1)
 - ip address 10.1.1.10/30 (R3)
- 3.2: traceroute 192.168.2.2
 - PC1 → R1 → R2 → R3 → PC2
- 3.3: interface lo0
 - ip address 172.17.17.1/32
- 3.4: interface lo0
 - ip address 172.17.17.2/32
- 3.5: interface lo0
 - ip address 172.17.17.3/32
- 3.6: router bgp 650X0
 - network 172.17.17.X/32
- 3.7: show ip bgp neighbors
 - Μόνο ο R2
- 3.8: show ip route bgp
 - loopback R2, loopback R3 και LAN2
 - Όλα έχουν Next Hop τον R2 (10.1.1.2)
- 3.9: R1 και R3
- 3.10: Loopback R1, LAN1 : Next Hop R1 (10.1.1.1)
 - Loopback R3, LAN2 : Next Hop R3 (10.1.1.6)
- 3.11: Μόνο ο R2
- 3.12: loopback R1, loopback R2 και LAN1
 - Όλα έχουν Next Hop τον R2 (10.1.1.5)
- 3.13: tcpdump -vnni em2
- 3.14: neighbor 10.1.1.10 remote-as 65030
- 3.15: Ο R1 έχει γείτονες τον R2 και R3
 - Ο R3 έχει μόνο τον R2
- 3.16: Όχι
- 3.17: Active
- 3.18: Up/Down: never
- 3.19: Open Message
- 3.20: Κάθε 2 λεπτά
 - Στην απάντηση ο R3 τερματίζει την TCP σύνδεση

- 3.21: Όχι
- 3.22: tcpdump -vvvni em2 tcp port 179
- 3.23: neighbor 10.1.1.9 remote-as 65010
- 3.24: Established
- 3.25: Ναι
- 3.26: Προστέθηκαν εναλλακτικές διαδρομές μέσω του R1 για τα
LAN1, loopback R1 και loopback R2
Τα 2 πρώτα είναι και οι επιλεγμένες διαδρομές
- 3.27: traceroute 192.168.2.2
PC1 → R1 → R3 → PC2
- 3.28: Ο R3 στέλνει Open Message στον R1
Ο R1 απαντά με Open Message στον R3
Ο R3 στέλνει Keepalive Message στον R1
Ο R1 στέλνει Keepalive Message στον R3
Έχει γίνει μόνιμη εγκατάσταση TCP σύνδεσης
- 3.29: Update Message
- 3.30: 172.17.17.1/32, 192.168.1.0/24: AS_PATH: 65010
172.17.17.3/32, 192.168.2.0/24: AS_PATH: 65010 65020
65030
- 3.31: Αγνοεί τις 172.17.17.3/32 και 192.168.2.0/24 γιατί θα
δημιουργηθεί loop αφού η διαφήμισή τους περιέχει το AS
του R3
- 3.32: show ip bgp 172.17.17.2/32
2 διαδρομές, η καλύτερη είναι η 2^η (μέσω του R2)
- 3.33: R3:
NEXT_HOP: 10.1.1.10
ORIGIN: IGP
AS_PATH: 65030 65020
Local Preference: 100
R2:
NEXT_HOP: 10.1.1.2
ORIGIN: IGP
AS_PATH: 65020
Local Preference: 100

- 3.34: Έχουν ίδιο Local Preference αλλά η διαδρομή προς το R2
έχει μικρότερο AS_PATH
- 3.35: tcpdump -vvvni em2 tcp port 179 and src 10.1.1.10
- 3.36: tcpdump -vvvni em0 tcp port 179 and src 10.1.1.5
- 3.37: no network 172.17.17.2/32
- 3.38: Update Message: Withdrawn routes: 5 bytes
- 3.39: network 172.17.17.2/32
- 3.40: ORIGIN: IGP
AS_PATHS: R1 - 65030 65020
R3 - 65020
NEXT_HOP: R1 - 10.1.1.10
R3 - 10.1.1.5
- 3.41: ip route 5.5.5.0/24 172.17.17.2
- 3.42: router bgp 65020
redistribute static
- 3.43: ORIGIN: Incomplete
- 3.44: show ip bgp
Εμφανίζεται ένα ερωτηματικό ? για το Incomplete

Άσκηση 4:

4.1 show ip bgp 192.168.2.0/24

```
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: Sat May 11 19:03:08 2024

  65020 65030
    10.1.1.2 from 10.1.1.2 (172.17.17.2)
      Origin IGP, localpref 100, valid, external
      Last update: Sat May 11 18:38:47 2024

R1(config-router)#
```

4.2 show ip bgp 192.168.1.0/24

```
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: Sat May 11 19:03:07 2024

  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 11 18:38:19 2024

R3(config-router)#
```

4.3 show ip bgp 192.168.1.0/24

```
R2(config-router)# do show ip bgp 192.168.1.0/24
BGP routing table entry for 192.168.1.0/24
Paths: (2 available, best #2, table Default-IP-Routing-Table)
  Advertised to non peer-group peers:
    10.1.1.6
  65030 65010
    10.1.1.6 from 10.1.1.6 (172.17.17.3)
      Origin IGP, localpref 100, valid, external
      Last update: Sat May 11 19:03:15 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: Sat May 11 18:38:12 2024

R2(config-router)#
```


show ip bgp 192.168.2.0/24

```
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: Sat May 11 19:03:13 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: Sat May 11 18:38:15 2024

R2(config-router)#
```

4.4 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         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
*> 192.168.1.0       10.1.1.9              0         32768 i

Total number of prefixes 4
R1(config-router)#
```

4.5 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         32768 0 65030 65020 ?
*  172.17.17.2/32    10.1.1.10          0         32768 0 65030 65020 i
*> 172.17.17.3/32    10.1.1.10          0         32768 0 65030 i
*> 192.168.2.0       10.1.1.10          0         32768 0 65030 i

Total number of prefixes 4
R1(config-router)#
```

4.6 ip prefix-list geitones_in deny 192.168.2.0/24

4.7 ip prefix-list geitones_in permit any

4.8 neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_in in

4.9 do show ip bgp

Δεν έχει αλλάξει

4.10 exit - exit για να μπούμε σε Privileged Exec

4.11 Έχει αφαιρεθεί η διαδρομή R1 → R3 για το LAN2

4.12 Ο R1 διαφημίζει το LAN2 στον R3

4.13 Υπάρχει μόνο μια διαδρομή, μέσω του R2

4.14 Υπάρχει μόνο μια διαδρομή, μέσω του R3

4.15 PC1 → R1 → R2 → R3 → PC2 → R3 → R1 → PC1

- 4.16 Όχι
- 4.17 ip prefix-list geitones_out deny 192.168.1.0/24
- 4.18 ip prefix-list geitones_out permit any
- 4.19 neighbor 10.1.1.10 prefix-list geitones_out out
- 4.20 do clear ip bgp 10.1.1.10
- 4.21 show ip bgp neighbors 10.1.1.10 advertised-routes
Δε διαφημίζει στον R3 το LAN1
- 4.22 show ip bgp neighbors 10.1.1.10 routes
Δεν υπάρχει αλλαγή
- 4.23 Δεν υπάρχει εγγραφή για το LAN2 μέσω απευθείας του R1
- 4.24 Υπάρχει μόνο μια διαδρομή προς το LAN1
- 4.25 PC1 → R1 → R2 → R3 → PC2 → R3 → R2 → R1 → PC1
- 4.26 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: configure terminal
 - hostname R4
 - interface em0
 - ip address 192.168.0.2/24
 - exit
 - interface em1
 - ip address 10.1.1.13/30
- 5.2: interface lo0
 - ip address 172.17.17.4/32
- 5.3: interface em3
 - ip address 192.168.0.1/24
- 5.4: interface em3
 - ip address 10.1.1.14/30
- 5.5: router bgp 65010
- 5.6: neighbor 192.168.0.1 remote-as 65010
 - network 172.17.17.4/32
- 5.7: neighbor 192.168.0.2 remote-as 65010
- 5.8: internal link
- 5.9: show ip bgp neighbors 192.168.0.1 routes

```
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
R4(config-router)#
```

- 5.10: show ip bgp neighbors 192.168.0.2 routes
 - Έχει μάθει μόνο για το 172.17.17.4/32 με NEXT_HOP: 192.168.0.2
- 5.11: Πριν από το prefix έχουν i
- 5.12: Metric: 0, ίδιο AS
 - Local Preference: 100, default για εσωτερικό του AS
- 5.13: 172.17.17.1/32 και 192.168.1.0/24

- 5.14: 5.5.5.0/24, 172.17.17.2/32, 172.17.17.3/32 και 192.168.2.0
γιατί το Next Hop είναι μη προσβάσιμο από τον R4
- 5.15: ip route 10.1.1.8/30 192.168.0.1
- 5.16: Ναι, recursive via 192.168.0.1
- 5.17: Όχι, δεν έχουμε εγγραφές για τα 172.17.17.2/32 και
5.5.5.0/24 γιατί δεν έχει πρόσβαση προς τον R2
- 5.18: neighbor 192.168.0.2 next-hop-self
- 5.19: Έχουν προστεθεί εγγραφές και για τα προηγούμενα δίκτυα
και όλες έχουν σαν επόμενο βήμα τον R1
- 5.20: 200 default για το Internal BGP αντί για 20 του External
- 5.21: Ναι
- 5.22: Όχι, γιατί ο R3 θα λάβει το ping αλλά δεν έχει εγγραφή για
το 192.168.0.0/24 ούτε έχει default gateway, επομένως δεν
μπορεί να στείλει απάντηση
- 5.23: network 192.168.0.0/24
- 5.24: Ναι
- 5.25: aggregate-address 192.168.0.0/23
- 5.26: 192.168.0.0/23 - 2 εγγραφές
192.168.0.0 - 2 εγγραφές
192.168.1.0 - 2 εγγραφές
- 5.27: no aggregate-address 192.168.0.0/23
aggregate-address 192.168.0.0/23 summary-only
- 5.28: 2 μόνο για το δίκτυο 192.168.0.0/23
- 5.29: no aggregate-address 192.168.0.0/23 summary-only
- 5.30: tcpdump -vvvni em0 tcp port 179
- 5.31: TTL = 64 επειδή τα πακέτα στέλνονται σε internal BGP,
αντί για TTL = 1 που είναι default σε external

Άσκηση 6:

- 6.1: neighbor 10.1.1.14 remote-as 65030 (R4)
neighbor 10.1.1.13 remote-as 65010 (R3)
- 6.2: neighbor 192.168.0.1 next-hop-self
- 6.3: 3 και έχει διαλέξει την R1 → R3 → LAN2
- 6.4: Έχει μικρότερο AS_PATH από τη διαδρομή μέσω R2 και επιλέγεται η external σαν καλύτερη από την internal
- 6.5: 2 και έχει διαλέξει τη διαδρομή μέσω R3
- 6.6: Είναι external
- 6.7: 2 και έχει διαλέξει τη διαδρομή μέσω R1
- 6.8: Έχει το μικρότερο AS_PATH
- 6.9: 3 και έχει διαλέξει τη διαδρομή μέσω R1
- 6.10: Σε σχέση με τη διαδρομή μέσω R4 έχει ίδιο Local Preference, ίδιο AS_PATH και είναι και οι 2 external, επομένως επιλέγει την πιο παλιά
- 6.11: do clear ip bgp 10.1.1.10
Με την ανανέωση του R1 το Last Update της διαδρομής μέσω R4 είναι πιο παλιό και άρα διάλεξε αυτό
- 6.12: Άλλαξε και πάλι στην αρχική επιλογή
- 6.13: ip prefix-list AS65030 permit 192.168.2.0/24
ip prefix-list AS65030 permit 172.17.17.3/32
- 6.14: route-map set-locpref permit 10
- 6.15: match ip address prefix-list AS65030
- 6.16: set local-preference 150
- 6.17: route-map set-locpref permit 20
- 6.18: neighbor 10.1.1.14 route-map set-locpref in
- 6.19: R4 → R3
- 6.20: Μέσω του R4 γιατί έχουν μεγαλύτερο Local Preference
- 6.21: Υπάρχει μόνο μια εγγραφή για το καθένα
- 6.22: Όχι
- 6.23: Ο R1 δε διαφημίζει τα δίκτυα στον R4 επομένως δεν έχει στην RIB εναλλακτικές διαδρομές
- 6.24: PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2 → R3 → R1 → PC1
- 6.25: route-map set-MED permit 15
- 6.26: set metric 1

- 6.27: neighbor 10.1.1.10 route-map set-MED out
- 6.28: Για όσες έχουν NEXT_HOP τον R1
- 6.29: R3 → R4 → R1 γιατί έχει το μικρότερο AS_PATH και το μικρότερο Metric
- 6.30: PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2 → R3 → R4 → R1 → PC1
- 6.31: route-map set-prepend permit 5
- 6.32: set as-path prepend 65010 65010
- 6.33: neighbor 10.1.1.2 route-map set-prepend out
- 6.34: do clear ip bgp 10.1.1.2
Στις εγγραφές με επόμενο βήμα τον R1 έχει προστεθεί 2 φορές το AS65010 λόγω του route-map
- 6.35: Ο R3 (10.1.1.6)
- 6.36: Έχουν διαγραφεί οι εγγραφές προς το AS65010 που είχαν σαν NEXT_HOP τον R2
- 6.37: Οι αλλαγές στο AS_PATH αφορούν τα external, ενώ οι R1 και R4 βρίσκονται στο ίδιο AS

Άσκηση 7:

- 7.1: no ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1
router bgp 65010
neighbor 192.168.1.1 remote-as 65010
- 7.2: neighbor 192.168.1.2 remote-as 65010
- 7.3: Όχι, υπάρχουν μόνο εγγραφές για τους προορισμούς εντός του AS65010, γιατί το PC1 δεν έχει κάποια εγγραφή για τα NEXT_HOP των υπολοίπων και επομένως τα αγνοεί. Ο R4 βρίσκεται εντός του AS65010 επομένως ο R1 δε διαφημίζει εγγραφές με τον R4 για Next Hop για αποφυγή βρόχων
- 7.4: neighbor 192.168.1.2 next-hop-self
Προς τα 2 δίκτυα του AS65020
- 7.5: Τις μαθαίνει από τον R4 και δεν τις διαφημίζει
- 7.6: neighbor 192.168.0.2 remote-as 65010
neighbor 192.168.1.2 remote-as 65010
- 7.7: neighbor 192.168.1.2 next-hop-self (R4)
- 7.8: Δεν έχει επικοινωνία με κανένα WAN
- 7.9: PC1 → R1 → R4 → R3 → PC2 → R3 → R4 → R1 → PC1
- 7.10: PC1 → R1 → R2
R2 → R3 → R4 → R1 → PC1
- 7.11: Ο PC1 δεν έχει κάποια εγγραφή για το δίκτυο ούτε έχει default gateway. Αντίθετα ο PC2 έχει default gateway τον R3 ο οποίος έχει εγγραφή για το 10.1.1.9 και στέλνει το πακέτο με επιτυχία
- 7.12: network 0.0.0.0/0
- 7.13: Έχει προστεθεί στη RIB με Next Hop 0.0.0.0/0 δηλαδή άγνωστος προορισμός, επομένως δεν προστίθεται στον πίνακα δρομολόγησης
- 7.14: Ναι
- 7.15: i - internal
- 7.16: Ναι
- 7.17: Το ping αποτυγχάνει καθώς ο PC1 δεν έχει εγγραφή για το 10.1.1.14, άρα το στέλνει στο default gateway (R1), με τη

σειρά του ο R1 το στέλνει στο default gateway (R2) όπου
εκεί το πακέτο χάνεται

7.18: no network 0.0.0.0/0

exit

ip route 0.0.0.0/0 172.17.17.2

7.19: Origin ? incomplete

7.20: write terminal

Φαίνεται πως έχει εκτελεστεί

7.21: Πάλι δε θα λάβουμε απάντηση καθώς το μήνυμα θα
παραμείνει στη loopback του R2 μέχρι να μηδενιστεί το
TTL