



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

Αναφορά 8ης Εργαστηριακής Άσκησης

Ραπτόπουλος Πέτρος (el19145)

Ημερομηνία: 2/5/2023

Άσκηση 1: Εισαγωγή στο OSPF

1.1) Μέσω vtysh ορίστε το όνομα, τη διεύθυνση IP και τη σωστή προεπιλεγμένη πύλη στο PC1.

```
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
```

1.2) Μέσω vtysh ορίστε το όνομα, τη διεύθυνση IP και τη σωστή προεπιλεγμένη πύλη 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
```

1.3) Στον R1 ορίστε μέσω cli το όνομα και τις διευθύνσεις IP για τις διεπαφές του.

```
[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 172.17.17.1/30
```

1.4) Στον R1 εμφανίστε τον πίνακα δρομολόγησης μέσω cli και βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχει καμία στατική εγγραφή.

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

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, em0
```

Δεν υπάρχει καμία στατική εγγραφή (που σηματοδοτείται με το γράμμα S)

1.5) Στον R1, αφού εισέλθετε στο επίπεδο global configuration mode, χρησιμοποιήστε τη βοήθεια της εντολής router για να δείτε εάν είναι διαθέσιμο το πρωτόκολλο δρομολόγησης OSPF στο Quagga. **router ?**

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

1.6) Εισέλθετε στο router configuration mode για το πρωτόκολλο OSPF. **R1(config)# router ospf**

1.7) Χρησιμοποιήστε τη βοήθεια ώστε να βρείτε πόσες είναι οι διαθέσιμες εντολές. ?

1.8) Εισάγετε στη δρομολόγηση OSPF το δίκτυο 192.168.1.0/24 ορίζοντας περιοχή 0.

```
R1(config-router)# network 192.168.1.0/24 area 0
```

1.9) Εισάγετε στη δρομολόγηση OSPF το δίκτυο 172.17.17.0/30 ορίζοντας περιοχή 0.

```
R1(config-router)# network 172.17.17.0/30 area 0
```

1.10) Εξέλθετε από το configuration mode. Έχει αλλάξει κάτι στον πίνακα δρομολόγησης;

Έχουν δημιουργηθεί δυναμικές εγγραφές για το LAN1 και WAN1 με διαχειριστική απόσταση 110 και metric 10.

Παρατηρούμε το σύμβολο "O" που υποδηλώνει ότι οι εγγραφές αυτές δημιουργήθηκαν λόγω πρωτοκόλλου OSPF.

```

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>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
O   172.17.17.0/30 [110/101] is directly connected, em1, 00:04:03
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
O   192.168.1.0/24 [110/101] is directly connected, em0, 00:04:43
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, em0

```

1.11) Επαναλάβετε τις ερωτήσεις 1.3 έως 1.9 για τον R2. Επικοινωνεί το PC1 με το PC2; Ναι επικοινωνούν

```

[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 192.168.2.1/24
R2(config-if)# exit
R2(config)# interface em1
R2(config-if)# ip address 172.17.17.2/30
R2(config-if)# exit
R2(config)# router ospf
R2(config-router)# network 192.168.2.0/24 area 0
R2(config-router)# network 172.17.17.0/30 area 0

root@R0:~ # ping 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=1.852 ms
64 bytes from 192.168.2.2: icmp_seq=1 ttl=62 time=1.179 ms
^C
--- 192.168.2.2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.179/1.515/1.852/0.336 ms

```

1.12) Πώς χαρακτηρίζονται οι δρομολογητές R1 και R2 με βάση τις περιοχές OSPF στις οποίες συμμετέχουν με τις διεπαφές τους; Όλες οι διεπαφές τους ανήκουν στην περιοχή 0. Συνεπώς καλούνται εσωτερικοί δρομολογητές κορμού.

1.13) Με ποια εντολή μπορείτε να δείτε, χωρίς να εξέλθετε από το configuration mode εάν και τι έχει αλλάξει στον πίνακα δρομολόγησης του R2; do show ip route

1.14) Πώς ξεχωρίζουν στον παραπάνω πίνακα οι εγγραφές που πρόσθεσε το πρωτόκολλο OSPF; Έχουν το σύμβολο 'O'

1.15) Πώς δηλώνονται οι εγγραφές που έχουν επιλεγεί και εισαχθεί στον πίνακα προώθησης FIB για κάποιον προορισμό; Με τον αστερίσκο (*) μπροστά από την εγγραφή

1.16) Ποια είναι η διαχειριστική απόσταση των διαδρομών OSPF; Πώς εμφανίζεται αυτή η πληροφορία μαζί με το μήκος της διαδρομής στον πίνακα δρομολόγησης; Η διαχειριστική απόσταση των διαδρομών OSPF είναι 110. Στην αντίστοιχη εγγραφή έχουμε [<administrative distance>/<metric>]

1.17) Εξηγήστε τον λόγο για τον οποίο έχει επιλεγθεί η συγκεκριμένη διαδρομή για το WAN1; Επιλέχθηκε η εν λόγω διαδρομή για το WAN1 επειδή είναι "directly connected" και έχει προτεραιότητα έναντι δυναμικών εγγραφών.

1.18) Βγείτε από το cli και εμφανίστε τον πίνακα δρομολόγησης όπως τον αντιλαμβάνεται το λειτουργικό σύστημα του εικονικού μηχανήματος. Μπορείτε να καταλάβετε αν κάποια εγγραφή είναι δυναμική;

Με την εντολή netstat -rn εμφανίζουμε τον πίνακα δρομολόγησης. Οι δυναμικές εγγραφές έχουν στα flags τους το "I".

1.19) Ανοίξτε με Alt+F2 ένα νέο παράθυρο εντολών στον R1, ξεκινήστε μια καταγραφή πακέτων με tcpdump στη διεπαφή του στο LAN1 εμφανίζοντας λεπτομερείς πληροφορίες για τα πακέτα χωρίς επίλυση ονομάτων και περιμένετε τουλάχιστον μισό λεπτό. tcpdump -i emo -vvv -n

1.20) Ποια είναι η διεύθυνση πηγής των πακέτων OSPF που βλέπετε; 192.168.1.1

1.21) Ποιος είναι ο προορισμός των πακέτων OSPF που βλέπετε; 224.0.0.5

1.22) Ποιο πρωτόκολλο στρώματος δικτύου: IPv4 και ποιον αριθμό πρωτοκόλλου ανωτέρου στρώματος χρησιμοποιεί το OSPF;; 89

1.23) Τι τιμή έχει το TTL των πακέτων IP που μεταφέρουν τα πακέτα OSPF; 1

1.24) Τι τύπου πακέτα OSPF είναι αυτά: Hello (Type 1) και σε ποια περιοχή OSPF ανήκουν;; Backbone area

1.25) Πόσο συχνά τα βλέπετε στην καταγραφή; Ανά 10 δευτερόλεπτα Συγκρίνετε με την τιμή του Hello Timer του περιεχομένου των. Ταυτίζονται οι τιμές τους. Ποια είναι η τιμή του Dead Timer; 40 δευτερόλεπτα

1.26) Ποιο είναι το Router-ID για τον R1; 192.168.1.1 Πώς προέκυψε; Δεν έχουμε ορίσει εμείς χειροκίνητα, συνεπώς επιλέγεται αυτόματα η διεύθυνση. Ο δρομολογητής δεν έχει διεύθυνση IPv4 σε διεπαφή loopback. Άρα επιλέγει την τιμή της υψηλότερης διεύθυνσης IPv4 από τις φυσικές του διεπαφές, δηλαδή την 192.168.1.1

1.27) Ποιος είναι ο επιλεγμένος δρομολογητής DR της ζεύξης στο LAN1; Υπάρχει BDR; Ο επιλεγμένος δρομολογητής είναι ο 192.168.1.1. Δεν υπάρχει BDR.

- 1.28)** Ξεκινήστε μια νέα καταγραφή όπως πριν στη διεπαφή του R1 στο WAN1 και περιμένετε τουλάχιστον μισό λεπτό. Παρατηρείτε αποστολή μηνυμάτων OSPF Hello από τον R1 όπως πριν; Ποια είναι η IP διεύθυνση πηγής των; **tcpdump -i em1 -vvn -n. Ναι παρατηρούμε αποστολή μηνυμάτων OSPF Hello από τον R1 όπως πριν. Διεύθυνση πηγής είναι η 172.17.17.2**
- 1.29)** Παρατηρείτε λήψη μηνυμάτων OSPF Hello από τον R2; Ποια είναι η IP διεύθυνση πηγής των και ποιο είναι το Router-ID του R2; **Ναι παρατηρούμε λήψη μηνυμάτων OSPF Hello από τον R2. Διεύθυνση πηγής είναι 172.17.17.2 To Router-ID του R2 είναι το 192.168.2.1**
- 1.30)** Ποια διεύθυνση IP αφορά η μάσκα υποδικτύου στα περιεχόμενα των πακέτων OSPF Hello; **Τη διεύθυνση διεπαφής από την οποία προέρχονται τα μηνύματα.**
- 1.31)** Ποια επιπλέον πληροφορία περιλαμβάνουν τα πακέτα OSPF Hello στο WAN1 σε σχέση με τα αντίστοιχά τους στο LAN1; Γιατί; Υπάρχει πλέον πεδίο Backup Designated Router. **Αυτό συμβαίνει διότι για την ίδια ζεύξη (WAN1) υπάρχουν δύο δρομολογητές OSPF ενώ για την ζεύξη WAN1 υπήρχε ένας.**
- 1.32)** Περιλαμβάνουν διαφημίσεις δικτύων όπως στο RIP; **Όχι**
- 1.33)** Ποια προτεραιότητα δηλώνει ο R1 στα πακέτα OSPF Hello και ποια ο R2; **Και οι δύο δηλώνουν Priority 1**
- 1.34)** Ποια είναι η διεύθυνση IP του επιλεγμένου δρομολογητή DR για τη ζεύξη στο WAN1 και ποια του BDR; Είναι οι αναμενόμενες; **Designated Router: 172.17.17.1, Backup Designated Router: 172.17.17.2. Όχι δεν είναι οι αναμενόμενες καθώς αφού έχουν ίδιο Priority επιλέγεται κανονικά ως Designated Router αυτός με το μεγαλύτερο Router-ID, δηλαδή ο R2. Ωστόσο παρατηρούμε ότι έχει επιλεγεί ο R1. Όπως αναφέρεται στην εκφώνηση πολλές φορές δεν είναι προφανές ποιος δρομολογητής επιλέγεται ως designated λόγω της αλληλουχίας σύνδεσης των δρομολογητών αυτών στην εν λόγω ζεύξη.**
- 1.35)** Σε ospf router configuration mode στον R1 ορίστε τη διεπαφή του στο LAN1 ως passive-interface. Παρόμοια για τον R2 και τη διεπαφή του στο LAN2. **router ospf, passive-interface em0**
- 1.36)** Έχει σταματήσει η αποστολή πακέτων OSPF Hello στα LAN1 και LAN2; **Ναι**
- 1.37)** Επηρεάζεται η λειτουργία του δικτύου με την παραπάνω ρύθμιση; Τεκμηριώστε την απάντησή σας. **Όχι δεν επηρεάζεται για τη συγκεκριμένη τοπολογία αφού δεν υπάρχουν δρομολογητές στα LAN1/LAN2 ώστε να γίνει σύναψη γειτνιάσεων με τους R1/R2.**

Άσκηση 2: Λειτουργία του OSPF

2.1) Το OSPF μπορεί να ρυθμίσει το Router-ID αυτόματα από τις διευθύνσεις IP των διεπαφών του δρομολογητή όπως είδατε προηγουμένως. Με ποιο τέχνασμα μπορείτε να εξωθήσετε το OSPF να επιλέξει ως Router-ID μια τιμή που να αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη διεύθυνση IPv4; **Μπορούμε να ορίσουμε τη συγκεκριμένη IPv4 ως τη διεύθυνση διεπαφής loopback είτε να ορίσουμε τη διεύθυνση αυτή σε μία φυσική μη χρησιμοποιούμενη διεπαφή.**

2.2) Το Router-ID δεν είναι διεύθυνση IPv4 παρότι γράφεται σε τέτοια μορφή, πρέπει όμως να είναι μοναδικό σε μια τοπολογία. Ορίστε χειροκίνητα ως 1 και 2 το Router-ID για τους δρομολογητές R1 και R2, αντίστοιχα.

router-id 0.0.0.1, router-id 0.0.0.2

2.3) Στον R1 εκτελέστε την εντολή “show ip ospf” για να δείτε πληροφορίες σχετικές με τον δρομολογητή OSPF.

Ποιο είναι το Router-ID του: **0.0.0.1**, σε πόσες: **1** και ποιες περιοχές ανήκει: **Backbone** και πόσα LSA έχει η LSDB του: **0**

```
OSPF Routing Process, Router ID: 0.0.0.1
Supports only single TOS (TOS0) routes
This implementation conforms to RFC2328
RFC1583Compatibility flag is disabled
OpaqueCapability flag is disabled
Initial SPF scheduling delay 200 millisecond(s)
Minimum hold time between consecutive SPF 1000 millisecond(s)
Maximum hold time between consecutive SPF 10000 millisecond(s)
Hold time multiplier is currently 1
SPF algorithm last executed 1.697s ago
SPF timer is inactive
Refresh timer 10 secs
Number of external LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
Number of redistributed prefixes: 0
Number of opaque AS LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
Number of areas attached to this router: 1

Area ID: 0.0.0.0 (Backbone)
Number of interfaces in this area: Total: 2, Active: 2
Number of fully adjacent neighbors in this area: 0
Area has no authentication
SPF algorithm executed 8 times
Number of LSA 3
Number of router LSA 2. Checksum Sum 0x0000f51f
```

2.4) Στον R1 εκτελέστε την εντολή “show ip ospf neighbor” για να δείτε πληροφορία για τον γείτονά του. Πώς μπορείτε να καταλάβετε ότι το OSPF έχει συγκλίνει; **Στο State υπάρχει η λέξη “Full”** Ο γείτονας είναι DR ή BDR; Είναι DR.

```
R1(config-router)# do show ip ospf neighbor

Neighbor ID Pri State Dead Time Address Interface
RXmtL RqstL DBsmL
0.0.0.2 0 1 Full/DR 37.615s 172.17.17.2 em1:172.17.17.1
```

2.5) Εκτελέστε διαδοχικά την προηγούμενη εντολή. Τι σημαίνει η τιμή του Dead Time που παρατηρείτε και γιατί κυμαίνεται μεταξύ των 30 sec και 40 sec. **Dead Time είναι ο χρόνος που απομένει μέχρι ο γείτονας να ανακηρυχθεί “νεκρός” και να διαγραφεί η σχέση γειτνίασης. Ανανεώνεται κάθε φορά που λαμβάνεται ένα μήνυμα Hello από τον εν λόγω γείτονα, δηλαδή κάθε 10 δευτερόλεπτα. Για αυτό κυμαίνεται από τα 30 sec μέχρι τα 40 sec.**

2.6) Με ποια σύνταξη της προηγούμενης εντολής θα δείτε όλες τις λεπτομέρειες της γειτνίασης του R1 με τον R2; **do show ip ospf neighbor em1 detail**

2.7) Με την κατάλληλη υπο-εντολή της “show ip ospf interface” βρείτε το είδος του δικτύου και την κατάσταση DR (Designated Router), BDR (Backup DR) ή DROther των R1 και R2 στο WAN1. Συγκρίνετε με το αποτέλεσμα της ερώτησης 1.34. **show ip ospf interface em1, Είδος Δικτύου: 0.0.0.0 (Backbone), DR ο R2, BDR ο R1**

```
R1(config-router)# do show ip ospf interface em1
em1 is up
ifindex 2, MTU 1500 bytes, BW 0 Kbit <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
Internet Address 172.17.17.1/30, Broadcast 172.17.17.3, Area 0.0.0.0
MTU mismatch detection:enabled
Router ID 0.0.0.1, Network Type BROADCAST, Cost: 10
Transmit Delay is 1 sec, State Backup, Priority 1
Designated Router (ID) 0.0.0.2, Interface Address 172.17.17.2
Backup Designated Router (ID) 0.0.0.1, Interface Address 172.17.17.1
Saved Network-LSA sequence number 0x80000004
Multicast group memberships: OSPFAllRouters OSPFDesignatedRouters
Timer intervals configured, Hello 10s, Dead 40s, Wait 40s, Retransmit 5
Hello due in 1.417s
Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
```

2.8) Σε ποιες ομάδες πολλαπλής διανομής είναι μέλη οι R1 - R2 στο WAN1; **OSPFAllRouters, OSPFDesignatedRouters**

2.9) Εκτελέστε την εντολή “show ip ospf database” για να δείτε συνοπτικά τα περιεχόμενα της βάσης δεδομένων LSDB του OSPF στους R1 και R2. Πόσα Router και Network LSA βλέπετε; Είναι το αποτέλεσμα ίδιο στους δύο δρομολογητές; **Βλέπουμε 2 Router και 1 Network LSA. Το αποτέλεσμα είναι το ίδιο και στους δύο δρομολογητές.**

```
R1(config-router)# do show ip ospf database

OSPF Router with ID (0.0.0.1)

Router Link States (Area 0.0.0.0)

Link ID      ADU Router   Age  Seq#      CkSum  Link count
0.0.0.1      0.0.0.1      248  0x80000005 0x1708  2
0.0.0.2      0.0.0.2      263  0x80000005 0x2af0  2

Net Link States (Area 0.0.0.0)

Link ID      ADU Router   Age  Seq#      CkSum
172.17.17.2  0.0.0.2      904  0x80000002 0x2660
```

2.10) Ποιο είναι το Link ID των Router LSA; Ταυτίζεται με το Router ID του δρομολογητή που τα παράγει; **Είναι τα RouterIDs (0.0.0.1-0.0.0.2) των R1,R2 και ταυτίζεται με τον αντίστοιχο που παράγει τα LSA.**

2.11) Ποιο είναι το Link ID των Network LSA; Είναι το Router ID του δρομολογητή που τα παράγει; Εάν όχι, τι είναι; **Είναι το 172.17.17.2. Δεν είναι το Router ID του δρομολογητή που παράγει τα Network LSA, αλλά της διεπαφής του στη εν λόγω ζεύξη.**

2.12) Με ποια εντολή της “show ip ospf database router” θα δείτε λεπτομέρειες για το Router LSA που παράγει ο R1; **show ip ospf database router self-originate**

2.13) Πώς χαρακτηρίζεται το δίκτυο του LAN1 και πώς του WAN1; Γιατί;

LAN1: Stub Network, WAN1: Transit Network. Τα διαβιβαστικά δίκτυα έχουν δύο ή περισσότερους δρομολογητές OSPF. Τα δίκτυα απολήξεις έχουν ένα μόνο δρομολογητή OSPF.

2.14) Με ποια εντολή “show ip ospf database” θα δείτε λεπτομέρειες για Network LSA που παράγει ο DR στο WAN1; **show ip ospf database network adv-router 0.0.0.2**

2.15) Ποια πληροφορία για τους συνδεδεμένους στο WAN1 δρομολογητές περιέχει;

Περιέχει τους συνδεδεμένους δρομολογητές (router-id).

```
R1(config-router)# do show ip ospf database network adv-router 0.0.0.2

OSPF Router with ID (0.0.0.1)

Net Link States (Area 0.0.0.0)

LS age: 1528
Options: 0x2 : *I-I-I-I-I-EI*
LS Flags: 0x6
LS Type: network-LSA
Link State ID: 172.17.17.2 (address of Designated Router)
Advertising Router: 0.0.0.2
LS Seq Number: 80000002
Checksum: 0x2660
Length: 32
Network Mask: /30
Attached Router: 0.0.0.1
Attached Router: 0.0.0.2
```

2.16) Στους R1 και R2 δείτε με την εντολή “show ip ospf route” τον πίνακα διαδρομών του OSPF. Πόσες εγγραφές βλέπετε και σε ποια περιοχή OSPF ανήκουν; **3 εγγραφές, area: 0.0.0.0**

2.17) Ποιο είναι το κόστος των διαδρομών; Συγκρίνετε με την έξοδο της εντολής “show ip route ospf”;

Για τις **directly attached** διαδρομές το κόστος είναι **10**, ενώ για τις υπόλοιπες είναι **20**. Ταντίζεται με το **metric** των εγγραφών OSPF στον πίνακα δρομολόγησης.

2.18) Για τον υπολογισμό του κόστους διαδρομών OSPF το Quagga θεωρεί ότι η ταχύτητα των διεπαφών είναι 10 Mbps, άσχετα από ποια είναι η πραγματική. Σε interface configuration mode του R1 για τη διεπαφή στο WAN1 ορίστε ταχύτητα διεπαφής 100 Mbps. **interface em1, bandwidth 100000**

2.19) Ποιο είναι το νέο κόστος της ζεύξης του R1 στο WAN1 και με ποια εντολή της “show ip ospf interface” θα το βρείτε; **show ip ospf interface em1, το νέο κόστος της ζεύξης του R1 στο WAN1 είναι 1**

2.20) Τι έχει αλλάξει στον πίνακα δρομολόγησης του R1; **Άλλαξε το κόστος της ζεύξης WAN1 από 10 σε 1**

2.21) Εμφανίστε τον πίνακα δρομολόγησης στον R2. Ποιο είναι το κόστος από τον R2 προς το LAN1; Γιατί;

```
R2(config-router)# do show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
O 172.17.17.0/30 [110/10] is directly connected, em1, 01:07:03
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
O>* 192.168.1.0/24 [110/20] via 172.17.17.1, em1, 01:06:43
O 192.168.2.0/24 [110/10] is directly connected, em0, 03:12:29
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em0
```

Το κόστος από τον R2 προς το LAN1 είναι 20 όπως προηγουμένως, διότι λαμβάνεται υπόψη η δικιά του πληροφορία για το bandwidth της ζεύξης.

2.22) Στον R2 ορίστε ταχύτητα διεπαφής 100 Mbps για τη διεπαφή του στο WAN1. **interface em1, bandwidth 100000**

2.23) Ξεκινήστε μια νέα καταγραφή στη διεπαφή του R1 στο WAN1 και περιμένετε. **tcpdump -i em1 -vvv -n**

2.24) Στον R2 διαγράψτε το δίκτυο 192.168.2.0/24 από το OSPF. **no network 192.168.2.0/24 area 0**

2.25) Τι νέου είδους πακέτα OSPF βλέπετε στην καταγραφή και από ποιον δρομολογητή παράγονται; Υπήρξε καθυστέρηση στην αποστολή τους;

Στέλνονται LS-Update από τον R2 και LS-Ack από τον R1. Η αποστολή ήταν ακαριαία

2.26) Ποιες αλλαγές έγιναν στον πίνακα διαδρομών OSPF των R1 και R2; Υπάρχει επικοινωνία των PC1 και PC2; **Διαγράφηκε η εγγραφή για το LAN2 και από τους δύο διαδρομές του πίνακα διαδρομών OSPF. Τα PC1-PC2 δεν επικοινωνούν πλέον.**

2.27) Έχει σταματήσει η αποστολή μηνυμάτων OSPF στο WAN1; Γιατί; **Όχι δεν έχουν σταματήσει διότι ακόμα οι δρομολογητές R1-R2 έχουν σχέση γειτνίασης (ο R2 διαφημίζει πλέον μόνο το WAN1)**

2.28) Στον R2 επανεισάγετε το 192.168.2.0/24 στο OSPF. Τι παρατηρείτε στην καταγραφή;

Ξανά ο R2 στέλνει LS-Update και ο R1 απαντάει με LS-Ack.

Άσκηση 3: Εναλλακτικές διαδρομές, σφάλμα καλωδίου και OSPF

3.1) Στον R3 ορίστε μέσω cli το όνομα και τις διεθύνσεις IP για τις διεπαφές του.

```
[root@router]~# cli

Hello, this is Quagga (version 0.99.17.11).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

router.ntua.lab# configure terminal
router.ntua.lab(config)# hostname R3
R3(config)# interface em1
R3(config-if)# ip address 172.17.17.6/30
R3(config-if)# interface em2
R3(config-if)# ip address 172.17.17.10/30
```

3.2) Στους R1 και R2 ορίστε μέσω cli τις διεθύνσεις IP για τις διεπαφές των στα WAN2 και WAN3, αντίστοιχα.

```
R1(config-if)# interface em2
R1(config-if)# ip address 172.17.17.5/30
R2(config)# interface em2
R2(config-if)# ip address 172.17.17.9/30
```

3.3) Σε όλους τους δρομολογητές ενεργοποιήστε τη λειτουργία link-detect στις διεπαφές WAN.

link-detect για κάθε διεπαφή των δρομολογητών

3.4) Δηλώστε σε όλες τις διεπαφές WAN ότι το δίκτυο OSPF είναι από σημείο-σε-σημείο ώστε να μη γίνεται εκλογή DR/BDR. **ospf network point-to-point σε κάθε διεπαφή των δρομολογητών**

3.5) Στον R1 εισάγετε το δίκτυο του WAN2 στη δρομολόγηση OSPF περιοχή 0. **network 172.17.17.4/30 area 0**

3.6) Ομοίως στον R2 το δίκτυο του WAN3. **network 172.17.17.8/30 area 0**

3.7) Στον R3 ορίστε το 3 ως router-ID και εισάγετε το δίκτυο 0.0.0.0/0 στη δρομολόγηση OSPF στην περιοχή 0. **router-id 0.0.0.3, network 0.0.0.0/0 area 0**

3.8) Στον R1 εμφανίστε τον πίνακα διαδρομών του πρωτοκόλλου OSPF. Καταγράψτε τις διαδρομές και το κόστος τους.

```
R1(config-router)# do show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N    127.0.0.1/32      [20] area: 0.0.0.0
                        via 172.17.17.6, em2
N    172.17.17.0/30    [1] area: 0.0.0.0
                        directly attached to em1
N    172.17.17.4/30    [10] area: 0.0.0.0
                        directly attached to em2
N    172.17.17.8/30    [11] area: 0.0.0.0
                        via 172.17.17.2, em1
N    192.168.1.0/24    [10] area: 0.0.0.0
                        directly attached to em0
N    192.168.2.0/24    [11] area: 0.0.0.0
                        via 172.17.17.2, em1

===== OSPF router routing table =====
===== OSPF external routing table =====
```

3.9) Στον R2 εμφανίστε τον πίνακα διαδρομών του πρωτοκόλλου OSPF. Καταγράψτε τις διαδρομές και το κόστος τους.

R2(config-router)# do show ip ospf route	R3(config-router)# do show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====	===== OSPF network routing table =====
N 127.0.0.1/32 [20] area: 0.0.0.0	N 172.17.17.0/30 [11] area: 0.0.0.0
via 172.17.17.10, em2	via 172.17.17.5, em1
N 172.17.17.0/30 [1] area: 0.0.0.0	via 172.17.17.9, em2
directly attached to em1	N 172.17.17.4/30 [10] area: 0.0.0.0
N 172.17.17.4/30 [11] area: 0.0.0.0	directly attached to em1
via 172.17.17.1, em1	N 172.17.17.8/30 [10] area: 0.0.0.0
N 172.17.17.8/30 [10] area: 0.0.0.0	directly attached to em2
directly attached to em2	N 192.168.1.0/24 [20] area: 0.0.0.0
N 192.168.1.0/24 [11] area: 0.0.0.0	via 172.17.17.5, em1
via 172.17.17.1, em1	N 192.168.2.0/24 [20] area: 0.0.0.0
N 192.168.2.0/24 [10] area: 0.0.0.0	via 172.17.17.9, em2
directly attached to em0	===== OSPF router routing table =====
===== OSPF router routing table =====	===== OSPF external routing table =====
===== OSPF external routing table =====	

3.10) Στον R3 εμφανίστε τον πίνακα διαδρομών του πρωτοκόλλου OSPF. Καταγράψτε τις διαδρομές και το κόστος.

3.11) Τι συμπεραίνετε με τα υποδίκτυα που διαφημίζει ο R3 όταν στην δρομολόγηση εισάγετε το δίκτυο 0.0.0.0/0;

Διαφημίζει όλα τα δίκτυα που γνωρίζει (ακόμα και το loopback.)

3.12) Ο πίνακας δρομολόγησης των R1 και R2 περιέχει μια εγγραφή για το μηχάνημα 127.0.0.1. Ποια είναι η πηγή αυτής της πληροφορίας; **Ο δρομολογητής R3**

3.13) Στο R1 κάνετε ping σε αυτή τη διεύθυνση. Ποιο μηχάνημα θα απαντήσει και γιατί; **Απαντάει το ίδιο μηχάνημα καθώς η εν λόγω διεύθυνση ταυτίζεται με τη διεύθυνση loopback**

3.14) Πόσες διαδρομές προς το δίκτυο του WAN1 έχει ο πίνακας δρομολόγησης OSPF του R3; Ποια εξ αυτών έχει επιλεχθεί για τον πίνακα προώθησης; Έχει δύο διαδρομές. Είναι επιλεγμένη η διαδρομή μέσω R1

```
R3(config-router)# do show ip route ospf
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

O>* 172.17.17.0/30 [110/11] via 172.17.17.5, em1, 00:26:13
                                via 172.17.17.9, em2, 00:26:13
O   172.17.17.4/30 [110/10] is directly connected, em1, 00:26:23
O   172.17.17.8/30 [110/10] is directly connected, em2, 00:26:22
O>* 192.168.1.0/24 [110/20] via 172.17.17.5, em1, 00:26:15
O>* 192.168.2.0/24 [110/20] via 172.17.17.9, em2, 00:26:13
```

3.15) Ποια είναι η κατάσταση (DR, BDR, DROther) των γειτόνων του R3; Είναι DROther.

```
R3(config-router)# do show ip ospf neighbor

Neighbor ID Pri State Dead Time Address Interface
RXmtL RqstL DBsmL
0.0.0.1 0 1 Full/DROther 33.178s 172.17.17.5 em1:172.17.17.6
0.0.0.2 0 1 Full/DROther 31.563s 172.17.17.9 em2:172.17.17.10
```

3.16) Τι LSA περιέχει η βάση δεδομένων LSDB των δρομολογητών; Γιατί δεν υπάρχει πληροφορία για Network LSA;

```
R3(config-router)# do show ip ospf database

OSPF Router with ID (0.0.0.3)

Router Link States (Area 0.0.0.0)

Link ID ADU Router Age Seq# CkSum Link count
0.0.0.1 0.0.0.1 128 0x800000015 0x2c06 5
0.0.0.2 0.0.0.2 210 0x800000017 0x76ae 5
0.0.0.3 0.0.0.3 111 0x800000006 0xa65e 5
```

Περιέχει router LSAs. Δεν υπάρχει πληροφορία για Network LSA διότι έχουμε point-to-point ζεύξεις.

3.17) Δείτε λεπτομέρειες για το Router LSA που παράγει ο R1. Πώς περιγράφεται τώρα η σύνδεσή του στο WAN1; show ip ospf database router adv-router 0.0.0.1, περιγράφεται ως Stub Network

3.18) Ξεκινήστε ping από το PC2 στο PC1 και αφήστε το να τρέχει. Ποια είναι η τιμή του TTL; 62

3.19) Σε νέο παράθυρο εντολών στον R2 ξεκινήστε καταγραφή πακέτων στη διεπαφή του στο WAN3 βάζοντας φίλτρο ώστε να μη φαίνονται τα πακέτα ICMP. tcpdump -i em2 -vvv not icmp

3.20) Αποσυνδέστε από το VirtualBox το καλώδιο της διεπαφής του R1 στο WAN1. Το ping θα ενδέχεται να διακοπεί για λίγο και θα επανέλθει. Σταματήστε το ping και καταγράψτε το πλήθος των χαμένων πακέτων, εάν υπάρχουν, και την τιμή του TTL πριν και μετά τη διακοπή της σύνδεσης.

Δεν χάθηκε κανένα πακέτο. Μετά τη διακοπή της σύνδεσης το TTL είναι 61.

3.21) Με βάση τα αποτελέσματα του ping τι συμπεραίνετε για τον χρόνο αντίδρασης του OSPF σε αλλαγές της τοπολογίας του δικτύου; Προσαρμόζεται στις αλλαγές ταχύτατα (και με μηδενική απώλεια)

3.22) Σταματήστε το tcpdump αφού έχει γίνει καταγραφή για τουλάχιστον 1 min. Πόσα και ποια είδη μηνυμάτων OSPF (πλην Hello) ανταλλάχθηκαν μέχρι να ολοκληρωθεί η ενημέρωση της LSDB του R2;

Ανταλλάχθηκαν τρία ζεύγη LS-Update - LS-Ack

3.23) Πόση περίπου ώρα διήρκεσε η διαδικασία ενημέρωσης των LSDB σύμφωνα με τα στοιχεία της καταγραφής; Περίπου 40 δευτερόλεπτα και για τα τρία ζεύγη. Ένα δευτερόλεπτο για κάθε ζεύγος.

3.24) Ποιο είναι το νέο κόστος των διαδρομών προς τα WAN1, WAN3 και LAN2 στον πίνακα δρομολόγησης του R1; show ip route, WAN1: 21, WAN3: 20, LAN2: 30

3.25) Ποιο είναι το νέο κόστος των διαδρομών προς τα WAN1, WAN2 και LAN1 στον πίνακα δρομολόγησης του R2; show ip route, WAN1: 1, WAN2: 20, LAN1: 30

3.26) Τι άλλαξε στον πίνακα δρομολόγησης του R3 όσον αφορά τη διαδρομή προς το δίκτυο του WAN1;

Προηγουμένως υπήρχαν δύο διαδρομές προς το WAN1, τώρα υπάρχει μία. Το κόστος παραμένει το ίδιο.

3.27) Γιατί δεν έχει εισαχθεί στον πίνακα προώθησης του R1 η διαδρομή OSPF προς το WAN1 παρότι είναι επιλεγμένη; Διότι υπάρχει ασυνέπεια στις διαφημίσεις της τοπολογίας του δικτύου. Ο R1 έχει ανιχνεύσει πτώση της ζεύξης αλλά ο R2 όχι και την διαφημίζει.

3.28) Αποσυνδέστε από το VirtualBox το καλώδιο της διεπαφής του R2 στο WAN1. Ποιες αλλαγές έγιναν στους πίνακες δρομολόγησης όσον αφορά τη διαδρομή προς το δίκτυο του WAN1;

Αφαιρέθηκε η εγγραφή ospf που αφορά το δίκτυο WAN1 στον πίνακα δρομολόγησης.

3.29) Ξεκινήστε πάλι ping από το PC2 στο PC1 και αφήστε το να τρέχει. Επανασυνδέστε τις διεπαφές των R1 και R3 στο WAN1. Είναι η ενημέρωση των πινάκων δρομολόγησης άμεση; Πώς το αντιλαμβάνεστε από την έξοδο της ping; Δεν είναι άμεση η ενημέρωση των πινάκων δρομολόγησης, μεσολαβούν κάποια δευτερόλεπτα. Το αντιλαμβανόμαστε από την αλλαγή του πεδίου TTL.

3.30) Γιατί η αλλαγή διαδρομής κατά την πτώση του WAN1 γίνεται γρηγορότερα από ότι κατά την επάνοδό του; Μόλις γίνεται πτώση της ζεύξης εκπέμπεται κατευθείαν πακέτο LSU που ενημερώνει τους γείτονες για την πτώση της σύνδεσης. Η σύγκλιση είναι γρήγορη.

Από την άλλη πλευρά, μόλις ενεργοποιούμε μια σύνδεση πρέπει οι δρομολογητές να συνάψουν σχέση γειτνίασης συμφωνώντας αμοιβαία για τις παραμέτρους. Έπειτα πρέπει να γίνει η ανταλλαγή των DBD ώστε να βεβαιωθούν ότι έχουν την ίδια LSDB. Έπειτα μέσω LSU γίνεται διάδοση της πληροφορίας στο υπόλοιπο δίκτυο. Η διαδικασία αυτή συγκλίνει πιο αργά.

Άσκηση 4: Περιοχές OSPF

4.1) Μέσω vtysh ορίστε στα PC1 και PC2 το όνομα, τη διεύθυνση IP και τη σωστή προεπιλεγμένη πύλη.

```
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 0.0.0.0/0 192.168.1.1/24
```

```
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 0.0.0.0/0 192.168.2.1/24
```

4.2) Μέσω του cli ορίστε στους R1, R2, R3, R4 και R5 τα ονόματά τους, ως διευθύνσεις διαχείρισης loopback τις 172.22.22.1/32, 172.22.22.2/32, 172.22.22.3/32, 172.22.22.4/32 και 172.22.22.5/32, αντίστοιχα.

```
[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 lo0
R1(config-if)# ip address 172.22.22.1/32
```

Ομοίως και για R2, R3, R4 και R5.

4.3) Σε όλους τους δρομολογητές ενεργοποιήστε τη λειτουργία link-detect στις WAN. **interface emx, link-detect**

4.4) Στον R1 ορίστε διευθύνσεις IP στις διεπαφές και εισάγετε τα δίκτυα στα WAN1 και WAN2 στην περιοχή 0 της δρομολόγησης OSPF.

```
R1(config-if)# interface em0
R1(config-if)# ip address 10.1.1.1/30
R1(config-if)# interface em1
R1(config-if)# ip address 10.1.1.5/30
R1(config-if)# exit
R1(config)# router ospf
R1(config-router)# network 10.1.1.0/30 area 0
R1(config-router)# network 10.1.1.4/30 area 0
```

4.5) Στον R2 ορίστε διευθύνσεις IP στις διεπαφές και εισάγετε το δίκτυο στο WAN1 στην περιοχή 0 της δρομολόγησης OSPF και το δίκτυο στο WAN3 στην περιοχή 1.

```
R2(config-if)# interface em0
R2(config-if)# ip address 10.1.1.9/30
R2(config-if)# interface em1
R2(config-if)# ip address 10.1.1.2/30
R2(config-if)# exit
R2(config)# router ospf
R2(config-router)# network 10.1.1.0/30 area 0
R2(config-router)# network 10.1.1.8/30 area 1
```

```
R3(config-if)# interface em0
R3(config-if)# ip address 10.1.1.6/30
R3(config-if)# interface em1
R3(config-if)# ip address 10.1.1.13/30
R3(config-if)# exit
R3(config)# router ospf
R3(config-router)# network 10.1.1.4/30 area 0
R3(config-router)# network 10.1.1.12/30 area 2
```

4.6) Στον R3 ορίστε διευθύνσεις IP στις διεπαφές και εισάγετε το δίκτυο στο WAN2 στην περιοχή 0 της δρομολόγησης OSPF και το δίκτυο στο WAN4 στην περιοχή 2.

4.7) Στον R4 ορίστε διεθύνσεις IP στις διεπαφές και εισάγετε τα δίκτυα στα LAN1 και WAN3 στην περιοχή 1 της δρομολόγησης OSPF.

```
R4(config-if)# interface em0
R4(config-if)# ip address 192.168.1.1/24
R4(config-if)# interface em1
R4(config-if)# ip address 10.1.1.10/30
R4(config-if)# exit
R4(config)# router ospf
R4(config-router)# network 192.168.1.0/24 area 1
R4(config-router)# network 10.1.1.8/30 area 1
```

```
R5(config-if)# interface em0
R5(config-if)# ip address 10.1.1.14/30
R5(config-if)# interface em1
R5(config-if)# ip address 192.168.2.1/24
R5(config-if)# exit
R5(config)# router ospf
R5(config-router)# network 192.168.2.0/24 area 2
R5(config-router)# network 10.1.1.12/30 area 2
```

4.8) Στον R5 ορίστε διεθύνσεις IP στις διεπαφές και εισάγετε τα δίκτυα στα LAN2 και WAN4 στην περιοχή 2 της δρομολόγησης OSPF.

4.9) Μπορείτε να κάνετε ping από το PC1 το PC2; **Ναι, υπάρχει επικοινωνία**

4.10) Βρείτε το Router ID όλων των δρομολογητών. Ποια εντολή χρησιμοποιήσατε; **show ip ospf**

R1: 172.22.22.1, R2: 172.22.22.2, R3: 172.22.22.3, R4: 172.22.22.4, R5: 172.22.22.5

4.11) Εκτελώντας την εντολή “show ip ospf neighbor” βρείτε τους DR/BDR για όλα τα WAN. Είναι οι αναμενόμενοι με βάση το αποτέλεσμα της προηγούμενης ερώτησης;

WAN1: R1(DR) R2(BDR), WAN2: R1(DR) R3(BDR), WAN3: R2(DR) R4(BDR), WAN4: R3(DR) R5(BDR)

Όχι δεν είναι οι αναμενόμενοι με βάση το αποτέλεσμα της προηγούμενης ερώτησης καθώς περιμέναμε οι δρομολογητές με μεγαλύτερη διεύθυνση IP διεύθυνσης loopback να είναι Designated.

4.12) Με τη βοήθεια της εντολής “show ip ospf border-routers” σε κάθε δρομολογητή βρείτε τους ABR για κάθε περιοχή της τοπολογίας. **Border routers: R2, R3**

4.13) Εκτελέστε στον R1 την εντολή “show ip ospf database”. Ποιο επιπλέον είδος LSA βλέπετε στη βάση δεδομένων LSDB του OSPF που δεν υπήρχε στην άσκηση 2; **Summary LSA**

4.14) Πόσα LSA έχει συνολικά η LSDB του R1;; **9** Πόσα εξ αυτών είναι Router LSA: **3**, πόσα Network LSA: **2** και πόσα Summary LSA: **4**; Αιτιολογήστε το πλήθος των Router LSA. **Κάθε δρομολογητής σε κάθε περιοχή εκπέμπει Router LSA για να διαφημίσει την παρουσία του προς όλους τους δρομολογητές της περιοχής του, τις συνδεδεμένες διεπαφές του και τους OSPF γείτονες στις ζεύξεις αυτές. Τα Router LSA εκπέμπονται μόνο εντός της περιοχής και δεν εξέρχονται από αυτήν. Στην Area 0 έχουμε 3 δρομολογητές και συνεπώς έχουμε 3 Router LSA στη LSDB του R1.**

4.15) Με τη εντολή “show ip ospf database self-originate” βρείτε ποια από τα προηγούμενα LSA πηγάζουν από τον R1. **To Router LSA για τον δρομολογητή R1 πηγάζει προφανώς από τον ίδιο. Επίσης παρατηρούμε ότι τα Network LSA για τα links με ID 10.1.1.1 και 10.1.1.5 πηγάζουν από τον R1 (αφού είναι Designated Router στις ζεύξεις αυτές)**

4.16) Δώστε “show ip ospf database router” και για κάθε Router LSA στο R1 εξηγήστε πώς προέκυψε το Link ID. **To Link ID προκύπτει από τη διεύθυνση loopback που διαφημίζει το εκάστοτε Router LSA.**

4.17) Εκτελέστε στον R2 την εντολή “show ip ospf database”. Για ποιες περιοχές OSPF περιέχει εγγραφές LSA η βάση δεδομένων LSDB του R2; **Για τις περιοχές 0 και 1**

4.18) Πόσα LSA έχει συνολικά η βάση δεδομένων LSDB του R2;; **16** Πόσα εξ αυτών είναι Router, Network και Summary LSA στην περιοχή 0 και πόσα στην περιοχή 1; Αιτιολογήστε το πλήθος των Network LSA των περιοχών 0 και 1.

Περιοχή 0 - Router: 3, Network: 2, Summary: 4, Περιοχή 1 - Router: 2, Network: 1, Summary: 4

Τα Network LSA είναι τόσα όσες οι ζεύξεις στην εκάστοτε περιοχή. Στην περιοχή 0 έχουμε 2 ζεύξεις, ενώ στη 1 έχουμε 1.

4.19) Δώστε την εντολή “show ip ospf database network” και για κάθε Network LSA των περιοχών 0, 1 και εξηγήστε πώς προέκυψε το Link ID. **Τα Link ID των Network LSA προκύπτουν από την διεύθυνση IP του εκάστοτε DR.**

4.20) Πόσα LSA έχει συνολικά η βάση δεδομένων LSDB του R3;; **16** Πόσα εξ αυτών είναι Router, Network και Summary LSA στην περιοχή 0 και πόσα στην περιοχή 2; Αιτιολογήστε το πλήθος των Summary LSA των περιοχών 0 και 2. **Περιοχή 0 - Router: 3, Network: 2, Summary: 4, Περιοχή 1 - Router: 2, Network: 1, Summary: 4**

Το πλήθος των Summary LSA είναι το πλήθος των ζεύξεων της τοπολογίας που δεν ανήκουν στη τρέχουσα περιοχή.

4.21) Δώστε “show ip ospf database summary” και για κάθε Summary LSA των περιοχών 0, 2 και εξηγήστε πώς προέκυψε το Link ID. **To Link ID των Summary LSA είναι ο αριθμός δικτύου προορισμού.**

4.22) Ποια είναι η πηγή διαφήμισης των Router και Network LSA της βάσης δεδομένων LSDB του R1;

To Router LSA για τον R1 πηγάζει προφανώς από τον ίδιο. Τα Network LSA επίσης αφού είναι DR.

- 4.23)** Οι συνοριακοί δρομολογητές (ABR) διαφημίζουν σε μια περιοχή συνόψεις για τις άλλες περιοχές. Ποιες είναι οι πηγές διαφήμισης των Summary LSA της βάσης δεδομένων LSDB του R2 για την περιοχή 0; Αντίστοιχα για την περιοχή 1. **Για την περιοχή 1 είναι μόνο ο R2. Για την περιοχή 0 είναι και ο R1 και ο R2.**
- 4.24)** Στον R1 δείτε τον πίνακα διαδρομών OSPF με την εντολή “show ip ospf route”. Ποια ένδειξη υπάρχει για τις διαδρομές μεταξύ περιοχών (Inter-Area); **Ένδειξη IA**
- 4.25)** Υπάρχουν αντίστοιχες ενδείξεις στον πίνακα δρομολόγησης (εντολή “show ip route ospf”); **Όχι**
- 4.26)** Εκτός από διαδρομές προς δίκτυα, τι άλλου είδους διαδρομές περιλαμβάνει ο πίνακας διαδρομών OSPF του R1; **Διαδρομές προς Routers**
- 4.27)** Στις διαδρομές προς δρομολογητές υπάρχει ένδειξη για το είδος τους (ABR, ASBR); **Ναι**

Άσκηση 5: OSPF και αναδιανομή διαδρομών

- 5.1)** Εισάγετε μέσω cli στον R3 στατικές διαδρομές για τα δίκτυα 5.5.5.0/24 και 6.6.6.0/24 μέσω της loopback lo0. **ip route 5.5.5.0/24 lo0, ip route 6.6.6.0/24 lo0**
- 5.2)** Έχουν τοποθετηθεί οι εγγραφές στον πίνακα δρομολόγησης του R3; Εμφανίζονται στον πίνακα διαδρομών OSPF, έξοδο της εντολής “show ip ospf route”; **Εμφανίζονται οι εγγραφές στον πίνακα δρομολόγησης του R3 αλλά όχι στο πίνακα διαδρομών OSPF.**
- 5.3)** Έχουν τοποθετηθεί οι εγγραφές στον πίνακα δρομολόγησης στους άλλους δρομολογητές; **Όχι**
- 5.4)** Στον R3, αφού εισέλθετε σε ospf router configuration mode, δώστε την εντολή “redistribute static”. Έχει αλλάξει κάτι στον πίνακα δρομολόγησης του R3; **Όχι δεν έχει αλλάξει κάτι**
- 5.5)** Τι έχει αλλάξει στον πίνακα δρομολόγησης στους δρομολογητές; **Έχουν προστεθεί οι στατικές εγγραφές του R3**
- 5.6)** Εκτός από διαδρομές προς δίκτυα και προς δρομολογητές, τι άλλου είδους διαδρομές περιλαμβάνει ο πίνακας διαδρομών OSPF στους άλλους δρομολογητές; **Προς εξωτερικές διευθύνσεις**
- 5.7)** Τι είδους (E1 ή E2) εξωτερικές διαδρομές είναι;; **E2** Από τις δύο τιμές κόστους του πίνακα διαδρομών OSPF, ποιο είναι το κόστος προς τον προορισμό (δείτε και πίνακα δρομολόγησης) και ποιο το κόστος εντός του δικτύου OSPF; **Κόστος 20 προς τον προορισμό και 10 εντός του δικτύου OSPF.**
- 5.8)** Ποια ένδειξη εμφανίζεται για τον δρομολογητή R3 στον πίνακα διαδρομών OSPF των άλλων δρομολογητών; **Είναι πλέον ASBR, δηλαδή συνδέει το δίκτυο OSPF με εξωτερικά δίκτυα.**
- 5.9)** Ποιο είδος LSA βλέπετε στη βάση δεδομένων LSDB του R1 που δεν υπήρχε προηγουμένως; **External LSA**
- 5.10)** Δώστε την εντολή “show ip ospf database external” και για κάθε External LSA στη βάση του R1 και εξηγήστε πώς προέκυψε το Link ID του. **Το Link ID των External LSA είναι ο αριθμός του εξωτερικού δικτύου.**
- 5.11)** Ποιο είδος LSA βλέπετε στη βάση δεδομένων LSDB του R4 που δεν υπήρχε προηγουμένως; **ASBR-Summary LSA**
- 5.12)** Δώστε την εντολή “show ip ospf database asbr-summary” και εξηγήστε πώς προέκυψε το Link ID του. **Το Link ID είναι το Router ID του ASBR**
- 5.13)** Ποια είναι η πηγή διαφήμισης των ASBR Summary LSA της βάσης δεδομένων LSDB του R4; **Ο R2**
- 5.14)** Γιατί δεν υπάρχει ASBR Summary LSA στον δρομολογητή R5; **Γιατί βρίσκεται στην ίδια περιοχή με τον R3, ο οποίος είναι συνδεδεμένος στο εξωτερικό δίκτυο.**
- 5.15)** Εισάγετε μέσω cli στον R2 προεπιλεγμένη πύλη μέσω της loopback 172.22.22.2. **ip route 0.0.0.0/0 lo0**
- 5.16)** Έχει τοποθετηθεί η προκαθορισμένη διαδρομή στον πίνακα δρομολόγησης του R2; Εμφανίζεται στον πίνακα διαδρομών OSPF; **Έχει προστεθεί στον πίνακα δρομολόγησης του R2 αλλά όχι στον πίνακα διαδρομών OSPF.**
- 5.17)** Έχει τοποθετηθεί εγγραφή για την προκαθορισμένη διαδρομή στον πίνακα δρομολόγησης στους άλλους δρομολογητές; **Όχι**
- 5.18)** Στον R2, αφού εισέλθετε σε ospf router configuration mode, δώστε την εντολή “default- information originate”. Έχει αλλάξει κάτι στον πίνακα δρομολόγησης του R2; **Έχει προστεθεί η εγγραφή για το default gateway**
- 5.19)** Τι έχει αλλάξει στον πίνακα δρομολόγησης στους άλλους δρομολογητές; **Έχει προστεθεί η εγγραφή 0.0.0.0/0**
- 5.20)** Ως τι διαδρομή χαρακτηρίζεται η προκαθορισμένη στον πίνακα διαδρομών OSPF στους δρομολογητές; **External**

- 5.21)** Τι είδους (E1 ή E2) εξωτερική διαδρομή είναι;; **E2** Από τις δύο τιμές κόστους του πίνακα διαδρομών OSPF, ποιο είναι το κόστος προς τον προορισμό (δείτε και πίνακα δρομολόγησης) και ποιο το κόστος εντός του δικτύου OSPF; **Και τα δύο κόστη είναι τα ίδια στη συγκεκριμένη περίπτωση και ίσα με 10.**
- 5.22)** Ποια ένδειξη εμφανίζεται για τον R2 στον πίνακα διαδρομών OSPF των άλλων δρομολογητών; **ASBR**
- 5.23)** Υπάρχει τώρα ASBR-summary LSA στη βάση δεδομένων LSDB του R5; Γιατί; **Ναι υπάρχει για τον R2 που δεν ανήκει στην ίδια περιοχή με τον R5.**
- 5.24)** Πόσες εγγραφές External LSA υπάρχουν στη βάση δεδομένων LSDB των δρομολογητών; Γιατί; **Υπάρχουν 3 εγγραφές, μία για κάθε εγγραφή εκτός δικτύου OSPF.**
- 5.25)** Δώστε την εντολή “show ip ospf database external” στον R1. Τι παρατηρείτε όσον αφορά την τιμή τους κόστους για τις εξωτερικές διαδρομές; **Η διαδρομή για 0.0.0.0/0 έχει metric 10 ενώ οι διαδρομές για τα υπόλοιπα εξωτερικά δίκτυα έχουν κόστος 20.**
- 5.26)** Τι τιμή έχει ο τύπος κόστους (Metric Type) για τις εξωτερικές διαδρομές και πώς εξηγείται αυτό που παρατηρήσατε στις ερωτήσεις 5.7 και 5.21; **Έχουν Metric Type 2 (Larger than any link state path) Εξού και το E2 στα παραπάνω ερωτήματα.**
- 5.27)** Ποιο είναι το κόστος της διαδρομής OSPF από τον R4 στον R3; **30 (Εγγραφή για 10.1.1.8/30)**
- 5.28)** Δώστε την εντολή “show ip ospf database asbr-summary” στον R4. Ποια διαδρομή αφορά το κόστος (Metric) που παρατηρείτε; **Απόσταση R2-R3**

Άσκηση 6: OSPF και περιοχές απόληξης

6.1) Από το PC1 ξεκινήστε ping στο PC2 και αφήστε το να τρέχει. **ping 192.168.2.2**

6.2) Καταγράψτε τις δυναμικές εγγραφές OSPF στον πίνακα δρομολόγησης του R3.

```
R3(config-router)# do show ip route ospf
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       0 - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

0>* 0.0.0.0/0 [110/10] via 10.1.1.5, em0, 00:43:48
0>* 10.1.1.0/30 [110/20] via 10.1.1.5, em0, 03:30:59
0> 10.1.1.4/30 [110/10] is directly connected, em0, 03:31:08
0>* 10.1.1.8/30 [110/30] via 10.1.1.5, em0, 03:30:59
0> 10.1.1.12/30 [110/10] is directly connected, em1, 03:29:32
0>* 192.168.1.0/24 [110/40] via 10.1.1.5, em0, 03:24:18
0>* 192.168.2.0/24 [110/20] via 10.1.1.14, em1, 03:21:06
```

```
R5(config-router)# do show ip route ospf
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       0 - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

0>* 0.0.0.0/0 [110/10] via 10.1.1.13, em0, 00:45:15
0>* 5.5.5.0/24 [110/20] via 10.1.1.13, em0, 01:10:31
0>* 6.6.6.0/24 [110/20] via 10.1.1.13, em0, 01:10:31
0>* 10.1.1.0/30 [110/30] via 10.1.1.13, em0, 03:23:05
0>* 10.1.1.4/30 [110/20] via 10.1.1.13, em0, 03:23:05
0>* 10.1.1.8/30 [110/40] via 10.1.1.13, em0, 03:23:05
0> 10.1.1.12/30 [110/10] is directly connected, em0, 03:23:19
0>* 192.168.1.0/24 [110/50] via 10.1.1.13, em0, 03:23:05
0> 192.168.2.0/24 [110/10] is directly connected, em1, 03:23:35
```

6.3) Καταγράψτε τις δυναμικές εγγραφές OSPF στον πίνακα δρομολόγησης του R5.

6.4) Στον R5 δείτε λεπτομέρειες για το Router LSA που διαφημίζει ο ίδιος. Πώς χαρακτηρίζεται το δίκτυο του LAN2 και πώς του WAN4; **do show ip ospf database router self-originate, LAN2 Stub Network, WAN4 Transit Network**

6.5) Στον R3 ορίστε μέσω cli ότι η περιοχή 2 είναι απόληξη και περιμένετε τουλάχιστον 30 sec. **area 2 stub**

6.6) Τι έχει αλλάξει στον πίνακα δρομολόγησης του R3; **Έχει αφαιρεθεί η εγγραφή για το LAN2**

6.7) Για ποια δίκτυα περιέχει διαδρομές ο πίνακας δρομολόγησης του R5 τώρα; **LAN2, WAN4**

6.8) Υπάρχει διαδρομή για το LAN2 στον πίνακα δρομολόγησης των άλλων δρομολογητών; **Όχι**

6.9) Τι συμβαίνει με τα ICMP echo request του ping; **Το ping έχει σταματήσει (δεν είναι επιτυχές) Τα πακέτα καταλήγουν στον R2 λόγω του default gateway που έχει διαφημίσει στους υπόλοιπους δρομολογητές. Έπειτα δεν υπάρχει εγγραφή για το LAN2 και έτσι τα πακέτα ακολουθούν την προεπιλεγμένη διαδρομή, η οποία είναι η ανατροφοδότηση για το R2.**

6.10) Στον R3 δείτε λεπτομέρειες για τα Router LSA των R3 και R5 στην περιοχή 2. Τι παρατηρείτε για την τιμή του E-bit των επιλογών; **Έχει την τιμή 1**

6.11) Πώς χαρακτηρίζεται η περιοχή 2 από τον R3; **Stub**

6.12) Στον R5 ορίστε μέσω cli ότι η περιοχή 2 είναι απόληξη (stub) και περιμένετε λίγο. **area 2 stub**

6.13) Έχει αλλάξει κάτι στον πίνακα δρομολόγησης του R3; **Επανήλθε η εγγραφή για το LAN2**

6.14) Στον R5 δείτε λεπτομέρειες για τα Router LSA των R3 και R5. Τι έχει αλλάξει σε σχέση με την απάντηση στην ερώτηση 6.10; **Έχει την τιμή 0 το E-bit των επιλογών**

6.15) Υπάρχει εγγραφή για την προκαθορισμένη διαδρομή στον πίνακα δρομολόγησης του R5; **Ναι**

6.16) Υπάρχουν εγγραφές για τις διαδρομές προς τα 5.5.5.0/24 και 6.6.6.0/24; **Όχι**

6.17) Για ποια άλλα δίκτυα περιέχει διαδρομές ο πίνακας δρομολόγησης του R5; Είναι διαδρομές εντός της περιοχής (intra-area) ή μεταξύ περιοχών (inter-area); **Περιέχει εγγραφές και από τις δύο κατηγορίες**

6.18) Έχει αλλάξει κάτι στους πίνακες δρομολόγησης των άλλων δρομολογητών όσον αφορά τα δίκτυα της περιοχής 2; **Έχουν επανέλθει οι εγγραφές για το LAN2**

6.19) Πώς εξηγείτε την συμπεριφορά που παρατηρήσατε σε σχέση με την απώλεια της διαδρομής από το PC1 στο PC2; **Είχαμε αμελήσει να ορισθεί η περιοχή ως stub για όλους τους δρομολογητές της. Άρα δεν είχαμε ορθή λειτουργία του OSPF.**

6.20) Στον πίνακα διαδρομών OSPF του R4, εντολή “show ip ospf route”, η προκαθορισμένη διαδρομή εμφανίζεται ως εξωτερική ενώ στον R5 εμφανίζεται ως διαδρομή μεταξύ περιοχών (Inter-Area); Γιατί;

Για τον R4 η εγγραφή θεωρείται εξωτερική. Για τον R5 εκτός της εξωτερικής εγγραφής, λόγω του stub area εμπεριέχεται πληροφορία για τον R3 που είναι ABR.

6.21) Πόσα LSA σχετικά με την προκαθορισμένη διαδρομή περιέχει η LSDB του R3: **2**

και ποιο διαφημίζει προς τον R5; **To summary LSA**

6.22) Με τι κόστος διαφημίζει ο R3 την προκαθορισμένη διαδρομή στην περιοχή 2; **Τιμή 1**

6.23) Τι κόστος έχει η προκαθορισμένη διαδρομή στον R5; Γιατί; **Κόστος 11 (κόστος διαφήμισης + κόστος ζεύξης)**

6.24) Υπάρχουν εγγραφές για εξωτερικές διαδρομές στη βάση δεδομένων LSDB του R5; Εάν ναι, πότε θα διαγραφούν; **Όχι δεν υπάρχουν**

6.25) Στους R3 και R5 ακυρώστε τον ορισμό της περιοχής 2 ως απόληξη και περιμένετε μέχρι να επανέλθουν οι διαδρομές στον R5. **no area 2 stub**

6.26) Τι πρέπει να προσθέσετε στον ορισμό ως απόληξη της περιοχής 2 στον δρομολογητή R3 ώστε αυτή να γίνει totally stubby; **area 2 stub no-summary**

6.27) Ορίστε στον R3 την περιοχή 2 ως πλήρη απόληξη (totally stubby) και αμέσως μετά ορίστε στον R5 την περιοχή 2 ως απλή απόληξη. **area 2 stub no-summary (R3), area 2 stub (R5)**

6.28) Για ποια δίκτυα περιέχει τώρα εγγραφές ο πίνακας διαδρομών OSPF του R5; **Μόνο για τις ζεύξεις εντός περιοχής**

6.29) Στο PC2 μέσω vtysh αφού διαγράψετε την προκαθορισμένη διαδρομή, ορίστε το δίκτυο στο LAN2 στην περιοχή 2 της δρομολόγησης OSPF, δηλώστε την περιοχή 2 ως απόληξη και περιμένετε λίγο να ενημερωθεί ο πίνακας δρομολόγησης. **no ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1, router ospf, network 192.168.2.0/24 area 2, area 2 stub**

6.30) Ποιες δυναμικές εγγραφές περιέχει ο πίνακας ο πίνακας δρομολόγησης του PC2; **Δυναμική εγγραφή για LAN2**

6.31) Στον R5 δείτε λεπτομέρειες για το Router LSA που διαφημίζει ο ίδιος. Τι άλλαξε ως προς τον χαρακτηρισμό του LAN2 σε σχέση με την απάντησή σας στο ερώτημα 6.4; **Πλέον είναι transit network**

6.32) Τι συμπεραίνετε για τη διαφορά περιοχής απόληξη και δικτύου απόληξη;

Στους δρομολογητές περιοχών απόληξης δεν αποθηκεύονται οι εξωτερικές εγγραφές παρα μόνο σε συγκεκριμένο δρομολογητή ο οποίος αποτελεί την προεπιλεγμένη πύλη και διαχειρίζεται την σχετική κίνηση.

Τα δίκτυα απόληξης είναι υποδίκτυα που συνδέονται μόνο με μια περιοχή OSPF. Κατά αυτόν τον τρόπο αποτελούν φύλλα στο δένδρο δρομολόγησης.