

Όνοματεπώνυμο: Ιωάννης Γιαννούκος	Όνομα PC: John John
Ομάδα: 1	Ημερομηνία: 11/5/2023

Εργαστηριακή Άσκηση 8 Δυναμική δρομολόγηση OSPF

Άσκηση 1

1.1) Με την παρακάτω ακολουθία εντολών ορίζω το όνομα, τη διεύθυνση IP και τη σωστή προεπιλεγμένη πύλη στο PC1:

```

vtysh
configure terminal
hostname PC1
ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1
interface em0
ip address 192.168.1.2/24

```

1.2) Αντίστοιχα, για το PC2:

```

vtysh
configure terminal
hostname PC2
ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1
interface em0
ip address 192.168.2.2/24

```

1.3) Στον R1 ορίζω μέσω cli το όνομα και τις διευθύνσεις IP για τις διεπαφές του με την παρακάτω ακολουθία εντολών:

```

cli
configure terminal
hostname R1
interface em0
ip address 192.168.1.1/24
interface em1
ip address 172.17.17.1/30

```

1.4) Στον R1 από το επίπεδο Global Configuration Mode εκτελώ την εντολή “do show ip route” και επιβεβαιώνω ότι δεν υπάρχει καμία στατική εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης (οι στατικές εγγραφές χαρακτηρίζονται από το γράμμα ‘S’).

1.5) Στον R1, αφού εισέλθω στο επίπεδο Global Configuration Mode, γράφοντας την εντολή “router ?” βλέπω ότι στο Quagga το πρωτόκολλο ospf είναι ένα από τα διαθέσιμα πρωτόκολλα δρομολόγησης.

1.6) (R1) Εκτελώ την εντολή “**router ospf**” από το επίπεδο Global Configuration Mode.

1.7) (R1) Πατώ το πλήκτρο ‘?’ για να εμφανιστούν οι διαθέσιμες εντολές.

1.8) (R1) Εισάγω στη δρομολόγηση OSPF το δίκτυο 192.168.1.0/24 ορίζοντας περιοχή 0 με την εντολή “**network 192.168.1.0/24 area 0**”.

1.9) (R1) Εισάγω στη δρομολόγηση OSPF το δίκτυο 172.17.17.0/30 ορίζοντας περιοχή 0 με την εντολή “**network 172.17.17.0/30 area 0**”.

1.10) (R1) Εξέρχομαι από το configuration mode με την εντολή “**exit**”. Εμφανίζω τον πίνακα δρομολόγησης με “**do show ip route**” και παρατηρώ ότι έχουν προστεθεί δυναμικές εγγραφές για τα δίκτυα 192.168.1.0/24 (LAN1) και 172.17.17.0/30 (WAN1) με διαχειριστική απόσταση 110.

1.11) Επαναλαμβάνω τα ερωτήματα 1.3 – 1.9 για τον R2 με την παρακάτω ακολουθία εντολών:

```
cli
configure terminal
hostname R2
interface em0
ip address 192.168.2.1/24
interface em1
ip address 172.17.17.2/30
router ospf
network 192.168.2.0/24 area 0
network 172.17.17.0/30 area 0
exit
```

Τα PCs επικοινωνούν!

1.12) Αρχικά, οι δρομολογητές έχουν όλες τις διεπαφές τους εντός μιας περιοχής και έτσι χαρακτηρίζονται ως εσωτερικοί δρομολογητές (internal routers). Επίσης, επειδή η περιοχή αυτή είναι η περιοχή 0, οι δρομολογητές χαρακτηρίζονται και ως δρομολογητές κορμού (backbone routers).

1.13) Με την εντολή “**do show ip route**” μπορώ να εμφανίσω τον πίνακα δρομολόγησης του R2 χωρίς να εξέλθω από το configuration mode.

1.14) Οι εγγραφές που πρόσθεσε το πρωτόκολλο OSPF ξεχωρίζουν από τις υπόλοιπες από το γράμμα ‘O’ που έχουν στην προτροπή τους.

1.15) Οι εγγραφές που έχουν επιλεγεί και εισαχθεί στον πίνακα προώθησης FIB είναι αυτές που έχουν στην προτροπή τους έναν αστερίσκο ‘*’.

1.16) Η διαχειριστική απόσταση των διαδρομών OSPF είναι 110. Η πληροφορία αυτή φαίνεται ακριβώς δεξιά από την διεύθυνση IP της εγγραφής μαζί με το μήκος διαδρομής στην εξής μορφή: [<διαχειριστική απόσταση>/<μήκος διαδρομής>].

1.17) Ο λόγος που έχει επιλεχθεί η στατική εγγραφή για την διαδρομή για το WAN1 είναι επειδή οι δρομολογητές είναι άμεσα συνδεδεμένοι με το WAN1, και έτσι δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσουν την εγγραφή από το πρωτόκολλο OSPF.

1.18) Βγαίνω από το cli με διαδοχικές “exit” και έπειτα εκτελώ “netstat -r -f inet” για να εμφανίσω τον πίνακα δρομολόγησης του R2, όπως τον αντιλαμβάνεται το λειτουργικό σύστημά του.

1.19) Ξεκινώ σε νέο παράθυρο εντολών στον R1 καταγραφή πακέτων στη διεπαφή του στο LAN1 εμφανίζοντας πληροφορίες για τα πακέτα χωρίς επίλυση ονομάτων με “tcpdump -i em0 -vvn -n” και περιμένω τουλάχιστον ένα λεπτό.

1.20) Η διεύθυνση πηγής των πακέτων OSPF είναι η 192.168.1.1.

1.21) Ο προορισμός των πακέτων OSPF της καταγραφής είναι η διεύθυνση 224.0.0.5 που χρησιμοποιείται από το OSPF για πολλαπλή διανομή (multicast address).

1.22) Το OSPF χρησιμοποιεί ως πρωτόκολλο στρώματος δικτύου το IPv4 και ως αριθμό πρωτοκόλλου τον αριθμό 89.

1.23) Τα πακέτα IP που μεταφέρουν τα πακέτα OSPF έχουν τιμή TTL 1.

1.24) Τα πακέτα OSPF είναι τύπου 1 (Hello) και ανήκουν στην backbone area (κορμός – περιοχή 0).

1.25) Τα παραπάνω πακέτα στέλνονται κάθε 10 δευτερόλεπτα, και αυτό επιβεβαιώνεται από την πληροφορία ‘Hello Timer 10s’ που φέρεται πάνω σε κάθε πακέτο Hello. Επίσης, γράφεται σε κάθε πακέτο η τιμή του Dead Timer που είναι 40 δευτερόλεπτα.

1.26) Το Router ID του R1 αναγράφεται ότι είναι 192.168.1.1. Η τιμή αυτή είναι προεπιλεγμένη ως η διεύθυνση της διεπαφής του R1 στο LAN1, καθώς δεν έχω ορίσει εγώ χειροκίνητα μία τιμή.

1.27) Ο επιλεγμένος δρομολογητής DR (Designated Router) της ζεύξης στο LAN1 είναι ο R1, αφού αναφέρεται σε κάθε πακέτο η πληροφορία ‘Designated Router 192.168.1.1’. Εν γένει, για κάθε ζεύξη επιλέγεται ένας δρομολογητής ως DR (αυτός με την μεγαλύτερη Router Priority) και ένας

Backup DR. Ωστόσο, όταν δεν υπάρχουν τουλάχιστον 2 OSPF δρομολογητές, δεν υπάρχει BDR.

1.28) Ξεκινώ μια αντίστοιχη καταγραφή στη διεπαφή του R1 στο WAN1 με “`tcpdump -i em1 -vnn -n`” και περιμένω για τουλάχιστον 1 λεπτό.

1.29) Ναι, παρατηρώ ότι ο R1 έλαβε μηνύματα OSPF Hello από τον R2, δηλαδή με διεύθυνση πηγής 172.17.17.2. Το Router ID του R2 είναι η διεύθυνση 192.168.2.1.

1.30) Η μάσκα υποδικτύου στα περιεχόμενα των πακέτων OSPF Hello αφορά την διεύθυνση IP της διεπαφής από την οποία ο δρομολογητής στέλνει τα πακέτα αυτά.

1.31) Τα πακέτα OSPF Hello στο WAN1 μεταφέρουν τις ίδιες πληροφορίες με αυτά στο LAN1 και επιπλέον την πληροφορία για τον Backup DR. Σε αυτήν την περίπτωση είναι λογικό, καθώς μόνο όταν υπάρχουν τουλάχιστον 2 δρομολογητές OSPF δίνεται ο ρόλος του BDR σε έναν από αυτούς. Σε ζεύξη με 1 δρομολογητή αυτό δεν είναι δυνατό, καθώς ο κάθε δρομολογητής OSPF δεν μπορεί να έχει πολλαπλούς ρόλους.

1.32) Όχι, τα μηνύματα αυτά δεν περιλαμβάνουν διαφημίσεις δικτύων όπως αυτά του πρωτοκόλλου RIP.

1.33) Ο R1 και ο R2 στα πακέτα OSPF Hello δηλώνουν προτεραιότητα 1.

1.34) Η διεύθυνση IP του επιλεγμένου δρομολογητή DR για τη ζεύξη στο WAN1 είναι η 172.17.17.1 (R1) και αυτή του BDR η 172.17.17.2 (R2). Ο ρόλος του DR ανατίθεται στον δρομολογητή που έχει την μεγαλύτερη Router Priority, και σε περίπτωση ισοτιμίας επιλέγεται αυτός με την μεγαλύτερη Router ID. Στην περίπτωσή μας, οι δρομολογητές R{1,2} έχουν την ίδια Router Priority, επομένως θα περίμενε κανείς να γίνει ο R2 DR, αφού έχει μεγαλύτερη Router ID. Αυτό όμως δεν συμβαίνει, επειδή ο R1 έγινε δρομολογητής OSPF νωρίτερα από τον R2. Σημειώνεται ότι μόνο εάν συμβεί απώλεια του DR ή της διεπαφής του θα γίνει επανεκλογή για DR στην ζεύξη.

1.35) Σε `ospf router configuration mode` στον R1 ορίζω τη διεπαφή του στο LAN1 ως `passive-interface` με την εξής ακολουθία εντολών (από Global Configuration Mode):

```
router ospf
passive-interface em0
```

Αντίστοιχα, για την διεπαφή του R2 στο LAN2:

```
router ospf
passive-interface em0
```

1.36) Με τη χρήση tcpdump παρατηρώ ότι η αποστολή πακέτων OSPF Hello στα LAN{1,2} έχει σταματήσει.

1.37) Όχι, με την παραπάνω ρύθμιση δεν επηρεάζεται η λειτουργία του δικτύου. Αυτό είναι λογικό, αφού στα LAN{1,2} δεν είναι συνδεδεμένοι άλλοι δρομολογητές εκτός των R{1,2}. Έτσι, με οποιαδήποτε αλλαγή στις LSDB των R{1,2} δεν θα χρειαστεί να ενημερωθούν δρομολογητές από τα LANs.

Άσκηση 2

2.1) Γνωρίζω ότι η Router-ID επιλέγεται ως η μεγαλύτερη διεύθυνση loopback ή, εάν δεν έχει ορισθεί, η μεγαλύτερη διεύθυνση από τις υπόλοιπες διεπαφές. Έτσι, μπορώ να εξωθήσω το OSPF να επιλέξει ως Router-ID την τιμή της διεύθυνσης loopback, την οποία θα ορίσω χειροκίνητα (μόνη προϋπόθεση είναι η διεύθυνση αυτή να είναι μεγαλύτερη της 127.0.0.1). Εναλλακτικά, μπορώ να ορίσω την διεύθυνση IP μιας μη συνδεδεμένης κάρτας δικτύου.

2.2) Ορίζω χειροκίνητα ως 1 και 2 το Router-ID για τους δρομολογητές R{1,2}, αντίστοιχα με τις παρακάτω αντίστοιχες εντολές από το επίπεδο ospf router configuration mode:

router-id 0.0.0.1 και router-id 0.0.0.2

2.3) Στον R1 εκτελώ την εντολή “show ip ospf” για να εμφανίσω πληροφορίες σχετικά με τον δρομολογητή OSPF. Το Router-ID του είναι 0.0.0.1, ανήκει σε 1 περιοχή, την περιοχή 0 (Backbone), και η LSDB δεν έχει κάποιο LSA (Number of summary LSA 0).

2.4) Στον R1 εκτελώ την εντολή “show ip ospf neighbor” για να δω πληροφορίες για τον γείτονά του, R2. Καταλαβαίνω ότι το OSPF έχει συγκλίνει από τη λέξη ‘Full’ στην στήλη ‘State’. Επίσης, ο γείτονας είναι DBR, λόγω της λέξης ‘Backup’ επίσης στην στήλη ‘State’.

2.5) Εκτελώ διαδοχικά την προηγούμενη εντολή, “show ip ospf neighbor”. Η τιμή του Dead Time ανανεώνεται σε 40s κάθε φορά που ο R1 λαμβάνει μήνυμα OSPF Hello από τον R2. Αφού το μήνυμα αυτό στέλνεται κάθε 10s, είναι λογικό η τιμή αυτή να κυμαίνεται από 30s – 40s.

2.6) Με την εντολή “show ip ospf neighbor detail” μπορώ να δω όλες τις λεπτομέρειες της γειτνίασης του R1 με τον R2.

2.7) Εκτελώντας την εντολή `“show ip ospf interface em1”` στους R{1,2} παρουσιάζω τις εξής πληροφορίες: α) το είδος του δικτύου είναι εκπομπή (BROADCAST), β) ο R1 είναι DR και γ) ο R2 είναι BDR.

2.8) Οι R{1,2} είναι μέλη στις εξής ομάδες πολλαπλής διανομής στο WAN1: OSPFAllRouters, OSPFDesignatedRouters.

2.9) Εκτελώ την εντολή `“show ip ospf database”` για να εμφανίσω συνοπτικά τα περιεχόμενα της βάσης δεδομένων LSDB του OSPF στους R{1,2}. Βλέπω συνολικά 2 Router LSA και 1 Network LSA.

Ναι το αποτέλεσμα είναι το ίδιο στους δύο δρομολογητές.

2.10) Το Link ID των Router LSA είναι το Router ID του δρομολογητή που τα δημιουργεί.

2.11) Στο Network LSA η τιμή του Link ID είναι η διεύθυνση της διεπαφής που έχει οριστεί ως DR στην ζεύξη του WAN1.

2.12) Μπορώ να δω λεπτομέρειες για το Router LSA που παράγει ο R1 με την εντολή `“show ip ospf database self-originate”`.

2.13) Το δίκτυο του LAN1 χαρακτηρίζεται ως ‘Stub Network’ και αυτό του WAN1 ‘Transit Network’. Αυτό συμβαίνει επειδή στο δίκτυο του LAN1 έχει μόνο έναν δρομολογητή OSPF, ενώ σε αυτό του WAN1 υπάρχουν τουλάχιστον 2 δρομολογητές.

2.14) Μπορώ να δω λεπτομέρειες για το Network LSA που παράγει ο DR στο WAN1 με την εντολή `“show ip ospf database router 0.0.0.2”` (από οποιονδήποτε εκ των R{1,2}).

2.15) Από το αποτέλεσμα της παραπάνω εντολής εμφανίζεται η πληροφορία ότι η ζεύξη στο WAN1 είναι η περιοχή κορμού (backbone area).

2.16) Στους R{1,2} βλέπω με την εντολή `“show ip ospf route”` τον πίνακα διαδρομών του OSPF. Σε κάθε πίνακα δρομολόγησης βλέπω 3 εγγραφές, οι οποίες ανήκουν όλες στην περιοχή 0.0.0.0 (περιοχή κορμού).

2.17) Το κόστος κάθε διαδρομής που εμφανίστηκε παραπάνω είναι 10, εκτός των R1 → LAN2 και R2 → LAN1, το κόστος των οποίων είναι 20. Στην συνέχεια, εκτελώ την εντολή `“show ip route ospf”` και βλέπω ότι στις εγγραφές που παραπάνω εμφανίστηκαν με κόστος 20, το μήκος απόστασης είναι 20. Επομένως, παρατηρώ ότι οι διαδρομές με διπλάσιο μήκος διαδρομής από τις υπόλοιπες φαίνεται να έχουν και διπλάσιο κόστος.

2.18) Σε interface configuration mode ορίζω για την διεπαφή στο WAN1 του R1 ταχύτητα διεπαφής 100 Mbps με την ακολουθία εντολών: `interface em1 , bandwidth 100000`.

2.19) Το νέο κόστος της ζεύξης του R1 στο WAN1 φαίνεται να είναι 1, εκτελώντας την εντολή `“show ip ospf interface em1”`.

2.20) Εμφανίζοντας τον πίνακα δρομολόγησης του R1 με `“show ip ospf route”`, βλέπω ότι το κόστος προώθησης στο WAN1 άλλαξε από 10 σε 1.

2.21) Εμφανίζω τον πίνακα δρομολόγησης στον R2 με `“show ip ospf route”`. Το κόστος από τον R2 προς το LAN1 είναι 20, επειδή το κόστος αυτό αντιστοιχεί στον λόγο μιας ταχύτητας αναφοράς, που στο Quagga η προεπιλεγμένη τιμή είναι 100 Mbps, προς την ταχύτητα της διεπαφής, που είναι 2000 Mbps.

2.22) Στον R2 ορίζω ταχύτητα 100 Mbps για την διεπαφή του στο WAN1 με την εντολή `“interface em1” , “bandwidth 100000”`.

2.23) Ξεκινώ μια νέα καταγραφή στη διεπαφή του R1 στο WAN1 με `“tcpdump -i em1 -vvn -n”`.

2.24) Στον R2 διαγράφω το δίκτυο 192.168.2.0/24 από το OSPF με την εντολή `“no network 192.168.2.0/24 area 0”`.

2.25) Από την καταγραφή παρατηρώ ότι αμέσως μόλις διεγράφη η παραπάνω εγγραφή στάλθηκε ένα LSU (Link State – Update) μήνυμα από τον R2 και στη συνέχεια ένα LSack μήνυμα από τον R1.

2.26) Παρατηρώ ότι πλέον στους πίνακες διαδρομών των δρομολογητών δεν υπάρχει εγγραφή για το δίκτυο στο LAN2. Επομένως, όπως είναι αναμενόμενο, τα 2 PCs δεν επικοινωνούν πλέον.

2.27) Όχι, συνεχίζουν να παράγονται μηνύματα OSPF στο WAN1. Αυτό συμβαίνει επειδή ο πίνακας διαδρομών του R2 δεν είναι κενός, καθώς περιέχει τις εγγραφές για το WAN1 και LAN1.

2.28) Επανεισάγω στον R2 την εγγραφή για το δίκτυο 192.168.2.0/24 στο OSPF με `“network 192.168.2.0/24 area 0”`. Από την καταγραφή στον R1 παρατηρώ ότι παράγονται στο WAN1 μηνύματα LS-Update και LS-Ack.

Άσκηση 3

3.1) Στον R3 ορίζω μέσω cli το όνομα και τις διευθύνσεις IP για τις διεπαφές του με την παρακάτω ακολουθία εντολών:

```
cli
configure terminal
hostname R3
interface em0
ip address 172.17.17.6/30
interface em1
ip address 172.17.17.10/30
```

3.2) Στους R{1,2} ορίζω μέσω cli τις διευθύνσεις IP για τις διεπαφές των στα WAN{2,3}, αντίστοιχα, με τις παρακάτω ακολουθίες εντολών:

R1:

```
cli
configure terminal
[hostname R1]
[interface em0]
[ip address 192.168.1.1/24]
[interface em1]
[ip address 172.17.17.1/30]
interface em2
ip address 172.17.17.6/30
```

R2:

```
cli
configure terminal
[hostname R2]
[interface em0]
[ip address 192.168.2.1/24]
[interface em1]
[ip address 172.17.17.2/30]
interface em2
ip address 172.17.17.9/30
```

3.3) Ενεργοποιώ την λειτουργία link-detect στις διεπαφές WAN σε όλους τους δρομολογητές με “interface emX” → “link-detect” από global configuration mode.

3.4) Δηλώνω σε όλες τις διεπαφές σε WAN ότι το δίκτυο OSPF είναι από σημείο-σε-σημείο (point-to-point) με την εντολή “ospf network point-to-point” από Interface Configuration Mode.

3.5) Στον R1 εισάγετε το δίκτυο του WAN2 στη δρομολόγηση OSPF περιοχή 0 με την εντολή “network 172.17.17.4/30 area 0” σε ospf router configuration mode.

3.6) Αντίστοιχα στον R2 για το WAN3 με “network 172.17.17.8/30”.

3.7) Στον R3 ορίζω το 3 ως Router-ID με την εντολή “router-id 0.0.0.3” από ospf router configuration mode και εισάγω το δίκτυο 0.0.0.0/0 στη δρομολόγηση OSPF στην περιοχή 0 με “network 0.0.0.0/0 area 0”.

3.8) Εμφανίζοντας τον πίνακα διαδρομών του πρωτοκόλλου OSPF στον R1 με “show ip ospf route”, καταγράφω το αποτέλεσμα παρακάτω:

```
R1# 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 =====
R1#
```

3.9) Αντίστοιχα στον R2:

```
R2# show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N    127.0.0.1/32          [20] area: 0.0.0.0
                                via 172.17.17.10, em2
N    172.17.17.0/30       [1] area: 0.0.0.0
                                directly attached to em1
N    172.17.17.4/30       [11] area: 0.0.0.0
                                via 172.17.17.1, em1
N    172.17.17.8/30       [10] area: 0.0.0.0
                                directly attached to em2
N    192.168.1.0/24       [11] area: 0.0.0.0
                                via 172.17.17.1, em1
N    192.168.2.0/24       [10] area: 0.0.0.0
                                directly attached to em0

===== OSPF router routing table =====
===== OSPF external routing table =====
R2#
```

3.10) Αντίστοιχα στον R3:

```
R3# show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N   172.17.17.0/30      [111] area: 0.0.0.0
                        via 172.17.17.5, em0
                        via 172.17.17.9, em1
N   172.17.17.4/30      [101] area: 0.0.0.0
                        directly attached to em0
N   172.17.17.8/30      [101] area: 0.0.0.0
                        directly attached to em1
N   192.168.1.0/24      [201] area: 0.0.0.0
                        via 172.17.17.5, em0
N   192.168.2.0/24      [201] area: 0.0.0.0
                        via 172.17.17.9, em1

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

R3#
```

3.11) Επομένως, όταν στον R3 εισάγω το δίκτυο 0.0.0.0/0 στην δρομολόγηση, ο R3 διαφημίζει όλα τα δίκτυα που έχει στον πίνακα διαδρομών του.

3.12) Η διεύθυνση 127.0.0.1 δεν αντιστοιχεί σε κάποιο συγκεκριμένο μηχανήμα, αλλά όπως γνωρίζουμε, αντιστοιχεί στην διεύθυνση loopback κάθε μηχανήματος. Ωστόσο, η εγγραφή αυτή εισήχθη στους πίνακες διαδρομών όταν ο R3 διαφήμιζε τις εγγραφές του στους R{1,2}. Επομένως, καταλαβαίνω ότι αυτή η εγγραφή στους R{1,2} αντιστοιχεί στο μηχανήμα R3.

3.13) Στο R1 κάνω “ping 127.0.0.1”. Το μηχανήμα που απαντάει είναι το ίδιο το R1. Αυτό συμβαίνει επειδή πριν προωθηθεί το πακέτο ICMP στην κάρτα δικτύου του R1, εισέρχεται στην loopback. Δηλαδή, το πακέτο δεν στέλνεται ποτέ στην πραγματικότητα. Σημειώνεται ότι αυτό το καταλαβαίνω επειδή η τιμή TTL παραμένει 64 στα πακέτα ICMP echo reply.

3.14) Ο πίνακας δρομολόγησης OSPF του R3 έχει 2 εγγραφές προς το δίκτυο του WAN1, μία από κάθε άλλο δρομολογητή. Στον πίνακα προώθησης έχει επιλεγθεί αυτή που προωθεί προς τον R1.

3.15) Στις ζεύξεις WAN δεν εκλέγονται δρομολογητές DR πλέον, όπως ορίσαμε παραπάνω. Αυτό συμβαίνει επειδή όλες οι διεπαφές των WAN ορίστηκαν ως ζεύξεις σημείο-προς-σημείο (point-to-point). Σε αυτόν τον τύπο ζεύξης δεν εκλέγονται OSPF DR δρομολογητές, επειδή υπάρχουν μόνο 2 δρομολογητές στην ζεύξη, και έτσι οι δρομολογητές είναι DROther.

3.16) Η βάση δεδομένων LSDB των δρομολογητών περιέχει μόνο router LSAs, επειδή σε όλες τις διεπαφές των δρομολογητών στα WANs έχει

δηλωθεί ότι το δίκτυο OSPF είναι point-to-point, πράγμα που αιτιολογεί το γεγονός ότι δεν υπάρχουν στην βάση δεδομένων network LSAs.

3.17) Εμφανίζω λεπτομέρειες για το Router LSA που παράγει ο R1 με `“show ip ospf database router”`. Βλέπω ότι η σύνδεσή του στο WAN θεωρείται από το OSPF ως Stub Network.

3.18) Ξεκινώ ping από το PC2 στο PC1 και το αφήνω αν τρέχει. Η τιμή του TTL του ICMP echo reply είναι 62.

3.19) Ξεκινώ καταγραφή στον R2 στη διεπαφή του στο WAN3 με `“tcpdump -i em2 -vvv not icmp”`.

3.20) Αποσυνδέω το καλώδιο της διεπαφής του R1 στο WAN1. Έπειτα σταματώ το ping και παρατηρώ ότι δεν χάθηκε κανένα ICMP πακέτο και ότι η τιμή του TTL μειώθηκε από 62 σε 61 κατά την διακοπή της σύνδεσης.

3.21) Με βάση το παραπάνω αποτέλεσμα, αντιλαμβάνομαι ότι το OSPF είναι ένα πολύ αξιόπιστο πρωτόκολλο με πολύ γρήγορη αντίδραση σε τέτοιου είδους προβλήματα δικτύου.

3.22) Σταματώ την καταγραφή (έπειτα από τουλάχιστον 1 λεπτό). Μέχρι να ολοκληρωθεί η ενημέρωση της LSDB του R2 ανταλλάχθηκαν 3 ζευγάρια μηνυμάτων LSU – LSack.

3.23) Περίπου μισό λεπτό.

3.24) Το νέο κόστος των διαδρομών προς τα WAN{1,3} και LAN2 στον πίνακα δρομολόγησης του R1 είναι 21, 20 και 30, αντίστοιχα.

3.25) Το νέο κόστος των διαδρομών προς τα WAN{1,2} και LAN1 στον πίνακα δρομολόγησης του R2 είναι 1, 20 και 30, αντίστοιχα.

3.26) Πλέον στον πίνακα δρομολόγησης του R3 προς το WAN1 υπάρχει μία εγγραφή, και όχι δύο, όπως καταγράφηκε στο 3.14.

3.27) Βλέπω μια εγγραφή προς το WAN1 μέσω του R3 με κόστος 21.

3.28) Αποσυνδέω το καλώδιο της διεπαφής του R2 στο WAN1. Παρατηρώ ότι οι πίνακες δρομολόγησης των δρομολογητών έχουν αφαιρέσει την εγγραφή για το WAN1.

3.29) Ξεκινώ πάλι ping από το PC2 στο PC1 και το αφήνω να τρέχει. Επανασυνδέω τις διεπαφές των R1 και R2 στο WAN1. Και παρατηρώ ότι μετά από περίπου 15 δευτερόλεπτα η δρομολόγηση γίνεται από το WAN1.

Αυτό το αντιλαμβανόμαστε από την τιμή του πεδίου TTL των ICMP echo reply που αλλάζει από 61 σε 62.

3.30) Η αλλαγή διαδρομής κατά την πτώση του WAN1 γίνεται γρηγορότερα από ότι κατά την επάνοδό του. Στο OSPF αυτό συμβαίνει επειδή, όταν μια ζεύξη πέφτει, στέλνονται μηνύματα OSPF LS-Update κατευθείαν από τον δρομολογητή που έχει διεπαφή στην ζεύξη αυτή για να ενημερωθούν το συντομότερο οι δρομολογητές στην ίδια περιοχή. Στην περίπτωση που μια ζεύξη δημιουργηθεί, οι δρομολογητές θα ειδοποιηθούν για την ύπαρξή της από διαφημίσεις LSA που θα στείλουν οι δρομολογητές συνδεδεμένοι σε αυτήν, τις οποίες γνωρίζω ότι οι δρομολογητές στέλνουν κάθε 10 δευτερόλεπτα (Hello timer).

Άσκηση 4

4.1) Μέσω vtysh ορίζω στα PC{1,2} το όνομα, τη διεύθυνση IP και τη σωστή προεπιλεγμένη πύλη με τις παρακάτω ακολουθίες εντολών:

PC1:

```
vtys
configure terminal
hostname PC1
ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1
interface em0
ip address 192.168.1.2/24
```

PC2:

```
vtys
configure terminal
hostname PC2
ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1
interface em0
ip address 192.168.2.2/24
```

4.2) Μέσω του cli ορίζω στους R{1,2,3,4,5} 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 με τις παρακάτω ακολουθίες εντολών:

Ri:

```
cli
configure terminal
hostname Ri
interface lo0
172.22.22.i/32
```

4.3) Σε όλους τους δρομολογητές ενεργοποιώ τη λειτουργία link-detect στις διεπαφές WAN από Global Configuration Mode με την παρακάτω ακολουθία εντολών:

```
interface emX  
link-detect
```

4.4) Στον R1 ορίζω διευθύνσεις IP στις διεπαφές και εισάγω τα δίκτυα στα WAN{1,2} στην περιοχή 0 της δρομολόγησης OSPF με τις παρακάτω εντολές (από Global Configuration Mode):

```
interface em0  
ip address 10.1.1.1/30  
interface em1  
ip address 10.1.1.5/30  
exit  
router ospf  
network 10.1.1.0/30 area 0  
network 10.1.1.4/30 area 0
```

4.5) Αντίστοιχα στον R2 για το WAN1 στην περιοχή 0 και WAN3 στην περιοχή 1:

```
interface em0  
ip address 10.1.1.2/30  
interface em1  
ip address 10.1.1.9/30  
exit  
router ospf  
network 10.1.1.0/30 area 0  
network 10.1.1.8/30 area 1
```

4.6) Αντίστοιχα στον R3 για το WAN2 στην περιοχή 0 και WAN4 στην περιοχή 2:

```
interface em0  
ip address 10.1.1.6/30  
interface em1  
ip address 10.1.1.13/30  
exit  
router ospf  
network 10.1.1.4/30 area 0  
network 10.1.1.12/30 area 2
```

4.7) Αντίστοιχα στον R4 για τα LAN1 και WAN3 στην περιοχή 1:

```
interface em0  
ip address 192.168.1.1/24  
interface em1  
ip address 10.1.1.10/30  
exit  
router ospf  
network 192.168.1.0/24 area 1
```

```
network 10.1.1.8/30 area 1
```

4.8) Αντίστοιχα στον R5 για τα LAN2 και WAN4 στην περιοχή 2:

```
interface em0
ip address 192.168.2.1/24
interface em1
ip address 10.1.1.14/30
exit
router ospf
network 192.168.2.0/24 area 2
network 10.1.1.12/30 area 2
```

4.9) Το ping από το PC1 στο PC2 επιτυγχάνει.

4.10) Εκτελώντας την εντολή “show ip ospf” εμφανίζεται η Router-ID, η οποία τέθηκε για κάθε δρομολογητή η τιμή της διεύθυνσης loopback, δηλαδή Router-ID of Ri → 172.22.22.i.

4.11) Εκτελώντας την εντολή “show ip ospf neighbor” εμφανίζονται οι DR/BDR κάθε WAN, όπως φαίνονται παρακάτω:

WAN1 → R1: BDR, R2: DR

WAN2 → R1: BDR, R3: DR

WAN3 → R2: DR, R4: BDR

WAN4 → R3: DR, R5: BDR

Σημειώνεται ότι τα παραπάνω αποτελέσματα δεν είναι προφανή. Αυτό συμβαίνει επειδή η εκλογή για DR σε μία ζεύξη γίνεται μόλις ο ήδη υπάρχον DR ή η διεπαφή του σε αυτήν πέσει. Έτσι, ουσιαστικά, ο DR κάθε ζεύξης είναι προς το παρόν ο δρομολογητής που ξεκίνησε να λειτουργεί πρώτος.

4.12) Εκτελώντας την εντολή “show ip ospf border-routers” εμφανίζω τους ABR σε κάθε περιοχή στην οποία ανήκει τουλάχιστον μία διεπαφή του δρομολογητή που εκτελώ την εντολή. Δηλαδή, για την περιοχή 0 οι ABRs είναι οι R{2,3}, για την περιοχή 1 ο ABR είναι ο R2 και για την περιοχή 2 ο ABR είναι ο R3.

4.13) Εκτελώ στον R1 την εντολή “show ip ospf database” για να εμφανίσω τα LSA που περιέχει η LSDB του. Παρατηρώ ότι, σε αντίθεση με την άσκηση 2, η LSDB περιέχει και Summary LSA.

4.14) Η LSDB του R1 έχει συνολικά 9 LSA, 3 Router LSA, 2 Network LSA και 4 Summary LSA.

Τα Router LSA είναι 3 επειδή στην περιοχή στην οποία ανήκει εξολοκλήρου ο R1 υπάρχουν 3 δρομολογητές· ο ίδιος και οι R{2,3}. Σημειώνεται ότι τα Router LSA χρησιμοποιούνται για να διαφημίσουν οι

δρομολογητές την ύπαρξή τους. Καταχωρώντας τα λοιπόν ο R1 γνωρίζει ποιοι δρομολογητές υπάρχουν στην περιοχή 0.

4.15) Στον R1, εκτελώντας την εντολή **“show ip ospf database self-originate”**, βλέπω τα LSA τα οποία πηγάζουν από αυτόν, τα οποία είναι μόνο 1, Router LSA με Link-ID → 172.22.22.1

4.16) Εκτελώ την εντολή **“show ip ospf database router”** για να εμφανίσω τις Router LSA της LSDB του R1 με περισσότερες λεπτομέρειες. Γνωρίζω ότι η Link-ID δίνεται σε μία LSA από την Router-ID του δρομολογητή του οποίου αυτή είναι παραγόμενη. Και αυτό επιβεβαιώνεται από την εκτέλεση της εντολής αυτής, που φαίνεται ότι η Link-ID του R1 είναι 172.22.22.1, του R2 είναι 172.22.22.2 και του R3 172.22.22.3.

4.17) Εκτελώ στον R2 την εντολή **“show ip ospf database”**. Βλέπω ότι η LSDB του έχει εγγραφές LSA και για τις δύο περιοχές (area 0 & 1) που αυτός είναι συνδεδεμένος.

4.18) Η LSDB του R2 έχει συνολικά 13 LSA. Εξ αυτών στην περιοχή 0 είναι 3 Router, 2 Network και 4 Summary, και στην περιοχή 1 είναι 2 Router, 1 Network και 1 Summary.

Γνωρίζω ότι το Link-ID των Network LSA είναι η διεύθυνση διεπαφής του DR στην διαφημιζόμενη ζεύξη. Επομένως, είναι αναμενόμενο στην περιοχή 0 να καταγραφούν 2 Network LSA, αφού υπάρχουν τα WAN{1,2}, και στην περιοχή 1 να καταγραφεί 1 Network LSA, λόγω του WAN3.

4.19) Εκτελώ την εντολή **“show ip ospf database network”** στον R2.

Τα Network LSA δημιουργούνται από τον DR μια ζεύξης εκπομπής και ουσιαστικά είναι μία συλλογή των Router LSA που στέλνονται σε αυτήν. Έτσι, αυτός μπορεί να στέλνει την εγγραφή αυτή στην υπόλοιπη περιοχή για να διαφημίζει την ύπαρξη των δρομολογητών της ζεύξης αυτής.

Το Link-ID ενός Network LSA, λοιπόν, είναι η διεύθυνση της διεπαφής του DR από την οποία αυτό στέλνεται.

4.20) Εκτελώντας **“show ip ospf database”** στον R3 βλέπω ότι η LSDB του περιέχει 13 LSA· 3 Router, 2 Network και 4 Summary στην περιοχή 0 και 2 Router, 1 Network και 1 Summary στην περιοχή 2. Η αιτιολόγηση για το πλήθος των LSA είναι ακριβώς αντίστοιχη με αυτήν του ερωτήματος 4.18.

4.21) Εκτελώ **“show ip ospf database summary”** στον R3.

Τα Summary LSA δημιουργούνται από έναν ABR για να συνοψίσει τη γνώση του για τα δίκτυα μιας περιοχής με σκοπό να την διαφημίσει στις

άλλες περιοχές που είναι συνδεδεμένος με τη μορφή προθεμάτων δικτύου. Τα Link-ID των LSA αυτών, λοιπόν, είναι τα προθέματα αυτά των δικτύων που διαφημίζονται.

4.22) Η πηγή διαφήμισης των Router LSA της βάσης δεδομένων LSDB του R1 είναι ο κάθε δρομολογητής από τον οποίο παράγονται, και των Network είναι οι διευθύνσεις των διεπαφών των R{2,3} στα WAN{1,2}, αντίστοιχα.

4.23) Οι πηγές διαφήμισης των Summary LSA της LSDB του R2 για την περιοχή 0 είναι οι R{2,3}, δηλαδή όλοι οι ABR που ανήκουν στην περιοχή αυτή. Αντίστοιχα, για την περιοχή 1, πηγή των Summary LSA είναι μόνο ο R2.

4.24) Εμφανίζω τον πίνακα διαδρομών με `“show ip ospf route”` του R1. Παρατηρώ ότι για τις διαδρομές μεταξύ περιοχών υπάρχει η ένδειξη ‘IA’ (Inter-Area).

4.25) Στον πίνακα δρομολόγησης του R1 (`“show ip route ospf”`) βλέπω ότι δεν υπάρχει κάποια ένδειξη για τα LSA μεταξύ περιοχών.

4.26) Εκτός από διαδρομές προς δίκτυα, ο πίνακας διαδρομών OSPF του R1 περιέχει και εγγραφές για διαδρομές προς τους δρομολογητές R{2,3}.

4.27) Ναι, στις εγγραφές προς δρομολογητές υπάρχει ένδειξη για το είδος τους (ABR, ASBR), το οποίο στην προκειμένη περίπτωση είναι και για τους δύο ABR.

Άσκηση 5

5.1) Εισάγω μέσω cli στον R3 στατικές διαδρομές για τα δίκτυα 5.5.5.0/24 και 6.6.6.0/24 μέσω της loopback lo0 από Global Configuration Mode με την εντολή `“ip route x.x.x.0/24 lo0”`.

5.2) Οι εγγραφές που προστέθηκαν παραπάνω δεν φαίνεται να έχουν προστεθεί ούτε στον πίνακα δρομολόγησης του R3 ούτε στον πίνακα διαδρομών OSPF του. Ωστόσο, εάν εμφανίσω τον πίνακα δρομολόγησης του μέσω του λειτουργικού του συστήματος (δηλαδή χωρίς cli), παρατηρώ ότι οι εγγραφές εμφανίζονται.

5.3) Όχι, οι εγγραφές αυτές δεν έχουν τοποθετηθεί στους πίνακες δρομολόγησης των άλλων δρομολογητών. Αυτό είναι λογικό, αφού οι δρομολογητές εν γένει επικοινωνούν μέσω του πρωτοκόλλου OSPF και στον πίνακα διαδρομών OSPF δεν έχουν προστεθεί.

5.4) Στον R3 από ospf router configuration mode, δίνω την εντολή **“redistribute static”**. Παρατηρώ ότι ο πίνακας δρομολόγησης του R3 μένει αμετάβλητος.

5.5) Παρατηρώ ότι στους πίνακες δρομολόγησης των υπόλοιπων δρομολογητών οι παραπάνω στατικές εγγραφές έχουν προστεθεί.

5.6) Παρατηρώ ότι στους πίνακες διαδρομών OSPF των υπολοίπων δρομολογητών υπάρχει μία κατηγορία εγγραφών με τίτλο **‘OSPF external routing table’** για εξωτερικές διαδρομές.

5.7) Οι διαδρομές αυτές είναι είδους E2. Στον πίνακα διαδρομών αναγράφονται δύο τιμές κόστους στην μορφή **“[κόστος1/κόστος2]”**, τα οποία αντιστοιχίζονται στο κόστος εντός του δικτύου OSPF και στο κόστος προς τον προορισμό, αντίστοιχα για τα **“κόστος{1,2}”**.

5.8) Στους πίνακες διαδρομών OSPF των άλλων δρομολογητών εμφανίζεται επιπλέον η ένδειξη **‘ASBR’**, αφού ο R3 έχει μία τουλάχιστον διεπαφή του εκτός του δικτύου πρωτοκόλλου OSPF.

5.9) Στην LSDB του R1 υπάρχουν επιπλέον 2 External LSA εγγραφές, που δεν υπήρχαν στην άσκηση 4.

5.10) Δίνω την εντολή **“show ip ospf database external”** στον R1 για να εμφανίσω με περισσότερες λεπτομέρειες τις external LSA εγγραφές της LSDB του. Γενικά, το Link-ID των εγγραφών αυτών δίνεται από τον αριθμό δικτύου του εξωτερικού δικτύου που διαφημίζεται.

5.11) Στην LSDB του R4 φαίνονται επιπλέον δύο κατηγορίες LSA εγγραφών, η ASBR-Summary Link States και η AS External Link States.

5.12) Δίνω την εντολή **“show ip ospf database asbr-summary”** στον R4. Το Link-ID των εγγραφών της κατηγορίας αυτής προκύπτει από την διεπαφή του δρομολογητή από την οποία είναι προσβάσιμο το δίκτυο που διαφημίζεται.

5.13) Η πηγή διαφήμισης των ASBR Summary LSA της LSDB του R4 είναι ο R2. Υπενθυμίζεται πως οποιοσδήποτε δρομολογητής που δεν είναι συνοριακό, δηλαδή μεταξύ 2 περιοχών, επικοινωνεί μόνο με δρομολογητές της περιοχής του.

5.14) Στον R5 η κατηγορία ASBR Summary LSA δεν υπάρχει, καθώς συνδέεται με τον R3 άμεσα από το δίκτυο WAN4, και έτσι οι εγγραφές αυτές κατηγοριοποιούνται ως AS External LSA.

5.15) Εισάγω στον R2 μέσω cli προεπιλεγμένη πύλη μέσω της loopback 172.22.22.2 με την εντολή `ip route 0.0.0.0/0 172.22.22.2` (από Global Configuration Mode).

5.16) Ναι, η προκαθορισμένη διαδρομή έχει τοποθετηθεί στον πίνακα δρομολόγησης του R2, αλλά όχι στον πίνακα διαδρομών OSPF του.

5.17) Η εγγραφή αυτή δεν έχει τοποθετηθεί στους πίνακες δρομολόγησης των άλλων δρομολογητών.

5.18) Στον R2 από ospf router configuration mode, δίνω την εντολή `default-information originate`. Παρατηρώ ότι δεν αλλάζει κάτι στον πίνακα δρομολόγησης του.

5.19) Στους πίνακες δρομολόγησης των άλλων δρομολογητών παρατηρώ ότι προστέθηκε εγγραφή για προεπιλεγμένη διαδρομή (0.0.0.0/0) με απώτερο προορισμό τον R2.

5.20) Η διαδρομή αυτή χαρακτηρίζεται ως E2 διαδρομή, δηλαδή εξωτερική (external).

5.21) Η εξωτερική διαδρομή αυτή είναι είδους E2. Στον πίνακα διαδρομών αναγράφονται δύο τιμές κόστους στην μορφή `“[κόστος1/κόστος2]”`, τα οποία αντιστοιχίζονται στο κόστος εντός του δικτύου OSPF και στο κόστος προς τον προορισμό, αντίστοιχα για τα `“κόστος{1,2}”`.

5.22) Στους πίνακες διαδρομών OSPF των άλλων δρομολογητών, για τον R2 εμφανίζονται οι ενδείξεις ABR και ASBR.

5.23) Ναι, πλέον υπάρχει ASBR-Summary LSA κατηγορία στην LSDB του R5. Αυτό συμβαίνει επειδή καμία διεπαφή του R2 δεν ανήκει στην περιοχή 2, και έτσι ο R2 για τον R5 είναι εξωτερικός δρομολογητής.

5.24) Στις LSDB των δρομολογητών υπάρχουν 3 εγγραφές External LSA: μία για την προκαθορισμένη διαδρομή μέσω του R2 και δύο για τα 5.5.5.0/24 και 6.6.6.0/24 δίκτυα μέσω του R3.

5.25) Δίνω την εντολή `show ip ospf database external` στον R1 για να εμφανίσω τις External LSA της LSDB του. Παρατηρώ ότι οι τιμές κόστους για τις εξωτερικές διαδρομές εκτός της προκαθορισμένης διαδρομής είναι ίδιες, 20, και για την προκαθορισμένη διαδρομή είναι 10.

5.26) Ο τύπος κόστους (Metric Type) έχει τιμή 2 για τις εξωτερικές διαδρομές, επειδή είναι εξωτερικές εγγραφές τύπου E2.

5.27) Το κόστος της διαδρομής OSPF από τον R4 στον R3 είναι 30.

5.28) Δίνω την εντολή “show ip ospf database asbr-summary” στον R4 για να εμφανίσω τις εγγραφές ASBR-Summary της LSDB του. Η απόσταση (Metric) έχει τιμή 20, και αφορά το μήκος της απόστασης μεταξύ των R2 – R3.

Άσκηση 6

6.1) Ξεκινώ ping από το PC1 στο PC2 και το αφήνω να τρέχει.

6.2) Παρακάτω φαίνονται οι δυναμικές εγγραφές OSPF στον πίνακα δρομολόγησης του R3:

```
R3(config)# 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>* 0.0.0.0/0 [110/10] via 10.1.1.5, em0, 00:45:23
O>* 10.1.1.0/30 [110/20] via 10.1.1.5, em0, 01:36:04
O   10.1.1.4/30 [110/10] is directly connected, em0, 01:36:11
O>* 10.1.1.8/30 [110/30] via 10.1.1.5, em0, 01:03:09
O   10.1.1.12/30 [110/10] is directly connected, em1, 01:36:11
O>* 192.168.1.0/24 [110/40] via 10.1.1.5, em0, 01:03:03
O>* 192.168.2.0/24 [110/20] via 10.1.1.14, em1, 01:02:09
R3(config)#
```

6.3) Παρακάτω φαίνονται οι δυναμικές εγγραφές OSPF στον πίνακα δρομολόγησης του R5:

```
R5(config)# 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>* 0.0.0.0/0 [110/10] via 10.1.1.13, em1, 00:45:58
O>* 5.5.5.0/24 [110/20] via 10.1.1.13, em1, 01:36:37
O>* 6.6.6.0/24 [110/20] via 10.1.1.13, em1, 01:36:37
O>* 10.1.1.0/30 [110/30] via 10.1.1.13, em1, 01:03:44
O>* 10.1.1.4/30 [110/20] via 10.1.1.13, em1, 01:03:44
O>* 10.1.1.8/30 [110/40] via 10.1.1.13, em1, 01:03:44
O   10.1.1.12/30 [110/10] is directly connected, em1, 01:36:53
O>* 192.168.1.0/24 [110/50] via 10.1.1.13, em1, 01:03:38
O   192.168.2.0/24 [110/10] is directly connected, em0, 07:01:08
R5(config)#
```

6.4) Στον R5 εκτελώ “show ip ospf database router” για να εμφανίσω από την LSDB του τις Router LSA εγγραφές. Βρίσκω αυτήν που έχει Advertising Router την lo0 του R5 (172.22.22.5). Βλέπω ότι το δίκτυο του LAN2 χαρακτηρίζεται ως ‘Stub Network’, ενώ αυτό του WAN4 ως ‘Transit Network’.

6.5) Στον R3 ορίζω μέσω cli ότι η περιοχή 2 είναι απόληξη (stub) με την εντολή “area 2 stub” (από ospf router configuration mode) και περιμένο τουλάχιστον 30 sec για να διαδοθεί η αλλαγή στο δίκτυο (Hello Time: 10s, άρα 10 δευτερόλεπτα για να φτάσει από τον R3 μέχρι τον R4 που είναι ο μακρινότερος δρομολογητής από αυτόν).

6.6) Εμφανίζω τον πίνακα δρομολόγησης του R3 με **“show ip route ospf”**. Παρατηρώ ότι η εγγραφή για το δίκτυο 192.168.2.0/24 (LAN2) δεν εμφανίζεται πια.

6.7) Ο πίνακας δρομολόγησης του R5 περιέχει τώρα διαδρομές για τα δίκτυα των LAN2 και WAN4.

6.8) Η διαδρομή για το LAN2 δεν υπάρχει στους πίνακες δρομολόγησης των άλλων δρομολογητών.

6.9) Παρατηρώ ότι το ping δεν είναι επιτυχημένο πλέον, καθώς απαντάται στο ICMP echo request ένα μήνυμα ICMP echo time-exceeded. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι ενδιαμέσοι δρομολογητές δεν γνωρίζουν πώς να δρομολογήσουν τα πακέτα για το δίκτυο του LAN2, όπως είδα στο προηγούμενο ερώτημα.

6.10) Στον R3 εκτελώ **“show ip ospf database router”** για να εμφανίσω λεπτομέρειες σχετικά με τα Router LSA των R{3,5} στην περιοχή 2. Παρατηρώ ότι οι εγγραφές έχουν διαφορετικό E-bit.

6.11) Η περιοχή 2 χαρακτηρίζεται από τον R3 ως περιοχή απόληξης (stub network).

6.12) Στον R5 ορίζω μέσω cli ότι η περιοχή 2 είναι απόληξη (stb) με την εντολή **“area 2 stub”** από ospf router configuration mode και περιμένω για να διαδοθεί η αλλαγή στο δίκτυο.

6.13) Παρατηρώ ότι στον πίνακα δρομολόγησης του R3 προστέθηκε και πάλι η εγγραφή για το δίκτυο στο LAN2.

6.14) Στον R5 εμφανίζω λεπτομέρειες για τα Router LSA των R{3,5} με **“show ip ospf database router”** (πλέον μπορώ να δω τις εγγραφές και των δύο δρομολογητών, επειδή έχουν συνάψει σχέση γειτνίασης, σε αντίθεση με το ερώτημα 6.10).

6.15) Στον πίνακα δρομολόγησης του R5 υπάρχει εγγραφή (για 0.0.0.0/0).

6.16) Στον πίνακα δρομολόγησης του R5 εν υπάρχουν εγγραφές για τα 5.5.5.0/24 και 6.6.6.0/24, καθώς αντικαταστάθηκαν από την πρόσθεση της εγγραφής για την προκαθορισμένη διαδρομή.

6.17) Ο πίνακας δρομολόγησης του R5 παρατηρώ ότι περιέχει εγγραφές για όλα τα υπόλοιπα δίκτυα με διαδρομές και εντός της περιοχής και μεταξύ περιοχών.

6.18) Στους πίνακες δρομολόγησης των άλλων δρομολογητών έχουν προστεθεί οι εγγραφές για τα δίκτυα της περιοχής 2.

6.19) Το γεγονός ότι χάθηκε η επικοινωνία μεταξύ των PCs είναι ένδειξη κακής συμπεριφοράς του δικτύου, που πηγάζει από την «ασυνεννοησία», δηλαδή το ότι δεν υπήρχε σχέση γειτνίασης, μεταξύ των R{3,5} για το είδος της περιοχής 2 (stub – transit).

6.20) Στον πίνακα διαδρομών OSPF του R4, δίνω την εντολή “**show ip ospf route**” η προκαθορισμένη διαδρομή εμφανίζεται ως εξωτερική, επειδή η διεπαφή loopback του R2 (που έχει οριστεί προεπιλεγμένη πύλη) δεν έχει ενταχθεί στο πρωτόκολλο OSPF. Στον πίνακα διαδρομών OSPF του R5 η διαδρομή αυτή εμφανίζεται ως Inter-Area. Αυτό συμβαίνει επειδή για τον R5 η προκαθορισμένη διαδρομή είναι μία εγγραφή που περιλαμβάνει όλες τις υπόλοιπες του δικτύου που τρέχει OSPF. Και αυτό επειδή ο R5 δεν έχει γνώσει για το υπόλοιπο δίκτυο, αφού έχει ορίσει την περιοχή 2 ως stub.

6.21) Η LSDB του R3 περιέχει 2 LSA που σχετίζονται με την προκαθορισμένη διαδρομή, ένα ως Summary LSA και ένα ως AS external LSA. Από αυτά το πρώτο διαφημίζεται προς τον R5.

6.22) Ο R3 διαφημίζει ο R3 την προκαθορισμένη διαδρομή στην περιοχή 2 με κόστος 1.

6.23) Η προκαθορισμένη διαδρομή έχει για τον R5 κόστος 11, 1 από την διαφήμιση του κόστους από τον R3 και 10 από την WAN3 ζεύξη.

6.24) Όχι, επειδή, όπως αναλύθηκε και στην απάντηση του 6.20, ο R5 συμπεριλαμβάνει όλες τις εξωτερικές διευθύνσεις στην προκαθορισμένη διαδρομή του, που την βλέπει ως εσωτερική εγγραφή.

6.25) Στους R{3,5} ακυρώνω τον ορισμό της περιοχής 2 ως stub area με την εντολή “no area 2 stub” από ospf router configuration mode.

6.26) Από τον R3 μπορώ να θέσω την περιοχή 2 ως totally stubby με την εντολή “area 2 stub no-summary” από ospf router configuration mode.

6.27) Από τον R3 θέτω την περιοχή 2 ως totally stubby με την παραπάνω εντολή και από τον R5 θέτω την περιοχή 2 ως απλή απόληξη με “area 2 stub” από ospf router configuration mode.

6.28) Ο πίνακας διαδρομών OSPF του R5 περιέχει εγγραφές για τα δίκτυα του LAN2 και του WAN3, καθώς και την προκαθορισμένη διαδρομή.

6.29) Στο PC2 διαγράφω την προκαθορισμένη διαδρομή με “no ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1” (global configuration mode), ορίζω το δίκτυο στο LAN2 στην περιοχή 2 της δρομολόγησης OSPF με “network 192.168.2.0/24 area 2” (ospf router configuration mode), και δηλώνω την περιοχή 2 ως απόληξη με “area 2 stub” (ospf router configuration mode), και περιμένω να ενημερωθεί ο πίνακας δρομολόγησης.

6.30) Ο πίνακας δρομολόγησης του PC2 περιέχει δυναμικές εγγραφές για τα δίκτυα WAN4, LAN2 και την προκαθορισμένη διαδρομή.

6.31) Στον R5 βλέπω λεπτομέρειες για το Router LSA που διαφημίζει ο ίδιος με “show ip ospf database router”. Βλέπω ότι, σε αντίθεση με το ερώτημα 6.4 το δίκτυο του LAN2 χαρακτηρίζεται ως Transit Network.

6.32) Από τα παραπάνω αντιλαμβάνομαι ότι η διαφορά μιας περιοχής απόληξης με ένα δίκτυο απόληξης είναι ότι στην πρώτη περίπτωση υπάρχει μόνο ένας δρομολογητής ABR συνδεδεμένος σε αυτήν, ενώ στο δίκτυο απόληξης υπάρχει μόνο ένας δρομολογητής συνδεδεμένος στην ζεύξη. Για παράδειγμα, στην τοπολογία της άσκησης τα δίκτυα WAN δεν είναι δίκτυα απόληξης, τα LAN είναι δίκτυα απόληξης, και μόνο η περιοχή 0 δεν είναι Stub Network, σε αντίθεση με τις άλλες.