

Όνοματεπώνυμο: Αλεξάνδρα Μωραϊτάκη	Όνομα PC:
Ομάδα: 1	Ημερομηνία: 06/05/2025

Εργαστηριακή Άσκηση 8 Δυναμική δρομολόγηση OSPF

ΑΣΚΗΣΗ 1 Εισαγωγή στο OSPF

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.1

Ορισμός ονόματος, IP address, route στο PC1:

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

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.2

Ορισμός ονόματος, IP address, route στο PC2:

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

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.3

Ορισμός ονόματος, IP address, interfaces μέσω cli στο R1:

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

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.4

Εμφάνιση πίνακα δρομολόγησης μέσω cli:

```
do show ip route
```

Δεν εμφανίζεται καμία στατική διαδρομή (S).

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.5

Εμφάνιση διαθέσιμων πρωτοκόλλων:

```
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
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.6

Ενεργοποίηση OSPF:

```
router ospf
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.7

24 εντολές

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.8

```
network 192.168.1.0/24 area 0
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.9

```
network 172.17.17.0/30 area 0
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.10

Εμφάνιση πίνακα δρομολόγησης:

```
do show ip route
```

Έχουν προστεθεί οι εγγραφές 0 (ospf) για τα 192.168.1.0/24, 172.17.17.0/30.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.11

Ορισμός ονόματος, IP address, interfaces μέσω cli στον R2:

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

Ενεργοποίηση OSPF:

```
router ospf
```

24 εντολές

```
network 192.168.2.0/24 area 0
```

```
network 172.17.17.0/30 area 0
```

Ping PC1 -> PC2 : Επιτυγχάνει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.12

Οι R1,R2 είναι Internal Routers (επειδή έχουν μόνο μία περιοχή) και συγκεκριμένα Backbone Routers, επειδή αυτή η περιοχή είναι η area 0.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.13

Εμφάνιση πίνακα δρομολόγησης:

```
do show ip route
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.14

Ξεχωρίζουν επειδή έχουν την σημαία O που σημαίνει OSPF.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.15

Έχουν την σημαία *.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.16

Η διαχειριστική απόσταση είναι 110 και εμφανίζεται με το σύμβολο [AD/Metric].

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.17

Η διαδρομή που έχει επιλεχθεί για το WAN1 είναι η directly connected, μέσω της διεπαφής em1, επειδή αυτή έχει Administrative Distance 0, ενώ η ίδια διαδρομή που μαθαίνεται μέσω OSPF έχει AD = 110. Εφόσον υπάρχει απευθείας σύνδεση, αυτή προτιμάται πάντα από τις δυναμικές διαδρομές.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.18

Βγήκα από το CLI με exit και έτρεξα netstat -rn. Είδα ότι οι περισσότερες εγγραφές είναι τοπικά συνδεδεμένες, εκτός από τη διαδρομή προς 192.168.2.0/24 η οποία περνά από gateway 172.17.17.2. Αυτή η διαδρομή πιθανότατα προήλθε από δυναμική δρομολόγηση (OSPF)..

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.1.9

R1: `tcpdump -i em0 -n -vv`

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.20

OSPF source address: 192.168.1.1

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.21

OSPF destination address: 224.0.0.5 (multicast IP για όλους τους OSPF δρομολογητές)

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.22

proto OSPF (89)

- Πρωτόκολλο: IP
- Αριθμός πρωτοκόλλου: 89

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.23

TTL = 1, γιατί τα OSPF πακέτα δεν προωθούνται. Μένουν στο τοπικό subnet (άμεσοι γείτονες).

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.24

OSPFv2, Hello, length 44

- Backbone Area
- Τύπος πακέτου: Hello
- Περιοχή: Backbone Area → δηλαδή Area 0.0.0.0

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.25

Τα πακέτα Hello στέλνονται κάθε 10 δευτερόλεπτα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.26

Router-ID 192.168.1.1, επειδή είναι η μεγαλύτερη IP από τα ενεργά interfaces.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.27

Ο R1 είναι ο Designated Router (DR) στη LAN1.

Δεν αναφέρεται Backup DR άρα δεν υπάρχει BDR, γιατί υπάρχει μόνο ένας δρομολογητής.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.28

R1: `tcpdump -i em1 -n -vv`

Ναι παρατηρούμε μηνύματα hello κανονικά.

OSPF source address: 172.17.17.1

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.29

Ναι παρατηρούμε μηνύματα hello κανονικά.

OSPF source address: 172.17.17.2

Router-ID 192.168.2.1

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.30

Η μάσκα /30 αντιστοιχεί στο δίκτυο 172.17.17.0/30

Δηλαδή, αφορά το δίκτυο της διεπαφής που στέλνει το Hello, δηλαδή το WAN1.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.31

Στο WAN1, επειδή είναι Point-to-Point, θα δεις:

- Designated Router (DR)
- Backup DR (BDR)

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.32

Τα OSPF Hello packets δεν διαφημίζουν δίκτυα. Είναι μόνο για σχηματισμό και διατήρηση γειτονιών. Τα δίκτυα διαφημίζονται με LSA.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.33

R1: Priority = 1

R2: Priority = 1

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.34

Designated Router: 172.17.17.1

Backup Designated Router: 172.17.17.2

Ναι, είναι αναμενόμενοι, επειδή έχουν ίδια priority = 1.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.35

R1,R2:

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

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.36

Ναι σταμάτησε.

ΕΡΩΤΗΣΗ 1.37

Η λειτουργία του δικτύου δεν επηρεάζεται από την ενεργοποίηση της εντολής passive-interface στις διεπαφές LAN1 και LAN2, καθώς οι συγκεκριμένες διεπαφές συνδέονται μόνο με τελικούς σταθμούς (PC1 και PC2) και όχι με άλλους OSPF δρομολογητές. Με την εντολή αυτή, ο δρομολογητής σταματά να στέλνει πακέτα Hello και δεν δημιουργεί γειτονίες σε αυτές τις διεπαφές, αλλά συνεχίζει να διαφημίζει κανονικά τα LAN δίκτυα στο OSPF.

ΑΣΚΗΣΗ 2 Λειτουργία του OSPF

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.1

```
router-id X.X.X.X
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.2

Ορισμός router-id στα R1,R2 χειροκίνητα:

R1: `router-id 1.1.1.1`

R2: `router-id 2.2.2.2`

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.3

```
show ip ospf
```

router-id: 1.1.1.1

Area id: 0.0.0.0 (backbone). Συμμετέχει μόνο σε αυτή την περιοχή με 2 διεπαφές και έχει 3 LSA.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.4

```
show ip ospf neighbor
```

Έχουμε μια μόνο ζεύξη με τον R2 είναι FULL/DR state. Άρα ο γείτονας είναι Designated Router.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.5

Dead time είναι ο χρόνος που απομένει μέχρι να θεωρηθεί ότι δεν υπάρχει ο neighbor , αν δεν λάβουμε άλλο Hello από αυτόν.

Default τιμή: 40 δευτερόλεπτα

Ξεκινά από 40 δευτερόλεπτα και μειώνεται σταδιακά. Με κάθε νέο Hello πακέτο, η τιμή επαναφέρεται στα 40s, για αυτό και αν παρατηρήσω διαδοχικά την εντολή, θα δω τιμές μεταξύ 30 και 40 δευτερολέπτων.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.6

```
show ip ospf neighbor detail
```

Η προτεραιότητα για τον γείτονα είναι 1.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.7

```
show ip ospf interface em1
```

Network Type: broadcast

Είναι μέλη των OSPFArea1Routers, OSPFDesignatedRouters.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.8

DR = R2, BDR=R1.

Παρατηρούμε ότι είναι ανάποδα σε σχέση από το ερώτημα 1.34.

Αν και ο R1 έχει μικρότερο Router-ID από τον R2, ο R2 παρέμεινε DR επειδή είχε ήδη εκλεγεί πρώτος. Το OSPF δεν επανεκλέγει DR αν δεν χαθεί ο προηγούμενος, άρα ο R1 προστέθηκε ως BDR και οι ρόλοι παρέμειναν όπως είχαν.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.9

```
show ip ospf database
```

Και στους δύο δρομολογητές βλέπουμε 2 Router LSAs (ένα για κάθε router) και 1 Network LSA (από τον DR για το WAN1).

Το αποτέλεσμα είναι ίδιο και στους δύο, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι η βάση LSDB είναι συγχρονισμένη. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς το OSPF βασίζεται στην κοινή LSDB μεταξύ γειτόνων.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.10

Το Link ID ενός Router LSA ταυτίζεται με το Router ID(1 και 2).

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.11

Ο DR είναι ο R2 (2.2.2.2), και το Link ID του Network LSA είναι 172.17.17.2, δηλαδή η IP του R2 στο δίκτυο WAN1.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.12

```
show ip ospf database router self-originate
```

```
show ip ospf database router 2
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.13

LAN1,2: Stub Network (1 router)
WAN1: Transit Network (2 routers)

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.14

```
show ip ospf database network 172.17.17.2
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.15

Ta Router IDs.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.16

```
show ip ospf route
```

Και στους 2 δρομολογητές βλέπουμε τις ίδιες 3 εγγραφές που είναι όλες στην area 0.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.17

Οι απευθείας διεπαφές έχουν κόστος 10

Οι άλλες διεπαφές συμφωνούν με τη λογική του OSPF όπου το κόστος μιας διαδρομής είναι το άθροισμα των επιμέρους link costs.

Όλα τα κόστη ταιριάζουν με την εντολή `show ip route ospf`.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.18

```
interface em1  
bandwidth 100000
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.19

```
show ip ospf interface em1
```

cost : 1

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.20

Με τη μείωση του κόστους της διεπαφής WAN1 σε 1, η συνολική διαδρομή προς 192.168.2.0/24 μειώθηκε σε **κόστος 11**.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.21

Το κόστος από τον R2 προς το LAN1 (192.168.1.0/24) είναι 20, γιατί η διαδρομή περνάει από δύο ζεύξεις, καθεμία με default κόστος 10 (WAN1 και LAN1). Το κόστος αυτό προκύπτει ως άθροισμα των επιμέρους link costs.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.22

```
interface em1  
bandwidth 100000
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.23

R2: `tcpdump -i em1 -n -vv`

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.24

R2: `no network 192.168.2.0/24 area 0`

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.25

Στην καταγραφή παρατηρούνται OSPF Link State Update πακέτα, τα οποία περιλαμβάνουν νέο Router LSA που δημιουργείται από τον δρομολογητή R2. Το νέο LSA ενημερώνει τους γείτονες ότι το δίκτυο 192.168.2.0/24 έχει αφαιρεθεί.

Η αποστολή έγινε σχεδόν άμεσα, χωρίς αισθητή καθυστέρηση.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.26

```
show ip ospf route
```

Η διαγραφή του δικτύου LAN2 από το OSPF στον R2 αφαιρεί τη διαδρομή από τον πίνακα δρομολόγησης του R1. Συνεπώς, δεν υπάρχει επικοινωνία μεταξύ PC1 και PC2.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.27

Όχι. Η OSPF γειτονίαση μεταξύ R1 και R2 παραμένει ενεργή.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2.28

Έρχεται νέο Router LSA από τον R2

Περιέχει ξανά το δίκτυο 192.168.2.0/24.

Το δίκτυο επαναπροστίθεται στον πίνακα του R1, και η επικοινωνία με το PC2 αποκαθίσταται.

ΑΣΚΗΣΗ 3 Εναλλακτικές διαδρομές, σφάλμα καλωδίου και OSPF

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.1

R3:

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

```
interface em1
ip address 172.17.17.10/30
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.2

R1:

```
cli
configure terminal
interface em2
ip address 172.17.17.5/30
```

R2:

```
cli
configure terminal
interface em2
ip address 172.17.17.9/30
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.3

R1,2,3 στα WAN: link-detect

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.4

```
ip ospf network point-to-point
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.5

```
router ospf
network 172.17.17.4/30 area 0
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.6

```
router ospf
network 172.17.17.8/30 area 0
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.7

```
router ospf
router-id 3
network 0.0.0.0/0 area 0
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.8

```
show ip ospf route
```

```
===== OSPF network routing table =====
N 127.0.0.1/32      [20] area: 0.0.0.0
N           via 172.17.17.6, em2
N 172.17.17.0/30    [30] area: 0.0.0.0
N           via 172.17.17.6, em2
N 172.17.17.4/30    [10] area: 0.0.0.0
N           directly attached to em2
N 172.17.17.8/30    [20] area: 0.0.0.0
N           via 172.17.17.6, em2
N 192.168.1.0/24    [10] area: 0.0.0.0
N           directly attached to em0
N 192.168.2.0/24    [30] area: 0.0.0.0
N           via 172.17.17.6, em2
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.9

```
show ip ospf route
```

```
===== OSPF network routing table =====
N 127.0.0.1/32      [20] area: 0.0.0.0
N           via 172.17.17.10, em2
N 172.17.17.0/30    [10] area: 0.0.0.0
N           directly attached to em1
N 172.17.17.4/30    [20] area: 0.0.0.0
N           via 172.17.17.10, em2
N 172.17.17.8/30    [10] area: 0.0.0.0
N           directly attached to em2
N 192.168.1.0/24    [30] area: 0.0.0.0
N           via 172.17.17.10, em2
N 192.168.2.0/24    [10] area: 0.0.0.0
N           directly attached to em0
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.10

```
show ip ospf route
```

```
===== OSPF network routing table =====
N 172.17.17.0/30    [20] area: 0.0.0.0
N           via 172.17.17.9, em1
N 172.17.17.4/30    [10] area: 0.0.0.0
N           directly attached to em0
N 172.17.17.8/30    [10] area: 0.0.0.0
N           directly attached to em1
N 192.168.1.0/24    [20] area: 0.0.0.0
N           via 172.17.17.5, em0
N 192.168.2.0/24    [20] area: 0.0.0.0
N           via 172.17.17.9, em1
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.11

Διαφημίζει όλα τα γνωστά της δίκτυα μαζί με την loopback.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.12

Η πληροφορία για το 127.0.0.1/32 προέρχεται από ένα Router LSA του R3, που διαφημίζει το loopback interface του στο OSPF.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.13

Παρότι το OSPF μεταδίδει την 127.0.0.1/32 σαν διαδρομή, όταν κάνεις ping σε αυτή, το λειτουργικό σύστημα του R1 την αναγνωρίζει ως τοπική διεύθυνση και δεν στέλνει πακέτο στο δίκτυο. Ο ίδιος ο R1 απαντάει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.14

```
show ip ospf route
```

Ο R3 βλέπει δύο διαδρομές προς το δίκτυο WAN1 (172.17.17.0/30), μία μέσω R1 και μία μέσω R2. Από αυτές, επιλέγεται εκείνη με το μικρότερο κόστος, το οποίο υπολογίζεται με βάση το άθροισμα των μεταβλητών link costs.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.15

Network Type: Point-To-Point

Multicast group members: OSPFA11Routers

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.16

Ο R3 έχει γείτονες DROther. Το WAN1 είναι δίκτυο τύπου point-to-point, επομένως δεν πραγματοποιείται εκλογή DR/BDR.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.17

```
show ip ospf database
```

Δεν έχουμε transit δίκτυα και άρα ούτε Network LSA.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.18

```
show ip ospf database router self-originate
```

Ο R1 περιγράφει τη σύνδεσή του στο WAN1 μέσα στο Router LSA του με δύο καταχωρήσεις:

- μία point-to-point link προς τον R2 μέσω της δικής του IP 172.17.17.1,
- και μία stub link προς το δίκτυο 172.17.17.0/30.

Αυτό συμβαίνει επειδή η διεπαφή του R1 στο WAN1 είναι δηλωμένη ως point-to-point, και έτσι δεν παράγεται Network LSA.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.19

Ping PC2->PC1. ttl=62.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.20

```
tcpdump -i em2 -n -v not icmp
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.21

Αποσύνδεση R1-WAN1.

Το ping σταματάει για 5 δευτερόλεπτα και επανέρχεται με ttl=61.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.22

Το OSPF προσφέρει σταθερότητα και αυτόματη αποκατάσταση, αλλά η αντίδραση δεν είναι άμεση, καθώς εξαρτάται από το χρονισμό των Hello/Dead timers.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.23

Μετά την αλλαγή της τοπολογίας, ο R3 έλαβε ένα νέο Router LSA από τον R1 και το αναμετάδωσε στον R2 μέσω Link State Update (LSU) πακέτου. Ο R2, αφού ενημέρωσε τη βάση LSDB του, απάντησε με LSAck.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.24

200ms.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.25

Παρατηρήθηκε τουλάχιστον 1 Router LSA (Type 1) ανά LSUpdate

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.26

Κάθε Router LSA (Type 1) περιγράφει τις άμεσες συνδέσεις (links) ενός δρομολογητή:

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.27

Το κόστος του R1 προς τα:

- LAN1: 10
- WAN1: 21
- WAN2: 10

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.28

Το κόστος του R2 προς τα:

- LAN2: 10

- WAN1: 1
- WAN3:10

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.29

Ο R3 είχε εναλλακτικές διαδρομές προς το WAN1. Μετά την αποσύνδεση της διασύνδεσης R1–R2, διατηρήθηκε μόνο η διαδρομή μέσω R2.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.30

Ο λόγος είναι ότι το δίκτυο 172.17.17.0/30 (WAN1) είναι άμεσα συνδεδεμένο (connected) στον R1, επομένως έχει ήδη καταχώρηση στο routing table με προτεραιότητα 0 (Administrative Distance = 0).

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.31

Το δίκτυο WAN1 (172.17.17.0/30) αφαιρείται από τον πίνακα δρομολόγησης OSPF, αλλά στο netstat -rn του FreeBSD φαίνεται ακόμα εγγεγραμμένο, διότι το FreeBSD δεν αναγνωρίζει την απώλεια φορέα (carrier) της διεπαφής ως down.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.32

Η επαναφορά της διαδρομής δεν είναι άμεση. Παρατηρείται καθυστέρηση μερικών δευτερολέπτων (5 περίπου) κατά την οποία τα πακέτα ping συνεχίζουν να προωθούνται από το εναλλακτικό μονοπάτι.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3.33

Η αλλαγή διαδρομής κατά την πτώση του WAN1 είναι πιο γρήγορη επειδή το OSPF μπορεί να εντοπίσει άμεσα τη βλάβη με link-detect ή όταν η διεπαφή γίνει down, χωρίς να χρειάζεται να περιμένει τον Dead Timer.

Αντίθετα, στην επαναφορά, πρέπει να ξαναστηθεί ολόκληρη η γειτνίαση μέσω ανταλλαγής Hello και LSAs, κάτι που απαιτεί περισσότερα βήματα και χρόνο.

ΑΣΚΗΣΗ 4 Περιοχές OSPF

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.1

PC1 ορισμός μέσω vtysh:

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

PC2 ορισμός μέσω vtysh:

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

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.2

R1,R2,R3,R4,R5 ορισμός μέσω cli:

```
cli
configure terminal
hostname Rx
interface lo0
ip address 172.22.22.x/32
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.3

WAN: link-detect

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.4

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

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.5

```
cli
conf t
interface em0
  ip address 10.1.1.2/30
interface em1
  ip address 10.1.1.9/30
router ospf
```

```
network 10.1.1.0/30 area 0
network 10.1.1.8/30 area 1
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.6

```
cli
conf t
interface em0
  ip address 10.1.1.6/30
interface em1
  ip address 10.1.1.13/30
router ospf
  network 10.1.1.4/30 area 0
  network 10.1.1.8/30 area 2
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.7

```
cli
conf t
interface em0
  ip address 192.168.1.1/24
interface em1
  ip address 10.1.1.10/30
router ospf
  network 10.1.1.8/30 area 1
  network 192.168.1.0/24 area 1
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.8

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

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.9

Ναι επιτυγχάνει.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.10

```
show ip ospf
```

- R1 Router-ID: 172.22.22.1
- R2 Router-ID: 172.22.22.2
- R3 Router-ID: 172.22.22.3
- R4 Router-ID: 172.22.22.4
- R5 Router-ID: 172.22.22.5

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.11

```
show ip ospf neighbor
```

Ζεύξη	DR	BDR
WAN1	R2	R1
WAN2	R3	R1
WAN3	R4	R2
WAN4	R5	R3

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.12

```
show ip ospf border-routers
```

Area 0: R2,R3

Area 1: R2

Area 2: R3

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.13

```
show ip ospf database
```

Summary-LSA(type-3)

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.14

```
show ip ospf
```

- Number of router LSA: 3
- Number of network LSA: 2
- Number of summary LSA: 4

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.15

```
show ip ospf database self-originate
```

1 Router-LSA.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.16

```
show ip ospf database router
```

Το Link ID που εμφανίζεται είναι ίσο με το Router ID του δρομολογητή που παρήγαγε το συγκεκριμένο Router LSA.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.17

```
show ip ospf database
```

Area1, area 2.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.18

```
show ip ospf database
```

Area 0

- Number of router LSA: 3
- Number of network LSA: 3
- Number of summary LSA: 4

Area 1

- Number of router LSA: 2
- Number of network LSA: 1
- Number of summary LSA: 4

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.19

```
show ip ospf database network
```

Το Link ID ενός Network LSA είναι η IP διεύθυνση της διεπαφής του DR (Designated Router) σε εκείνο το δίκτυο.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.20

Area 0

- Number of router LSA: 3
- Number of network LSA: 2
- Number of summary LSA: 4

Area 2

- Number of router LSA: 2
- Number of network LSA: 1
- Number of summary LSA: 4

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.21

```
show ip ospf database summary
```

Area 0

- R2 10.1.1.18
- R3 10.1.1.12
- R2 192.168.1.0
- R3 192.168.2.0

Area 2

- R3 10.1.1.0
- R3 10.1.1.4
- R3 10.1.1.8
- R3 192.168.1.0

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.22

Οι Router LSAs διαφημίζονται από τους δρομολογητές R1, R2 και R3, καθώς όλοι συμμετέχουν στην περιοχή 0.

Οι Network LSAs διαφημίζονται από τους R1, R2.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.23

Η LSDB του R2 για την περιοχή 1 περιέχει 4 Summary-LSA με πηγή τον ίδιο τον R2 και για την περιοχή 2 περιέχει 2 Summary-LSA με πηγή τον ίδιο τον R2 και 2 με πηγή τον R3.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.24

```
show ip ospf route
```

Ένδειξη IA.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.25

```
show ip route ospf
```

Όχι δεν υπάρχουν.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.26

Routes προς loopbacks.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4.27

Ένδειξη ABR.

ΑΣΚΗΣΗ 5 OSPF και αναδιανομή διαδρομών

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.1

R3:

```
ip route 4.4.4.0/24 lo0
ip route 5.5.5.0/24 lo0
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.2

Οι στατικές διαδρομές εμφανίζονται στον πίνακα δρομολόγησης με S (Static), αλλά δεν υπάρχουν ακόμη στον πίνακα OSPF (show ip ospf route).

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.3

Καμία από τις στατικές διαδρομές δεν εμφανίζεται στους άλλους δρομολογητές ακόμα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.4

```
redistribute static
```

Δεν άλλαξε κάτι στον πίνακα δρομολόγησης.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.5

Προστέθηκαν σε όλους τους δρομολογητές.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.6

- **Intra-area routes** (O): δίκτυα της ίδιας περιοχής.
- **Inter-area routes** (O IA): διαδρομές σε άλλες περιοχές μέσω ABR.
- **External routes** (O E2): διαδρομές από άλλα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.7

Είναι εξωτερικές διαδρομές ospf (E2). Το κόστος της διαδρομής είναι σταθερό, δεν προστίθεται το εσωτερικό OSPF κόστος.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.8

ASBR.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.9

Type 5 LSA (External LSA): δημιουργείται από τον ASBR (R3) και περιλαμβάνει εξωτερικά δίκτυα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.10

2 external LSAs(4.4.4.0, 5.5.5.0).

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.11

```
show ip ospf database external
```

Link ID κάθε external LSA είναι το δίκτυο(4.4.4.0, 5.5.5.0).

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.12

Type 4 LSA (ASBR Summary LSA): δημιουργείται από ABRs για να περιγράψει πώς φτάνουμε στον ASBR (R3).

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.13

```
show ip ospf database asbr-summary
```

To Link ID είναι το router ID του ASBR (R3).

To Metric δείχνει το κόστος μέχρι αυτόν.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.14

Είναι ο ABR μεταξύ Area 0 και Area 1, άρα **ο R2**, γιατί συνδέει το Area 0 με το Area 1.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.15

Γιατί βρίσκονται στην ίδια περιοχή με τον ASBR (R3).

Οι ASBR Summary LSAs χρειάζονται μόνο για inter-area επικοινωνία.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.16

Οχι δεν έχει εισαχθεί.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.17

R2:

```
ip route 0.0.0.0/0 172.22.22.2
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.18

Έχει εισαχθεί στον πίνακα δρομολόγησης, αλλά όχι στον πίνακα διαδρομών ospf.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.19

Ναι εμφανίζεται.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.20

- O (Intra-Area)
- O IA (Inter-Area)
- O E2 Εξωτερικές διαδρομές τύπου E2

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.21

Είναι εξωτερική διαδρομή E2. Επειδή είναι τύπου E2, αγνοείται το κόστος εντός του OSPF δικτύου, δηλαδή το κόστος από τον παραλήπτη μέχρι τον ASBR δεν προστίθεται.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.22

ASBR, καθώς διαφημίζει εξωτερική διαδρομή.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.23

Ναι, στον R5 υπάρχει ASBR Summary LSA (Type 4) με Link State ID 172.22.22.2, που αφορά τον R2 (ASBR).

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.24

Η διαδρομή για το 0.0.0.0/0 έχει κόστος 10, ενώ οι διαδρομές 4.4.4.0/24 και 5.5.5.0/24 έχουν κόστος 20.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.25

Ο τύπος κόστους για τις εξωτερικές διαδρομές που διαφημίστηκαν μέσω OSPF είναι Metric Type 2 (E2). Αυτό σημαίνει ότι το κόστος κάθε διαδρομής είναι σταθερό και δεν προστίθεται σε αυτό το εσωτερικό κόστος του OSPF για να φτάσει κάποιος στον ASBR.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.26

Το κόστος της διαδρομής OSPF από τον R5 προς τον ASBR R2 προκύπτει από το ASBR Summary LSA (Type 4) και έχει τιμή 20.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.27

Το κόστος που εμφανίζεται στην εντολή show ip ospf database asbr-summary αφορά τη διαδρομή από τον R5 προς τον ASBR R2.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.28

R2: no ip route 0.0.0.0/0 172.22.22.2

Το OSPF θεωρεί ότι ο ASBR δεν έχει πλέον διαθέσιμη την default route, οπότε σταματά να τη διαφημίζει. Οι υπόλοιποι δρομολογητές την αφαιρούν από τον πίνακα και περιμένουν να λήξει η LSA στη βάση δεδομένων.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.29

Με τη διαγραφή της static default route στον R2, η διαδρομή $0.0.0.0/0$ αφαιρέθηκε από τον πίνακα δρομολόγησης των υπολοίπων δρομολογητών.

Στη βάση δεδομένων LSDB παραμένει για λίγο η αντίστοιχη Type 5 LSA, αλλά με αυξανόμενη ηλικία (LS Age) που πλησιάζει ή ξεπερνά τα 3600 δευτερόλεπτα, υποδεικνύοντας ότι δεν ανανεώνεται πλέον και πρόκειται να διαγραφεί.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5.30

Έχει εισαχθεί με κόστος 1.

ΑΣΚΗΣΗ 6 OSPF και περιοχές απόληξης

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.1

Ping PC1->PC2.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.2

R3:

```
show ip route ospf

R3# show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N   10.1.1.0/30          [20] area: 0.0.0.0
                               via 10.1.1.5, em0
N   10.1.1.4/30          [10] area: 0.0.0.0
                               directly attached to em0
N IA 10.1.1.8/30          [30] area: 0.0.0.0
                               via 10.1.1.5, em0
N   10.1.1.12/30         [10] area: 0.0.0.2
                               directly attached to em1
N IA 192.168.1.0/24       [40] area: 0.0.0.0
                               via 10.1.1.5, em0
N   192.168.2.0/24         [20] area: 0.0.0.2
                               via 10.1.1.14, em1

===== OSPF router routing table =====
R   172.22.22.2          [20] area: 0.0.0.0, ABR, ASBR
                               via 10.1.1.5, em0

===== OSPF external routing table =====
N E2 0.0.0.0/0            [20/1] tag: 0
                               via 10.1.1.5, em0
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.3

R5:

```
show ip route ospf
```

```
===== OSPF network routing table =====
N IA 10.1.1.0/30          [30] area: 0.0.0.2
N IA 10.1.1.4/30          [20] area: 0.0.0.2
N IA 10.1.1.8/30          [40] area: 0.0.0.2
N   10.1.1.12/30           [10] area: 0.0.0.2
directly attached to em1
N IA 192.168.1.0/24        [50] area: 0.0.0.2
N   192.168.2.0/24          [10] area: 0.0.0.2
directly attached to em0

===== OSPF router routing table =====
R   172.22.22.2            IA [30] area: 0.0.0.2, ASBR
via 10.1.1.13, em1
R   172.22.22.3            [10] area: 0.0.0.2, ABR, ASBR
via 10.1.1.13, em1

===== OSPF external routing table =====
N E2 0.0.0.0/0              [30/1] tag: 0
via 10.1.1.13, em1
N E2 4.4.4.0/24             [10/20] tag: 0
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.4

R5:

```
show ip ospf database router self-originate
```

Ο δρομολογητής R5 διαφημίζει μέσω του Router LSA του στην Area 2 δύο links:

- Το δίκτυο LAN2 (192.168.2.0/24) χαρακτηρίζεται ως Stub Network
- Το δίκτυο WAN4 (10.1.1.12/30) χαρακτηρίζεται ως Transit Network

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.5

R3:

```
area 2 stub
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.6

Διαγράφηκε το LAN2 (192.168.2.0/24) από τον πίνακα δρομολόγησης του R3.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.7

Βλέπει WAN4 και LAN2 ως απευθείας συνδεδεμένα δίκτυα (directly connected).

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.8

Όχι, δεν υπάρχει πλέον διαδρομή προς το LAN2 (192.168.2.0/24) στους άλλους δρομολογητές.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.9

Το ping σταματά. Τα ICMP echo requests φεύγουν, αλλά δεν φτάνουν στον προορισμό.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.10

R5-> 0x2 E-bit=1

R3-> 0x0 E-bit-0

Ο R3 έχει θεωρήσει την περιοχή 2 ως stub και δεν δέχεται εξωτερικά LSAs.

Ο R5 δεν έχει δηλώσει ακόμα την περιοχή ως stub, οπότε συνεχίζει να δέχεται και διαφημίζει εξωτερικές διαδρομές (με E-bit = 1).

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.11

area 2 stub

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.12

R5: area 2 stub

Το ping συνεχίζει κανονικά.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.13

Εμφανίστηκε το LAN2 (192.168.2.0/24) στον πίνακα δρομολόγησης του R3.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.14

Τώρα έχουν και τα δύο E-bit=0, ενώ πριν το ένα είχε 1.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.15

Ναι υπάρχει προκαθορισμένη διαδρομή προς 10.1.1.13(R3).

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.16

Όχι αυτές οι διαδρομές δεν διαφημίζονται πλέον μέσα στην Area 2.

Πλέον ο R5 χρησιμοποιεί μόνο την προκαθορισμένη διαδρομή (0.0.0.0/0) για να βγει από την περιοχή προς τα εξωτερικά δίκτυα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.17

- Τοπικά δίκτυα: O (intra-area)
- Όλα τα υπόλοιπα: O IA (inter-area)

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.18

Δεν άλλαξε κάτι.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.19

Η απώλεια της διαδρομής από το PC1 στο PC2 οφείλεται σε αποτυχία δημιουργίας OSPF μεταξύ R3 και R5, εξαιτίας ασυμφωνίας στο E-bit κατά την πρώτη φάση ορισμού της stub περιοχής.

Ο R3 θεώρησε την περιοχή 2 ως απόληξη (stub) και ξεκίνησε να στέλνει Hello packets με E-bit = 0, ενώ ο R5 συνέχισε με E-bit = 1.

Η διαφορά αυτή οδήγησε σε μη προώθηση της κατάστασης από 2-Way σε Full, με συνέπεια τη διαγραφή των LSAs του R5 από τη LSDB του R3, και τελικά την απώλεια της διαδρομής προς το LAN2.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.20

Η προκαθορισμένη διαδρομή εμφανίζεται ως O E2 στον R4 επειδή προέρχεται από εξωτερικό AS και διαφημίζεται μέσω LSA τύπου 5.

Αντίθετα, στον R5 η ίδια διαδρομή εμφανίζεται ως O IA επειδή ανήκει σε stub περιοχή και λαμβάνει την default route μόνο ως LSA τύπου 3 (Summary LSA) από τον ABR R3.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.21

R3:

```
show ip ospf database summary 0.0.0.0
```

Η LSDB του R3 περιέχει δύο Summary LSAs (τύπου 3) για την προκαθορισμένη διαδρομή 0.0.0.0/0, μία για την Area 0.0.0.0 και μία για την Area 0.0.0.2 (stub).

Ο R3 διαφημίζει την εγγραφή της Area 0.0.0.2 προς τον R5, μεταφέροντας την default route μέσω Summary LSA, με κόστος 1.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.22

Metric = 1

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.23

Metric = 11

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.24

Η βάση LSDB περιλαμβάνει AS External LSAs τύπου 5, που αφορά το δίκτυο 4.4.4.0/24.

Οι εξωτερικές εγγραφές γενικά (LSAs τύπου 5) θα διαγραφούν από τη βάση(LSDB) μόλις ξεπεράσουν την μέγιστη ηλικία των 3600 δευτερολέπτων (1 ώρα) ή αν ο ABR στείλει νέο LSA με LS age = 3600, διαγραφοντας το.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.25

R3, R5: `no area 2 stub`

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.26

`area 2 stub no-summary`

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.27

R3: `area 2 stub no-summary`

R5: `area 2 stub`

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.28

```
===== OSPF network routing table =====
N IA 0.0.0.0/0 [11] area: 0.0.0.2
      via 10.1.1.13, em1
N   10.1.1.12/30 [10] area: 0.0.0.2
      directly attached to em1
N   192.168.2.0/24 [10] area: 0.0.0.2
      directly attached to em0

===== OSPF router routing table =====
R   172.22.22.3 [10] area: 0.0.0.2, ABR
      via 10.1.1.13, em1
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.29

PC2:

```
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
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.30

```
=====
OSPF network routing table =====
N  IA 0.0.0.0/0          [111] area: 0.0.0.2
N      via 192.168.2.1, em0
N      10.1.1.12/30        [110] area: 0.0.0.2
N          via 192.168.2.1, em0
N      192.168.2.0/24      [100] area: 0.0.0.2
N          directly attached to em0

=====
OSPF router routing table =====
R      172.22.22.3        [110] area: 0.0.0.2, ABR
N          via 192.168.2.1, em0
```

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.31

```
show ip ospf database router self-originate
```

Το LAN2 έχει πάνω από έναν δρομολογητές και χαρακτηρίζεται ως Transit Network.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6.32

```
show ip ospf database router
```

Η περιοχή απόληξη (stub area) είναι ένας τύπος OSPF περιοχής που δεν επιτρέπει την είσοδο εξωτερικών διαδρομών (LSAs τύπου 5). Όλοι οι δρομολογητές της περιοχής λαμβάνουν μια προκαθορισμένη διαδρομή (default route) από τον ABR για να έχουν έξοδο προς εξωτερικά δίκτυα.

Αντίθετα, ένα δίκτυο απόληξη (stub network) είναι ένα τοπικό subnet που συνδέεται σε μόνο 1 OSPF δρομολογητή. Ο δρομολογητής το διαφημίζει στο Router LSA του ως stub network απλώς για να δηλώσει ότι είναι “τελικός προορισμός”, χωρίς να αλλάζει η δρομολόγηση.