

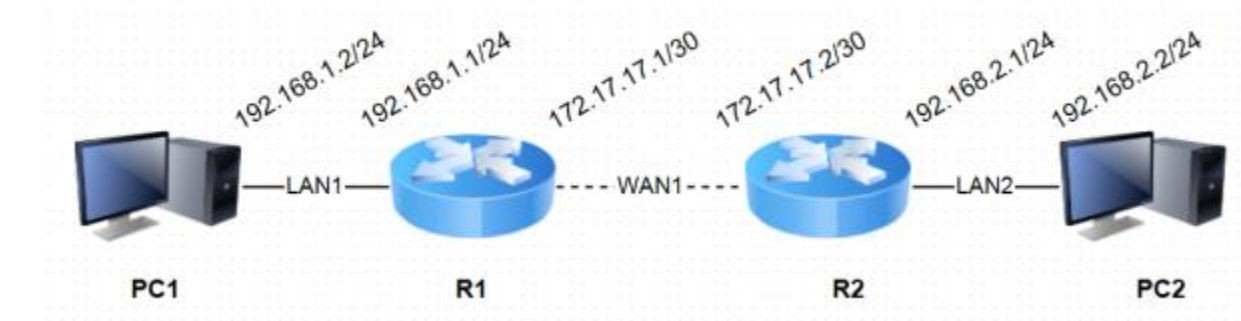


# Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 8  
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ OSPF

Κουστένης Χρίστος | el20227 | 29/03/2024

## Άσκηση 1: Εισαγωγή στο OSPF



---

### 1.1

#### PC1

vttysh

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

#### PC2

vttysh

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

#### R1

cli

hostname R1

interface em0

ip address 192.168.1.1/24

interface em1

ip address 172.17.17.1/30

---

## 1.4

do show ip route --> R1

---

## 1.5

router ? --> R1

---

## 1.6

router ospf --> R1

---

## 1.7

Πατάμε το “?” και βλέπουμε διαθέσιμες τις παρακάτω 24 εντολές:

area	OSPF area parameters
auto-cost	Calculate OSPF interface cost according to bandwidth
capability	Enable specific OSPF feature
compatible	OSPF compatibility list
default-information	Control distribution of default information
default-metric	Set metric of redistributed routes
distance	Define an administrative distance
distribute-list	Filter networks in routing updates
end	End current mode and change to enable mode
exit	Exit current mode and down to previous mode
list	Print command list
log-adjacency-changes	Log changes in adjacency state
max-metric	OSPF maximum / infinite-distance metric
mpls-te	Configure MPLS-TE parameters
neighbor	Specify neighbor router
network	Enable routing on an IP network
no	Negate a command or set its defaults
ospf	OSPF specific commands
passive-interface	Suppress routing updates on an interface
quit	Exit current mode and down to previous mode
redistribute	Redistribute information from another routing protocol
refresh	Adjust refresh parameters
router-id	router-id for the OSPF process
timers	Adjust routing timers

---

## 1.8

network 192.168.1.0/24 area 0

---

## 1.9

network 172.17.17.0/30 area 0

---

## 1.10

Βλέπουμε πως προστέθηκαν 2 νέες OSPF εγγραφές, οι οποίες και αφορούν τα δίκτυα των παραπάνω 2 ερωτημάτων.

---

## 1.11

Επαναλαμβάνουμε την παραπάνω διαδικασία για το R2 και έχουμε το παρακάτω αποτέλεσμα:

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

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
O   172.17.17.0/30 [110/10] is directly connected, em1, 00:00:27
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
O   192.168.2.0/24 [110/10] is directly connected, em0, 00:00:43
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em0
R2(config)#
```

Το PC1 επικοινωνεί επιτυχώς με το PC2.

---

## 1.12

Δεδομένου ότι οι R1, R2 έχουν αμφότερες τις διεπαφές τους στην περιοχή 0, είναι εσωτερικοί (internal) και κορμού (backbone).

---

## 1.13

do show ip route

---

## 1.14

Έχουν μπροστά τον χαρακτήρα 'O'.

---

## 1.15

Από το « >\* ».

---

## 1.16

Είναι 110 και εμφανίζεται μέσα στην αγκύλη ως [διαχειριστική\_απόσταση/μήκος\_διαδρομής].

---

## 1.17

Η επιλεγμένη διαδρομή έχει επιλεγθεί, καθώς έχει μικρότερο administrative distance όντας άμεσα συνδεδεμένη με τον R2.

```
0 172.17.17.0/30 [110/10] is directly connected, em1, 00:01:22
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
```

### 1.18

Εμφανίζουμε τον πίνακα δρομολόγησης με « **netstat -rn** » και βλέπουμε πως η δυναμική εγγραφή για το 192.168.1.0/24 έχει το Flag 1.

```
[root@R1]~# netstat -rn
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway          Flags           Refs      Use    Netif  Expire
127.0.0.1         link#4          UH              0         141    lo0
172.17.17.0/30    link#2          U               0          0     em1
172.17.17.1       link#2          UHS            0          0     lo0
192.168.1.0/24    link#1          U              0         175    em0
192.168.1.1       link#1          UHS            0          0     lo0
192.168.2.0/24    172.17.17.2     UG1            0          35     em1
```

### 1.19

tcpdump -vvvni em0

```
20:17:44.514941 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 525, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 64)
    192.168.1.1 > 224.0.0.5: OSPFv2, Hello, length 44
        Router-ID 192.168.1.1, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
        Options [External]
        Hello Timer 10s, Dead Timer 40s, Mask 255.255.255.0, Priority 1
        Designated Router 192.168.1.1
```

### 1.20

Πηγή η 192.168.1.1

### 1.21

Προορισμός η 224.0.0.5, διεύθυνση στην οποία ακούει κάθε router που τρέχει το OSPF.

224.0.0.5

The [Open Shortest Path First \(OSPF\)](#) All OSPF Routers address is used to send Hello packets to all OSPF routers on a network segment.

### 1.22

Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο IP και έχει αριθμό πρωτοκόλλου ανωτέρου στρώματος το 89(0x59).

### 1.23

TTL = 1

## 1.24

Είναι τύπου « Hello » και ανήκουν στην περιοχή κορμού Backbone Area.

```
20:24:25.242309 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 605, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 64)
  192.168.1.1 > 224.0.0.5: OSPFv2, Hello, length 44
    Router-ID 192.168.1.1, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
    Options [External]
    Hello Timer 10s, Dead Timer 40s, Mask 255.255.255.0, Priority 1
    Designated Router 192.168.1.1
```

## 1.25

Τα βλέπουμε ανά 10 δευτερόλεπτα, τιμή η οποία συμπίπτει ακριβώς με το Hello Timer. Το Dead Timer έχει τιμή 40s.

## 1.26

Router-ID = 192.168.1.1 που είναι η τιμή της υψηλότερη διεύθυνσης IPv4 φυσικής διεπαφής καθώς δεν έχουμε διεύθυνση στη loopback.

## 1.27

DR είναι ο 192.168.1.1 και δεν υπάρχει BDR.

```
20:24:25.242309 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 605, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 64)
  192.168.1.1 > 224.0.0.5: OSPFv2, Hello, length 44
    Router-ID 192.168.1.1, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
    Options [External]
    Hello Timer 10s, Dead Timer 40s, Mask 255.255.255.0, Priority 1
    Designated Router 192.168.1.1
```

## 1.28

`tcpdump -vvvi em1`

Ναι βλέπουμε Hello από τον R1 με διεύθυνση πηγής 172.17.17.1

```
20:37:08.447931 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 784, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 68)
  172.17.17.1 > 224.0.0.5: OSPFv2, Hello, length 48
    Router-ID 192.168.1.1, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
    Options [External]
    Hello Timer 10s, Dead Timer 40s, Mask 255.255.255.252, Priority 1
    Designated Router 172.17.17.1, Backup Designated Router 172.17.17.2
    Neighbor List:
      192.168.2.1
```

## 1.29

Παρατηρούμε λήψη μηνυμάτων OSPF από τον R2. Διεύθυνση πηγής αυτών είναι η 172.17.17.2, ενώ το RouterID του R2 είναι το 192.168.2.1.

```
20:38:21.613115 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 609, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 68)
  172.17.17.2 > 224.0.0.5: OSPFv2, Hello, length 48
    Router-ID 192.168.2.1, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
    Options [External]
    Hello Timer 10s, Dead Timer 40s, Mask 255.255.255.252, Priority 1
    Designated Router 172.17.17.1, Backup Designated Router 172.17.17.2
    Neighbor List:
      192.168.1.1
```

---

### 1.30

Η μάσκα υποδικτύου 255.255.255.252 αφορά τη μάσκα της διεπαφής από την οποία προήλθε, η οποία εν προκειμένω ήταν η /30.

```
20:38:21.613115 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 609, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 68)
  172.17.17.2 > 224.0.0.5: OSPFv2, Hello, length 48
    Router-ID 192.168.2.1, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
    Options [External]
    Hello Timer 10s, Dead Timer 40s, Mask 255.255.255.252, Priority 1
    Designated Router 172.17.17.1, Backup Designated Router 172.17.17.2
    Neighbor List:
      192.168.1.1
```

---

### 1.31

Σε σχέση με τα Hello πακέτα του LAN1 βλέπουμε επιπλέον πληροφορίες όπως τον Backup Designated Router και τη Neighbor List. Εν προκειμένω, περιέχονται τα Neighbor List κάθε δρομολογητή όπου και περιέχουν τα RouterID. . Αυτό συμβαίνει διότι στη ζεύξη WAN1 υπάρχουν δύο δρομολογητές, οπότε δημιουργείται σχέση γειτνίασης, ενώ στη ζεύξη LAN1 υπάρχει μόνο ένας.

---

### 1.32

Όχι.

---

### 1.33

Και οι δύο δηλώνουν priority 1.

---

### 1.34

$IP_{DR} = 172.17.17.1$  και  $IP_{BDR} = 172.17.17.2$ . Θα αναμέναμε οι διευθύνσεις αυτές να είναι ανάποδα, αλλά δεδομένου ότι κάναμε configure πρώτα το R1, παραμένουν ως έχει μέχρι να διαγραφεί ο R1 ή έστω η em1 του R1.

```
20:38:21.613115 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 609, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 68)
  172.17.17.2 > 224.0.0.5: OSPFv2, Hello, length 48
    Router-ID 192.168.2.1, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
    Options [External]
    Hello Timer 10s, Dead Timer 40s, Mask 255.255.255.252, Priority 1
    Designated Router 172.17.17.1, Backup Designated Router 172.17.17.2
    Neighbor List:
      192.168.1.1
```

---

**1.35****router ospf****passive interface em0**

στα R1 και R2

---

**1.36**

Ναι.

---

**1.37**

Η ρύθμιση αυτή στο συγκεκριμένο δίκτυο δε θα προκαλέσει κανένα πρόβλημα, καθώς τα PC1, PC2 έχουν gateway routers, οπότε και συνεχίζουν να επικοινωνούν κανονικά στην εν λόγω τοπολογία. Πρόβλημα θα δημιουργηθεί άμα συνδεθούν και άλλα routers στα LAN1 ή LAN2 γιατί δεν θα μπορεί να ολοκληρωθεί η γειτνίαση των routers αφού δε θα γίνονται διαφημίσεις OSPF μέσω αυτών των διεπαφών.

---

## Άσκηση 2: Λειτουργία του OSPF

---

**2.1**

Μπορούμε να ορίσουμε τη συγκεκριμένη διεύθυνση στο Loopback (lo0), ή να την ορίσουμε σε κάποια απενεργοποιημένη διεπαφή (αρκεί η IP να είναι η μεγαλύτερη από τις διεπαφές).

---

**2.2****router-id 1 --> R1****router-id 2 --> R2**



## 2.3

```

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 millisec(s)
Minimum hold time between consecutive SPF's 1000 millisec(s)
Maximum hold time between consecutive SPF's 10000 millisec(s)
Hold time multiplier is currently 1
SPF algorithm last executed 31.542s 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: 1
  Area has no authentication
  SPF algorithm executed 10 times
  Number of LSA 3
  Number of router LSA 2. Checksum Sum 0x000045f6

```

```

Hold time multiplier is currently 1
SPF algorithm last executed 31.542s 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: 1
  Area has no authentication
  SPF algorithm executed 10 times
  Number of LSA 3
  Number of router LSA 2. Checksum Sum 0x000045f6
  Number of network LSA 1. Checksum Sum 0x0000285f
  Number of summary LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
  Number of ASBR summary LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
  Number of NSSA LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
  Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
  Number of opaque area LSA 0. Checksum Sum 0x00000000

```

Router-ID : 0.0.0.1

Ανήκει στην backbone με Area-ID : 0.0.0.0 και έχει 3 LSAs στην LSDB, 2 router και 1 network LSA.

και στην περιοχή αυτή συμμετέχουν 2 διεπαφές του δρομολογητή.

## 2.4

Βλέπουμε πως το State είναι Full, επομένως το OSPF έχει συγκλίνει και ο γείτονας 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			1 Full/DR	35.590s	172.17.17.2	em1:172.17.17.1
0	0	0				

```
R1(config-router)#
```

## 2.5

Εκτελώντας διαδοχικά την παραπάνω εντολή, βλέπουμε πως το Dead Time παίρνει τιμές από 30 έως 40 seconds. Ο χρόνος αυτός δηλώνει πως εάν παρέλθει τότε ο γείτονας θεωρείται ανενεργός και παύει η γειτνίαση. Ωστόσο, δεδομένου πως τα Hello μηνύματα που είδαμε πριν στέλνονται ανά 10 δευτερόλεπτα, βλέπουμε τον Dead Timer να ανανεώνεται στα 40s μόλις φτάσει στα 30s. Τυπικά η αρχική τιμή του είναι 4 φορές η τιμή του Hello Interval δηλαδή 40 sec.

## 2.6

**show ip ospf neighbors detail** --> R1, R2

Και οι δύο δρομολογητές έχουν προτεραιότητα 1. DR στην περίπτωση μας είναι ο R2 γιατί έχει μεγαλύτερο Router-ID και BDR ο R1.

## 2.7

**show ip ospf interface em1** --> R1, R2

Network Type : **BROADCAST**

Multicast group membersips : **OSPFAllRouters, OSPFDesignatedRouters**

## 2.8

R1 : BDR → Address : 172.17.17.1/30, ID : 0.0.0.1

R2 : DR → Address : 172.17.17.2/30, ID : 0.0.0.2

Τα αποτελέσματα είναι ίδια με την ερώτηση 1.34 αλλά έχουν αλλάξει τα Router-ID.

## 2.9

R2(config-router)# do show ip ospf database						R1(config-router)# do show ip ospf database					
OSPF Router with ID (0.0.0.2)						OSPF Router with ID (0.0.0.1)					
Router Link States (Area 0.0.0.0)						Router Link States (Area 0.0.0.0)					
Link ID	ADU Router	Age	Seq#	CkSum	Link count	Link ID	ADU Router	Age	Seq#	CkSum	Link count
0.0.0.1	0.0.0.1	1394	0x80000005	0x1708	2	0.0.0.1	0.0.0.1	1354	0x80000005	0x1708	2
0.0.0.2	0.0.0.2	1459	0x80000005	0x2af0	2	0.0.0.2	0.0.0.2	1421	0x80000005	0x2af0	2
Net Link States (Area 0.0.0.0)						Net Link States (Area 0.0.0.0)					
Link ID	ADU Router	Age	Seq#	CkSum		Link ID	ADU Router	Age	Seq#	CkSum	
172.17.17.2	0.0.0.2	77	0x80000003	0x2461		172.17.17.2	0.0.0.2	39	0x80000003	0x2461	

```
R2(config-router)# S
R1(config-router)#
```

Βλέπουμε στο καθένα από 2 Router LSA και 1 Network LSA και το αποτέλεσμα είναι ίδιο και στους 2 δρομολογητές.

---

## 2.10

Το Link ID των Router LSA είναι 0.0.0.1 και 0.0.0.2, ταυτίζεται επομένως με το Router ID του εκάστοτε δρομολογητή που τα παράγει.

---

## 2.11

Link ID του Network LSA είναι το 172.17.17.2, το οποίο δεν ταυτίζεται με το Router ID του δρομολογητή που το παράγει (0.0.0.2), ωστόσο είναι η IP της διεπαφής του δρομολογητή που το παράγει.

---

## 2.12

**do show ip ospf database router self-originate --> R1, R2**

---

## 2.13

Τα LAN1, LAN2 χαρακτηρίζονται ως **Stub Network** ενώ το WAN1 ως **Transit Network**. Τα διαβιβαστικά δίκτυα έχουν δύο ή περισσότερους δρομολογητές OSPF και τα πακέτα μπορούν να πηγάζουν ή διέρχονται από αυτά. Τα δίκτυα απολήξεις έχουν ένα μόνο δρομολογητή OSPF και τα πακέτα είτε πηγάζουν είτε καταλήγουν σε αυτά.

---

## 2.14

**do show ip ospf database network 172.17.17.2**

---

## 2.15

Τα Router-ID τους και ότι ανήκουν στη περιοχή 0.0.0.0

---

## 2.16

Βλέπουμε 3 εγγραφές και ανήκουν όλες στο Area 0.

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

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

```

R2(config-router)# do show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N    172.17.17.0/30      [10] area: 0.0.0.0
      directly attached to em1
N    192.168.1.0/24      [20] 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 =====

```

---

## 2.17

Όσον αφορά τα κόστη βλέπουμε πως ο R1 έχει κόστος 10 για τα LAN1 και WAN1 και κόστος 20 για το LAN2, ενώ ο R2 έχει κόστος 10 για το WAN1 και το LAN2, ενώ έχει κόστος 20 για το LAN1.

---

## 2.18

Εκτελούμε στο R1 όντας σε Global Configuration Mode

```
interface em1
```

```
bandwidth 100000
```

καθώς η τιμή που παίρνει ως όρισμα η εντολή “bandwidth number” είναι σε kilobits.

---

## 2.19

```
show ip ospf interface em1
```

Βλέπουμε ότι Cost = 1

---

## 2.20

Με « **do show ip route** » βλέπουμε πως έχει αλλάξει το κόστος από το R1 προς το WAN1 (10 → 1) και προς το LAN2 (20 → 11).

---

## 2.21

Το κόστος από τον R2 προς το LAN1 παραμένει 20, καθώς δεν αλλάξαμε το bandwidth της διεπαφής του R2 στο WAN1 (em1).

---

## 2.22

R2

```
interface em1
```

---

## 2.23

tcpdump -vi em1 --> R1

---

## 2.24

Εκτελούμε στον R2 σε GCM

router ospf

no network 192.168.2.0/24 area 0

---

## 2.25

Βλέπουμε άμεσα με τη διαγραφή του 192.168.2.0/24 από το OSPF μήνυμα LS-Update από τον R2 και απάντηση LS-Ack από τον R1.

```
23:03:17.050532 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1650, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 84)
  172.17.17.2 > 224.0.0.5: OSPFv2, LS-Update, length 64
    Router-ID 0.0.0.2, Backbone Area, Authentication Type: none (0), 1 LSA
    LSA #1
    Advertising Router 0.0.0.2, seq 0x80000009, age 1s, length 16
      Router LSA (1), LSA-ID: 0.0.0.2
      Options: [External]
      Router LSA Options: [none]
      Neighbor Network-ID: 172.17.17.2, Interface Address: 172.17.17.2
      topology default (0), metric 1
23:03:17.431450 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1904, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 64)
  172.17.17.1 > 224.0.0.5: OSPFv2, LS-Ack, length 44
    Router-ID 0.0.0.1, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
    Advertising Router 0.0.0.2, seq 0x80000009, age 1s, length 16
      Router LSA (1), LSA-ID: 0.0.0.2
      Options: [External]
```

---

## 2.26

Βλέπουμε εκ νέου τον πίνακα διαδρομών OSPF του R1 και του R2 και παρατηρούμε πως έχει διαγραφεί το LAN2 και από τους 2 πίνακες.

```
R1(config)# do show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N    172.17.17.0/30          [1] area: 0.0.0.0
      directly attached to em1
N    192.168.1.0/24         [10] area: 0.0.0.0
      directly attached to em0

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

```

R2(config-router)# do show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N    172.17.17.0/30      [1] area: 0.0.0.0
                        directly attached to em1
N    192.168.1.0/24     [11] area: 0.0.0.0
                        via 172.17.17.1, em1

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

```

Δεν υπάρχει πλέον επικοινωνία μεταξύ των PC.

---

## 2.27

Όχι δεν έχει η ανταλλαγή Hello στο WAN1 αφού δεν έχουμε βγάλει το δίκτυο WAN1 από τα ospf των δρομολογητών.

```

23:11:11.492541 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 1700, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 96)
  172.17.17.2 > 224.0.0.5: OSPFv2, LS-Update, length 76
    Router-ID 0.0.0.2, Backbone Area, Authentication Type: none (0), 1 LSA
    LSA #1
    Advertising Router 0.0.0.2, seq 0x8000000a, age 1s, length 28
    Router LSA (1), LSA-ID: 0.0.0.2
    Options: [External]
    Router LSA Options: [none]
    Neighbor Network-ID: 172.17.17.2, Interface Address: 172.17.17.2
    topology default (0), metric 1
    Stub Network: 192.168.2.0, Mask: 255.255.255.0
    topology default (0), metric 10
23:11:12.147835 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 2067, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 64)
  172.17.17.1 > 224.0.0.5: OSPFv2, LS-Ack, length 44
    Router-ID 0.0.0.1, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
    Advertising Router 0.0.0.2, seq 0x8000000a, age 1s, length 28
    Router LSA (1), LSA-ID: 0.0.0.2
    Options: [External]

```

---

## 2.28

Με την επανεισαγωγή του LAN2 στο OSPF του R2, βλέπουμε άμεσα στην καταγραφή αποστολή LS-Update από το R2 στο R1 στο οποίο τον ενημερώνει για το Stub Network: 192.168.2.0 με Mask: 255.255.255.0 και άμεση απάντηση LS-Ack από το R1 στο R2.

## Άσκηση 3: Εναλλακτικές διαδρομές, σφάλμα καλωδίου και OSPF

---

### 3.1

R3

cli

**hostname R3**

**interface em1**

**ip address 172.17.17.6/30**

**exit**

**interface em2**

**ip address 172.17.17.10/30**

---

## 3.2

R1

**interface em2**

**ip address 172.17.17.5/30**

R2

**interface em2**

**ip address 172.17.17.9/30**

---

## 3.3

**link-detect** --> Στις διεπαφές em1,em2 όλων των δρομολογητών.

---

## 3.4

Μπαίνουμε σε Interface Configuration Mode για κάθε διεπαφή που ανήκει σε WAN και εκτελούμε την εντολή  
« **ip ospf network point-to-point** ».

---

## 3.5

R1

Σε GCM:

**router ospf**

**network 172.17.17.4/30 area 0**

---

## 3.6

R2

Σε GCM:

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

---

### 3.7

Στο R3 όντας σε GCM εκτελούμε :

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

---

### 3.8

```
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       [20] area: 0.0.0.0
                                   via 172.17.17.6, em2
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

```
R2(config-router)# do show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N    127.0.0.1/32          [20] area: 0.0.0.0
      via 172.17.17.10, 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 =====
```

### 3.10

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

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

### 3.11

Διαφημίζει όλα τα δίκτυα που μετέχουν οι διεπαφές του, συμπεριλαμβανομένης της loopback.

### 3.12

Ο R3.

### 3.13

Απαντάει το ίδιο το R1, καθώς αυτή η εγγραφή είναι επιλεγμένη για δρομολόγηση αφού έχει μικρότερο κόστος.

```
R1(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> 127.0.0.1/32 [110/20] via 172.17.17.6, em2, 00:05:34
```

### 3.14

do show ip route ospf

```
O>* 172.17.17.0/30 [110/11] via 172.17.17.5, em1, 00:24:59
                        via 172.17.17.9, em2, 00:24:59
```

Έχει 2 διαδρομές προς το WAN1, είτε μέσω του R1 είτε μέσω του R2 και έχει επιλεγεί αυτή μέσω του R1.

### 3.15

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

Neighbor ID Pri State Dead Time Address Interface
RXmtL RqstL DBsmL
0.0.0.1 0 0 1 Full/Backup 39.945s 172.17.17.5 em1:172.17.17.6
0.0.0.2 0 0 1 Full/Backup 30.912s 172.17.17.9 em2:172.17.17.10
R3(config-router)#
```

BDR γείτονες το οποίο οφείλεται στις ίσες τιμές priority(=1) για τις διαπαφές στα WAN1 και WAN2 και στη μεγαλύτερη τιμή router-id ίση με 3 του R3 σε σύγκριση με τους R1 και R2.

### 3.16

do show ip ospf database

Η LSDB και των 3 δρομολογητών περιέχει router LSAs.

Δε βλέπουμε Network LSA αφού ορίσαμε πριν ότι η επικοινωνία είναι point-to-point

---

**3.17**

**do show ip ospf database router self-originate**

```
Link connected to: Stub Network
(Link ID) Net: 172.17.17.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.252
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metric: 1
```

Πλέον το WAN1 περιγράφεται ως Stub Network.

---

**3.18**

TTL = 62.

---

**3.19**

**tcpump -vvvi em2 not icmp --> R2**

---

**3.20**

Δε χάθηκε κανένα πακέτο, ενώ, ενώ το TTL από 62 έγινε 61.

---

**3.21**

Το OSPF αντέδρασε σχεδόν άμεσα στην αλλαγή της τοπολογίας.

Ανταλλάχθηκαν 6 μηνύματα, τρία LS-Update και τρία LS-Ack.

---

**3.22**

Ανταλλάχθηκαν 6 μηνύματα, τρία ζεύγη LS-Update με LS-Ack.

```
03:04:51.014168 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 2002, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 108)
  172.17.17.10 > 224.0.0.5: OSPFv2, LS-Update, length 88
    Router-ID 0.0.0.3, Backbone Area, Authentication Type: none (0), 1 LSA
    LSA #1
    Advertising Router 0.0.0.1, seq 0x80000033, age 2s, length 40
    Router LSA (1), LSA-ID: 0.0.0.1
    Options: [External]
    Router LSA Options: [none]
      Stub Network: 192.168.1.0, Mask: 255.255.255.0
        topology default (0), metric 10
      Neighbor Router-ID: 0.0.0.3, Interface Address: 172.17.17.5
        topology default (0), metric 10
      Stub Network: 172.17.17.4, Mask: 255.255.255.252
        topology default (0), metric 10
    0x0000: 0000 0003 c0a8 0100 ffff ff00 0300 000a
    0x0010: 0000 0003 ac11 1105 0100 000a ac11 1104
    0x0020: ffff fffc 0300 000a
03:04:51.814864 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 4410, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 64)
  172.17.17.9 > 224.0.0.5: OSPFv2, LS-Ack, length 44
    Router-ID 0.0.0.2, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
    Advertising Router 0.0.0.1, seq 0x80000033, age 2s, length 40
    Router LSA (1), LSA-ID: 0.0.0.1
    Options: [External]

03:04:56.589425 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 2009, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 108)
  172.17.17.10 > 224.0.0.5: OSPFv2, LS-Update, length 88
    Router-ID 0.0.0.3, Backbone Area, Authentication Type: none (0), 1 LSA
    LSA #1
    Advertising Router 0.0.0.1, seq 0x80000035, age 7s, length 40
    Router LSA (1), LSA-ID: 0.0.0.1
    Options: [External]
    Router LSA Options: [none]
      Stub Network: 192.168.1.0, Mask: 255.255.255.0
        topology default (0), metric 10
      Neighbor Router-ID: 0.0.0.3, Interface Address: 172.17.17.5
        topology default (0), metric 10
      Stub Network: 172.17.17.4, Mask: 255.255.255.252
        topology default (0), metric 10
    0x0000: 0000 0003 c0a8 0100 ffff ff00 0300 000a
    0x0010: 0000 0003 ac11 1105 0100 000a ac11 1104
    0x0020: ffff fffc 0300 000a
03:04:56.874822 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 4413, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 64)
  172.17.17.9 > 224.0.0.5: OSPFv2, LS-Ack, length 44
    Router-ID 0.0.0.2, Backbone Area, Authentication Type: none (0)
    Advertising Router 0.0.0.1, seq 0x80000035, age 7s, length 40
    Router LSA (1), LSA-ID: 0.0.0.1
    Options: [External]
```

```

03:05:27.934645 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 4425, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 120)
  172.17.17.9 > 224.0.0.5: OSPFv2, LS-Update, length 100
    Router-ID 0.0.0.2, Backbone Area, Authentication Type: none (0), 1 LSA
    LSA #1
    Advertising Router 0.0.0.2, seq 0x80000032, age 1s, length 52
    Router LSA (1), LSA-ID: 0.0.0.2
    Options: [External]
    Router LSA Options: [none]
    Stub Network: 172.17.17.0, Mask: 255.255.255.252
      topology default (0), metric 1
    Stub Network: 192.168.2.0, Mask: 255.255.255.0
      topology default (0), metric 10
    Neighbor Router-ID: 0.0.0.3, Interface Address: 172.17.17.9
      topology default (0), metric 10
    Stub Network: 172.17.17.8, Mask: 255.255.255.252
      topology default (0), metric 10
    0x0000: 0000 0004 ac11 1100 ffff fffc 0300 0001
    0x0010: c0a8 0200 ffff ff00 0300 000a 0000 0003
    0x0020: ac11 1109 0100 000a ac11 1108 ffff fffc
    0x0030: 0300 000a
03:05:28.941203 IP (tos 0xc0, ttl 1, id 2019, offset 0, flags [none], proto OSPF
(89), length 64)
  172.17.17.10 > 224.0.0.5: OSPFv2, LS-Ack, length 44
    Router-ID 0.0.0.3, Backbone Area, Authentication Type: none (0)

```

---

### 3.23

Περίπου 37 δευτερόλεπτα.

---

### 3.24

Από τον R1 το κόστος προς τα WAN1, WAN3 και LAN2 είναι αντίστοιχα 21, 20 και 30.

```

R1(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> 127.0.0.1/32 [110/20] via 172.17.17.6, em2, 00:22:04
O> 172.17.17.0/30 [110/21] via 172.17.17.6, em2, 00:13:33
O 172.17.17.4/30 [110/10] is directly connected, em2, 00:37:43
C>* 172.17.17.4/30 is directly connected, em2
O>* 172.17.17.8/30 [110/20] via 172.17.17.6, em2, 00:13:33
O 192.168.1.0/24 [110/10] is directly connected, em0, 07:18:29
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, em0
O>* 192.168.2.0/24 [110/30] via 172.17.17.6, em2, 00:13:33

```

---

### 3.25

Από τον R2 το κόστος προς τα WAN1, WAN2 και LAN1 είναι αντίστοιχα 1, 20 και 30.

```
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> 127.0.0.1/32 [110/20] via 172.17.17.10, em2, 00:25:00
O 172.17.17.0/30 [110/1] is directly connected, em1, 02:02:14
C>* 172.17.17.0/30 is directly connected, em1
O>* 172.17.17.4/30 [110/20] via 172.17.17.10, em2, 00:16:32
O 172.17.17.8/30 [110/10] is directly connected, em2, 00:25:02
C>* 172.17.17.8/30 is directly connected, em2
O>* 192.168.1.0/24 [110/30] via 172.17.17.10, em2, 00:16:32
O 192.168.2.0/24 [110/10] is directly connected, em0, 04:10:09
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em0
```

---

### 3.26

Πλέον η δρομολόγηση προς το WAN1 γίνεται μέσω του R2 με κόστος 11, αντί μέσω του R1 όπως γινόταν πριν.

---

### 3.27

Επειδή κανονικά ήταν connected, οπότε δεν “εμπιστεύεται” διαφημίσεις από άλλους δρομολογητές.

---

### 3.28

Σβήνεται εντελώς η εγγραφή για το WAN1 από τους πίνακες δρομολόγησης των R1, R2 και R3.

---

### 3.29

Η ενημέρωση των πινάκων δρομολόγησης γίνεται εμφανής από την αλλαγή της τιμής TTL, η οποία από 61 έγινε 62, ωστόσο δεν έγινε ακαριαία, αλλά μετά από περίπου 10 δευτερόλεπτα.

---

### 3.30

Διότι η ενημέρωση για πτώση μιας γραμμής πρέπει να ‘ναι άμεση, ενώ η εκμάθηση μιας γραμμής μπορεί να γίνει σχετικά πιο αργοπορημένα.

## Άσκηση 4: Περιοχές OSPF

## 4.1

### PC1

vttysh

configure terminal

hostname PC1

interface em0

ip address 192.168.1.2/24

exit

ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1

### PC2

vttysh

configure terminal

hostname PC2

interface em0

ip address 192.168.2.2/24

exit

ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1

---

## 4.2

### R1

cli

configure terminal

hostname R1 interface lo0

ip address 172.22.22.1/32

### R2

cli

configure terminal

```
interface lo0
```

```
ip address 172.22.22.2/32
```

### R3

```
cli
```

```
configure terminal
```

```
hostname R3
```

```
interface lo0
```

```
ip address 172.22.22.3/32
```

### R4

```
cli
```

```
configure terminal
```

```
hostname R4
```

```
interface lo0
```

```
ip address 172.22.22.4/32
```

### R5

```
cli
```

```
configure terminal
```

```
hostname R5
```

```
interface lo0
```

```
ip address 172.22.22.5/32
```

---

## 4.3

Εκτελούμε « **link-detect** » σε κάθε διεπαφή που ανήκει σε WAN δίκτυο.

---

## 4.4

### R1 (GCM)

```
interface em0
```

```
ip address 10.1.1.1/30
```

```
exit
```



**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**

R2(GCM)

**interface em0**

**ip address 10.1.1.2/30**

**exit**

**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**

R3(GCM)

**interface em0**

**ip address 10.1.1.6/30**

**exit**

**interface em1**

**exit**

**router ospf**

**network 10.1.1.4/30 area 0**

**network 10.1.1.12/30 area 2**

---

## **4.7**

R4(GCM)

**interface em0**

**ip address 10.1.1.10/30**

**exit**

**interface em1**

**ip address 192.168.1.1/24**

**exit**

**router ospf**

**network 10.1.1.8/30 area 1**

**network 192.168.1.0/24 area 1**

---

## **4.8**

R5(GCM)

**interface em0**

**ip address 10.1.1.14/30**

**exit**

**interface em1**

**ip address 192.168.2.1/24**

**router ospf**

**network 10.1.1.12/30 area 2**

**network 192.168.2.0/24 area 2**

---

#### 4.9

Ναι, επιτυχώς.

---

#### 4.10

**do 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

WAN1 : DR είναι ο R1 , BDR είναι ο R2

WAN2 : DR είναι ο R1, BDR είναι ο R3

WAN3 : DR είναι ο R2, BDR είναι ο R4

WAN4 : DR είναι ο R3, BDR είναι ο R5

Όχι δεν είναι οι αναμενόμενοι, το αναμενόμενο θα ήταν σε όλα τα WAN να είναι οι BDRs σε ρόλο DR. Αυτό συμβαίνει λόγω της σειράς που ορίστηκαν τα δίκτυα από πάνω προς τα κάτω με βάση το σχήμα με αποτέλεσμα να εκλεχθούν κάποιοι DRs οι οποίοι με την προσθήκη νέω δρομολογητών μεγαλύτερης RouterID δεν αντικαταστάθηκαν και ούτε πρόκειται παρά μόνο σε ενδεχόμενο αποσύνδεσης της διεπαφής του από το δίκτυο.

---

#### 4.12

Για τον R1, ABR της Area0 είναι οι R2, R3. Για τον R2, ABR της Area0 είναι ο R3. Για τον R3, ABR της Area0 είναι ο R2. Για τον R4, ABR της Area1 είναι ο R2 και τέλος για τον R5, ABR της Area2 είναι ο R3.

```
R1(config-router)# do show ip ospf border-routers
===== OSPF router routing table =====
R      172.22.22.2          [10] area: 0.0.0.0, ABR
                        via 10.1.1.2, em0
R      172.22.22.3          [10] area: 0.0.0.0, ABR
                        via 10.1.1.6, em1
```

```
R2(config-router)# do show ip ospf border-routers
===== OSPF router routing table =====
R    172.22.22.3          [20] area: 0.0.0.0, ABR
                        via 10.1.1.1, em0
```

```
R3(config-router)# do show ip ospf border-routers
===== OSPF router routing table =====
R    172.22.22.2          [20] area: 0.0.0.0, ABR
                        via 10.1.1.5, em0
```

```
R4(config-router)# do show ip ospf border-routers
===== OSPF router routing table =====
R    172.22.22.2          [10] area: 0.0.0.1, ABR
                        via 10.1.1.9, em0
```

```
R5(config-router)# do show ip ospf border-routers
===== OSPF router routing table =====
R    172.22.22.3          [10] area: 0.0.0.2, ABR
                        via 10.1.1.13, em0
```

---

#### 4.13

Summary LSA.

---

#### 4.14

Βλέπουμε 3 Router LSA, 2 Network LSA και 4 Summary LSA, 9 στο σύνολο. Τα 3 Router LSA οφείλονται στους 3 δρομολογητές του Area0.

---

#### 4.15

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

      OSPF Router with ID (172.22.22.1)

          Router Link States (Area 0.0.0.0)

Link ID        ADV Router      Age  Seq#           CkSum  Link count
172.22.22.1    172.22.22.1      1551 0x800000008    0x9d9c  2

          Net Link States (Area 0.0.0.0)

Link ID        ADV Router      Age  Seq#           CkSum
10.1.1.1       172.22.22.1     1090 0x800000003    0x4e71
10.1.1.5       172.22.22.1     1340 0x800000003    0x3486
```

---

#### 4.16

Το LinkID από κάθε RouterLSA στη βάση του R1 είναι το RouterID του δρομολογητή που το παράγει, δηλαδή η διεύθυνση IP που αναθέσαμε στη Loopback των R1, R2 και R3 αντίστοιχα.

---

**4.17**

Για τις Area 0 και Area 1.

---

**4.18**

Έχει συνολικά 16 LSA.

Area 0 : 3 Router LSA, 2 Network LSA, 4 Summary LSA

Area 1 : 2 Router LSA , 1 Network LSA, 4 Summary LSA

---

**4.19**

Το Link ID έχει προκύψει ως η διεύθυνση IPv4 του DR σε κάθε Link. Ειδικότερα, στο link WAN1, DR είναι ο R1 (αφού έγινε πρώτος configured), οπότε και LinkID = 10.1.1.1. Αντίστοιχα, LinkID<sub>WAN2</sub> = 10.1.1.5, LinkID<sub>WAN3</sub> = 10.1.1.9

---

## 4.20

Έχει συνολικά 16 LSA.

Area 0 : 3 Router , 2 Network , 4 Summary

Area 2 : 2 Router , 1 Network , 4 Summary

Σχετικά με το πλήθος των Summary LSA, βλέπουμε πως και στις 2 περιοχές είναι 4. Για την περιοχή 0, έχουμε μία εγγραφή ανά σύνδεση εκτός της περιοχής 0 (WAN3, WAN4, LAN1, LAN2) και αντίστοιχα για την περιοχή 2 έχουμε μία εγγραφή ανά σύνδεση εκτός της περιοχής 2 (WAN1, WAN2, WAN3, LAN1)

---

## 4.21

Περιοχή 0:

- LinkID = 10.1.1.8, αποτελεί το WAN3 (10.1.1.8/30)
- LinkID = 10.1.1.12, αποτελεί το WAN4 (10.1.1.12/30)
- LinkID = 192.168.1.0, αποτελεί το LAN1 (192.168.1.0/24)
- LinkID = 192.168.2.0, αποτελεί το LAN2 (192.168.2.0/24)

Περιοχή 1:

- LinkID = 10.1.1.0, αποτελεί το WAN1 (10.1.1.0/30)
- LinkID = 10.1.1.4, αποτελεί το WAN2 (10.1.1.4/30)
- LinkID = 10.1.1.8, αποτελεί το WAN3 (10.1.1.8/30)
- LinkID = 192.168.1.0, αποτελεί το LAN1 (192.168.1.0/24)

---

## 4.22

Στον R1, βλέπουμε πως πηγή διαφήμισης των Router LSA είναι οι R1, R2 και R3, ενώ των Network LSA μόνο ο R1

---

## 4.23

Πηγές διαφήμισης των Summary LSA του LSDB του R2 για την Area0 είναι οι R2 και R3, ενώ για την Area1 είναι μόνο ο R2.

---

## 4.24

Βλέπουμε την ένδειξη « IA ».

```
R1(config-router)# do show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N    10.1.1.0/30          [10] area: 0.0.0.0
                        directly attached to em0
N    10.1.1.4/30          [10] area: 0.0.0.0
                        directly attached to em1
N IA 10.1.1.8/30          [20] area: 0.0.0.0
                        via 10.1.1.2, em0
N IA 10.1.1.12/30         [20] area: 0.0.0.0
                        via 10.1.1.6, em1
N IA 192.168.1.0/24       [30] area: 0.0.0.0
                        via 10.1.1.2, em0
N IA 192.168.2.0/24       [30] area: 0.0.0.0
                        via 10.1.1.6, em1

===== OSPF router routing table =====
R    172.22.22.2          [10] area: 0.0.0.0, ABR
                        via 10.1.1.2, em0
R    172.22.22.3          [10] area: 0.0.0.0, ABR
                        via 10.1.1.6, em1

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

---

#### 4.25

Δεν υπάρχει κάποιο αναγνωριστικό.

---

#### 4.26

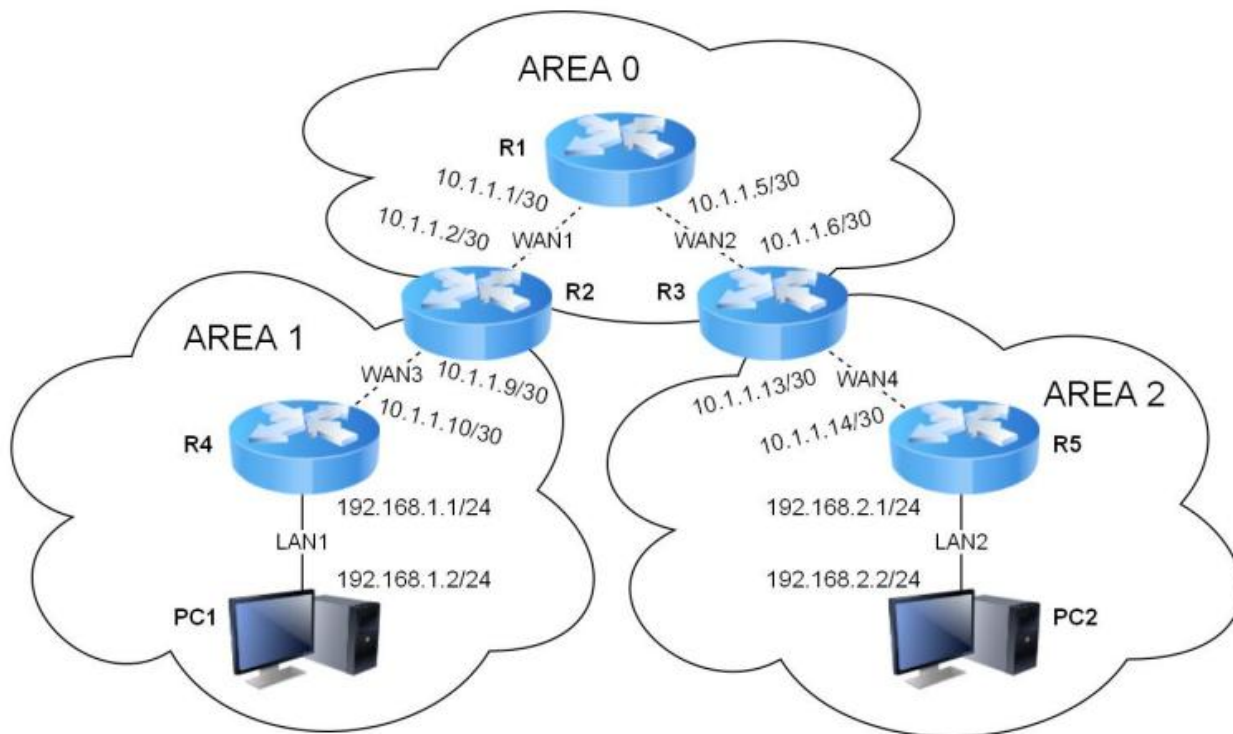
Περιλαμβάνει διαδρομές προς Routers (προς τις loopback των R1, R2).

---

#### 4.27

Ναι, συγκεκριμένα βλέπουμε την ένδειξη ABR.

## Άσκηση 5: OSPF και αναδιανομή διαδρομών



### 5.1

Εκτελούμε στον R3 όντας σε GCM :

```
ip route 5.5.5.0/24 172.22.22.3
```

```
ip route 6.6.6.0/24 172.22.22.3
```

### 5.2

Έχουν μπει στον πίνακα δρομολόγησης του R3, αλλά όχι στον πίνακα διαδρομών OSPF.

### 5.3

Όχι.

### 5.4

Όχι.

### 5.5

Έχουν προστεθεί οι εγγραφές για τα 5.5.5.0/24 και 6.6.6.0/24 στους υπόλοιπους δρομολογητές, ως δυναμικές τις οποίες έμαθαν μέσω OSPF.



---

## 5.6

Περιλαμβάνει και εγγραφές προς External διαδρομές.

---

## 5.7

Είναι E2 εξωτερικές διαδρομές. Το κόστος προς τον προορισμό είναι 20 (αυτό που διαφημίζει ο R3), ενώ το κόστος δικτύου OSPF είναι 10 (π.χ. απόσταση R1-R3).

---

## 5.8

ABR, ASBR

---

## 5.9

AS External Link States

---

## 5.10

Το LinkID είναι η IPv4 διεύθυνση του εξωτερικού δικτύου (5.5.5.0/24 και 6.6.6.0/24 εν προκειμένω) στο οποίο αναφέρεται το εκάστοτε external link state.

---

## 5.11

Βλέπουμε επιπλέον ASBR-Summary LSA.

---

## 5.12

Το LinkID για τα ASBR-Summary LSA είναι το RouterID του ASBR, δηλαδή το RouterID του R3, δηλαδή η IP που αναθέσαμε στην Loopback του, 172.22.22.3

---

## 5.13

Ο R2 μέσω της 172.22.22.2

---

## 5.14

Επειδή ο R5 είναι στην ίδια περιοχή με τον ASBR R3, ενώ τα ABR διαφημίζουν την ύπαρξη ενός ASBR προς άλλες περιοχές, ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός της συντομότερης διαδρομής προς τον ASBR από όλους τους δρομολογητές.

---

## 5.15

Όχι.

---

## 5.16

Εκτελούμε σε GCM στον R2 « **ip route 0.0.0.0/0 172.22.22.2** »

---

## 5.17

Η προκαθορισμένη διαδρομή έχει τοποθετηθεί ως στατική εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης του R2 (« **do show ip route** »), αλλά όχι στον πίνακα διαδρομών OSPF.

---

**5.18**

Πλέον έχει προστεθεί η εγγραφή για προεπιλεγμένη πύλη σε όλους τους υπόλοιπους δρομολογητές.

**5.19**

Χαρακτηρίζεται ως εξωτερική διαδρομή (E2).

**5.20**

E2

Το κόστος εντός του OSPF δικτύου είναι η δεύτερη τιμή (10), ενώ το κόστος προορισμού είναι η πρώτη τιμή των αγκυλών (20).

```
===== OSPF external routing table =====
N E2 0.0.0.0/0          [20/10] tag: 0
                        via 10.1.1.5, em0
```

**5.21**

Εμφανίζεται η ένδειξη ASBR.

**5.22**

Ναι, υπάρχει το R2 είναι σε διαφορετική περιοχή από το R5 και μας ενημερώνει για το δίκτυο 0.0.0.0/0.

**5.23**

3 εγγραφές γιατί έχουμε ορίσει 3 εξωτερικά δίκτυα που δεν έχουν προστεθεί στον OSPF.

```
AS External Link States

Link ID        ADU Router      Age  Seq#           CkSum  Route
0.0.0.0        172.22.22.2     1326 0x800000001    0xdd10 E2 0.0.0.0/0 [0x0]
5.5.5.0        172.22.22.3     1532 0x80000000b    0x7356 E2 5.5.5.0/24 [0x0]
6.6.6.0        172.22.22.3     1592 0x80000000b    0x4f77 E2 6.6.6.0/24 [0x0]
```

**5.24**

0.0.0.0 metric = 10

5.5.5.0 metric = 20

6.6.6.0 metric = 20

Έχουν την ίδια τιμή κόστους αυτή που ορίζεται

**5.25**

Το Metric Type έχει τιμή 2 για τις εξωτερικές διαδρομές, το οποίο δηλώνει E2, επομένως θεωρήθηκε ως κόστος διαδρομής προς τον προορισμό αυτό που ο ASBR καθόρισε.

---

**5.26**

Το κόστος είναι 30.

---

**5.27**

Βλέπουμε Metric 20, το οποίο διαφημίζεται από τον R2 και το Link State ID είναι το RouterID του R3, επομένως η τιμή αυτή είναι η απόσταση από τον R2 μέχρι τον R3.

---

**5.28**

no ip route 0.0.0.0/0 172.22.22.2

Αφαιρέθηκε από τον πίνακα δρομολόγησης. Παραμένει στο LSDB.

---

**5.29**

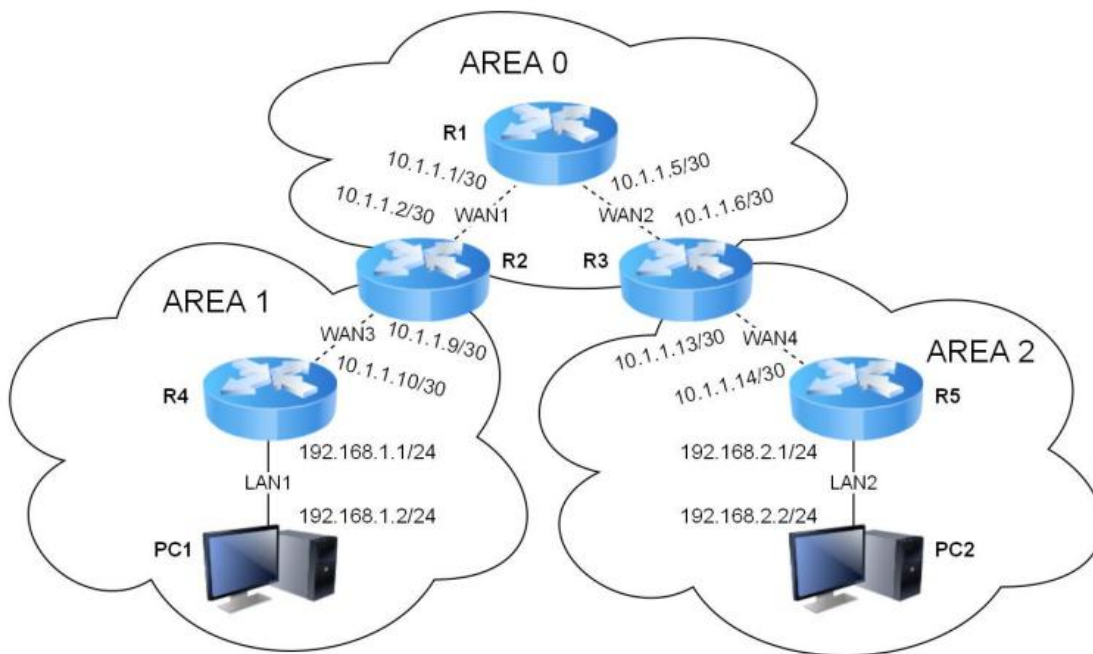
Στο LSDB η σχετική εγγραφή εμφανίζεται με Age : 3600

---

**5.30**

Ναι, με κόστος 1.

## Άσκηση 6: OSPF και περιοχές απόληξης



### 6.1

ping 192.168.2.2 --> PC1

### 6.2

do show ip route ospf

```
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>* 0.0.0.0/0 [110/1] via 10.1.1.5, em0, 00:27:23
O>* 10.1.1.0/30 [110/20] via 10.1.1.5, em0, 04:06:59
O   10.1.1.4/30 [110/10] is directly connected, em0, 04:07:09
O>* 10.1.1.8/30 [110/30] via 10.1.1.5, em0, 03:36:42
O   10.1.1.12/30 [110/10] is directly connected, em1, 04:07:09
O>* 192.168.1.0/24 [110/40] via 10.1.1.5, em0, 04:06:59
O>* 192.168.2.0/24 [110/20] via 10.1.1.14, em1, 04:07:03
```

### 6.3

do show ip route ospf

```
R5(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>* 0.0.0.0/0 [110/1] via 10.1.1.13, em0, 00:29:56
O>* 5.5.5.0/24 [110/20] via 10.1.1.13, em0, 04:09:32
O>* 6.6.6.0/24 [110/20] via 10.1.1.13, em0, 04:09:32
O>* 10.1.1.0/30 [110/30] via 10.1.1.13, em0, 04:09:33
O>* 10.1.1.4/30 [110/20] via 10.1.1.13, em0, 04:09:33
O>* 10.1.1.8/30 [110/40] via 10.1.1.13, em0, 03:39:17
O   10.1.1.12/30 [110/10] is directly connected, em0, 04:09:43
O>* 192.168.1.0/24 [110/50] via 10.1.1.13, em0, 04:09:33
O   192.168.2.0/24 [110/10] is directly connected, em1, 08:46:56
```

---

## 6.4

do show ip ospf database router self-originate

WAN4 : Transit network

LAN2 : Stub network

---

## 6.5

Παρατηρούμε μετά από λίγο πως το ring σταματά να επιτυγχάνει και λαμβάνουμε ως απάντηση “Time To Live exceeded”.

---

## 6.6

Παρατηρούμε πως διαγράφηκε η εγγραφή για το LAN2.

---

## 6.7

Πλέον έχει εγγραφές μόνο για τα LAN2 και WAN4.

```
R5(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   10.1.1.12/30 [110/10] is directly connected, em0, 00:00:15
O   192.168.2.0/24 [110/10] is directly connected, em1, 09:15:21
```

---

## 6.8

Όχι, έχει διαγραφεί από κάθε πίνακα δρομολόγησης.

---

## 6.9

Το PC1 ξεκινά το ring του, το οποίο και προωθείται στην προκαθορισμένη πύλη, δηλαδή το R4. Αυτός με τη σειρά του, δεδομένου ότι πλέον δεν έχει εγγραφή για το LAN2 το στέλνει επίσης στην προκαθορισμένη πύλη του, δηλαδή το R2, το οποίο με τη σειρά του το στέλνει στη δική του default gateway, η οποία εν προκειμένω είναι η διεύθυνση loopback του, επομένως το πακέτο ξαναστέλνεται στον R2 αναδρομικά μέχρι να λήξει το TTL.

---

### 6.10

Του R3 έχει 0 ενώ του R5 έχει 1.

---

### 6.11

Stub

---

### 6.12

Επανέρχεται η επικοινωνία.

---

### 6.13

Παρατηρούμε πως έχει ξαναπροστεθεί εγγραφή για το LAN2.

---

### 6.14

**do show ip ospf database router**

Παρατηρούμε πως πλέον για τον R3, το WAN4 εμφανίζεται ως Transit Network. Βλέπουμε επίσης πως το E-bit έγινε 0 και στον R5.

---

### 6.15

Ναι, υπάρχει.

```
R1>* 0.0.0.0/0 [110/11] via 10.1.1.13, em0, 00:22:51
```

---

### 6.16

Όχι, δεν υπάρχουν, καθώς ορίσαμε ότι είναι Stub Area, άρα έχουν συμπυχθεί στην προκαθορισμένη διαδρομή.

---

### 6.17

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε όλες τις εγγραφές του πίνακα δρομολόγησης του R5.

```

R5(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

R5>* 0.0.0.0/0 [110/11] via 10.1.1.13, em0, 00:22:51
R5>* 10.1.1.0/30 [110/30] via 10.1.1.13, em0, 00:22:51
R5>* 10.1.1.4/30 [110/20] via 10.1.1.13, em0, 00:22:51
R5>* 10.1.1.8/30 [110/40] via 10.1.1.13, em0, 00:22:51
R5> 10.1.1.12/30 [110/10] is directly connected, em0, 01:08:11
R5>* 10.1.1.12/30 is directly connected, em0
R5>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo0
R5>* 172.22.22.5/32 is directly connected, lo0
R5>* 192.168.1.0/24 [110/50] via 10.1.1.13, em0, 00:22:51
R5> 192.168.2.0/24 [110/10] is directly connected, em1, 11:09:17
R5>* 192.168.2.0/24 is directly connected, em1

```

Βλέποντας τον πίνακα διαδρομών OSPF, παρατηρούμε πως έχουμε και Inter Area εγγραφές(WAN1, WAN2, WAN3, LAN1), που είναι εκτός του Area2 και Intra-Area διαδρομές(WAN4, LAN2).

## 6.18

Παρατηρούμε πως έχει ξαναπροστεθεί η εγγραφή για το LAN2.

## 6.19

Προηγουμένως δεν είχαμε 2-way state, καθώς ο R3 θεωρούσε το WAN4 ως Stub Network, ενώ ο R5 ως Transit, ενώ στη συνέχεια και οι 2 θεωρούν το WAN4 ως Transit Network οπότε και επανήλθε η επικοινωνία.

## 6.20

Στο R5, το οποίο ανήκει σε Stub Area, όλες οι εξωτερικές διαδρομές έχουν συνοψιστεί στην προκαθορισμένη διαδρομή, ενώ στο R4 εμφανίζεται κανονικά ως External διαδρομή.

## 6.21

Περιέχει 2 LSAs και στον R5 διαφημίζει την εγγραφή με advertising router-id την loopback του R3.

Summary Link States (Area 0.0.0.2 [Stub])					
Link ID	ADU Router	Age	Seq#	CkSum	Route
0.0.0.0	172.22.22.3	1398	0x800000006	0x1a63	0.0.0.0/0
10.1.1.0	172.22.22.3	607	0x800000002	0x3530	10.1.1.0/30
10.1.1.4	172.22.22.3	937	0x800000002	0xa8c2	10.1.1.4/30
10.1.1.8	172.22.22.3	1328	0x800000002	0x490a	10.1.1.8/30
192.168.1.0	172.22.22.3	1318	0x800000002	0xec03	192.168.1.0/24

AS External Link States					
Link ID	ADU Router	Age	Seq#	CkSum	Route
0.0.0.0	172.22.22.2	1144	0x80000000c	0x6d7e	E2 0.0.0.0/0 [0x0]
5.5.5.0	172.22.22.3	1178	0x80000001c	0x5167	E2 5.5.5.0/24 [0x0]
6.6.6.0	172.22.22.3	1198	0x80000001c	0x2d88	E2 6.6.6.0/24 [0x0]

## 6.22

Εκτελώντας « **do show ip route** » στον R3 βλέπουμε πως η απόσταση για την προκαθορισμένη διαδρομή είναι 10, ωστόσο αυτή αφορά την απόσταση που διαφημίζει ο R2 για την προκαθορισμένη πύλη. Το κόστος από τον R3 μέχρι την default gateway που διαφημίζει ο R3 είναι 1 και το βλέπουμε εκτελώντας την εντολή « **do show ip ospf database summary** » από το πεδίο Metric.

```
Summary Link States (Area 0.0.0.2 [Stub])

LS age: 1463
Options: 0x0 : *|---|---|---|*
LS Flags: 0x3
LS Type: summary-LSA
Link State ID: 0.0.0.0 (summary Network Number)
Advertising Router: 172.22.22.3
LS Seq Number: 80000008
Checksum: 0x1665
Length: 28
Network Mask: /0
    TOS: 0 Metric: 1
```

## 6.23

Όπως βλέπουμε παρακάτω έχει metric = 11.

```
R5(config-router)# do show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N IA 0.0.0.0/0 [11] area: 0.0.0.2
               via 10.1.1.13, em0
N IA 10.1.1.0/30 [30] area: 0.0.0.2
               via 10.1.1.13, em0
N IA 10.1.1.4/30 [20] area: 0.0.0.2
               via 10.1.1.13, em0
N IA 10.1.1.8/30 [40] area: 0.0.0.2
               via 10.1.1.13, em0
N 10.1.1.12/30 [10] area: 0.0.0.2
               directly attached to em0
N IA 192.168.1.0/24 [50] area: 0.0.0.2
               via 10.1.1.13, em0
N 192.168.2.0/24 [10] area: 0.0.0.2
               directly attached to em1

===== OSPF router routing table =====
R 172.22.22.3 [10] area: 0.0.0.2, ABR
              via 10.1.1.13, em0

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

Το 11 προκύπτει ως (απόσταση R5-R3 + απόσταση R3-gateway) = 10 + 1

## 6.24

Όχι. Πέρασαν μερικά λεπτά από την εκτέλεση του προηγούμενου ερωτήματος.



---

**6.25**

Εκτελούμε στους R3 και R5 όντας σε GCM

```
router ospf
```

```
no area 2 stub
```

Βλέπουμε πως εμφανίζονται κανονικά πλέον ξανά οι 5.5.5.0/24 και 6.6.6.0/24 στον R5.

---

**6.26**

```
area 2 stub no-summary
```

---

**6.27**

Στον R3

```
router ospf
```

```
area 2 stub no-summary
```

και στον R5

```
router ospf
```

```
area 2 stub
```

---

**6.28**

do show ip ospf route --> Βλέπουμε πως περιέχει εγγραφές για τα LAN2 και WAN4.

```
R5(config-router)# do show ip ospf route
===== OSPF network routing table =====
N IA 0.0.0.0/0          [111] area: 0.0.0.2
                        via 10.1.1.13, em0
N   10.1.1.12/30        [101] area: 0.0.0.2
                        directly attached to em0
N   192.168.2.0/24      [101] area: 0.0.0.2
                        directly attached to em1

===== OSPF router routing table =====
R   172.22.22.3         [101] area: 0.0.0.2, ABR
                        via 10.1.1.13, em0

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

---

**6.29**

```
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

Περιέχει δυναμικές εγγραφές για το 0.0.0.0/0, το 10.1.1.12/30 και το 192.168.2.0/24

---

### 6.31

Πλέον χαρακτηρίζεται και το LAN2 ως Transit δίκτυο, όπως βλέπουμε παρακάτω.

```
LS age: 436
Options: 0x0 : *|---|---|---|*
LS Flags: 0x3
Flags: 0x0
LS Type: router-LSA
Link State ID: 172.22.22.5
Advertising Router: 172.22.22.5
LS Seq Number: 80000040
Checksum: 0x72b9
Length: 48
  Number of Links: 2

  Link connected to: a Transit Network
    (Link ID) Designated Router address: 10.1.1.13
    (Link Data) Router Interface address: 10.1.1.14
    Number of TOS metrics: 0
    TOS 0 Metric: 10

  Link connected to: a Transit Network
    (Link ID) Designated Router address: 192.168.2.1
    (Link Data) Router Interface address: 192.168.2.1
    Number of TOS metrics: 0
    TOS 0 Metric: 10
```

---

### 6.32

Βλέπουμε επομένως πως μια Stub Area μπορεί να είναι Transit Network, διότι το Stub Area απλά δηλώνει πως οι πίνακες δρομολόγησης των κόμβων της περιοχής αυτής περιέχουν όλες τις εσωτερικές διαδρομές για το δίκτυο OSPF και μία προκαθορισμένη διαδρομή για όλους τους εκτός OSPF δικτύου προορισμούς. Από την άλλη, ένα Stub Network δηλώνει πως διαθέτει έναν μόνο OSPF Router και τα πακέτα μπορούν είτε να πηγάζουν είτε να καταλήγουν σε αυτόν.