

Lab 6 – OSPF LSA types

Yêu cầu:

- Bài lab có tất cả 8 router đã tham gia chạy OSPF với nhau. Quy ước của bài lab là router Rx sẽ có router – id là x.x.x.x.
- Học viên được phép truy nhập console vào tất cả các router nhưng không được biết topo của bài lab.
- Học viên phải sử dụng lệnh kiểm tra bảng LSDB trên các router để quan sát các loại LSA đồng thời thực hiện dựng lại topology của bài lab.
- Bài lab này có mục đích giúp học viên nắm rõ bản chất link – state của OSPF và nắm vững được cách đọc bảng LSDB và xem được thông tin trên các LSA.

Thực hiện:

Đầu tiên, ta thực hiện câu lệnh “show ip ospf database” trên tất cả các router để quan sát sơ bộ bảng LSDB của chúng. Ví dụ, R1:

```
R1#show ip ospf database
```

```
OSPF Router with ID (1.1.1.1) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
1.1.1.1	1.1.1.1	635	0x80000003	0x00CA2F	4
2.2.2.2	2.2.2.2	637	0x80000003	0x00FEDB	4
3.3.3.3	3.3.3.3	636	0x80000002	0x00645C	2
4.4.4.4	4.4.4.4	672	0x80000002	0x005C33	5

```
Net Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
172.16.123.3	3.3.3.3	636	0x80000001	0x00785E

```
Summary Net Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
172.16.5.0	1.1.1.1	665	0x80000001	0x0077EB
172.16.6.0	1.1.1.1	665	0x80000001	0x006CF5
172.16.7.0	2.2.2.2	667	0x80000001	0x00431A
172.16.8.0	2.2.2.2	667	0x80000001	0x003824
172.16.11.0	1.1.1.1	675	0x80000001	0x00D096
172.16.15.0	1.1.1.1	675	0x80000001	0x00A4BE
172.16.16.0	1.1.1.1	675	0x80000001	0x0099C8
172.16.22.0	2.2.2.2	677	0x80000001	0x00391F
172.16.27.0	2.2.2.2	677	0x80000001	0x000251
172.16.28.0	2.2.2.2	677	0x80000001	0x00F65B
172.16.56.0	1.1.1.1	665	0x80000001	0x0044EB

Summary ASB Link States (Area 0)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	
5.5.5.5	1.1.1.1	665	0x80000001	0x00DA3F	
Router Link States (Area 1)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
1.1.1.1	1.1.1.1	671	0x80000002	0x004B48	5
5.5.5.5	5.5.5.5	672	0x80000002	0x0066C9	5
6.6.6.6	6.6.6.6	672	0x80000002	0x0081A7	5
Summary Net Link States (Area 1)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	
172.16.1.0	1.1.1.1	675	0x80000001	0x003F32	
172.16.2.0	1.1.1.1	631	0x80000002	0x0096CE	
172.16.3.0	1.1.1.1	631	0x80000001	0x008DD7	
172.16.4.0	1.1.1.1	665	0x80000001	0x0082E1	
172.16.7.0	1.1.1.1	631	0x80000002	0x00C392	
172.16.8.0	1.1.1.1	631	0x80000002	0x00B89C	
172.16.14.0	1.1.1.1	675	0x80000001	0x00AFB4	
172.16.22.0	1.1.1.1	631	0x80000002	0x00B997	
172.16.24.0	1.1.1.1	665	0x80000001	0x00A5AA	
172.16.27.0	1.1.1.1	631	0x80000002	0x0082C9	
172.16.28.0	1.1.1.1	631	0x80000002	0x0077D3	
172.16.123.0	1.1.1.1	675	0x80000001	0x00FBFA	
Type-5 AS External Link States					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Tag
192.168.5.0	5.5.5.5	680	0x80000001	0x0068B5	0

Từ các kết quả show, ta tổng kết được các router tham gia vào các Area như sau:

- Area 1: R1, R5, R6.
- Area 0: R1, R2, R3, R4.
- Area 2: R2, R7, R8.

Như vậy, topo OSPF được tổ chức thành 3 Area, trong đó, R1 là ABR giữa Area 1 và Area 0 và R2 là ABR giữa Area 0 và Area 2. Ta sẽ thực hiện phục dựng sơ đồ lần lượt từ Area 1 đến Area 0 và Area 2.

Sơ đồ Area 1:

Vì LSDB của các router tham gia chung một Area là hoàn toàn giống nhau nên ta có thể chọn bất kỳ router nào trong số các router tham gia Area 1 để khảo sát LSDB trên Area 1. Ví dụ, ta chọn R5:

```
R5#show ip ospf database
```

```
OSPF Router with ID (5.5.5.5) (Process ID 1)
```

Router Link States (Area 1) <- Các LSA type 1

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
1.1.1.1	1.1.1.1	1115	0x80000002	0x004B48	5
5.5.5.5	5.5.5.5	1114	0x80000002	0x0066C9	5
6.6.6.6	6.6.6.6	1115	0x80000002	0x0081A7	5

Summary Net Link States (Area 1) <- Các LSA type 3

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
172.16.1.0	1.1.1.1	1119	0x80000001	0x003F32
172.16.2.0	1.1.1.1	1075	0x80000002	0x0096CE
172.16.3.0	1.1.1.1	1075	0x80000001	0x008DD7
172.16.4.0	1.1.1.1	1110	0x80000001	0x0082E1
172.16.7.0	1.1.1.1	1075	0x80000002	0x00C392
172.16.8.0	1.1.1.1	1075	0x80000002	0x00B89C
172.16.14.0	1.1.1.1	1119	0x80000001	0x00AFB4
172.16.22.0	1.1.1.1	1075	0x80000002	0x00B997
172.16.24.0	1.1.1.1	1110	0x80000001	0x00A5AA
172.16.27.0	1.1.1.1	1075	0x80000002	0x0082C9
172.16.28.0	1.1.1.1	1075	0x80000002	0x0077D3
172.16.123.0	1.1.1.1	1119	0x80000001	0x00FBFA

Type-5 AS External Link States <- Các LSA type 5

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Tag
192.168.5.0	5.5.5.5	1123	0x80000001	0x0068B5	0

Ta thấy rằng trong Area 1 chỉ có 3 loại LSA gồm: type 1, type 3 và type 5.

Khảo sát các LSA type 1 sẽ giúp chúng ta nắm được các đường link của các router và từ đó vẽ lại được topo của Area 1; khảo sát các LSA type 3 sẽ giúp chúng ta biết được ABR R1 đã đưa các subnet IP nào từ các Area khác vào Area đang xét cùng các thông số tương ứng; và phân tích LSA type 5 sẽ cho ta biết thông tin về các external prefix được redistribute vào OSPF.

Bên cạnh đó, ta cũng để ý rằng có sự xuất hiện LSA type 5 mà lại không có LSA type 4, cho thấy rằng router ASBR cũng là một router tham gia vào Area 1 (cụ thể ở đây chính là R5). Ngoài ra, bảng LSDB không thấy có sự hiện diện của LSA type 2 (network LSA), cho thấy rằng trên Area 1 không có link sử dụng network – type dạng multi – access và không có sự bầu chọn DR/BDR.

Nhìn lại kết quả show ở trên ta thấy danh sách các LSA type 1 trong LSDB của R5 gồm 3 LSA. Trên một vùng, mỗi router chỉ phát ra một LSA type 1, do đó, ta thấy được trên Area 1 chỉ có 3 router tham gia. Với LSA type 1, tham số Link State ID (ở kết quả viết tắt là Link ID) trùng với router – id của router phát ra LSA (ADV Router).

Ta kiểm tra nội dung LSA type 1 do router R1 (1.1.1.1) phát ra trên Area 1:

```
R5#show ip ospf database router 1.1.1.1
```

```
OSPF Router with ID (5.5.5.5) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 1)
```

```
Routing Bit Set on this LSA in topology Base with MTID 0
```

```
LS age: 206
```

```
Options: (No TOS-capability, DC)
```

```
LS Type: Router Links
```

```
Link State ID: 1.1.1.1
```

```
Advertising Router: 1.1.1.1
```

```
LS Seq Number: 80000003
```

```
Checksum: 0x4949
```

```
Length: 84
```

```
Area Border Router
```

```
Number of Links: 5
```

```
Link connected to: a Stub Network
```

```
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.11.0
```

```
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
```

```
Number of MTID metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 10
```

```
Link connected to: another Router (point-to-point)
```

```
(Link ID) Neighboring Router ID: 6.6.6.6
```

```
(Link Data) Router Interface address: 172.16.16.1
```

```
Number of MTID metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 10
```

```
Link connected to: a Stub Network
```

```
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.16.0
```

```
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
```

```
Number of MTID metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 10
```

```
Link connected to: another Router (point-to-point)
```

```
(Link ID) Neighboring Router ID: 5.5.5.5
```

```
(Link Data) Router Interface address: 172.16.15.1
```

```
Number of MTID metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 10
```

```
Link connected to: a Stub Network
```

```
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.15.0
```

```
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
```

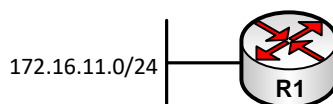
```
Number of MTID metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 10
```

Quan sát LSA này, ta thấy, trước hết, R1 có một cổng kết nối đến một mạng đầu cuối (Stub network), và mạng này có địa chỉ mạng là 172.16.11.0/24:

```
Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.11.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10
```

Ta thể hiện những nét đầu tiên của topo Area 1:



Hình 1 – R1 có một mạng đầu cuối (Stub network).

Điểm đặc biệt là mỗi cổng sử dụng network – type là “point-to-point” sẽ được OSPF thể hiện thành hai đường link:

- Một đường “Link connected to: another Router (point-to-point)”. Thông tin này cho ta biết về router neighbor ở đầu kia của link cũng như địa chỉ IP trên cổng của router đang xét.
- Một đường “Link connected to: a Stub Network”. Thông tin này cho ta subnet IP đang được sử dụng trên link point – to – point ở trên.

Vì vậy, quan sát kết quả show ta thấy, từ R1 có hai link point – to – point nối đến hai router láng giềng là R5 và R6:

```

Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighboring Router ID: 6.6.6.6
(Link Data) Router Interface address: 172.16.16.1
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.16.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

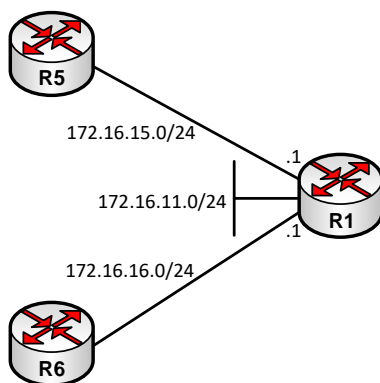
Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighboring Router ID: 5.5.5.5
(Link Data) Router Interface address: 172.16.15.1
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.15.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10
    
```

Link point-to-point đi R6 (6.6.6.6)

Link point-to-point đi R5 (5.5.5.5)

Với các thông tin như trên, ta vẽ thêm được hai đường link point – to – point xuất phát từ R1 nối đến R5 và R6 (hình 2):



Hình 2 – Hai đường link point – to – point của R1 nối đi R5 và R6.

Đến đây, ta đã đọc hết LSA type 1 do router R1 phát ra trên Area 1. Để có thể hoàn thiện topo Area 1, ta cần phải đọc đầy đủ LSA type 1 của các router R5 và R6.

Ta đọc tiếp LSA type 1 của R5:

R5#show ip ospf database router 5.5.5.5

OSPF Router with ID (5.5.5.5) (Process ID 1)

Router Link States (Area 1)

LS age: 223

Options: (No TOS-capability, DC)

LS Type: Router Links

Link State ID: 5.5.5.5

Advertising Router: 5.5.5.5

LS Seq Number: 80000004

Checksum: 0x62CB

Length: 84

AS Boundary Router

Number of Links: 5

Link connected to: a Stub Network

(Link ID) Network/subnet number: 172.16.5.0

(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0

Number of MTID metrics: 0

TOS 0 Metrics: 10

Link kết nối đến mạng đầu cuối

Link connected to: another Router (point-to-point)

(Link ID) Neighboring Router ID: 6.6.6.6

(Link Data) Router Interface address: 172.16.56.5

Number of MTID metrics: 0

TOS 0 Metrics: 10

Link point-to-point đi R6 (6.6.6.6)

Link connected to: a Stub Network

(Link ID) Network/subnet number: 172.16.56.0

(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0

Number of MTID metrics: 0

TOS 0 Metrics: 10

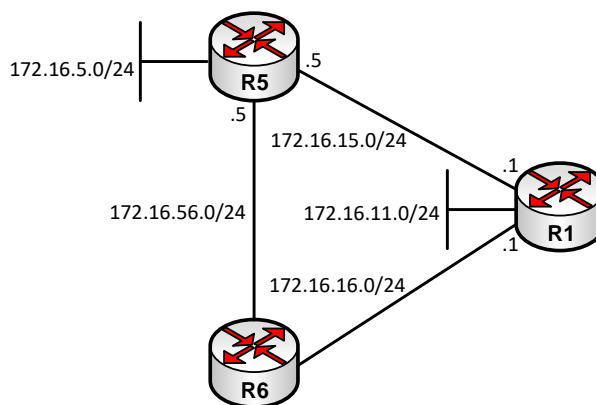
Link connected to: another Router (point-to-point)

```
(Link ID) Neighboring Router ID: 1.1.1.1
(Link Data) Router Interface address: 172.16.15.5
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10
```

Link point-to-point đi R1 (1.1.1.1)

```
Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.15.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10
```

Dựa trên kết quả show ở trên, ta bổ sung thêm được một mạng đầu cuối trên R5; một đường link point – to – point nữa từ R5 nối đến R6 và bổ sung được địa chỉ IP cho cổng point – to – point của R5 đi R1 (link R1 – R5 cũng đã được xác định ở trên) (hình 3):



Hình 3 – Bổ sung thêm thông tin topo từ LSA type 1 của R5.

Thực hiện tương tự, ta quan sát LSA type 1 cuối cùng trên Area 1 của R6:

```
R5#show ip ospf database router 6.6.6.6
```

```
OSPF Router with ID (5.5.5.5) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 1)
```

```
LS age: 134
Options: (No TOS-capability, DC)
LS Type: Router Links
Link State ID: 6.6.6.6
Advertising Router: 6.6.6.6
LS Seq Number: 80000005
Checksum: 0x7BAA
Length: 84
Number of Links: 5
```

```
Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.6.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10
```

Link kết nối đến mạng đầu cuối

Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighboring Router ID: 5.5.5.5
(Link Data) Router Interface address: 172.16.56.6
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.56.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

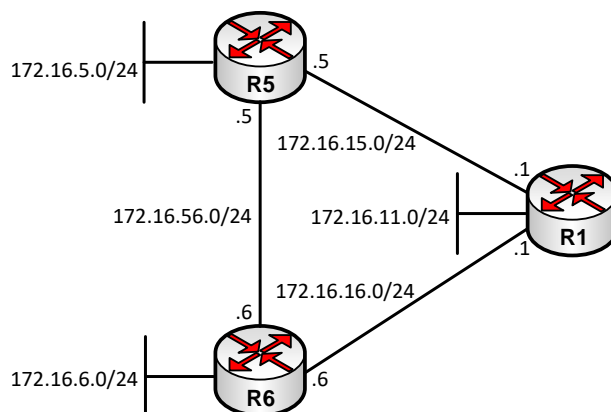
Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighboring Router ID: 1.1.1.1
(Link Data) Router Interface address: 172.16.16.6
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.16.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link point-to-point đi R5 (5.5.5.5)

Link point-to-point đi R1 (1.1.1.1)

Dựa trên thông tin này, ta bổ sung thêm địa chỉ IP trên các cổng point – to – point của R6 và một mạng đầu cuối khác trên router này (hình 4):



Hình 4 – Topology Area 1.

Đến đây, ta đã hoàn thành vẽ lại được topo trên Area 1 của sơ đồ bài lab.

Bên cạnh phục dựng sơ đồ bằng cách đọc LSA type 1 của các router, ta cũng có thể khảo sát các loại LSA khác trên LSDB của Area 1.

Danh sách các LSA type 3 trên Area 1:


```
R5#show ip ospf database
```

```
(...)
```

```
Summary Net Link States (Area 1)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
172.16.1.0	1.1.1.1	663	0x80000004	0x003935
172.16.2.0	1.1.1.1	663	0x80000005	0x0090D1
172.16.3.0	1.1.1.1	663	0x80000004	0x0087DA
172.16.4.0	1.1.1.1	663	0x80000004	0x007CE4
172.16.7.0	1.1.1.1	663	0x80000005	0x00BD95
172.16.8.0	1.1.1.1	663	0x80000005	0x00B29F
172.16.14.0	1.1.1.1	663	0x80000004	0x00A9B7
172.16.22.0	1.1.1.1	663	0x80000005	0x00B39A
172.16.24.0	1.1.1.1	663	0x80000004	0x009FAD
172.16.27.0	1.1.1.1	663	0x80000005	0x007CCC
172.16.28.0	1.1.1.1	663	0x80000005	0x0071D6
172.16.123.0	1.1.1.1	663	0x80000004	0x00F5FD

```
(...)
```

Nhắc lại rằng LSA type 3 là do ABR phát ra để lan truyền thông tin IP Prefix từ các Area khác vào Area đang xét. Cứ *một prefix* được đưa vào sẽ được ABR viết lên *một LSA type 3*. Với LSA type 3, Link State ID của LSA chính là địa chỉ mạng của prefix được viết lên LSA và ADV Router chính là router – id của router ABR đã phát ra LSA này.

Ta có thể kiểm tra thông tin chi tiết của một LSA type 3 ở trên, ví dụ, 172.16.8.0:

```
R5#show ip ospf database summary 172.16.8.0
```

```
OSPF Router with ID (5.5.5.5) (Process ID 1)
```

```
Summary Net Link States (Area 1)
```

```
Routing Bit Set on this LSA in topology Base with MTID 0
```

```
LS age: 1028
```

```
Options: (No TOS-capability, DC, Upward)
```

```
LS Type: Summary Links(Network)
```

```
Link State ID: 172.16.8.0 (summary Network Number)
```

```
Advertising Router: 1.1.1.1
```

```
LS Seq Number: 80000005
```

```
Checksum: 0xB29F
```

```
Length: 28
```

```
Network Mask: /24
```

```
MTID: 0
```

```
Metric: 30
```

Ta thấy subnet 172.16.8.0 có prefix – length là 24, được ABR 1.1.1.1 đưa vào Area 1 và từ R1 để đi đến prefix này có tổng cost tích lũy là 30 (metric = 30). Router R5 đang xét sẽ phải tính thêm cost của đường đi từ nó đến ABR R1 rồi cộng vào giá trị metric này để ra tổng cost tích lũy cuối cùng đi đến mạng 172.16.8.0/24:

```
R5#show ip route 172.16.8.0 255.255.255.0
```

```
Routing entry for 172.16.8.0/24
```

```
Known via "ospf 1", distance 110, metric 40, type inter area
```

```
Last update from 172.16.15.1 on Ethernet0/0.15, 02:06:07 ago
```

```
Routing Descriptor Blocks:
```

```
* 172.16.15.1, from 1.1.1.1, 02:06:07 ago, via Ethernet0/0.15
```

```
Route metric is 40, traffic share count is 1
```

Ta cũng có thể khảo sát nội dung của LSA type 5 duy nhất trên Area 1:

```
R5#show ip ospf database external
```

```
OSPF Router with ID (5.5.5.5) (Process ID 1)
```

```
Type-5 AS External Link States
```

```
LS age: 1629
```

```
Options: (No TOS-capability, DC, Upward)
```

```
LS Type: AS External Link
```

```
Link State ID: 192.168.5.0 (External Network Number)
```

```
Advertising Router: 5.5.5.5
```

```
LS Seq Number: 80000004
```

```
Checksum: 0x62B8
```

```
Length: 36
```

```
Network Mask: /24
```

```
Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
```

```
MTID: 0
```

```
Metric: 20
```

```
Forward Address: 0.0.0.0
```

```
External Route Tag: 0
```

Tương tự như LSA type 3, Link State ID của LSA type 5 chính là địa chỉ mạng của subnet được redistribute vào OSPF và ADV Router chính là router – id của router ASBR đã thực hiện redistribute. Mỗi subnet được redistribute sẽ được ASBR viết lên một LSA type 5.

Trong trường hợp của Area 1 đang khảo sát, vì ASBR (router R5 – 5.5.5.5) cũng nằm trong Area 1 nên trên LSDB của Area này không xuất hiện LSA type 4 cho ASBR. Điều này là hợp lý vì chỉ cần thông qua các thông tin học được từ LSA type 1, mọi router trong vùng đã đều biết cách để đi đến ASBR này.

Sơ đồ Area 0:

Như đã phân tích ban đầu, có 4 router tham gia Area 0 là R1, R2, R3, R4. Ta có thể chọn bất kỳ router nào để phân tích LSDB trên Area 0. Tuy nhiên, vì R1 và R2 là các router ABR, chúng mang theo nhiều LSDB của nhiều Area khác nhau nên để dễ quan sát, ta nên chọn R3 hoặc R4 là các internal router của Area 0 để phân tích LSDB.

Bảng LSDB quan sát từ R3:

```
R3#show ip ospf database
```

```
OSPF Router with ID (3.3.3.3) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
1.1.1.1	1.1.1.1	146	0x80000007	0x00C233	4
2.2.2.2	2.2.2.2	123	0x80000007	0x00F6DF	4
3.3.3.3	3.3.3.3	222	0x80000006	0x005C60	2
4.4.4.4	4.4.4.4	228	0x80000006	0x005437	5

Các LSA type 1

Net Link States (Area 0)					LSA type 2
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	
172.16.123.3	3.3.3.3	222	0x80000005	0x007062	
Summary Net Link States (Area 0)					CÁC LSA type 3
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	
172.16.5.0	1.1.1.1	146	0x80000005	0x006FEF	
172.16.6.0	1.1.1.1	146	0x80000005	0x0064F9	
172.16.7.0	2.2.2.2	123	0x80000005	0x003B1E	
172.16.8.0	2.2.2.2	123	0x80000005	0x003028	
172.16.11.0	1.1.1.1	146	0x80000005	0x00C89A	
172.16.15.0	1.1.1.1	146	0x80000005	0x009CC2	
172.16.16.0	1.1.1.1	146	0x80000005	0x0091CC	
172.16.22.0	2.2.2.2	123	0x80000005	0x003123	
172.16.27.0	2.2.2.2	123	0x80000005	0x00F955	
172.16.28.0	2.2.2.2	123	0x80000005	0x00EE5F	
172.16.56.0	1.1.1.1	146	0x80000005	0x003CEF	
Summary ASB Link States (Area 0)					LSA type 4
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	
5.5.5.5	1.1.1.1	146	0x80000005	0x00D243	
Type-5 AS External Link States					LSA type 5
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	
192.168.5.0	5.5.5.5	165	0x80000005	0x0060B9	0

Từ kết quả show ở trên, ta thấy LSDB của Area 0 xuất hiện đầy đủ 5 loại LSA từ type 1 đến type 5. Với số lượng là một LSA type 2, ta biết rằng có một link multi access trên Area 0 và trên link này đã có hoạt động bầu chọn DR/BDR. Bên cạnh đó, ta cũng đã xác định trước đó ASBR là router R5 nằm ở một Area khác nên lần này xuất hiện LSA type 4 do ABR R1 phát ra để hướng dẫn các router trong vùng 0 cách đi đến ASBR này.

Trước hết, tương tự như bước trước, ta khảo sát các LSA type 1, và thêm vào đó, là LSA type 2 để vẽ lại được topo của Area 0. Trong kết quả show ở trên, ta thấy có 4 LSA type 1 trong Area 0, cho thấy có 4 router tham gia Area 0 và ta tiến hành đọc LSA type 1 của từng router một.

LSA type 1 do R1 phát vào Area 0:

R3#show ip ospf database router 1.1.1.1

OSPF Router with ID (3.3.3.3) (Process ID 1)

Router Link States (Area 0)

Routing Bit Set on this LSA in topology Base with MTID 0
 LS age: 1228
 Options: (No TOS-capability, DC)
 LS Type: Router Links
 Link State ID: 1.1.1.1
 Advertising Router: 1.1.1.1
 LS Seq Number: 80000007

Checksum: 0xC233
Length: 72
Area Border Router
Number of Links: 4

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.1.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link kết nối đến mạng đầu cuối

Link connected to: a Transit Network
(Link ID) Designated Router address: 172.16.123.3
(Link Data) Router Interface address: 172.16.123.1
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link multi-access

Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighboring Router ID: 4.4.4.4
(Link Data) Router Interface address: 172.16.14.1
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

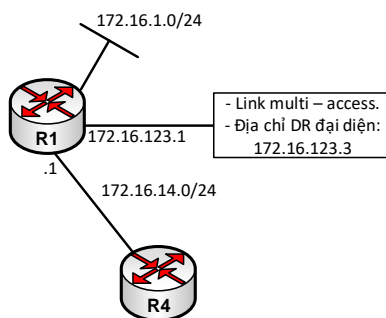
Link point-to-point đi R4 (4.4.4.4)

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.14.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Từ kết quả show ở trên, ta thấy trên Area 0:

- R1 có một mạng đầu cuối, mạng này được gán cho subnet 172.16.1.0/24.
- R1 có một cổng kết nối đến một data – link multi – access (được thể hiện là “Transit network” trong kết quả show), link này được đại diện bởi một DR có địa chỉ IP là 172.16.123.3. Để xác định được đầy đủ thông tin về link này (có những router nào cùng kết nối đến, sử dụng subnet IP là gì), ta cần phải đọc LSA type 2 do DR của link này phát sinh ra. Điều này sẽ được thực hiện ở bước kế tiếp.
- R1 có một link sử dụng network – type point – to – point nối đến router R4 (4.4.4.4).

Với phân tích ở trên, ta có được những chi tiết đầu tiên của topology trên Area 0 (hình 5):



Hình 5 – Các đường link Area 0 của R1.

Để xác định được đầy đủ thông tin về link multi access ở trên, ta đọc LSA type 2 trên LSDB của Area 0:

R3#show ip ospf database network 172.16.123.3 <- Link State ID của LSA type 2 (địa chỉ của DR)

OSPF Router with ID (3.3.3.3) (Process ID 1)

Net Link States (Area 0)

Routing Bit Set on this LSA in topology Base with MTID 0

LS age: 596

Options: (No TOS-capability, DC)

LS Type: Network Links

Link State ID: 172.16.123.3 (address of Designated Router)

Advertising Router: 3.3.3.3

LS Seq Number: 80000003

Checksum: 0x7460

Length: 36

Network Mask: /24 <- Prefix-length của subnet trên link multi-access

Attached Router: 3.3.3.3

Attached Router: 1.1.1.1

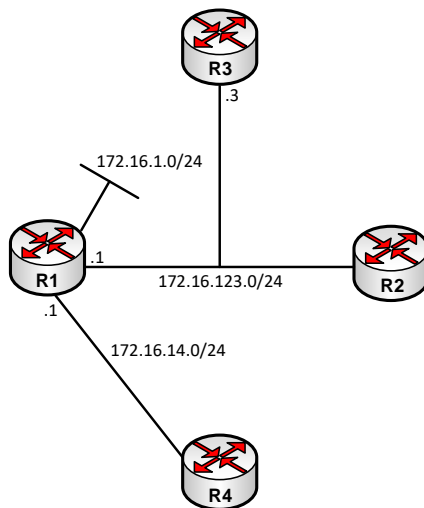
Attached Router: 2.2.2.2

Danh sách các router kết nối vào link multi-access

Từ kết quả show cho LSA type 2 ở trên, ta thấy:

- Prefix – length sử dụng cho link multi – access này là /24, từ đó, kết hợp với địa chỉ IP của DR cũng như địa chỉ IP của cổng kết nối trên R1, ta xác định được subnet trên link này là 172.16.123.0/24.
- Có 3 router kết nối vào link này: R1 (1.1.1.1), R2 (2.2.2.2) và R3 (3.3.3.3), trong đó R3 đảm nhận vai trò DR trên link.

Với kết quả rút ra ở trên, ta hoàn thành được thêm topo Area 0 (hình 6):



Hình 6 – Link multi access trên Area 0.

Đến đây, chúng ta đã khảo sát xong LSA type 1 do R1 phát ra và LSA type do DR R3 phát ra. Tiếp theo, để hoàn thiện topology Area 0, ta tiếp tục khảo sát LSA type 1 do các router còn lại phát ra.

LSA type 1 của R2 trên Area 0:

```
R3#show ip ospf database router 2.2.2.2
```

```
OSPF Router with ID (3.3.3.3) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 0)
```

```
Routing Bit Set on this LSA in topology Base with MTID 0
```

```
LS age: 1236
```

```
Options: (No TOS-capability, DC)
```

```
LS Type: Router Links
```

```
Link State ID: 2.2.2.2
```

```
Advertising Router: 2.2.2.2
```

```
LS Seq Number: 80000005
```

```
Checksum: 0xFADD
```

```
Length: 72
```

```
Area Border Router
```

```
Number of Links: 4
```

```
Link connected to: a Stub Network
```

```
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.2.0
```

```
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
```

```
Number of MTID metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 10
```

Link kết nối đến mạng đầu cuối

```
Link connected to: a Transit Network
```

```
(Link ID) Designated Router address: 172.16.123.3
```

```
(Link Data) Router Interface address: 172.16.123.2
```

```
Number of MTID metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 10
```

Link multi-access

```
Link connected to: another Router (point-to-point)
```

```
(Link ID) Neighboring Router ID: 4.4.4.4
```

```
(Link Data) Router Interface address: 172.16.24.2
```

```
Number of MTID metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 10
```

Link point-to-point đi R4 (4.4.4.4)

```
Link connected to: a Stub Network
```

```
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.24.0
```

```
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
```

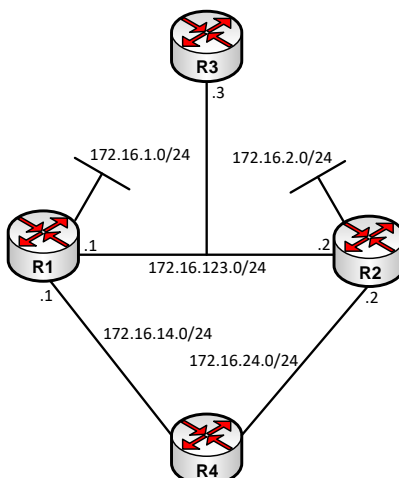
```
Number of MTID metrics: 0
```

```
TOS 0 Metrics: 10
```

Từ kết quả show ở trên, ta bổ sung thêm các thông tin:

- R2 có một mạng đầu cuối kết nối trực tiếp với subnet là 172.16.2.0/24.
- Địa chỉ của cổng multi – access của R2 là 172.16.123.2.
- R2 có một link point – to – point kết nối đến R4 (4.4.4.4) với subnet IP trên link này là 172.16.24.0/24 và địa chỉ cổng point – to – point của R2 là 172.16.24.2.

Với những thông tin này, chúng ta hoàn thiện thêm cho topo Area 0 (hình 7):



Hình 7 – Các đường link của R2 trên Area 0.

Để hoàn thiện sơ đồ Area 0, ta kiểm tra các LSA type 1 còn lại của R3 và R4:

R3#show ip ospf database router 3.3.3.3

OSPF Router with ID (3.3.3.3) (Process ID 1)

Router Link States (Area 0)

LS age: 77
Options: (No TOS-capability, DC)
LS Type: Router Links
Link State ID: 3.3.3.3
Advertising Router: 3.3.3.3
LS Seq Number: 80000005
Checksum: 0x5E5F
Length: 48
Number of Links: 2

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.3.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link kết nối đến mạng đầu cuối

Link connected to: a Transit Network
(Link ID) Designated Router address: 172.16.123.3
(Link Data) Router Interface address: 172.16.123.3
Number of MTID metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link multi-access

R3#show ip ospf database router 4.4.4.4

OSPF Router with ID (3.3.3.3) (Process ID 1)

Router Link States (Area 0)

LS age: 98
Options: (No TOS-capability, DC)

LS Type: Router Links
Link State ID: 4.4.4.4
Advertising Router: 4.4.4.4
LS Seq Number: 80000005
Checksum: 0x5636
Length: 84
Number of Links: 5

Link connected to: a Stub Network

(Link ID) Network/subnet number: 172.16.4.0

(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0

Number of MTID metrics: 0

TOS 0 Metrics: 10

Link kết nối đến mạng đầu cuối

Link connected to: another Router (point-to-point)

(Link ID) Neighboring Router ID: 2.2.2.2

(Link Data) Router Interface address: 172.16.24.4

Number of MTID metrics: 0

TOS 0 Metrics: 10

Link point-to-point đi R2 (2.2.2.2)

Link connected to: a Stub Network

(Link ID) Network/subnet number: 172.16.24.0

(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0

Number of MTID metrics: 0

TOS 0 Metrics: 10

Link connected to: another Router (point-to-point)

(Link ID) Neighboring Router ID: 1.1.1.1

(Link Data) Router Interface address: 172.16.14.4

Number of MTID metrics: 0

TOS 0 Metrics: 10

Link point-to-point đi R1 (1.1.1.1)

Link connected to: a Stub Network

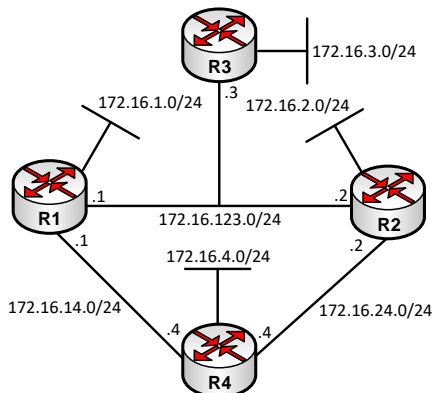
(Link ID) Network/subnet number: 172.16.14.0

(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0

Number of MTID metrics: 0

TOS 0 Metrics: 10

Thực hiện phân tích tương tự như trên hai LSA type 1 của R3 và R4, ta hoàn thành topo trên Area 0 (hình 8):



Hình 8 – Topology Area 0.

Đến đây, ta đã hoàn thành topology Area 0. Tiếp theo, ta có thể thực hiện khảo sát các LSA type 3, type 4 và type 5.

Danh sách các LSA type 3 trên Area 0:

```
R3#show ip ospf database
```

```
(...)
```

```
Summary Net Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
172.16.5.0	1.1.1.1	930	0x80000004	0x0071EE
172.16.6.0	1.1.1.1	930	0x80000004	0x0066F8
172.16.7.0	2.2.2.2	1006	0x80000004	0x003D1D
172.16.8.0	2.2.2.2	1006	0x80000004	0x003227
172.16.11.0	1.1.1.1	930	0x80000004	0x00CA99
172.16.15.0	1.1.1.1	930	0x80000004	0x009EC1
172.16.16.0	1.1.1.1	930	0x80000004	0x0093CB
172.16.22.0	2.2.2.2	1006	0x80000004	0x003322
172.16.27.0	2.2.2.2	1006	0x80000004	0x00FB54
172.16.28.0	2.2.2.2	1006	0x80000004	0x00F05E
172.16.56.0	1.1.1.1	930	0x80000004	0x003EEE

```
(...)
```

Từ kết quả show ta thấy các IP prefix bên ngoài được hai router ABR là R1 (1.1.1.1) và R2(2.2.2.2) đưa vào Area 0. Tương tự như hoạt động khảo sát trong Area 1 đã thực hiện ở trên, việc quan sát một LSA type 3 sẽ cho ta thông tin để có thể đi đến được IP Prefix chứa trong LSA này khi xuất phát từ Area 0, ví dụ:

```
R3#show ip ospf database summary 172.16.5.0
```

```
OSPF Router with ID (3.3.3.3) (Process ID 1)
```

```
Summary Net Link States (Area 0)
```

```
Routing Bit Set on this LSA in topology Base with MTID 0
```

```
LS age: 1154
```

```
Options: (No TOS-capability, DC, Upward)
```

```
LS Type: Summary Links(Network)
```

```
Link State ID: 172.16.5.0 (summary Network Number)
```

```
Advertising Router: 1.1.1.1
```

```
LS Seq Number: 80000004
```

```
Checksum: 0x71EE
```

```
Length: 28
```

```
Network Mask: /24
```

```
MTID: 0
```

```
Metric: 20
```

Từ kết quả show ở trên ta thấy để đi đến subnet 172.16.5.0/24, ta cần phải đi đến R1 (1.1.1.1) và R1 cũng cho biết rằng từ nó đi đến subnet vừa nêu, metric là 20. Do đó, nếu từ router đang xét, ta tính được metric đi đến R1 thì ta sẽ có được metric toàn tuyến đi đến mạng 172.16.5.0/24:

```
R3#show ip route 172.16.5.0 255.255.255.0
```

```
Routing entry for 172.16.5.0/24
```

```
Known via "ospf 1", distance 110, metric 30, type inter area
```

```
Last update from 172.16.123.1 on Ethernet0/0.123, 02:03:01 ago
```

```
Routing Descriptor Blocks:
```

```
* 172.16.123.1, from 1.1.1.1, 02:03:01 ago, via Ethernet0/0.123
```

```
Route metric is 30, traffic share count is 1
```

Như đã phân tích ở trên, ta biết rằng có một subnet external được redistribute từ bên ngoài vào OSPF bởi router R5. Subnet này sẽ được viết vào một LSA type 5 và lan truyền trên toàn bộ mạng OSPF:

```
R3#show ip ospf database external
```

```
OSPF Router with ID (3.3.3.3) (Process ID 1)

Type-5 AS External Link States

Routing Bit Set on this LSA in topology Base with MTID 0
LS age: 1527
Options: (No TOS-capability, DC, Upward)
LS Type: AS External Link
Link State ID: 192.168.5.0 (External Network Number )
Advertising Router: 5.5.5.5
LS Seq Number: 80000004
Checksum: 0x62B8
Length: 36
Network Mask: /24
    Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
    MTID: 0
    Metric: 20
    Forward Address: 0.0.0.0
    External Route Tag: 0
```

Để có thể cập nhật được thông tin này vào bảng định tuyến để chỉ đường đến 192.168.5.0/24 thì router đang xét cần phải biết cách đi đến được router R5. Tuy nhiên, router đang xét R3 lại không hề tham gia vào Area 1 nên về nguyên tắc R3 không thể biết được R5 đang ở đâu, từ đó chưa thể cập nhật được đường đi đến mạng 192.168.5.0/24 này. Điều này xảy ra với mọi router khác mà cũng không tham gia Area 1 giống như R3.

Để các router trong Area 0 có thể biết được cách đi đến được router ASBR, router R1 đứng giữa Area 0 và Area 1 cần phải phát đi một LSA type 4 để hướng dẫn các router trong Area 0 cách thức đi đến ASBR R5 thông qua nó:

```
R3#show ip ospf database asbr-summary
```

```
OSPF Router with ID (3.3.3.3) (Process ID 1)

Summary ASB Link States (Area 0)

Routing Bit Set on this LSA in topology Base with MTID 0
LS age: 306
Options: (No TOS-capability, DC, Upward)
LS Type: Summary Links (AS Boundary Router)
Link State ID: 5.5.5.5 (AS Boundary Router address)
Advertising Router: 1.1.1.1
LS Seq Number: 80000001
Checksum: 0xDA3F
Length: 28
Network Mask: /0
    MTID: 0
    Metric: 10
```

Thông tin trong LSA type 4 cho thấy: các router trong Area 0 chỉ cần đi đến được R1 thì có thể đi đến được ASBR R5. Điều này hoàn toàn có thể thực hiện được vì các router thuộc Area 0 đã có topo của Area 0 để tìm

được route đi đến R1. Kế tiếp, các router chỉ việc cộng dồn cost đi đến R1 với cost để đi đến R5 do R1 quảng bá (metric = 10) cùng với seed – metric của hoạt động redistribute là có thể xác định được tổng cost cuối cùng cho route external. Việc có sử dụng giá trị tổng cost cuối cùng này hay không còn phụ thuộc vào cách thức redistribute subnet từ bên ngoài vào OSPF thành route external E1 hay E2.

Route external 192.168.5.0/24 trong bảng định tuyến của R3:

```
R3#show ip route 192.168.5.0 255.255.255.0
Routing entry for 192.168.5.0/24
  Known via "ospf 1", distance 110, metric 20, type extern 2, forward metric 20
  Last update from 172.16.123.1 on Ethernet0/0.123, 00:16:59 ago
  Routing Descriptor Blocks:
    * 172.16.123.1, from 5.5.5.5, 00:16:59 ago, via Ethernet0/0.123
      Route metric is 20, traffic share count is 1
```

Sơ đồ Area 2:

Thực hiện tương tự như với các Area ở trên, ta đứng trên router bất kỳ của Area 2 khảo sát các LSA type 1 và type 2 (nếu có) để vẽ lại được topo Area 2.

Bảng LSDB Area 2:

```
R7#show ip ospf database

        OSPF Router with ID (7.7.7.7) (Process ID 1)

        Router Link States (Area 2)

Link ID        ADV Router    Age          Seq#           Checksum Link count
2.2.2.2        2.2.2.2      1245        0x80000003    0x006ECE 5
7.7.7.7        7.7.7.7      1249        0x80000002    0x000D2E 3
8.8.8.8        8.8.8.8      1250        0x80000002    0x001E11 3

        Summary Net Link States (Area 2)

Link ID        ADV Router    Age          Seq#           Checksum
172.16.1.0     2.2.2.2      1210        0x80000002    0x0083DE
172.16.2.0     2.2.2.2      1254        0x80000001    0x001656
172.16.3.0     2.2.2.2      1210        0x80000001    0x006FF1
172.16.4.0     2.2.2.2      1244        0x80000001    0x0064FB
172.16.5.0     2.2.2.2      1210        0x80000002    0x00BB98
172.16.6.0     2.2.2.2      1210        0x80000002    0x00B0A2
172.16.11.0    2.2.2.2      1210        0x80000002    0x001543
172.16.14.0    2.2.2.2      1244        0x80000001    0x00F560
172.16.15.0    2.2.2.2      1210        0x80000002    0x00E86B
172.16.16.0    2.2.2.2      1210        0x80000002    0x00DD75
172.16.24.0    2.2.2.2      1254        0x80000001    0x002333
172.16.56.0    2.2.2.2      1210        0x80000002    0x008898
172.16.123.0   2.2.2.2      1254        0x80000001    0x00DD15

        Summary ASB Link States (Area 2)

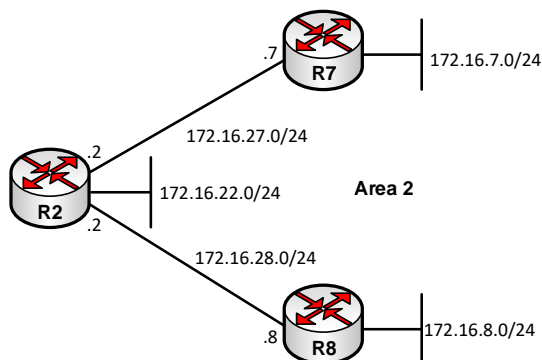
Link ID        ADV Router    Age          Seq#           Checksum
5.5.5.5        2.2.2.2      1205        0x80000003    0x001DEC
```

Type-5 AS External Link States

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum Tag
192.168.5.0	5.5.5.5	1261	0x80000001	0x0068B5 0

Kết quả show cho thấy LSDB không có LSA type 2. Do đó, chúng ta chỉ cần lần lượt đọc LSA type 1 của các router R2, R7 và R8 trên Area 2 để vẽ sơ đồ Area 2. Việc khảo sát các LSA này giống như hai bước trên với Area 1 và Area 0 nên sẽ không được trình bày lại ở phần này.

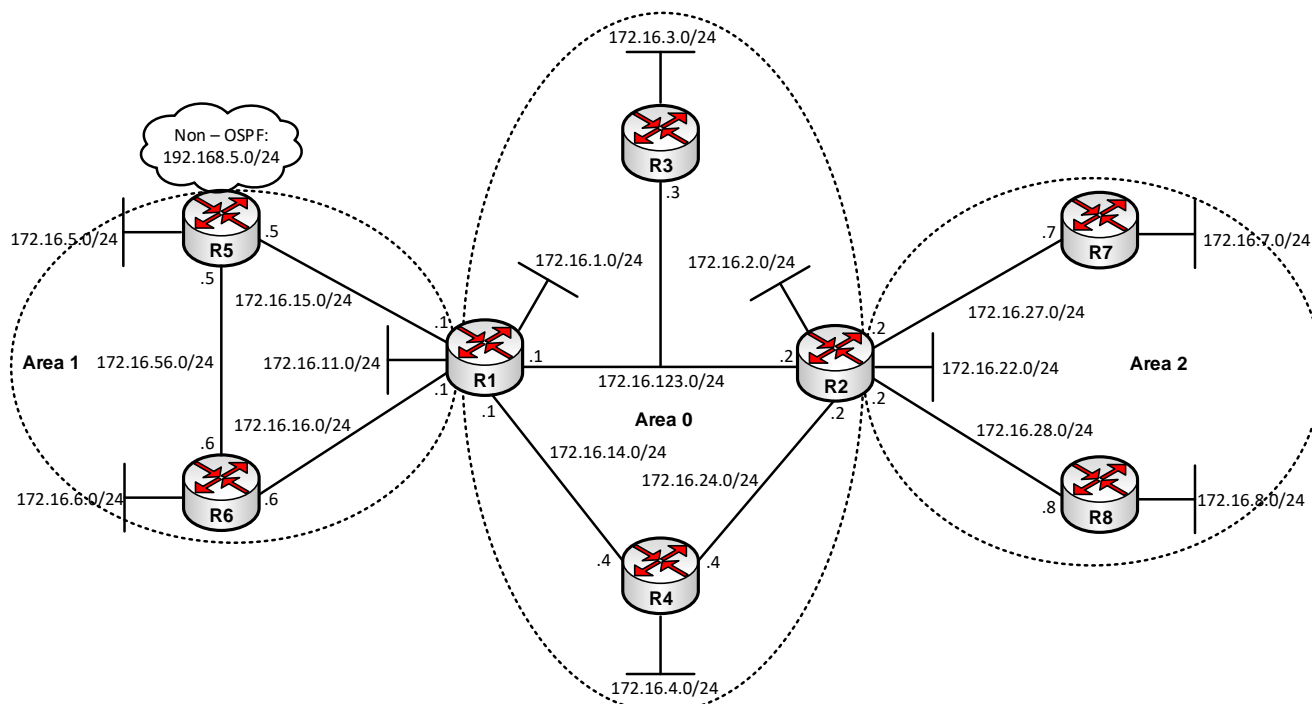
Ta có topo Area 2 sau khi khảo sát LSA type 1 của các router liên quan (hình 9):



Hình 9 – Topology Area 2.

Kết quả cuối cùng:

Tổng hợp lại các topo trên, ta có topology đầy đủ như sau (hình 10):



Hình 10 – Sơ đồ bài lab.