

ВЕЖБА 4

КОНФИГУРАЦИЈА РУТЕРА – ДИНАМИЧКО РУТИРАЊЕ, ПРОТОКОЛИ ЗА РУТИРАЊЕ, OSPF протокол

Опис вежбе:

Циљ ове вежбе је да се студенти упознају са принципима динамичког рутирања и предностима које овај начин рутирања има у односу на статичко рутирање. Биће речи о подели протокола за рутирање, са освртом на OSPF протокол и конфигурацију истог.

OSPF протокол за рутирање

OSPF протокол за рутирање припада групи IGRP протокола (енг. *Interior Gateway Routing Protocols*) и то подгрупи протокола који врше рутирање на основу стања линка (енг. *Link-state Routing Protocols*) и то у оквиру једног аутономног система. Сваки OSPF рутер прикупља информације о стањима линкова од доступних рутера и на основу прикупљених података израђује мрежну топологију. На основу ове тополошке мапе, OSPF рутер попуњава табелу рутирања и то тако да не дозвољава формирање потенцијалне петље у рутирању. Како би израчунао најбољу руту до неке дестинације користи метод заснован на Дијкстра алгоритму, рачунајући тзв стабло најкраћих путања (енг. *Dijkstra's Algorithm*).

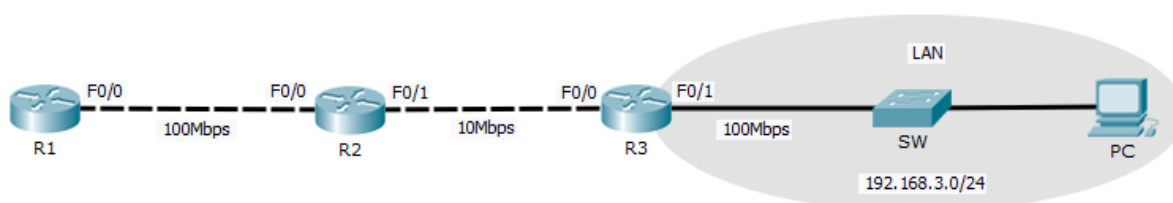
За разлику од RIP протокола, OSPF има мању административну дистанцу (OSPF 110, RIP 120), што значи да је OSPF рута пожељнија у односу на RIP руту, што значи да ако су на рутеру конфигурисани и RIP и OSPF протоколи и ако добију информацију о истој удаљеној мрежи, рута научена кроз OPSF протокол ће бити убачена у табелу рутирања јер има мању административну дистанцу.

Такође, RIP и OSPF другачије врше оцену квалитета појединачних рута, односно другачије израчунавају метрику руте. Као што је већ речено, главна оцена квалитета руте тј. метрика је број скокова до удаљене мреже, при чему је један скок пролазак саобраћаја кроз један рутер (енг. *Hop Count*). Оваква оцена квалитета руте није најбоља из разлога што је занемарена брзина линкова, па се може десити да саобраћај до неке одредишне мреже иде споријом рутом јер та рута има мање скокова. OSPF протокол за рутирање користи другачији начин за калкулацију метрике, при чему већина OSPF имплементација користи брзину линка као основ за прорачун чиме се добија цена линка. За прорачун се користи следећа формула:

$$\text{Cost} = \text{ReferenceBandwidth(bps)} / \text{InterfaceBandwidth(bps)},$$

при чему се узима да је референтни пропусни опсег (*ReferenceBandwidth*) или 10^8 bps.

На слици 1 је приказан пример топологије у којој је подешен OSPF протокол за рутирање. Анализираћемо метрику руте коју рутер R1 има до LAN мреже.



Слика 1 : Пример мрежне топологије са OSPF протоколом за рутирање

Саобраћај од рутера R1 до ове мреже иде преко три линка и то: R1-R2, R2-R3, R3-LAN, при чему су брзине интерфејса следеће:

- R1 – F0/0 > 100Mbps
- R2 – F0/1 > 10Mbps и
- R3 – F0/1 > 100 Mbps

Када се примени наведена формула, сваки линк ће имати следећу цену:

- R1-R2 -> 1
- R2-R3 -> 10
- R3-LAN -> 1

Са становишта рутера R1, укупна цена линка до мреже LAN ће бити збир свих појединачних цена линкова, односно кумулативна цена линка. У овом случају то износи 12, што је и приказано у на слици 2. Аналогно томе, цена линка до мреже LAN са рутера R2 биће 11.

```
R1>ena
R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

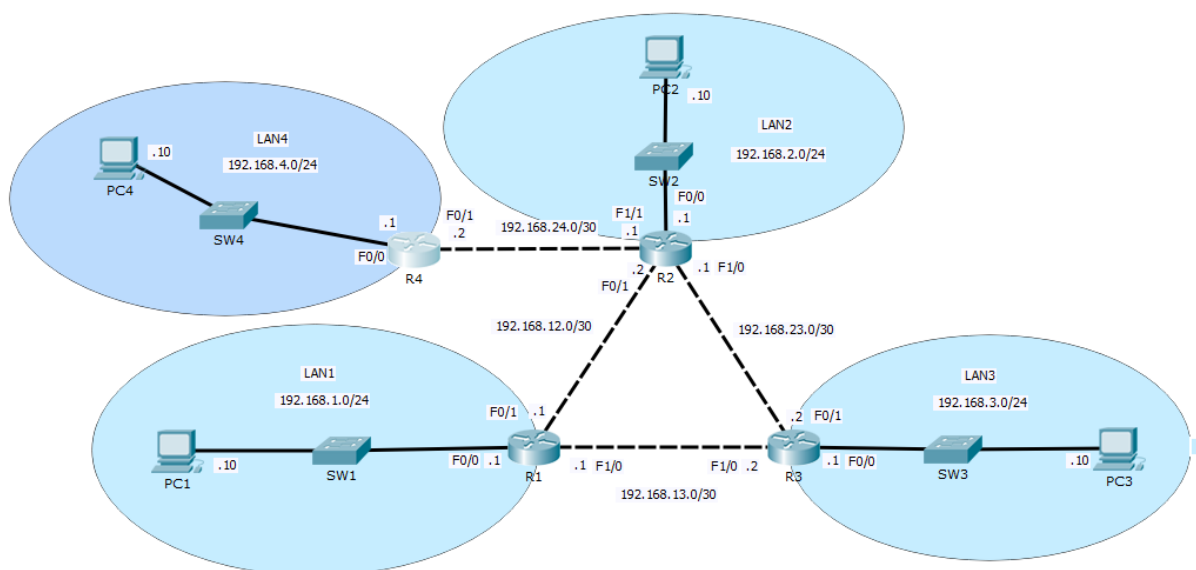
Gateway of last resort is not set

192.168.1.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    192.168.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
192.168.2.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    192.168.2.0 [110/11] via 192.168.1.2, 01:37:59, FastEthernet0/0
O    192.168.3.0/24 [110/12] via 192.168.1.2, 01:37:59, FastEthernet0/0
```

Слика 2 – Цена линка (метрика) руте ка мрежи LAN са рутера R2

Конфигурација OSPF протокола

За ову вежбу биће коришћена топологија из Вежбе III, у оквиру које је конфигуриран RIP протокол верзије 2, при чему је угашена аутоматска сумаризација. Како би могла да се сагледа карактеристика OSPF протокола по питању мапирања комплетне топологије, додат је рутер R4 као и LAN4 мрежа (слика 3).



Слика 3 – Пример топологије за Вежбу IV

Основна конфигурација рутера R4

На рутеру R4 неопходно је конфигурисати име рутера и доделити IP адресе интерфејсима и то: F0/0 интерфејс треба да има адресу 192.168.4.1/24, док F0/1 интерфејс треба да има адресу 192.168.24.2/30. Овај конфигурација је приказана на слици 4.

```
R4>enable
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#int f0/0
R4(config-if)#ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shut

R4(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to
up

R4(config-if)#int f 0/1
R4(config-if)#ip address 192.168.24.2 255.255.255.252
R4(config-if)#no shut

R4(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to
up
```

Слика 4 – Основна конфигурација рутера R4

Додатна конфигурација рутера R2

Пошто је рутер R4 повезан са рутером R2, неопходно је конфигурисати интерфејс F1/1 на рутеру R2 тако што му треба доделити адресу 192.168.24.1/30.

Конфигурација OSPF протокола на рутерима R1, R2, R3 и R4

Основна конфигурација OSPF-а се састоји из две ствари: објаве мреже и дефинисања идентификације рутера која ће бити коришћена у комуникацији са другим рутерима.

На основу идентификације рутера, између OSPF рутера у истој мрежи се врши избор главног рутера (енг. *Designated Router – DR*) и помоћног рутера (енг. *Backup Designated Router – BDR*). Сврха избора DR и BDR рутера је та да сви остали рутери успоставе комуникацију са ова два рутера како би се централизовала размена информација о рутирању, чиме се избегава тип комуникације свако са сваким. Рутер који има највећу идентификацију постаје DR. У случају да идентификација није подешена онда побеђује онај рутер који има највећу подешену адресу на неком интерфејсу. Препорука је да се сваки на сваком OSPF рутеру подеси идентификација ручно, јер сам OSPF процес зависи од исте (слика 5). С обзиром да су линкови између рутера у овом примеру наизглед *point-to-point*, избор DR и BDR рутера биће вршен за сваки линк по на особ.

```
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#router-id 10.0.0.10
R1(config-router)#network 192.168.1.0 255.255.255.0 area 0
R1(config-router)#network 192.168.12.0 255.255.255.252 area 0
R1(config-router)#network 192.168.13.0 255.255.255.252 area 0
```

```
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#router-id 10.0.0.9
R2(config-router)#network 192.168.2.0 255.255.255.0 area 0
R2(config-router)#network 192.168.23.0 255.255.255.252 area 0
R2(config-router)#network 192.168.12.0 255.255.255.252 area 0
R2(config-router)#network 192.168.24.0 255.255.255.252 area 0
```

```
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#router-id 10.0.0.8
R3(config-router)#network 192.168.3.0 255.255.255.0 area 0
R3(config-router)#network 192.168.13.0 255.255.255.252 area 0
R3(config-router)#network 192.168.23.0 255.255.255.252 area 0
```

```
R4(config)#router ospf 1
R4(config-router)#router-id 10.0.0.7
R4(config-router)#network 192.168.4.0 255.255.255.0 area 0
R4(config-router)#network 192.168.24.0 255.255.255.252 area 0
```

Слика 5 – Конфигурација OSPF протокола на рутерима R1, R2, R3 и R4

[Провера табела рутирања после конфигурације OSPF протокола за рутирање](#)

Увидом у табелу рутирања на рутеру R1 (слика 6), можемо приметити да више не постоје RIP руте, иако је RIP и даље конфигурисан. Уместо њих, постоје OSPF руте ка свакој мрежи у топологији. Као што је већ поменуто, ово је последица тога да OSPF протокол има дефинисану мању административну дистанцу у односу на RIP протокол, па се стога OSPF руте сматрају бољим.

Такође, узимајући у обзир да су сви линкови у оквиру ове топологије 100Mbps, цена сваког појединачног линка биће 1, тако да ће кумулативна цена до одредишне мреже бити збир свих појединачних цена (на пример од од рутера R1 до мреже LAN4, кумулативна цена, односно метрика је 3).

```

R1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O    192.168.2.0/24 [110/2] via 192.168.12.2, 00:35:48, FastEthernet0/1
O    192.168.3.0/24 [110/2] via 192.168.13.2, 00:31:05, FastEthernet1/0
O    192.168.4.0/24 [110/3] via 192.168.12.2, 00:00:14, FastEthernet0/1
    192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      192.168.12.0 is directly connected, FastEthernet0/1
    192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      192.168.13.0 is directly connected, FastEthernet1/0
    192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O      192.168.23.0 [110/2] via 192.168.12.2, 00:30:53, FastEthernet0/1
        [110/2] via 192.168.13.2, 00:30:53, FastEthernet1/0
    192.168.24.0/30 is subnetted, 1 subnets
O      192.168.24.0 [110/2] via 192.168.12.2, 00:00:14, FastEthernet0/1

```

Слика 6 – Табела рутирања на рутеру R1 по завршеној конфигурацији OSPF-а

Већ је поменуто да сваки OSPF рутер прави тополошку мапу на основу информација добијених од других OSPF рутера. Помоћу команде **show ip ospf database** могуће је приказати како изгледа та тополошка мапа (слика 7).

```

R1#show ip ospf database
      OSPF Router with ID (10.0.0.10) (Process ID 1)

      Router Link States (Area 0)

Link ID        ADV Router    Age         Seq#          Checksum Link count
10.0.0.10      10.0.0.10     714         0x80000008   0x005b63 3
10.0.0.8       10.0.0.8      703         0x80000006   0x00beeb 3
10.0.0.9       10.0.0.9      676         0x80000009   0x009ff4 4
10.0.0.7       10.0.0.7      656         0x8000000a   0x00f7ad 2

      Net Link States (Area 0)

Link ID        ADV Router    Age         Seq#          Checksum
192.168.12.1   10.0.0.10     1156        0x80000003   0x00c3e4
192.168.13.1   10.0.0.10     714         0x80000004   0x007149
192.168.23.1   10.0.0.9      703         0x80000002   0x0037d0
192.168.24.1   10.0.0.9      676         0x80000003   0x00ac96

```

Слика 7 – Приказ тополошке мапе на рутеру R1

За детаљнији преглед статуса OSPF процеса рутирања доступне су и команде:

- **show ip ospf neighbor** (слика 8)
- **show ip ospf 1-65535** (слика 9)
- **show ip ospf interface** (слика 10)
- **show ip protocols** (слика 11)

```
R1#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
10.0.0.9	1	FULL/DROTHER	00:00:36	192.168.12.2	FastEthernet0/1
10.0.0.8	1	FULL/BDR	00:00:36	192.168.13.2	FastEthernet1/0

Слика 8 – Команда *show ip ospf neighbor*

```
R1#show ip ospf 1
Routing Process "ospf 1" with ID 10.0.0.10
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
Minimum LSA interval 5 secs. Minimum LSA arrival 1 secs
Number of external LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of opaque AS LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless external and opaque AS LSA 0
Number of DoNotAge external and opaque AS LSA 0
Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
External flood list length 0
  Area BACKBONE(0)
    Number of interfaces in this area is 3
    Area has no authentication
    SPF algorithm executed 14 times
    Area ranges are
    Number of LSA 8. Checksum Sum 0x04cb82
    Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
    Number of DCbitless LSA 0
    Number of indication LSA 0
    Number of DoNotAge LSA 0
    Flood list length 0
```

Слика 9 – Команда *show ip ospf 1-65535*

```
R1#show ip ospf interface
```

```
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.1.1/24, Area 0
  Process ID 1, Router ID 10.0.0.10, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 10.0.0.10, Interface address 192.168.1.1
  No backup designated router on this network
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:07
  Index 1/1, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 1, maximum is 1
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
FastEthernet0/1 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.12.1/30, Area 0
  Process ID 1, Router ID 10.0.0.10, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 10.0.0.10, Interface address 192.168.12.1
  No backup designated router on this network
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:07
  Index 1/1, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 1, maximum is 1
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

Слика 10 – Команда *show ip ospf interface*

```
Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 10.0.0.10
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
    192.168.12.0 0.0.0.3 area 0
    192.168.13.0 0.0.0.3 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    10.0.0.7         110          00:17:40
    10.0.0.8         110          00:18:27
    10.0.0.9         110          00:18:00
    10.0.0.10        110          00:18:38
  Distance: (default is 110)
```

Слика 11 – Команда *show ip protocols*