

## ВЕЖБА 3

### КОНФИГУРАЦИЈА РУТЕРА – ДИНАМИЧКО РУТИРАЊЕ, ПРОТОКОЛИ ЗА РУТИРАЊЕ, RIP 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 RIP протокол и конфигурацију истог.

## ДИНАМИЧКО РУТИРАЊЕ

Динамичко рутирање представља процес где рутер врши усмеравање пакета на основу информација о тренутном статусу комуникационе инфраструктуре. Главни принцип у динамичком рутирању је да рутер што је брже могуће спозна да се десила промена у комуникационој инфраструктури (нпр. прекид везе, отказивање неког рутера, реконфигурација других рутера...), како би се прилагодио новонасталој ситуацији и прилагодио процес рутирања. У сврху што бржег прослеђивања информација о промени, рутери користе протоколе за рутирање помоћу којих размењују податке о доступним рутама.

Код статичког рутирања, једном конфигурисана статичка рута на рутеру, остаје таква без обзира на статус линкова или мрежних уређаја дуж путање ка одређеном одредишту које је специфицирано у самој рути. Ово обезбеђује да ће пакети ка том одредишту увек ићи истом путањом, али и ствара потенцијални проблем у случају да део путање постане неоперативан. Како би се избегла или превазишла оваква ситуација, администратор мора да врши константно надгледање статичких рута и у случају да рута постане неоперативна измени конфигурацију (конфигурише резервну руту) како би покушао да одржи доступност одредишта. Супротно томе, процес рутирања који је заснован на динамичком рутирању уз употребу протокола за рутирање, омогућава да рутери брзо реагују на промену у мрежној инфраструктури и то независно од интервенције администратора.

## ПРОТОКОЛИ ЗА РУТИРАЊЕ

Протокол за рутирање представља такав скуп правила помоћу кога рутери међусобно размењују информације о путањама, односно рутама, до одређене дестинације. У случају промене у мрежној топологији, рутер који је најближи тој промени ће ажурирати своју табелу рутирања и информацију о промени дистрибуирати осталим рутерима помоћу протокола за рутирање.

Сви протоколи за рутирање се деле у две групе и то:

- Интерни протоколи за рутирање (енг. *Interior Gateway Routing Protocols*) – користе се за размену информација о рутама у оквиру једног аутономног система;
- Екстерни протоколи за рутирање (енг. *Exterior Gateway Routing Protocols*) – користе се за размену информација о рутама између два или више аутономних система.

Интерни протоколи за рутирање се даље могу поделити на:

- Протоколе за рутирање на основу вектора удаљености (енг. *Distance Vector Routing Protocols*). Принцип рада ових протокола се заснива на томе да је рутер код кога се деси промена топологије (прекид линка, пад интерфејса...) дужан да у следећем интервалу за комуникацију обавести своје суседе да је дошло до промене и да су дестинације до којих се стизало преко те везе недоступне. Суседи даље обавештавају своје суседе, итд. Када се подигне нови интерфејс на рутеру и укључи у процес рутирања, рутер по истом принципу обавештава своје суседе. Рутери који

користе протокол за рутирање са вектором удаљености познају само ко су им суседи и који суседи имају путању до одређене дестинације. Код ове врсте протокола за рутирање, главна оцена квалитета путање до одређене дестинације (метрика руте) је број рутера који се налази на тој путањи, односно број скокова. Најпознатији представник ове групе протокола је протокол за рутирање RIP (енг. *Routing Information Protocol*).

- Протоколе за рутирање на основу стања линка (енг. *Link-state Routing Protocols*). Код ове врсте протокола за рутирање, рутер конструише мапу целокупне топологије на основу информација које је добио од осталих рутера који се налазе у истој области рутирања. У оквиру овог процеса, сваки рутер рачуна најкраћу путању до дестинације при чему се као критеријум узима цена путање која је заснована на пропусном опсегу, а не на броју скокова као код претходне групе протокола за рутирање. За разлику од протокола за рутирање на основу вектора удаљености, ови протоколи специфицирају да истог момента када рутер открије промену у топологији, обавести остале рутере да је настала промена. Овим се постиже много бржа дистрибуција информација о статусу линкова, што доприноси да се рутери брже прилагођавају новонасталој ситуацији. Најпознатији представник из ове групе протокола је OSPF протокол (енг. *Open Shortest Path First*).

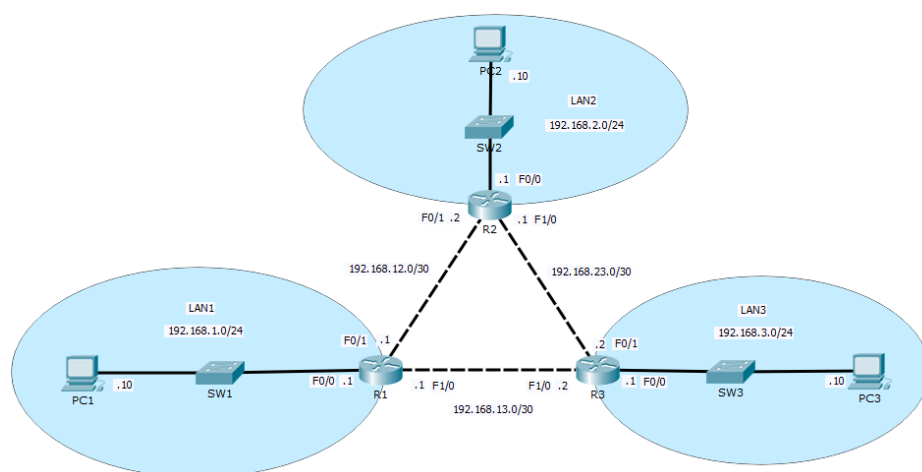
## Конфигурација RIP протокола за рутирање

### Припрема топологије из Вежбе II

У оквиру Вежбе 2. креирана је топологија као на слици 1, при чему су подешене статичке руте на сваком рутеру и то:

- На рутеру R1 конфигурисане су статичке руте до мрежа LAN2, LAN3 и мреже између рутера R2 и R3;
- На рутеру R2 конфигурисане су статичке руте до мрежа LAN1, LAN3 и мреже између рутера R1 и R3;
- На рутеру R3 конфигурисане су статичке руте до мрежа LAN1, LAN2 и мреже између рутера R1 и R2.

Изглед табеле рутирања на рутеру R2 је приказан на слици 2.



Слика 1 - Топологија

```
R2>ena
R2#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

S    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
S    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
     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
S      192.168.13.0 is directly connected, FastEthernet1/0
     192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      192.168.23.0 is directly connected, FastEthernet1/0
R2#
```

Слика 2 – Табела рутирања са статичким рутама на рутеру R2

Циљ вежбе је да уместо статичких рута конфигуришемо RIP протокол за рутирање на сваком рутеру помоћу кога ће рутери разменити информације о мрежама које поседују. На основу добијених информација, сваки рутер ће моћи да креира одговарајућу табелу рутирања. Како би руте научене путем RIP протокола биле инсталиране у табеле рутирања, неопходно је прво избрисати статичке руте конфигурисане у претходној мрежи што се може постићи следећим командама на сваком рутеру респективно:

- **Рутер R1:**

```
R1>enable
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#no ip route 192.168.2.0 255.255.255.0
R1(config)#no ip route 192.168.3.0 255.255.255.0
R1(config)#no ip route 192.168.23.0 255.255.255.252
R1(config)#end
R1#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

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

C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
     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
```

- **Рутер R2:**

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#no ip route 192.168.1.0 255.255.255.0
R2(config)#no ip route 192.168.3.0 255.255.255.0
R2(config)#no ip route 192.168.13.0 255.255.255.252
R2(config)#do 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

C     192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
      192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       192.168.12.0 is directly connected, FastEthernet0/1
      192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       192.168.23.0 is directly connected, FastEthernet1/0
R2(config)#
```

- **Рутер R3:**

```
R3#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#no ip route 192.168.1.0 255.255.255.0
R3(config)#no ip route 192.168.2.0 255.255.255.0
R3(config)#no ip route 192.168.12.0 255.255.255.252
R3(config)#do 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

C     192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
      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
C       192.168.23.0 is directly connected, FastEthernet0/1
R3(config)#
```

### Конфигурација RIP протокола на рутеру R1

Основна конфигурација RIP протокола на Cisco рутеру је једноставна и састоји се од тога да је неопходно објавити мреже којима одређени рутер располаже. У контексту топологије са слике 1, сваки рутер поседује три конфигурирана интерфејса са једном IP мрежом на сваком. То значи да је неопходно извршити објаву три IP мреже. У случају рутера R1 треба објавити мреже LAN1, R1R2 и R1R3. Пример основне конфигурације RIP протокола на рутеру R1 дат је на слици 3.

```
R1>enable
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#router rip
R1(config-router)#network 192.168.1.0
R1(config-router)#network 192.168.12.0
R1(config-router)#network 192.168.13.0
R1(config-router)#
```

Слика 3 – Конфигурација RIP протокола на рутеру R1

### Конфигурација RIP протокола на рутеру R2

Пример основне конфигурације RIP протокола на рутеру R2 дат је на слици 4

```
R2>enable
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#router rip
R2(config-router)#network 192.168.2.0
R2(config-router)#network 192.168.12.0
R2(config-router)#network 192.168.23.0
R2(config-router)#
```

Слика 4 - Конфигурација RIP протокола на рутеру R2

### Конфигурација RIP протокола на рутеру R3

Пример основне конфигурације RIP протокола на рутеру R3 дат је на слици 5

```
R3>
R3>enable
R3#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#router rip
R3(config-router)#network 192.168.3.0
R3(config-router)#network 192.168.13.0
R3(config-router)#network 192.168.23.0
R3(config-router)#
```

Слика 5 - Конфигурација RIP протокола на рутеру R3

### Преглед табела рутирања на рутерима R1, R2 и R3

По завршеној конфигурацији RIP протокола на рутерима, неопходно је проверити да ли су табеле рутирања ажуриране са новим RIP рутама. Овде је неопходно напоменути да ће рутери почети са разменом RIP порука тек онда када се на сваком рутеру понаособ објави мрежа која је заједничка са суседним рутером. На пример, ако би на рутеру R1 објавили само мрежу 192.168.1.0, рутер би RIP поруке само слао преко интерфејса на који је та мрежа повезана. Узимајући у обзир да је у овом случају то мрежа LAN1 у којој не постоји суседни рутер, табела

рутирања би остала непромењена. Тек са објавом мрежа према рутерима R2 и R3, рутер R1 би почео да преко тих интерфејса шаље RIP поруке, које ће примити рутери R2 и R3. Исто важи и обрнуто.

На сликама 6, 7 и 8 дат је приказ табела рутирања по завршеној конфигурацији RIP протокола за рутирање

```
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
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.12.2, 00:00:03, FastEthernet0/1
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.13.2, 00:00:25, FastEthernet1/0
     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
R    192.168.23.0/24 [120/1] via 192.168.12.2, 00:00:03, FastEthernet0/1
     [120/1] via 192.168.13.2, 00:00:25, FastEthernet1/0
```

Слика 6 – Таблеа рутирања рутера R1

```
R2#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

R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.12.1, 00:00:19, FastEthernet0/1
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.23.2, 00:00:14, FastEthernet1/0
     192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      192.168.12.0 is directly connected, FastEthernet0/1
R    192.168.13.0/24 [120/1] via 192.168.12.1, 00:00:19, FastEthernet0/1
     [120/1] via 192.168.23.2, 00:00:14, FastEthernet1/0
     192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      192.168.23.0 is directly connected, FastEthernet1/0
...l
```

Слика 7 – Таблеа рутирања рутера R2



```

R3#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

R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.13.1, 00:00:05, FastEthernet1/0
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.23.1, 00:00:05, FastEthernet0/1
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
R    192.168.12.0/24 [120/1] via 192.168.13.1, 00:00:05, FastEthernet1/0
      [120/1] via 192.168.23.1, 00:00:05, 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
C      192.168.23.0 is directly connected, FastEthernet0/1

```

Слика 8 – Таблеа рутирања рутера R3

### Верзије RIP протокола и аутоматска сумаризација

Детаљнијом анализом табела рутирања, нпр. рутера R3, можемо видети да овај рутер има две руте до мреже 192.168.12.0, при чему као маска подмреже стоји 255.255.255.0 (/24). Ово није необично с обзиром да смо итерфејсе рутера R1 и R2 у овој мрежи конфигурирали са маском 255.255.255.252 (/30), јер се подразумевано користи верзија 1 RIP протокола. Ова верзија објаве мрежа ради на нивоу класа адресе, што значи да иако је мрежа подмрежена, биће објављена подразумевана маска за ту мрежу (у наведеном случају подразумевана маска је /24). Поред тога укључена је и аутоматска сумаризација, што значи да ће све подмреже бити објављене са сумарном адресом. У данашњим мрежама, где се подмрежавање врши у великој мери, ово може да представља проблем за процес рутирања у смислу прецизности. На слици 9 приказан је излаз **show ip protocols** команде, где се може видети која верзија RIP протокола се користи и да ли је аутоматска сумаризација омогућена.

```

R1#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
Sending updates every 30 seconds, next due in 8 seconds
Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Redistributing: rip
Default version control: send version 1, receive any version
  Interface      Send Recv Triggered RIP Key-chain
FastEthernet0/0  1     2 1
FastEthernet0/1  1     2 1
FastEthernet1/0  1     2 1
Automatic network summarization is in effect
Maximum path: 4
Routing for Networks:
  192.168.1.0
  192.168.12.0
  192.168.13.0
Passive Interface(s):
Routing Information Sources:
  Gateway         Distance      Last Update
  192.168.12.2     120           00:00:20
  192.168.13.2     120           00:00:20
--More--

```

Слика 9 – Статус RIP протокола за рутирање на рутеру R1



Како би се избегли проблеми коју могу да настану у топологији где се изразито користи подмрежавање, неопходно је конфигурисати рутере да користе RIP верзију 2, која има могућност да објављује подмреже, при чему ће маска подмреже бити онаква каква је подешена на самом интерфејсу рутера који припада тој подмрежи. Поред тога, да би добили што прецизније табеле рутирања у таквом случају, потребно је угасити аутоматску сумаризацију. На сликама 9, 10 и 11 приказан је поступак реконфигурације RIP протокола у овом контексти, док је на слици 12 приказан статус RIP протокола после реконфигурације.

```
R1>ena
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#router rip
R1(config-router)#version 2
R1(config-router)#no auto-summary
```

Слика 9 – Реконфигурација RIP протокола на рутеру R1

```
R2>ena
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#router rip
R2(config-router)#version 2
R2(config-router)#no auto-summary
```

Слика 10 – Реконфигурација RIP протокола на рутеру R2

```
R3>ena
R3#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#router rip
R3(config-router)#version 2
R3(config-router)#no auto-summary
```

Слика 11 – Реконфигурација RIP протокола на рутеру R3

```
R1#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
Sending updates every 30 seconds, next due in 4 seconds
Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Redistributing: rip
Default version control: send version 2, receive 2
  Interface          Send Recv Triggered RIP Key-chain
FastEthernet0/0      2     2
FastEthernet1/0      2     2
FastEthernet0/1      2     2
Automatic network summarization is not in effect
```

Слика 12 – Преглед статуса RIP протокола на рутеру R1 по реконфигурацији верзије и гашењу аутоматске сумаризације

Ако сада погледамо табелу рутирања на рутеру R3, можемо уочити промену када је мрежа 192.168.12.0 у питању. Маска подмреже је сада исправна и тачно она која је конфигурисана, пошто рутери R1 и R2 користе верзију 2 протокола, и шаљу објаве са маском подмреже онако како је конфигурисан интерфејс рутера у тој мрежи, што је приказано на слици 13.

```
R3#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

R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.13.1, 00:00:07, FastEthernet1/0
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.23.1, 00:00:11, FastEthernet0/1
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
     192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
R       192.168.12.0 [120/1] via 192.168.23.1, 00:00:11, FastEthernet0/1
           [120/1] via 192.168.13.1, 00:00:07, FastEthernet1/0
     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
C       192.168.23.0 is directly connected, FastEthernet0/1
```

Слика 13 – Приказ табеле рутирања рутера R3 после примене RIP верзије 2 протокола