

Usmjeravanje i preklapanje u računalnim mrežama

- Koncept usmjeravanja prometa u mreži
- „Statičko usmjeravanje”
- „Dinamičko usmjeravanje”
- Usmjernički protokoli
- RIP
- OSPF
- EIGRP
- Redistribucija



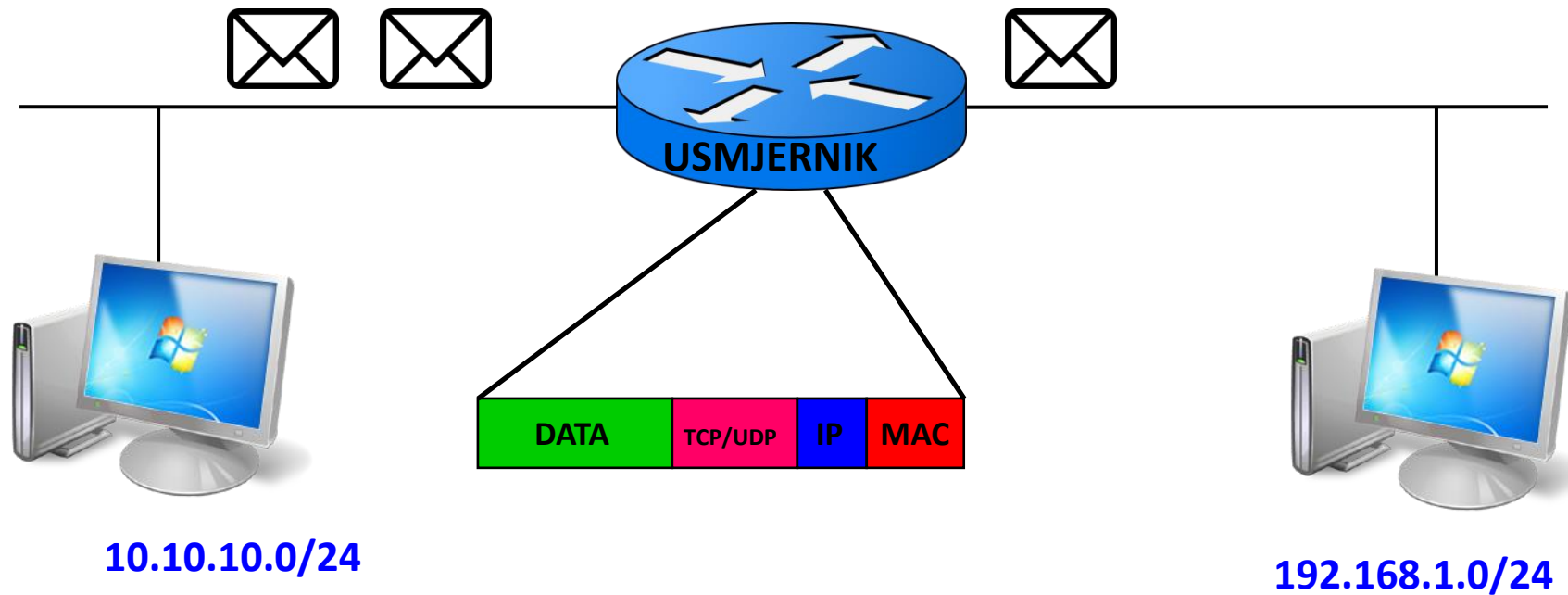
Blic test 1/8



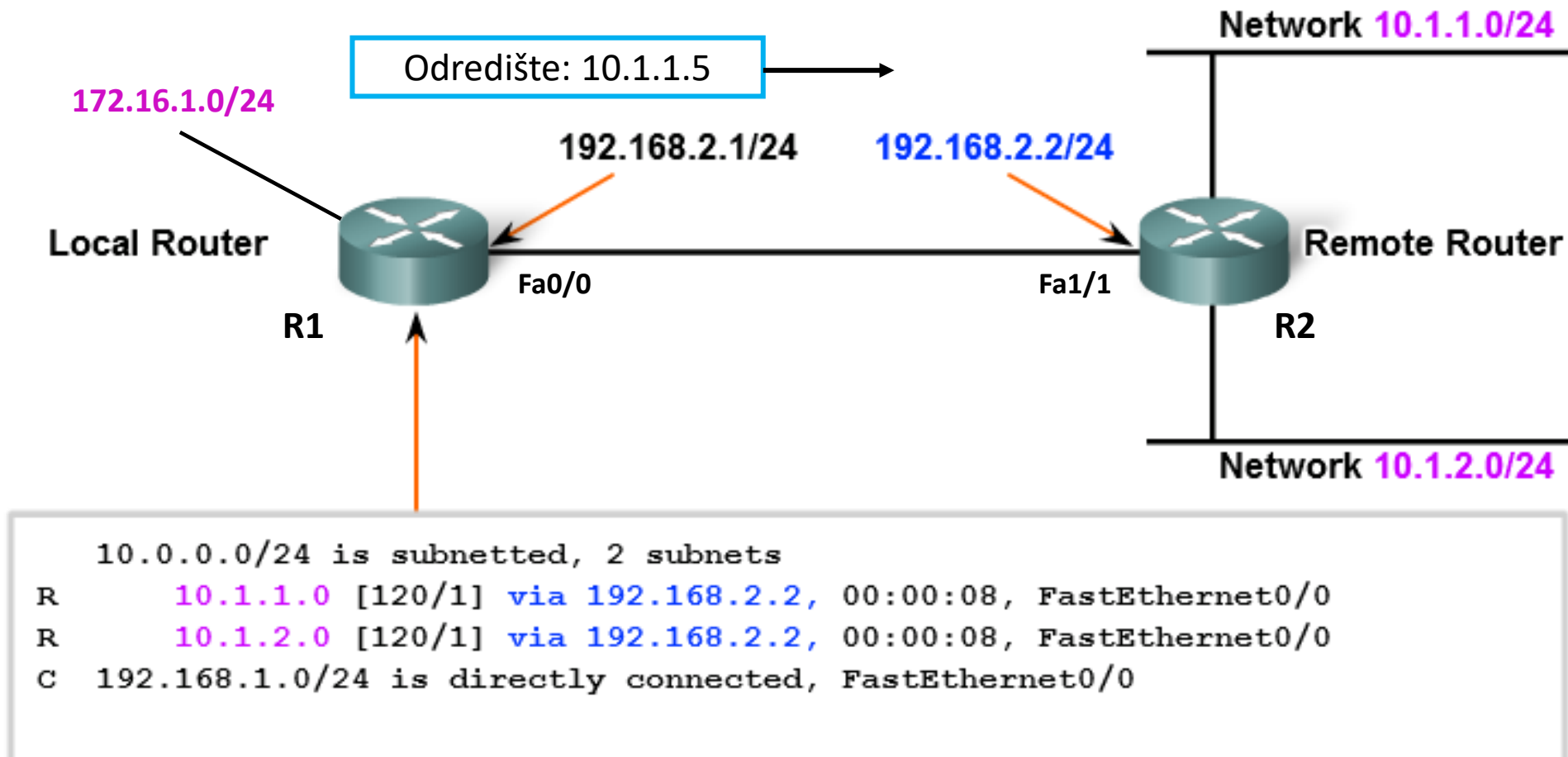
Usmjeravanje

- Proces prosljeđivanja paketa od izvora podataka komunikacije do odredišta
- Usmjeravanje obavljaju usmjernici (**Router**)
- Na putanji (**Route**) od ishodišta do odredišta može biti više usmjernika i svaki od njih analizira paket kako bi odlučio gdje ga treba poslati
- Informacije koje koriste usmjernici za odluku nalaze se u usmjerničkoj tablici (**Routing Table**)

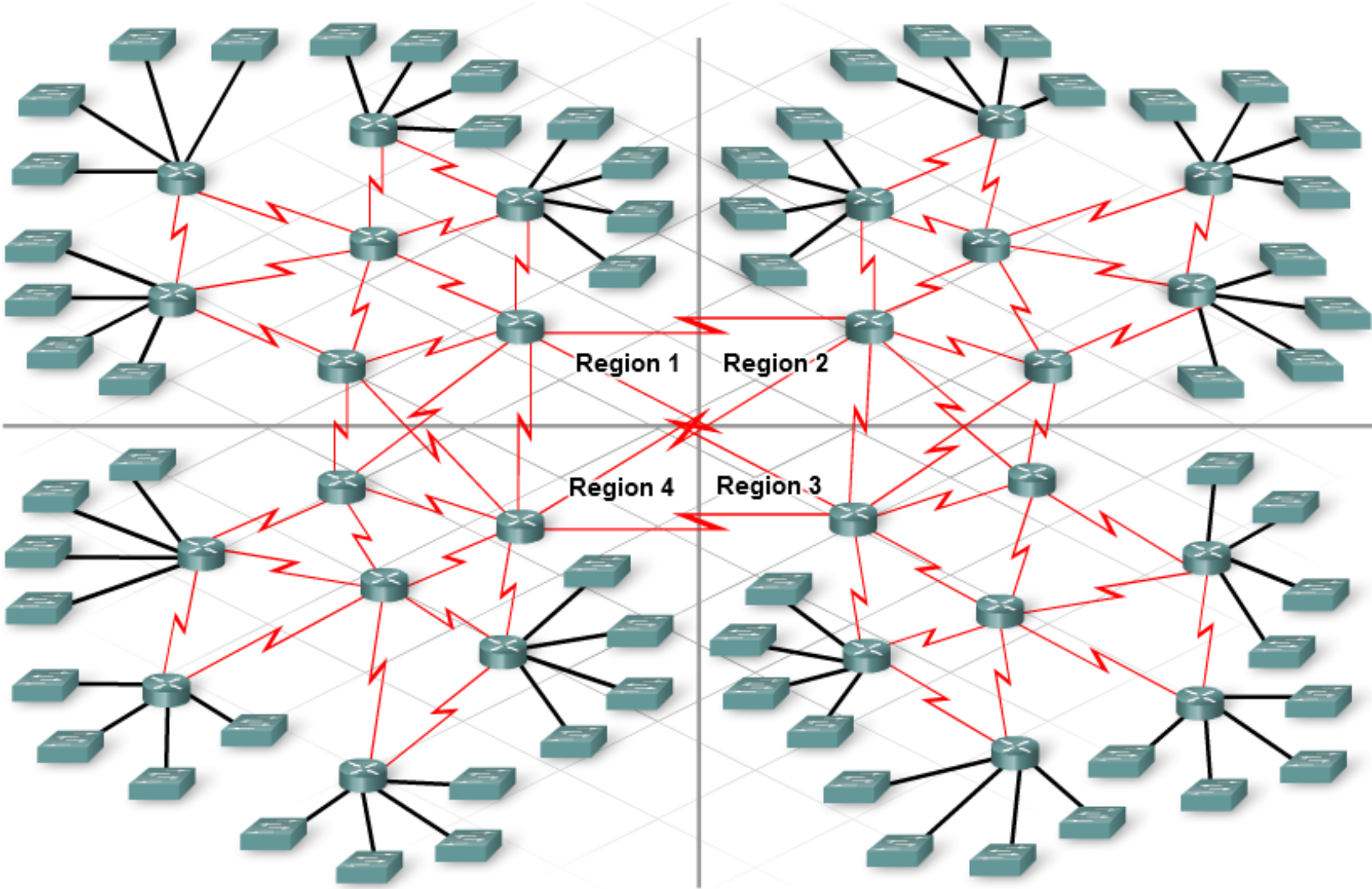
Usmjeravanje-mala mreža-connected putanje



Udaljene mreže



Statičke rute **NE DOLAZE U OBZIR!**



VRSTE ŽURIRANJA USMJERNIČKE TABLICE

1. **STATIČKO**
2. **DINAMIČKO**

STATIČKO vs DINAMIČKO AŽURIRANJE

➤ STATIČKO AŽURIRANJE

- ✓ Jednostavne mreže
- ✓ Sve putanje se moraju konfigurirati ručno
- ✓ Bilo kakva promjena se mora ručno konfigurirati
- ✓ Podložno je greškama više nego dinamičko usmjeravanje

➤ DINAMIČKO AŽURIRANJE

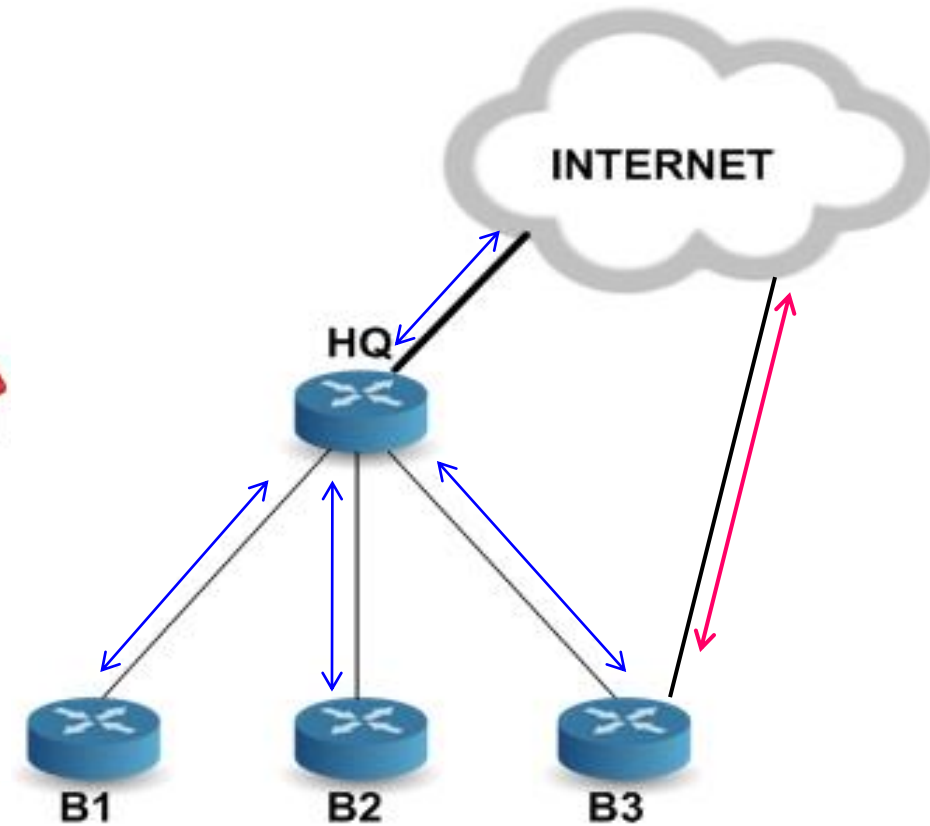
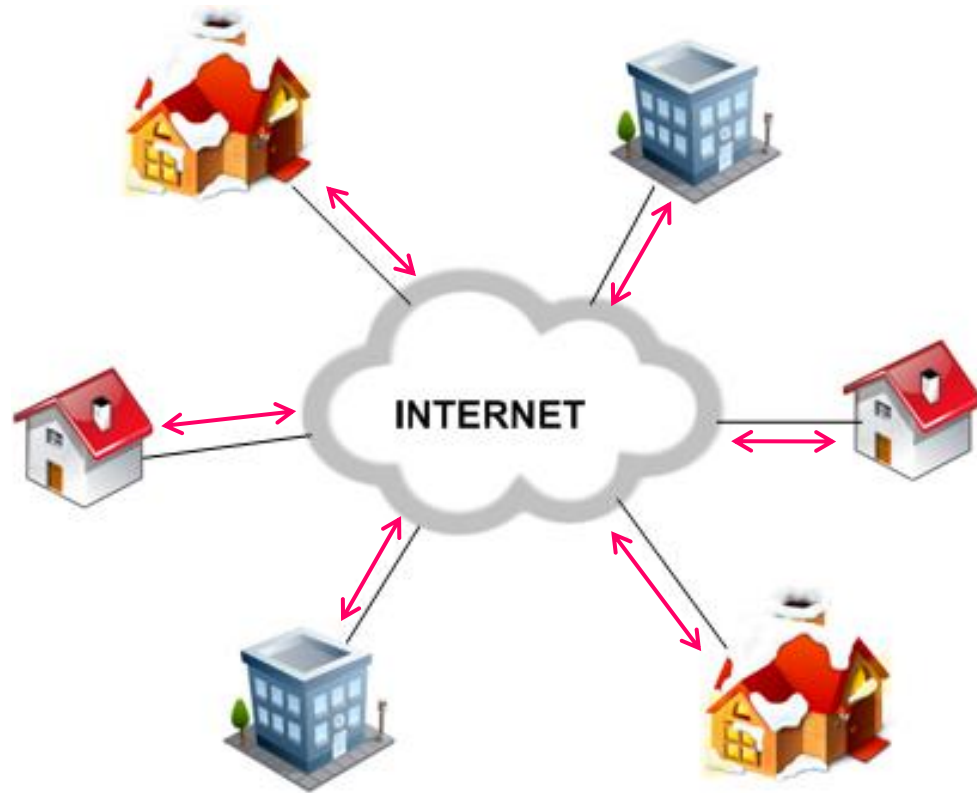
- ✓ Složene mreže
- ✓ Koriste se usmjernički protokoli (**Routing protocols**) za razmjenu putanja
- ✓ Mreža se brzo i automatski prilagođava promjenama
- ✓ Usmjernički protokoli koriste različiti elemente za vrednovanje putanje

OSNOVNI PRINCIPI USMJERAVANJA

- **Princip 1**: Svaki usmjernik donosi odluku o usmjeravanju paketa nezavisno, na osnovu informacija koje ima u svojoj usmjerničkoj tablici
- **Princip 2**: Činjenica da jedan usmjernik ima informaciju o nekoj mreži u svojoj tablici, ne znači da tu istu informaciju imaju i ostali usmjernici
- **Princip 3**: Informacija o putanji od jedne mreže do druge, ne znači da postoji i informacija o povratnoj putanji
- **U usmjerničkoj tablici se nalaze samo najbolje putanje!**

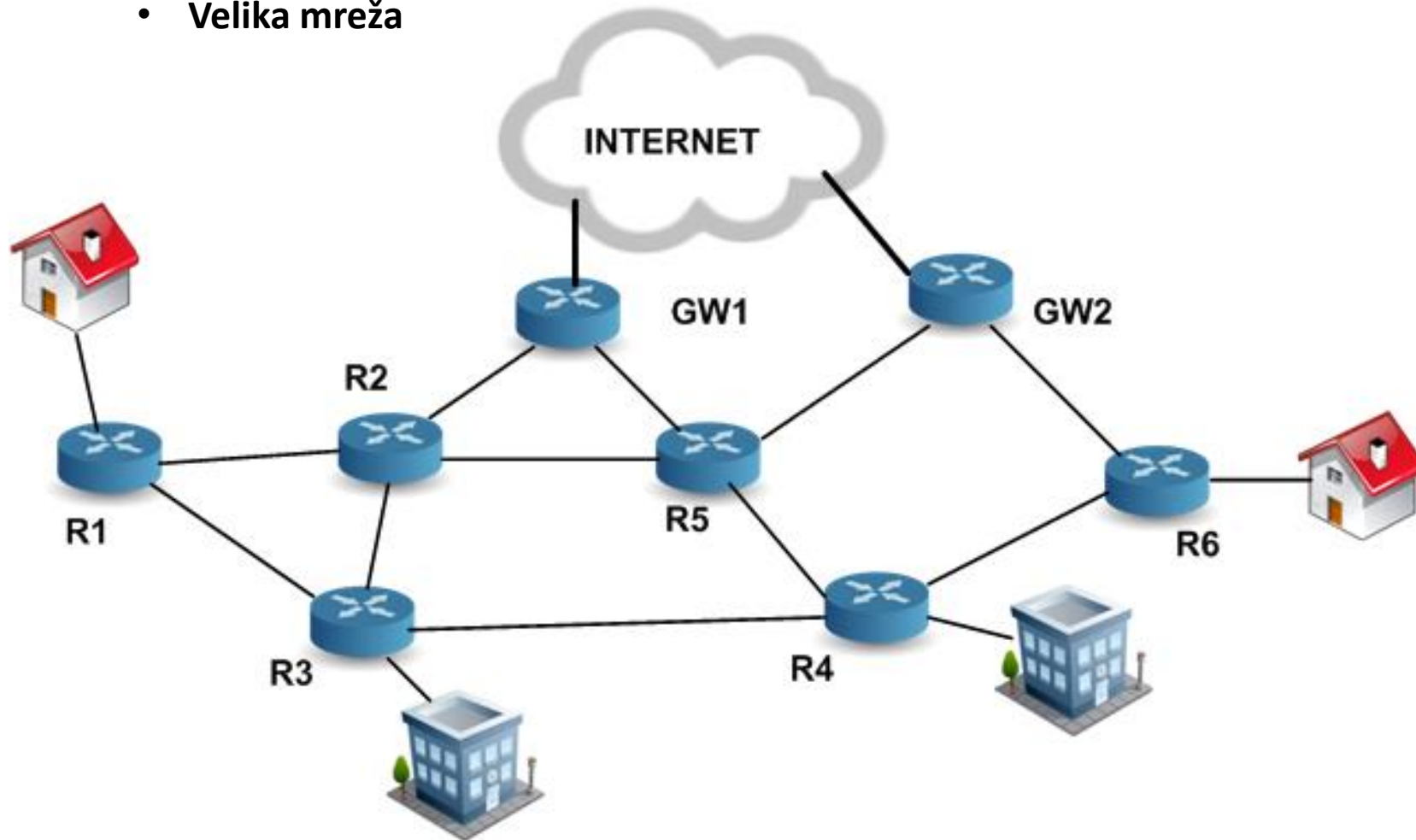
STATIČKO AŽURIRANJE-primjena

- Stub lokacije
- Default putanja



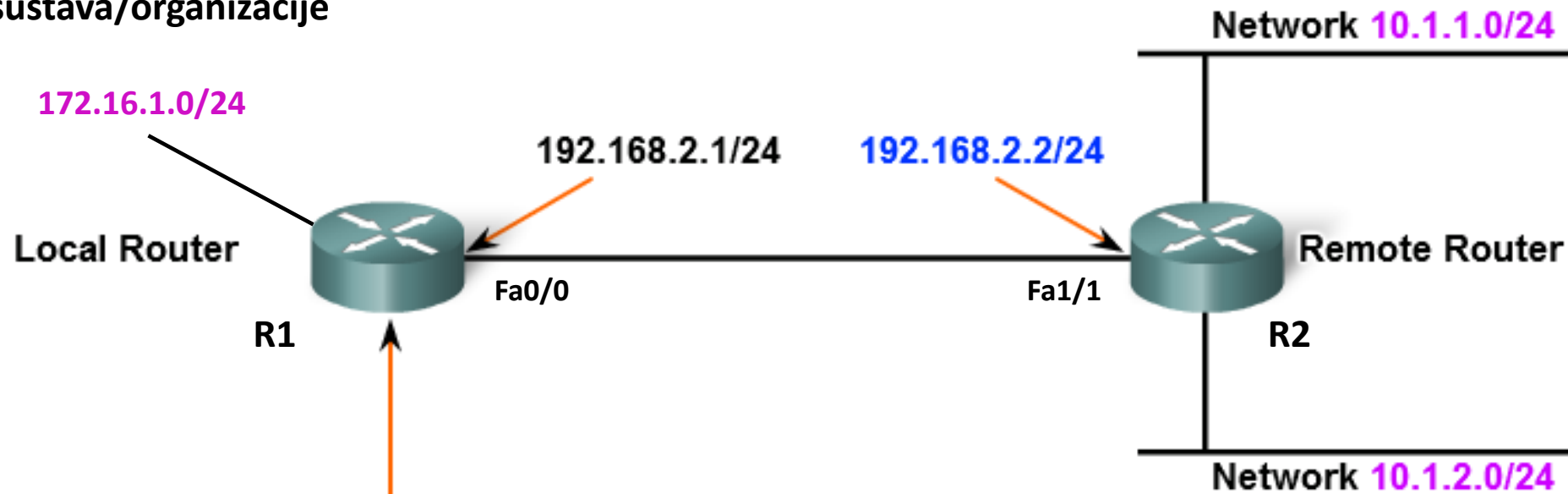
DINAMIČKO AŽURIRANJE-primjena

- Višestruke konekcije prema odredištu
- Velika mreža

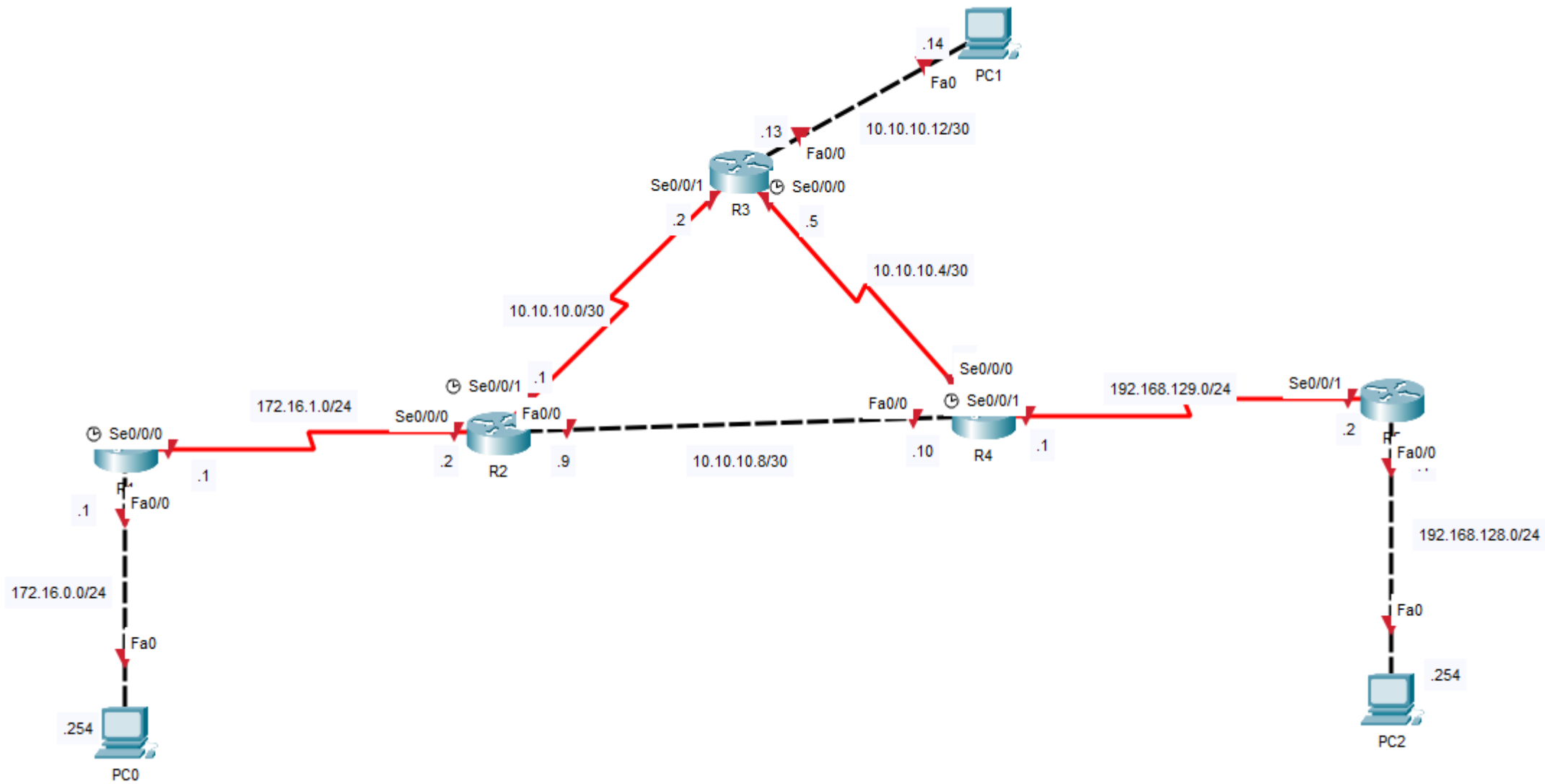


USMJERNIČKA TABLICA (Routing table)

Tablica u kojoj se nalaze najbolje odabrane (ručno ili putem usmjerničkog protokola) putanje do određinih mreža unutar i izvan sustava/organizacije



```
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
R   10.1.1.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
R   10.1.2.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```



OSNOVNA STRUKTURA USMJERNIČKE TABLICE

R1#show ip route

D 192.168.0.0/20 [90/3196416] via 2.2.2.2, 00:03:52, Serial0/0/1

- Izvor informacije (route source)
- Odredišna mreža (destination network)
- Administrativna udaljenost/mjera kvalitete puta (administrative distance/metric)
- Susjedna adresa (next hop address)
- Izlazno sučelje usmjernika (exit interface)

IZVOR INFORMACIJA O PUTANJI

- Oznaka za izvor informacije je slovo u prvoj koloni, ispisa routing tablice, a može označavati:
 - ✦ Direktno spojenu mrežu na sučelje usmjernika
 - ✦ Statički upisanu putanju do udaljene mreže
 - ✦ Dinamički upisanu putanju do udaljene mreže pomoću nekog od usmjerničkih protokola

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

USMJERNIČKA TABLICA (**Routing table**)

8.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C **8.8.8.0** is directly connected, **Loopback0**

10.0.0.0/24 is subnetted, 5 subnets

S **10.1.10.0 [1/0]** via **172.16.1.5**

S **10.1.11.0 [1/0]** via **172.16.1.5**

C **10.1.20.0** is directly connected, **FastEthernet0/0.20**

C **10.1.21.0** is directly connected, **FastEthernet0/0.21**

C **10.1.99.0** is directly connected, **FastEthernet0/0.99**

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks

C **172.16.1.4/30** is directly connected, **FastEthernet0/0.100**

C **172.16.1.8/29** is directly connected, **FastEthernet0/0.114**

R **192.168.1.0/24 [120/1]** via **172.16.1.9**, 00:00:21, **FastEthernet0/0.114**

S **192.168.10.0/24 [1/0]** via **10.1.10.100**

S* **0.0.0.0/0** is directly connected, **Loopback0**

USMJERNIČKA TABLICA (**Routing table**)

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 3 masks

R **10.10.0.0/21** [**120/2**] via **6.6.6.1**, 00:00:17, **Serial0/1/0**

R **10.10.8.0/22** [**120/4**] via **6.6.6.1**, 00:00:17, **Serial0/1/0**

R **10.10.12.0/23** [**120/1**] via **6.6.6.1**, 00:00:17, **Serial0/1/0**

14.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

C **14.14.14.0** is directly connected, **Serial0/1/1**

172.20.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 5 masks

R **172.20.0.0/16** [**120/2**] via **6.6.6.1**, 00:00:17, **Serial0/1/0**

O **172.20.0.0/25** [**110/1128**] via **14.14.14.2**, 00:00:01, **Serial0/1/1**

O **172.20.0.192/27** [**110/1928**] via **14.14.14.2**, 00:00:01, **Serial0/1/1**

O **172.20.0.224/28** [**110/1928**] via **14.14.14.2**, 00:00:01, **Serial0/1/1**

D **192.168.0.0/20** [**90/3196416**] via **2.2.2.2**, 00:03:52, **Serial0/0/1**

D **192.168.16.0/22** [**90/3196416**] via **2.2.2.2**, 00:03:55, **Serial0/0/1**

D **192.168.20.0/24** [**90/2684416**] via **2.2.2.2**, 00:03:55, **Serial0/0/1**

R* **0.0.0.0/0** [**120/1**] via **6.6.6.1**, 00:00:17, **Serial0/1/0**



USMJERNIČKI PROTOKOLI

- Tri (u priručniku 2) su osnovne komponente usmjerničkih protokola:
- Mehanizam razmjene informacija o putanjama (rutama) ili stanju linkova (kod link state protokola)
- Algoritam pomoću kojega se na osnovu tih informacija traži najbolji put
- Dodatno i mehanizam za detekciju promjena i reakciju na promjene u topologiji



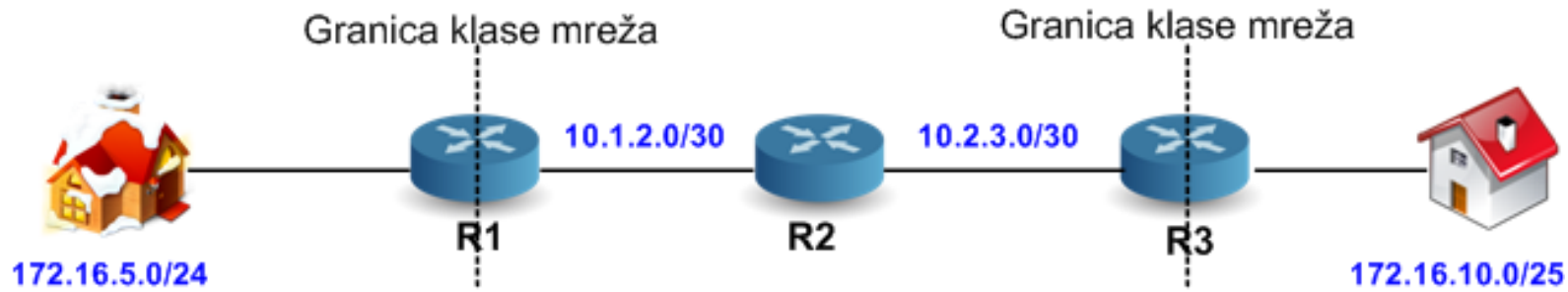
PODJELA USMJERNIČKIH PROTOKOLA

	Interior Gateway Protocols			Exterior Gateway Protocols
	Distance Vector Routing Protocols	Link State Routing Protocols		Path Vector
Classful	RIP	IGRP		EGP
Classless	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS
IPv6	RIPng	EIGRP for IPv6	OSPFv3	IS-IS for IPv6
				BGPv4
				BGPv4 for IPv6

PODJELA USMJERNIČKIH PROTOKOLA

➤ **Classfull** vs **Classless**

- Classfull protokoli (RIPv1 i IGRP)
- Ne podržavaju VLSM i CIDR
- Informacije u updateu ne sadrže subnet masku
- Postoji problem sa diskontinuiranim mrežama



PODJELA USMJERNIČKIH PROTOKOLA

➤ Distance Vector vs Link State

- Usmjernici koji koriste „**Distance Vector**” protokole šalju informacije o pojedinim udaljenim mrežama na temelju kojih usmjernici sastavljaju usmjerničke tablice u usmjeravaju promet
- Usmjernici koji koriste „**Link State**” protokole šalju informacije o topologiji (stanju svih linkova) na temelju koje svaki usmjernik za sebe računa najkraći put do svakog odredišta



	Eureka	Los Angeles	Palm Springs	S Lake Tahoe	Sacramento	San Diego	San Francisco	Santa Barbara	Yosemite NP	
Eureka		659	788	393	304	776	278	599	476	
Los Angeles	1061		1268	632	489	1249	447	964	766	
Palm Springs	1061	103		441	383	127	403	96	307	
S Lake Tahoe	788	103	166		710	616	204	649	154	
Sacramento	1268	166	474	484		135	504	199	408	
San Diego	353	467	510	763	779		217	811	320	
San Francisco	568	752	821	135	554	222		536	213	
Santa Barbara	304	383	484	99	217	892	357		863	
Yosemite NP	489	616	779	159	821	140	629		277	
	776	127	135	529	510		548	228	434	
	1249	204	217	851	821		882	367	698	
	447	649	811	293	140	882		517	296	
	599	96	199	508	391	228	321		329	
	964	154	320	817	629	367	517		529	
	476	307	408	159	172	434	184	329		
	766	494	657	256	277	698	296	529		

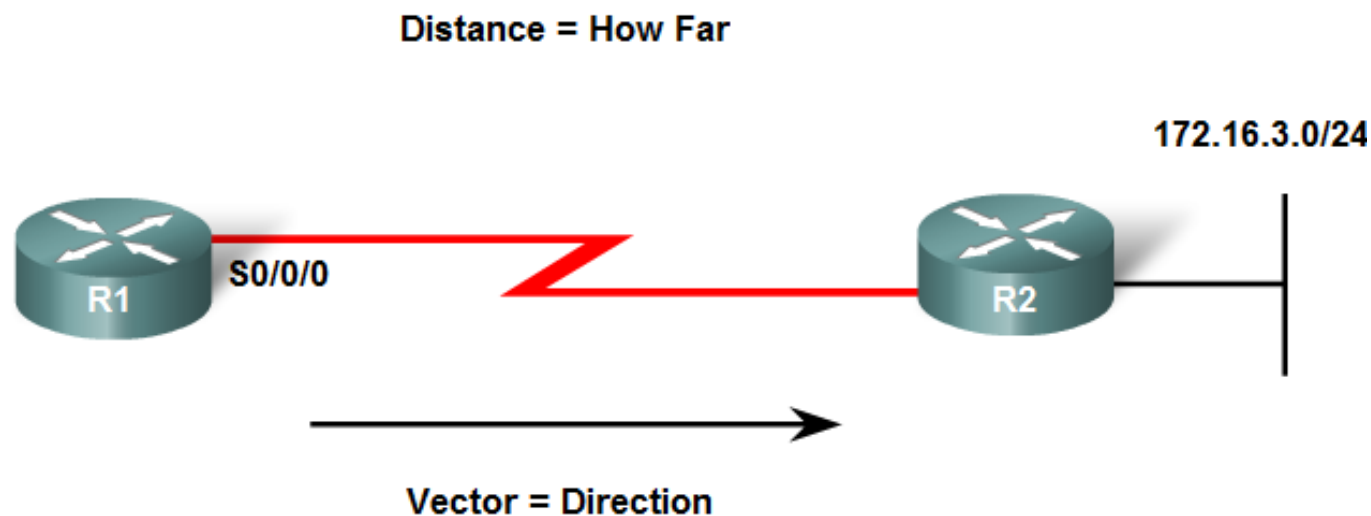
Miles
Kilometers

DISTANCE VECTOR PROTOKOLI

➤ RIPv1, **RIPv2**, IGRP, **EIGRP**

Usmjernik koji koristi Distance vector protokol ne zna za cijelu topologiju mreže, već samo zna za:

1. Smjer ili interface kroz koji treba slati promet (**next hop** ili **exit interface**)
2. Udaljenost do određene mreže (**metric**)



DISTANCE VECTOR PROTOKOLI

PREDNOSTI:

- Jednostavna implementacija i održavanje (osim EIGRP)
- Nisu zahtjevni što se tiče resursa na ruteru (CPU, RAM)

NEDOSTATCI:

- Spora konvergencija (stabilno stanje)-osim EIGRP
- Ograničena skalabilnost (FLAT protokoli-nema hijerarhije)-osim eventualno EIGRP ali ne za velike meže kao OSPF
- Petlje usmjeravanja (Routing loops)

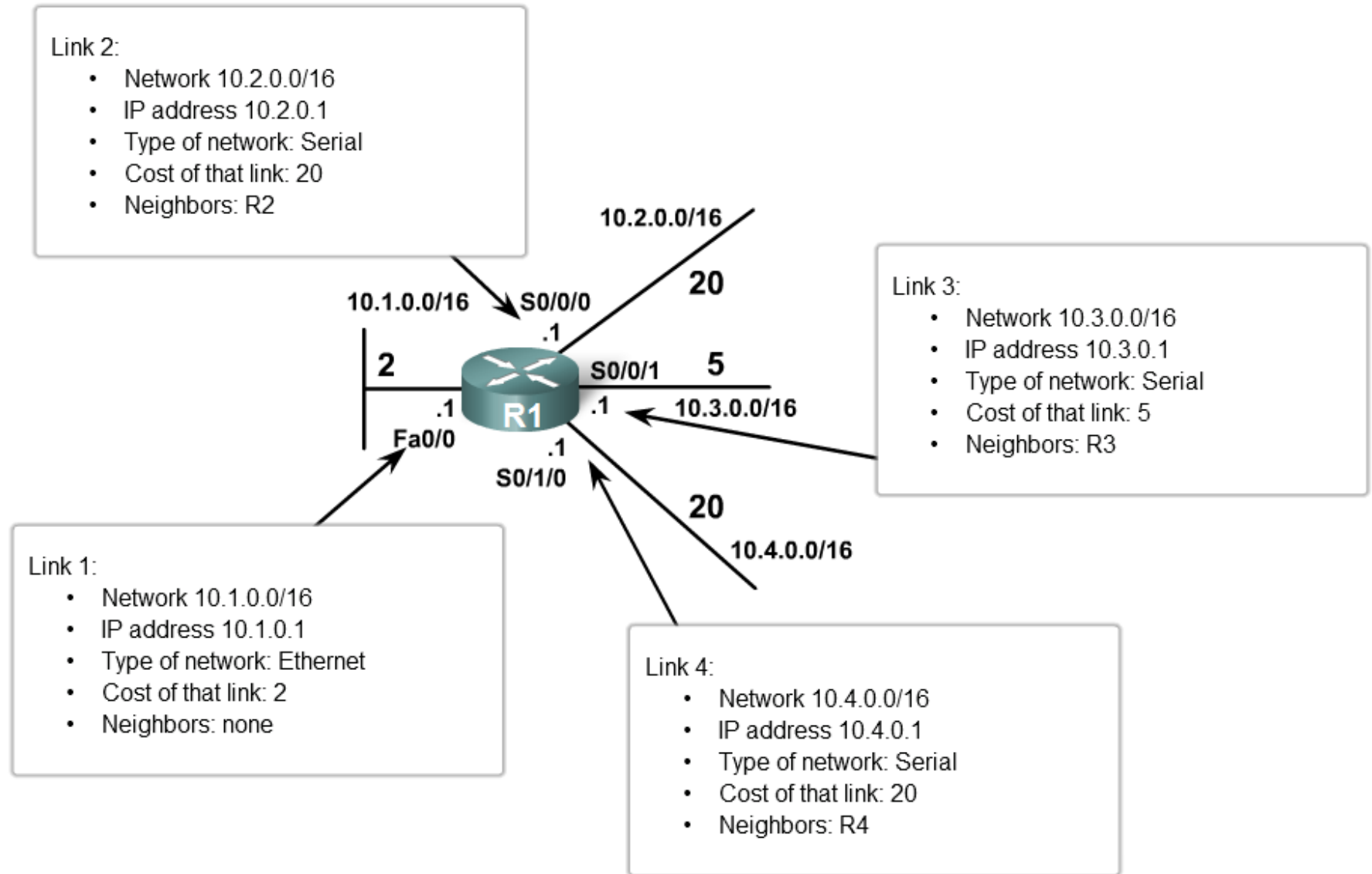
Konvergencija je stanje u kojem svi usmjernici imaju konzistentne i točne informacije o tome kako doći do pojedinih mreža. Mreža nije potpuno funkcionalna dok se nije konvergirala



LINK STATE USMJERNIČKI PROTOKOLI-OSPF

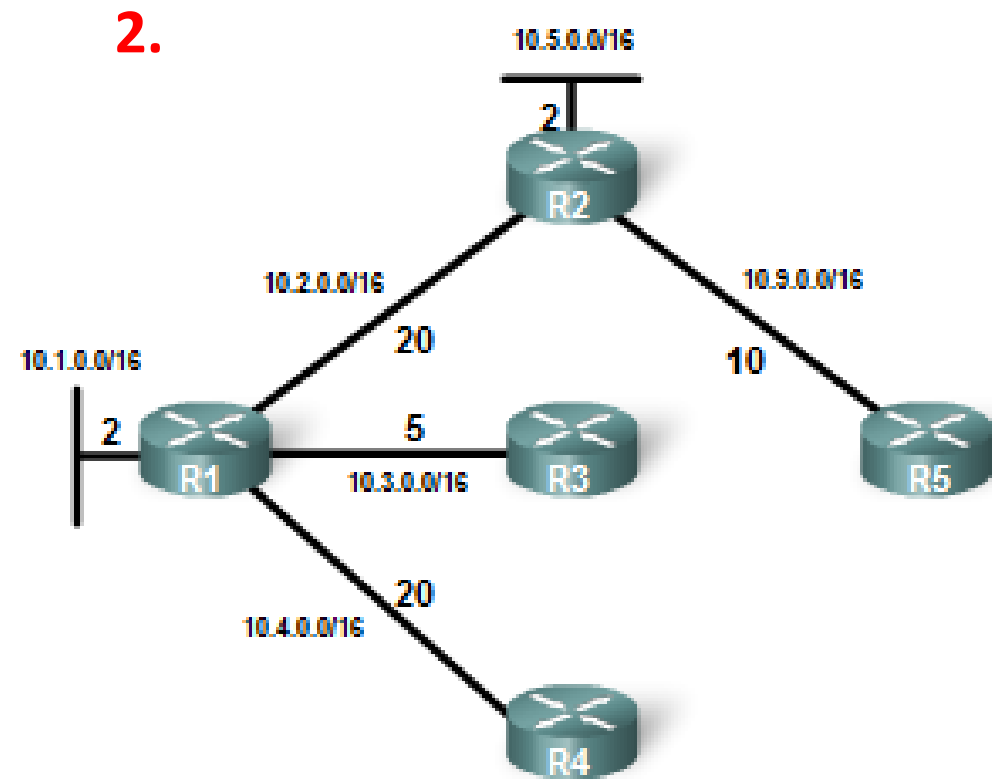
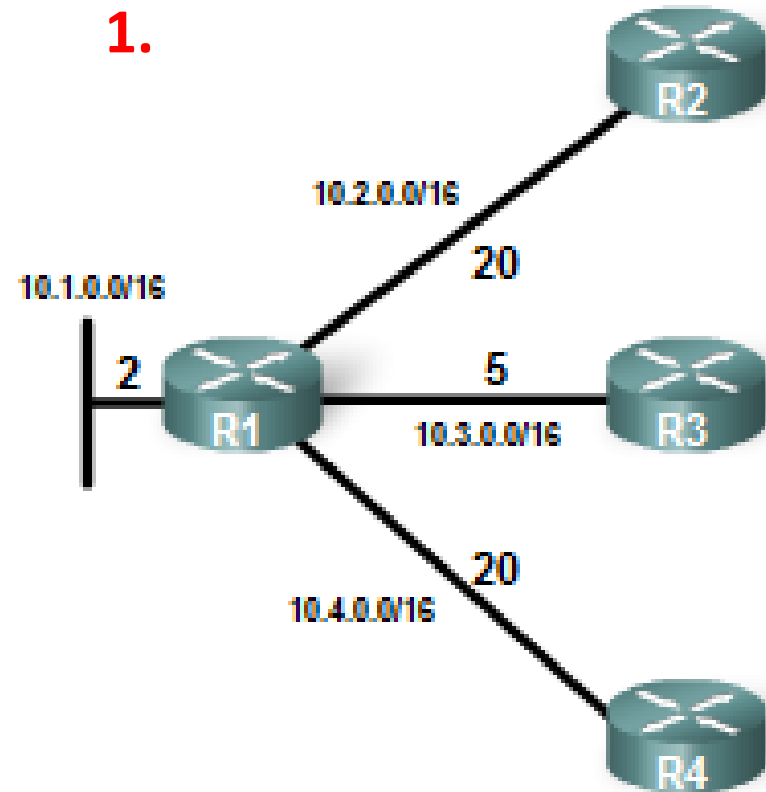
1. Svaki usmjernik uči stanje svojih aktivnih linkova (direktno povezanih mreža)
2. Svaki usmjernik je odgovoran za uspostavu susjedskih odnosa na direktno povezanim mrežama (linkovima) razmjenom HELLO paketa s drugim usmjernicima
3. Svaki usmjernik gradi Link-State Advertisement (LSA) koji sadrži stanje svih direktno povezanih mreža (linkova). Stanje linkova uključuje: tip sučelja, IP adresu, mrežnu masku, tip mreže, kvalitetu puta (cost), IP adresu susjedno rutera na tom linku
4. Svaki ruter šalje LSA svim svojim susjedima koji podatke iz tih LSA pohranjuju u lokalnu bazu podataka (OSPF database). Zatim te LSA šalju dalje ostalim ruterima u mreži dok svi ruteri u određenom području (AREA) ne budu imali LSA od svih ostalih rutera.
5. Svaki ruter koristi OSPF database kako bi zgradio kompletnu topologiju mreže. Zatim koristi SPF (Shortest Path First algoritam) kako bi izračunao najbolju putanju/putanje do svake mreže

LINK STATE USMJERNIČKI PROTOKOLI-OSPF



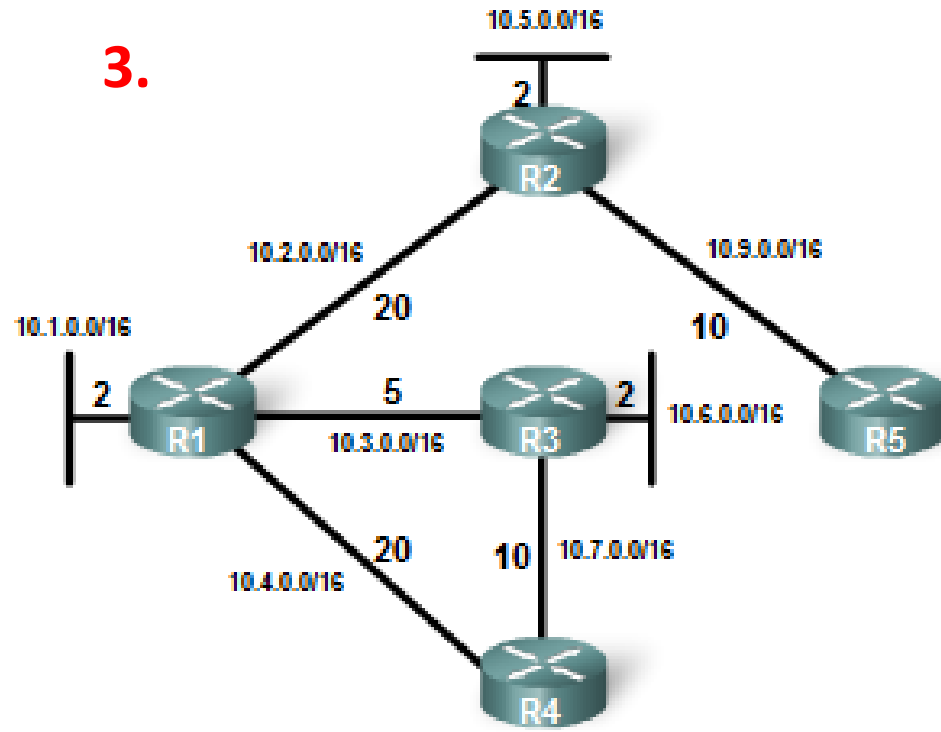
LINK STATE USMJERNIČKI PROTOKOLI-OSPF

Kreće se iz pozicije R1

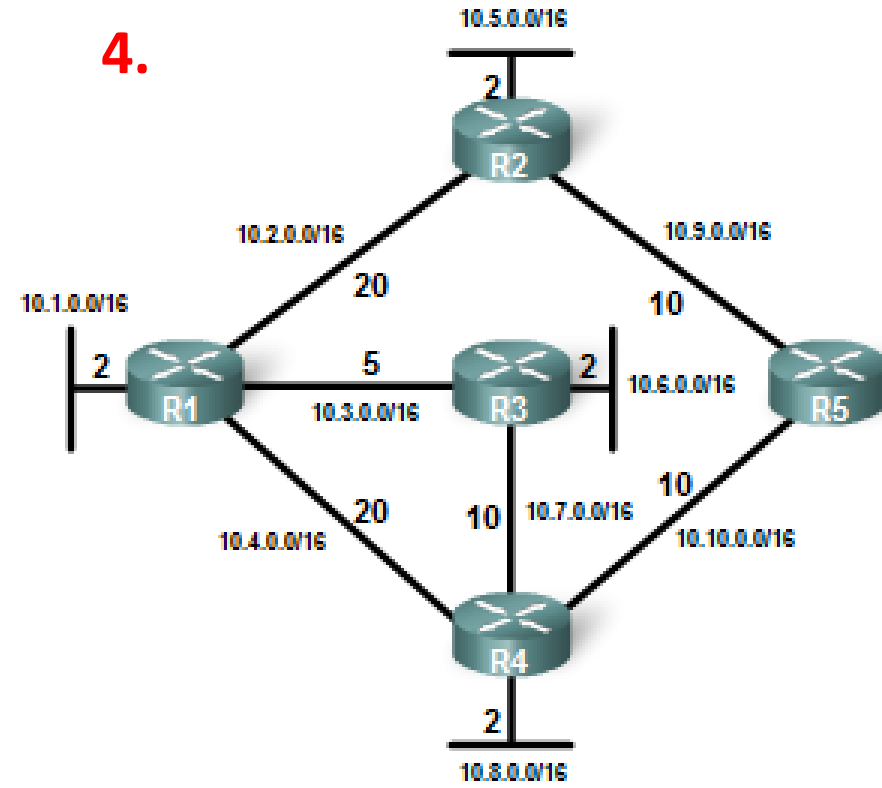


LINK STATE USMJERNIČKI PROTOKOLI-OSPF

3.

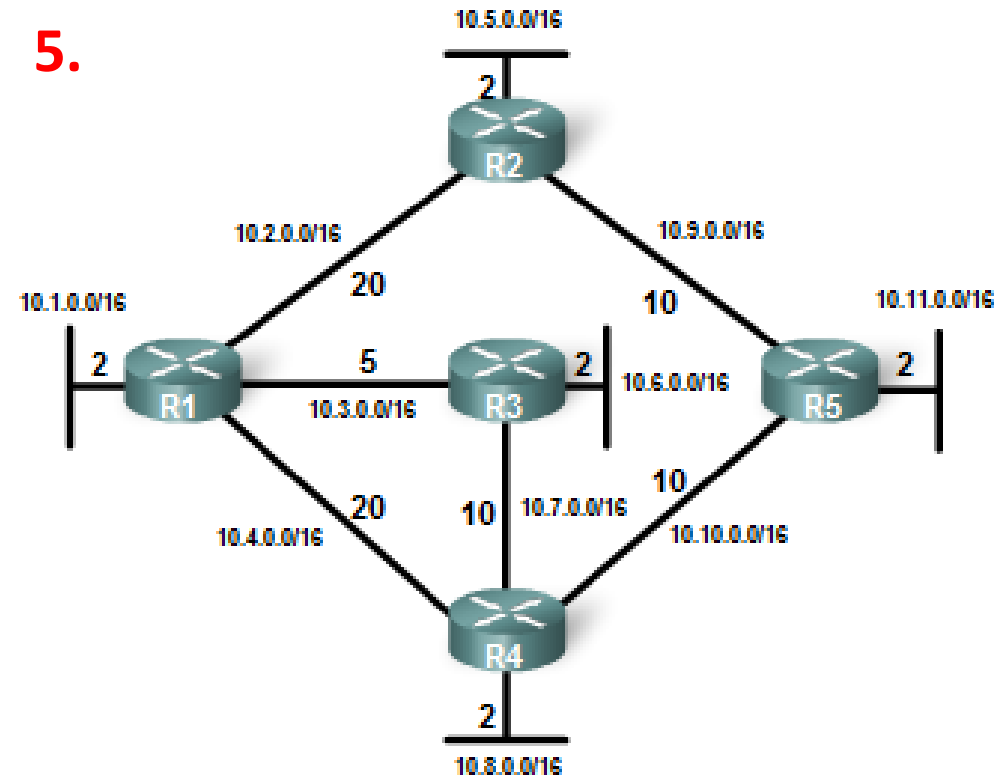


4.



LINK STATE USMJERNIČKI PROTOKOLI-OSPF

5.



PREDNOSTI LINK STATE PROTOKOLA

- Svaki ruter gradi svoju topologijsku tablicu na temelju koje odabire najbolju putanju
- Brza konvergencija mreže zbog trenutnog floodanja LSA
- LSA se šalje samo kada je promjena u topologiji i sadrži samo informacije koje se riku promjene (nema periodičkih updatea-osim Paranoid update/link state refresh svakih 30 minuta))
- Hijerarshijski dizajn (više područja AREA) što omogućava rasterećenje resursa rutera
- Zahtjevniji su zbog veće potrošnje resursa (CPU i RAM, bandwidth) zbog SPF algoritma, velike topologijske tablice i više paketića, ali za to postoji hijerarshijski dizajn

KRITERIJ ZA ODABIR PUTANJA

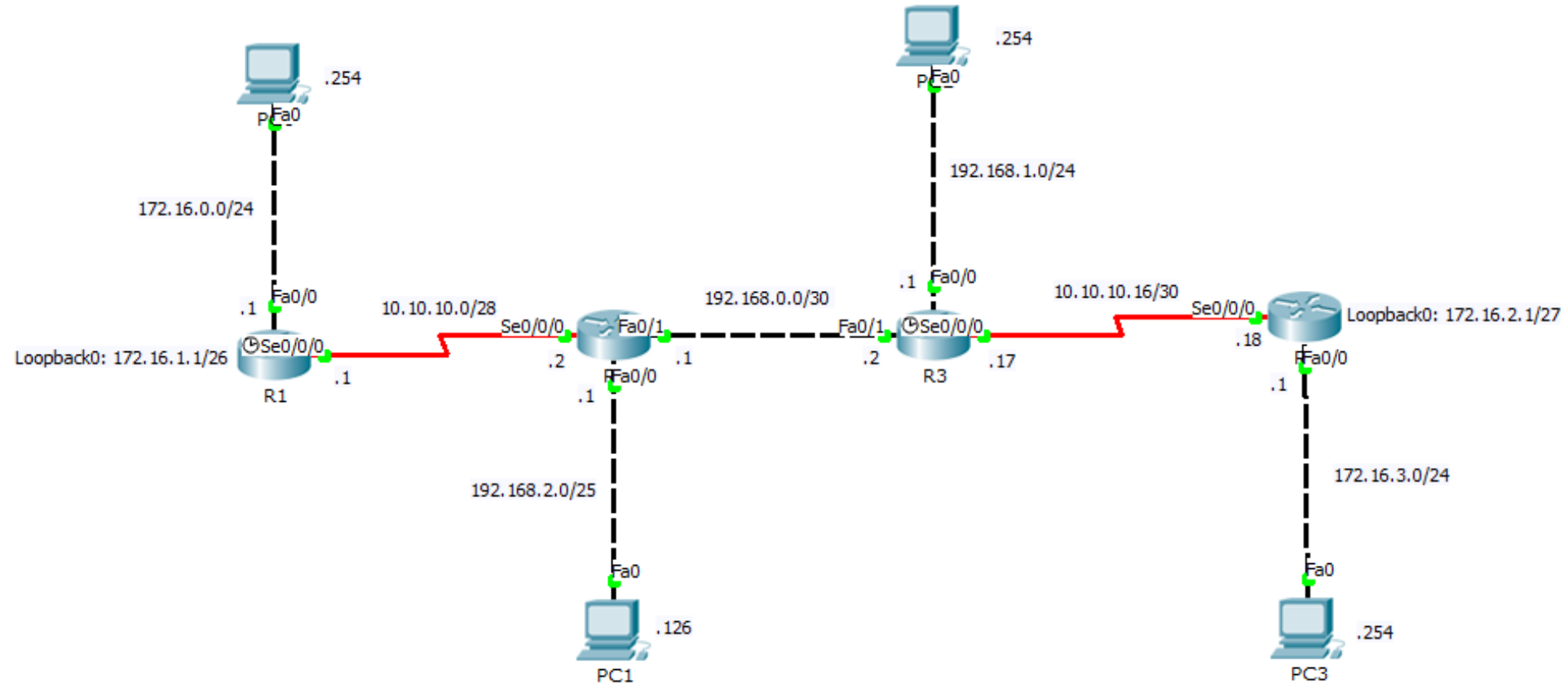
- Ukoliko usmjernik ima više izvora informacija o mogućim putanjama do neke mreže koje može koristiti (RIP, OSPF, EIGRP, Static...), usmjernik mora odabrati najbolju putanju koristeći slijedeće elemente:
 - **Dostupnost Next-hop adrese** (ako nije dostupna next-hop adresa ta ruta se uopće ne uzima u obzir)
 - **Administrative distance (Vjerodostojnost)** ako ima istu putanju iz više izvora tada koristi AD za odabir najbolje putanje
 - **Metric (mjera kvalitete putanje)** ako je odabrao izvor, tada gleda metrik i odabire najbolju putanju od određenog izvora
 - **Prefix length (najviše mrežnih bitova se poklapa)** putanje prema “istim mrežama” s različitim prefiksima koegzistiraju u usmjerničkoj tablici, najdulji prefix je najbolji

ADMINISTRATIVE DISTANCE

Routing Protocol	Administrative distance
Directly connected interface	0
Static route	1
<u>EIGRP summary route</u>	5
<u>External BGP</u>	20
<u>Internal EIGRP</u>	90
<u>IGRP</u>	100
<u>OSPF</u>	110
<u>IS-IS</u>	115
<u>Routing Information Protocol (RIP)</u>	120
<u>Exterior Gateway Protocol (EGP)</u>	140
<u>On Demand Routing (ODR)</u>	160
<u>External EIGRP</u>	170
<u>Internal BGP</u>	200
Unknown	255

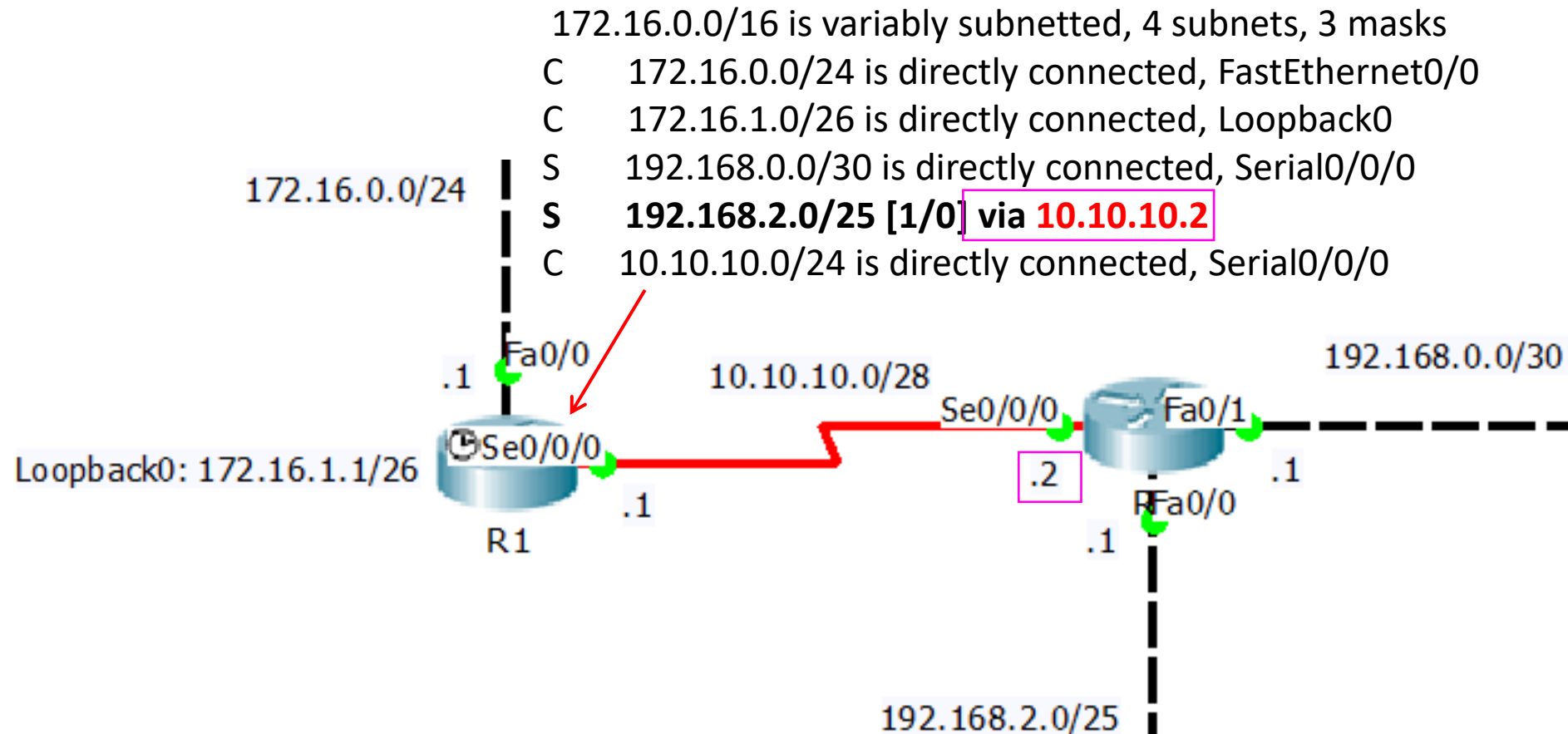
USMJERNIČKI PROTOKOL	METRIC
RIPv1 i v2	HOP COUNT
EIGRP	Složeni metric temeljen na bandwidth i delay
OSPF	cost temeljen na bandwidth linka 100Mbps=1
BGP	Složeni metric temeljen na "atributima"

KONFIGURACIJA IISMI IEDAVANIA



STATIČKO USMJERAVANJE -next hop address

- Susjedna adresa (**next hop address**) je IP adresa na drugom kraju veze, odnosno IP adresa susjednog usmjernika, za R1 sa slike izgleda ovako



STATIČKO USMJERAVANJE-izlazno sučelje

- Ako koristimo serial sučelja na usmjerniku, putanja može biti definirana korištenjem tog izlaznog sučelja umjesto next-hop adrese (**ne vrijedi za ethernet**), za R1 sa slike izgleda ovako

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks

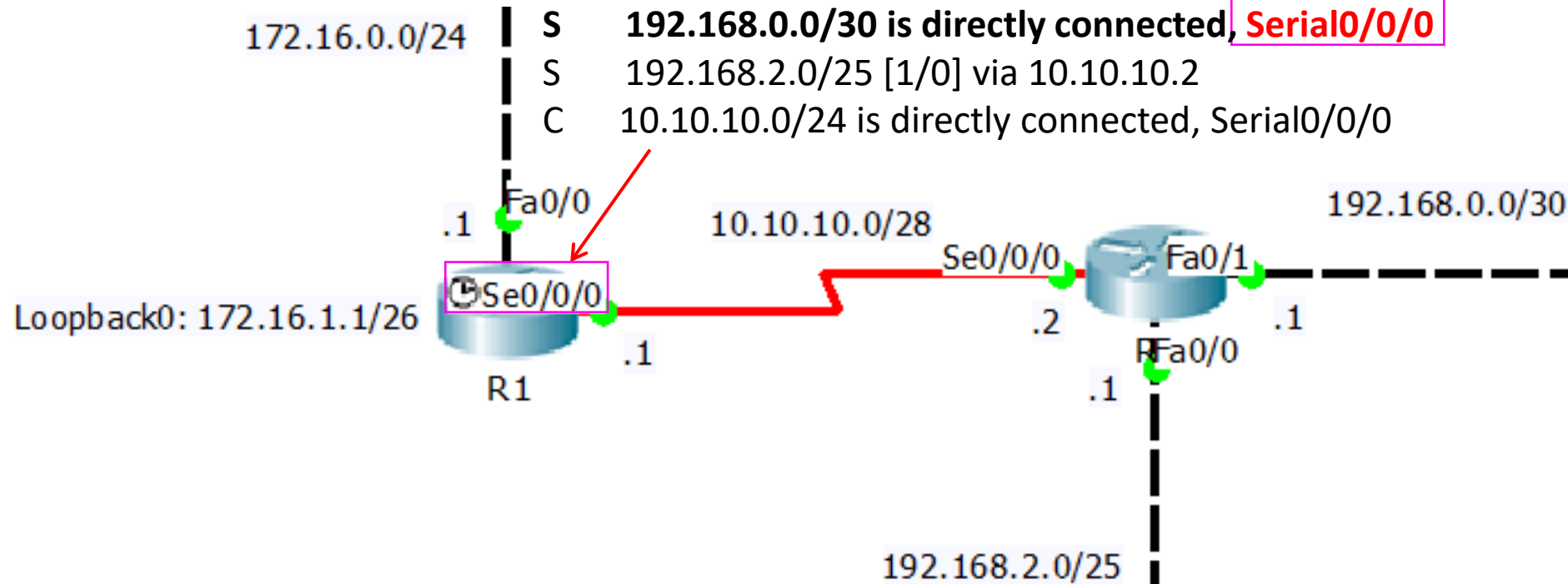
C 172.16.0.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

C 172.16.1.0/26 is directly connected, Loopback0

S **192.168.0.0/30 is directly connected, Serial0/0/0**

S 192.168.2.0/25 [1/0] via 10.10.10.2

C 10.10.10.0/24 is directly connected, Serial0/0/0



KONFIGURACIJA STATIČKIH PUTANJA

```
R1(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 10.10.10.2
```

```
R2(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 10.10.10.1
```

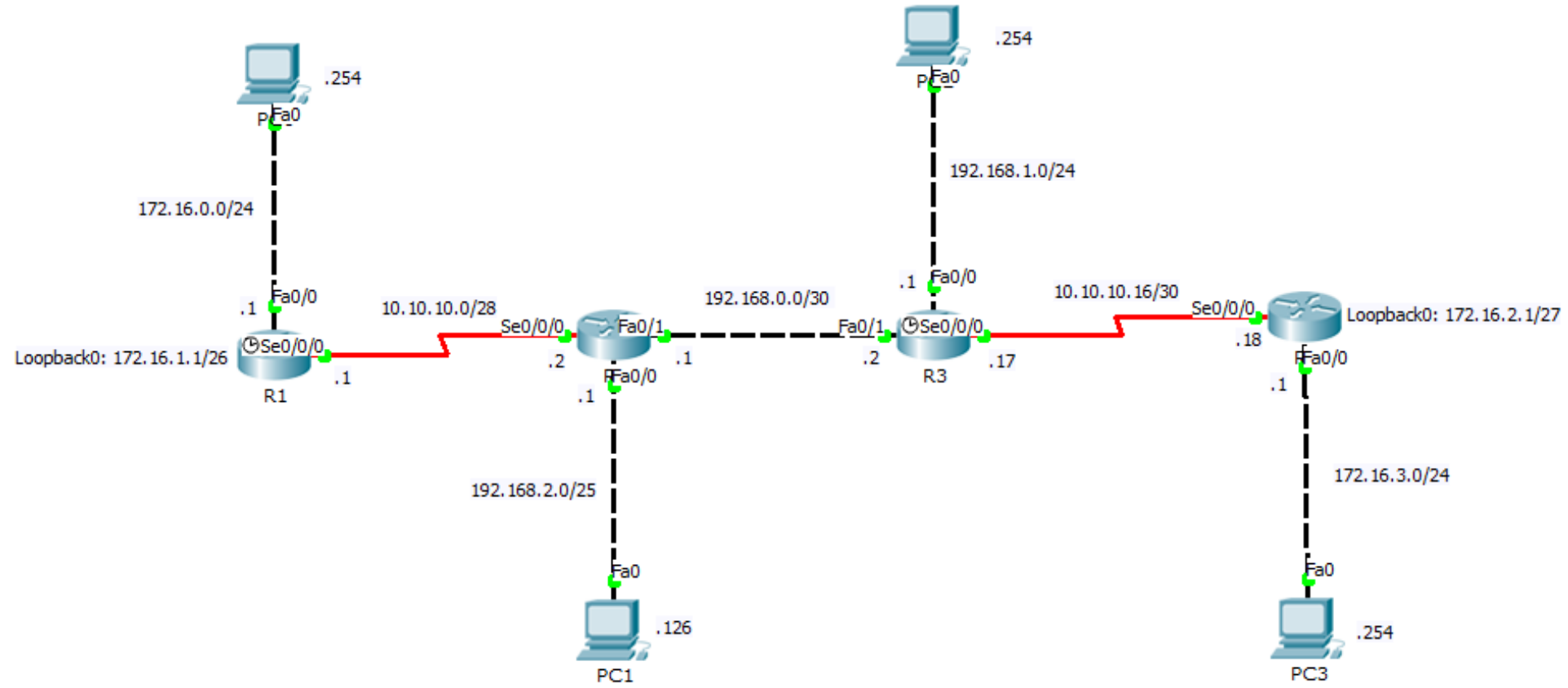
```
R2(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 192.168.0.2
```

```
R3(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.0.1
```

```
R3(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 10.10.10.18
```

```
R4(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 10.10.10.17
```

KONFIGURACIJA IISM IEDAVANIA



KONFIGURACIJA DINAMIČKOG USMJERAVANJA-RIP

```
R1(config)# router rip
R1(config-router)# version 2
R1(config-router)# network 10.0.0.0
R1(config-router)# network 172.16.0.0
R1(config-router)# no auto-summary
```

```
R2(config)# router rip
R2(config-router)# version 2
R2(config-router)# network 10.0.0.0
R2(config-router)# network 192.168.0.0
R2(config-router)# network 192.168.2.0
R2(config-router)# no auto-summary
```

```
R3(config)# router rip
R3(config-router)#version 2
R3(config-router)#network 10.0.0.0
R3(config-router)#network 192.168.0.0
R3(config-router)#network 192.168.1.0
R3(config-router)#no auto-summary
```

```
R4(config)# router rip
R4(config-router)#version 2
R4(config-router)#network 10.0.0.0
R4(config-router)#network 172.16.0.0
R4(config-router)#no auto-summary
```

Network naredbom usmjernik:

1. Oglašava određenu mrežu u routing protokol
2. Na tu mrežu šalje update odnosno uspostavlja vezu sa susjedima

NAKON KONFIGURACIJA **RIP** PROTOKOLA

R1#show ip route

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks

C 10.10.10.0/28 is directly connected, Serial0/0/0

R 10.10.10.16/30 [120/2] via 10.10.10.2, 00:00:17, Serial0/0/0

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks

C 172.16.0.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

C 172.16.1.0/26 is directly connected, Loopback0

R 172.16.2.0/27 [120/3] via 10.10.10.2, 00:00:17, Serial0/0/0

R 172.16.3.0/24 [120/3] via 10.10.10.2, 00:00:17, Serial0/0/0

192.168.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

R 192.168.0.0 [120/1] via 10.10.10.2, 00:00:17, Serial0/0/0

R 192.168.1.0/24 [120/2] via 10.10.10.2, 00:00:17, Serial0/0/0

192.168.2.0/25 is subnetted, 1 subnets

R 192.168.2.0 [120/1] via 10.10.10.2, 00:00:17, Serial0/0/0

KONFIGURACIJA USMJERAVANJA EIGRP i OSPF

PRIMJER-nije vezan za sliku...samo da vidimo da se opet koristi network naredba za oglašavanje mreža (isto je i kod drugih protokola)!

```
R1(config)# router ospf 1
```

```
R1(config-router)# network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0
```

```
R1(config-router)# network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
```

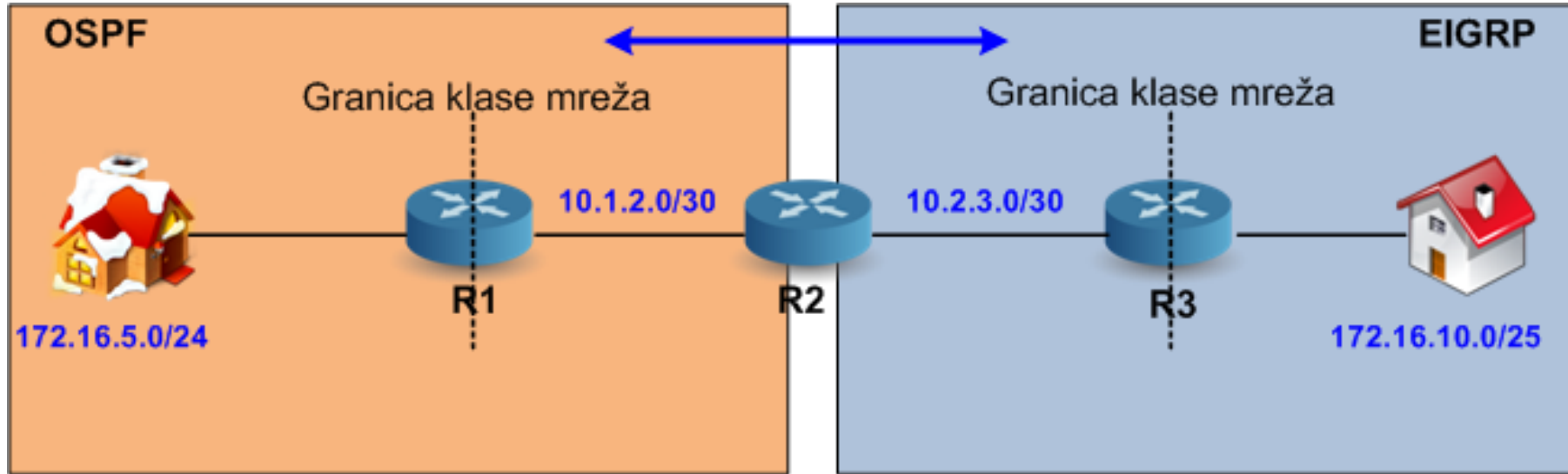
```
R1(config)# router eigrp 1
```

```
R1(config-router)# network 10.0.0.0 0.0.0.255
```

```
R1(config-router)# network 172.16.0.0 0.0.255.255
```

```
R1(config-router)# no autosummary
```

REDISTRIBUCIJA INFORMACIJA IZMEĐU USMJERNIČKIH PROTOKOLA



1. Ruter koji povezuje dva sustava ima konfigurirana oba usmjernička protokola
2. Pod svakim od usmjerničkih protokola konfiguriramo što želimo “ubaciti” u taj usmjernički protokol (statičke rute, connected rute, RIP, EIGRP...)
3. Možemo postaviti različite parametre za redistribuciju (metric, filtriranje...)

REDISTRIBUCIJA INFORMACIJA IZMEĐU USMJERNIČKIH PROTOKOLA

```
R2(config)#router eigrp 1
```

```
R2(config-router)# network 10.2.3.0 0.0.0.3
```

```
R2(config-router)# redistribute ospf 1 metric 100000 10 255 1 1500
```

```
R2(config-router)# no auto-summary
```

```
R2(config)#router ospf 1
```

```
R2(config-router)# network 10.1.2.0 0.0.0.3 area 0
```

```
R2(config-router)# redistribute eigrp 1 subnets
```

```
R2(config-router)# no auto-summary
```

Rezultat redistribucije vidljiv je u usmjerničkoj tablici

10.0.0.0/30 is subnetted, 2 subnets

- C 10.1.2.0 is directly connected, FastEthernet0/1
- O E2 10.2.3.0 [110/20] via 10.1.2.2, 00:06:21, FastEthernet0/1
- 172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
- O E2 172.16.0.0/16 [110/20] via 10.1.2.2, 00:05:36, FastEthernet0/1
- C 172.16.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

R1

10.0.0.0/30 is subnetted, 2 subnets

- C 10.1.2.0 is directly connected, FastEthernet0/0
- C 10.2.3.0 is directly connected, FastEthernet0/1
- 172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
- D 172.16.0.0/16 [90/30720] via 10.2.3.2, 00:06:28, FastEthernet0/1
- O 172.16.5.0/24 [110/2] via 10.1.2.1, 00:07:17, FastEthernet0/0

R2

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks

- D 10.0.0.0/8 is a summary, 00:00:27, Null0
- D EX 10.1.2.0/30 [170/30720] via 10.2.3.1, 00:00:41, FastEthernet0/0
- C 10.2.3.0/30 is directly connected, FastEthernet0/0
- 172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 3 masks
- D 172.16.0.0/16 is a summary, 00:00:27, Null0
- D EX 172.16.5.0/24 [170/30720] via 10.2.3.1, 00:00:41, FastEthernet0/0
- C 172.16.10.0/25 is directly connected, FastEthernet0/1

R3

