

Računarske osnove Interneta

(SI3ROI, IR4ROI)

Vežbe

MPLS

Predavač:

Dražen Drašković, drazen.draskovic@etf.rs

Autori:

Dražen Drašković

08.11.2011.



Naučili ste na predavanjima

- MPLS (Multi-Protocol Label Switching)
- Label Switched Path
- Label Switching Router
- Label Distribution Protocol
- LIB, FIB, LFIB
- PHP (Penultimate Hop Popping)

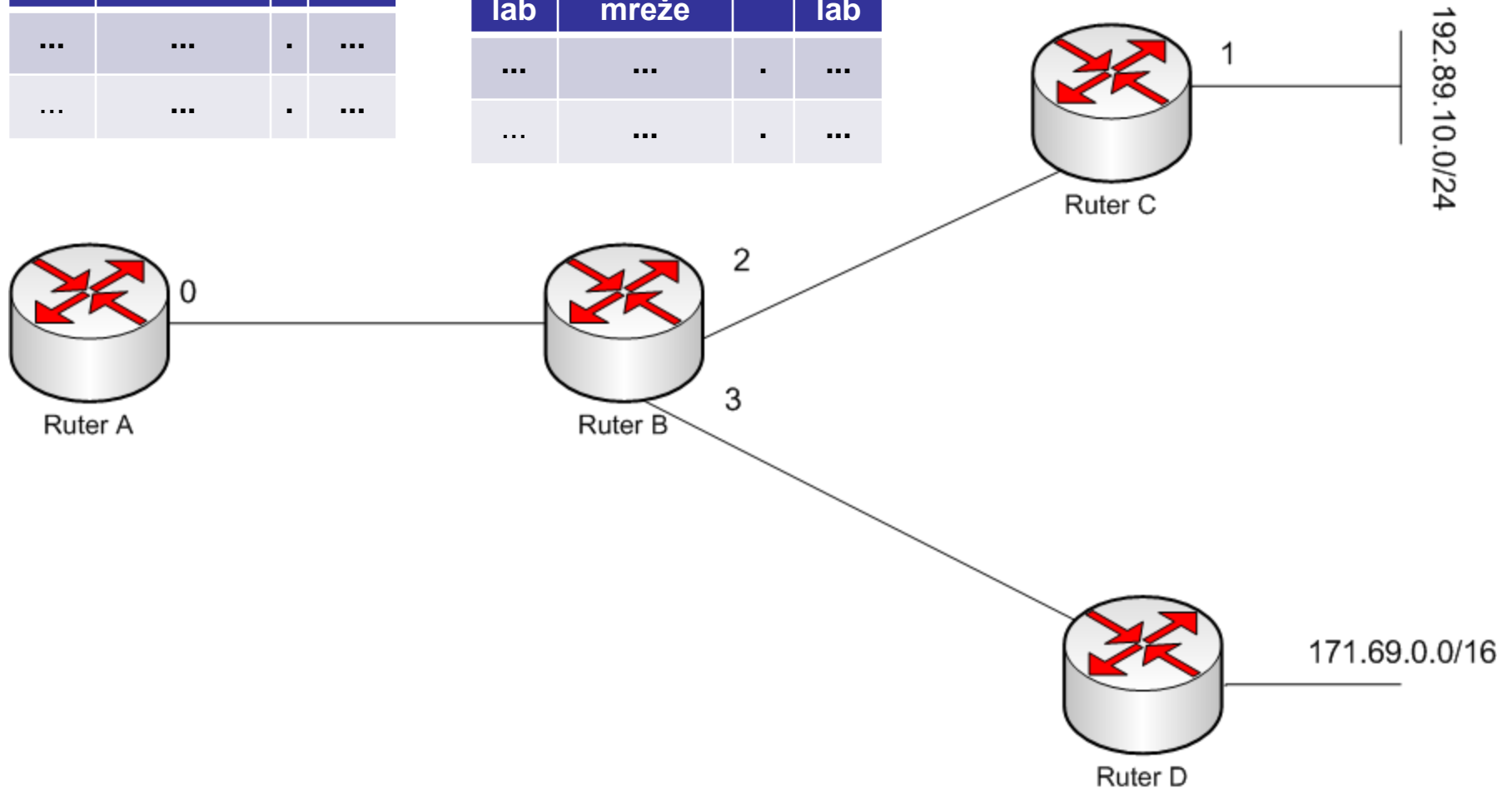


Primer

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
...
...

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
...
...

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
...
...

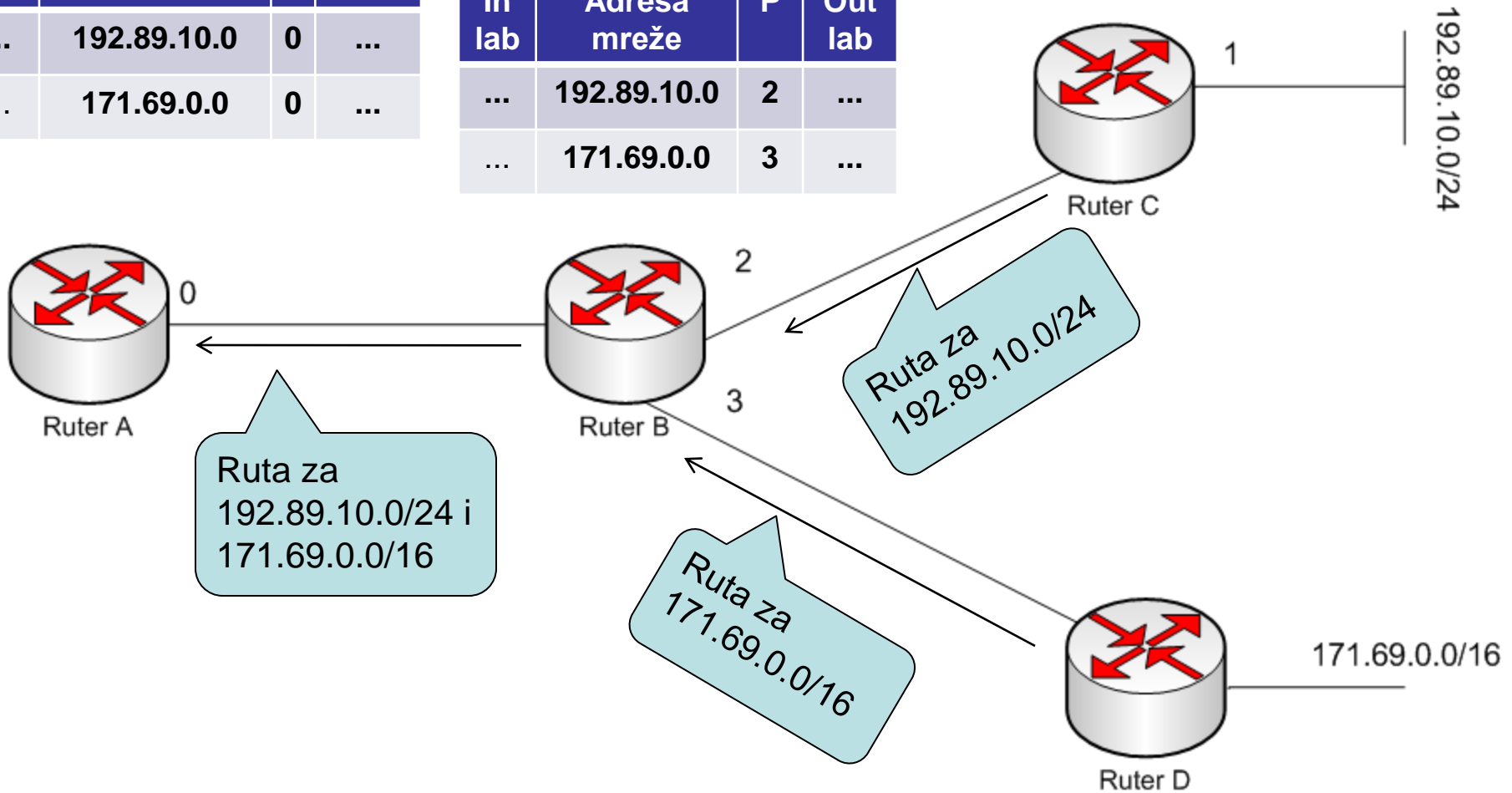


Primer

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
...	192.89.10.0	0	...
...	171.69.0.0	0	...

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
...	192.89.10.0	2	...
...	171.69.0.0	3	...

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
...	192.89.10.0	1	...

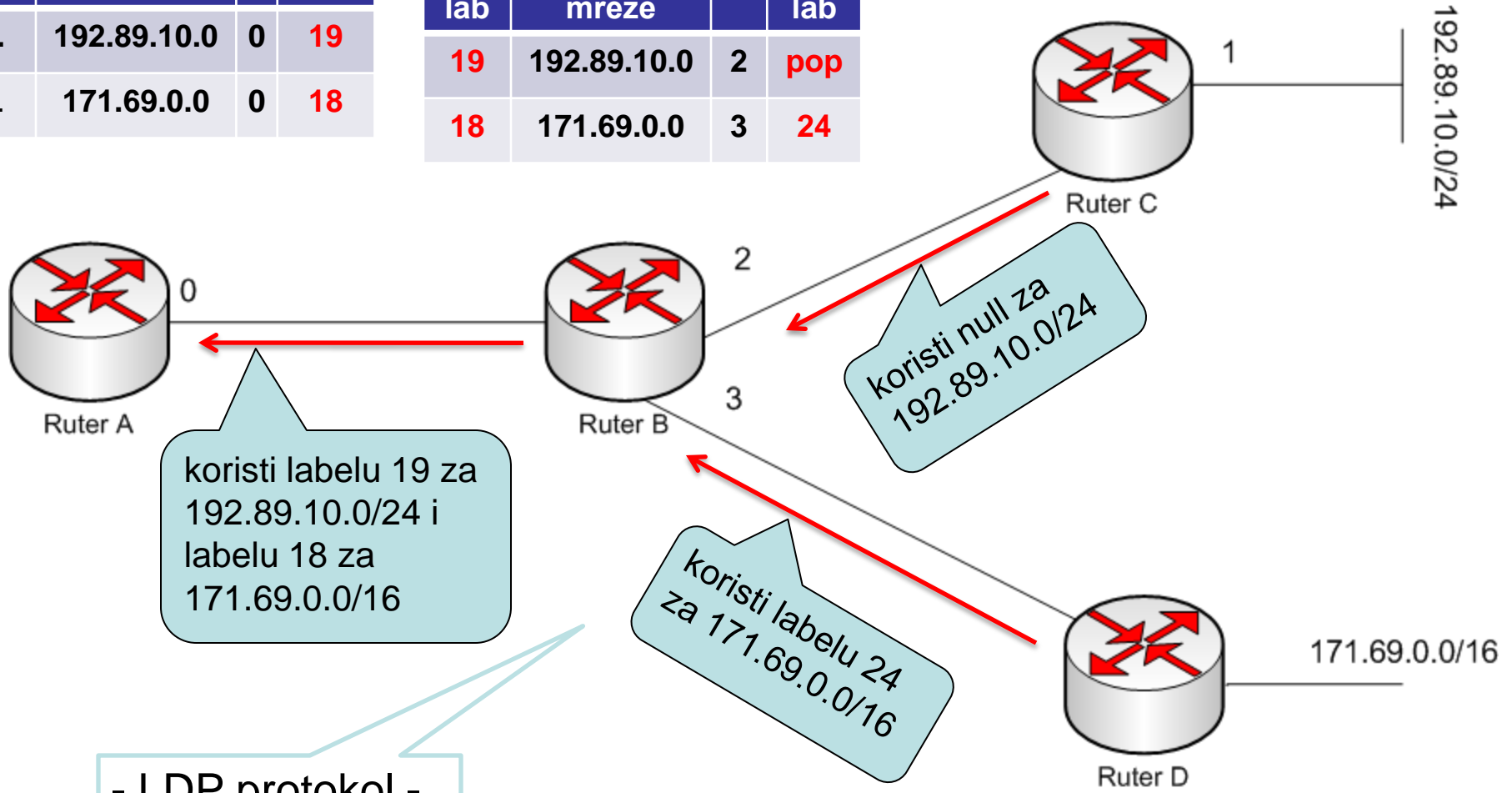


Primer

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
...	192.89.10.0	0	19
...	171.69.0.0	0	18

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
19	192.89.10.0	2	pop
18	171.69.0.0	3	24

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
null	192.89.10.0	1	...



- LDP protokol -

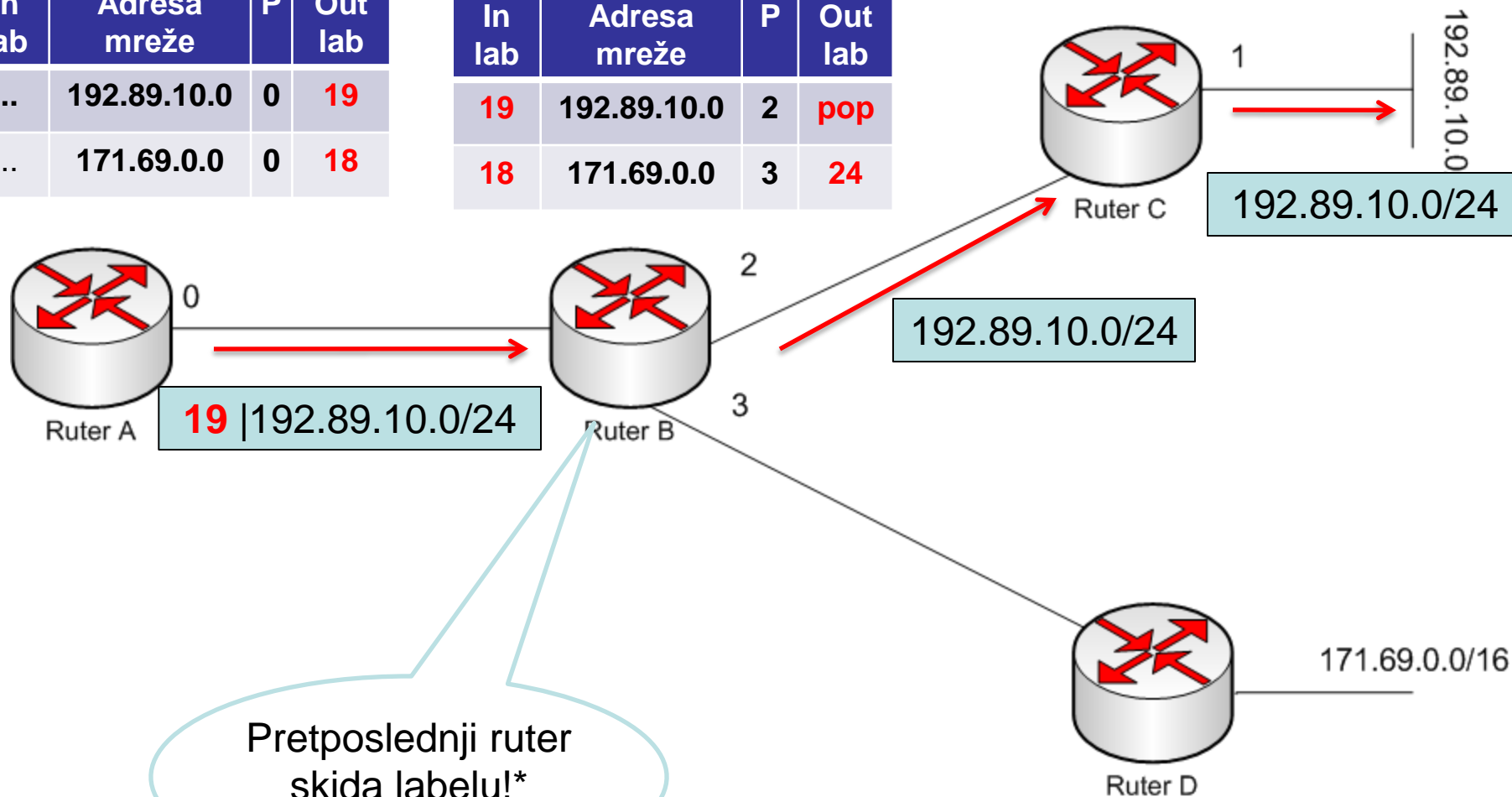


Primer

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
null	192.89.10.0	1	...

In lab	Adresa mreže	P	Out lab
...	192.89.10.0	0	19
...	171.69.0.0	0	18

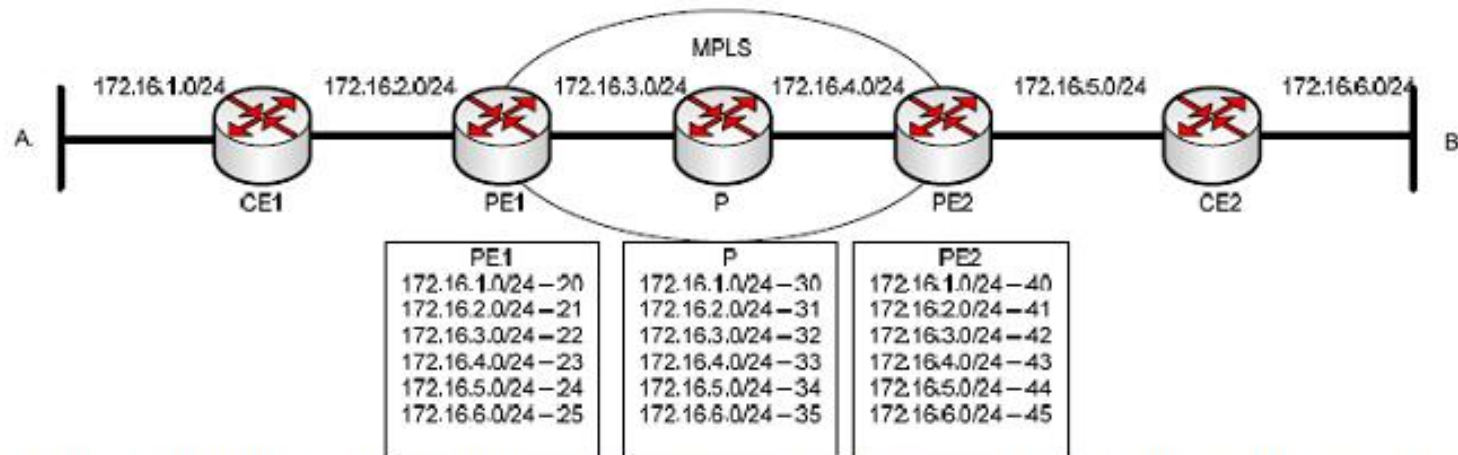
In lab	Adresa mreže	P	Out lab
19	192.89.10.0	2	pop
18	171.69.0.0	3	24



Preposlednji ruter skida labelu!*
(sa PHP)



Zadatak 1



Na slici je data mreža u kojoj između PE1, PE2 i P rutera postoji Frame mode MPLS. Adrese svih mreža su date na slici, a u tabelama ispod PE i P rutera je lokalno mapiranje na datim ruterima svih mreža u labele. Ako u MPLS mreži nije aktiviran mehanizam Penultimate hop popping, navesti koje će labele imati paketi koji putuju od A ka B i od B ka A na segmentima PE1-P i PE2-P, ako se računar A nalazi u mreži 172.16.1.0/24, a računar B u mreži 172.16.6.0/24. Odgovor detaljno obrazložiti. Neobrazloženi odgovori se neće priznavati.

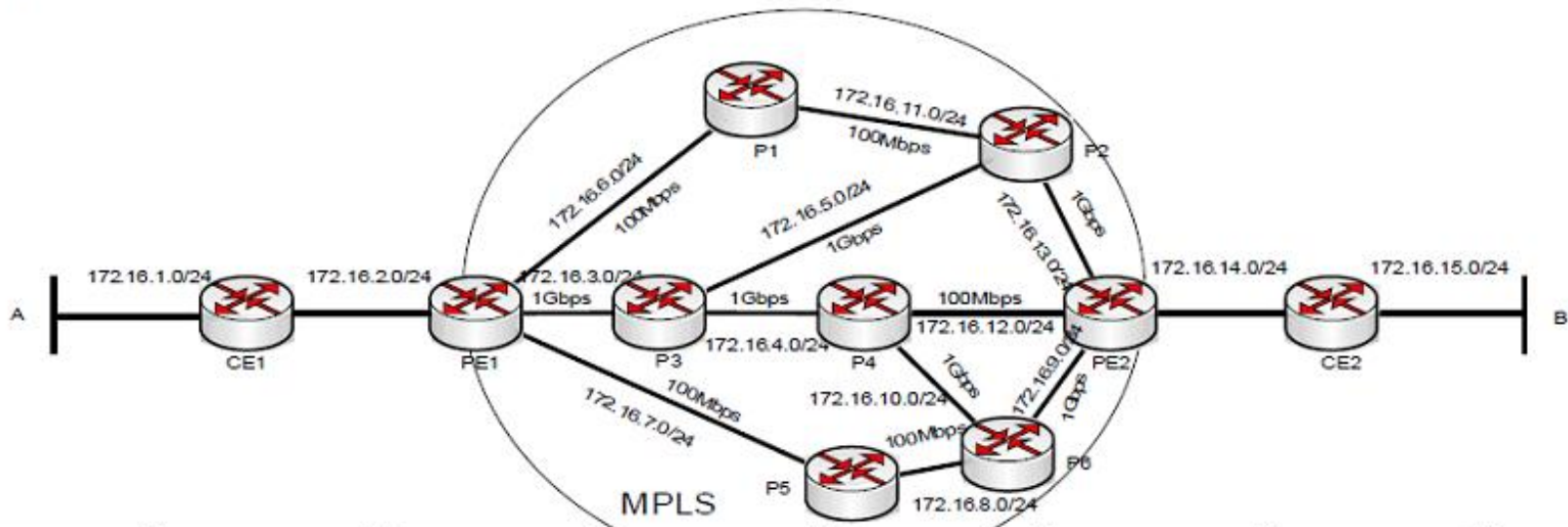
- Odgovor:**

A => B: 35 (PE1-P), 45 (P-PE2)

B => A: 30 (PE2-P), 20 (P-PE1)



Zadatak 2



PE1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	PE2
172.16.1.0/24 - 20	172.16.1.0/24 - 30	172.16.1.0/24 - 40	172.16.1.0/24 - 20	172.16.1.0/24 - 50	172.16.1.0/24 - 100	172.16.1.0/24 - 90	172.16.1.0/24 - 20
172.16.2.0/24 - 21	172.16.2.0/24 - 31	172.16.2.0/24 - 41	172.16.2.0/24 - 21	172.16.2.0/24 - 51	172.16.2.0/24 - 101	172.16.2.0/24 - 91	172.16.2.0/24 - 21
172.16.3.0/24 - 22	172.16.3.0/24 - 32	172.16.3.0/24 - 42	172.16.3.0/24 - 22	172.16.3.0/24 - 52	172.16.3.0/24 - 102	172.16.3.0/24 - 92	172.16.3.0/24 - 22
172.16.4.0/24 - 23	172.16.4.0/24 - 33	172.16.4.0/24 - 43	172.16.4.0/24 - 23	172.16.4.0/24 - 53	172.16.4.0/24 - 103	172.16.4.0/24 - 93	172.16.4.0/24 - 23
172.16.5.0/24 - 24	172.16.5.0/24 - 34	172.16.5.0/24 - 44	172.16.5.0/24 - 24	172.16.5.0/24 - 54	172.16.5.0/24 - 104	172.16.5.0/24 - 94	172.16.5.0/24 - 24
172.16.6.0/24 - 25	172.16.6.0/24 - 35	172.16.6.0/24 - 45	172.16.6.0/24 - 25	172.16.6.0/24 - 55	172.16.6.0/24 - 105	172.16.6.0/24 - 95	172.16.6.0/24 - 25
172.16.7.0/24 - 26	172.16.7.0/24 - 36	172.16.7.0/24 - 46	172.16.7.0/24 - 26	172.16.7.0/24 - 56	172.16.7.0/24 - 106	172.16.7.0/24 - 96	172.16.7.0/24 - 26
172.16.8.0/24 - 27	172.16.8.0/24 - 37	172.16.8.0/24 - 47	172.16.8.0/24 - 27	172.16.8.0/24 - 57	172.16.8.0/24 - 107	172.16.8.0/24 - 97	172.16.8.0/24 - 27
172.16.9.0/24 - 28	172.16.9.0/24 - 38	172.16.9.0/24 - 48	172.16.9.0/24 - 28	172.16.9.0/24 - 58	172.16.9.0/24 - 108	172.16.9.0/24 - 98	172.16.9.0/24 - 28
172.16.10.0/24 - 29	172.16.10.0/24 - 39	172.16.10.0/24 - 49	172.16.10.0/24 - 29	172.16.10.0/24 - 59	172.16.10.0/24 - 11	172.16.10.0/24 - 99	172.16.10.0/24 - 29
172.16.11.0/24 - 30	172.16.11.0/24 - 40	172.16.11.0/24 - 50	172.16.11.0/24 - 30	172.16.11.0/24 - 60	172.16.11.0/24 - 12	172.16.11.0/24 - 89	172.16.11.0/24 - 30
172.16.12.0/24 - 31	172.16.12.0/24 - 41	172.16.12.0/24 - 51	172.16.12.0/24 - 31	172.16.12.0/24 - 61	172.16.12.0/24 - 13	172.16.12.0/24 - 88	172.16.12.0/24 - 31
172.16.13.0/24 - 32	172.16.13.0/24 - 42	172.16.13.0/24 - 52	172.16.13.0/24 - 32	172.16.13.0/24 - 62	172.16.13.0/24 - 14	172.16.13.0/24 - 87	172.16.13.0/24 - 32
172.16.14.0/24 - 33	172.16.14.0/24 - 43	172.16.14.0/24 - 53	172.16.14.0/24 - 33	172.16.14.0/24 - 63	172.16.14.0/24 - 15	172.16.14.0/24 - 86	172.16.14.0/24 - 33
172.16.15.0/24 - 34	172.16.15.0/24 - 44	172.16.15.0/24 - 54	172.16.15.0/24 - 34	172.16.15.0/24 - 64	172.16.15.0/24 - 16	172.16.15.0/24 - 85	172.16.15.0/24 - 34

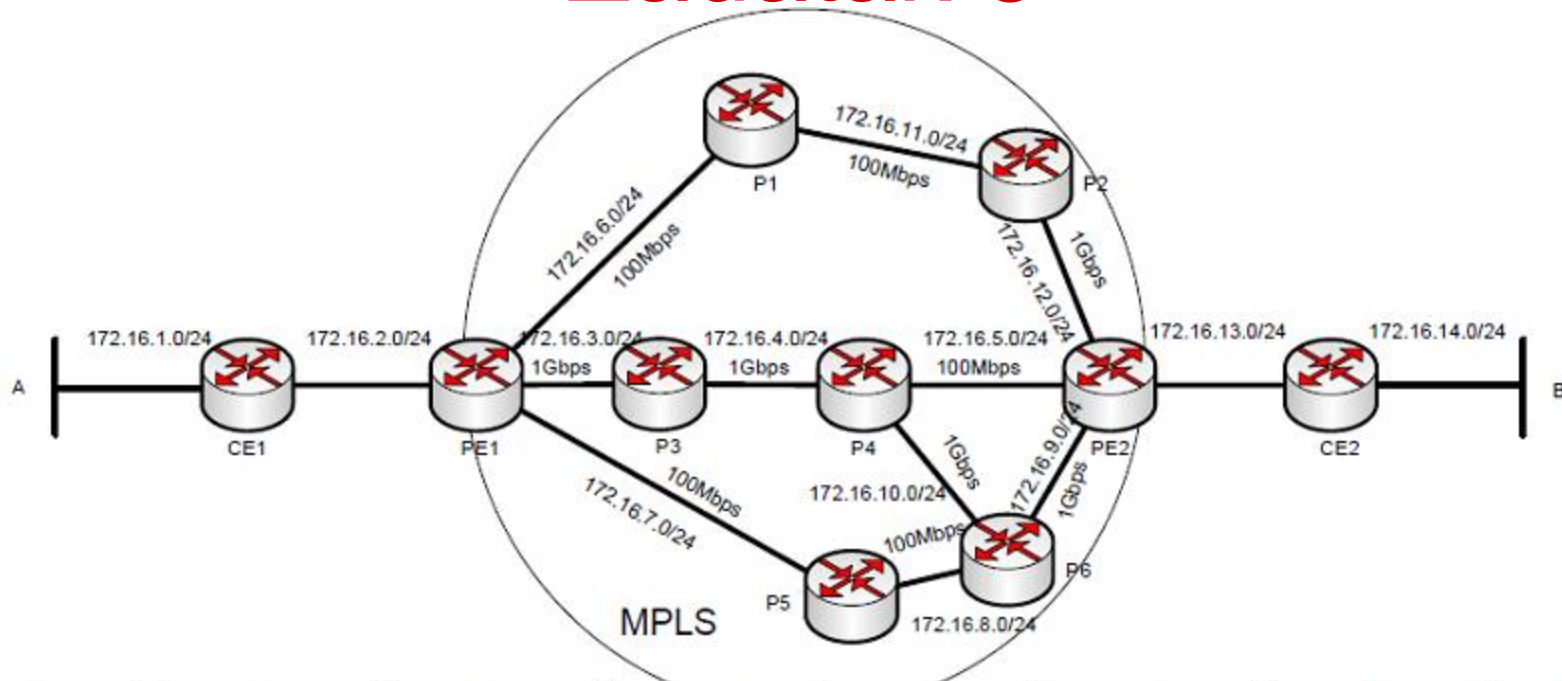


Zadatak 2

- Na slici je data mreža u kojoj postoji Frame mode MPLS između P i PE rutera, sa adresama svih mreža i brzinama linkova. U MPLS mreži se koristi OSPF protokol rutiranja. Takođe, data su lokalna mapiranja adresa mreže u MPLS labele na svim MPLS ruterima (pre početka LDP razmene). Ako u MPLS mreži nije aktiviran mehanizam Penultimate hop popping, navesti koje će labele imati paketi koji putuju od A ka B i od B ka A na svim segmentima kuda prolaze, ako se računar A nalazi u mreži 172.16.1.0/24, a računar B u mreži 172.16.15.0/24.



Zadatak 3



PE1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	PE2
172.16.1.0/24 – 20	172.16.1.0/24 – 30	172.16.1.0/24 – 40	172.16.1.0/24 – 20	172.16.1.0/24 – 50	172.16.1.0/24 – 100	172.16.1.0/24 – 90	172.16.1.0/24 – 20
172.16.2.0/24 – 21	172.16.2.0/24 – 31	172.16.2.0/24 – 41	172.16.2.0/24 – 21	172.16.2.0/24 – 51	172.16.2.0/24 – 101	172.16.2.0/24 – 91	172.16.2.0/24 – 21
172.16.3.0/24 – 22	172.16.3.0/24 – 32	172.16.3.0/24 – 42	172.16.3.0/24 – 22	172.16.3.0/24 – 52	172.16.3.0/24 – 102	172.16.3.0/24 – 92	172.16.3.0/24 – 22
172.16.4.0/24 – 23	172.16.4.0/24 – 33	172.16.4.0/24 – 43	172.16.4.0/24 – 23	172.16.4.0/24 – 53	172.16.4.0/24 – 103	172.16.4.0/24 – 93	172.16.4.0/24 – 23
172.16.5.0/24 – 24	172.16.5.0/24 – 34	172.16.5.0/24 – 44	172.16.5.0/24 – 24	172.16.5.0/24 – 54	172.16.5.0/24 – 104	172.16.5.0/24 – 94	172.16.5.0/24 – 24
172.16.6.0/24 – 25	172.16.6.0/24 – 35	172.16.6.0/24 – 45	172.16.6.0/24 – 25	172.16.6.0/24 – 55	172.16.6.0/24 – 105	172.16.6.0/24 – 95	172.16.6.0/24 – 25
172.16.7.0/24 – 26	172.16.7.0/24 – 36	172.16.7.0/24 – 46	172.16.7.0/24 – 26	172.16.7.0/24 – 56	172.16.7.0/24 – 106	172.16.7.0/24 – 96	172.16.7.0/24 – 26
172.16.8.0/24 – 27	172.16.8.0/24 – 37	172.16.8.0/24 – 47	172.16.8.0/24 – 27	172.16.8.0/24 – 57	172.16.8.0/24 – 107	172.16.8.0/24 – 97	172.16.8.0/24 – 27
172.16.9.0/24 – 28	172.16.9.0/24 – 38	172.16.9.0/24 – 48	172.16.9.0/24 – 28	172.16.9.0/24 – 58	172.16.9.0/24 – 108	172.16.9.0/24 – 98	172.16.9.0/24 – 28
172.16.10.0/24 – 29	172.16.10.0/24 – 39	172.16.10.0/24 – 49	172.16.10.0/24 – 29	172.16.10.0/24 – 59	172.16.10.0/24 – 11	172.16.10.0/24 – 99	172.16.10.0/24 – 29
172.16.11.0/24 – 30	172.16.11.0/24 – 40	172.16.11.0/24 – 50	172.16.11.0/24 – 30	172.16.11.0/24 – 60	172.16.11.0/24 – 12	172.16.11.0/24 – 89	172.16.11.0/24 – 25
172.16.12.0/24 – 31	172.16.12.0/24 – 41	172.16.12.0/24 – 51	172.16.12.0/24 – 31	172.16.12.0/24 – 61	172.16.12.0/24 – 13	172.16.12.0/24 – 88	172.16.12.0/24 – 25
172.16.13.0/24 – 32	172.16.13.0/24 – 42	172.16.13.0/24 – 52	172.16.13.0/24 – 32	172.16.13.0/24 – 62	172.16.13.0/24 – 14	172.16.13.0/24 – 87	172.16.13.0/24 – 25
172.16.14.0/24 – 33	172.16.14.0/24 – 43	172.16.14.0/24 – 53	172.16.14.0/24 – 33	172.16.14.0/24 – 63	172.16.14.0/24 – 15	172.16.14.0/24 – 86	172.16.14.0/24 – 25

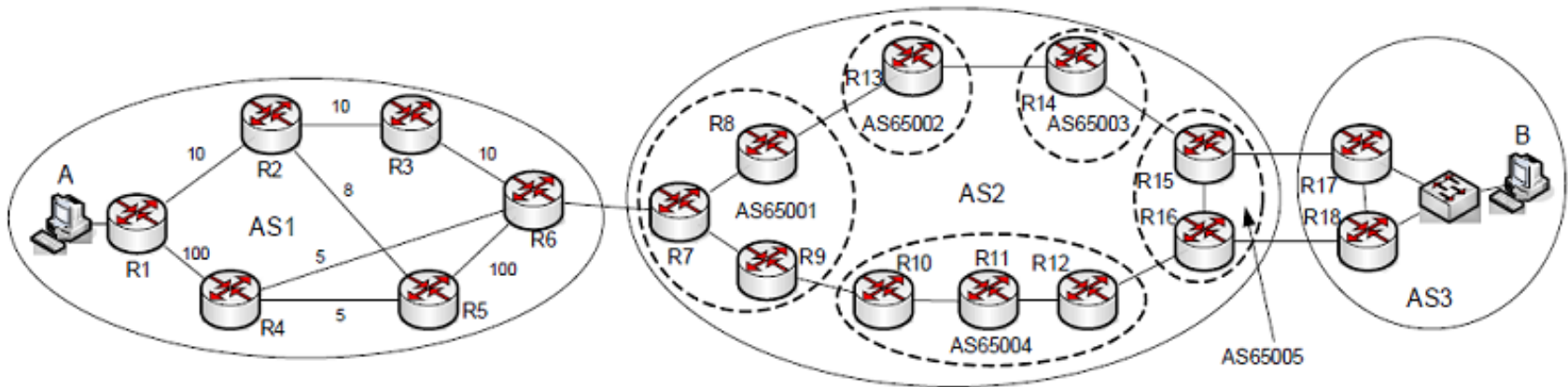


Zadatak 3

- Na slici je data mreža u kojoj postoji Frame mode MPLS između P i PE rutera, sa adresama svih mreža i brzinama linkova. U MPLS mreži se koristi OSPF protokol rutiranja. Takođe, data su lokalna mapiranja adresa mreže u MPLS labele na svim MPLS ruterima (pre početka LDP razmene). Ako u MPLS mreži nije aktiviran mehanizam Penultimate hop popping, navesti koje će labele imati paketi koji putuju od A ka B i od B ka A na svim segmentima kuda prolaze, ako se računar A nalazi u mreži 172.16.1.0/24, a računar B u mreži 172.16.14.0/24.



Zadatak 4



Za mrežu sa slike je dato:

- U autonomnom sistemu AS1 se koristi MPLS Traffic Engineering, sa OSPF protokolom unutar AS. Kapaciteti svih linkova su naznačeni na slici i dati su u Mbps.
- U autonomnom sistemu AS2 postoji konfederacija 5 pod-autonomnih sistema naznačenih na slici. Veze između pod-autonomnih sistema koji su u konfederaciji se poklapaju s fizičkim vezama koje su date na slici. Interni protokol rutiranja u AS2 je RIP.
- Ruter R15 postavlja vrednost Local preference atributa za sve rute koje dobije od R17 na 200
- Ruter R16 postavlja vrednost Local preference atributa za sve rute koje dobije od R18 na 150
- Ruter R17 šalje ruteru R15 rutu ka mreži B sa atributom MED sa vrednošću 200
- Ruter R18 šalje ruteru R16 rutu ka mreži B sa atributom MED sa vrednošću 150
- Ruter R17 šalje ruteru R15 rutu ka mreži B sa AS Path atributom koji ima vrednost: AS3 AS3
- Ruter R18 šalje ruteru R16 rutu ka mreži B sa AS Path atributom koji ima vrednost: AS3 AS3 AS3

* default reference bandwidth = 100Mbps



Zadatak 4

- Odrediti putanju paketa od računara A do računara B (navesti sve rutere) pod uslovom da MPLS TE mreža u AS1 treba da alocira kapacitet od minimalno 7 Mbps za dati saobraćaj od računara A do računara B. Objasniti način izbora putanje u celoj mreži u svakoj tački.



Zadatak 4

- **Odgovor:**

Moramo da alociramo minimalno 7Mbps, pa otpadaju linkovi R4-R6 i R4-R5, jer su oni 5Mbps.

Bitno je da nađemo koja putanja ima najmanji OSPF cost
(cost linka = reference bandwidth / kapacitet linka)

Napomena:

U zadatku 4 se putanja kroz AS2 određuje kao najkraća putanja koju odredi interni protokol rutiranja, zato što se NE RAČUNA kraći AS-path pod-autonomnih sistema.

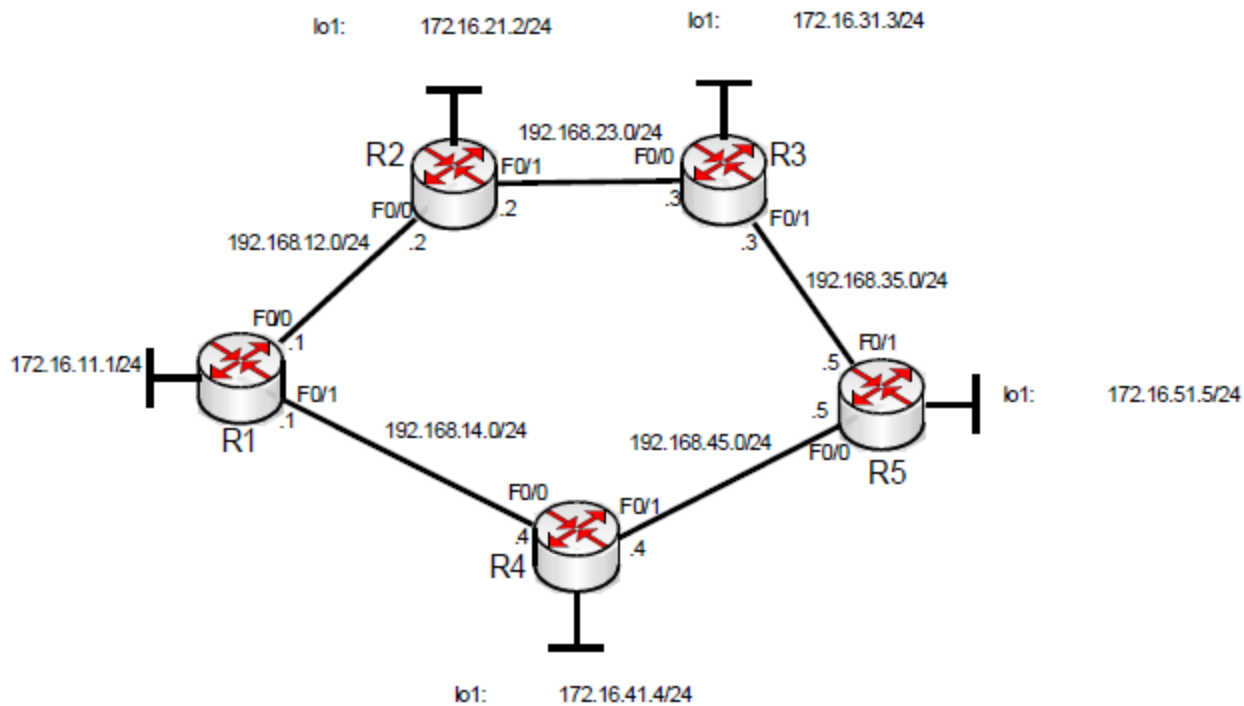


Zadatak 5

- Na datoj MPLS mreži sa slike je konfigurisan OSPF protokol rutiranja. Ruteri su uoči početka razmene labela putem LDP protokola lokalno dodelili labele rutama u mreži prema tabeli gore desno. Ako je na linku R1-R4 administrativno dodeljena vrednost za OSPF cost 1000, odrediti koje će labele imati paketi koji putuju između mreža 172.16.11.0/24 i 172.16.51.0/24 u oba smera.



Zadatak 5



	R1	R2	R3	R4	R5
172.16.11.0/24	21	31	25	33	54
172.16.21.0/24	22	32	26	34	55
172.16.31.0/24	23	33	27	35	56
172.16.41.0/24	24	34	28	36	57
172.16.51.0/24	25	35	29	37	58
192.168.12.0/24	26	36	30	38	59
192.168.14.0/24	27	37	31	39	60
192.168.23.0/24	28	38	32	40	61
192.168.35.0/24	29	39	33	41	62
192.168.45.0/24	30	40	34	42	63

- Odgovor:**

Svi interfejsi u mreži su FastEthernet, 100Mbps.

OSPF cost za FastEthernet je 1, ako se računa default reference bandwidth od 100Mbps, osim na R1-R4 gde je administrativno postavljen cost 1000. Putanja: R1-R2-R3-R5

