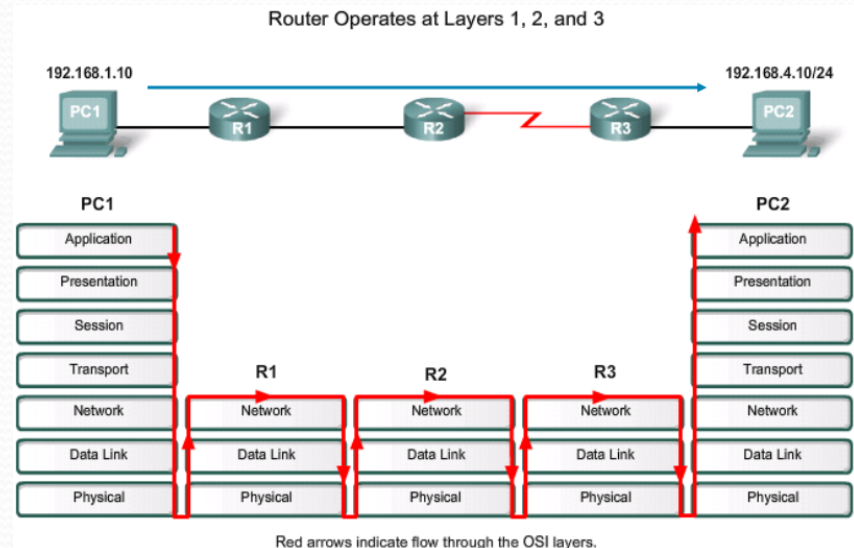
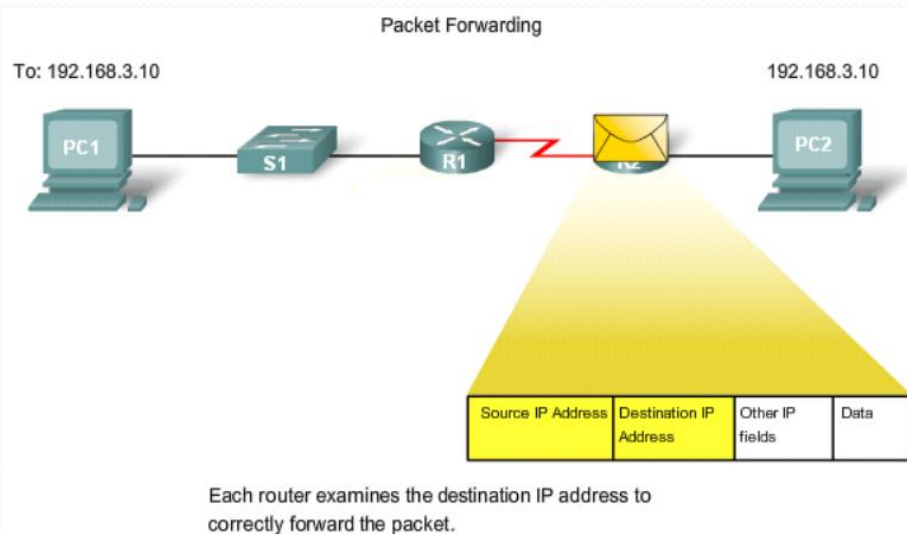


RAČUNARSKE MREŽE

11 – Rutiranje

Uvod

- Ruteri povezuju više mreža – svaki interfejs rutera pripada zasebnoj mreži!
- Dvije osnovne funkcije:
 1. Određivanje najbolje putanje za svaki pristigli paket (pomoću tabele rutiranja)
 2. Prosljeđivanje paketa na odgovarajući interfejs (proces dekapsozacije i enkapsulacije do 3.sloja)



Komunikacija u istoj logičkoj mreži

- U zavisnosti od toga da li se hostovi nalaze u istoj logičkoj mreži, zavisice i način adresiranja Ethernet okvira u koji se enkapsulira IP paket.
- Binarno množenje:

```
00001010 00000000 00000001 00000010 – IP adresa izvorišnog hosta  
11111111 11111111 11111111 11100000 – mrežna maska izvorišnog hosta  
00001010 00000000 00000001 00000000 – mrežna adresa izvorišnog hosta
```

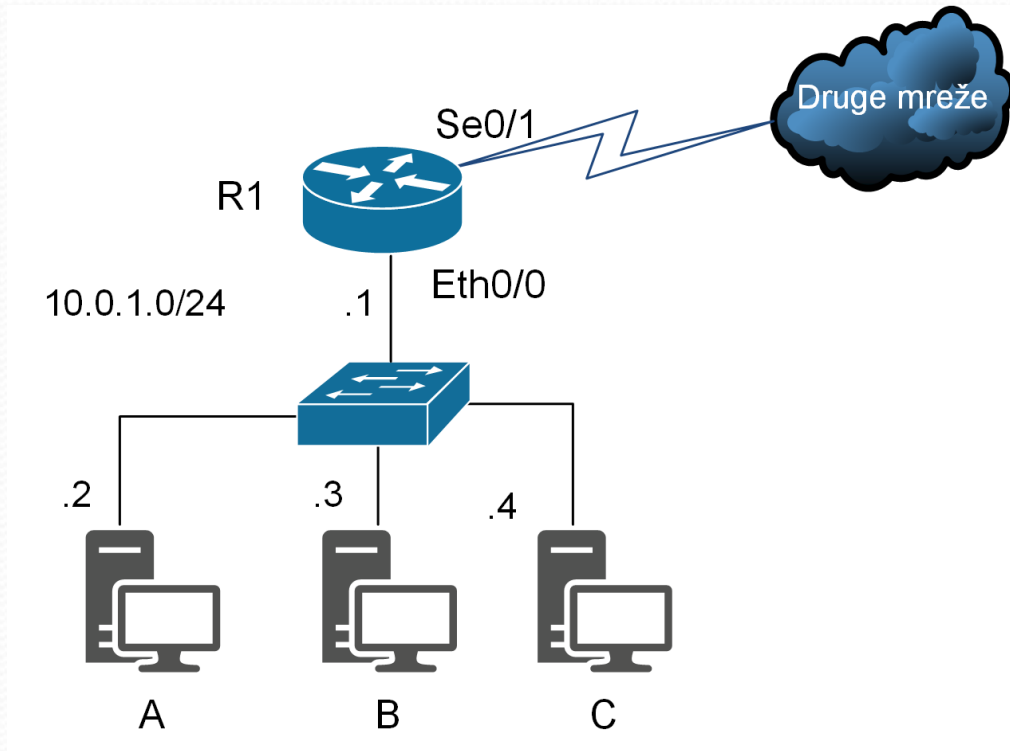
```
00001010 00000000 00000001 00011101 – IP adresa odredišnog hosta  
11111111 11111111 11111111 11100000 – mrežna maska izvorišnog hosta  
00001010 00000000 00000001 00000000 – mrežna adresa dobijena množenjem
```

```
00001010 00000000 00000001 00100001 – IP adresa odredišnog hosta  
11111111 11111111 11111111 11100000 – mrežna maska izvorišnog hosta  
00001010 00000000 00000001 00100000 – mrežna adresa dobijena množenjem
```

- u trećem slučaju hostovi nisu u istoj mreži

Komunikacija u istoj logičkoj mreži

- Na osnovu prethodnih razmatranja, vidi se da pri komunikaciji između hostova koji se nalaze u istoj logičkoj mreži nema potrebe za komunikacijom pomoću mrežnih uređaja koji imaju ulogu posrednika, kao što su ruteri, pa nema potrebe ni za rutiranjem paketa prema drugim mrežama jer se svi hostovi nalaze u istoj mreži.



Komunikacija -različite logičke mreže

- Za komunikaciju između hostova koji se nalaze u različitim mrežama, potrebno je da hostovi u svojoj IP konfiguraciji, osim IP adrese i mrežne maske, imaju i podatak - podrazumijevani gejtvej (eng. default gateway)

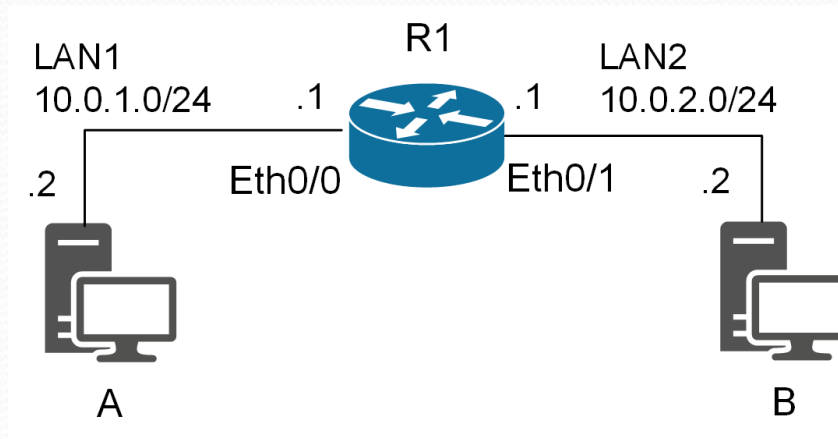
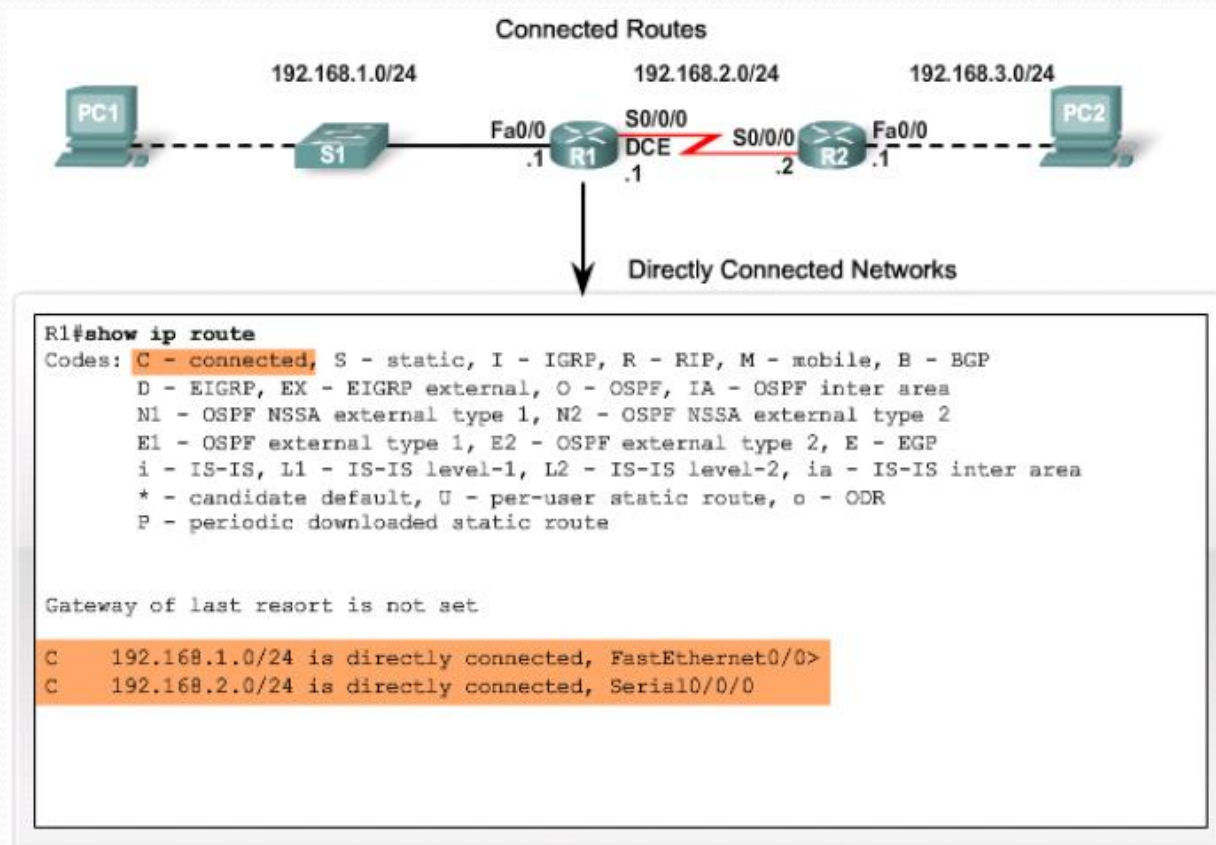


Tabela rutiranja

- Sadrži informacije o:
 1. Direktno povezanim mrežama (direktno povezana na jedan od interfejsa rutera)
 2. Udaljenim mrežama (nisu povezane na ruter); mogu se “naučiti” na dva načina:
 - Statički – ruta se ručno unosi u tabelu
 - Dinamički – korištenje nekog od protokola rutiranja

Direktno povezane mreže

- Ruter jedino njih ima u tabeli "po default-u"
- Preduslovi: interfejsi konfigurisani, " upaljeni" (**no shutdown**) i primaju signal sa druge strane veze!



Komunikacija -različite logičke mreže

- Primjer mreže u kojoj je potrebno podesiti rutiranje:

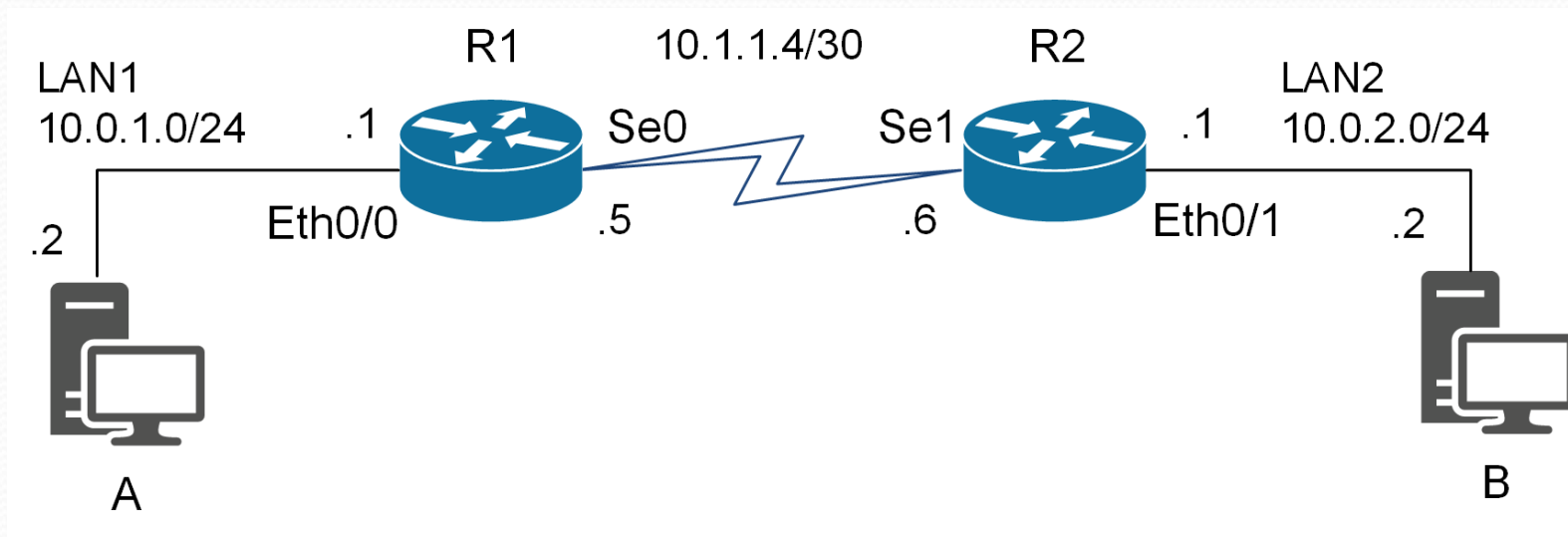


Tabela rutiranja

- Kao rezultat primjene algoritma rutiranja, dobijaju se optimalne putanje do odredišnih mreža, a ruter na osnovu njih kreira i održava posebnu tabelu koja se zove tabela rutiranja (eng. routing table).
- Primjer tabele rutiranja za ruter R1

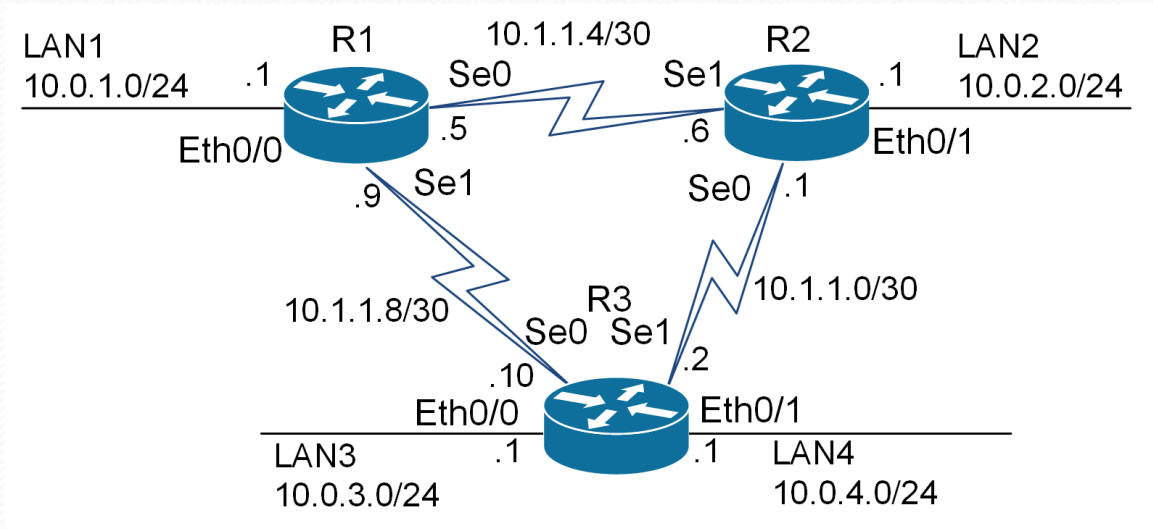
Mreža	Maska	Naredni skok	Izlazni interfejs
10.0.1.0	255.255.255.0	-	Eth0/0
10.1.1.4	255.255.255.252	-	Se0
10.0.2.0	255.255.255.0	10.1.1.6	Se0

- Tabela rutiranja rutera R2

Mreža	Maska	Naredni skok	Izlazni interfejs
10.0.2.0	255.255.255.0	-	Eth0/1
10.1.1.4	255.255.255.252	-	Se1

Tabela rutiranja

- Primjer manje mreže za određivanje tabele rutiranja

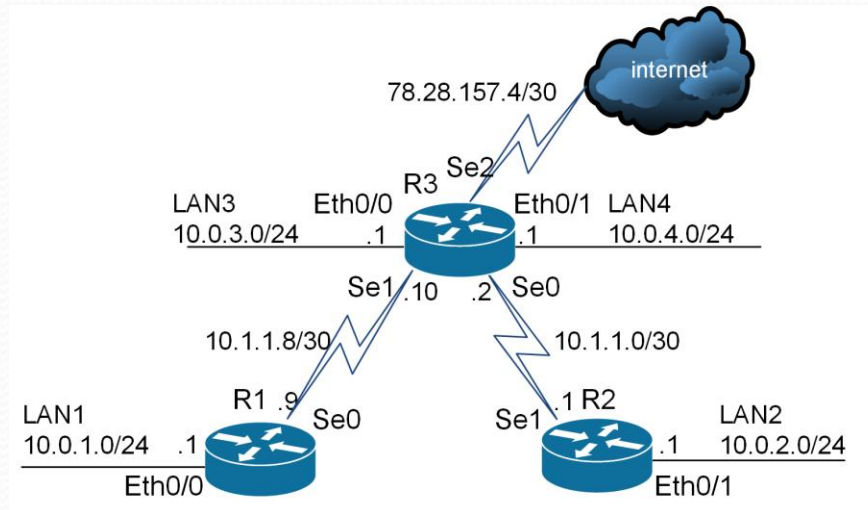


- Tabela rutiranja rutera R1 u konfiguraciji mreže sa 7 logičkih mreža

Mreža	Maska	Naredni skok	Metrika	Izlazni interfejs
10.0.1.0	255.255.255.0	-		Eth0/0
10.1.1.4	255.255.255.252	-		Se0
10.1.1.8	255.255.255.252	-		Se1
10.0.2.0	255.255.255.0	10.1.1.6	1	Se0
10.0.3.0	255.255.255.0	10.1.1.10	1	Se1
10.0.4.0	255.255.255.0	10.1.1.10	1	Se1
10.1.1.0	255.255.255.252	10.1.1.6	1	Se0
		10.1.1.10	1	Se1

Tabela rutiranja

- Primjer mreže za upotrebu podrazumijevanih ruta



- Tabele rutiranja rutera R1 i R3

Mreža	Maska	Naredni skok	Metrika	Izlazni interfejs
10.0.1.0	255.255.255.0	-		Eth0/0
10.1.1.8	255.255.255.252	-		Se0
0.0.0.0	0.0.0.0	10.1.1.10	1	Se0

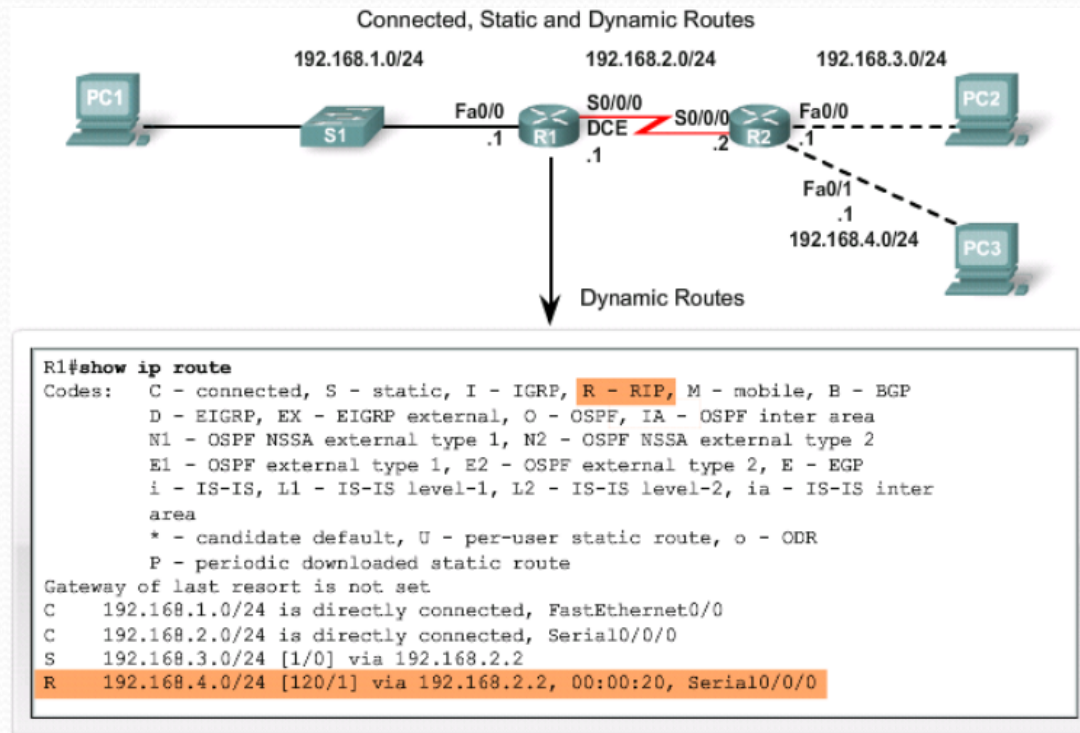
Mreža	Maska	Naredni skok	Metrika	Izlazni interfejs
10.0.3.0	255.255.255.0	-		Eth0/0
10.0.4.0	255.255.255.0	-		Eth0/1
10.1.1.0	255.255.255.252	-		Se0
10.1.1.8	255.255.255.252	-		Se1
78.28.157.4	255.255.255.252	-		Se2
10.0.1.0	255.255.255.0	10.1.1.9	1	Se1
10.0.2.0	255.255.255.0	10.1.1.1	1	Se0
0.0.0.0	0.0.0.0	78.28.157.6		Se2

Algoritmi rutiranja

- Princip optimalnosti
- Statičko rutiranje
 - Kod statičkog rutiranja se podaci o odredišnim mrežama i optimalnim putanjama koje vode do njih izračunaju unaprijed na osnovu topologije mreže, a zatim se unose ručno u ruter pri konfiguraciji rutera.
 - Ovaj način rutiranja je pogodan za male mreže u kojima nema puno rutera i alternativnih putanja između pojedinih mreža, ali ni promjena topologije u vremenu
- Dinamičko rutiranje
 - Dinamičko rutiranje omogućava ruteru da automatski dobije informacije o mreži od drugih rutera i da, na osnovu dobijenih informacija i informacija kojima sam već raspolaže, izračuna optimalne putanje do svih odredišnih mreža.
 - Da bi se omogućilo dinamičko rutiranje, na ruteru je potrebno aktivirati i konfigurirati neki od protokola rutiranja.

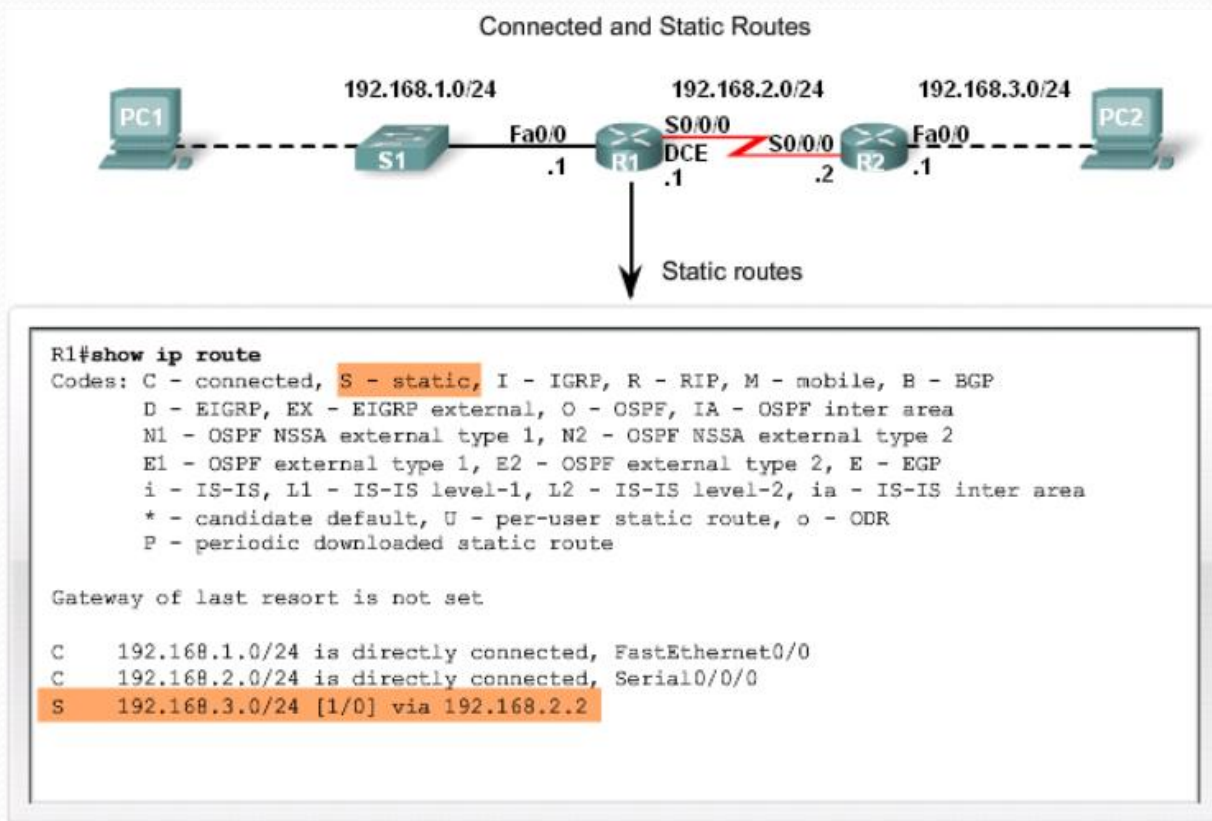
Dinamičko rutiranje

- Korišćenje protokola rutiranja (RIP, OSPF...) u svrhu dinamičkog otkrivanja udaljenih mreža
- RIP = *Routing Information Protocol*
- OSPF = *Open Shortest Path First*
- Ruteri se konfiguriraju da oglašavaju svoje direktno povezane mreže drugim ruterima



Statičko rutiranje

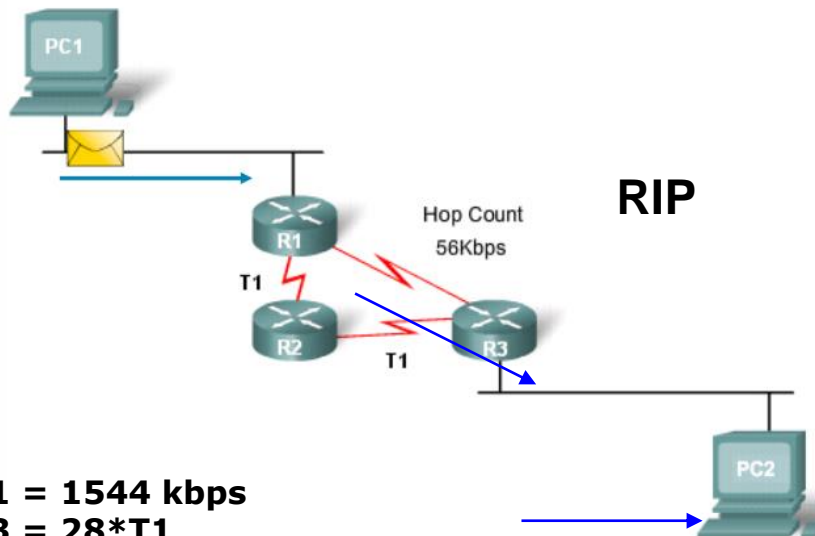
- “**ip route mreža mrežna_maska next_hop/exit interface**”
- primjer: **ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.2.2**,
analogno : **ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 S0/0/0**
- Default ruta je takođe statička ruta



Metrika

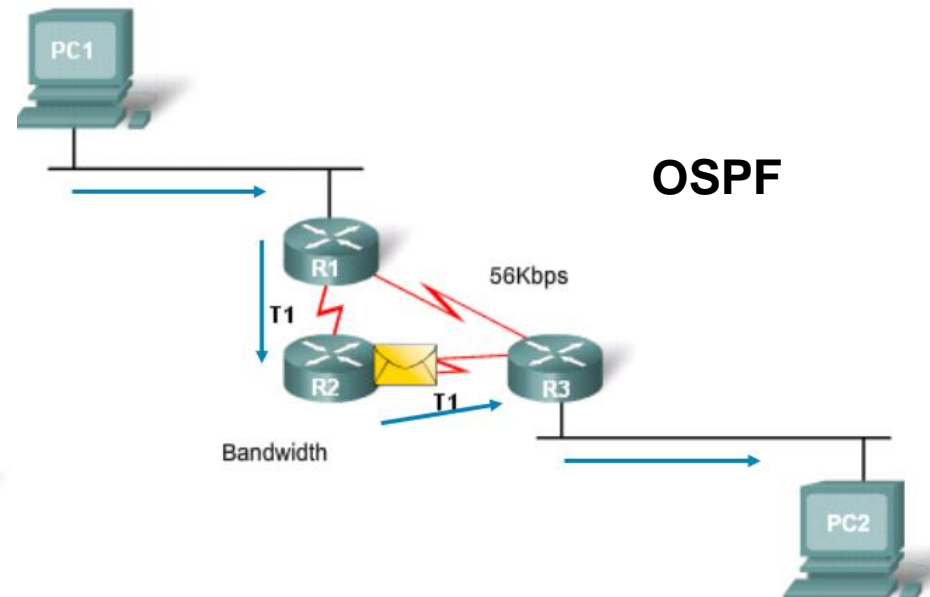
- Vrijednost (drugi broj u uglastoj zagradi) koju ruteri koriste da odluče koja je od više mogućih putanja naučenih od **istog** izvora povoljnija za rutiranje
- RIP koristi *hop count* za računanje metrike, a OSPF *bandwidth*.
- *Load balancing* – raspoređivanje paketa na jednako vrijedne putanje

Hop Count vs Bandwidth as a Metric



T1 = 1544 kbps
T3 = 28*T1
E1 = 2048 kbps

Hop Count vs Bandwidth as a Metric

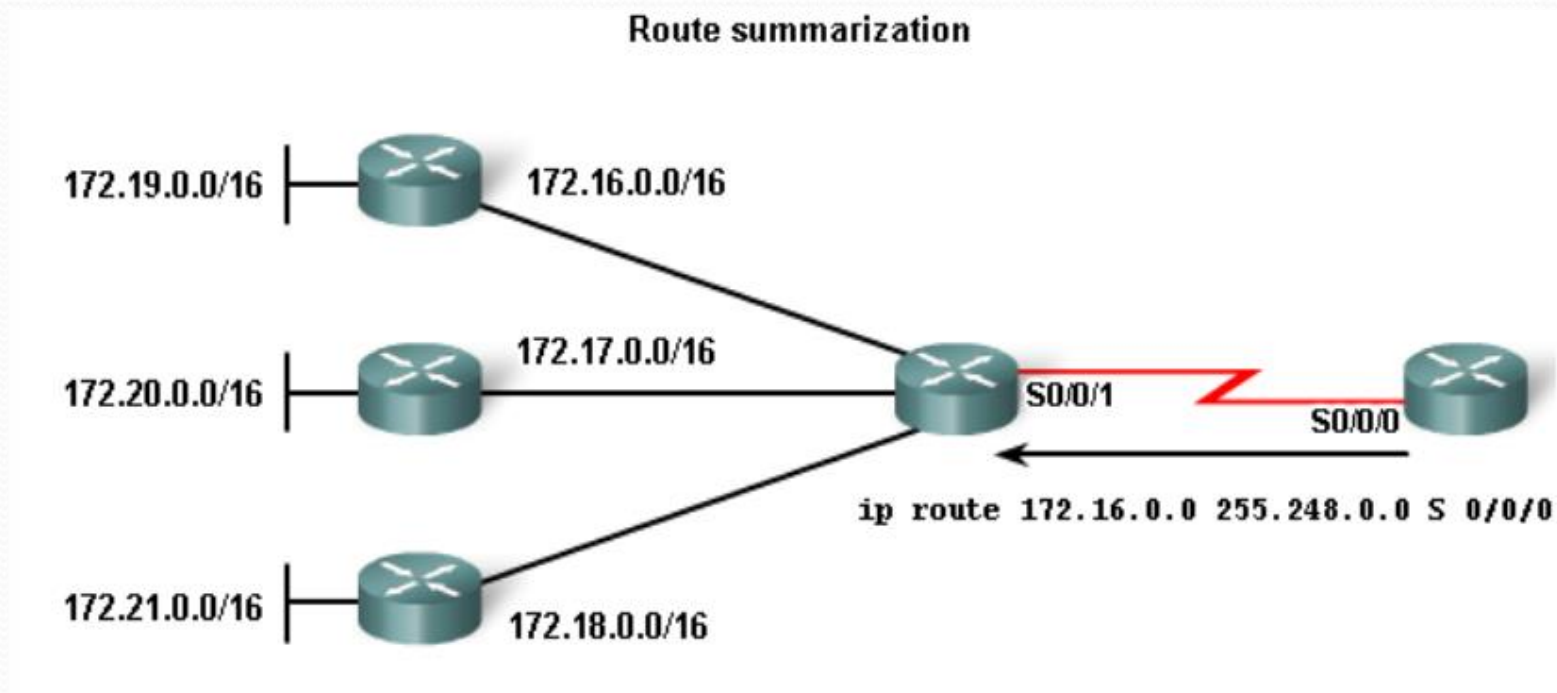


Administrativna distanca

- Vrijednost (prvi broj u uglastoj zagradi) koju ruteri koriste da odluče koja je od više mogućih putanja naučenih od **različitih** izvora povoljnija za rutiranje
- Manja distanca => ruta povoljnija!
- Neke distance:
 - direktno povezana mreža = 0
 - statička ruta = 1
 - protokol OSPF = 110
 - protokol RIP = 120

Sumarizacija ruta

- Druga prednost koju VLSM donosi osim efikasnijeg korištenja adresnog prostora
- Više mreža se oglašavaju kao jedna radi manje količine informacija koje se razmjenjuju, kao i manjih tabela rutiranja
- Rute se sumarizuju sa maskom koja je manja od njihove default classful maske!



Protokoli rutiranja-RIP

- RIP kao metriku koristi broj skokova od rutera do odredišne mreže.
- Ruteri na kojima je konfigurisan RIP svakih 30 sekundi šalju svoju tabelu rutiranja susjednim ruterima, bez obzira da li je bilo promjena u mreži ili nije. Ovo se može smatrati i jednim od nedostataka RIP-a, jer često slanje tabela rutiranja dodatno opterećuje mrežu, u većini slučajeva i bez potrebe jer se u međuvremenu ništa nije promijenilo.
- Kada se desi neka promjena (npr. prekid komunikacionog linka), ruter koji detektuje promjenu će preračunati svoju tabelu rutiranja i poslati je odmah svojim susjedima.

Protokoli rutiranja-IGRP, EIGRP

- IGRP je protokol razvijen u kompaniji Cisco, sa ciljem da prevaziđe neka ograničenja RIP protokola, kao što je maksimalni broj od 15 skokova.
- IGRP koristi drugačiju metriku u odnosu na RIP. U ovom slučaju metrika je kompozitna i sastoji se najčešće od dva parametra, brzine prenosa i kašnjenja komunikacionog linka.
- Dodatni parametri koji se mogu koristiti kao metrika kod IGRP protokola su opterećenje, pouzdanost i MTU komunikacionog linka.
- IGRP ne šalje mrežnu masku u sklopu informacija koje šalje svojim susjedima. Slično kao i RIP, IGRP šalje kompletnu tabelu rutiranja svojim susjedima, ali na svakih 90 s.
- EIGRP -Jedno od unapređenja u odnosu na IGRP je u tome što IGRP šalje i mrežnu masku u informacijama koje šalje drugim ruterima. Druga osobina, koja je bliža protokolima baziranim na stanju veze, jeste da se susjedima ne šalje stalno kompletna tabela rutiranja, nego samo prilikom startovanja rutera i naknadno nakon detektovanja promjene u mreži.

Protokoli rutiranja-OSPF

- OSPF je protokol rutiranja koji koristi algoritam baziran na stanju veze. Ovo je standardizovan protokol koji je prihvaćen od većeg broja proizvođača rutera.
- Za određivanje optimalne putanje, OSPF koristi Dijkstrin algoritam. Nakon određivanja optimalne putanje do svake mreže, ruter formira tabelu rutiranja.
- Kao metrika kod OSPF protokola se koristi indikator nazvan cijena koštanja linka (eng. cost). Za svaki interfejs rutera se posebno podešava cijena, a cijena ukupne putanje se računa kao suma cijena pojedinačnih interfejsa duž putanje od rutera do odredišne mreže.
- OSPF protokolom nije precizirano koji parametar se koristi kao cijena. U većini OSPF implementacija cijena se određuje na osnovu brzine prenosa.