

Laboratorijske vežbe

Spanning Tree Protocol

Predmet: Računarske mreže

Predavač: dr Dušan Stefanović

Asistent: Nikola Milutinović

STP - osnove

Spanning Tree Protocol (STP) je protokol na L2 sloju (Data Link, IEEE 802.1D) koji sprečava petlje (loops) u Ethernet mrežama sa redundantnim vezama između switch-eva.

U praksi, kada ima više fizičkih puteva između switch-eva (što je poželjno zbog redundanse), bez STP-a se dobija:

- broadcast storm
- dupliranje frejmova
- MAC tabela “flapping”

STP rešava to tako što:

- logički “isključi” neke linkove (stavlja ih u blocking state)
- formira stablo bez petlji (spanning tree)
- ostavlja samo jednu aktivnu putanju između bilo koja dva čvora

STP – ključni koncepti

- Root Bridge – centralni switch (najniži Bridge ID)
- Root Port (RP) – port na svakom switch-u koji vodi ka root-u
- Designated Port (DP) – port koji prosleđuje saobraćaj na segment
- Blocked Port – port koji se isključuje da bi se izbegla petlja

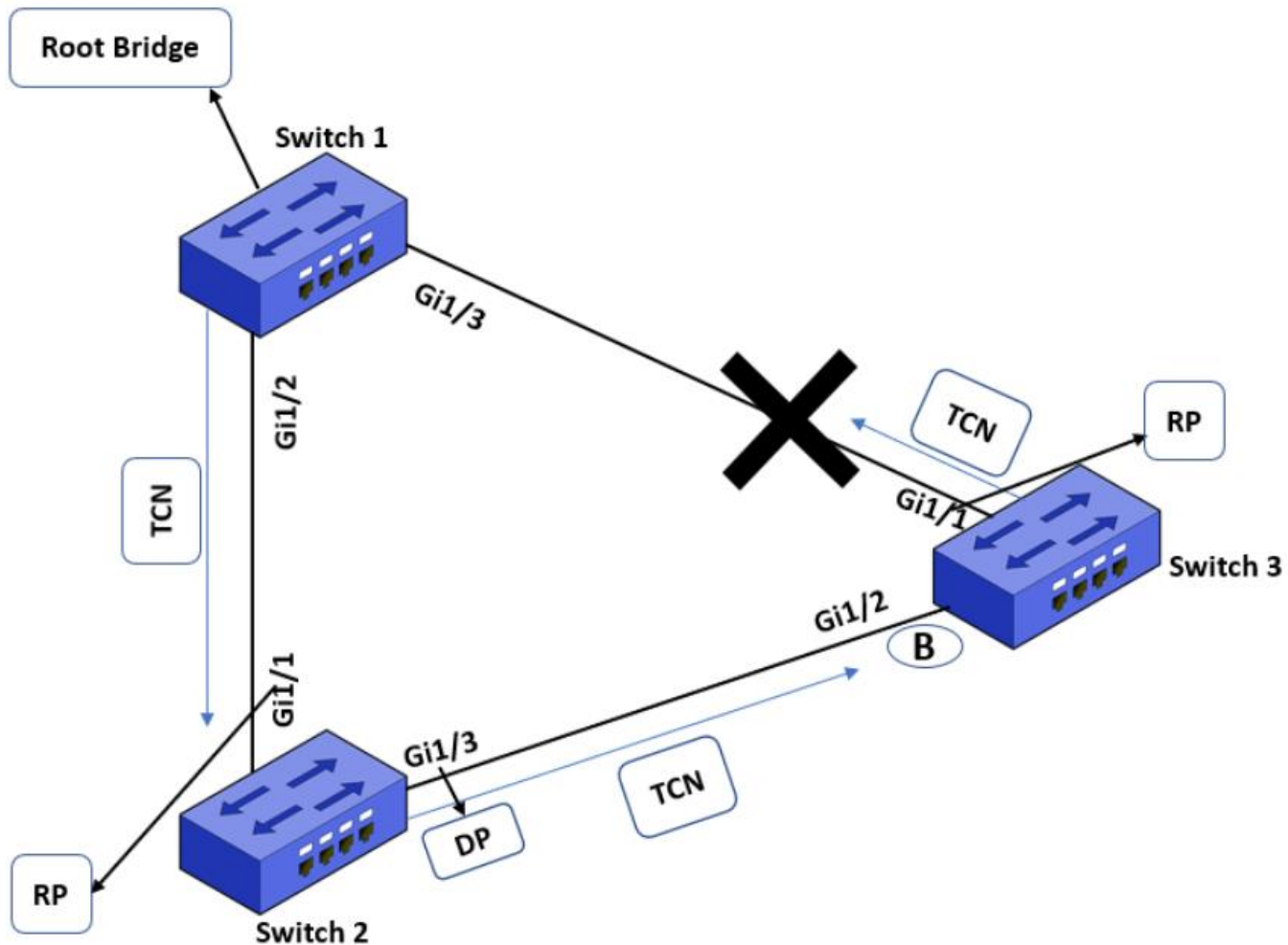
Spanning Tree Algorithm

STP algoritam (Spanning Tree Protocol) zasniva se na izvršavanju algoritma poznatog kao Spanning Tree Algorithm (STA), čiji je osnovni cilj eliminacija petlji u mrežnoj topologiji.

Algoritam funkcioniše kroz sledeće korake:

- Najpre se vrši izbor referentnog čvora u mreži, poznatog kao root bridge, koji predstavlja centralnu tačku stabla.
- Zatim svaki mrežni uređaj (switch) određuje optimalnu putanju do root bridge-a na osnovu definisanih metrika (npr. path cost).
- U slučaju postojanja redundantnih putanja između uređaja, algoritam zadržava najefikasniju putanju, dok se ostale veze stavljaju u stanje blokade kako bi se sprečilo formiranje petlji.

Spanning Tree Algorithm



STP proračun

STP proračun se oslanja na dva ključna koncepta u kreiranju loop-free topologije:

- Bridge ID
- Path Cost

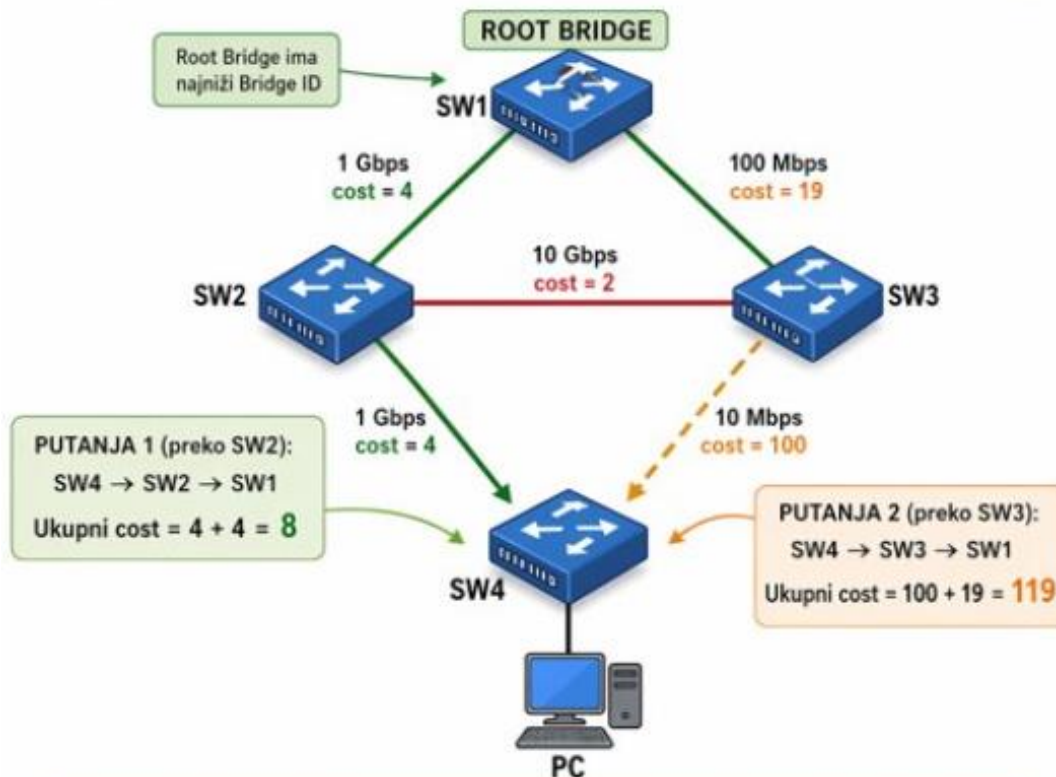
```
Core# show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0001.964E.7EBB
           Cost      4
           Port     25(GigabitEthernet0/1)
           Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    0001.C945.A573
           Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20
```

STP proračun

PATH COST – KONKRETAN PRIMER

STP bira putanju sa **NAJMANJIM** ukupnim cost-om do root bridge-a
(manji cost = bolji link)



STP će izabrati **PUTANJU 1** (preko SW2) jer ima **MANJI** ukupni cost (8 < 119)
Port na SW4 ka SW2 postaje **ROOT PORT**

Link Speed	Cost (Revised IEEE Spec)	Cost (Previous IEEE Spec)
10 Gbps	2	1
1 Gbps	4	1
100 Mbps	19	10
10 Mbps	100	100

Formula (802.1D):
cost = $10^8 / \text{bandwidth (bps)}$

- Veća brzina = manji cost = bolji put
- STP sabira cost-ove duž putanje

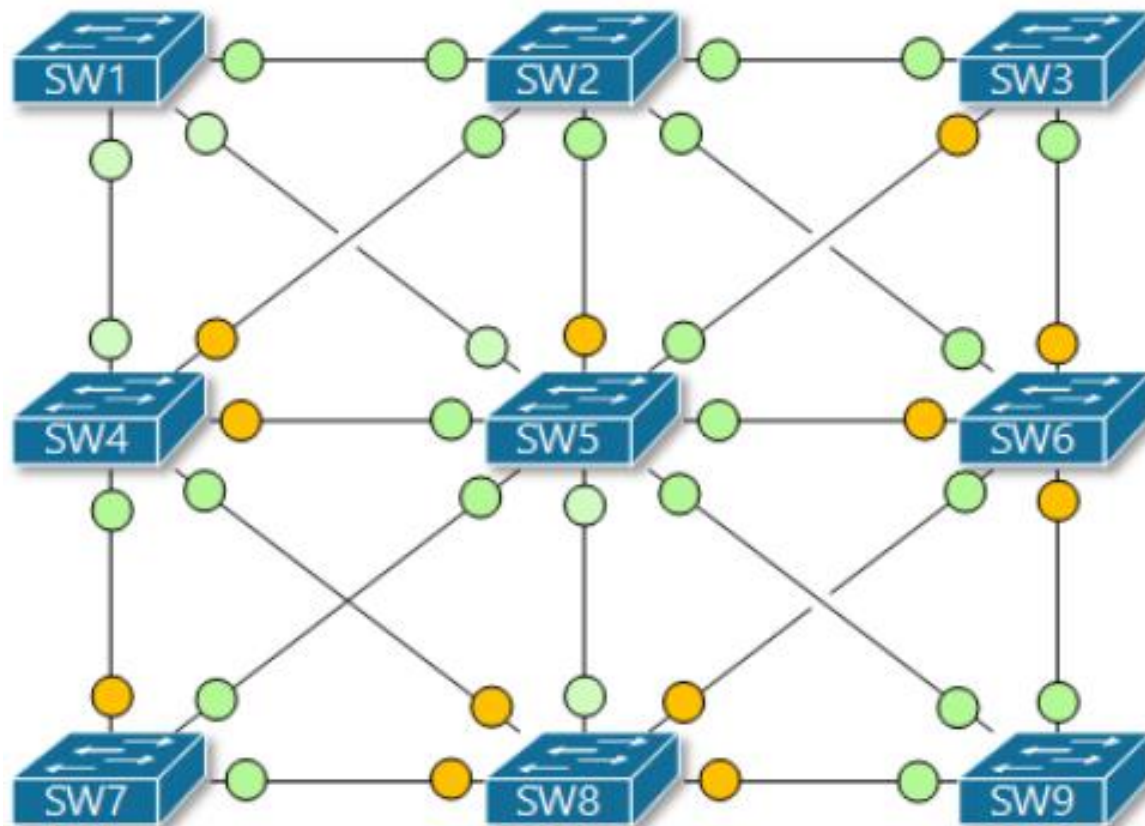
KAKO STP KORISTI COST?

1. Svaki switch računa sve putanje do root bridge-a
2. Sabira cost svakog linka na putanji
3. Bira putanju sa **NAJMANJIM** ukupnim cost-om
4. Port na toj putanji postaje **ROOT PORT**

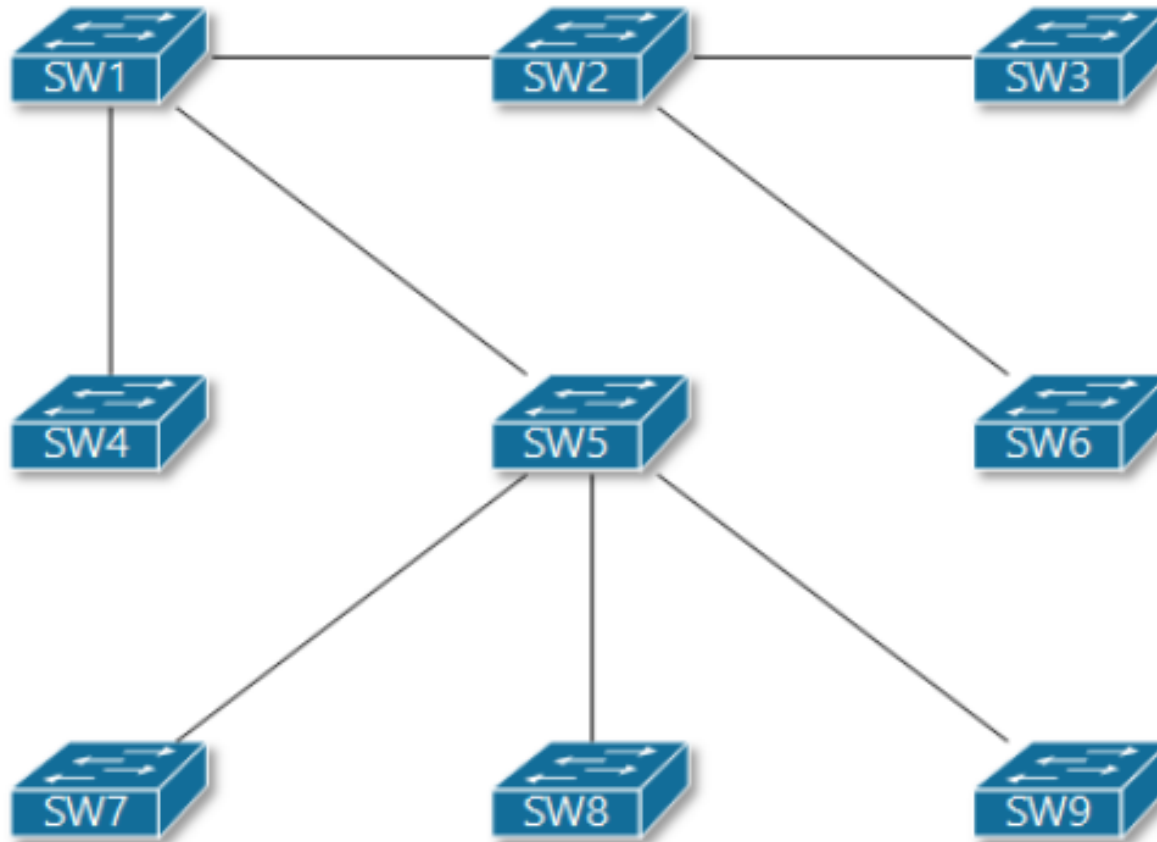


STP ne bira putanju sa najmanjim brojem hop-ova, već sa najmanjim ukupnim cost-om.

STP – fizička topologija



STP – logička topologija



STP – loop free topologija

- Prilikom kreiranja loop-free topologije, STP koristi uvek istih pet koraka:

Korak 1 - Najmanji BID

Korak 2 - Najmanja cena putanje do Root Bridge

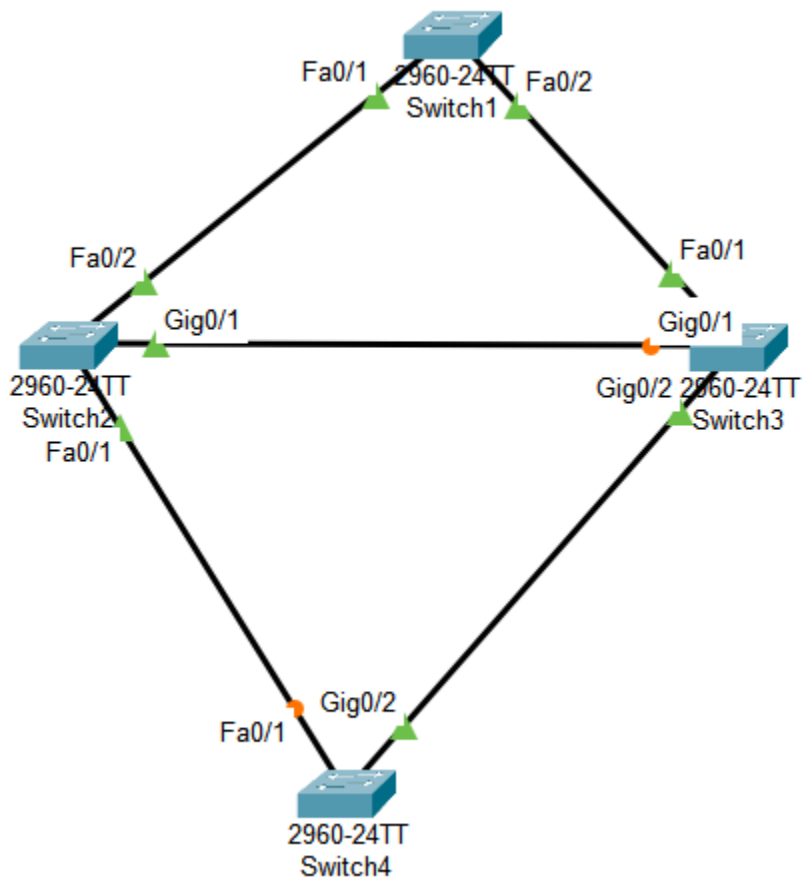
Korak 3 - Najmanji BID pošiljaoca

Korak 4 - Najmanji port priority

Korak 5 - Najmanji Port ID

- Svičevi koriste Configuration BPDU poruke prilikom kreiranja loop-free topologije.

STP – formiranje topologije



STP – pregled

```

Switch2
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface

Press RETURN to get started!

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up

Switch>
Switch>en
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0002.4A8E.09C8
            Cost        19
            Port        2(FastEthernet0/2)
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address    0090.2188.E92C
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time  20

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/1        Desg FWD 4        128.25  P2p
Fa0/2        Root FWD 19       128.2   P2p
Fa0/1        Desg FWD 19       128.1   P2p
Switch#
  
```

Komandom ***show spanning-tree*** unutar CLI na Switch-u dobijamo pregled STP-a.

STP – pregled

```

Switch2
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface

Press RETURN to get started!

%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up

Switch>
Switch>en
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0002.4A8E.09C8
            Cost        19
            Port        2 (FastEthernet0/2)
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address    0090.2188.E92C
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time  20

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/1        Desg FWD 4        128.25  P2p
Fa0/2        Root FWD 19       128.2   P2p
Fa0/1        Desg FWD 19       128.1   P2p
Switch#
  
```

Svi Cisco switch-evi po default-u imaju isti prioritet:

$$32768 + \text{VLAN ID (1)} = 32769$$

Presudan faktor je MAC adresa.

Root MAC: 0002.4A8E.09C8

Switch2 MAC: 0090.2188.E92C

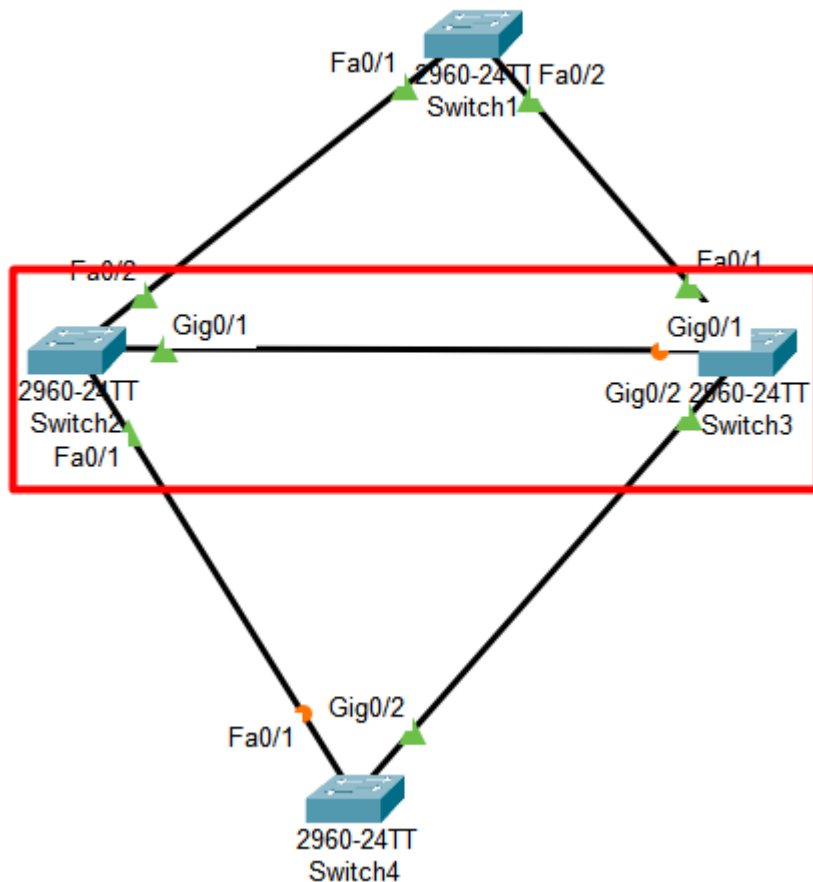
Pošto je: 0002 < 0090

switch sa MAC 0002... je izabran kao root bridge

STP – konfiguracija root switch

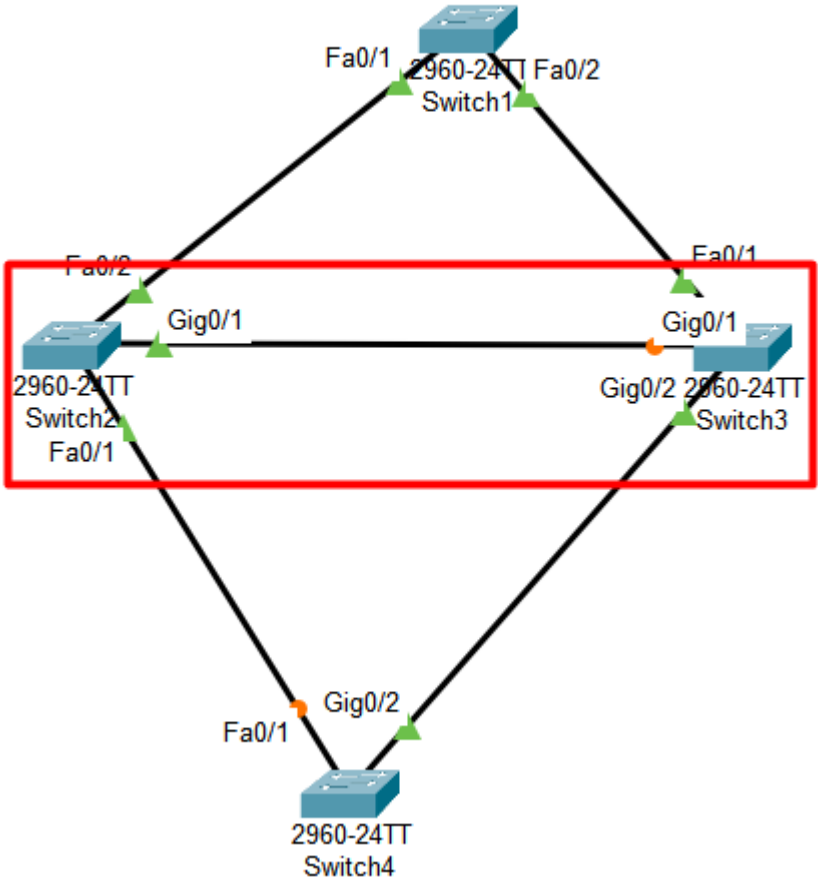
Komanda	Namena
<i>spanning-tree vlan 1 priority 4096</i>	ručno postavljanje root-a
<i>spanning-tree vlan 1 root primary</i>	avtomatski root
<i>spanning-tree vlan 1 root secondary</i>	backup root

STP – promena trase



Ukoliko želimo da promenimo putanju kretanja podataka potrebno je da odradimo STP manipulaciju putem cost-a ili priority-ja portova.

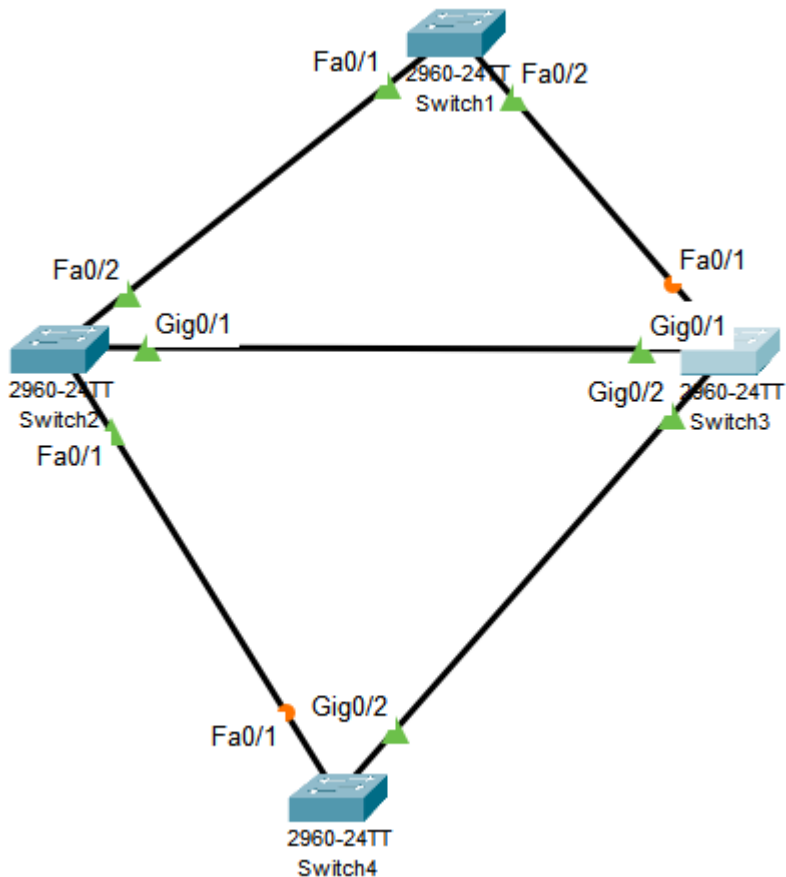
STP – promena trase



Switch2:
 conf t
 interface gig0/1
 spanning-tree vlan 1 cost 1

Switch3:
 conf t
 interface gig0/1
 spanning-tree vlan 1 cost 1

STP – promena trase



Podiži cost na portu koji želimo da blokiramo.

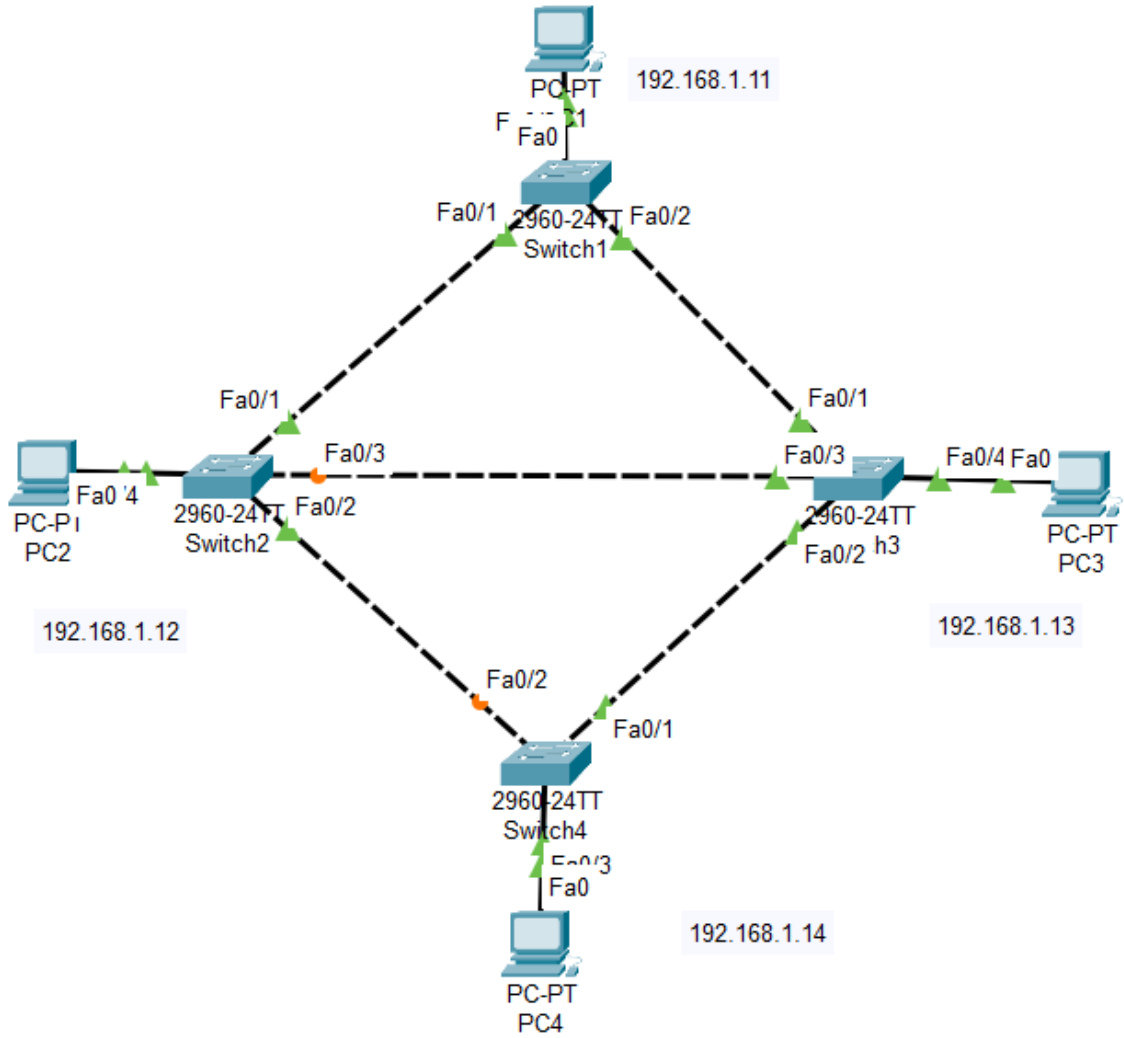
Switch3:

conf t

interface fa0/1

spanning-tree vlan 1 cost 100

INFRASTRUKTURA



INFRASTRUKTURA

Potrebno je utvrditi:
koji je switch postao **root bridge**,
koji portovi su **root port**,
koji su **designated port**,
koji port je u **blocking** stanju.

Na svakom switch-u pokrenuti komandu:
show spanning-tree

ZADATAK 1

Prekid aktivnog linka i preuzimanje saobraćaja preko rezervnog linka

1. Formirati zadatu topologiju.
 2. Na switch-u **S1** podesiti da bude **root bridge**.
 3. Identifikovati koji link/port je blokiran od strane STP-a.
 4. Pokrenuti ping sa PC2 ka PC3 i sa PC1 ka PC4.
 5. Zatim simulirati prekid jednog aktivnog linka, na primer:
 - prekid veze **S1–S2** ili
 - prekid veze **S1–S3**
-
- Posmatrati:
 - da li dolazi do kratkog prekida komunikacije,
 - da li se aktivira ranije blokirani port,
 - kako se menja STP topologija

Switch 1

```
enable  
configure terminal  
spanning-tree vlan 1 priority 4096  
end  
write memory
```

ili

```
enable  
configure terminal  
spanning-tree vlan 1 root primary  
end  
write memory
```

Switch 2

Na S2 ugasiti interfejs ka S1

1. Fizički izbrisati kabl u Packet Traceru.

ili

2. Konfigurisati S2

enable

configure terminal

spanning-tree vlan 1 priority 4096

end

write memory

ZADATAK 2

Zagušenje mreže usled petlje i sprečavanje zagušenja primenom STP

1. Formirati zadatu topologiju.
2. Posmatrati normalan rad mreže sa uključenim STP-om.
3. Pokrenuti ARP i ICMP saobraćaj između računara.
4. U simulation modu pratiti kretanje broadcast frejmova.
5. Objasniti šta bi se dogodilo kada STP ne bi postojao.

- Uporediti:
 - stanje sa STP-om,
 - hipotetičko stanje bez STP-a

SIMULATION MODE

U **Simulation** modu:

1. poslati ping sa PC1 ka PC4 (*ping 192.168.1.14*)
2. pratiti ARP broadcast okvire,
3. uočiti da se broadcast ne umnožava beskonačno,
4. primetiti da je deo topologije logički blokiran.

Pošto STP blokira jedan ili više redundantnih portova:
mreža ostaje bez petlji,
broadcast saobraćaj ima kontrolisanu putanju,
nema broadcast storm-a.

SWITCH

Na switch-u uneti:

```
show spanning-tree
```

```
show mac address-table
```

Stanje interfejsa:

```
show interfaces status
```

ZADATAK 3

Promena root bridge-a i promena aktivne putanje kroz mrežu

- Formirati topologiju.
- Podesiti da **S1** bude root bridge.
- Zabeležiti:
 - root bridge,
 - root port na svakom switch-u,
 - blocking port.
- Zatim promeniti konfiguraciju tako da **S4** postane root bridge.
- Ponovo analizirati STP stanje.
- Uporediti staru i novu logičku topologiju.

SWITCH 4

Podesiti S4 kao Root:

```
enable  
configure terminal  
spanning-tree vlan 1 priority 4096  
end  
write memory
```

Na S1 vratiti podrazumevanu vrednost:

```
enable  
configure terminal  
no spanning-tree vlan 1 root primary  
spanning-tree vlan 1 priority 32768  
end  
write memory
```

SWITCH 4

Kada S4 postane root bridge:

- portovi na S4 postaju designated,
- switch-evi S2 i S3 verovatno dobijaju root portove prema S4,
- može se promeniti koji link je blokiran,
- logički tok saobraćaja kroz mrežu se menja.

Zadatak 4

Simulirati prekid linka S1–S2 i proveriti da li komunikacija između PC2 i PC1 i dalje postoji.

Zadatak 5

Objasniti kako STP sprečava zagušenje u slučaju postojanja redundantnih putanja.

Zadatak 6

Promeniti root bridge sa S1 na S4 i analizirati razliku u topologiji.