

## Konekcija sloja 2 – mostovi i komutatori

Komutatori sloja 2 su gotovo isti kao i mostovi, ali nam pružaju mnogo više portova. Postoje značajne razlike između mostova i komutatora.

- Mostovi su zasnovani na softveru, dok su komutatori zasnovani na hardveru zato što koriste ASIC čipove koji im pomažu da donose odluke o filtriranju
- Komutator može da se prikaže kao most sa više portova
- Mostovi imaju samo jednu instancu spanning-tree po mostu, dok komutatori mogu da ih imaju više.
- I mostovi i komutatori prosleđuju opšte poruke na sloju 2
- Mostovi i komutatori uče MAC adrese tako što istražuju izvornu adresu svakog dobijenog okvira
- I mostovi i komutatori donose odluke o prosleđivanju na osnovu adresa sloja 2

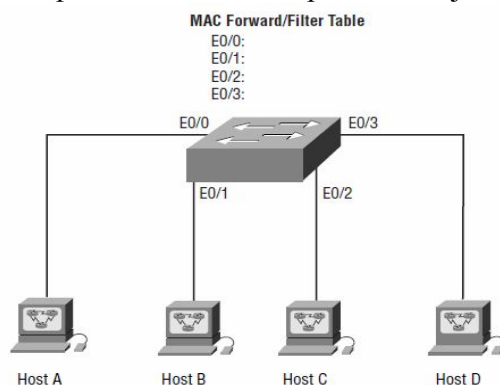
### Tri funkcije komutacije na sloju 2

Postoje tri različite funkcije komutacije na sloju 2:

- Učenje adresa
- Donošenje odluka o prosleđivanju/filtriranju
- Izbegavanje petlji

#### *Učenje adresa*

Komutatori i mostovi sloja 2 pamte izvornu hardversku adresu svakog okvira dobijenog na interfejsu i te informacije unose u MAC bazu podataka pod nazivom tabela prosleđivanja/filtriranja.



*Prazna tabela prosleđivanja/filtriranja na komutatoru*

Kada se komutator prvi put priključi, MAC tabela prosleđivanja/filtriranja je prazna. Kada uređaj pošalje i interfejs primi okvir, komutator unosi izvorišnu adresu okvira u MAC tabelu, što mu omogućava da zapamti ne kojem interfejsu se nalazi uređaj pošiljalac. Komutator onda nema drugog izbora nego da preplavi mrežu ovim okvirom na svakom portu, osim izvorišnog porta, zato što nema pojma gde se nalazi određeni uređaj.

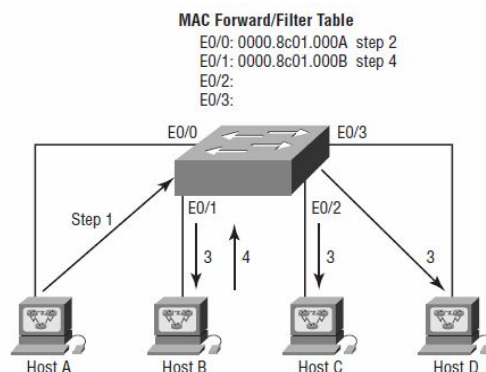
Ako uređaj odgovori i pošalje okvir nazad, onda će komutator uzeti izvorišnu adresu iz tog okvira i uneti tu MAC adresu u svoju bazu podataka, povezujući tu adresu sa interfejsom koji je primio okvir. Pošto komutator sada ima obe relevantne MAC adrese u svojoj tabeli filtriranja, dva uređaja sada mogu da ostvare konekciju od tačke do tačke. Komutator sada ne mora da šalje okvir na sve strane kao što je morao prvi put, zato što sada okviri mogu biti prosleđeni samo između ova dva uređaja. U mreži sa razvodnim uređajima svi okviri se uvek prosleđuju svim portovima. Kada se komutator uključi nema nijednu MAC adresu u svojoj tabeli. Kada računari počnu da komuniciraju, komutator unosi izvorišnu hardversku adresu svakog okvira u tabelu, zajedno sa portom kojem odgovara adresa okvira.

Evo primera kako se popunjava tabela prosleđivanja/filtriranja:

1. Host A šalje okvir Hostu B. MAC adresa Hosta A je 0000.8c01.000A; MAC adresa Hosta B je 0000.8c01.000B.

2. Komutator dobija okvir na interfejsu E0/0 i unosi izvorišnu adresu u tabelu MAC adresa
3. Pošto se odredišna adresa ne nalazi u MAC tabeli, okvir se prosleđuje svim interfejsima – osim izvorišnom portu
4. Host B dobija okvir i odgovara Hostu A; komutator dobija ovaj okvir na interfejsu E0/1 i unosi izvorišnu hardversku adresu u MAC bazu podataka
5. Host A i Host B sada mogu da uspostave konekciju od tačke do tačke i samo ta dva uređaja će primati okvire. Host C i Host D neće videti okvire, niti će se njihove MAC adrese naći u bazi podataka zato što još uvek nisu poslali okvir komutatoru.

Ako Host A i Host B ne budu ponovo komunicirali sa komutatorom nakon određenog vremena, komutator će izbrisati njihove unose iz baze podataka da bi je održavao ažurnom što je više moguće.



*Kako komutatori uče lokacije matičnih računara*

### *Donošenje odluka o prosleđivanju/filtriranju*

Kada okvir stigne na interfejs komutatora, odredišna hardverska adresa se upoređuje sa MAC bazom podataka prosleđivanja/filtriranja. Ako je odredišna MAC adresa poznata i nalazi se u bazi podataka, okvir se šalje samo odgovarajućem izlaznom interfejsu. Komutator ne prenosi okvir nijednom drugom interfejsu osim odredišnog. Na taj način se štedi propusni opseg u drugim mrežnim segmentima i to se naziva *filtriranje okvira (frame filtering)*.

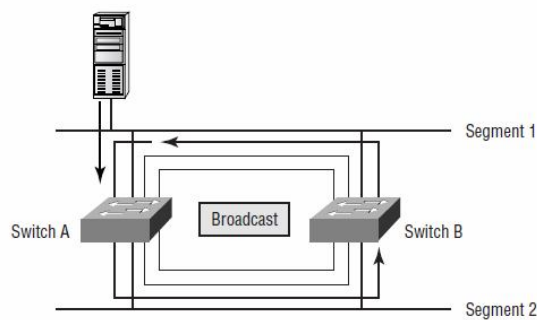
Međutim, ako odredišna MAC adresa nije navedena u MAC bazi podataka, onda se okvir šalje svim aktivnim portovima, osim porta na koji je okvir stigao. Ako uređaj odgovori na poslani okvir MAC baza podataka se ažurira lokacijom tog uređaja.

Ako matični računar ili server pošalju opštu poruku u LAN mreži, komutator će poslati okvir svim aktivnim portovima izuzev izvorišnom portu, po standardnom podešavanju. Zapamtite, komutator kreira manje kolizione domene, ali je to još uvek jedan veliki emisioni (broadcast) domen.

### *Izbegavanje petlji*

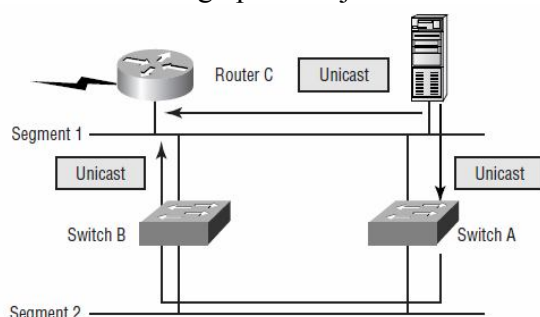
Ako se zbog redundanse kreira više konekcija između komutatora, mogu se pojaviti mrežne petlje. Spanning-tree Protocol (STP) se koristi za sprečavanje mrežnih petlji, dok i dalje omogućava redundansu. Redundantne veze između komutatora su dobra ideja zato što mogu da pomognu u sprečavanju pada kompletne mreže u slučaju da jedna veza prestane da radi. Međutim one mogu da izazovu i određene probleme jer okviri mogu istovremeno da se šalju duž svi redundantnih veza, kreirajući mrežne petlje.

- Ako ne postoji nikakva šema za sprešavanje petlji, komutatori će beskonačno slati opšte poruke kroz mrežno okruženje. To se naziva *emisiona oluja*.



*Emisiona oluja*

- Uređaj može da dobije više kopija istog okvira zato što taj okvir može da stigne iz različitih segmenata u isto vreme; server na slici šalje jednosmerni (unicast) okvir ruteru C; pošto je to jednosmerni okvir, komutator A prosleđuje, a komutator B pruža istu uslugu – prosleđuje okvir; ovo je loše, zato što ruter C dva puta prima okvir, što dovodi do dodatnog opterećenja mreže.

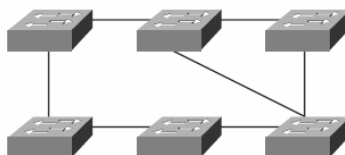


*Višestruke kopije okvira*

- Tabela sa MAC adresama će biti potpuno zbunjena kada se radi o lokaciji uređaja, zato što komutator može da dobije okvir iz više veza; zbunjeni komutator može da bude toliko zaokupljen neprekidnim ažuriranjem MAC tabele da neće uspeti da prosleđi okvir. To se naziva „bacakanje“ (trashing) MAC tabele.
- Mogu da se generišu višestruke petlje kroz mrežu; to znači da petlje mogu da se pojave unutar drugih petlji, a ako još dođe do emisije oluje, mreža neće moći da vrši komutaciju okvira.

### ***Spanning Tree Protocol (STP)***

Pre nego što je kupljena i promenila ime u Compaq, kompanija pod nazivom *Digital Equipment Corporation* (DEC) je kreirala originalnu verziju protokola Spanning-tree, STP (protokol obuhvatnog stabla). IEEE je kasnije kreirao sopstvenu verziju STP protokola pod nazivom 802.1D, koja nije kompatibilna sa DEC verzijom. Glavni zadatak protokola STP je da spreči pojavljivanje mrežnih petlji na sloju 2 (mostovi i komutatori). Ovaj protokol budno nadgleda mrežu da bi pronašao sve veze, osiguravajući da se neće pojaviti petlja, tako što isključuje svaku redundantnu vezu. STP koristi spanning-tree algoritam (STA) da prvo kreira bazu podataka topologije, a zatim pretraži mrežu i uništi redundantne veze. Kada se STP izvršava, okviri će biti prosleđeni samo na premijskim vezama – onima koje STP izabere.



*Komutirana mreža sa petljama izazvanim komutacijom*

### **Spanning Tree termini**

## **STP**

STP je protokol mosta koji koristi STA da dinamički pronalazi redundantne veze i kreira Spanning tree bazu podataka topologije. Mostovi razmenjuju BPDU poruke sa drugim mostovima da bi detektovali petlje, a zatim ih uklonili isključivanjem odabranih interfejsa mosta.

### ***Osnovni most (root bridge)***

Osnovni most je most sa najboljim ID brojem. Kod protokola STP glavno je da svi komutatori u mreži izaberu osnovni most koji postaje središnja tačka u mreži. Sve ostale odluke u mreži – na primer koji će port biti blokiran, a koji port će biti stavljen u režim prosleđivanja – se donose iz perspektive osnovnog mosta

### **BPDU**

Svi komutatori razmenjuju informacije koje se koriste u odabiranju osnovnog komutatora, kao i za kasniju konfiguraciju mreže. Svaki komutator upoređuje parametre u *jedinici podataka protokola mosta (Bridge Protocol Data Unit, BPDU)* koju šalje jednom susedu sa BPDU porukom koju dobije od drugog suseda.

### ***ID broj mosta (Bridge ID)***

Pomoću ID broja mosta STP prati sve komutatore u mreži. Ovaj broj se određuje kombinacijom prioriteta mosta (32 768 po standardnom podešavanju na svim Cisco komutatorima) i osnovne MAC adrese. Most sa najnižim ID brojem postaje osnovni most u mrežnom okruženju.

### ***Sporedni most (Nonroot bridge)***

To su svi mostovi koji nisu osnovni most. Sporedni mostovi razmenjuju BPDU poruke sa svim mostovima i ažuriraju STP bazu podataka topologije na svim komutatorima, sprešavajući pojavu petlji i obezbeđujući mere odbrane protiv pada veze.

### ***Osnovni port (root port)***

Osnovni port je uvek veza koja je direktno uspostavljena sa osnovnim mostom ili najkraća putanja do osnovnog mosta. Ako je sa osnovnim mostom uspostavljeno više veza, onda se troškovi porta određuju proveravanjem propusnog opsega svake veze. ***Port sa najnižim troškom postaje osnovni port.*** Ako više veza ima iste troškove, koristi se port na mostu sa najnižim oglašanim ID brojem. Pošto više veza može da potiče sa jednog uređaja, koristi se port sa najnižim brojem.

### ***Namenski port (Designated port)***

Namenski port je onaj za koga se odredi da ima najbolji (najmanji) trošak. Namenski port će biti označen kao port za prosleđivanje.

### ***Trošak porta (Port cost)***

Trošak porta se određuje kada se između dva komutatora koristi više veza, a ni jedna nije sa osnovnog porta. Trošak veze se određuje na osnovu propusnog opsega te veze.

### ***Nenamenski port (Nondesignated port)***

Nenamenski port je onaj koji ima veći trošak od namenskog porta. Nenamenski portovi se stavljaju u režim blokiranja – to nisu portovi za prosleđivanje.

### ***Port za prosleđivanje (Forwarding port)***

Port za prosleđivanje prosleđuje okvire.

### ***Blokirani port (Blocked port)***

Blokirani port je onaj koji neće prosleđivati okvire da bi se sprečila pojava petlji. Međutim, blokirani port će uvek osluškivati okvire.

### ***Spanning-tree operacije***

STP obavlja svoj posao tako što prvo izabere osnovni most koji će prosleđivati okvire kroz sve portove i ponašati se kao referentna tačka za sve druge uređaje u STP domenu. Kada se svi komutatori slože oko toga ko će biti osnovni most, svaki most mora da ponade jedan, i samo jedan osnovni port. Svaka veza između dva komutatora (na jednoj vezi će biti samo dva komutatora) mora da ima jedan, i samo jedan namenski port – port na toj vezi koji je najbliži osnovnom komutatoru. Očigledno je da je svaki port na osnovnom komutatoru namenski port.

### ***Izbor osnovnog mosta***

ID broj mosta se koristi za izbor osnovnog mosta u STP domenu, kao i za određivanje osnovnog porta za svaki od preostalih uređaja u STP domenu. Ovaj ID je dugačak 8 bajtova i sadrži prioritet i MAC adresu uređaja. Podrazumevani prioritet za sve uređaje koji koriste IEEE STP verziju je 32 768.

Da bi se odredio osnovni most, prioritet svakog mosta se kombinuje sa njegovom MAC adresom. Ako se desi da dva komutatora imaju istu vrednost prioriteta, onda MAC adresa postaje presudni faktor za određivanje koji od njih ima najniži (najbolji) ID. Ako komutatori A i B koriste podrazumevani prioritet, onda se umesto prioriteta koristi MAC adresa. Ako je MAC adresa komutatora A 0000.0c00.1111, a MAC adresa komutatora B 0000.0c00.2222, onda komutator A postaje osnovni most. Niža vrednost ID-a je bolja.

BPDU poruke se šalju na svake dve sekunde, sa svih aktivnih portova komutatora, a most sa najnižim ID brojem se izabira kao osnovni most. ID mosta možete da promenite tako što promenite prioritet mosta, tj snizite prioritet.

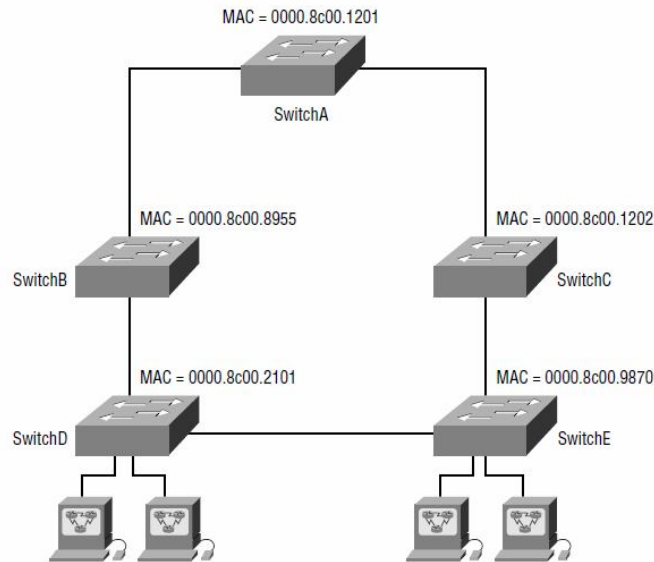
### ***Izbor osnovnog porta***

Ako do osnovnog mosta vodi više veza, onda kumulativni troškovi izlaznih portova duž putanje do osnovnog porta postaju faktor koji se koristi za određivanje koji port će biti osnovni port za taj uređaj. Da biste odredili port koji će se koristiti za komunikaciju sa osnovnim mostom, morate da saznate trošak putanje. STP trošak je akumulirani ukupni trošak putanje određen na osnovu propusnog opsega svake veze. Ova informacija se interno koristi za odabiranje osnovnog porta za taj uređaj, a ova vrednost će biti oglašavana u BPDU porukama sa svakog interfejsa uređaja. Susedni komutatori upoređuju ove vrednosti sa svojim troškom do osnovnog porta da bi odredili koji od njih će imati namenski port za vezu između njih. IEEE 802.1D specifikacija svakom portu dodeljuje podrazumevanu vrednost troška na osnovu propusnog opsega.

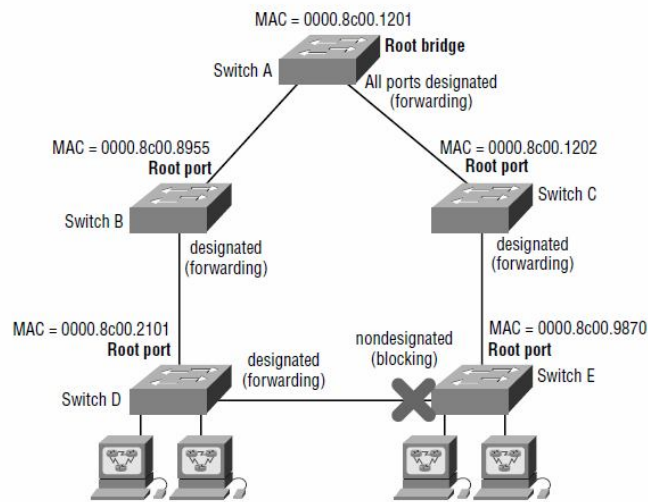
Speed	New IEEE Cost	Original IEEE Cost
10Gbps	2	1
1Gbps	4	1
100Mbps	19	10
10Mbps	100	100

*Tipični troškovi različitih Ethernet mreža*

Primer:



*Primer obuhvatnog stabla*



*Odgovori na primer obuhvatnog stabla*

Kao rezultat STP-a u svakoj komutiranoj mreži postoje sledeći elementi:

- Jedan root bridge (osnovni most) po mreži
- Jedan root port (osnovni port) po non-root bridge (sporedni most)
- Jedan designated port (namenski port) po segmentu
- Nekorišćeni ili non-designated portovi (nenamenski portovi)

